MCF8316D センサレス磁界方向制御 (FOC)、内蔵 FET BLDC ドライバ

1 特長

- 機能安全品質管理むけ (MCF8316DULVRGFR のみ)
  - IEC-60730-1 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 安全関連認証 (MCF8316DULVRGFR のみ)
  - UL 認定部品:UL 60730-1 (ファイル番号:E546206)
- 安全機能 (MCF8316DULVRGFR のみ)
  - ロック回転子の保護
  - 過電流 (過負荷) 保護
  - 欠相 (モーターなし)
- センサレス モーター制御アルゴリズムを統合した 3 相 BLDC モーター ドライバ
  - コード フリー フィールド オリエンテッド コントロール (FOC)
  - 速度、電流、電力、または電圧制御
  - 順方向および逆方向の巻線のサポート
  - 設定可能な電力と速度制限
  - 高効率化のための進角調整
  - ソフトスタート、ソフトストップおよびデッドタイム補償により音響性能を向上
  - オフライン モーター パラメータ測定 (MPET)
  - アナログ、PWM、周波数、または I^2C 速度入力
  - モータの起動と停止に関する設定可能なオプション
  - 高速動作のためのフラックス減衰
  - アンチ電圧サージ (AVS) 保護機能により、
- 動作電圧:4.5V ～ 35V (絶対最大定格 40V)
- 高い出力電流能力:ピーク 8A
- 低い MOSFET オンステート抵抗
  - T_A = 25℃での $R_{DS(ON)}$ (HS + LS):95mΩ (標準値)
- 低消費電力スリープ モード:『表 7-8』を参照してください
  - 5μA (最大値) (V_{VM} = 24V、T_A = 25°C)
- 速度ループの精度:内部クロック使用時に 3%、外部クロックを基準とする場合は 1%
- デバイス構成を保存するための、R/W セキュリティ付きの設定可能な EEPROM
- 電流センスを内蔵
- 3.3V/5V、170mA 降圧レギュレータ内蔵
- 3.3V、20mA LDO レギュレータ内蔵
- 専用 DRVOFF ピンによる出力の無効化 (ハイ インピーダンス)
- EMI 低減のための拡散スペクトラム、PWM ディザリング、スルーレート
- 各種保護機能を内蔵
  - 電源低電圧誤動作防止 (UVLO)
  - 電源の過電圧保護 (OVP)
  - モーター ロック検出
  - 設定可能な電流制限
  - 熱警告およびシャットダウン (OTW/TSD)
  - フォルト状況表示ピン (nFAULT)
  - I^2C インターフェイスによるフォルト診断 (オプション)

2 アプリケーション

- ブラシレス DC (BLDC) モーター モジュール
- 洗濯機および食器洗い機用ポンプ
- 空気清浄機および加湿器用ファン
- 住宅用ファンとリビング ファン
- プロジェクタのカラー ホイール

3 説明

MCF8316D は、シングルチップでコード フリーのセンサレス FOC を実現するデバイスであり、12～24V ブラシレス DC モーター (BLDC) または永久磁石同期モーター (PMSM) に対して、最大 8A のピーク電流供給が可能です。MCF8316D は、絶対最大定格が 40V で、$R_{DS(ON)}$ が 95mΩ (HS と LS FET の合計) という非常に低い値のハーフ ブリッジを 3 つ内蔵しています。MCF8316D には、降圧レギュレータ (3.3V/5V、170mA) および LDO (3.3V、20mA) が内蔵されており、外部回路に電源を供給できます。

FOC アルゴリズムの構成は、不揮発性 EEPROM に保存されるため、構成後はデバイスをスタンドアロンで動作させることが可能です。デバイスは、PWM 入力、アナログ電圧、可変周波数の方形波、I^2C コマンドによって速度コマンドを受信します。MCF8316D は、本デバイス自身、モーター、システムをフォルト イベントから保護するための多くの保護機能を内蔵しています。

デバイス情報 (1)

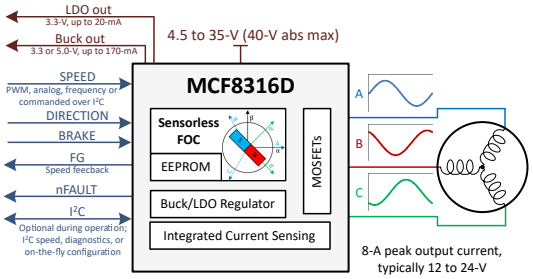
部品番号	パッケージ	本体サイズ (公称) [2]
MCF8316DVRGFR	VQFN (40)	7.00 mm × 5.00mm
MCF8316DULVRGFR	VQFN (40)	7.00 mm × 5.00mm

(1) 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。
(2) パッケージ サイズ (長さ×幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます

このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール (機械翻訳) を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。

参考用のドキュメント:

- 『MCF8316D EVM ユーザー ガイド』を参照してください。
- 『MCF8316D EVM GUI』を参照してください。



概略回路図

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 デバイスの比較.....3
5 ピン構成および機能.....4
6 仕様.....7
6.1 絶対最大定格.....7
6.2 ESD 定格.....7
6.3 推奨動作条件.....7
6.4 熱に関する情報.....8
6.5 電気的特性.....8
6.6 標準モードとファースト モードの SDA および SCL バスの特性.....16
6.7 代表的特性.....18
7 詳細説明.....19
7.1 概要.....19
7.2 機能ブロック図.....20
7.3 機能説明.....21
7.4 デバイスの機能モード.....90
7.5 外部インターフェイス.....91
7.6 EEPROM アクセスと I²C インターフェイス.....93
8 EEPROM (不揮発性) レジスタ マップ.....100
8.1 Algorithm_Configuration レジスタ.....100
8.2 Fault_Configuration レジスタ.....127
8.3 Hardware_Configuration レジスタ.....135
8.4 Internal_Algorithm_Configuration レジスタ.....148
9 RAM (揮発性) レジスタ マップ.....153
9.1 Fault_Status レジスタ.....153
9.2 System_Status レジスタ.....158
9.3 Device_Control レジスタ.....161
9.4 Algorithm_Control レジスタ.....163
9.5 Algorithm_Variables レジスタ.....175
10 アプリケーションと実装.....214
10.1 アプリケーション情報.....214
10.2 代表的なアプリケーション.....214
10.3 UL 認定部品：MCF8316DULVRGFR.....219
10.4 電源に関する推奨事項.....220
10.5 レイアウト.....221
11 デバイスおよびドキュメントのサポート.....224
11.1 サポート・リソース.....224
11.2 商標.....224
11.3 静電気放電に関する注意事項.....224
11.4 用語集.....224
12 改訂履歴.....224
13 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....224

4 デバイスの比較

MCF8316DULVRGFR は UL 認定部品であり、MCF8316DVRGFR は UL 非対応部品です。2 つのコンポーネントの違いは、以下のとおりです。

表 4-1. MCF8316DULVRGFR と MCF8316DVRGFR の違い

機能	MCF8316DULVRGFR	MCF8316DVRGFR
セルフ テスト ライブラリ (STL)	使用可能	利用できません
ユーザーによる STL 実行コマンド	ALGO_CTRL1 レジスタで、STL_CMD および STL_KEY ビット フィールドとして使用できます	該当なし
セルフ テスト障害ステータス通知	CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタで、BOOT_STL_FAULT、CPU_RESET_FAULT_STATUS、WWDT_FAULT_STATUS ビットとして使用可能です	該当なし

5 ピン構成および機能

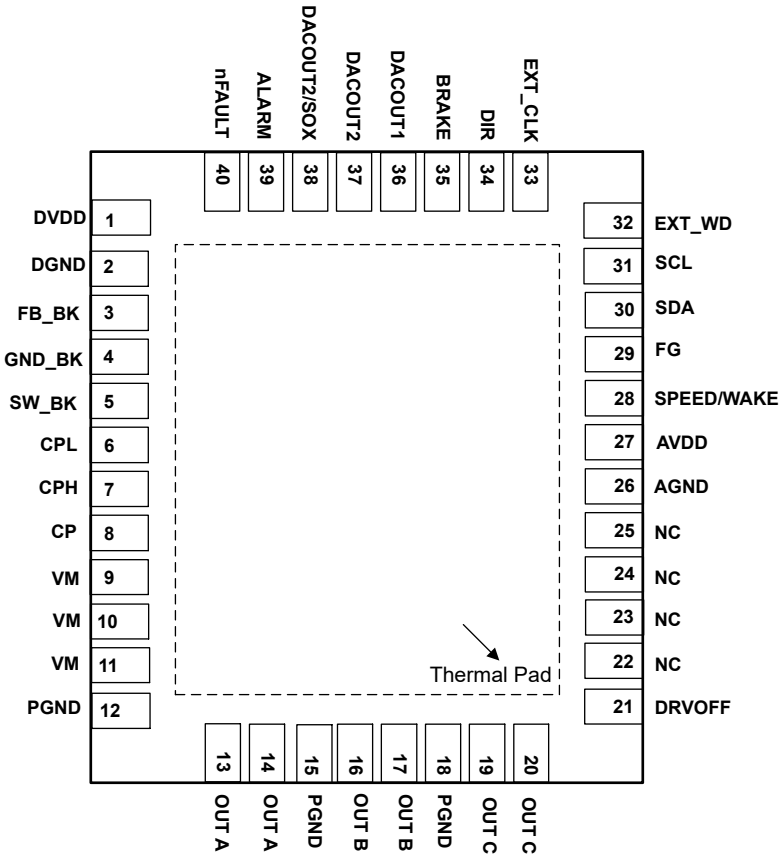


図 5-1. MCF8316D、 40 ピン VQFN (露出サーマル パッド付き) 上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン	40 ピン パッケージ	種類 (1)	説明
名称	MCF8316D		
AGND	26	GND	デバイスのアナログ グランド。接続の推奨事項については、「レイアウトのガイドライン」を参照。
ALARM	39	O	アラーム信号:プッシュプル出力。イネーブルされている場合、フォルト条件時に ロジック High にプルされます。 ALARM ピンを使用しない場合は、フローティングのままにします。
AVDD	27	PWR O	3.3V 内部レギュレータ出力。X7R、1µF、10V セラミック コンデンサを AVDD ピンと AGND ピンの間に接続します。このレギュレータは最大 20mA を外部回路に供給できます。
BRAKE	35	I	High → モーターにブレーキをかける。 Low → 通常のモーター動作 BRAKE ピンを使用しない場合は、AGND に直接接続します。 BRAKE ピンを使用してモーターにブレーキをかける場合は、(オプションの) 外部 10kΩ プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用して、ノイズ除去性能を向上させてください。
CP	8	PWR	チャージ ポンプ出力。X7R、1µF、16V セラミック コンデンサを CP ピンと VM ピンの間に接続します。
CPH	7	PWR	チャージ ポンプのスイッチング ノード。X7R、47nF セラミック コンデンサを CPH ピンと CPL ピンの間に接続します。コンデンサの電圧定格は、デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。
CPL	6	PWR	
DACOUT1	36	O	DAC 出力 DACOUT1
DACOUT2	37	O	DAC 出力 DACOUT2

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 5-1. ピンの機能 (続き)

ピン	40 ピン パッケージ	種類 [1]	説明
名称	MCF8316D		
DACOUT2/SOX	38	O	多用途ピン: DAC 出力 (DACOUT2 として設定されている場合) CSA 出力 (SOX として設定されている場合)
DGND	2	GND	デバイス デジタル グランド。接続の推奨事項については、「レイアウトのガイドライン」を参照。
DIR	34	I	モーターの回転方向。 Low の場合、位相駆動シーケンスは OUT A → OUT C → OUT B High の場合、位相駆動シーケンスは OUT A → OUT B → OUT C DIR ピンを使用しない場合は、必要な相駆動シーケンスに応じて、AGND または AVDD に直接接続します。 DIR ピンを使用してモーターの回転方向を変更する場合は、(オプションの) 外付け 10kΩ プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用すると、ノイズ除去性能が向上します。
DRVOFF	21	I	DRVOFF が High である場合、6 つの MOSFET はすべてコースト (ハイ インピーダンス)。 DRVOFF ピンを使用しない場合は、AGND に直接接続します。 DRVOFF ピンを使用して MOSFET を直ちにコースト (ハイ インピーダンス) する場合は、外付け 10kΩ プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用すると、ノイズ除去性能が向上します。
DVDD	1	PWR	1.5V 内部レギュレータ出力。X7R、1μF、6.3V セラミック コンデンサを DVDD ピンと DGND ピンの間に接続します。
EXT_CLK	33	I	外部クロック基準モードの外部クロック基準入力。
EXT_WD	32	I	外部ウォッチドッグ入力。
FB_BK	3	PWR I/O	降圧レギュレータの出力制御用フィードバック。降圧レギュレータ出力のインダクタ / 抵抗の後に接続します。
FG	29	O	モーター速度インジケータ:1.8V～5.0V への外付けプルアップ抵抗を必要とするオープンドレイン出力。PULLUP_ENABLE を 1b に設定すると、オプションの AVDD への内部プルアップ抵抗がイネーブルになります。内部プルアップ抵抗がイネーブルの場合、外付けプルアップ抵抗は使用できません。
GND_BK	4	GND	Buck regulator ground.接続の推奨事項については、「レイアウトのガイドライン」を参照。
NC	22、23、24、25	-	接続なし。これらのピンはフローティングのままにしてください。また、放熱性能を高めるために、これらのピンを AGND プレーンおよびサーマル パッドに接続することもできます。
nFAULT	40	O	フォルト インジケータ。フォルト条件によってロジック Low にプルされます。1.8V～5.0V への外付けプルアップ抵抗を必要とするオープンドレイン出力です。PULLUP_ENABLE を 1b に設定すると、オプションの AVDD への内部プルアップ抵抗がイネーブルになります。内部プルアップ抵抗がイネーブルの場合、外付けプルアップ抵抗は使用できません。
OUTA	13、14	PWR O	ハーフブリッジ出力 A
OUTB	16、17	PWR O	ハーフブリッジ出力 B
OUTC	19、20	PWR O	ハーフブリッジ出力 C
PGND	12、15、18	GND	デバイスの電源グランド。接続の推奨事項については、「レイアウトのガイドライン」を参照。
SCL	31	I	I^2C クロック入力
SDA	30	I/O	I^2C データ ライン
SPEED/WAKE	28	I	デバイス速度入力。アナログ、PWM、周波数方式の速度入力をサポートしています。SPEED ピン入力モードは、SPEED_MODE によって設定できます。
SW_BK	5	PWR	Buck switch node.このピンはインダクタまたは抵抗に接続します。
VM	9、10、11	PWR I	デバイスおよびモーターの電源。モータ電源電圧に接続し、1 つの 0.1μF セラミック コンデンサ および 1 つのバルク コンデンサを使用して PGND にバイパスします。コンデンサの電圧定格は、デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。

表 5-1. ピンの機能 (続き)

ピン	40 ピン パッケージ	種類 (1)	説明
名称	MCF8316D		
サーマル・パッド		GND	AGND に接続してください。

(1) I = 入力、O = 出力、GND = グランド、PWR = 電源、NC = 未接続

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 仕様

6.1 絶対最大定格

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り) [(1)]

	最小値	最大値	単位
電源ピン電圧 (VM)	-0.3	40	V
電源電圧ランプ (VM)		4	V/µs
グランド ピン (GND_BK、DGND、PGND、AGND) 間の電圧差	-0.3	0.3	V
チャージ ポンプ電圧 (CPH、CP)	-0.3	V_{VM} + 6	V
チャージ ポンプ負スイッチング ピン電圧 (CPL)	-0.3	V_{VM} + 0.3	V
スイッチング レギュレータ ピン電圧 (FB_BK)	-0.3	6	V
スイッチング ノード ピン電圧 (SW_BK)	-0.3	V_{VM} + 0.3	V
アナログ レギュレータ ピン電圧 (AVDD)	-0.3	4	V
デジタル レギュレータ ピン電圧 (DVDD)	-0.3	1.7	V
ロジック ピン入力電圧 (BRAKE、DRVOFF、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SCL、SDA、SPEED)	-0.3	6	V
オープン ドレイン出力電圧 (nFAULT、FG)	-0.3	6	V
出力ピン電圧 (OUTA、OUTB、OUTC)	-1	V_{VM} + 1	V
周囲温度、T_A	-40	125	℃
接合部温度、T_J	-40	150	℃
保管温度、T_{stg}	-65	150	℃

(1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用した場合、本デバイスは完全に機能するとは限らず、このことが本デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、本デバイスの寿命を縮める可能性があります。

6.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠[(1)]	±2000	V
		荷電デバイス モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JS-002 準拠[(2)]	±750	

(1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。
(2) JEDEC ドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

6.3 推奨動作条件

動作時周辺温度範囲内 (特に記述のない限り)

			最小値	公称値	最大値	単位
V_{VM}	電源電圧	V_{VM}	4.5	24	35	V
I_{OUT} [(1)]	ピーク出力巻線電流	OUTA、OUTB、OUTC			8	A
V_{IN_LOGIC}	ロジック入力電圧	BRAKE、DRVOFF、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SPEED、SDA、SCL	-0.1		5.5	V
V_{OD}	オープン ドレイン プルアップ電圧	nFAULT、FG	-0.1		5.5	V
I_{OD}	オープン ドレイン出力電流能力	nFAULT、FG			5	mA
T_A	動作時の周囲温度		-40		125	℃
T_J	動作時接合部温度		-40		150	℃

(1) 消費電力および温度の制限に従う必要があります。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準[1]		MCF8316D RGF (VQFN) 40 ピン	単位
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	25.7	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	15.2	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	7.3	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	0.2	°C/W
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	7.2	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	2.0	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション レポートを参照してください。

6.5 電気的特性

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電源						
I_{VMQ}	VM スリープ モード電流	V_{VM} > 6V、V_{SPEED} = 0、T_A = 25℃		3	5	µA
		V_{SPEED} = 0、T_A = 125℃		3.5	7	µA
I_{VMS}	VM スタンバイ モード電流	V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EN_SB}、DRVOFF = High、T_A = 25℃、L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF		8	15	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EN_SB}、DRVOFF = High、R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF		25	28	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EN_SB}、DRVOFF = High、L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF		8	15	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EN_SB}、DRVOFF = High、R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF		25	28	mA
I_{VM}	VM 動作モード電流	V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EX_SL}、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、T_J = 25℃、L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF、モーター接続なし		11	18	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EX_SL}、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、T_J = 25℃、R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF、モーター接続なし		27	32	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EX_SL}、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF、モーター接続なし		11	17	mA
		V_{VM} > 6V、V_{SPEED} > V_{EX_SL}、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF、モーター接続なし		28	33	mA
V_{AVDD}	アナログ レギュレータの電圧	0mA ≦ I_{AVDD} ≦ 20mA	3.125	3.3	3.465	V
I_{AVDD}	外部アナログ レギュレータの負荷				20	mA
V_{DVDD}	デジタル レギュレータ電圧		1.4	1.55	1.65	V
V_{VCP}	チャージポンプ レギュレータ電圧	VM を基準とした VCP	4.0	4.7	5.5	V

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
降圧レギュレータ						
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 (L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF)	V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA、BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA、BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA、BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		V_{VM} > 6.7V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA、BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		V_{VM} < 6.0V (BUCK_SEL = 00b、01b、10b、11b)、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA		V_{VM} - I_{BK}*(R_{LBK} + 2) [1]		V
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 (L_{BK} = 22µH、C_{BK} = 22µF)	V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA、BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA、BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA、BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		V_{VM} > 6.7V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA、BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		V_{VM} < 6.0V (BUCK_SEL = 00b、01b、10b、11b)、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA		V_{VM} - I_{BK}*(R_{LBK} + 2)[1]		V
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 (R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF)	V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA、BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA、BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA、BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		V_{VM} > 6.7V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA、BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		V_{VM} < 6.0V (BUCK_SEL = 00b、01b、10b、11b)、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA		V_{VM} - I_{BK}*(R_{LBK} + 2) [(1)]		V
V_{BK_RIP}	降圧レギュレータのリップル電圧	V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 170mA、インダクタ付き降圧レギュレータ、L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF	-100		100	mV
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 20mA、インダクタ付き降圧レギュレータ、L_{BK} = 22µH、C_{BK} = 22µF	-100		100	mV
		V_{VM} > 6V、0mA ≦ I_{BK} ≦ 10mA、抵抗付き降圧レギュレータ、R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF	-100		100	mV

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{BK}	外部降圧レギュレータの負荷	L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 1b			170	mA
		L_{BK} = 47µH、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 0b			170 - I_{AVDD}	mA
		L_{BK} = 22µH、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 1b			20	mA
		L_{BK} = 22µH、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 0b			20 - I_{AVDD}	mA
		R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 1b			10	mA
		R_{BK} = 22Ω、C_{BK} = 22µF、BUCK_PS_DIS = 0b			10 - I_{AVDD}	mA
f_{SW_BK}	降圧レギュレータのスイッチング周波数	レギュレーション モード	20		535	kHz
		リニア モード	20		535	kHz
V_{BK_UV}	降圧レギュレータ低電圧誤動作防止	V_{BK} 立ち上がり、BUCK_SEL = 00b	2.7	2.8	2.95	V
		V_{BK} 立ち下がり、BUCK_SEL = 00b	2.5	2.6	2.7	V
		V_{BK} 立ち上がり、BUCK_SEL = 01b	4.3	4.4	4.55	V
		V_{BK} 立ち下がり、BUCK_SEL = 01b	4.1	4.2	4.38	V
		V_{BK} 立ち上がり、BUCK_SEL = 10b	2.7	2.8	2.95	V
		V_{BK} 立ち下がり、BUCK_SEL = 10b	2.5	2.6	2.7	V
		V_{BK} 立ち上がり、BUCK_SEL = 11b	4.3	4.4	4.55	V
		V_{BK} 立ち下がり、BUCK_SEL = 11b	4.1	4.2	4.38	V
$V_{BK_UV_HYS}$	降圧レギュレータ低電圧誤動作防止のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、BUCK_SEL = 00b	90	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、BUCK_SEL = 01b	90	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、BUCK_SEL = 10b	90	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、BUCK_SEL = 11b	90	200	400	mV
I_{BK_CL}	降圧レギュレータ電流制限スレッショルド	BUCK_CL = 0b	360	600	910	mA
		BUCK_CL = 1b	80	150	260	mA
I_{BK_OCP}	降圧レギュレータ過電流保護トリップ ポイント		2	3	4	A
t_{BK_RETRY}	過電流保護リトライ時間		0.7	1	1.3	ms
ドライバ出力						
$R_{DS(ON)}$	全 MOSFET オン抵抗 (ハイサイド + ローサイド)	V_{VM} > 6V、I_{OUT} = 1A、T_A = 25℃		95	125	mΩ
		V_{VM} < 6V、I_{OUT} = 1A、T_A = 25℃		105	130	mΩ
		V_{VM} > 6V、I_{OUT} = 1A、T_J = 150℃		140	185	mΩ
		V_{VM} < 6V、I_{OUT} = 1A、T_J = 150℃		145	190	mΩ
SR	Low から High へのスイッチング (20% から 80% への立ち上がり) 時の位相ピンのスルーレート	V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 10b	80	125	185	V/µs
		V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 11b	130	200	280	V/µs
SR	High から Low へのスイッチング (80% から 20% への立ち下がり) 時の位相ピンのスルーレート	V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 10b	80	125	185	V/µs
		V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 11b	110	200	280	V/µs

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
t_{DEAD}	出力デッドタイム (High から Low / Low から High)	V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 10b		650	1000	ns
		V_{VM} = 24V、SLEW_RATE = 11b		500	750	ns

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
SPEED 入力 - PWM モード						
f_{PWM}	PWM 入力周波数		0.01		100	kHz
Res_{PWM}	PWM 入力分解能	0.01kHz ≦ f_{PWM} < 0.35kHz	11	12	13	ビット
		0.35kHz ≦ f_{PWM} < 2kHz	12	13	14	ビット
		2kHz ≦ f_{PWM} < 3.5kHz	11	11.5	12	ビット
		3.5kHz ≦ f_{PWM} < 7kHz	13	13.5	14	ビット
		7kHz ≦ f_{PWM} < 14kHz	12	12.5	13	ビット
		14kHz ≦ f_{PWM} < 29.3kHz	11	11.5	12	ビット
		29.3kHz ≦ f_{PWM} < 60kHz	10	10.5	11	ビット
		60kHz ≦ f_{PWM} ≦ 100kHz	8	9	10	ビット
SPEED 入力 - アナログ モード						
V_{ANA_FS}	アナログ フルスピード電圧		2.95	3	3.05	V
V_{ANA_RES}	アナログ電圧分解能			732		µV
SPEED 入力 - 周波数モード						
f_{PWM_FREQ}	PWM 入力周波数範囲	デューティ サイクル = 50%	3		32767	Hz
スリープ モード						
V_{EN_SL}	スリープ状態に移行するためのアナログ電圧	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)			40	mV
V_{EX_SL}	スリープ状態を終了するためのアナログ電圧	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)	2.2			V
t_{DET_ANA}	SPEED ピンでウェークアップ信号を検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} > V_{EX_SL}	0.5	1	1.5	µs
t_{WAKE}	スリープ状態からのウェークアップ時間	V_{SPEED} > V_{EX_SL} から DVDD 電圧利用可能まで、SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)		3	5	ms
$t_{EX_SL_DR_ANA}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間 (MCF8316D)	SPEED_MODE = 00b (アナログモード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が使用可能、ISD 検出はディスエーブル			30	ms
$t_{EX_SL_DR_ANA}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間 (MCF8316DUL)	SPEED_MODE = 00b (アナログモード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が使用可能、ISD 検出はディスエーブル			180	ms
t_{DET_PWM}	SPEED ピンでウェークアップ信号を検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} > V_{IH}	0.5	1	1.5	µs
t_{WAKE_PWM}	スリープ状態からのウェークアップ時間	V_{SPEED} > V_{IH} から DVDD 電圧利用可能まで、SPEED_MODE = 01b (PWM モード)		3	5	ms
$t_{EX_SL_DR_PWM}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間 (MCF8316D)	SPEED_MODE = 01b (PWM モード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が使用可能、ISD 検出はディスエーブル			30	ms
$t_{EX_SL_DR_PWM}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間 (MCF8316DUL)	SPEED_MODE = 01b (PWM モード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が使用可能、ISD 検出はディスエーブル			180	ms

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{DET_SL_ANA}$	スリープ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} < V_{EN_SL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} < V_{EN_SL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} < V_{EN_SL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} < V_{EN_SL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
$t_{DET_SL_PWM}$	スリープ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
t_{EN_SL}	スリープ コマンドの検出後、モーターの駆動を停止するために必要な時間	V_{SPEED} < V_{EN_SL} (アナログ モード) または V_{SPEED} < V_{IL} (PWM モードまたは周波数モード) または V_{SPEED} < V_{IL} および DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b (I^2C モード)		1	2	ms

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
スタンバイ モード						
$t_{EX_SB_DR_ANA}$	スタンバイ状態を終了した後、モーターを駆動するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} > V_{EX_SB}、ISD 検出はディスエーブル			6	ms
$t_{EX_SB_DR_PWM}$	スタンバイ状態を終了した後、モーターを駆動するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} > V_{IH}、ISD 検出は無効化			6	ms
$t_{DET_SB_ANA}$	スタンバイ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) V_{SPEED} < V_{EN_SB}	0.5	1	2	ms
$t_{EN_SB_PWM}$	スタンバイ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) V_{SPEED} < V_{IL}、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
$t_{EN_SB_DIG}$	スタンバイ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 10b (I^2C モード)、DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b		1	2	ms
$t_{EN_SB_FREQ}$	スタンバイ コマンドを検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 11b (周波数モード)、V_{SPEED} < V_{IL}		4000		ms
t_{EN_SB}	スタンバイ コマンドの検出後、モーターの駆動を停止するために必要な時間	V_{SPEED} < V_{EN_SL} (アナログ モード) または V_{SPEED} < V_{IL} (PWM または周波数モード) または DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b (I^2C モード)		1	2	ms
ロジック レベル入力 (BRAKE、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SCL、SDA、SPEED)						
V_{IL}	入力ロジック Low 電圧	AVDD = 3～3.6V			0.25*AVDD	V
V_{IH}	入力ロジック High 電圧	AVDD = 3～3.6V	0.65*AVDD			V
V_{HYS}	入力ヒステリシス		50	500	800	mV
I_{IL}	入力ロジック Low 電流	AVDD = 3～3.6V	-0.15		0.15	µA
I_{IH}	入力ロジック High 電流	AVDD = 3～3.6V	-0.4		0.15	µA
R_{PD_SPEED}	入力プルダウン抵抗	SPEED ピンから GND に対して	0.6	1	1.4	MΩ
オープン ドレイン出力 (nFAULT、FG)						
V_{OL}	出力ロジック Low 電圧	I_{OD} = -5mA			0.4	V
I_{OZ}	出力ロジック High 電流	V_{OD} = 3.3 V	0		0.5	µA
I^2C シリアル インターフェイス						
V_{I2C_L}	Low レベル入力電圧		-0.5		0.3*AVDD	V
V_{I2C_H}	High レベル入力電圧		0.7*AVDD		5.5	V
V_{I2C_HYS}	ヒステリシス		0.05*AVDD			V
V_{I2C_OL}	Low レベル出力電圧	オープン ドレイン (2mA のシンク電流)	0		0.4	V
I_{I2C_OL}	Low レベル出力電流	V_{I2C_OL} = 0.6V			6	mA
I_{I2C_IL}	SDA と SCL の入力電流		-10[2]		10[2]	µA

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
C_i	SDA と SCL の容量				10	pF
t_{of}	出力立ち下がり時間 (V_{I2C_H}(min) から V_{I2C_L}(max) まで)	スタンダード モード			250[3]	ns
		ファースト モード			250[3]	ns
t_{SP}	入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス幅	ファースト モード	0		50[4]	ns
発振器						
f_{OSCREF}	外部クロック基準	EXT_CLK_CONFIG = 000b		8		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 001b		16		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 010b		32		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 011b		64		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 100b		128		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 101b		256		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 110b		512		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 111b		1024		kHz
EEPROM						
EE_{Prog}	プログラミング電圧		1.35	1.5	1.65	V
EE_{RET}	保持	T_A = 25℃		100		年
		T_J = -40～150℃	10			年
EE_{END}	耐久性	T_J = -40～150℃	1000			サイクル
		T_J = -40～85℃	20000			サイクル
保護回路						
V_{UVLO}	電源低電圧誤動作防止 (UVLO)	VM 立ち上がり	4.3	4.4	4.5	V
		VM 立ち下がり	4.1	4.2	4.3	V
V_{UVLO_HYS}	電源低電圧誤動作防止ヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	110	200	350	mV
t_{UVLO}	電源低電圧グリッチ除去時間		3	5	7	µs
V_{OVP}	電源過電圧保護 (OVP)	電源立ち上がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 0	32.5	34	35	V
		電源立ち下がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 0	31.8	33	34.3	V
		電源立ち上がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 1	20	22	23	V
		電源立ち下がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 1	19	21	22	V
V_{OVP_HYS}	電源過電圧保護 (OVP)	立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、OVP_SEL = 1	0.9	1	1.1	V
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、OVP_SEL = 0	0.7	0.8	0.9	V
t_{OVP}	電源過電圧グリッチ除去時間		2.5	5	7	µs
V_{CPUV}	チャージ ポンプ低電圧誤動作防止 (VM より上)	電源立ち上がり	2.25	2.5	2.75	V
		電源立ち下がり	2.2	2.4	2.6	V
V_{CPUV_HYS}	チャージ ポンプ UVLO のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	65	100	150	mV
V_{AVDD_UV}	アナログ レギュレータ低電圧誤動作防止	電源立ち上がり	2.7	2.85	3	V
		電源立ち下がり	2.5	2.65	2.8	V
$V_{AVDD_UV_HYS}$	アナログ レギュレータ低電圧誤動作防止のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	180	200	240	mV

T_J = -40℃～+150℃、V_{VM} = 4.5～35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25℃、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{OCP}	過電流保護トリップ ポイント	OCP_LVL = 0b	9.5	16	22	A
		OCP_LVL = 1b	15	24	28	A
t_{OCP}	過電流保護グリッチ除去時間	OCP_DEG = 00b	0.02	0.2	0.4	µs
		OCP_DEG = 01b	0.2	0.6	1.2	µs
		OCP_DEG = 10b	0.5	1.2	1.8	µs
		OCP_DEG = 11b	0.9	1.6	2.5	µs
t_{RETRY}	過電流保護リトライ時間		425	500	575	ms
T_{OTW}	過熱警告温度	ダイ温度 (T_J)	135	145	155	℃
T_{OTW_HYS}	過熱警告ヒステリシス	ダイ温度 (T_J)	15	20	25	℃
T_{TSD_BUCK}	サーマル シャットダウン温度 (降圧)	ダイ温度 (T_J)	170	180	190	℃
$T_{TSD_BUCK_HYS}$	サーマル シャットダウンのヒステリシス (降圧)	ダイ温度 (T_J)	15	20	25	℃
T_{TSD_FET}	サーマル シャットダウン温度 (FET)	ダイ温度 (T_J)	165	175	185	℃
$T_{TSD_FET_HYS}$	サーマル シャットダウンのヒステリシス (FET)	ダイ温度 (T_J)	20	25	30	℃

(1) R_{LBK} はインダクタ L_{BK} の抵抗です。
(2) AVDD がオフの場合、I/O ピンが SDA および SCL ラインを妨げないようにする必要があります。
(3) SDA および SCL バス ラインの tf の最大値 (300ns) は、出力段の tof の最大値の規定値 (250ns) より大きいです。そのため、SDA/SCL ピンと SDA/SCL バス ラインに直列保護抵抗 (Rs) を接続しても、tf の最大値の規定値を超えません。
(4) SDA および SCL 入力の入力フィルタは 50ns 未満のノイズ スパイクを抑制します。

6.6 標準モードとファースト モードの SDA および SCL バスの特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
スタンダード モード						
f_{SCL}	SCL クロック周波数		0		100	kHz
t_{HD_STA}	(繰り返し) START 条件のホールド時間	この時間が経過すると、最初のクロック パルスが生成されます	4			µs
t_{LOW}	SCL クロック Low 期間		4.7			µs
t_{HIGH}	SCL クロックの High の時間		4			µs
t_{SU_STA}	繰り返し START 条件のセットアップ時間		4.7			µs
t_{HD_DAT}	データ ホールド時間 (2)	I2C バス デバイス	0 (3)		(4)	µs
t_{SU_DAT}	データ セットアップ時間		250			ns
t_r	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち上がり時間				1000	ns
t_f	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち下がり時間 (3) (6) (7) (8)				300	ns
t_{SU_STO}	STOP 条件のセットアップ時間		4			µs
t_{BUF}	STOP 条件と START 条件の間のバス解放時間		4.7			µs
C_b	各バス ラインの容量性負荷 (9)				400	pF
t_{VD_DAT}	データ有効時間 (10)				3.45 (4)	µs
t_{VD_ACK}	データ有効アクノリッジ時間 (11)				3.45 (4)	µs
V_{nL}	Low レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.1*AVDD			V

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
V_{nh}	High レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.2*AVDD			V
ファースト モード						
f_{SCL}	SCL クロック周波数		0		400	KHz
t_{HD_STA}	(繰り返し) START 条件のホールド時間	この時間が経過すると、最初のクロック パルスが生成されます	0.6			µs
t_{LOW}	SCL クロック Low 期間		1.3			µs
t_{HIGH}	SCL クロックの High の時間		0.6			µs
t_{SU_STA}	繰り返し START 条件のセットアップ時間		0.6			µs
t_{HD_DAT}	データ ホールド時間 (2)		0 (3)		(4)	µs
t_{SU_DAT}	データ セットアップ時間		100 (5)			ns
t_r	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち上がり時間		20		300	ns
t_f	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち下がり時間 (3) (6) (7) (8)		20 x (AVDD / 5.5V)		300	ns
t_{SU_STO}	STOP 条件のセットアップ時間		0.6			µs
t_{BUF}	STOP 条件と START 条件の間のバス解放時間		1.3			µs
C_b	各バス ラインの容量性負荷 (9)				400	pF
t_{VD_DAT}	データ有効時間 (10)				0.9 (4)	µs
t_{VD_ACK}	データ有効アクノリッジ時間 (11)				0.9 (4)	µs
V_{nL}	Low レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.1*AVDD			V
V_{nh}	HIGH レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.2*AVDD			V

(1) すべての値は $V_{IH(min)}$ および $V_{IL(max)}$ レベルを基準としています。
(2) t_{HD_DAT} は、SCL の立ち下がりエッジから測定されたデータ ホールド時間であり、送信中のデータとアクノリッジに適用されます。
(3) SCL 信号の立ち下がりエッジの未定義領域をブリッジするため、デバイスは SDA 信号のために (SCL 信号の $V_{IH(min)}$ を基準として) 300ns 以上のホールド時間を内部的に確保する必要があります。
(4) t_{HD_DAT} の最大値は、スタンダード モードで 3.45µs、ファースト モードで 0.9µs ですが、t_{VD_DAT} と t_{VD_ACK} の大きい方より遷移時間の分だけ小さくする必要があります。この最大値を満たす必要があるのは、SCL 信号の Low 期間 (t_{LOW}) を本デバイスがストレッチ (延長) しない場合に限られます。クロックが SCL をストレッチした場合、クロックが解放されるときからセットアップ時間の分だけ前に、データが有効になっている必要があります。
(5) ファースト モード I^2C バス デバイスは、スタンダード モード I^2C バス システムでも使えますが、その場合、250ns 以上の t_{SU_DAT} を確保する必要があります。本デバイスが SCL 信号の LOW 期間をストレッチしない場合、これは自動的に当てはまります。そのようなデバイスが SCL 信号の Low 期間を延長する場合、デバイスは、SCL ラインが解放されるときより 1250ns ($t_{r(max)}$ + t_{SU_DAT} = 1000 + 250) だけ前に、次のデータ ビットを SDA ラインに出力する必要があります (スタンダード モード I^2C バス仕様に従って)。アクノリッジのタイミングもこのセットアップ時間を満たす必要があります。
(6) HS モード デバイスと混在させる場合、より速い立ち下がり時間 (表 10 を参照) が許容されます。
(7) SDA および SCL バス ラインの立ち下がり時間 (t_f) の最大値は 300ns と規定されています。SDA 出力段の立ち下がり時間 (t_f) の最大値は 250ns と規定されています。そのため、SDA/SCL ピンと SDA/SCL バス ラインとの間に直列保護抵抗 (Rs) を接続しても、t_f の最大値の規定値を超えません。
(8) ファースト モード プラスでは、出力段とバス タイミングの立ち下がり時間が同じに規定されています。直列抵抗を使用する場合、バスのタイミングを検討する際に設計者はこのことを見込みます。
(9) 許容される最大バス容量は、そのアプリケーションの実際の動作電圧および周波数に応じて、規定値と異なります。
(10) t_{VD_DAT} = データ信号が必要とする SCL Low から SDA 出力 (High または Low、どちらか長い方) までの時間。
(11) t_{VD_ACK} = アクノリッジ信号が必要とする SCL LOW から SDA 出力 (High または LOW、どちらか長い方) までの時間。

6.7 代表的特性

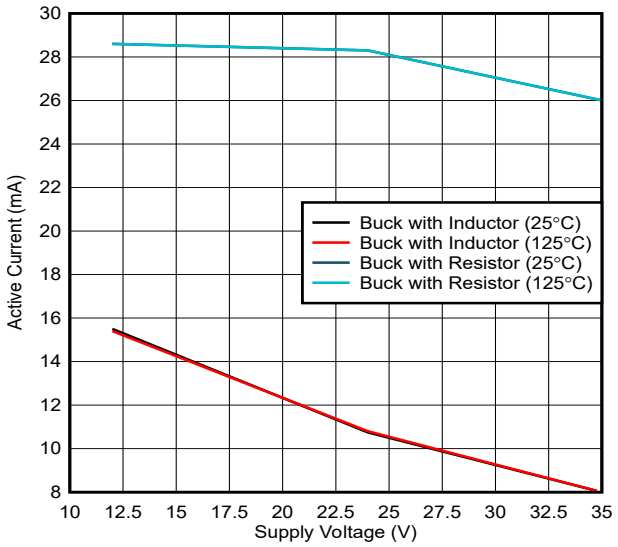


図 6-1. 電源電圧に対する電源電流

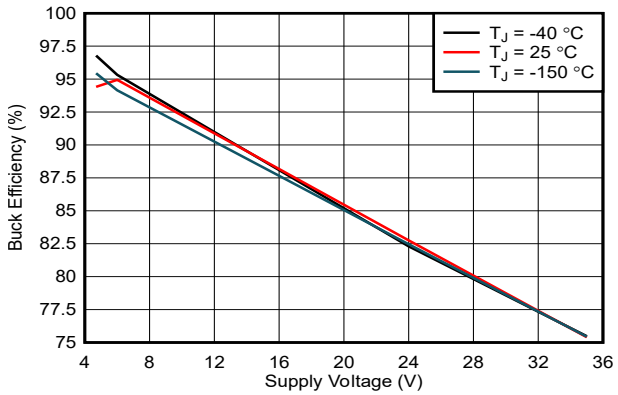


図 6-2. 電源電圧に対する降圧レギュレータの効率

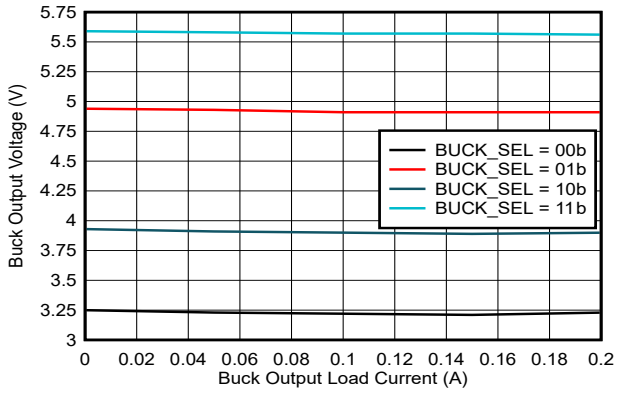


図 6-3. 負荷電流に対する降圧レギュレータの出力電圧

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 詳細説明

7.1 概要

MCF8316D は、最大 8A のピーク位相電流を必要とする速度制御された 12～24V ブラシレス DC モーターを駆動するための、シングルチップでコード フリーのセンサレス FOC ソリューションを提供します。

MCF8316D は、大電力駆動能力を実現するため、40V の絶対最大定格と 95mΩ (ハイサイド + ローサイド) という非常に小さい $R_{DS(ON)}$ を持つ 3 つの ½ ブリッジを内蔵しています。内蔵の電流検出回路を使用して電流を検出するので、外付けの検出抵抗は不要です。調整可能な降圧レギュレータと LDO で構成された電源管理機能が、デバイスに必要な電圧レールを生成します。またこの電源管理機能は、外部回路に電力を供給するためにも使用できます。

MCF8316D はセンサレス FOC を実装しているため、ブラシレス DC モーターを回転させるのに外部マイクロコントローラは不要です。このアルゴリズムは固定機能のステート マシンとして実装されているため、コードを作成する必要はありません。このアルゴリズムは、モーター起動動作から閉ループ動作まで、レジスタ設定によって詳細に設定できます。これらのレジスタ設定は不揮発性 EEPROM に保存されるため、設定後は本デバイスをスタンドアロンで動作させることができます。本デバイスは、PWM 入力、アナログ電圧、周波数入力、I^2C コマンドによって速度コマンドを受信します。

内蔵保護機能には、電源の低電圧誤動作防止 (UVLO)、チャージ ポンプの低電圧誤動作防止 (CPUV)、過電流保護 (OCP)、AVDD 低電圧誤動作防止 (AVDD_UV)、降圧レギュレータ UVLO、モーター ロック検出、過熱警告とシャットダウン (OTW と TSD) などが挙げられます。フォルト イベントは nFAULT ピンによって示され、詳細なフォルト情報はレジスタで取得できます。

MCF8316D デバイスは、0.5mm ピン ピッチの VQFN 表面実装パッケージで供給されます。この VQFN パッケージのサイズは 7mm x 5mm、高さは 1mm です。

7.2 機能ブロック図

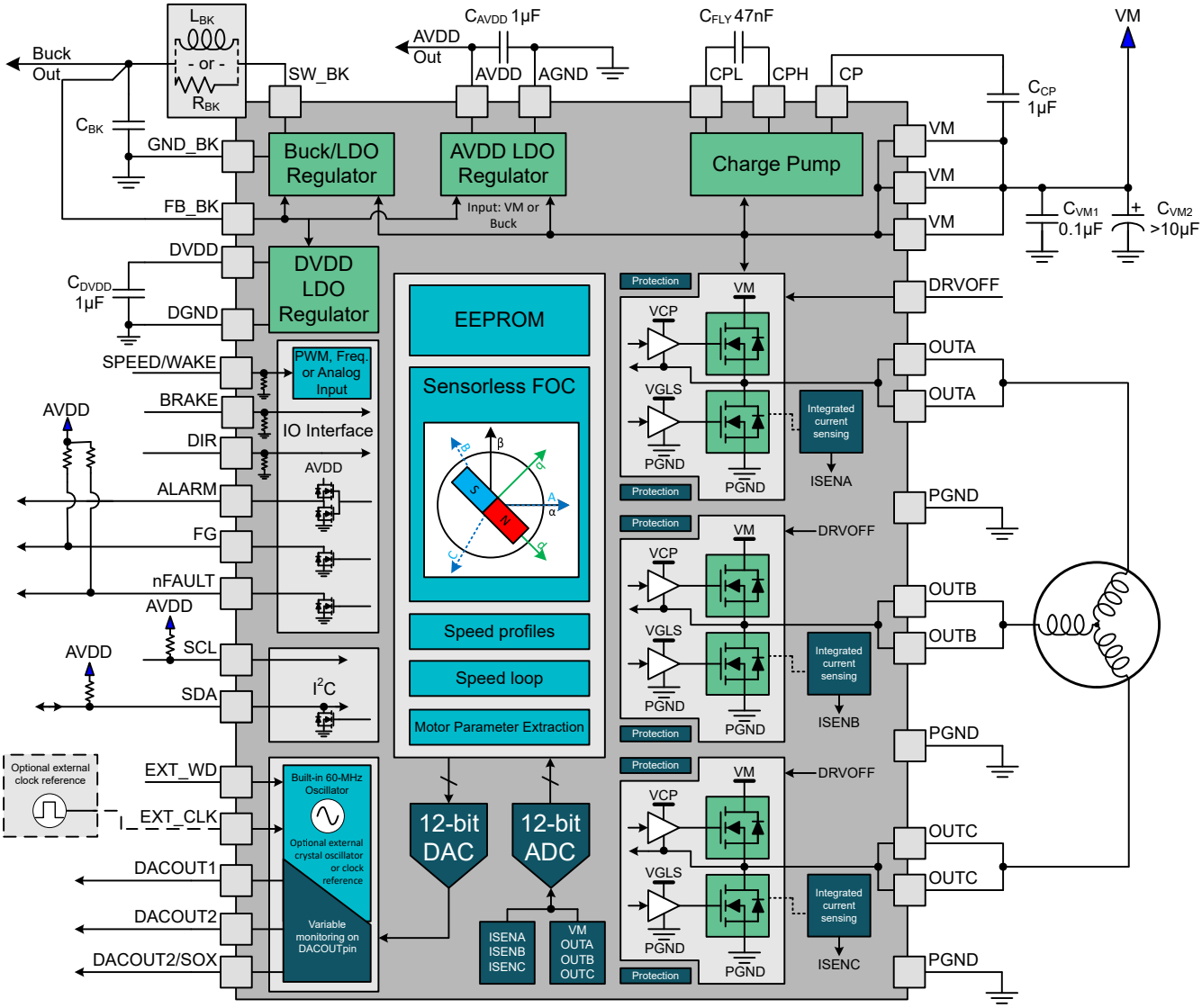


図 7-1. MCF8316D 機能ブロック図

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3 機能説明

7.3.1 出力段

MCF8316D は、3 相ブリッジ構成で接続された統合型 95mΩ (ハイサイドとローサイドの各 FET のオン抵抗の合計) の NMOS FET で構成されています。ダブラー チャージ ポンプが、100% のデューティ サイクルをサポートしつつ、広い動作電圧範囲にわたって適切なゲート バイアス電圧をハイサイド NMOS FET に供給します。ローサイド MOSFET 用のゲート バイアス電圧は、内部リニア レギュレータが供給します。

7.3.2 デバイス インターフェイス

MCF8316D は、I²C インターフェイスをサポートしており、最終アプリケーションの設計に十分な柔軟性を提供しています。 MCF8316D は、BRAKE、DRVOFF、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SPEED/WAKE ピンによってモーターの動作とシステムを制御できます。また、MCF8316D は、DACOUT1、DACOUT2、FG、nFAULT、SOx ピンによって、システム変数、速度、フォルト、位相電流のフィードバックを監視するためのさまざまな信号も提供します。

7.3.2.1 インターフェイス - 制御と監視

モーター制御信号

- SPEED/WAKE ピンは、モーター速度を制御し、MCF8316D をスリープからウェークアップするために使われます。SPEED ピンは、PWM、周波数、またはアナログ入力信号を入力するように設定できます。また、このピンはスリープおよびスタンバイ モードの開始と終了にも使われます (表 7-8 を参照)。
- BRAKE ピンが High に駆動されると、MCF8316D はブレーキ状態に移行します。ブレーキ状態は、BRAKE_PIN_MODE によって、ローサイド ブレーキ (ローサイド ブレーキ を参照) または アライン ブレーキ (セクション 7.3.22 を参照) のどちらかに設定できます。 MCF8316D は、ブレーキ状態に移行する前に、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を下げます。BRAKE が High に駆動されている間、MCF8316D はブレーキ状態にとどまります。BRAKE ピン入力は、I²C インターフェイスを介して BRAKE_INPUT を設定することで上書きできます。
- DIR ピンはモーターの回転方向を決定します。High に駆動すると、シーケンスは OUT A → OUT B → OUT C となり、Low に駆動すると、シーケンスは OUT A → OUT C → OUT B となります。DIR ピン入力は、I²C インターフェイスを介して DIR_INPUT を設定することで上書きできます。
- DRVOFF ピンを High に駆動すると、MCF8316D は、すべての MOSFET をオフ (ハイ インピーダンス) にすることでモーターの駆動を停止します (コースト状態)。これにより、モーターなしフォルトまたは異常 BEMF フォルトなどが発生する可能性があります。DRVOFF を Low に駆動すると、モーターを再始動させる場合と同様に、MCF8316D は通常の動作状態に戻ります (DRVOFF 機能 を参照)。DRVOFF は、本デバイスがスリープ モードにもスタンバイ モードにも移行する原因にはなりません (デジタル コアはアクティブに維持されます)。スリープまたはスタンバイ状態の開始と終了は SPEED ピンによって制御されます。

外部発振器とウォッチドッグの信号

- EXT_CLK ピンは、外部クロック リファレンスを供給するために使用できます (外部クロック ソース を参照)。
- EXT_WD ピンは、外部ウォッチドッグ信号を供給するために使用できます (外部ウォッチドッグ を参照)。

出力信号

- DACOUT1 は、レジスタ DACOUT1_VAR_ADDR にあるアドレスで定義された内部変数を出力します。DACOUT1 は、100µs ごとにリフレッシュされます (DAC 出力 を参照)。
- DACOUT2 は、レジスタ DACOUT2_VAR_ADDR にあるアドレスで定義された内部変数を出力します。DACOUT2 は、100µs ごとにリフレッシュされます (DAC 出力 を参照)。
- FG ピンは、モーター速度に比例するパルスを出力します (FG の構成 を参照)。
- nFAULT (アクティブ Low) ピンは、デバイスまたはモーター動作のフォルト ステータスを示します。
- ALARM ピンは、ALARM_PIN_EN を使用してイネーブルにすると、デバイスまたはモーター動作のフォルト ステータスをアクティブ High 信号として提示します。ALARM ピンがイネーブルの場合、通知のみのフォルトは ALARM ピンでのみ (ロジック High として) 通知され、nFAULT ピンでは (ロジック Low として) 通知されません。ALARM ピンがイネーブルの場合、動作につながるフォルトは ALARM ピン (ロジック High として) および nFAULT ピン (ロジック Low

として) で通知されます。ALARM ピンがディセーブルの場合、ALARM ピンはハイ インピーダンス状態であり、すべてのフォルト (動作につながるフォルトおよび通知のみのフォルト) は nFAULT でロジック Low として通知されます。未使用またはディセーブルの場合、ALARM ピンはフローティングのままにする必要があります。

- SOX ピンは、電流検出アンプのいずれか 1 つの出力を提供します。

注

1. FG ピンと nFAULT ピンの内部プルアップ抵抗 (対 AVDD) はどちらも、PULLUP_ENABLE を 1b に設定することで有効化できます。このビットに対するすべての変更は、EEPROM に書き込む必要があり、その後、その変更を有効にするため、電源を入れ直す必要があります。PULLUP_ENABLE が 1b に設定されている場合、外部プルアップ抵抗を接続しないでください。
2. DIR ピンと BRAKE ピンは、それぞれ 100kΩ の内部プルダウン抵抗を備えています。これらのピンを使用する場合、ノイズ耐性を高めるために、さらに 10kΩ のプルダウン抵抗を外部に追加できます。
3. SPEED ピンには、1MΩ の内部プルダウン抵抗があります。アナログ速度入力モードでは、ノイズを低減するため、適切な R-C フィルタを外部に追加できます。PWM 速度入力モードでは、グリッチ除去するため、SPEED_PIN_GLITCH_FILTER を適切に設定できます。

7.3.2.2 I²C インターフェイス

MCF8316D は、それによって外部コントローラがデータを送受信できる I²C シリアル通信インターフェイスをサポートしています。この I²C インターフェイスにより、外部コントローラは EEPROM を設定し、フォルトとモーターの状態の詳しい情報を読み出すことができます。I²C ピンのプルダウン強度は、SLEW_RATE_I2C_PINS によって設定できます。I²C バスは、以下に説明するような、SCL および SDA ピンを使用する 2 線式インターフェイスです。

- SCL ピンはクロック信号入力です。
- SDA ピンはデータ入力および出力です。

7.3.3 降圧混在モード降圧レギュレータ

MCF8316D には、混在モード降圧レギュレータが内蔵されており、外部コントローラやシステムの電圧レールに 3.3V または 5V の安定化された電源を供給します。さらに、降圧出力を 4V または 5.7V に設定することで、3.3V または 5V の電源を生成する外部 LDO のための電圧余裕を確保することもできます。降圧の出力電圧は、BUCK_SEL によって設定されます。

降圧レギュレータは、バッテリ寿命を延ばすために、軽負荷時には静止電流が 1～2mA と低くなっています。本デバイスでは、小さい出力容量で済み、かつ周波数補償設計を簡素化できるパルス周波数電流モード制御方式を実装することで、ラインおよび負荷過渡中の性能を向上させています。

表 7-1. 降圧レギュレータの推奨設定

降圧モード	降圧出力電圧	AVDD 電源シーケンス	AVDD からの最大出力電流 (I_{AVDD_MAX})	降圧からの最大出力電流 (I_{BK_MAX})	降圧電流制限
インダクタ - 47µH	3.3V または 4V	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)	20mA	170mA	600mA (BUCK_CL = 0b)
インダクタ - 47µH	5V または 5.7V	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)	20mA	170mA - I_{AVDD}	600mA (BUCK_CL = 0b)
インダクタ - 22µH	3.3V または 4V	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)	20mA	20mA	150mA (BUCK_CL = 1b)
インダクタ - 22µH	5V または 5.7V	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)	20mA	20mA - I_{AVDD}	150mA (BUCK_CL = 1b)
抵抗 - 22Ω	3.3V または 4V	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)	20mA	10mA	150mA (BUCK_CL = 1b)
抵抗 - 22Ω	5V または 5.7V	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)	20mA	10mA - I_{AVDD}	150mA (BUCK_CL = 1b)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.3.1 インダクタ モードの降圧

MCF8316D の降圧レギュレータは、主に 47μH および 22μH の低インダクタンスに対応するように設計されています。47μH インダクタにより、降圧レギュレータは最大 170mA の負荷電流で動作しますが、最大 20mA の電流で済むアプリケーションでは部品サイズを縮小できる 22μH インダクタを使用できます。

図 7-2 に、インダクタ モードでの降圧レギュレータの接続を示します。

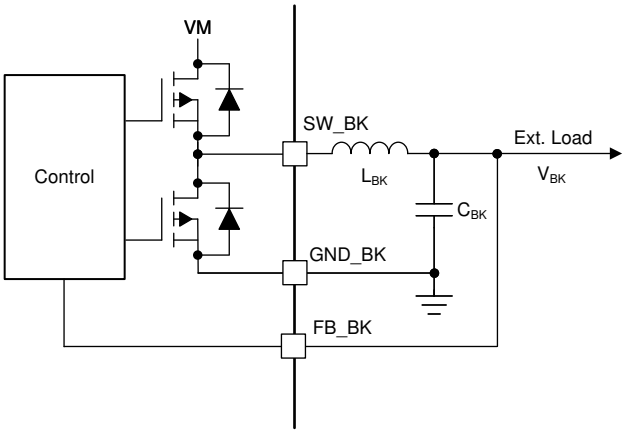


図 7-2. 降圧 (インダクタ モード)

7.3.3.2 抵抗モードの降圧

外部負荷要件が 10mA 未満の場合、インダクタを抵抗に置き換えることができます。抵抗モードでは、外部抵抗で電力が消費されるので、インダクタ モードでの降圧よりも効率が低くなります。

図 7-3 に、抵抗モードでの降圧の接続を示します。

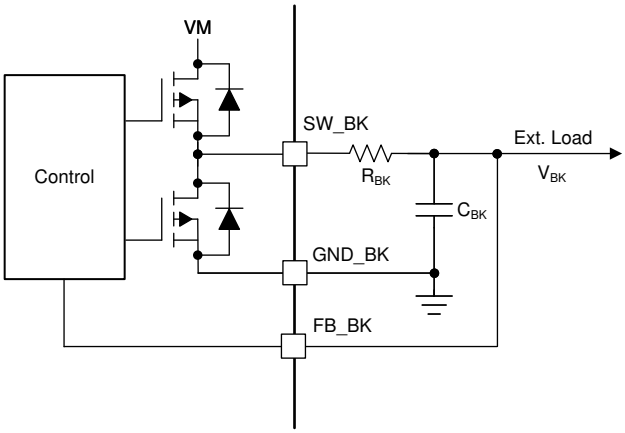


図 7-3. 降圧 (抵抗モード)

7.3.3.3 外部 LDO を使った降圧レギュレータ

この降圧レギュレータは、より高い精度で標準の 3.3V または 5V 出力レールを生成するために、外部 LDO に供給する電圧要件にも対応しています。降圧出力電圧は、3.3V または 5V レールを生成する外部 LDO をサポートするための余裕を持たせるために、4V または 5.7V に設定されます (図 7-4 を参照)。これにより、低電圧の LDO 設計が可能になり、コスト削減と、低ドロップアウト電圧による熱管理の向上を実現できます。

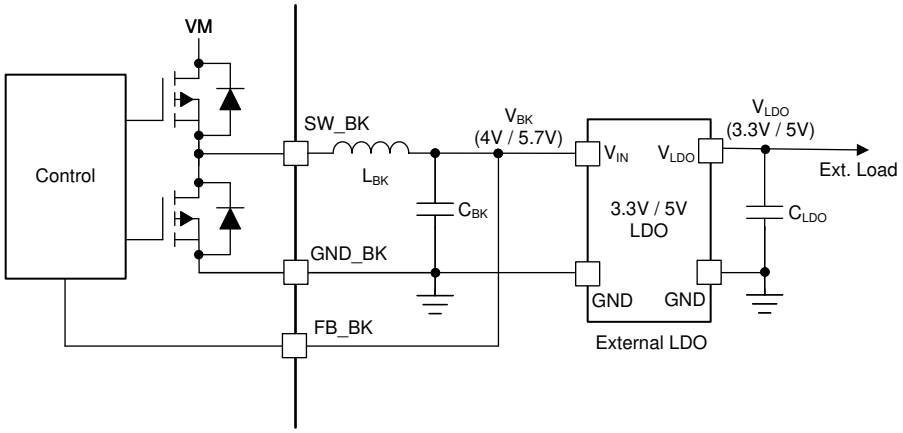


図 7-4. 外部 LDO を使った降圧レギュレータ

7.3.3.4 降圧レギュレータからの AVDD 電源シーケンス

AVDD LDO には、混在モードの降圧レギュレータからの電源を使用して、デバイスの消費電力を低減するオプションがあります。電源シーケンス モードを使用すると、図 7-5 に示すように、AVDD LDO 入力を DC 電源 (VM) から降圧出力 (V_{BK}) にオンザフライで切り替えることができます。このシーケンスは、BUCK_PS_DIS ビットにより構成できます。電源シーケンスは、降圧出力電圧が 5V または 5.7V に設定されているときのみサポートされます。

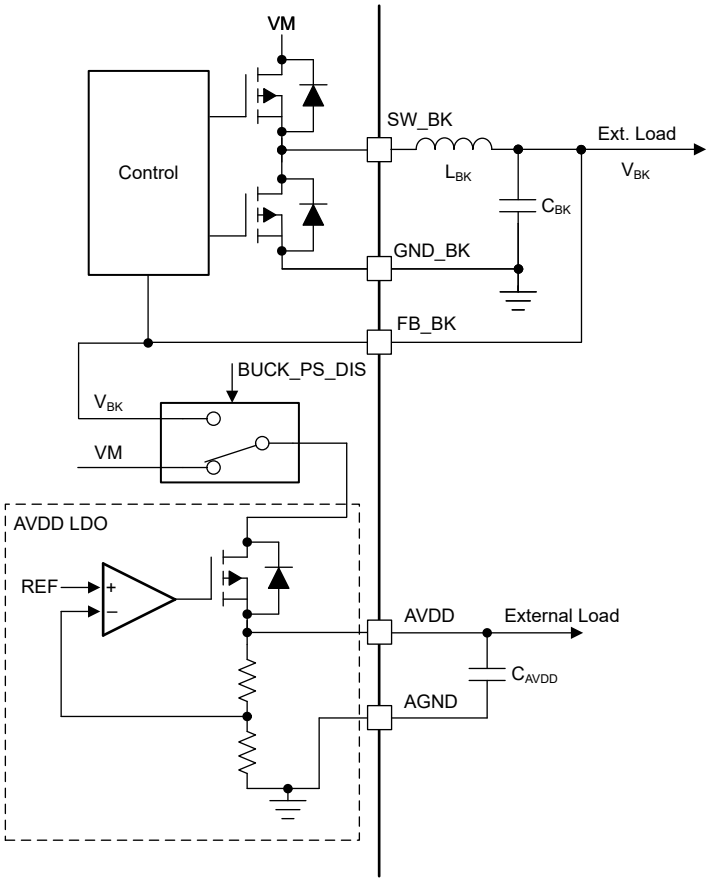


図 7-5. 混在モードの降圧レギュレータからの AVDD 電源シーケンス

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.3.5 混在モードでの降圧動作と制御

降圧レギュレータは、ピーク電流モード制御によるパルス周波数変調 (PFM) アーキテクチャを実装しています。降圧レギュレータの出力電圧は、外側の電圧制御ループを構成する降圧出力電圧設定 (BUCK_SEL) に応じて内部で生成される内部リファレンス電圧 (V_{BK_REF}) と比較されます。コンパレータ出力が High (V_{BK} < V_{BK_REF}) または Low (V_{BK} > V_{BK_REF}) になることによって、降圧コンバータのハイサイド パワー FET はそれぞれオンまたはオフになります。独立した電流制御ループは、ハイサイド パワー FET の電流 (I_{BK}) を監視し、電流が降圧電流制限 (BUCK_CL で設定された I_{BK_CL}) を上回るとハイサイド FET をオフにします。これにより、降圧レギュレータの電流制限制御を実行します。図 7-6 に降圧のアーキテクチャと、各種の制御 / 保護ループを示します。

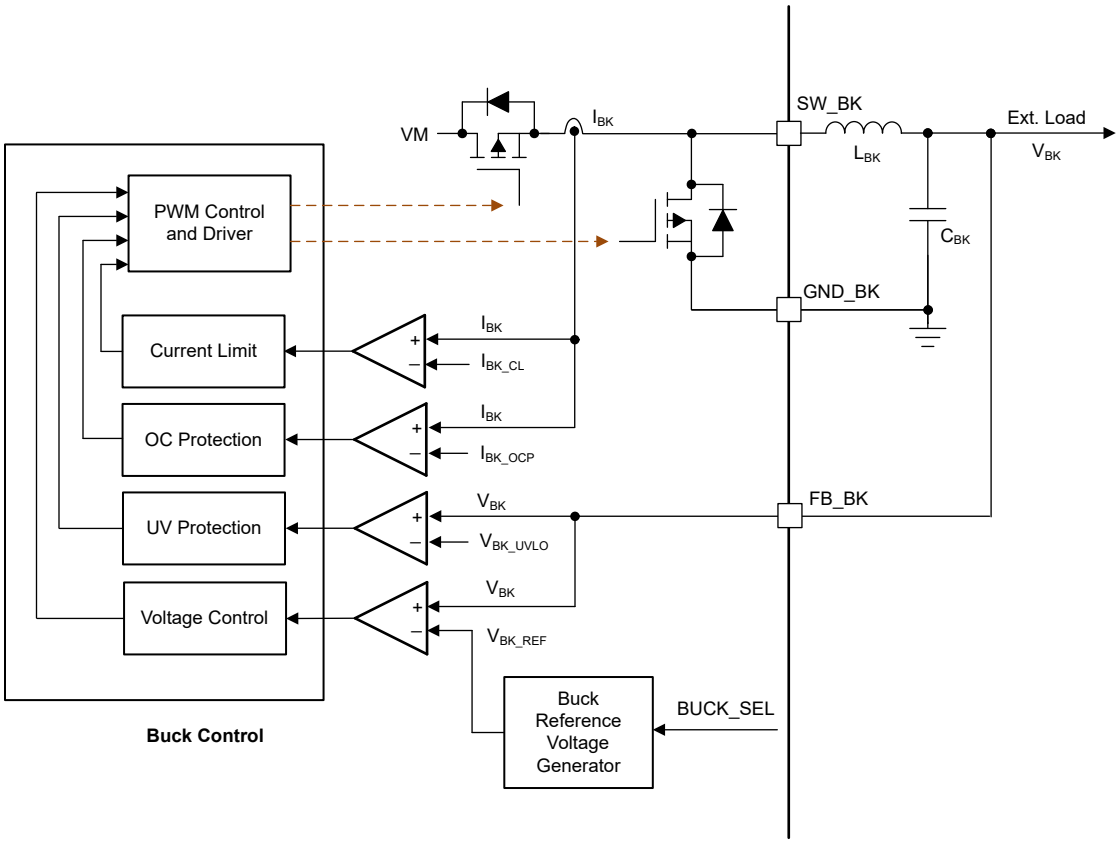


図 7-6. 降圧動作および制御ループ

7.3.4 AVDD リニア電圧レギュレータ

MCF8316D には 3.3V のリニア レギュレータが内蔵されており、外部回路から使用できます。この AVDD LDO レギュレータは、デバイスの内部回路への電源供給に使用されます。また、低消費電力の MCU やその他、最大 20mA をサポートする外部回路にも電源電圧を供給できます。AVDD レギュレータの出力は AVDD ピン付近で X5R または X7R の 1µF、6.3V セラミック コンデンサを使用してバイパスし、隣接する AGND グランド ピンに直接配線します。

AVDD の公称無負荷出力電圧は 3.3V です。

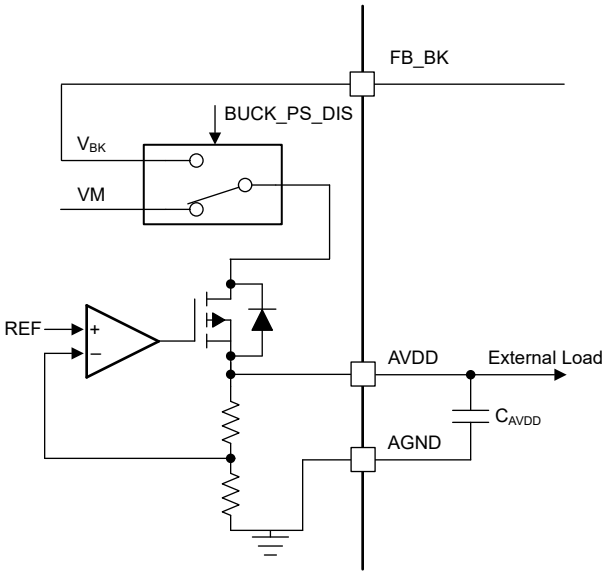


図 7-7. AVDD リニア レギュレータのブロック図

VM を電源とする AVDD リニア レギュレータ (BUCK_PS_DIS = 1b) によってデバイス内で消費される電力を計算するには、式 1 を使用します。

$$P = (V_{VM} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} \tag{1}$$

例えば、V_{VM} = 24V の場合、AVDD から 20mA の電流が流れると、消費電力は 式 2 のようになります。

$$P = (24\ V - 3.3\ V) \times 20\ mA = 414\ mW \tag{2}$$

降圧出力を電源とする AVDD リニア レギュレータ (BUCK_PS_DIS = 0b) によってデバイス内で消費される電力を計算するには、式 3 を使用します。

$$P = (V_{FB_BK} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} \tag{3}$$

7.3.5 チャージ ポンプ

出力段では N チャネル FET を使用しているので、ハイサイド FET をオンにするには、VM 電源よりも高いゲート駆動電圧が必要です。MCF8316D は、この目的のために、VM 電源よりも高い電圧を生成するチャージ ポンプ回路を内蔵しています。

チャージ ポンプを動作させるには、2 つの外付けコンデンサ (C_{CP}、C_{FLY}) が必要です。これらのコンデンサ (値、接続など) の詳細については、図 7-8 および 表 5-1 を参照してください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

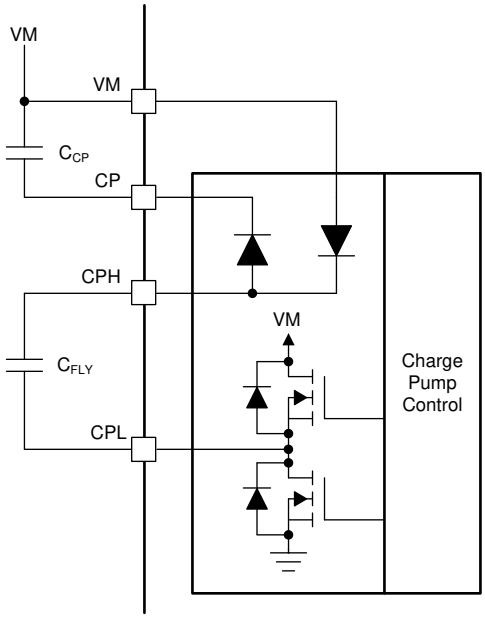


図 7-8. チャージ ポンプ

7.3.6 スルー レート制御

出力段の MOSFET には調整可能なゲート ドライブ電流制御が実装されており、EMI を低減するためにスルーレートを設定できます。MOSFET の VDS スルーレートは、放射および伝導エミッション、総エネルギー、ダイオードの回復スパイク期間、PCB の寄生素子に関連するスイッチング電圧過渡を最適化する上で重要な要素です。このスルーレートは主に、内部 MOSFET ゲート電流の制御によって決定されます (図 7-9 を参照)。

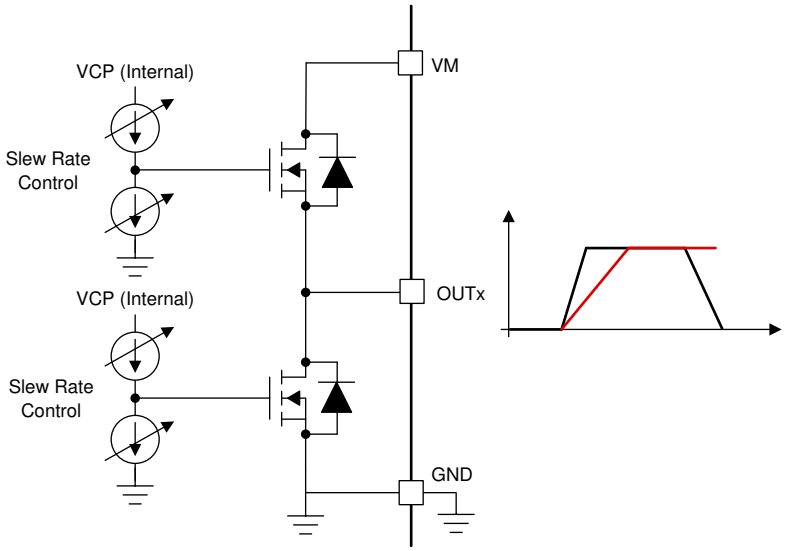


図 7-9. スルーレート回路の実装

各ハーフブリッジのスルーレートは、SLEW_RATE で調整できます。スルーレートは、125V/µs と 200V/µs のどちらかに設定できます。スルーレートは、OUTx ピンの電圧の立ち上がり時間と立ち下がり時間によって計算されます (図 7-10 を参照)。

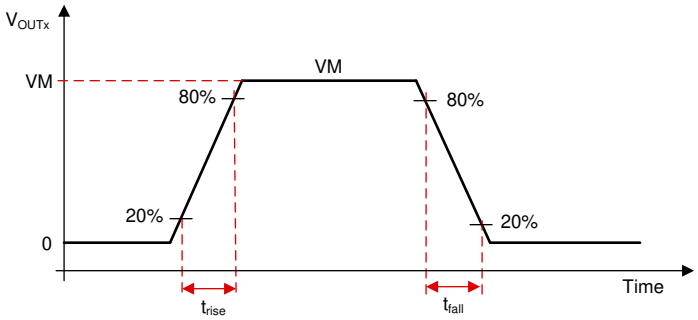


図 7-10. スルーレート タイミング

7.3.7 クロス導通 (デッド タイム)

本デバイスは、MOSFET のあらゆるクロス導通から完全に保護されています。ハイサイド MOSFET とローサイド MOSFET のスイッチング中、MCF8316D はデッドタイム (t_{dead}) を挿入することで貫通電流イベントを防止します。これは、ハイサイドおよびローサイド MOSFET のゲート - ソース電圧 (VGS) を検出することで実行され、同じハーフブリッジのローサイド MOSFET (またはその逆) をオンにする前に、ハイサイド MOSFET の VGS がターンオフ レベルを確実に下回るようにしています (図 7-11 と図 7-12 を参照)。ハイサイドおよびローサイド MOSFET の VGS (VGS_HS と VGS_LS) (図 7-12 を参照) は内部信号です。

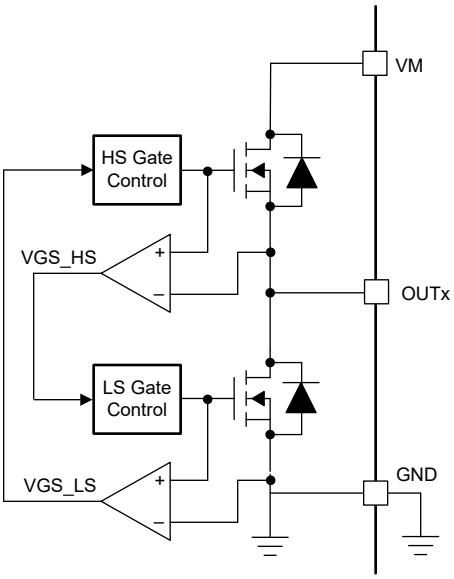


図 7-11. クロス導通保護

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

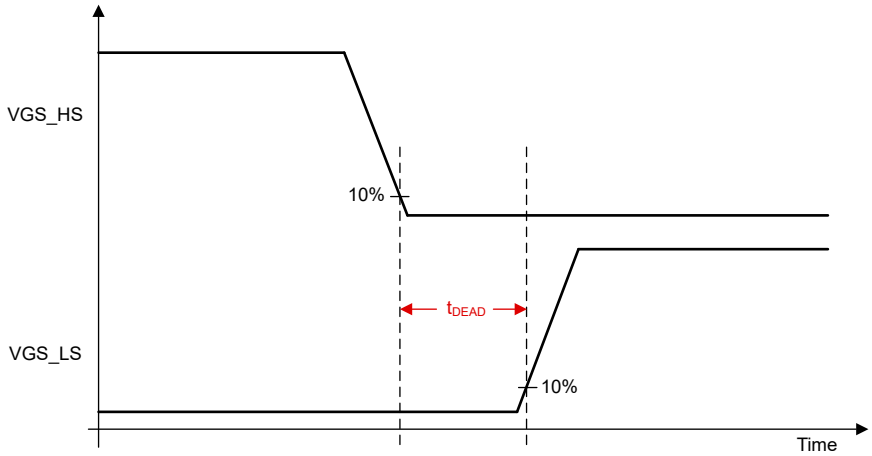


図 7-12. デッド タイム

7.3.8 モーター制御入力源

MCF8316D は 4 つの方法でモーターを制御できます。

1. 速度制御:速度制御モードでは、入力リファレンスに応じた閉ループ PI 制御を使ってモーター速度が制御されます。
2. 電力制御:電力制御モードでは、入力リファレンスに応じた閉ループ PI 制御を使ってインバータ出力段の DC 入力電力が制御されます。
3. 電流制御:電流制御モードでは、入力リファレンスに応じた閉ループ PI 制御を使ってトルク生成電流 (iq) が制御されます。
4. 電圧制御:電圧制御モードでは、入力リファレンスに応じてモーターの印加電圧が制御されます。

MCF8316D は、以下に示すように、4 つのモーター制御用リファレンス入力源に対応できます。リファレンス入力源は SPEED_MODE によって設定されます。

- SPEED/WAKE ピンの PWM 入力信号のデューティ サイクルを変化させることで制御
- SPEED/WAKE ピンの周波数を変化させることで制御
- SPEED/WAKE ピンのアナログ入力信号の振幅を変化させることで制御
- DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタを設定することで、I²C を介して制御

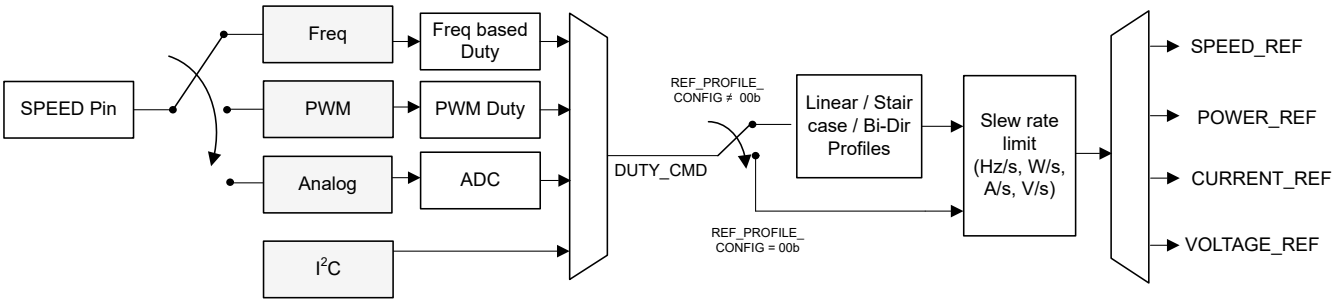


図 7-13. リファレンス入力コマンドの多重化

図 7-13 に、リファレンス (SPEED/WAKE) ピン入力 (または I²C による速度入力) から出力リファレンス (SPEED_REF、POWER_REF、CURRENT_REF、VOLTAGE_REF) までの信号路を示します。

7.3.8.1 アナログ モードのモーター制御

アナログ入力方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 00b に設定することで有効化できます。このモードでは、デューティ コマンド (DUTY_CMD) は SPEED ピンのアナログ電圧入力 (V_{SPEED}) によって変化します。$0 \leqq V_{SPEED} \leqq V_{EN_SB}$ の場合、DUTY_CMD はゼロに設定されます。$V_{EX_SB} \leqq V_{SPEED} \leqq V_{ANA_FS}$ の場合、DUTY_CMD は V_{SPEED} に対して線形的に変化します (図 7-14 を参照)。V_{EX_SB} と V_{EN_SB} はスタンバイ開始および終了スレッショルドです。V_{EX_SB} と V_{EN_SB} の詳細については、セクション 7.4.1.2 を参照してください。$V_{SPEED} > V_{ANA_FS}$ の場合、DUTY_CMD は 100% にクランプされます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

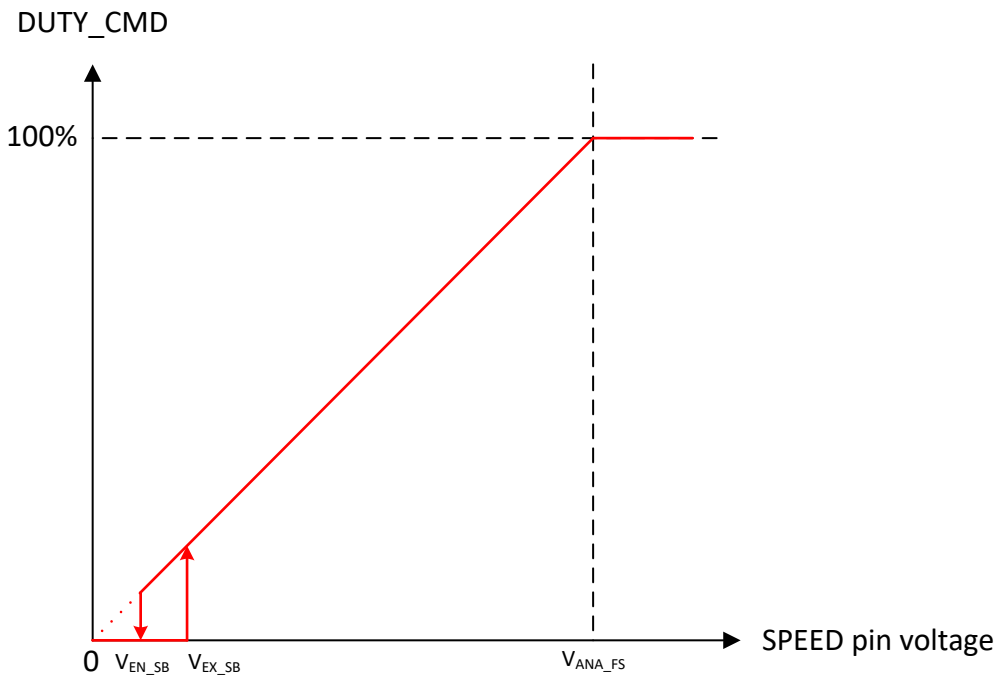


図 7-14. アナログ モードのモーター制御

7.3.8.2 PWM モード モーター制御

PWM 方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 01b に設定することで有効化できます。このモードでは、SPEED ピンに印加される PWM デューティ サイクルを 0 から 100% に変化させると、その印加される PWM デューティ サイクルに応じて、デューティ コマンド (DUTY_CMD) が直線的に変化します。0 ≦ $Duty_{SPEED}$ ≦ $Duty_{EN_SB}$ の場合、DUTY_CMD は 0 に設定されます。$Duty_{EX_SB}$ ≤ $Duty_{SPEED}$ ≤ 100% の場合、DUTY_CMD は $Duty_{SPEED}$ に比例して変化します (図 7-15 を参照)。$Duty_{EX_SB}$ と $Duty_{EN_SB}$ はスタンバイ開始および終了スレッショルドです。$Duty_{EX_SB}$ と $Duty_{EN_SB}$ の詳細については、セクション 7.4.1.2 を参照してください。SPEED ピンに印加される PWM 入力信号の周波数は f_{PWM} として定義され、この周波数の範囲は SPEED_RANGE_SEL によって設定できます。

注

1. f_{PWM} は、モーター速度を制御するために本デバイスが SPEED ピンで受け取ることができる PWM 信号の周波数です。この値は、モーター位相に印加される PWM 出力周波数とは一致しません。PWM 出力周波数は PWM_FREQ_OUT によって設定できます (セクション 7.3.17 を参照)。
2. SLEEP_ENTRY_TIME は、最も小さいデューティ入力において、PWM 信号のオフ時間 (V_{SPEED} < V_{IL}) よりも長い値に設定する必要があります。たとえば、f_{PWM} が 10kHz、デューティ入力の最小値が 2% の場合、意図せずスリープ / スタンバイに入らないように、SLEEP_ENTRY_TIME は 98µs よりも大きい値にする必要があります。

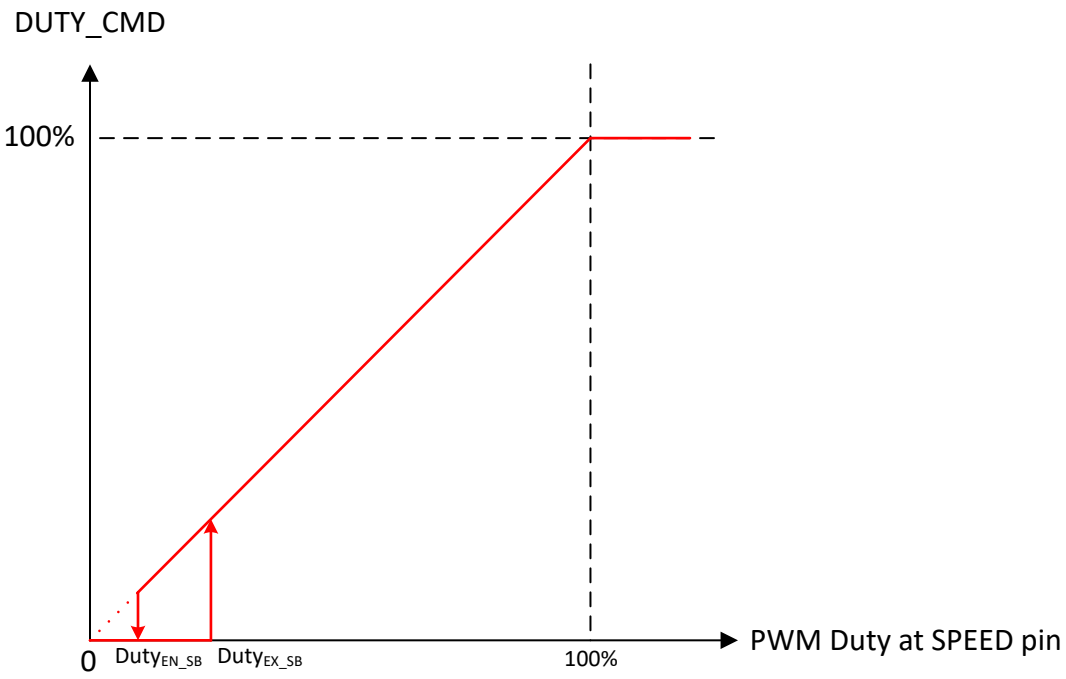


図 7-15. PWM モード モーター制御

7.3.8.3 I²C 方式のモーター制御

SPEED_MODE を 10b に設定することで、I²C 方式のシリアル インターフェイスを使ってモーターを制御できます。このモードでは、制御コマンドを DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタに直接書き込むことができます。SPEED ピンを使用してスリープの開始および終了を制御できます。DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタが SLEEP_ENTRY_TIME より長い時間にわたって 0b に設定された後に、SPEED ピン入力が V_{EN_SL} より小さい値になると、MCF8316D はスリープ状態に移行します。SPEED ピン > V_{EX_SL} の場合、MCF8316D はスリープ状態を終了し、モーターは DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタによって制御されます。0 ≤ DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタ ≤ $DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB}$ および SPEED ピン > V_{EX_SL} の場合、MCF8316D はスタンバイ状態になります。DUTY_CMD と DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタとの関係を 図 7-16 に示します。$DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB\ EX_SB}$ および $DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB\ EN_SB}$ の詳細については、セクション 7.4.1.2 を参照してください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

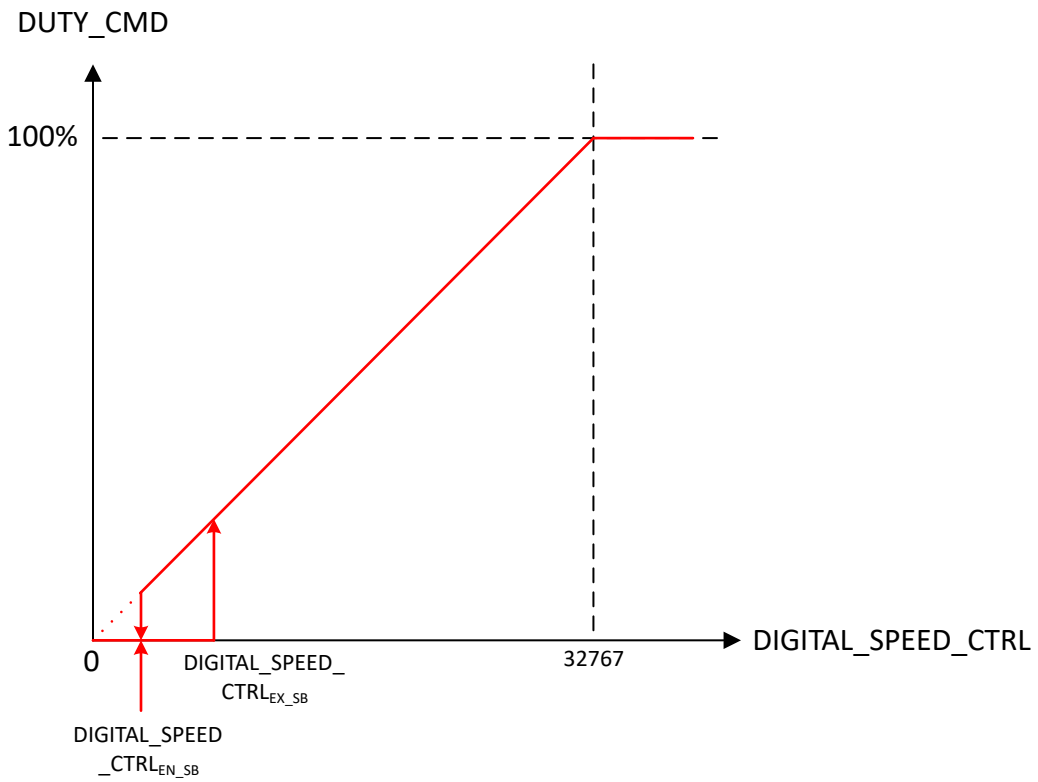


図 7-16. I2C モード速度制御

7.3.8.4 周波数モード モーター制御

周波数方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 11b に設定することで有効化されます。このモードでは、SPEED/WAKE ピンの方形波入力の周波数の関数として、デューティ コマンドは線形的に変化します。0 ≦ $Freq_{SPEED}$ ≦ $Freq_{EN_SB}$ の場合、DUTY_CMD はゼロに設定されます。$Freq_{EX_SB}$ ≤ $Freq_{SPEED}$ ≤ INPUT_MAXIMUM_FREQ の場合、DUTY_CMD は $Freq_{SPEED}$ に対して線形的に変化します (図 7-17 を参照)。$Freq_{EX_SB}$ と $Freq_{EN_SB}$ はスタンバイ開始および終了スレッショルドです。$Freq_{EX_SB}$ と $Freq_{EN_SB}$ の詳細については、セクション 7.4.1.2 を参照してください。入力周波数が INPUT_MAXIMUM_FREQ を上回ると、DUTY_CMD は 100% にクランプされます。

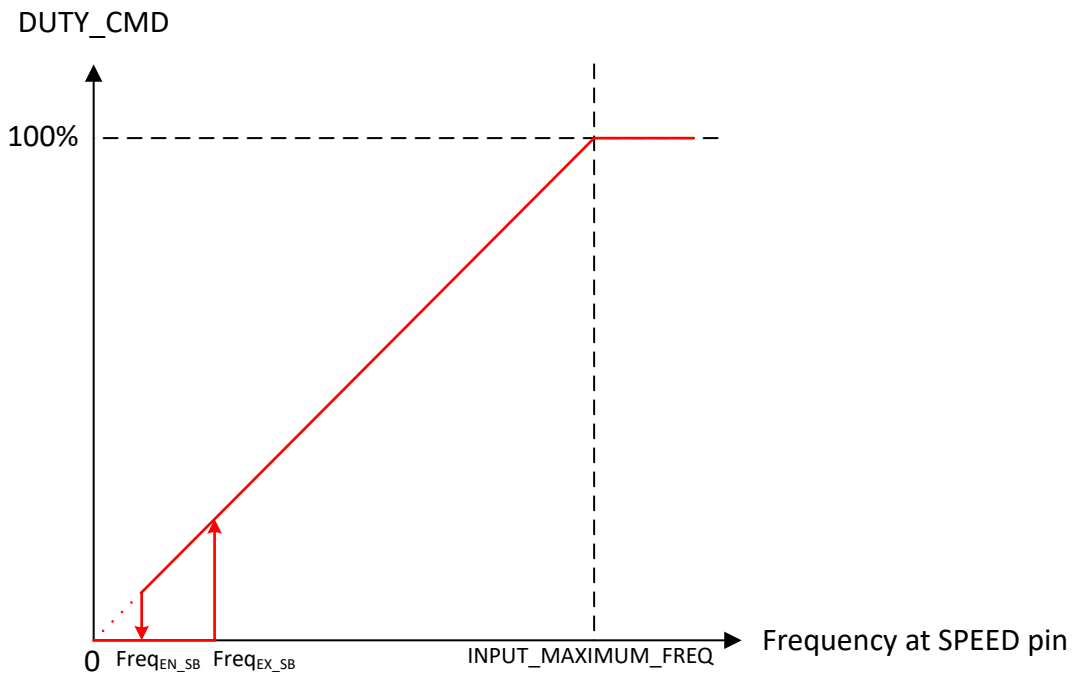


図 7-17. 周波数モード速度制御

7.3.8.5 入力リファレンス プロファイル

MCF8316D は、各種エンドユーザー アプリケーションに対応するため、3 種類のプロファイル (リニア、ステップ、双方向) をサポートしています。各種プロファイルは REF_PROFILE_CONFIG で設定でき、また、入力リファレンスには INPUT_REFERENCE_MODE による設定に従って、速度、電力、電流、または電圧コマンドを使用できます。

速度リファレンス モードでは、プロファイラ出力 REF_X は MAX_SPEED のパーセンテージに相当します (式 4 を参照)。電力リファレンス モードでは、プロファイラ出力 REF_X は MAX_POWER のパーセンテージに相当します (式 5 を参照)。電流リファレンス モードでは、プロファイラ出力 REF_X は ILIMIT のパーセンテージに相当します (式 6 を参照)。電圧リファレンス モードでは、REF_X はモーターに印加される変調指数に相当します。

$$\text{SPEED_REF (Hz)} = (\text{REF_X}/255) \times \text{MAX_SPEED (Hz)} \quad (4)$$

$$\text{POWER_REF (W)} = (\text{REF_X}/255) \times \text{MAX_POWER (W)} \quad (5)$$

$$\text{CURRENT_REF (A)} = (\text{REF_X}/255) \times \text{ILIMIT (A)} \quad (6)$$

REF_PROFILE_CONFIG が 00b に設定されている場合、入力リファレンスは セクション 7.3.8.5.5 に示すようにデューティ コマンド (DUTY_CMD) によって設定されます。

7.3.8.5.1 リニア制御プロファイル

注

3 種類のプロファイル (リニア、階段、双方向) のすべてにおいて、

- MCF8316D がスリープ デバイスとして構成されている場合、ゼロ入力リファレンス (アナログ モードの場合 0V、PWM モードの場合 0% デューティ、I²C モードの場合 DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b、周波数モードの場合 0Hz) により、モーターは停止します。
- MCF8316D がスタンバイ デバイスとして構成されている場合、ゼロ入力コマンドにより、REF_OFF1 で設定されたリファレンス レベル (速度、電力、電流、または電圧) でモーターは動作します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

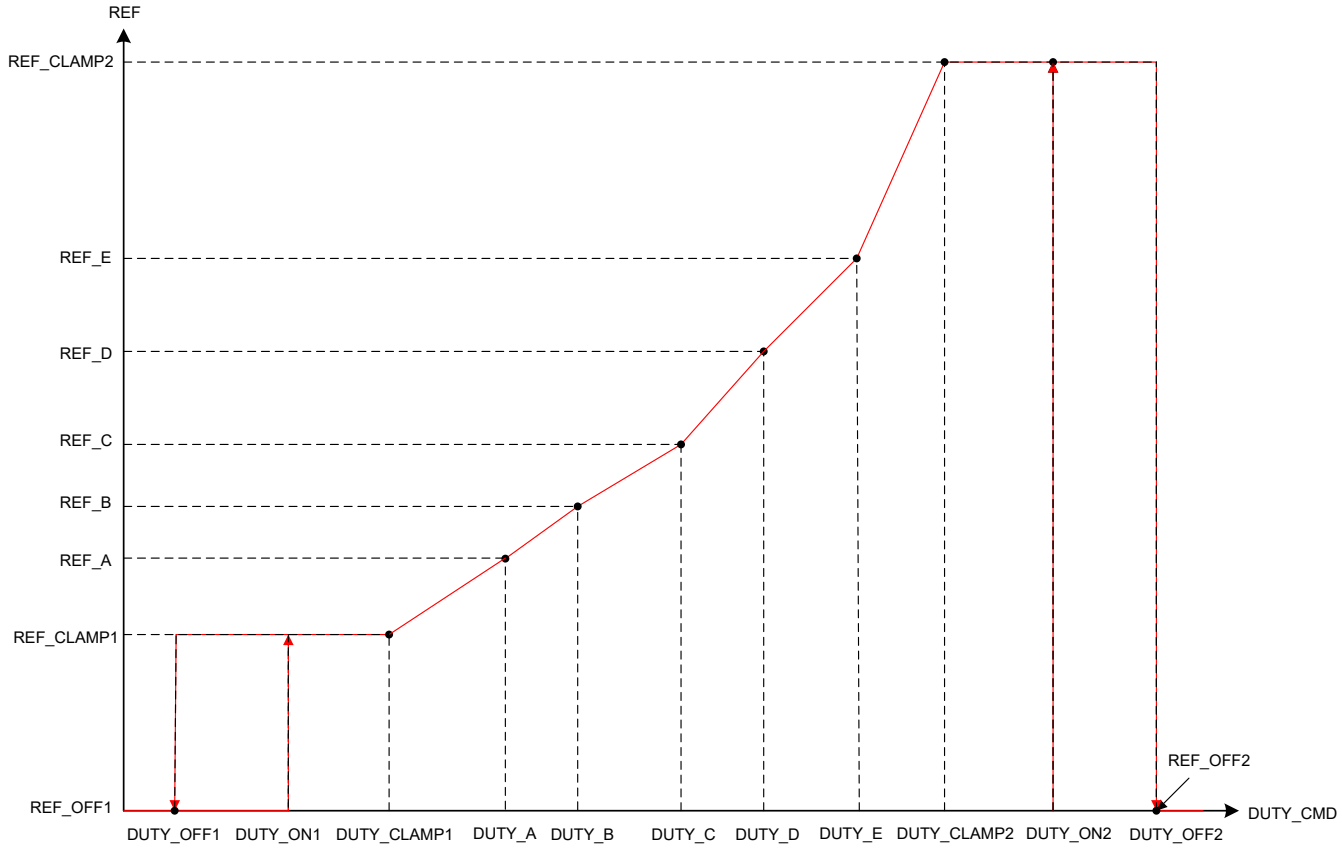


図 7-18. リニア制御プロファイル

リニア制御プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 01b に設定することで有効化できます。リニア プロファイルは、DUTY_x と REF_x の組み合わせによって設定できる各種スロープで REF_CLAMP1 と REF_CLAMP2 の間を直線的に変化する入力制御リファレンスを特長としています。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 と DUTY_ON1 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP1 および REF_OFF1 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-18 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定の値 (REF_CLAMP1) に維持されるデューティ コマンドを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティ コマンドを設定します。DUTY_CLAMP1 と DUTY_A の間で、リファレンスは REF_CLAMP1 から REF_A まで直線的に変化します DUTY_A から DUTY_E は、図 7-18 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、リファレンス REF_B のデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A と DUTY_B の間を直線的に変化します。
- DUTY_C は、リファレンス REF_C のデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_B と DUTY_C の間を直線的に変化します。
- DUTY_D は、リファレンス REF_D のデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_C と DUTY_D の間を直線的に変化します。
- DUTY_E は、リファレンス REF_E のデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_D と DUTY_E の間を直線的に変化します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティ コマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。このリファ

レンスは、DUTY_E と DUTY_CLAMP2 の間を直線的に変化します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_OFF2 の間の任意の位置に配置できます。

- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP2 および REF_OFF2 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-18 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで変化するデューティコマンドを設定します。

7.3.8.5.2 階段制御プロファイル

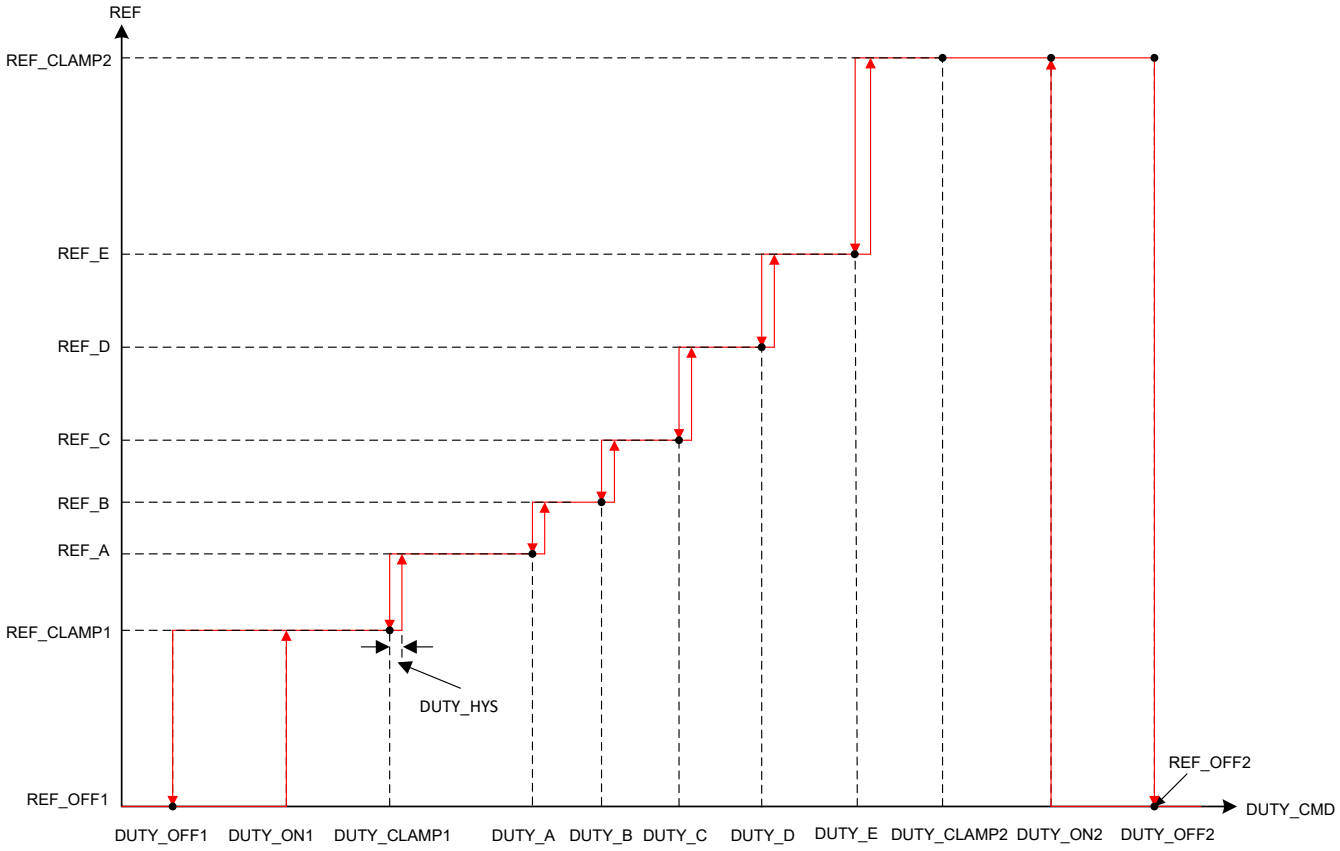


図 7-19. 階段制御プロファイル

階段制御プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 10b に設定することで有効化できます。階段プロファイルは、DUTY_x と REF_x を設定することで、入力制御リファレンスが REF_CLAMP1 と REF_CLAMP2 の間を階段状に変化することを特長としています。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティ・コマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 と DUTY_ON1 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP1 および REF_OFF1 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-19 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定に維持されるデューティ・コマンドを設定します。REF_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_CLAMP1 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティ・コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_CLAMP1 において REF_CLAMP1 から REF_A に階段的に変化します。DUTY_A から DUTY_E は、図 7-19 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、リファレンス REF_B のデューティ・コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A において REF_A から REF_B に階段的に変化します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

- DUTY_C は、リファレンス REF_C のデューティ・コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_B において REF_B から REF_C に階段的に変化します。
- DUTY_D は、リファレンス REF_D のデューティ・コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_C において REF_C から REF_D に階段的に変化します。
- DUTY_E は、リファレンス REF_E のデューティ・コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_D において REF_D から REF_E に階段的に変化します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティ・コマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。このリファレンスは、DUTY_E において REF_E から REF_CLAMP2 に階段的に変化します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_OFF2 の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP2 および REF_OFF2 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-19 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで変化するデューティ・コマンドを設定します。
- DUTY_HYS は、DUTY_CLAMP1、DUTY_A、DUTY_E.での各階段的変化時のヒステリシスを設定します。

7.3.8.5.3 双方向プロファイル

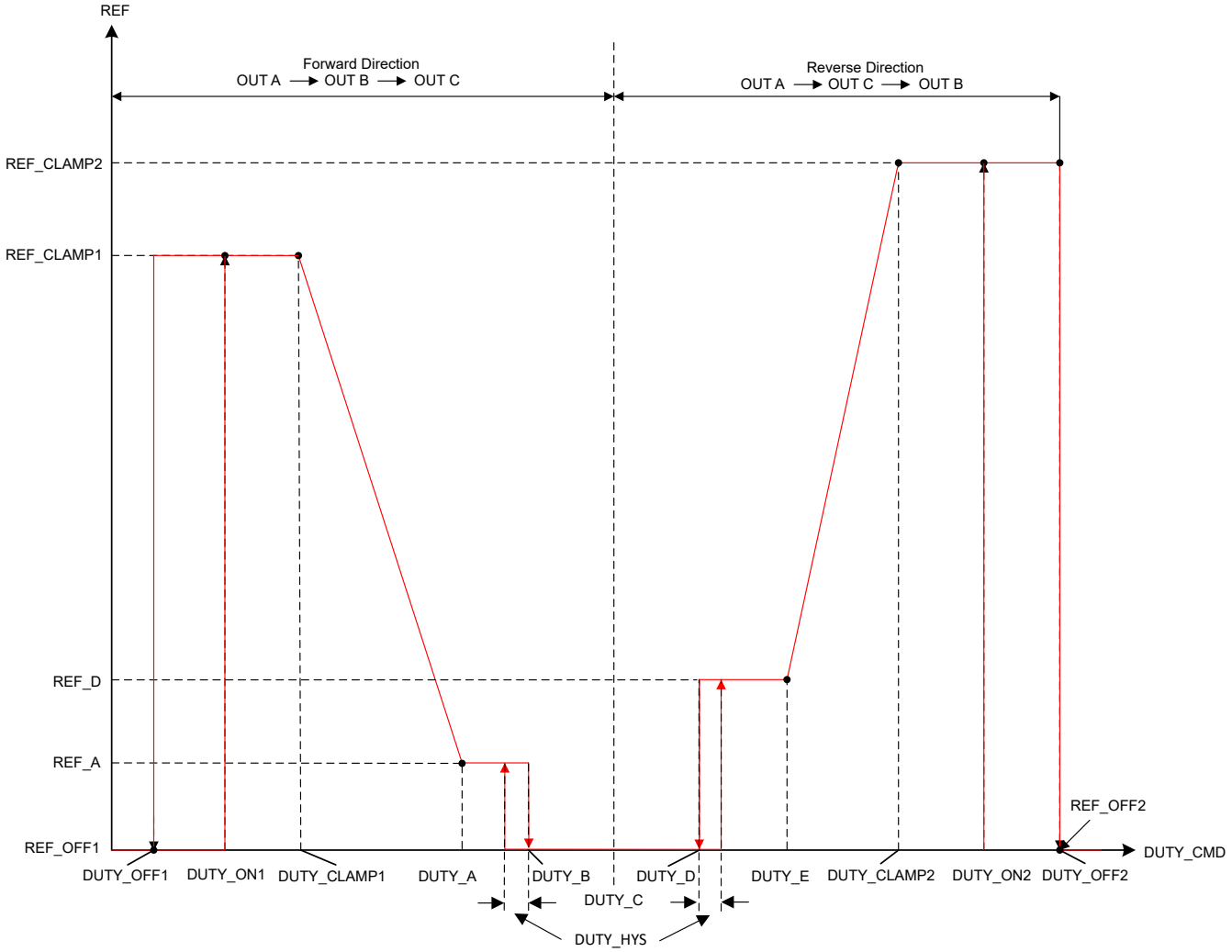


図 7-20. 双方向制御プロファイル

双方向制御プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 11b に設定することで有効化できます。双方向プロファイルは、デューティ コマンドの調整によって方向を変える機能を持っています。DUTY_C は、そこで方向が変わるデューティ コマンドを設定します。双方向速度プロファイルを使うと、個別の信号を使わなくてもモーターの方向を制御できます。

注

DIR ピンと DIR_INPUT ビットによる方向変更機能は、双方向プロファイル モードでは無効化されます。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 と DUTY_ON1 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP1 および REF_OFF1 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-20 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定に維持されるデューティ コマンドを設定します。REF_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_CLAMP1 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_CLAMP1 と DUTY_A の間を直線的に変化します。DUTY_A から DUTY_E は、図 7-20 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、それを上回ると MCF8316D がオフ状態になるデューティ コマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A と DUTY_B の間で一定 (REF_A) に維持されます。
- DUTY_C は、そこで方向が変わるデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_D は、それを上回ると MCF8316D が逆方向の動作状態に入るデューティ コマンドを設定します。REF_D は、DUTY_D と DUTY_E の間の一定のリファレンスを設定します。
- DUTY_E は、それを上回るとリファレンスが DUTY_E と DUTY_CLAMP2 の間を直線的に変化するデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティ コマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_OFF2 の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンス制御入力 REF_CLAMP2 および REF_OFF2 間を遷移する際のヒステリシスを設定します (図 7-20 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで逆方向に変化するデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_HYS は、DUTY_B と DUTY_D で階段的に変化する際のヒステリシスを設定します。

7.3.8.5.4 マルチリファレンス モード動作

注

マルチリファレンス (混合) モード動作は、REF_PROFILE_CONFIG が 01b (リニア プロファイル) または 10b (階段プロファイル) に設定されているときのみ利用できます。

MCF8316D は、VOLTAGE_MODE_CONFIG が 01b または 10b に設定されているとき、マルチリファレンス モード動作を選択できます。VOLTAGE_MODE_CONFIG が 01b に設定されている場合、MCF8316D は、DUTY_CMD が DUTY_C に達するまで速度、電流、または電力リファレンス モードで動作し、その後、電圧リファレンス モードに切り替わって DUTY_C から 100% デューティ コマンドまで動作します (図 7-21 を参照)。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

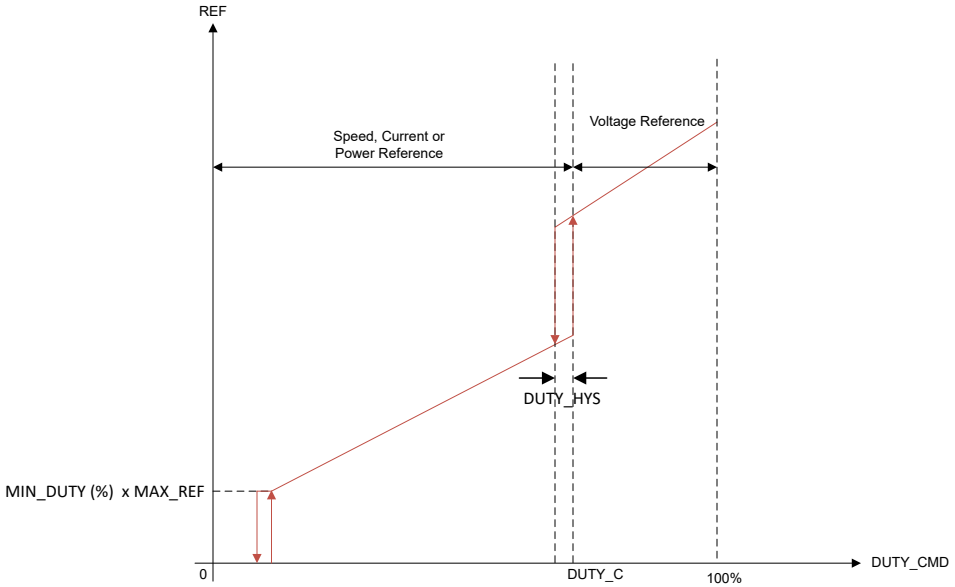


図 7-21. マルチリファレンス モード動作 (VOLTAGE_MODE_CONFIG = 01b の場合)

逆に、VOLTAGE_MODE_CONFIG が 10b に設定されている場合、MCF8316D は、DUTY_C まで電圧リファレンス モードで動作し、その後、速度、電流、または電力リファレンスに切り替わって DUTY_C から 100% デューティ コマンドまで動作します (図 7-22 を参照)。

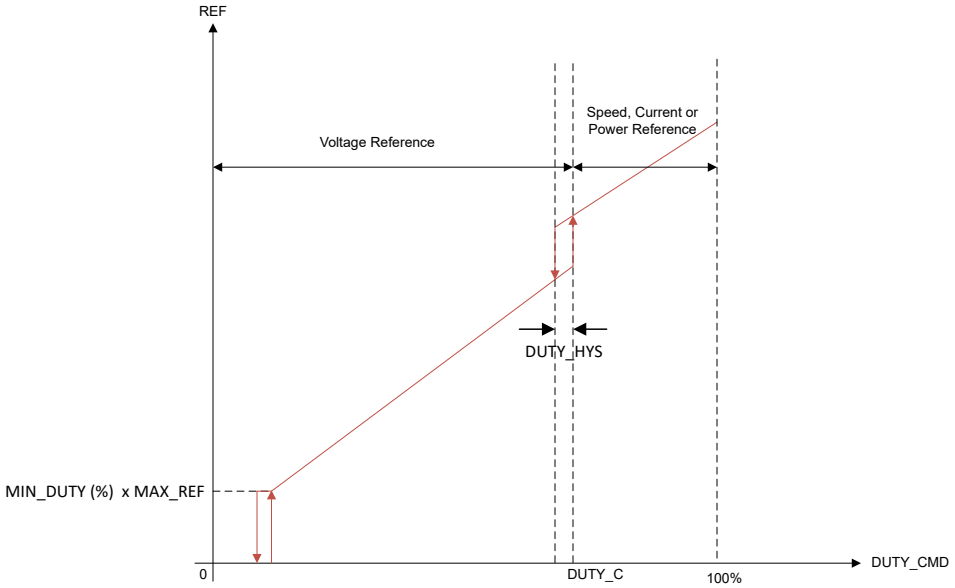


図 7-22. マルチリファレンス モード動作 (VOLTAGE_MODE_CONFIG = 10b の場合)

7.3.8.5.5 プロファイラを使わない入力リファレンス伝達関数

入力リファレンスには、INPUT_REFERENCE_MODE による設定に従って、速度、電力、電流、または電圧のコマンドを使用できます。

注

- このモードでは、MIN_DUTY < REF_CLAMP1 の場合、最小リファレンスは MIN_DUTY ではなく REF_CLAMP1 によって設定されます。たとえば、MIN_DUTY が 1%、REF_CLAMP1 が 5% に設定されている場合、リファレンスの最小値は REF_CLAMP1 x MAX_REFERENCE です。MAX_REFERENCE は、入力リファレンス モードに応じて、MAX_SPEED、MAX_POWER、ILIMIT、または 100% にすることができます。
- MIN_DUTY を使って基準の最小値を設定するためには、MIN_DUTY > REF_CLAMP1 と設定します。

速度リファレンスの伝達関数

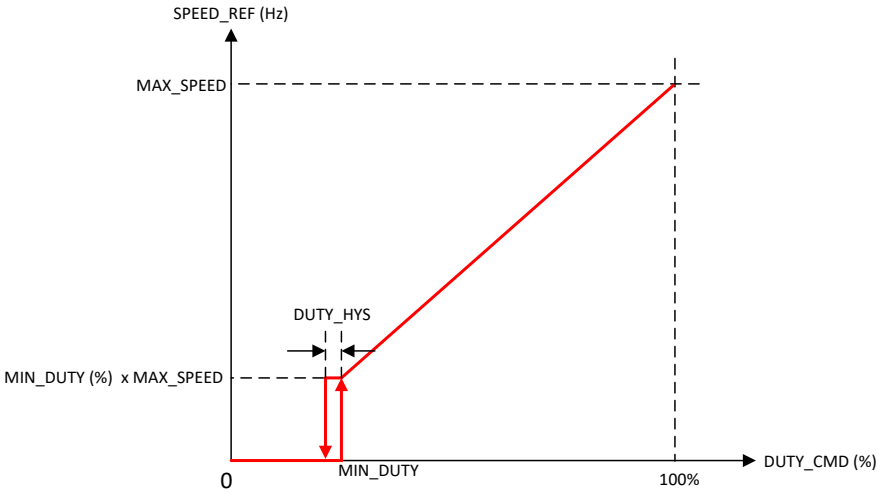


図 7-23. 速度リファレンスの伝達関数

図 7-23 に、DUTY_CMD と SPEED_REF との関係を示します。MAX_SPEED は、100% の DUTY_CMD での SPEED_REF を設定します。MIN_DUTY は、SPEED_REF の最小値 (MIN_DUTY x MAX_SPEED) を設定します。MAX_SPEED が 0Hz に設定されると、SPEED REF は (DUTY_CMD に関係なく) 0 にクランプされ、モーターは停止状態になります。

電力リファレンスの伝達関数

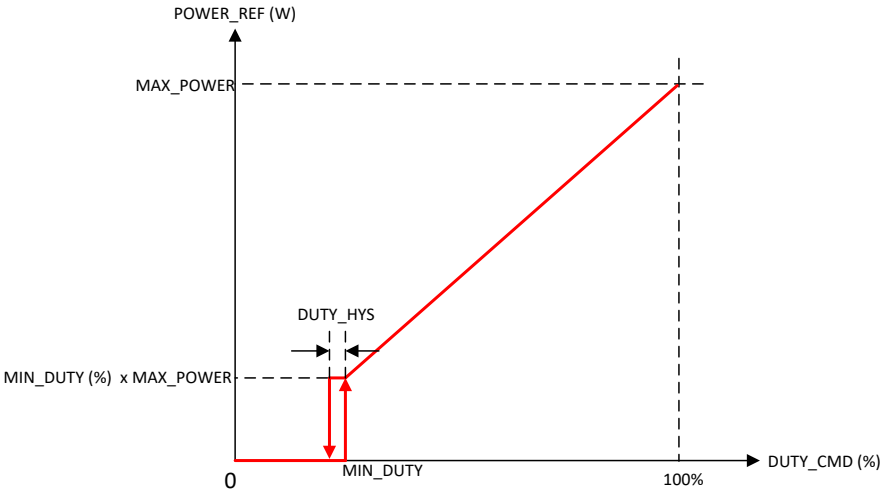


図 7-24. 電力リファレンスの伝達関数

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

図 7-24 に、DUTY_CMD と POWER_REF との関係を示します。MAX_POWER は、100% の DUTY_CMD での POWER_REF を設定します。MIN_DUTY は POWER_REF の最小値 (MIN_DUTY x MAX_POWER) を設定します。MAX_POWER が 0W に設定されている場合、POWER_REF は (DUTY CMD に関係なく) 0 にクランプされ、モーターは停止状態になります。

電圧リファレンスの伝達関数

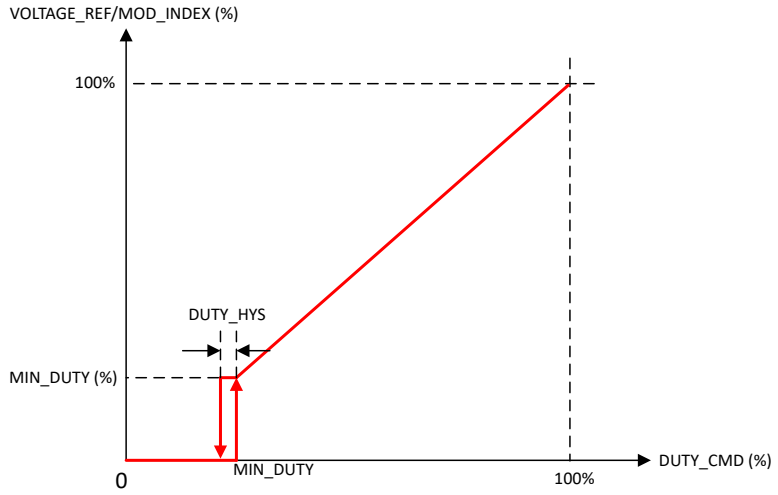


図 7-25. 電圧リファレンスの伝達関数

電圧制御モードでは、モーターに印加される相電圧は DUTY CMD に比例します (MIN_DUTY から 100% まで) (図 7-25 を参照)。DUTY_CMD が MIN_DUTY より小さい場合、モーターに印加される電圧は 0 にクランプされます。

電流入力の伝達関数

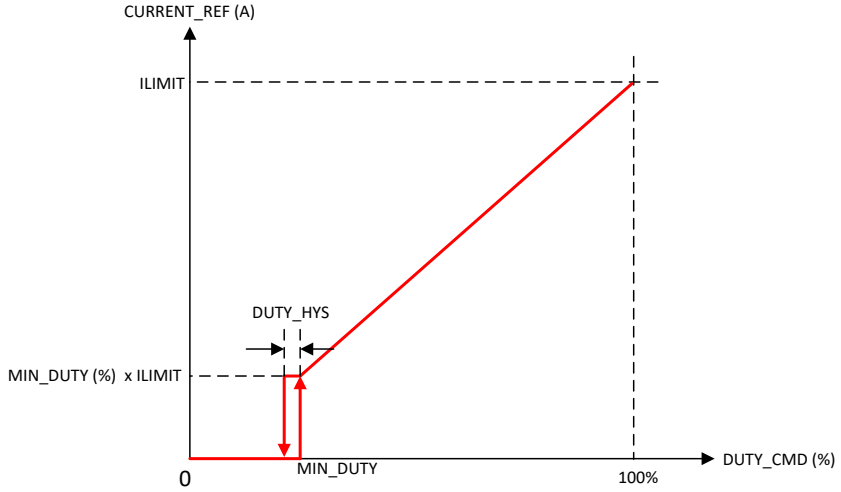


図 7-26. 電流リファレンスの伝達関数

図 7-26 に、DUTY_CMD と CURRENT_REF との関係を示します。ILIMIT は、100% の DUTY_CMD での CURRENT_REF を設定します。MIN_DUTY は CURRENT_REF の最小値 (MIN_DUTY x ILIMIT) を設定します。

7.3.9 異なる初期条件でのモータの起動

MCF8316D が起動プロセスを開始する際、モーターは 3 つの状態のいずれかになります。モーターの状態は、停止、正方向の回転、逆方向の回転のいずれかです。MCF8316D は、これらのすべての状態で確実にモーターを起動できるように、各種機能を備えています。図 7-27 に、モーターの 3 つの初期状態のそれぞれのモーター起動フローを示します。

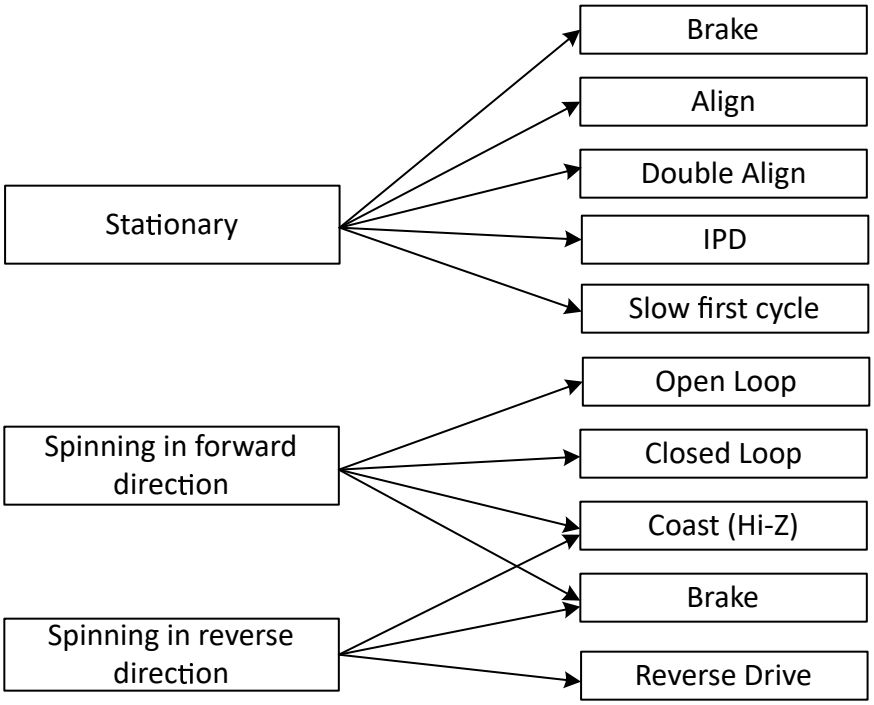


図 7-27. 異なる初期条件でのモーターの起動

注
「正方向」とは「命令された方向と同じ方向に回転すること」を意味し、「逆方向」とは「命令された方向と反対方向に回転すること」を意味します。

7.3.9.1 ケース 1 – モータが停止

モーターが停止している場合、モーターの位置と位相が一致するように整流を初期化する必要があります。MCF8316D は、モーター位置に対して整流ロジックを初期化し、モーターを確実に起動させるための各種機能を備えています。

- アラインおよびダブル アライン方式では、特定のモーター位相にわたって電圧を印加することで、この位相に合わせてモーターを強制的に回転させ、モーターを強制的に整列させます。
- 初期位置検出 (IPD) は、決定論的なインダクタンス変動に基づいてモーターの位置を決定します。この変動は BLDC モーターにしばしば存在するものです。
- スロー ファースト サイクル方式は、電気的な 1 回転が完了するまでに、印加される整流に対して回転子の位置が整列するように、低周波数のサイクルを印加することでモーターを起動します。

MCF8316D は、上記の起動方法の 1 つを開始する前にモーターが確実に停止するように維持し、設定可能なブレーキ機能も備えています。本デバイスは、設定された起動方法を実行した後、開ループ加速に移行します。

7.3.9.2 ケース 2 – モータが順方向に回転

モーターが、十分な速度 (BEMF) で順方向 (指令された方向と同じ方向) に回転している場合、MCF8316D は回転するモーターに再同期し、閉ループ動作に直接移行することで整流を継続します。モーター速度が低すぎて閉ループ動作に入れない場合、MCF8316D は、閉ループ動作に入るのに十分な速度に達するまでモーターを加速するために、開ループ動作に移行します。回転するモーターに再同期することで、ユーザーはこの初期条件において可能な限り高速な起動時間を達成できます。この再同期機能は、RESYNC_EN によって有効化または無効化できます。MCF8316D では、再同期が無効化されている場合、モーターが惰性で回転して停止するのを待つか、またはブレーキをかけるように設定できます。モーターが回転を停止した後、モーターが停止していることを踏まえて、ケース 1 のようにモーター起動シーケンスが進行します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.9.3 ケース 3 – モータが逆方向に回転

モーターが逆方向 (指令された方向とは反対の方向) に回転している場合、MCF8316D は、方向を変えて、指令された方向の目標速度リファレンスまでモーターを駆動するための複数の手段を備えています。

リバースドライブ方式を使うと、モーターがゼロ速度まで減速するようにモーターを駆動できます。

MCF8316D では、リバースドライブが無効化されている場合、モーターが惰性で回転して停止するまで待つように、またはブレーキをかけるように設定できます。モーターが回転を停止した後、モーターが停止していることを踏まえて、ケース 1 のようにモーター起動シーケンスが進行します。

注

リバースドライブまたはブレーキ機能を使う際は、電流が許容レベルに制限されるように維持し、また、エネルギーが電源に逆流することで電源電圧が急激に増加しないように注意します。

7.3.10 モータの起動シーケンス (MSS)

図 7-28 に、MCF8316D デバイスに実装されているモーター起動シーケンスを示します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

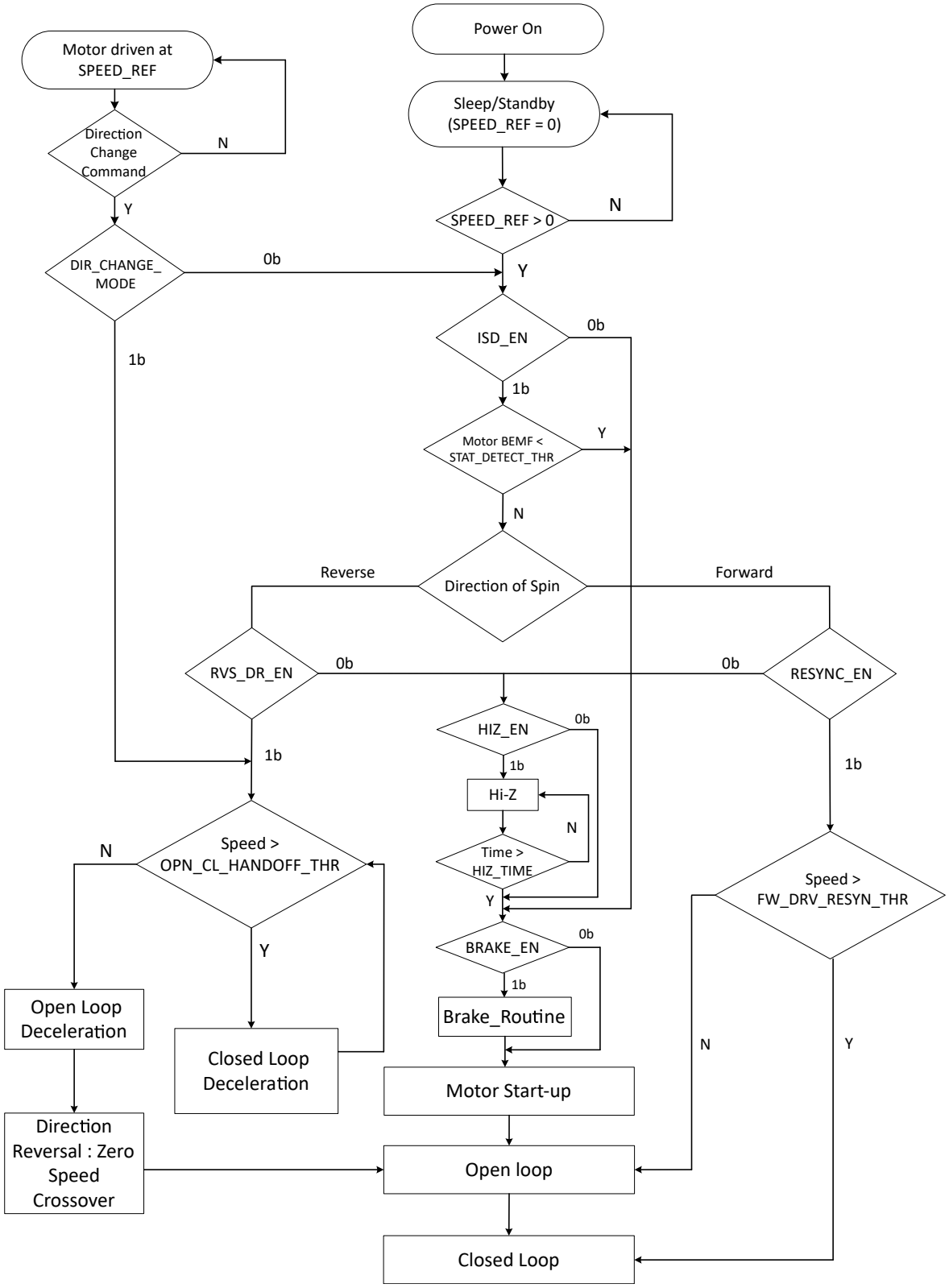


図 7-28. モーターの起動シーケンス

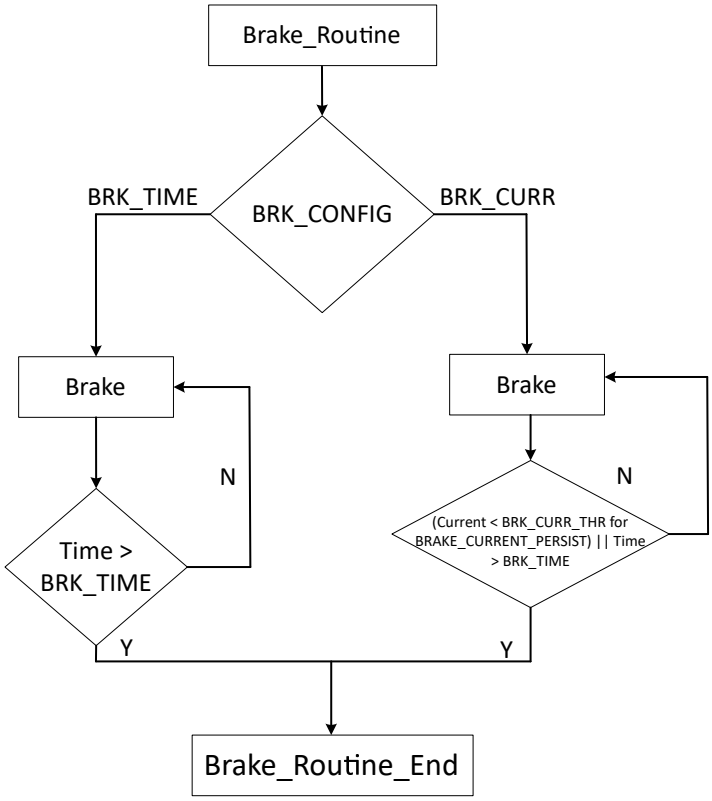


図 7-29. ブレーキ ルーチン

パワーオン状態	これは、MCF8316D の電源がオンのときの、モーター起動シーケンス (MSS) の初期状態です。この状態では、MCF8316D はペリフェラルを構成し、EEPROM からアルゴリズム パラメータを初期化して、モーターを駆動するための準備をします。
スリープ / スタンバイ	この状態では、SPEED_REF は 0 に設定され、MCF8316D は、DEV_MODE および SPEED/WAKE ピンの電圧に応じて、スリープ モードまたはスタンバイ モードになります。
SPEED_REF > 0 判定	SPEED_REF が 0 より大きい値に設定されている場合、MCF8316D はスリープ / スタンバイ状態を終了し、ISD_EN 判定に進みます。SPEED_REF が 0 に設定されている限り、MCF8316D はスリープ / スタンバイ状態を維持します。
方向変更コマンド判定	方向変更コマンドを受信すると、MCF8316D は、DIR_CHANGE_MODE 判定に進みます。
DIR_CHANGE_MODE 判定	DIR_CHANGE_MODE が 0b に設定されている場合、MCF8316D は ISD_EN 判定に進み、方向の変更を開始します。これに対し、DIR_CHANGE_MODE が 1b に設定されている場合、MCF8316D は、Speed > OPN_CL_HANDOFF_THR 判定に進み、方向の変更を開始します。
ISD_EN 判定	MCF8316D は、初期速度検出 (ISD) 機能が有効化されている (ISD_EN = 1b) かどうかを確認します。ISD が有効化されている場合、MSS は BEMF < STAT_DETECT_THR 判定に進みます。これに対し、ISD が無効化されている場合、MSS は直接 BRAKE_EN 判定に進みます。
BEMF < STAT_DETECT_THR	ISD はモーターの初期条件 (速度、角度、回転方向) を決定します (セクション 7.3.10.1 を参照)。モーターが停止している (BEMF < STAT_DETECT_THR) と見なされた場合、MSS は BRAKE_EN 判定に進みます。モーターが停止していない場合、MSS は回転方向の検証に進みます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

回転方向判定	MSS は、モーターが正方向と逆方向のどちらで回転しているのかを判定します。モーターが正方向に回転している場合、MCF8316D は RESYNC_EN 判定に進みます。モーターが逆方向に回転している場合、MSS は RVS_DR_EN 判定に進みます。
RESYNC_EN 判定	RESYNC_EN が 1b に設定されている場合、MCF8316D は「速度」>「開ループ - 閉ループ ハンドオフ」(再同期) 判定に進みます。RESYNC_EN が 0b に設定されている場合、MSS は HIZ_EN 判定に進みます。
速度 > FW_DRV_RESYN_THR 判定	モーター速度が FW_DRV_RESYN_THR より大きい場合、MCF8316D は ISD から得た速度および位置情報を使用して、閉ループ状態に直接遷移します (セクション 7.3.10.2 を参照)。モーター速度が FW_DRV_RESYN_THR より小さい場合、MCF8316D は開ループ状態に遷移します。
RVS_DR_EN 判定	MSS は、リバースドライブ機能が有効化されている (RVS_DR_EN = 1b) かどうかを調べます。リバースドライブ機能が有効化されている場合、MSS は逆方向モーター速度の確認に遷移します。リバースドライブ機能が有効化されていない場合 (RVS_DR_EN = 0b)、MSS は HIZ_EN 判定に進みます。
速度 > OPN_CL_HANDOFF_THR 判定	MSS は、MCF8316DA が閉ループで減速するべき程度の、大きい逆転速度であるかどうかを確認します。速度 (逆方向) が OL_CL_HANDOFF_THR よりも大きい間、MSS は閉ループ減速を続けます。速度が OPN_CL_HANDOFF_THR を下回ると、MSS は開ループ減速に遷移します。
逆方向閉ループ、開ループ減速、ゼロ速度クロスオーバー	MCF8316D は逆方向で再同期し、モーター速度がハンドオフ スレッショルドを下回るまで、閉ループでモーターを減速させます。(「*リバースドライブ*」を参照)。逆方向のモーター速度が低すぎる場合、MCF8316D は開ループに切り替わり、開ループでモーターを減速させ、ゼロ速度に達します。次に開ループで正方向に加速し、モーター速度が十分に上がった後、閉ループ動作に入ります。
HIZ_EN 判定	MSS は、コースト (ハイ インピーダンス) 機能が有効化されている (HIZ_EN = 1) かどうかを確認します。コースト機能が有効化されている場合 (HIZ_EN = 1b)、MSS はコースト ルーチンに進みます。コースト機能が無効化されている場合 (HIZ_EN = 0b)、MSS は BRAKE_EN 判定に進みます。
コースト (ハイ インピーダンス) ルーチン	本デバイスは、HIZ_TIME によって設定された特定の時間の間、6 つの MOSFET のすべてをターンオフすることで、モーターを惰性で回転させます。
BRAKE_EN 判定	MSS は、ブレーキ機能が有効化されている (BRAKE_EN = 1b) かどうかを確認します。ブレーキ機能が有効化されている場合 (BRAKE_EN = 1b)、MSS はブレーキ ルーチンに進みます。ブレーキ機能が無効化されている場合 (BRAKE_EN = 0b)、MSS はモーター起動状態に進みます (セクション 7.3.10.4 を参照)。
ブレーキ ルーチン	MCF8316D は、BRK_CONFIG に基づいて時間方式のブレーキ (BRK_TIME によって設定された期間) または電流方式のブレーキ (BRAKE_CURRENT_PERSIST の場合、相電流が BRK_CURR_THR 未満になるまで適用されるブレーキ) のどちらかを作動させます。電流方式のブレーキには、BRK_TIME 内に相電流が BRK_CURR_THR を下回らない場合に、ブレーキ状態が終了することを保証するためのタイムアウトがあります。時間方式のブレーキは、BRK_MODE 設定に基づいて、ハイサイドまたはローサイドのどちらかの MOSFET を使って作動させることができます。電流方式のブレーキは、ローサイド MOSFET のみを使って作動します。
閉ループ状態	この状態では、MCF8316D は、回転子角度推定に基づいて、センサレス FOC を使用してモーターを駆動します。

7.3.10.1 初期速度検出 (ISD)

ISD 機能は、モーターの初期状態を識別するために使われ、ISD_EN を 1b に設定することで有効化されます。初期の速度、位置、方向は、3 相電圧を検出して決定されます。ISD は、ISD_EN を 0b に設定することで無効化できます。この機能が無効化 (ISD_EN が 0b に設定) されている場合、MCF8316D は初期速度検出機能を実行せず、ブレーキ ルーチン (BRAKE_EN) が有効化されているかどうかの確認に進みます。

7.3.10.2 モータの再同期化

モーター再同期機能は、ISD 機能と再同期機能がどちらも有効化されており、かつモーターの初期状態が正方向 (命令された方向と同じ方向) の回転であると本デバイスが判断した場合に機能します。ISD 中に測定された速度と位置の情報は、MCF8316D の駆動状態を初期化するために使われます。本デバイスは閉ループ状態 (または、閉ループ動作に必要なモーター速度が得られていない場合は開ループ状態) に直接遷移でき、モーターを停止させる必要はありません。MCF8316D のモーター再同期機能は RESYNC_EN ビットによって有効化 / 無効化できます。モーター再同期機能が無効化されている場合、本デバイスはモーター コースト (ハイ インピーダンス) ルーチンが有効化されているかどうかの確認に進みます。

7.3.10.3 リバース ドライブ

ISD_EN と RVS_DR_EN の両方が 1b に設定されており、かつモーターの回転方向が、指令された方向と反対であると ISD が判断した場合、MCF8316D はリバースドライブ機能を使ってモーターの回転方向を変更します。リバースドライブは、逆方向でのモーター速度との同期、ゼロ速度までの逆方向のモーター減速、方向転換、本デバイスが正方向の閉ループに遷移するまでの正方向 (指令された方向) の開ループ加速から成ります (図 7-30 を参照)。MCF8316D では、REV_DRV_CONFIG を設定することで、順方向パラメータを使用する方法と、別のリバースドライブ パラメータのセットを使用する方法のどちらかを選択できます。

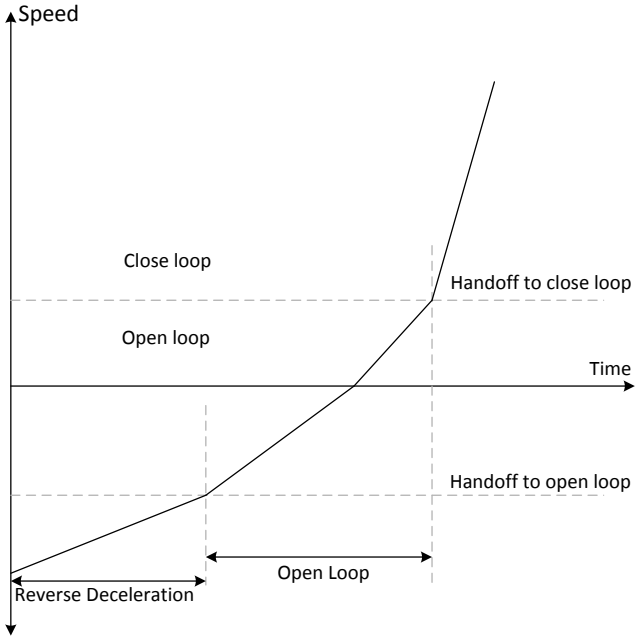


図 7-30. リバース ドライブ機能

7.3.10.3.1 リバース ドライブ チューニング

MCF8316D は、リバースドライブの開ループから閉ループへの ハンドオフ スレッショルド、開ループ加速 (および減速) レート、開ループ電流制限を、フォワード ドライブ動作で使用される値とは異なる値に調整する機能を備えています。リバースドライブ固有のパラメータは、REV_DRV_CONFIG を 1b に設定することで使用できます。REV_DRV_CONFIG が 0b に設定されている場合、MCF8316D は、フォワード ドライブ動作のために設定されたものと同等のパラメータをリバースドライブ動作時にも使用します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

モーターが逆方向の開ループに入る際の速度は、REV_DRV_HANDOFF_THR によって設定できます。ジャークも同期喪失も起こさずに滑らかに遷移させるため、REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT を設定することで、速度反転中にモーターが開ループで回転する際の電流を適切な値に制限できます。速度反転中の正方向の開ループ加速度は、REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1 と REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2 によって設定されます。モーターが逆方向にゼロ速度まで減速する際のリバースドライブ開ループ減速度は、リバースドライブ開ループ加速度のパーセンテージとして REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC によって設定できます。

7.3.10.4 モータ起動

停止位置からモーターを起動するために各種の機能が備わっており、これらの機能の選択は MTR_STARTUP によって設定できます。アラインおよびダブル アライン モードでは、DC 電流の注入によって、モーターは既知の位置に整列します。IPD モードでは、6 つの異なる高周波数パルスを印加することで、回転子の位置が推定されます。スロー ファーストサイクル モードでは、低周波数のサイクルを印加することで、モーターが起動されます。

7.3.10.4.1 アライン

アラインは、MTR_STARTUP を 00b に設定することで有効化されます。 MCF8316D は、ALIGN_TIME で設定された一定時間にわたって、特定の相パターンにより使って DC 電流を注入することで、モーターを整列させます。アライン中の位相パターンは ALIGN_ANGLE に基づいて生成されます。MCF8316D では、アライン中の電流制限値は、ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT によって設定されます。

位相電流が急速に変化すると、駆動トルクが急激に変化し、音響ノイズが発生します。これを回避するために、MCF8316D は、ALIGN_SLOW_RAMP_RATE によって設定された構成可能なレートで、電流を 0 から電流制限値まで増加させていきます。アライン ルーチンの終了時に、モーターは既知の位置に整列します。

7.3.10.4.2 ダブル アライン

ダブル アラインは、MTR_STARTUP を 01b に設定することで有効化されます。回転子の初期位置が、適用された位相パターンに対して 180º 位相がずれている場合、シングル アラインは頼りになりません。この場合、シングル アラインを使うと起動に失敗する可能性があります。アライン方式の起動の信頼性を高めるため、MCF8316D ではダブル アライン起動機能を選択できます。ダブル アライン起動では、MCF8316D は、第 1 のアラインの相パターンより 90º 進んだ第 2 のアラインの相パターンを使用します。ダブル アラインでは、アライン時間、電流制限、ランプ レートなどの関連パラメータは、シングル アラインで使われるものと同じです。初期の回転子位置に関係なく、モーターが既知の位置に確実に整列するように、2 つの異なる位相パターンが同じパラメータを使って連続して適用されます。

7.3.10.4.3 初期位置検出 (IPD)

初期位置検出 (IPD) は、MTR_STARTUP を 10b に設定することで有効化できます。IPD では、モーター インダクタンスの空間的変動を利用してモーターの初期位置を決定するために誘導検出方式が使われます。

アラインまたはダブル アラインを行うと、開ループ加速を開始する前に、モーターが逆方向に回転する可能性があります。IPD は、モーターの逆回転が許されないアプリケーションでも使用できます。IPD は、モーターが整流に整列するのを待たないため、より速いモーター起動シーケンスを実現できます。IPD は、モーターのインダクタンスが位置の関数として変化する場合にうまく機能します。IPD は、モーターにパルス電流を印加することで動作するため、音響ノイズが発生する可能性があります。特定のアプリケーションでは、最適な起動方法を決定する際にこのことを考慮する必要があります。

7.3.10.4.3.1 IPD 動作

IPD は、BC → CB → AB → BA → CA → AC のシーケンスに従って 6 種類の相パターンを順に適用することで動作します (図 7-31 を参照)。IPD_CURR_THR によって設定されたスレッショルドに電流が達すると、 MCF8316D はその相パターンの駆動を停止し、その相パターンが適用されたときから電流スレッショルドに達するまでにかかった時間を測定します。このようにして、6 つの位相パターンのすべてについて、IPD_CURR_THR に達するのに要した時間が測定されます (この時間は、モーター巻線のインダクタンスの関数として変化します)。時間が最も短い状態は、インダクタンスが最小である状態を表します。インダクタンスが最小になるのは、モーターの N 極が、この特定の駆動状態に整列されている場合です。

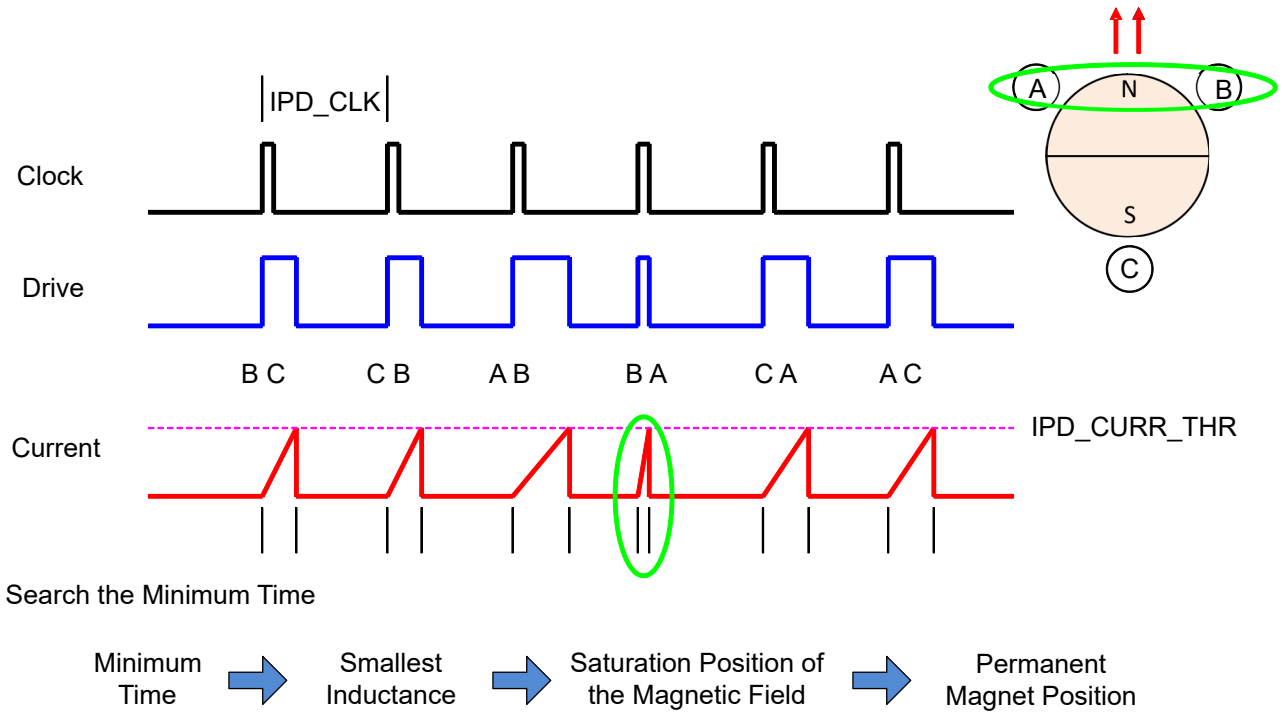


図 7-31. IPD の機能

7.3.10.4.3.2 IPD 解放モード

電流がスレッショルドに達したときに、MCF8316D がモーター駆動を停止する方法を設定するには、2 つのモードが利用可能です。IPD_RLS_MODE = 0b の場合、還流 (またはブレーキ) モードが選択されます。この構成では、MOSFET (LSC) とボディ ダイオード (LSA) の間で電流が還流するように、ローサイド (LSC) MOSFET はオンのままです (図 7-32 を参照)。IPD_RLS_MODE = 1b の場合、ハイ インピーダンス モードが選択されます。ハイ インピーダンス モードでは、ハイサイド (HSA) MOSFET とローサイド (LSC) MOSFET がどちらもターンオフし、電流はボディ ダイオードを通じて電源に還流します (図 7-33 を参照)。

ハイ インピーダンス モードでは、相電流が落ち着くまでの時間は短かくなりますが、その結果、V_M の電圧が上昇する可能性があります。クランプ回路を追加するか、V_M と PGND の間にエネルギーを吸収するための十分な容量を提供するかして、この問題を管理する必要があります。電圧サージを抑制できない場合や、アプリケーションで許容できない場合は、還流モードを使用する必要があります。還流モードを使用する場合は、IPD_CLK_FREQ を適切に選択して、次の IPD 位相パターンが適用される前に、モーター巻線の電流が 0A まで減衰するのに十分な時間を確保します。

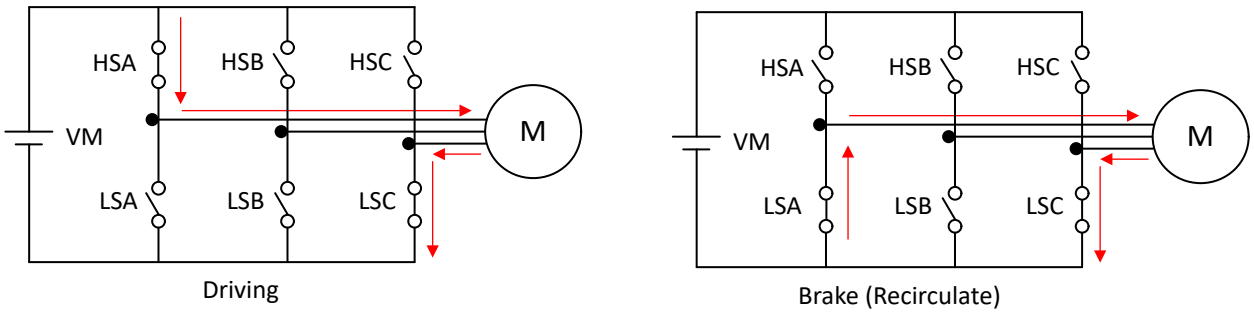


図 7-32. IPD 解放モード - ブレーキ (0b)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

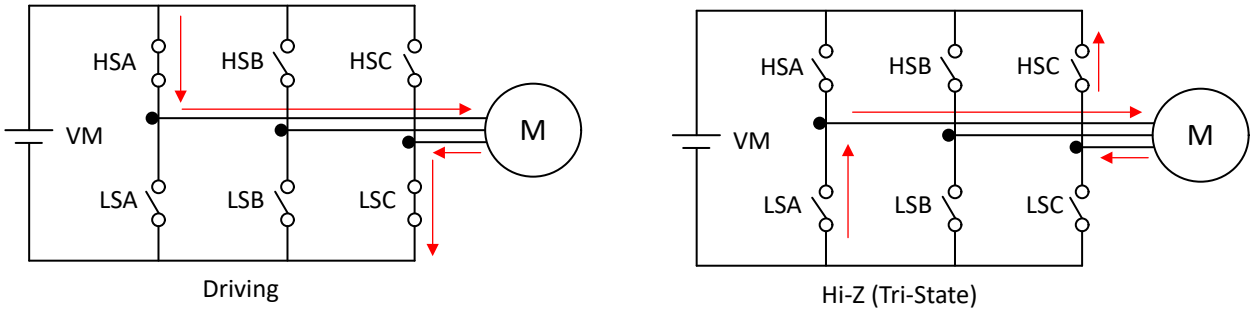


図 7-33. IPD 解放モード - トライステート (1b)

7.3.10.4.3.3 IPD アドバンス角度

初期位置が検出された後、MCF8316D は、IPD_ADV_ANGLE で指定された角度で、開ループでモーターを駆動し始めます。

駆動角を 0°～180° の任意の位置に進めると、正のトルクが得られます。駆動角度を 90° 進めると、最大の初期トルクが得られます。最初から最大トルクを加えると、回転子の加速がぎくしゃくする可能性があります。アプリケーションで滑らかな加速が得られるように IPD_ADV_ANGLE を選択します (図 7-34 を参照)。

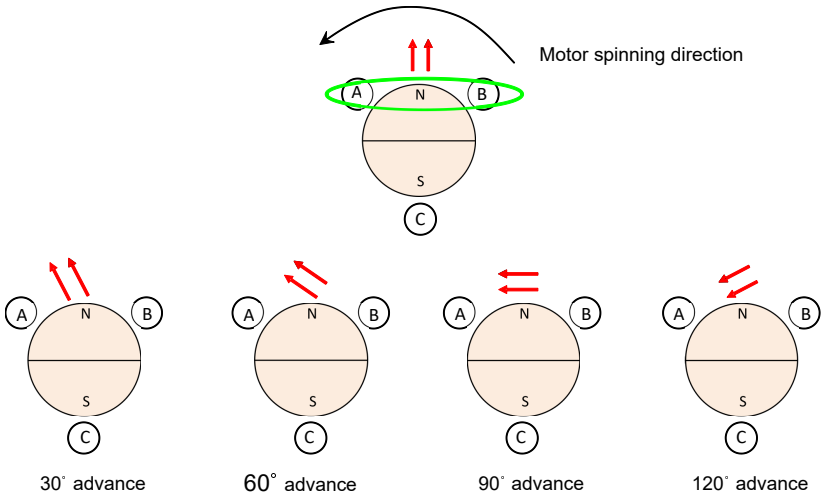


図 7-34. IPD アドバンス角度

7.3.10.4.4 スロー ファースト サイクル起動

MTR_STARTUP を 11b に設定することで、スロー ファースト サイクル起動が有効化されます。スロー ファースト サイクル起動では、MCF8316D は、SLOW_FIRST_CYCLE_FREQ によって設定された周波数でモーターの整流を開始します。設定された周波数は最初のサイクルでのみ使用され、その後モーター整流は、開ループ加速度係数 A1 および A2 によって設定された加速プロファイルに従います。スロー ファースト サイクルの周波数は、モーターが整流シーケンスと同期できるように、十分低く設定する必要があります。このモードではアライン時間を大幅に短縮できるため、高速起動が求められる場合に役立ちます。

7.3.10.4.5 開ループ

アライン、ダブル アライン、IPD、スロー ファースト サイクルのいずれかでモーター位置の初期化が完了すると、MCF8316D は開ループでモーターを加速し始めます。MCF8316D では、開ループの電流制限値は OL_ILIMIT によって設定され、この電流を使って速度が増加します。開ループでは、I_q と I_d の制御 PI ループは電流を能動的に制御します。開ループ中の角度は、ランプ ジェネレータから提供されます (図 7-35 を参照)。

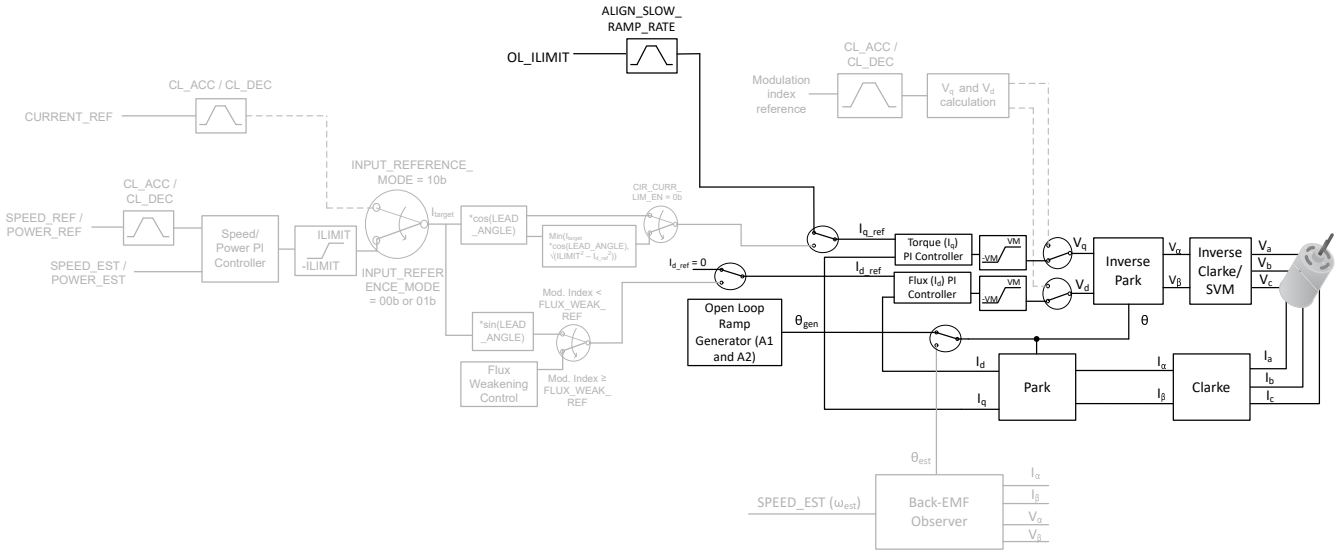


図 7-35. 開ループ

開ループ動作の機能は、逆起電力オブザーバが回転子の位置を正確に検出できるように、モーターが十分な BEMF を生成する速度までモーターを駆動することです。モーターは開ループで加速され、任意の時点での速度は式 7 で求められます。MCF8316D では、開ループ加速度係数 (A1 と A2) はそれぞれ OL_ACC_A1 と OL_ACC_A2 によって設定されます。

$$\text{Speed}(t) = A1 * t + 0.5 * A2 * t^2 \quad (7)$$

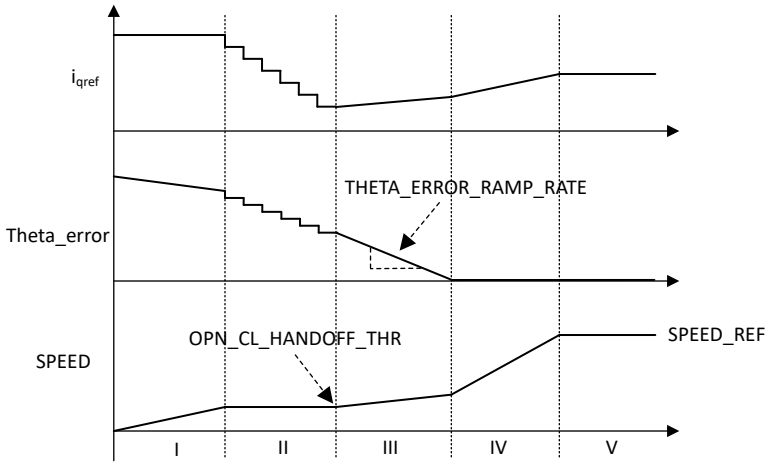
7.3.10.4.6 オープン ループからクローズ ループへの遷移

モーターが十分な速度に達してモーターの角度および速度を逆起電力オブザーバが推定できるようになると、MCF8316D は閉ループ状態に遷移します。このハンドオフ速度は、逆起電力とモーター速度の測定値に基づいて自動的に決定されます。また、OPN_CL_HANDOFF_THR を設定し、AUTO_HANDOFF_EN を 0b に設定することで、ハンドオフ速度を手動で設定することもできます。速度が急変することなく、遷移が円滑に行われるように、遷移後、角度偏差 (Θ_{gen} - Θ_{est}) は直線的に減少します。角度偏差低減のランプ レートは THETA_ERROR_RAMP_RATE で設定できます。開ループ中に設定された電流制限値が大きく、かつ閉ループに遷移する前にその電流制限値が低減されない場合、閉ループに遷移した後、一時的にモーター速度が SPEED_REF の値を上回る可能性があります。このような速度の変動を防ぐため、IQ_RAMP_EN を 1b に設定します。そうすれば、閉ループに遷移する前に、i_{q_ref} が小さくなります。ただし、最終的な速度リファレンス (SPEED_REF) が開ループ - 閉ループ ハンドオフ速度 (OPN_CL_HANDOFF_THR) の 2 倍より大きい場合、より速いモーター加速を可能にするため、IQ_RAMP_EN の設定にかかわらず、i_{q_ref} は小さくなりません。

十分な速度で閉ループにハンドオフされた後も、エスティメータが完全にはアラインされていないために、依然として θ 誤差が残っている可能性があります。開ループ - 閉ループ遷移の後に弱い加速を使うことで、θ 誤差を確実にゼロに低減できます。この弱い加速は CL_SLOW_ACC によって設定できます。

図 7-36 に、開ループ - 閉ループ遷移の制御シーケンスを示します。IQ_RAMP_EN が 1b に設定されている場合、電流 i_{q_ref} は電流減衰領域でより小さい値に減少します。IQ_RAMP_EN が 0b に設定されている場合、電流減衰領域は遷移シーケンスに存在しません。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated



I. Open Loop Acceleration, II. Current Decay, III. Closed loop slow acceleration
IV. Closed loop acceleration, V. Closed loop steady state

図 7-36. 開ループ - 閉ループ遷移の制御シーケンス

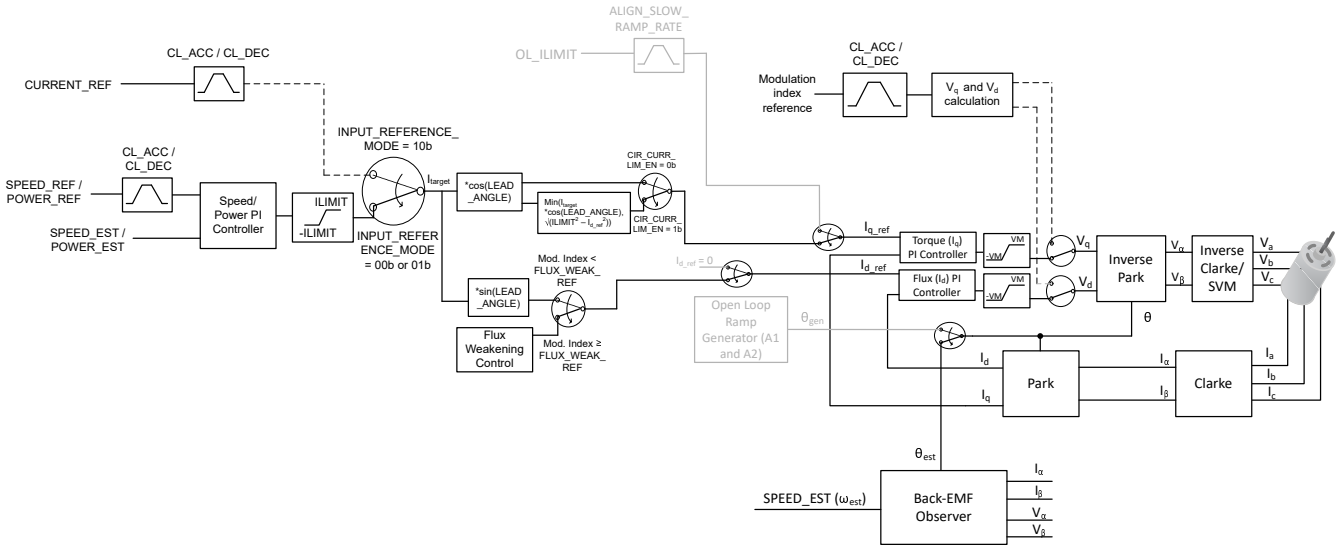


図 7-37. 開ループ - 閉ループ遷移の制御ブロック図

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.11 閉ループ制御

MCF8316D はフィールド オリエンテッド制御 (FOC) を使用してモーターを駆動します (図 7-38 を参照)。閉ループ動作では、逆起電力オブザーバを使ってモーターの角度 (Θ_{est}) と速度 (SPEED_EST) が推定されます。速度、電力、または電流のレギュレーションは、PI 制御ループを使って行われます。

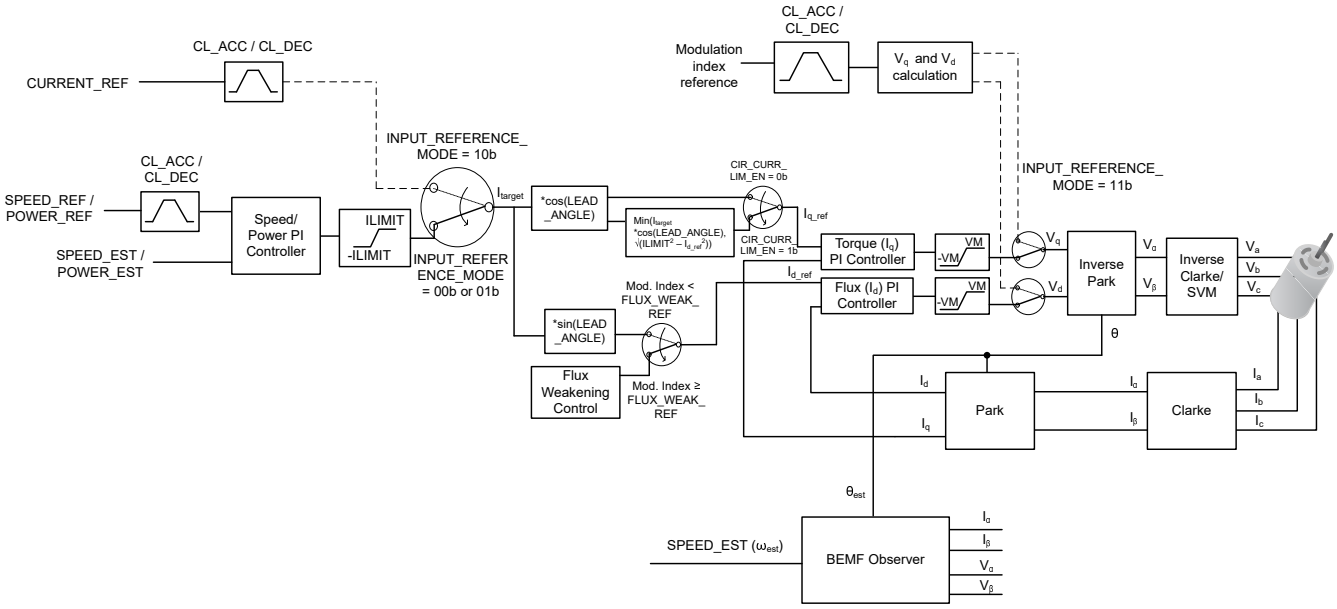


図 7-38. 閉ループ FOC 制御

7.3.11.1 閉ループ加速 / 減速スルーレート

MCF8316D では、閉ループ加速 / 減速中のリファレンス入力のスルーレートを設定できます。これにより、(アナログ、PWM、周波数、I²C からの) リファレンス入力が階段的に変化した場合でも、リファレンス入力 (速度、電力、電流、変調インデックス) を直線的に変化させることができます (図 7-39 を参照)。音響ノイズを引き起こす可能性がある、モーターに加わるトルクの急激な変化が起こらないように、このスルーレートを設定できます。閉ループ加速 / 減速スルーレート パラメータ (CL_ACC/CL_DEC) はそれぞれ加速 / 減速時のリファレンスのスルーレートを設定します。

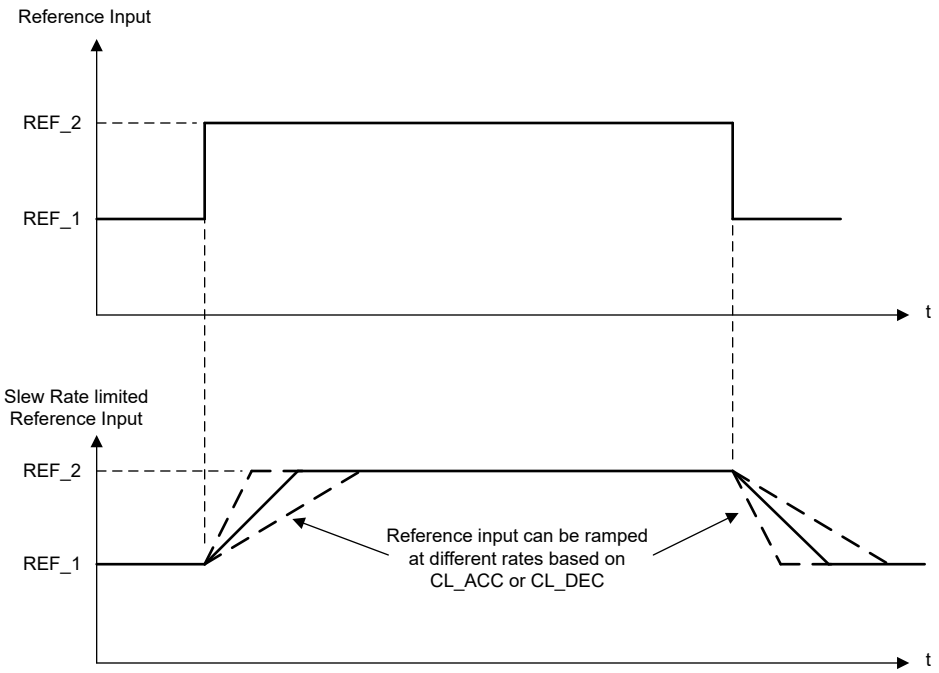


図 7-39. 閉ループ加速 / 減速スルーレート

7.3.11.2 速度 PI 制御

統合された速度制御ループは、動作条件が変わっても一定の速度を維持するのに役立ちます。K_p および K_i 係数は SPD_LOOP_KP と SPD_LOOP_KI によって設定されます。速度ループの出力は、トルク制御用の電流リファレンス (I_{q_ref}) を生成するために使われます。速度ループの出力は、電流制限値を実装するために制限されます。この電流制限値は ILIMIT によって設定されます。速度ループの出力が飽和すると、積分器ワインドアップを防止するため、積分器が無効化されます。

SPEED_REF_SLEW は、デューティ コマンド入力、ユーザーによって設定された速度プロファイルと閉ループ加速 / 減速レートから導かれ、SPEED_EST は逆起電力オブザーバによる推定速度です。

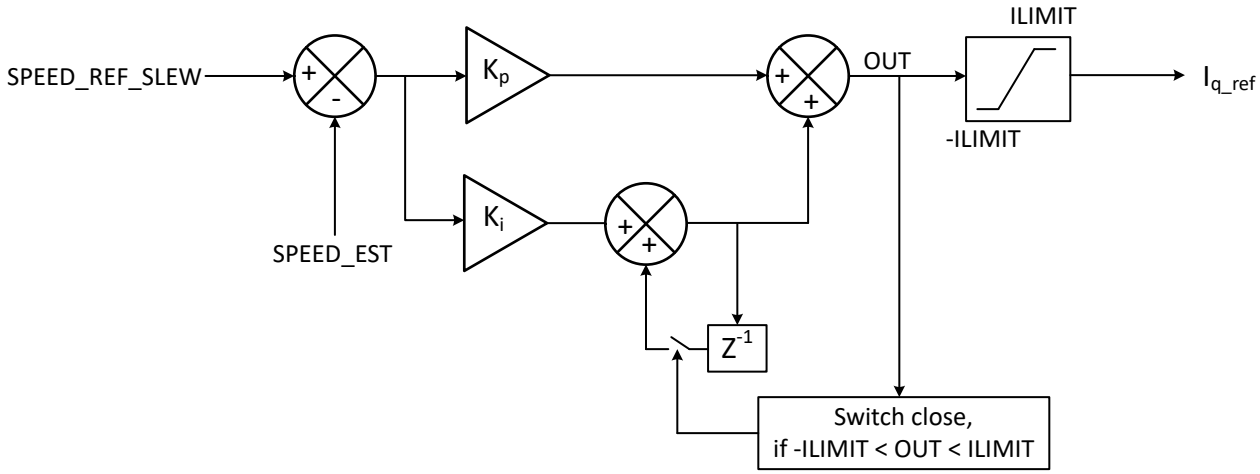


図 7-40. 速度 PI 制御

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.11.3 電流 PI 制御

MCF8316D は 2 つの PI コントローラを備えており、I_d と I_q がそれぞれ磁束とトルクを個別に制御します。K_p および K_i 係数はどちらの PI コントローラでも同じであり、CURR_LOOP_KP と CURR_LOOP_KI によって設定されます。電流制御ループの出力は、モーターに印加される電圧信号 (V_d と V_q) を生成するために使われます。電流ループの出力は電源電圧 (V_M) にクランプされます。I_d 電流 PI ループが最初に実行され、I_d 電流 PI ループの出力 (V_d) が飽和しているかどうかがチェックされます。電流ループの出力が飽和すると、積分器ワインドアップを防止するため、積分が無効化されます。

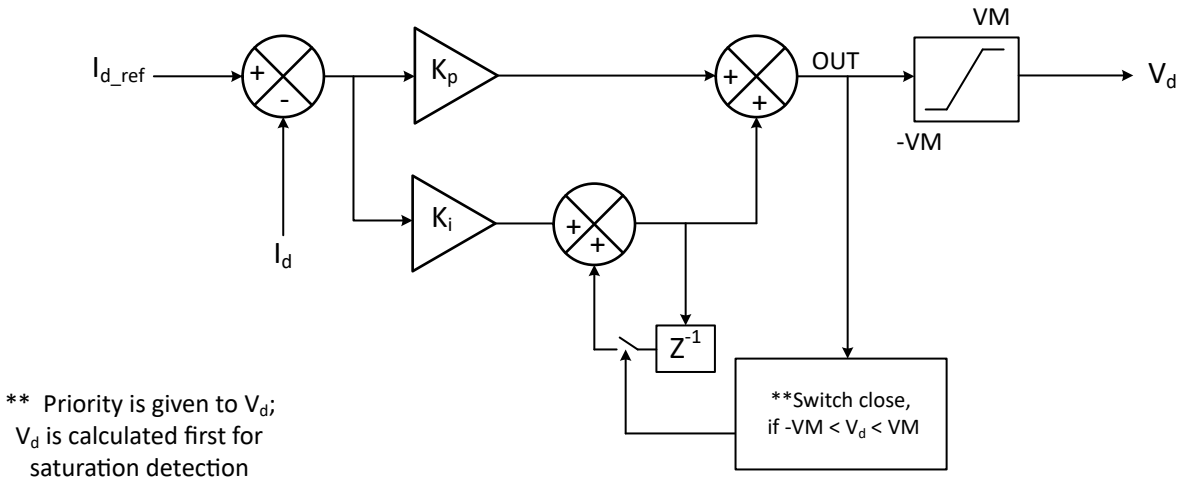


図 7-41. I_d 電流 PI 制御

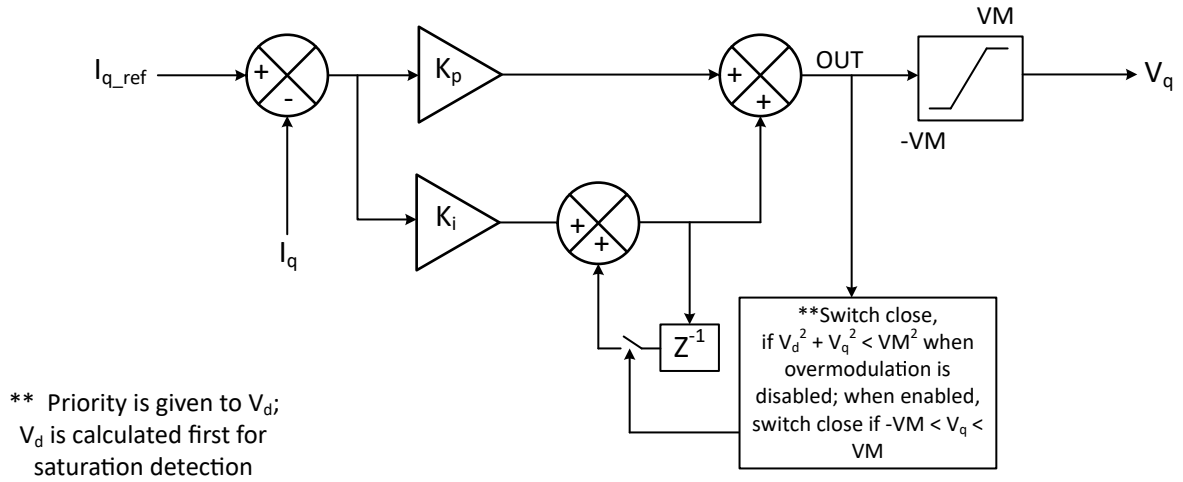


図 7-42. I_q 電流 PI 制御

7.3.11.4 電力制御モード

MCF8316D は、閉ループ電力制御のために、モーター速度の代わりに (入力 DC) 電力をレギュレートする機能を備えています。INPUT_REFERENCE_MODE を 01b に設定することで、(モーター速度ではなく) 入力電力レギュレーションモードが選択されます。MCF8316D が DC 入力電源から引き出すことができる最大電力は、MAX_POWER によって設定されます。電力ループの K_p および K_i 係数は SPD_LOOP_KP と SPD_LOOP_KI によって設定されます。

POWER_REF (W) = DUTY_CMD (%) x MAX_POWER (W)

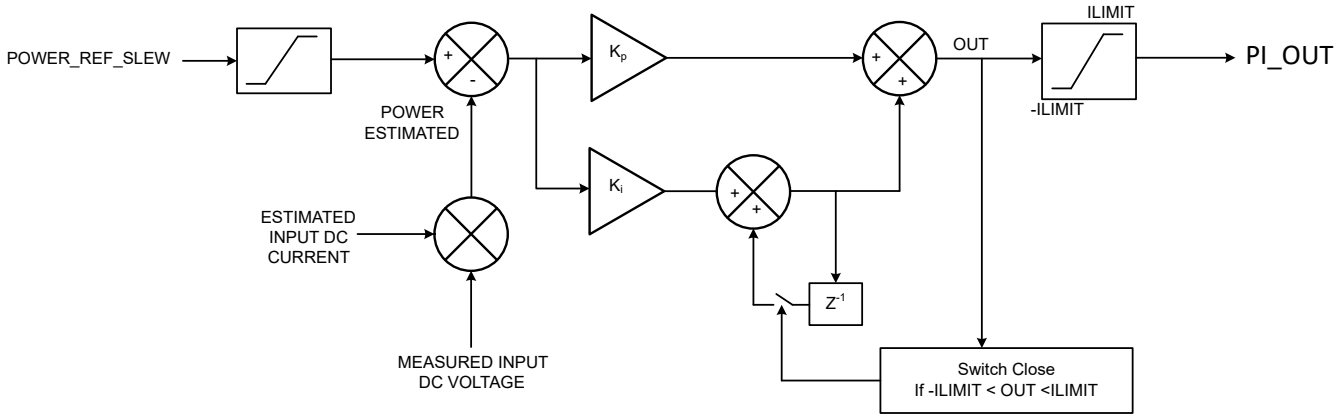


図 7-43. 閉ループ電力制御

7.3.11.5 電流 (トルク) 制御モード

MCF8316D は、INPUT_REFERENCE_MODE を 10b に設定することで、モーターの q 軸と d 軸の電流を直接制御できるようにする機能を備えています。このモードでは、q 軸および d 軸の電流リファレンス i_{q_ref} および i_{d_ref} は、速度 PI ループ出力の代わりに、デューティ サイクル入力、DUTY CMD、ILIMIT、LEAD_ANGLE によって直接設定されます (図 7-38 を参照)。したがって、このモードでは ILIMIT を設定することでトルク制御が可能となるので、トルク モード動作に使用できます。

7.3.11.6 変調インデックス制御

MCF8316D は、INPUT_REFERENCE_MODE を 11b に設定することで選択される電圧制御モードを備えています。このモードでは、閉ループ速度制御、電力制御、電流制御 (i_q と i_d) は無効化されます。印加される V_q と V_d は、ユーザー定義の変調インデックス リファレンス電圧 (VOLTAGE REF) と進角設定を使用して直接制御されます。VOLTAGE REF は MIN_DUTY から 100% まで変化します。

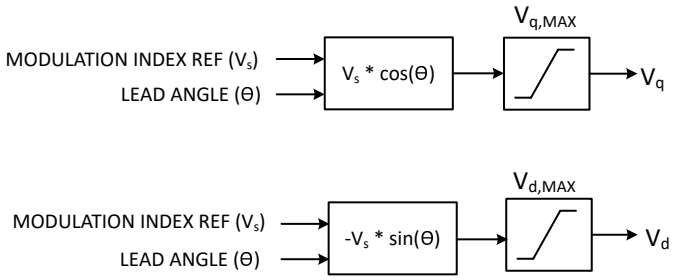


図 7-44. 閉ループ電圧制御

注

MCF8316D は、変調指数制御モード中の還流停止モードをサポートしていません。

7.3.11.7 過変調

MCF8316D は、印加される PWM パターンを適切に変更し、印加する基本位相電圧を上げることで、同じ VM 電圧でより高速にモーターを動作させるための過変調機能を備えています (印加される基本位相電圧が高いほど、より高い次数の高調波が増えるためです)。この機能は、OVERMODULATION_ENABLE を 1b に設定することで有効化できます。

7.3.11.8 モーター速度制限

MCF8316D は、ユーザーが設定した制限値にモーター速度を制限する機能を備えています。SPEED_LIMIT_ENABLE が 1b に設定されている場合、入力リファレンス モードの種類 (電流、電力、電圧) と動作条件 (VM、負荷など) を問わず、入力リファレンス モードに応じて入力 DC 電力、モーター位相電流、電圧を制限することで、

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

MCF8316D はモーター速度を MAX_SPEED に制限します。速度制限機能が作動 (モーター速度を MAX_SPEED に制限) している場合、MAX_SPEED 値の前後のチャタリングを最小限に抑えるため、加速 / 減速レートは CL_ACC/CL_DEC ではなく、CL_SLOW_ACC によって設定されます。速度制限機能が作動しなくなる (モーター速度 < MAX_SPEED) と、加速 / 減速レートは CL_ACC/CL_DEC に戻ります。

7.3.11.9 入力 DC 電力制限

MCF8316D は、モーター ドライバが入力 DC 電源 (VM) から引き出せる電力を制限する機能を備えています。BUS_POWER_LIMIT_ENABLE が 1b に設定されている場合、入力リファレンス モード (速度、電流、電圧) や動作条件 (VM、負荷など) に関係なく、MCF8316D は、(入力リファレンス モードに応じて) モーター速度、電流、または電圧を制限することで、入力 DC 電力を MAX_POWER に制限します。電力制限機能が作動している場合 (入力 DC 電力が MAX_POWER に制限されている場合)、加速 / 減速レートは、MAX_POWER 値の前後のチャタリングを最小限に抑えるために、CL_ACC/CL_DEC ではなく、CL_SLOW_ACC によって設定されます。電力制限機能が作動しなくなると (入力 DC 電力 < MAX_POWER)、加速 / 減速レートは CL_ACC/CL_DEC に戻ります。

7.3.12 フラックス減衰制御

PMSM モータは、基本速度以下の定トルク領域 (定格速度) だけでなく、基本速度以上の定電力領域でも動作できますが、電流および電圧制限に応じて基本速度は変化することがあります。MCF8316D は、定格速度を超えたモーター速度を実現するためのフラックス減衰制御機能を備えています。このフラックス減衰制御機能は、FLUX_WEAKENING_EN を 1b に設定することで有効化できます。フラックス減衰制御では、PI 制御ループを使用して I_{d_ref} を生成します。フラックス減衰ループの Kp 係数と Ki 係数は、FLUX_WEAK_KP と FLUX_WEAK_KI によって設定されます。

ユーザーは、その値以下ではフラックス減衰機能が無効化され、かつ I_{d_FW} がゼロに設定される変調インデックス リファレンス V_{s_ref} (図 7-45 を参照) を設定できます。この設定は FLUX_WEAK_REF ビット で利用できます。

$$V_{s_ref} = \sqrt{V_{q_ref}^2 + V_{d_ref}^2} \tag{8}$$

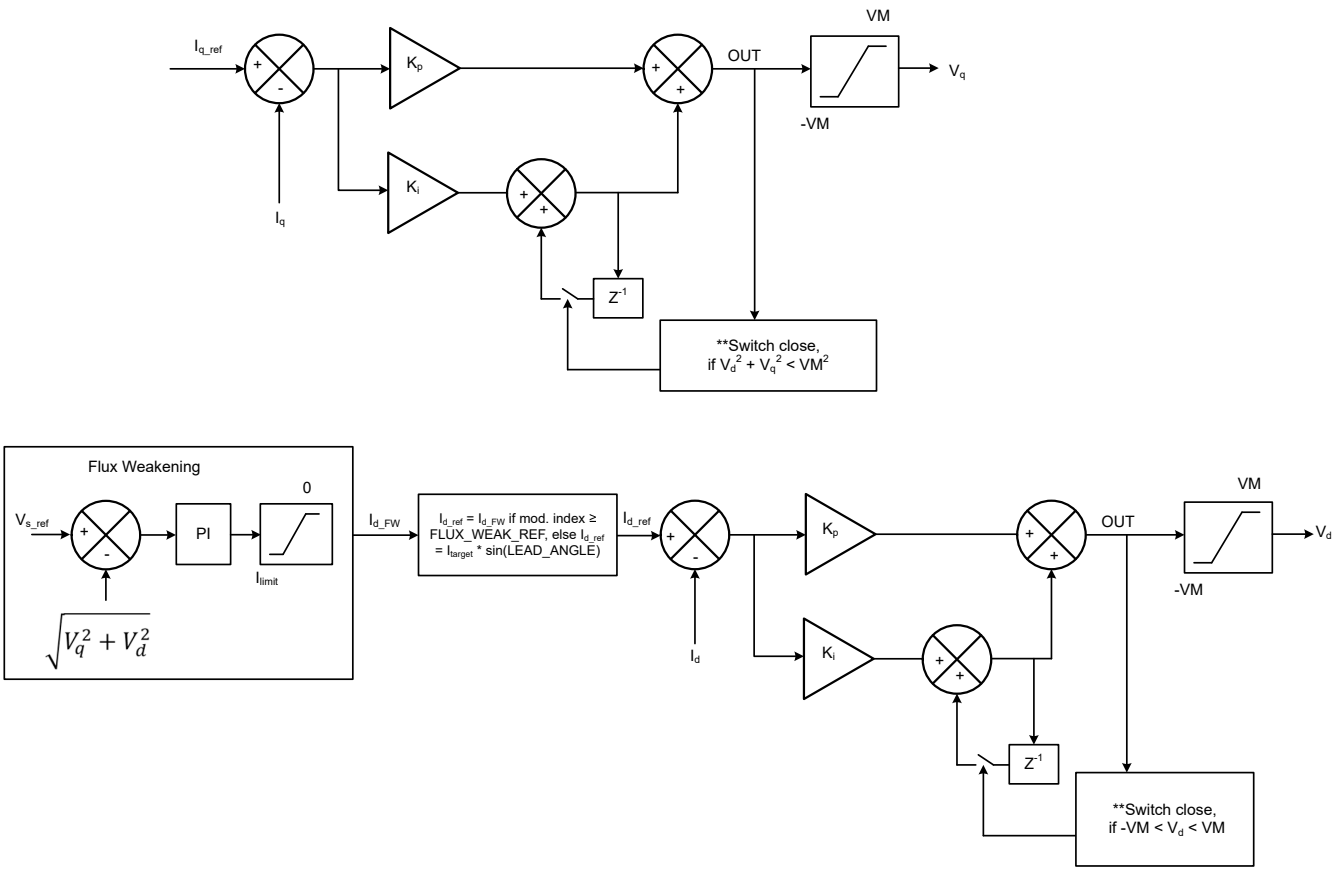


図 7-45. フラックス減衰制御

7.3.13 モーター パラメータ

MCF8316D は、モーター抵抗、モーター インダクタンス、モーター逆起電力定数を使用して、閉ループ動作時のモーター位置を推定します。MCF8316D は、オフライン状態でこれらのモーター パラメータを測定できます (モーター パラメータ抽出ツール (MPET) を参照)。通常のモーター動作の前に、(有効化されている場合、) パラメータのオフライン測定が行われます。ユーザーは、オフライン測定を無効化し、EEPROM を使ってモーター パラメータを設定することもできます。このオフライン モーター パラメータ測定機能は、モーターの製造時のばらつきを考慮に入れる上で役立ちます。

7.3.13.1 モータ抵抗

Y 結線モーターの場合、モーター位相抵抗 (R_{PH}) とは、位相出力からセンター タップまでの抵抗を指します (図 7-46 で R_{PH} と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーターの位相抵抗とは、Y 結線 (図 7-46) における等価な位相 - センター タップ間抵抗を指します。

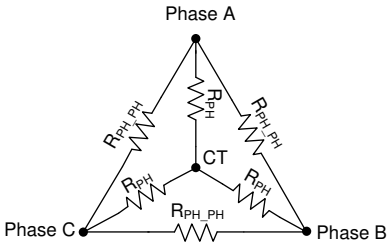


図 7-46. モータ抵抗

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な R_{PH} を得る簡単な方法は、2 つの位相端子間の抵抗 (R_{PH_PH}) を測定し、その値を 2 で割ることです (R_{PH} = ½ R_{PH_PH})。Y 結線モーターでは、センター タップ (CT) にアクセスできる場合、センター タップ (CT) と位相端子との間で R_{PH} を測定することもできます。

モーター抵抗 (R_{PH}) を、表 7-2 と最も近い値に設定します。

表 7-2. モーター抵抗の参照表

MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)
0x00	自己測定 (モーター パラメータ抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	0.145	0x80	0.465	0xC0	2.1
0x01	0.006	0x41	0.150	0x81	0.470	0xC1	2.2
0x02	0.007	0x42	0.155	0x82	0.475	0xC2	2.3
0x03	0.008	0x43	0.160	0x83	0.480	0xC3	2.4
0x04	0.009	0x44	0.165	0x84	0.485	0xC4	2.5
0x05	0.010	0x45	0.170	0x85	0.490	0xC5	2.6
0x06	0.011	0x46	0.175	0x86	0.495	0xC6	2.7
0x07	0.012	0x47	0.180	0x87	0.50	0xC7	2.8
0x08	0.013	0x48	0.185	0x88	0.51	0xC8	2.9
0x09	0.014	0x49	0.190	0x89	0.52	0xC9	3.0
0x0A	0.015	0x4A	0.195	0x8A	0.53	0xCA	3.2
0x0B	0.016	0x4B	0.200	0x8B	0.54	0xCB	3.4
0x0C	0.017	0x4C	0.205	0x8C	0.55	0xCC	3.6
0x0D	0.018	0x4D	0.210	0x8D	0.56	0xCD	3.8
0x0E	0.019	0x4E	0.215	0x8E	0.57	0xCE	4.0
0x0F	0.020	0x4F	0.220	0x8F	0.58	0xCF	4.2
0x10	0.022	0x50	0.225	0x90	0.59	0xD0	4.4
0x11	0.024	0x51	0.230	0x91	0.60	0xD1	4.6
0x12	0.026	0x52	0.235	0x92	0.61	0xD2	4.8
0x13	0.028	0x53	0.240	0x93	0.62	0xD3	5.0
0x14	0.030	0x54	0.245	0x94	0.63	0xD4	5.2
0x15	0.032	0x55	0.250	0x95	0.64	0xD5	5.4
0x16	0.034	0x56	0.255	0x96	0.65	0xD6	5.6
0x17	0.036	0x57	0.260	0x97	0.66	0xD7	5.8
0x18	0.038	0x58	0.265	0x98	0.67	0xD8	6.0
0x19	0.040	0x59	0.270	0x99	0.68	0xD9	6.2
0x1A	0.042	0x5A	0.275	0x9A	0.69	0xDA	6.4
0x1B	0.044	0x5B	0.280	0x9B	0.70	0xDB	6.6
0x1C	0.046	0x5C	0.285	0x9C	0.72	0xDC	6.8
0x1D	0.048	0x5D	0.290	0x9D	0.74	0xDD	7.0
0x1E	0.050	0x5E	0.295	0x9E	0.76	0xDE	7.2
0x1F	0.052	0x5F	0.300	0x9F	0.78	0xDF	7.4
0x20	0.054	0x60	0.305	0xA0	0.80	0xE0	7.6
0x21	0.056	0x61	0.310	0xA1	0.82	0xE1	7.8
0x22	0.058	0x62	0.315	0xA2	0.84	0xE2	8.0
0x23	0.060	0x63	0.320	0xA3	0.86	0xE3	8.2

表 7-2. モーター抵抗の参照表 (続き)

MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)
0x24	0.062	0x64	0.325	0xA4	0.88	0xE4	8.4
0x25	0.064	0x65	0.330	0xA5	0.90	0xE5	8.6
0x26	0.066	0x66	0.335	0xA6	0.92	0xE6	8.8
0x27	0.068	0x67	0.340	0xA7	0.94	0xE7	9
0x28	0.070	0x68	0.345	0xA8	0.96	0xE8	9.2
0x29	0.072	0x69	0.350	0xA9	0.98	0xE9	9.4
0x2A	0.074	0x6A	0.355	0xAA	1.00	0xEA	9.6
0x2B	0.076	0x6B	0.360	0xAB	1.05	0xEB	9.8
0x2C	0.078	0x6C	0.365	0xAC	1.10	0xEC	10.0
0x2D	0.080	0x6D	0.370	0xAD	1.15	0xED	10.5
0x2E	0.082	0x6E	0.375	0xAE	1.20	0xEE	11.0
0x2F	0.084	0x6F	0.380	0xAF	1.25	0xEF	11.5
0x30	0.086	0x70	0.385	0xB0	1.30	0xF0	12.0
0x31	0.088	0x71	0.390	0xB1	1.35	0xF1	12.5
0x32	0.090	0x72	0.395	0xB2	1.40	0xF2	13.0
0x33	0.092	0x73	0.400	0xB3	1.45	0xF3	13.5
0x34	0.094	0x74	0.405	0xB4	1.50	0xF4	14.0
0x35	0.096	0x75	0.410	0xB5	1.55	0xF5	14.5
0x36	0.098	0x76	0.415	0xB6	1.60	0xF6	15.0
0x37	0.100	0x77	0.420	0xB7	1.65	0xF7	15.5
0x38	0.105	0x78	0.425	0xB8	1.70	0xF8	16.0
0x39	0.110	0x79	0.430	0xB9	1.75	0xF9	16.5
0x3A	0.115	0x7A	0.435	0xBA	1.80	0xFA	17.0
0x3B	0.120	0x7B	0.440	0xBB	1.85	0xFB	17.5
0x3C	0.125	0x7C	0.445	0xBC	1.90	0xFC	18.0
0x3D	0.130	0x7D	0.450	0xBD	1.95	0xFD	18.5
0x3E	0.135	0x7E	0.455	0xBE	2.00	0xFE	19.0
0x3F	0.140	0x7F	0.460	0xBF	2.05	0xFF	20.0

7.3.13.2 モーター インダクタンス

Y 結線モーターの場合、モーター位相インダクタンス (L_{PH}) とは、位相出力とセンター タップとの間のインダクタンス を指します (図 7-47 で L_{PH} と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーター位相インダクタンスとは、Y 結線 (図 7-47) における等価な位相 - センター タップ間インダクタンスを指します。

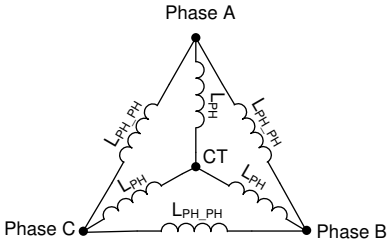


図 7-47. モーター インダクタンス

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な L_{PH} を得る簡単な方法は(L_{PH_PH}、2 つの位相端子間のインダクタンスを測定し、その値を 2 で割ることです (L_{PH} = ½ L_{PH_PH})。Y 結線モーターでは、センター タップ (CT) にアクセスできる場合、センター タップ (CT) と位相端子との間で L_{PH} を測定することもできます。

モーター インダクタンス (L_{PH}) を、表 7-3 と最も近い値に設定します。

表 7-3. モーター インダクタンスの参照テーブル

MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)
0x00	自己測定 (モーター パラメータ抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	0.145	0x80	0.465	0xC0	2.1
0x01	0.006	0x41	0.150	0x81	0.470	0xC1	2.2
0x02	0.007	0x42	0.155	0x82	0.475	0xC2	2.3
0x03	0.008	0x43	0.160	0x83	0.480	0xC3	2.4
0x04	0.009	0x44	0.165	0x84	0.485	0xC4	2.5
0x05	0.010	0x45	0.170	0x85	0.490	0xC5	2.6
0x06	0.011	0x46	0.175	0x86	0.495	0xC6	2.7
0x07	0.012	0x47	0.180	0x87	0.50	0xC7	2.8
0x08	0.013	0x48	0.185	0x88	0.51	0xC8	2.9
0x09	0.014	0x49	0.190	0x89	0.52	0xC9	3.0
0x0A	0.015	0x4A	0.195	0x8A	0.53	0xCA	3.2
0x0B	0.016	0x4B	0.200	0x8B	0.54	0xCB	3.4
0x0C	0.017	0x4C	0.205	0x8C	0.55	0xCC	3.6
0x0D	0.018	0x4D	0.210	0x8D	0.56	0xCD	3.8
0x0E	0.019	0x4E	0.215	0x8E	0.57	0xCE	4.0
0x0F	0.020	0x4F	0.220	0x8F	0.58	0xCF	4.2
0x10	0.022	0x50	0.225	0x90	0.59	0xD0	4.4
0x11	0.024	0x51	0.230	0x91	0.60	0xD1	4.6
0x12	0.026	0x52	0.235	0x92	0.61	0xD2	4.8
0x13	0.028	0x53	0.240	0x93	0.62	0xD3	5.0
0x14	0.030	0x54	0.245	0x94	0.63	0xD4	5.2
0x15	0.032	0x55	0.250	0x95	0.64	0xD5	5.4
0x16	0.034	0x56	0.255	0x96	0.65	0xD6	5.6
0x17	0.036	0x57	0.260	0x97	0.66	0xD7	5.8
0x18	0.038	0x58	0.265	0x98	0.67	0xD8	6.0
0x19	0.040	0x59	0.270	0x99	0.68	0xD9	6.2
0x1A	0.042	0x5A	0.275	0x9A	0.69	0xDA	6.4
0x1B	0.044	0x5B	0.280	0x9B	0.70	0xDB	6.6
0x1C	0.046	0x5C	0.285	0x9C	0.72	0xDC	6.8
0x1D	0.048	0x5D	0.290	0x9D	0.74	0xDD	7.0
0x1E	0.050	0x5E	0.295	0x9E	0.76	0xDE	7.2
0x1F	0.052	0x5F	0.300	0x9F	0.78	0xDF	7.4
0x20	0.054	0x60	0.305	0xA0	0.80	0xE0	7.6
0x21	0.056	0x61	0.310	0xA1	0.82	0xE1	7.8
0x22	0.058	0x62	0.315	0xA2	0.84	0xE2	8.0
0x23	0.060	0x63	0.320	0xA3	0.86	0xE3	8.2
0x24	0.062	0x64	0.325	0xA4	0.88	0xE4	8.4
0x25	0.064	0x65	0.330	0xA5	0.90	0xE5	8.6
0x26	0.066	0x66	0.335	0xA6	0.92	0xE6	8.8
0x27	0.068	0x67	0.340	0xA7	0.94	0xE7	9
0x28	0.070	0x68	0.345	0xA8	0.96	0xE8	9.2

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-3. モーター インダクタンスの参照テーブル (続き)

MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L_{PH} (mH)
0x29	0.072	0x69	0.350	0xA9	0.98	0xE9	9.4
0x2A	0.074	0x6A	0.355	0xAA	1.00	0xEA	9.6
0x2B	0.076	0x6B	0.360	0xAB	1.05	0xEB	9.8
0x2C	0.078	0x6C	0.365	0xAC	1.10	0xEC	10.0
0x2D	0.080	0x6D	0.370	0xAD	1.15	0xED	10.5
0x2E	0.082	0x6E	0.375	0xAE	1.20	0xEE	11.0
0x2F	0.084	0x6F	0.380	0xAF	1.25	0xEF	11.5
0x30	0.086	0x70	0.385	0xB0	1.30	0xF0	12.0
0x31	0.088	0x71	0.390	0xB1	1.35	0xF1	12.5
0x32	0.090	0x72	0.395	0xB2	1.40	0xF2	13.0
0x33	0.092	0x73	0.400	0xB3	1.45	0xF3	13.5
0x34	0.094	0x74	0.405	0xB4	1.50	0xF4	14.0
0x35	0.096	0x75	0.410	0xB5	1.55	0xF5	14.5
0x36	0.098	0x76	0.415	0xB6	1.60	0xF6	15.0
0x37	0.100	0x77	0.420	0xB7	1.65	0xF7	15.5
0x38	0.105	0x78	0.425	0xB8	1.70	0xF8	16.0
0x39	0.110	0x79	0.430	0xB9	1.75	0xF9	16.5
0x3A	0.115	0x7A	0.435	0xBA	1.80	0xFA	17.0
0x3B	0.120	0x7B	0.440	0xBB	1.85	0xFB	17.5
0x3C	0.125	0x7C	0.445	0xBC	1.90	0xFC	18.0
0x3D	0.130	0x7D	0.450	0xBD	1.95	0xFD	18.5
0x3E	0.135	0x7E	0.455	0xBE	2.00	0xFE	19.0
0x3F	0.140	0x7F	0.460	0xBF	2.05	0xFF	20.0

7.3.13.3 モータ逆起電力定数

逆起電力定数は、モーター速度の関数としての、モーター位相 - 中点間逆起電力を表します。Y 結線モーターの場合、モーター BEMF 定数 (Kt_{PH_N}) とは、時間の関数としての、位相出力とセンター タップとの間の BEMF を指します (図 7-48 で Kt_{PH_N} と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーター BEMF 定数とは、Y 結線 (図 7-48) における等価な位相 - センター タップ間 BEMF を指します。

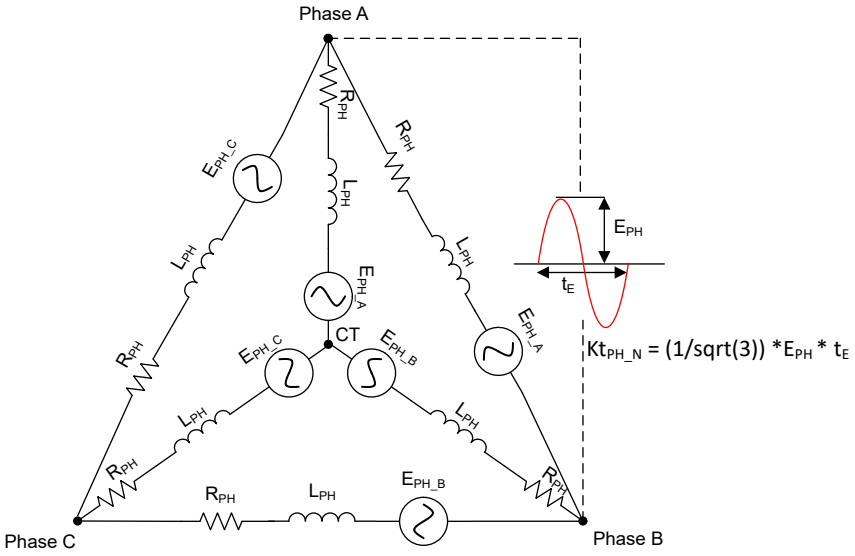


図 7-48. モーター逆起電力定数

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な Kt_{PH_N} を得る簡単な方法は、2 つの位相端子間の 1 電気的サイクルの範囲の BEMF のピーク値を測定し(E_{PH})、それに 1 電気的サイクルの周期を掛け、位相間から位相 - 中点間に変換するために sqrt(3) で割ることです (式 9 を参照)。

$$Kt_{PH_N} = {}^{1}/_{\sqrt{3}} \times E_{PH} \times t_E \tag{9}$$

モーター BEMF 定数 (Kt_{PH_N}) を、表 7-4 と最も近い値に設定します。

表 7-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル

MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)
0x00	自己測定 (モーター パラメータ抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	14.5	0x80	46.5	0xC0	210
0x01	0.6	0x41	15.0	0x81	47.0	0xC1	220
0x02	0.7	0x42	15.5	0x82	47.5	0xC2	230
0x03	0.8	0x43	16.0	0x83	48.0	0xC3	240
0x04	0.9	0x44	16.5	0x84	48.5	0xC4	250
0x05	1.0	0x45	17.0	0x85	49.0	0xC5	260
0x06	1.1	0x46	17.5	0x86	49.5	0xC6	270
0x07	1.2	0x47	18.0	0x87	50.0	0xC7	280
0x08	1.3	0x48	18.5	0x88	51	0xC8	290
0x09	1.4	0x49	19.0	0x89	52	0xC9	300
0x0A	1.5	0x4A	19.5	0x8A	53	0xCA	320
0x0B	1.6	0x4B	20.0	0x8B	54	0xCB	340
0x0C	1.7	0x4C	20.5	0x8C	55	0xCC	360
0x0D	1.8	0x4D	21.0	0x8D	56	0xCD	380
0x0E	1.9	0x4E	21.5	0x8E	57	0xCE	400
0x0F	2.0	0x4F	22.0	0x8F	58	0xCF	420
0x10	2.2	0x50	22.5	0x90	59	0xD0	440

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル (続き)

MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)
0x11	2.4	0x51	23.0	0x91	60	0xD1	460
0x12	2.6	0x52	23.5	0x92	61	0xD2	480
0x13	2.8	0x53	24.0	0x93	62	0xD3	500
0x14	3.0	0x54	24.5	0x94	63	0xD4	520
0x15	3.2	0x55	25.0	0x95	64	0xD5	540
0x16	3.4	0x56	25.5	0x96	65	0xD6	560
0x17	3.6	0x57	26.0	0x97	66	0xD7	580
0x18	3.8	0x58	26.5	0x98	67	0xD8	600
0x19	4.0	0x59	27.0	0x99	68	0xD9	620
0x1A	4.2	0x5A	27.5	0x9A	69	0xDA	640
0x1B	4.4	0x5B	28.0	0x9B	70	0xDB	660
0x1C	4.6	0x5C	28.5	0x9C	72	0xDC	680
0x1D	4.8	0x5D	29.0	0x9D	74	0xDD	700
0x1E	5.0	0x5E	29.5	0x9E	76	0xDE	720
0x1F	5.2	0x5F	30.0	0x9F	78	0xDF	740
0x20	5.4	0x60	30.5	0xA0	80	0xE0	760
0x21	5.6	0x61	31.0	0xA1	82	0xE1	780
0x22	5.8	0x62	31.5	0xA2	84	0xE2	800
0x23	6.0	0x63	32.0	0xA3	86	0xE3	820
0x24	6.2	0x64	32.5	0xA4	88	0xE4	840
0x25	6.4	0x65	33.0	0xA5	90	0xE5	860
0x26	6.6	0x66	33.5	0xA6	92	0xE6	880
0x27	6.8	0x67	34.0	0xA7	94	0xE7	900
0x28	7.0	0x68	34.5	0xA8	96	0xE8	920
0x29	7.2	0x69	35.0	0xA9	98	0xE9	940
0x2A	7.4	0x6A	35.5	0xAA	100	0xEA	960
0x2B	7.6	0x6B	36.0	0xAB	105	0xEB	980
0x2C	7.8	0x6C	36.5	0xAC	110	0xEC	1000
0x2D	8.0	0x6D	37.0	0xAD	115	0xED	1050
0x2E	8.2	0x6E	37.5	0xAE	120	0xEE	1100
0x2F	8.4	0x6F	38.0	0xAF	125	0xEF	1150
0x30	8.6	0x70	38.5	0xB0	130	0xF0	1200
0x31	8.8	0x71	39.0	0xB1	135	0xF1	1250
0x32	9.0	0x72	39.5	0xB2	140	0xF2	1300
0x33	9.2	0x73	40.0	0xB3	145	0xF3	1350
0x34	9.4	0x74	40.5	0xB4	150	0xF4	1400
0x35	9.6	0x75	41.0	0xB5	155	0xF5	1450
0x36	9.8	0x76	41.5	0xB6	160	0xF6	1500
0x37	10.0	0x77	42.0	0xB7	165	0xF7	1550
0x38	10.5	0x78	42.5	0xB8	170	0xF8	1600
0x39	11.0	0x79	43.0	0xB9	175	0xF9	1650
0x3A	11.5	0x7A	43.5	0xBA	180	0xFA	1700
0x3B	12.0	0x7B	44.0	0xBB	185	0xFB	1750

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル (続き)

MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)
0x3C	12.5	0x7C	44.5	0xBC	190	0xFC	1800
0x3D	13.0	0x7D	45.0	0xBD	195	0xFD	1850
0x3E	13.5	0x7E	45.5	0xBE	200	0xFE	1900
0x3F	14.0	0x7F	46.0	0xBF	205	0xFF	2000

7.3.14 モーター パラメータ抽出ツール (MPET)

MCF8316D は、モーター巻線抵抗、モーター巻線インダクタンス、逆起電力定数を使用して、閉ループ動作時のモーター位置を推定します。ユーザーが自分で値を入力するのではなく、MCF8316D はオフライン状態でモーター パラメータを自動的に測定できます。MPET ルーチンはモーターの巻線抵抗、インダクタンス、逆起電力定数、機械的負荷の慣性および摩擦係数を測定します。パラメータのオフライン測定は通常のモーター動作の前に行われます。パラメータの変動による影響を最小限に抑えるため、モーターを起動する前にモーター パラメータを推定することを推奨します。

図 7-49 に、MPET ルーチンの動作シーケンスを示します。MPET ルーチンには、MPET_CMD ビットが 1b に設定されている場合、または目標速度が 0 でない場合に遷移します。MPET ルーチンは 4 つの段階 (IPD、開ループ加速、電流低減、コースト) で構成されます。各段階の下に示した条件が真であると評価された場合、その段階は実行されます。その条件が偽であると評価された場合、アルゴリズムはその特定の段階をバイパスし、シーケンスの次の段階に進みます。4 つの段階のすべてを完了 (またはバイパス) すると、アルゴリズムは MPET ルーチンを終了します。MPET ルーチンが終了すると、目標速度が 0 以外の値に設定されている場合、アルゴリズムは起動および加速 (目標速度リファレンスまで) シーケンスを開始します。

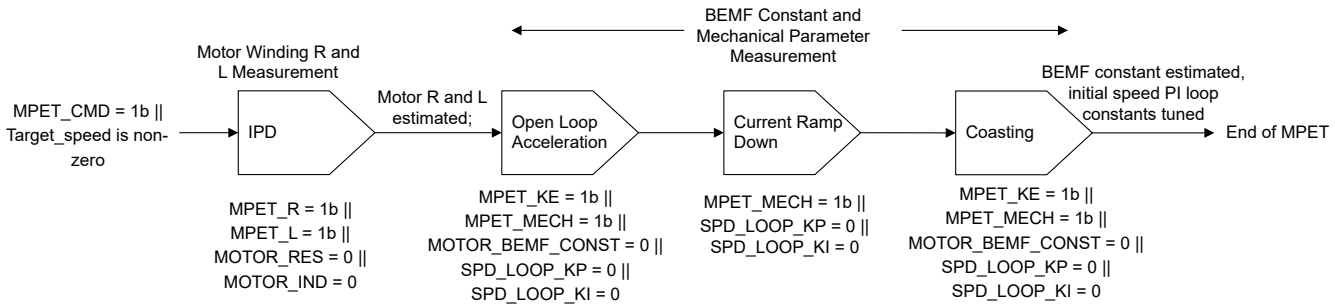


図 7-49. MPET シーケンス

テキサス・インスツルメンツ独自の MPET ルーチンには、以下の動作シーケンスが含まれます。

- **IPD**:ユーザーが MPET_R = 1b および MPET_L = 1b を設定することでモーター巻線抵抗またはインダクタンス測定を有効化している場合、またはユーザーが MOTOR_RES = 0 または MOTOR_IND = 0 を設定している場合、MPET ルーチンは IPD から開始されます。MPET 中の IPD は、通常のモーター動作の IPD 設定パラメータによって設定されます。IPD 電流制限と繰り返し回数は IPD_CURR_THR と IPD_REPEAT によって設定されます。IPD タイマのオーバーフロー、または電流増加時間の 3 倍を上回る IPD 電流減衰時間は、MPET_IPD_FAULT の原因となる可能性があります。
- 開ループ加速:

  MPET_KE = 1b と MPET_MECH = 1b を設定することで逆起電力定数または機械的パラメータ測定が有効化されている場合、IPD の後、MPET ルーチンはアラインを実行し、次に開ループ加速を実行します。MPET_MECH = 0b であっても、速度ループ PI 定数が 0 に設定されている場合、MPET ルーチンには機械的パラメータ測定のシーケンスが含まれます。このルーチンでは、通常のモーター動作の開ループ設定パラメータが使用されます。速度スルーレートは OL_ACC_A1 と OL_ACC_A2 によって設定され、電流リファレンスは OL_ILIMIT によって設定され、速度リファレンスは OPN_CL_HANDOFF_THR によって設定されます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

- **電流低減**:開ループ加速の後、機械的パラメータ測定が有効化されている場合、MPET ルーチンは、負荷に対応するには十分なより小さい値にモーター電流を最適化します。機械的パラメータ測定が無効化されている場合 (MPET_MECH = 0b または速度ループ PI パラメータが 0 以外の場合)、MPET は電流低減シーケンスを行いません。
- **コースト**:MPET ルーチンは、このシーケンスによってハイ インピーダンス状態を作り出し、モーターが惰性で回転できるようにします。モーターの逆起電力と機械的パラメータを示す値は、モーター コースト期間中に測定されます。STAT_DETECT_THR によって設定されたスレッショルドをモーターの逆起電力が下回ると、MPET_BEMF_FAULT が生成されます。

注

ユーザーは、MPET_CMD ビットに 0b を書き込み、目標速度を 0 にすることで、いつでも MPET ルーチンを終了できます。

EEPROM または MPET からのパラメータの選択

MPET の推定値は MTR_PARAMS レジスタから読み出すことができます。MPET_WRITE_SHADOW ビットを 1 に設定すると、MPET の推定値がシャドウ / RAM レジスタに書き込まれ、MOTOR_RES、MOTOR_IND、MOTOR_BEMF_CONST、CURR_LOOP_KP、CURR_LOOP_KI、SPD_LOOP_KP、SPD_LOOP_KI シャドウ / RAM レジスタのユーザー設定値 (EEPROM からの) が MPET による推定値で上書きされます。シャドウ / RAM レジスタのいずれかが (EEPROM レジスタから) 0 に初期化されている場合、MPET_WRITE_SHADOW 設定に関係なく、MPET の推定値がこれらのレジスタのために使われます。MPET は、抵抗とインダクタンスの測定値を使って電流ループ KP および KI を計算します。MPET は、シャフトでの慣性および摩擦係数 (モーターとシャフトの両方の結合負荷を含む) を含む機械的パラメータを推定します。これらの値を使って、速度ループ KP および KI の初期値が設定されます。速度ループ KP および KI 設定の推定値は初期設定としてのみ使用できます。性能要件に基づいて、ユーザーがアプリケーションでこれらのパラメータを調整することを推奨します。

7.3.15 電圧サージ防止 (AVS)

モーターが駆動される際、電源からモーターにエネルギーが転送されます。このエネルギーの一部は、誘導および機械エネルギーの形で蓄積されます。モーターによって生成される BEMF 電圧が、モーターに印加されている電圧よりも大きくなるほど速度コマンドが急減した場合、モーターの機械エネルギーは電源に逆流し、V_M 電圧が急増します。AVS 機能は、この V_M の電圧サージを防止するように作用し、AVS_EN を 1b に設定します。AVS 機能は、AVS_EN を 0b に設定することで無効化できます。AVS が無効化されている場合、減速度は CL_DEC によって設定されます。

7.3.16 アクティブ ブレーキ

モーターを迅速に減速させるには、モーターの機械的エネルギーを高速かつ制御された方法で回転子から引き抜く必要があります。しかし、減速プロセス中にモーターの機械的エネルギーが電源に戻ると、電源電圧 (VM) は上昇します。MCF8316D は、アクティブ ブレーキと呼ばれる斬新な手法を使って、ポンピング エネルギーを電源電圧に戻すことなく、モーターを迅速に減速できます。アクティブ ブレーキを有効化し、モーターを急激に減速する際の DC バス電圧 (VM) スパイクを防止するには、ACTIVE_BRAKE_EN を 1b に設定されています。DC バス電圧 (VM) スパイクを発生させずに、モーターを素早く減速させるため、リバース ドライブ中 (「リバース ドライブ」を参照) またはモーター停止中 (「アクティブ スピン ダウン」を参照) にアクティブ ブレーキを使うこともできます。

アクティブ ブレーキ中に DC バスから供給される電流の上限値 (i_{dc_ref}) は、ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT によって設定できます。D 軸基準電流 (i_{d_ref}) は、DC バス電流の上限値 (i_{dc_ref}) と DC バス電流の推定値 (i_{dc}) との間の偏差から、PI コントローラを使って生成されます (図 7-50 を参照)。PI コントローラのゲイン定数は、ACTIVE_BRAKE_KP と ACTIVE_BRAKE_KI によって設定できます。アクティブ ブレーキ中、DC バス電流の上限値 (i_{dc_ref}) は、ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE によって設定されたスルーレートで、0 から ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT まで直線的に増加します。

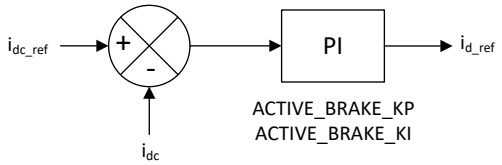


図 7-50. アクティブ ブレーキの i_{d_ref} 電流制御ループ

ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY は、その値を上回るとアクティブ ブレーキ動作に入る、初期速度と目標速度の差の最小値を設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY が 10% に設定されていると仮定します。初期速度が 100%、目標速度が 95% に設定されている場合、95% 速度に到達するのに、MCF8316D はアクティブ ブレーキの代わりに AVS を使います。なぜなら、指示された速度変化 (5%) が ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY (10%) より小さいためです。

ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT は、その値を下回るとアクティブ ブレーキ動作を終える、現在の速度と目標速度の差を設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT が 5% に設定されていると仮定します。モーターの初期速度が 100%、目標速度が 10% に設定されている場合、モーター速度を 15% に下げるのに、MCF8316D はアクティブ ブレーキを使います。15% の速度に達すると、MCF8316D はアクティブ ブレーキ動作を終了し、AVS を使ってモーター速度を 10% まで下げます。

ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は、それを下回るとアクティブ ブレーキが使われる、変調指数を設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT が 50%、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY が 5%、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT が 2.5% に設定されていると仮定します。モーターの初期速度が 70% (対応する変調インデックスは 90%)、目標速度が 40% (対応する変調インデックスは 60%) に設定されている場合、MCF8316D は AVS を使って 40% の目標速度までモーターを減速します。なぜなら、最終的な速度に対応する変調インデックス (60%) が ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT (50%) より大きいためです。同様に、最終速度コマンドが 10% である場合 (対応する変調インデックスは 30%)、MCF8316D は 30% の速度 (対応する変調インデックスは 50%) まで AVS を使い、30%～15% の速度ではアクティブ ブレーキに切り換えます (最終速度 (10%) + ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT (5%))。そして、15%～10% の速度で AVS を使いアクティブ ブレーキを完了します。ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT を 100% に設定してアクティブ ブレーキ チューニングを開始することをテキサス・インスツルメンツは推奨します。アクティブ ブレーキ中に DC バス電圧 (VM) スパイクが観測された場合、この電圧スパイクが除去されるように ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT を段階的に減らします。ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT が 0% に設定されている場合、(ACTIVE_BRAKE_EN が 1b に設定されている場合でも) MCF8316D は AVS で順方向に減速します。逆方向 (方向変更中) の場合、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は適用されないため、MCF8316D はアクティブ ブレーキで減速します。

注

1. ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は、順方向での減速中にのみ適用され、方向変更中は適用されません。
2. アクティブ ブレーキを動作させる場合、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY は ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT よりも大きい値に設定されます。
3. アクティブ (または閉ループ) ブレーキ中、I_{q_ref} は -ILIMIT にクランプされます。これ (I_{q_ref} が - ILIMIT にクランプされること) により、減速中に速度 PI ループが飽和し、SPEED_LOOP_SATURATION ビットが 1b に設定されます。減速が完了し、速度 PI ループが飽和状態を脱すると、このビットは自動的に 0b に設定されます。したがって、減速中、速度ループ飽和フォルトは無視されます。
4. アクティブ ブレーキは、速度制御モードでのみ使用できます。
5. (バス) 電力制限機能が有効化されている (BUS_POWER_LIMIT_ENABLE = 1b) 場合、(ACTIVE_BRAKE_EN = 1b の場合でも) アクティブ ブレーキは利用できません。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.17 出力 PWM スイッチング周波数

MCF8316D は、MOSFET の出力 PWM スイッチング周波数を PWM_FREQ_OUT によって設定する機能を備えています。PWM_FREQ_OUT の範囲は 10～60kHz です。最適な出力 PWM スイッチング周波数を選択するため、電流リップルとスイッチング損失の利害得失を評価する必要があります。通常、L/R 比が小さいモーターほど、電流リップルを低減するのにより高い PWM スイッチング周波数を必要とします。

7.3.18 PWM ディザリング

MCF8316D は、MOSFET のスイッチングによって生成される EMI を低減するための PWM ディザリング機能を備えています。有効化されている場合、PWM_FREQ_OUT 設定値の前後で (ユーザーが設定した周波数範囲内で) PWM スイッチング周波数を連続的に変化させ、EMI エネルギーを周波数スペクトル全体に拡散させることで、EMI ピーク値を低減します。PWM ディザリングのためのユーザー設定周波数範囲は PWM_DITHER_DEPTH によって設定されます。PWM_DITHER_DEPTH を 0x0 に設定すると、PWM ディザリングが無効化されます。PWM_DITHER_DEPTH として ±5%、±7.5%、±10% の周波数拡散を選択できます。PWM_FREQ_OUT を 25kHz、PWM_DITHER_DEPTH を ±10% に設定した場合、MOSFET に印加される PWM スイッチング周波数が 22.5kHz (25kHz -10%)～27.5kHz (25kHz +10%) の間で連続的に変化し、それによって 25kHz の倍数の EMI ピークを低減させます。PWM ディザリングは、ランダムと三角波 (PWM_DITHER_MODE で設定) の 2 つのモードで利用できます。ランダム ディザリングでは、PWM スイッチング周波数は PWM_FREQ_OUT と PWM_DITHER_DEPTH で設定された範囲内でランダムに変化します。三角波ディザリングでは、ユーザーが設定したスルーレート (PWM_DITHER_STEP で設定) で PWM スイッチング周波数が変化します (図 7-51 を参照)。

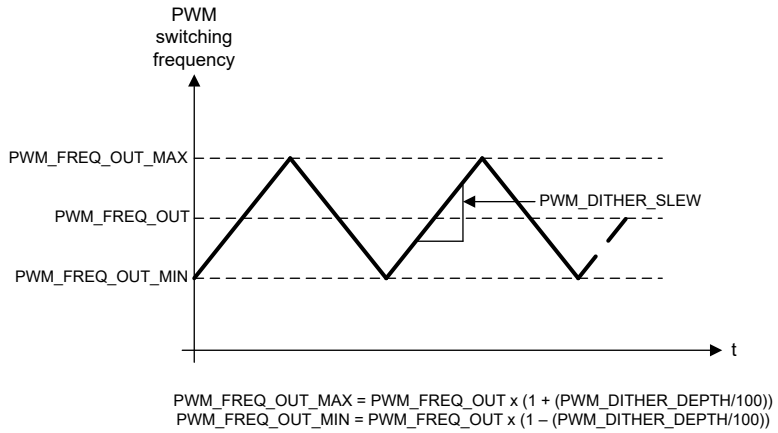


図 7-51. 三角波 PWM ディザリング

PWM スイッチング周波数のスルーレート (図 7-51 の PWM_DITHER_SLEW) は、式 10 に示すように設定されます。

$$\text{PWM_DITHER_SLEW (kHz/s)} = \text{PWM_DITHER_STEP} * \text{SLEW_SCALING FACTOR} \quad (10)$$

SLEW_SCALING 係数は、表 7-5 に示すように、PWM スイッチング周波数によって変化します。

表 7-5. SLEW_SCALING 係数と PWM スイッチング周波数との関係

PWM スイッチング周波数 (kHz)	SLEW_SCALING 係数
10	1
15	2.25
20	2
25	3.125
30	4.5
35	3.0625
40	4

表 7-5. SLEW_SCALING 係数と PWM スイッチング周波数との関係 (続き)

PWM スイッチング周波数 (kHz)	SLEW_SCALING 係数
45	5.0625
50	6.25
55	7.5625
60	9

7.3.19 PWM 変調方式

MCF8316D は、2 つの変調方式 (連続空間ベクトル PWM 変調方式と不連続空間ベクトル PWM 変調方式) をサポートしています。連続 PWM 変調では、設定されたスイッチング周波数に従って 3 相すべてが常時スイッチングします。不連続 PWM 変調では、120º 電気的周期にわたって 1 つの相がグランドにクランプされ、その他の 2 つの相はパルス幅変調されます。変調方式は、PWM_MODE によって設定されます。図 7-52 に、各種変調方式の変調位相電圧の平均値を示します。

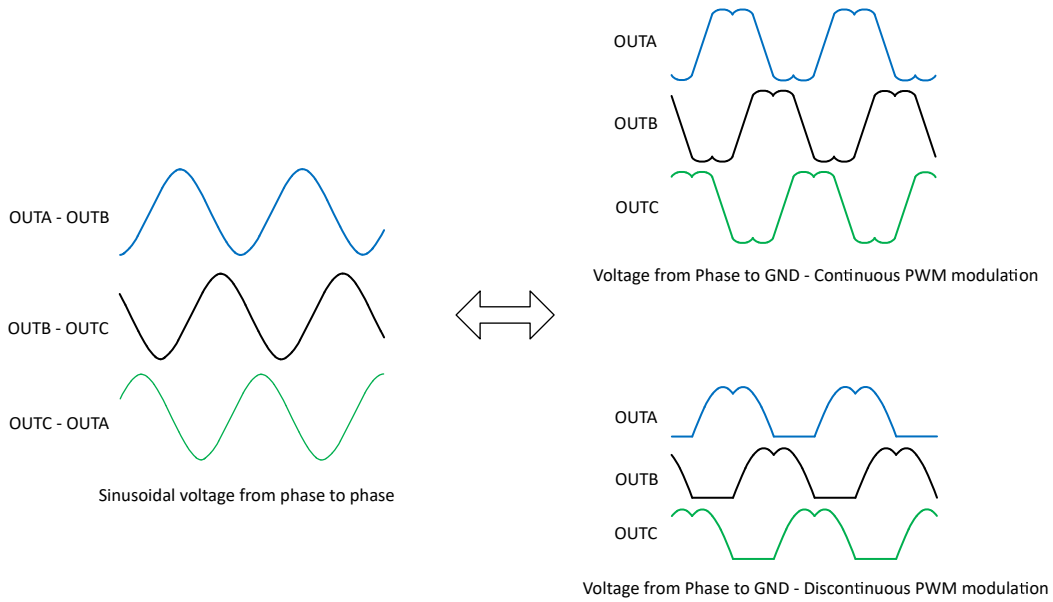


図 7-52. 連続および不連続 PWM 変調の位相電圧

連続変調は、インダクタンスが小さいモーターの電流リップルを低減するのに役立ちますが、3 つの相のすべてがスイッチングしているため、スイッチング損失が大きくなります。不連続変調では、一度に 2 つの相のみがスイッチングするため、スイッチング損失が小さくなりますが、電流リップルは大きくなります。

7.3.20 デッド タイム補償

貫通条件を回避するため、ハーフ ブリッジ レッグのハイサイド MOSFET のスイッチングの瞬間とローサイド MOSFET のスイッチングの瞬間との間にデッドタイムが挿入されます。デッドタイムの挿入により、位相電流の方向によっては、位相ノードでの電圧の期待値と印加電圧が一致しなくなります。この位相ノードの電圧歪みは、位相電流に望ましくない歪みをもたらし、可聴ノイズの原因となります。MCF8316D は、この位相電流歪みを除去し、可聴ノイズを大幅に低減させる独自のデッド タイム補償機能を内蔵しており、それによって MCF8316D の FOC の音響性能を大幅に向上させています。このデッドタイム補償は、DEADTIME_COMP_EN を設定することで有効化または無効化できます。DEADTIME_COMP_EN が 1b (補償が有効) に設定されていても、モーターの電気的周波数が 108Hz を上回るとデッド タイム補償は無効化され、モーターの電気的周波数が 102Hz を下回ると再び有効化されます。

7.3.21 モータ停止オプション

MCF8316D は、MTR_STOP によって設定できるさまざまなモーター停止オプションを備えています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.21.1 コースト (ハイ インピーダンス) モード

コースト (ハイ インピーダンス) モードは、MTR_STOP を 000b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、MCF8316D は、すべての MOSFET をターンオフしてハイ インピーダンス (Hi-Z) 状態に移行します。MCF8316D がモーター駆動からハイ インピーダンス状態に遷移すると、モーター巻線内の誘導電流は流れ続け、MOSFET 出力段のボディ ダイオードを通って電源にエネルギーが戻ります (図 7-53 の例を参照)。

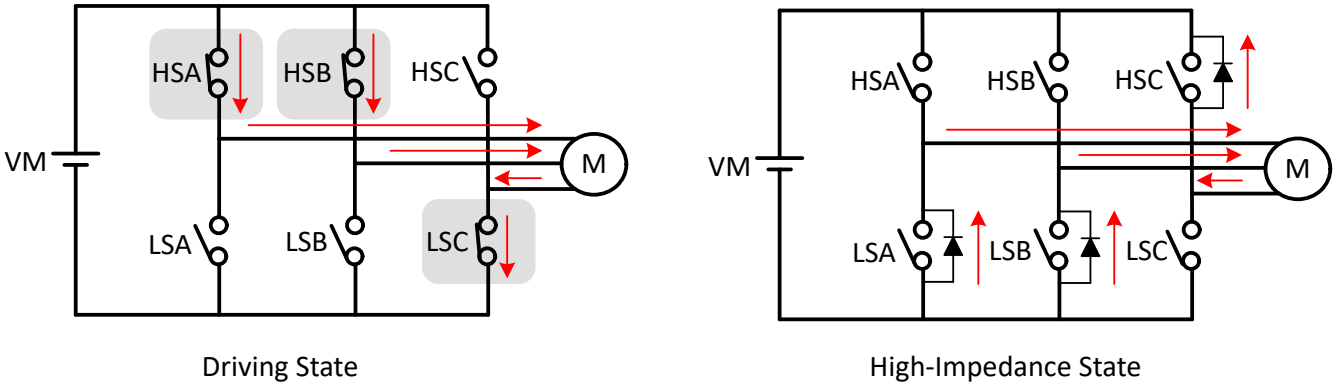


図 7-53. コースト (ハイ インピーダンス) モード

この例では、ハイサイド A 相 MOSFET (HSA)、ハイサイド B 相 MOSFET (HSB) を経由してモーターに電流が流れて、ローサイド C 相 の MOSFET (LSC) を経由して戻ります。モーター停止コマンドを受信すると、6 つの MOSFET のすべてがハイ インピーダンス状態に遷移し、誘導エネルギーは MOSFET (LSA、LSB、HSC) のボディ ダイオードを経由して電源に戻ります。

7.3.21.2 リサーキュレーション モード

還流モードは、MTR_STOP を 001b に設定することで有効化されます。モーター停止時に誘導エネルギーが DC 入力電源に逆流するのを防ぐため、MCF8316D では、特定の時間 (誘導電流が 0 まで減衰できるように自動計算された還流時間) の間、アクティブな (オンしている) MOSFET の一部を選択的にターンオフすることで、MOSFET 内で電流を循環させることができます。その後、残りの MOSFET をターンオフしてハイ インピーダンスに遷移します。

停止コマンド受信時の相電圧パターンに応じて、ローサイド (図 7-54 を参照) またはハイサイド還流 (図 7-55 を参照) を使い、誘導エネルギーを DC 入力電源に逆流させることなくモーターを停止します。

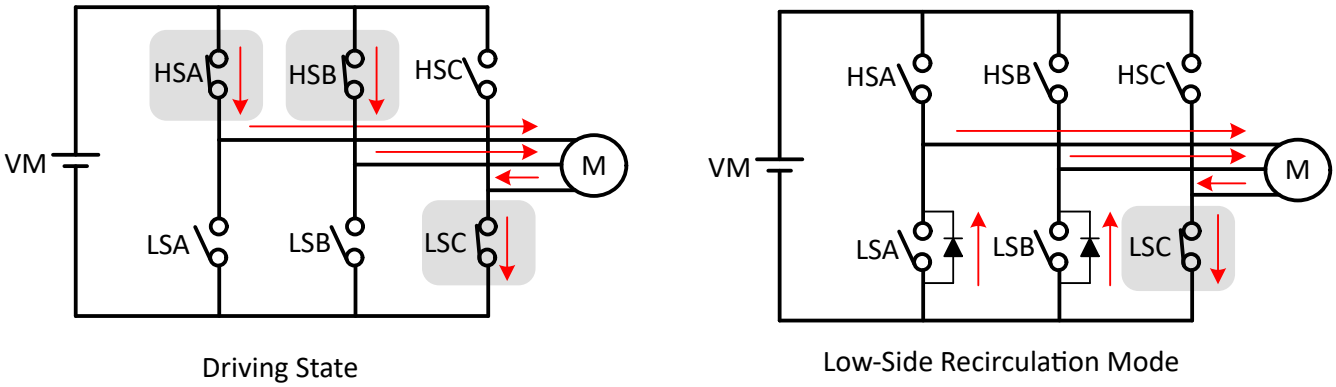


図 7-54. ローサイド還流

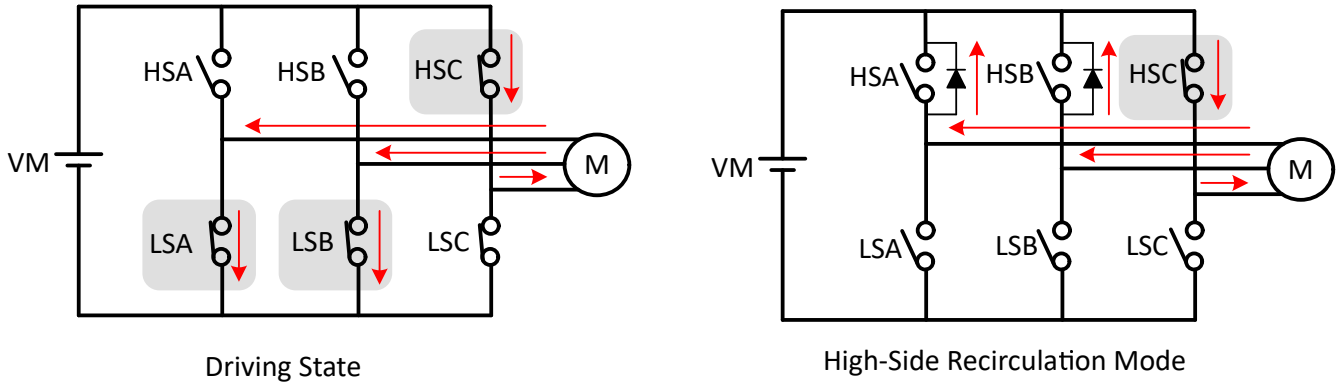


図 7-55. ハイサイド還流

注

モーターが、開ループ状態、アクティブ ブレーキ状態、フラックス減衰状態、進角がゼロでない状態の場合、還流による停止は使えません。このような場合、モーター停止モードは LOW_SPEED_RECIRC_BRAKE_EN によって設定されます。

7.3.21.3 ローサイド ブレーキ

ローサイド ブレーキ モードは、MTR_STOP を 010b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を低減します。その後、MTR_STOP_BRK_TIME で定義された時間の間、すべてのローサイド MOSFET をターンオンします (図 7-56 の例を参照)。停止コマンドを受信する前にモーター速度が BRAKE_SPEED_THRESHOLD を下回っている場合、MCF8316D はブレーキ状態に直接遷移します。MTR_STOP_BRK_TIME の間ブレーキをかけた後、すべての MOSFET をターンオフすることで、MCF8316D はハイ インピーダンス状態に遷移します。

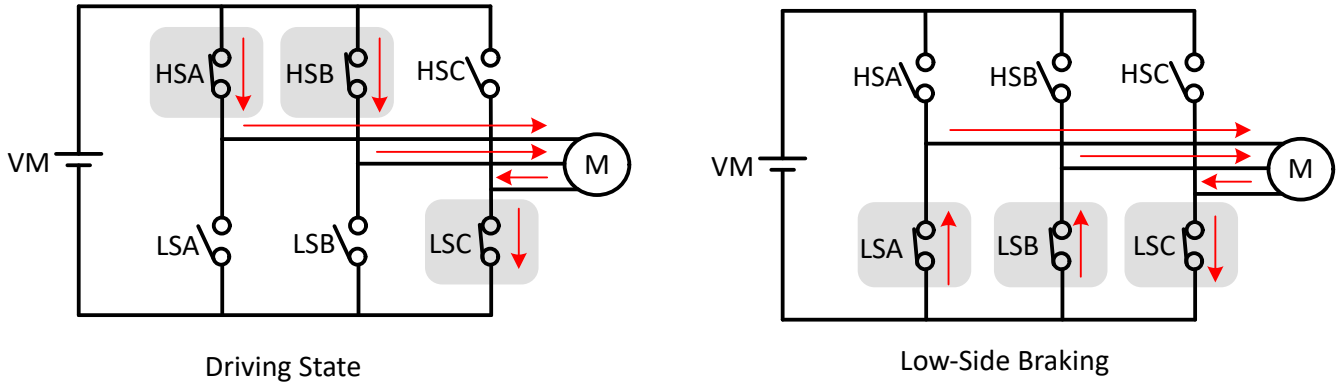


図 7-56. ローサイド ブレーキ

MCF8316D は、BRAKE ピン入力によってローサイド ブレーキに移行することもできます。BRAKE ピンが High 状態にプルされると、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を低減します。その後、すべてのローサイド MOSFET をターンオンします。この場合、BRAKE ピンが Low 状態に変化するまで、MCF8316D はローサイド ブレーキ状態にとどまります。

7.3.21.4 ハイサイド ブレーキ

ハイサイド ブレーキ モードは、MTR_STOP を 011b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を低減します。その後、MTR_STOP_BRK_TIME で定義された時間の間、すべてのハイサイド MOSFET をターンオンします (図 7-57 の例を参照)。停止コマンドを受信する前にモーター速度が BRAKE_SPEED_THRESHOLD を下回っている場合、MCF8316D はブレーキ状態に直接

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

遷移します。MTR_STOP_BRK_TIME の間ブレーキを作動させた後、すべての MOSFET をターンオフすることにより、MCF8316D はハイ インピーダンス状態に遷移します。

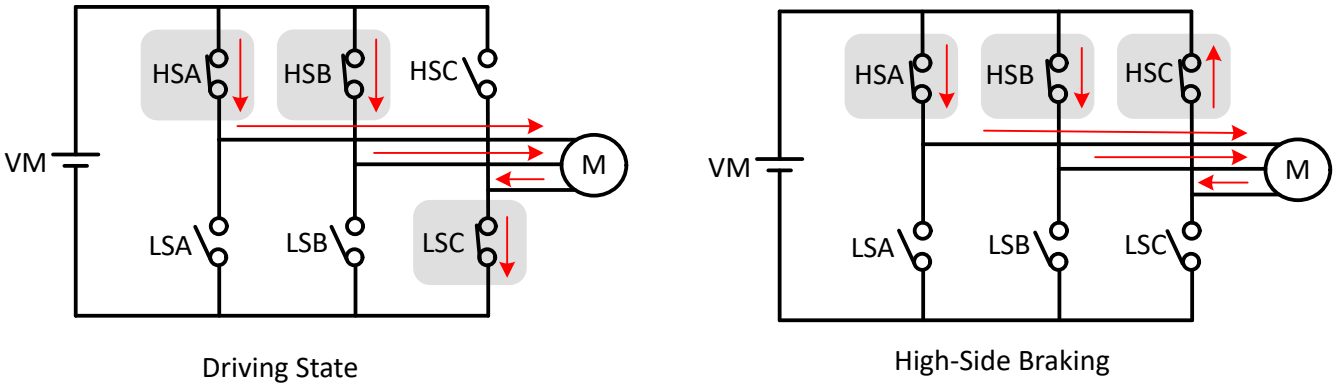


図 7-57. ハイサイド ブレーキ

7.3.21.5 アクティブ スピン ダウン

アクティブ スピン ダウン モードは、MTR_STOP を 100b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドが受信されると、MCF8316D は SPEED_REF を ACT_SPIN_THR まで減らした後、すべての MOSFET をターンオフすることでハイ インピーダンス状態に移行します。このモードの利点は、SPEED_REF を下げることでモーターが減速され、それによって、ハイ インピーダンスに移行する前に位相電流が減少することです。そのため、モーターがハイ インピーダンス状態に移行する際に電源に逆流するエネルギーが減少します。ACT_SPIN_THR スレッショルドは、MCF8316D がモーターとの同期を失わないように、十分高い値に設定する必要があります。

7.3.22 アライン ブレーキ

注

アライン ブレーキは、BRAKE_PIN_MODE が 1b に設定されている場合にのみ利用できます。

アライン ブレーキは、ブレーキ コマンド (BRAKE ピンのロジック High 信号と BRAKE_INPUT = 01b の設定のどちらか) を受信した際に、ユーザーが設定した角度でモーターを停止させるために使用されます。このモードでは、ブレーキ コマンドを受信すると、MCF8316D は、特定の位相パターンを介して DC 電流を連続的に注入することで、モーターを「整列停止」させる前に、BRAKE_SPEED_THRSHOLD で定義された値までモーター速度を下げます。アライン ブレーキ中の位相パターンは、アラインを実行する必要がある角度に基づいて生成されます。この角度は、BRAKE_SPEED_THRESHOLD に達した際の最後の整流角として設定するか (ALIGN_BRAKE_ANGLE_SEL = 0b の場合) 、または ALIGN_ANGLE を使用して直接設定することができます (ALIGN_BRAKE_ANGLE_SEL = 1b の場合)。アライン ブレーキ中の電流制限は、ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT によって設定されます。

7.3.23 FG の構成

MCF8316D は、周波数生成 (FG) ピンを使ってモーター速度に関する情報を提供します。MCF8316D では、FG ピンの出力は FG_CONFIG によって設定されます。FG_CONFIG が 0b に設定されている場合、MCF8316D がモーターを駆動している限り、FG 出力はアクティブです。FG_CONFIG が 1b に設定されている場合、モーターの逆起電力が FG_BEMF_THR を下回るまで、MCF8316D は FG 出力を提供します。

7.3.23.1 FG 出力周波数

FG 出力周波数は FG_DIV によって設定できます。多くのアプリケーションでは、モーターが機械的に 1 回転するごとに FG 出力がパルスを 1 つ出力することが求められます。2 極～30 極のモーターに対応するさまざまな FG_DIV 値を設定することで、これを実現できます。FG_DIV = 0000b は、従来の 3 ホール センサ ソリューションとの下位互換性を確保するため、120º (電気角) ごとに FG パルスを生成します。

図 7-58 に、120º (電気角) ごとに 1 回、1 電気的サイクル (2 極) ごとに 1 回、2 電気的サイクル (4 極) ごとに 1 回、3 電気的サイクル (6 極) ごとに 1 回、4 電気的サイクル (8 極) ごとに 1 回 (以下同様)、それぞれ MCF8316D が FG パルスを出力するように設定されている場合の FG 出力を示します。

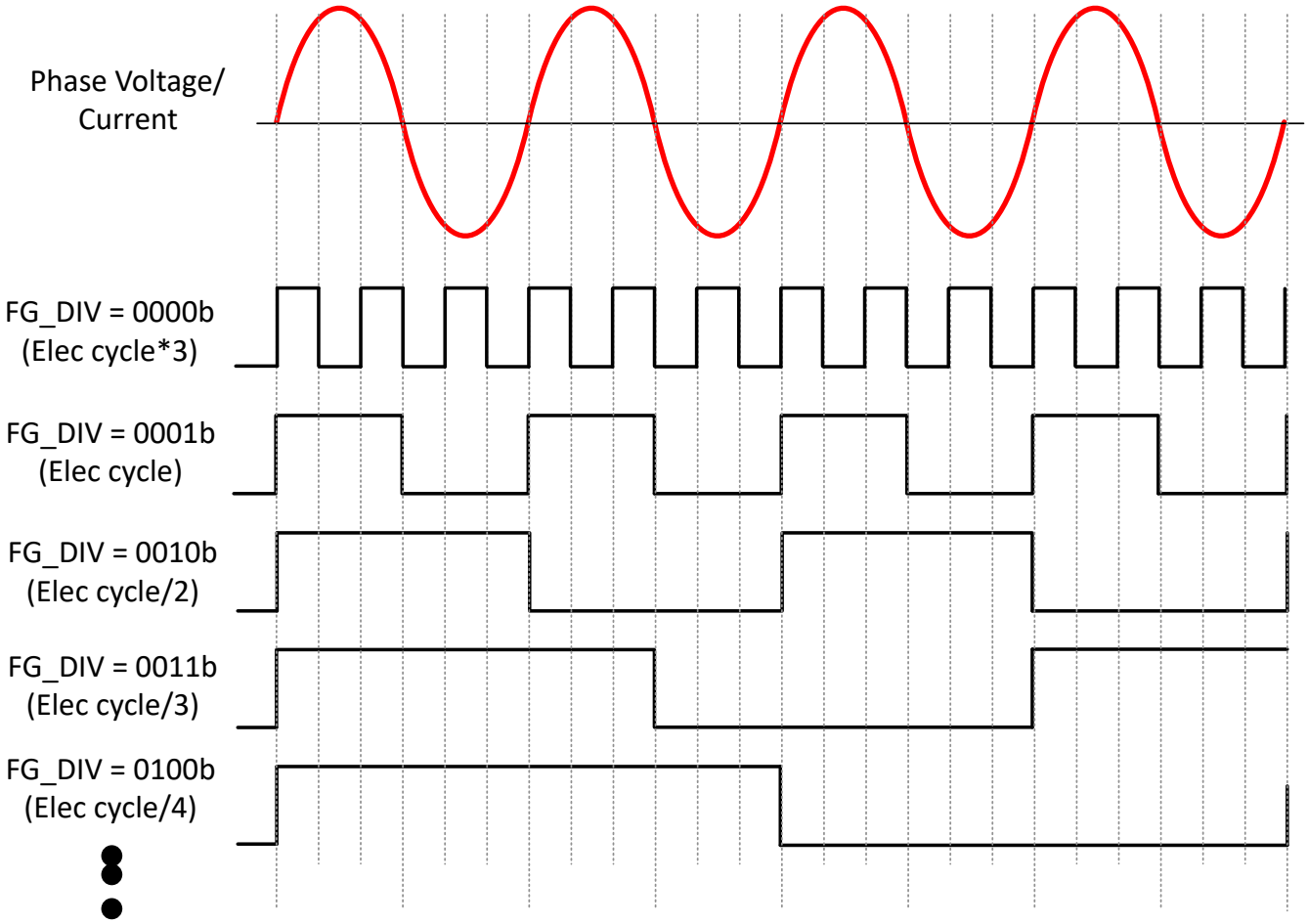


図 7-58. FG 分周器

7.3.23.2 開および閉ループ状態時の FG

閉ループ動作中、駆動速度 (FG 出力周波数) と実際のモーター速度は同期します。しかし、開ループ動作中は、FG が実際のモーター速度を反映するとは限りません。

MCF8316D では、開ループ中の FG 出力を制御するために 3 つの方法があります (図 7-59 を参照)。これらの方法は、FG_SEL によって設定されます。

FG_SEL の値によって以下が選択されます。

- 00b：開ループでは、FG 出力は駆動周波数に基づいています。
- 01b：開ループでは、FG 出力は High に駆動されます。
- 10b：パワーオン後の最初のモーター起動サイクルの開ループ動作中、FG 出力は駆動周波数を反映します。その後の起動サイクルの開ループ動作中、FG は High に保持されます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

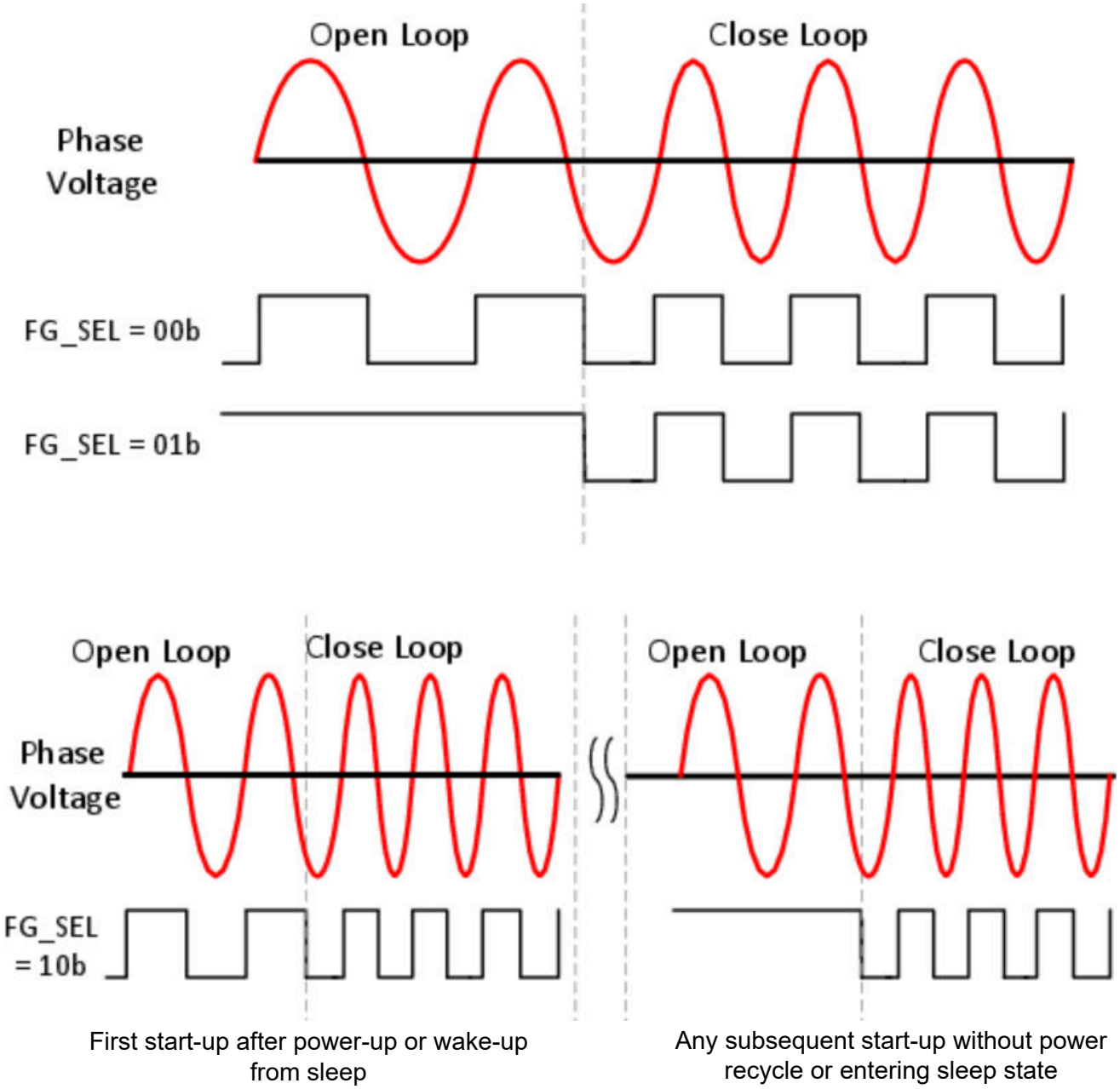


図 7-59. 開ループ中の FG の動作

7.3.23.3 フォルト状態およびアイドル状態での FG

MCF8316D は、フォルト状態およびアイドル状態 (ゼロ速度コマンドによるモーター停止状態) での FG 出力を設定する機能を備えています。フォルト状態での FG 出力は FG_FAULT_CONFIG によって設定され、アイドル状態での FG 出力は FG_IDLE_CONFIG によって設定されます。FG は、フォルト状態のときに Low または High 信号として設定でき、アイドル状態のときにも Low または High 信号として設定できます。これにより、FG 信号を使用してモーターの動作状態 (フォルト、アイドル、回転) を一意に判断することができます。たとえば、フォルト状態での FG 出力を Low 信号として設定し、アイドル状態での FG 出力を High 信号として設定し、モーター回転中の FG を機械的速度に設定することができます。Low FG 出力は MCF8316D がフォルト状態になったことを示し、High FG 出力はモーターがアイドル状態であることを示し、50% デューティの FG 信号は FG 周波数に等しい速度でモーターが回転していることを示します。

注

OUTx で検出された逆起電力が STAT_DETECT_THR よりも小さい場合、モーターは停止 / アイドル状態にあると見なされます。モーターが停止 / アイドル状態のときに、OUTx ピンのノイズによる不要な FG トグルを回避するため、STAT_DETECT_THR は十分に高い値に設定する必要があります。

7.3.24 保護機能

MCF8316D は、モーター ロック、VM 低電圧、AVDD 低電圧、降圧低電圧、チャージ ポンプ低電圧、過熱、過電流イベントを含む多くのフォルト イベントに対して保護されています。表 7-6 に、各種のフォルトに対する応答、復帰モード、電力段のステータス、通知方法を示します。

注

1. 次の動作につながるフォルト (ラッチまたはリトライ) は常に nFAULT ピンで (ロジック Low として) 通知されます。
2. ALARM_PIN_EN が 1b に設定されている場合、動作につながるフォルト (ラッチまたはリトライ) は ALARM ピンで (ロジック High として) 通知されます。
3. 通知のみのフォルトは、ALARM_PIN_EN が 0b に設定されている場合のみ nFAULT で (ロジック Low として) 通知されます。ALARM_PIN_EN が 1b に設定されている場合、通知のみのフォルトは、ALARM ピンでのみ (ロジック High として) 通知されますが、nFAULT は High に維持されます (外部または内部プルアップ)。
4. 複数のフォルトが発生した場合の優先順位は、ラッチ > より長いリトライ時間のフォルト > より短いリトライ時間のフォルト > 通知のみのフォルトです。たとえば、ラッチ フォルトとリトライ フォルトが同時に発生した場合、ユーザーが CLR_FLT に 1b を書き込んでクリア フォルト コマンドを発行するまで、このデバイスはフォルト モードにラッチされた状態を維持します。リトライ時間の異なる 2 つのリトライ フォルトが同時に発生した場合、本デバイスはより長い (遅い) 方のリトライ時間が経過した後にのみリトライを行います。
5. 復帰とは、フォルト条件が解消された後の FET の状態 (ハイ インピーダンスまたはアクティブ) のみを指します。自動とは、フォルト条件が解消されてから、リトライ時間が経過したときに、このデバイスが自動的に復帰すること (FET がアクティブになること) を指します。ラッチとは、(CLR_FLT ビットに 1b を書き込むことにより) フォルト条件がクリアされるまで、このデバイスが待機していることを指します。
6. 次の動作につながる (ラッチまたはリトライ) フォルトは、フォルト応答 (FET がハイ インピーダンス) の後、nFAULT ピン (ロジック Low として)、ALARM ピン (ロジック High として)、およびフォルト ステータス レジスタで通知されるまで、最大 200ms かかります。
7. ラッチ フォルトは、(I^2C 経由で) CLR_FLT コマンドを発行してから、クリアされるまでに最大 200ms かかることがあります。
8. 自動リトライ モードに設定されているすべてのフォルトに対して、自動リトライ試行の累積回数 (AUTO_RETRY_TIMES ≠ 000b) に達すると、フォルト状態がラッチされます。この場合、ラッチされたフォルト状態をクリアするとともにリトライ カウンタをゼロにリセットするために、ALGO_CTRL1 レジスタの CLR_FLT ビットに 1b を書き込むときに、CLR_FLT_RETRY_COUNT ビットに 1b を書き込む必要があります。

表 7-6. フォルト動作および応答

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
VM 低電圧	$V_{VM} < V_{UVLO}$ (立ち下がり)	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動: $V_{VM} > V_{UVLO}$ (立ち上がり)
AVDD 低電圧	$V_{AVDD} < V_{AVDD_UV}$ (立ち下がり)	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動: $V_{AVDD} > V_{AVDD_UV}$ (立ち上がり)
降圧低電圧 (BUCK_UV)	$V_{FB_BK} < V_{BK_UV}$ (立ち下がり)	—	—	アクティブ / ハイ インピーダンス	アクティブ / ディセーブル	自動: $V_{FB_BK} > V_{BK_UV}$ (立ち上がり)
チャージ ポンプ低電圧 (VCP_UV)	$V_{CP} < V_{CPUV}$ (立ち下がり)	—	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: $V_{VCP} > V_{CPUV}$ (立ち上がり)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-6. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
過電圧保護 (OVP)	V_{VM} > V_{OVP} (立ち上がり)	OVP_EN = 0b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		OVP_EN = 1b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: V_{VM} < V_{OVP} (立ち下がり)
過電流保護 (OCP)	I_{PHASE} > I_{OCP}	OCP_MODE = 00b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		OCP_MODE = 01b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{RETRY}
降圧過電流保護 (BUCK_OCP)	I_{BK} > I_{BK_OCP}	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動
モーター ロック (MTR_LCK)	モーター ロック: 異常速度、モーターなしロック、異常な BEMF	MTR_LCK_MODE = 000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		MTR_LCK_MODE = 100b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		MTR_LCK_MODE = 101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		MTR_LCK_MODE = 110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		MTR_LCK_MODE = 111b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない

表 7-6. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
ハードウェア ロック検出電流制限 (HW_LOCK_LIMIT)	V_{SOX} > HW_LOCK_ILIMIT	HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 100b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 111b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
ソフトウェア ロック検出電流制限 (LOCK_LIMIT)	V_{SOX} > LOCK_ILIMIT	LOCK_ILIMIT_MODE = 000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		LOCK_ILIMIT_MODE = 100b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		LOCK_ILIMIT_MODE = 101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
		LOCK_ILIMIT_MODE = 110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		LOCK_ILIMIT_MODE = 111b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
IPD タイムアウト フォルト (IPD_T1_FAULT と IPD_T2_FAULT)	IPD 時間 > 約 500ms、IPD 電流増加または低減中	IPD_TIMEOUT_FAULT_EN = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		IPD_TIMEOUT_FAULT_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}
IPD 周波数フォルト (IPD_FREQ_FAULT)	前の IPD パルスの電流減衰前の IPD パルス	IPD_FREQ_FAULT_EN = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		IPD_FREQ_FAULT_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{LCK_RETRY}

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-6. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
MPET IPD フォルト (MPET_IPD_FAULT)	MPET R、L 測定中の IPD タイムアウト フォルトと同じ	—	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
MPET 逆起電力フォルト (MPET_BEMF_FAULT)	MPET Ke および機械的パラメータ測定中、モーターの逆起電力 < STAT_DETECT_THR	—	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
最大 VM (過電圧) フォルト	MAX_VM_MOTOR ≠ 000b の場合、V_{VM} > MAX_VM_MOTOR	MAX_VM_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MAX_VM_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: (V_{VM} < MAX_VM_MOTOR - VOLTAGE_HYSTERESIS)V
最小 VM (低電圧) フォルト	MIN_VM_MOTOR ≠ 000b の場合、V_{VM} < MIN_VM_MOTOR	MIN_VM_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MIN_VM_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: (V_{VM} > MIN_VM_MOTOR + VOLTAGE_HYSTERESIS)V
外部ウォッチドッグ	EXT_WDT_EN = 1b のときに、設定された時間間隔の前にウォッチドッグ ティックルが到着しない。セクション 7.5.5 を参照	EXT_WDT_FAULT_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		EXT_WDT_FAULT_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
EEPROM フォルト	EEPROM 内容のエラー / 不一致の表示。EEPROM 読み取りが発行されるたびに、コンテンツ評価を実施	EEP_FAULT_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		EEP_FAULT_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
I^2C CRC フォルト	CRC 不一致としての I^2C トランザクション エラーの表示。	CRC_ERR_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		CRC_ERR_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
電流ループの飽和	V_{VM} が小さいことによる電流ループ飽和を示します。	SATURION_FLAGS_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ。モーター速度が基準値に達していない可能性があります。	アクティブ	自動:飽和を脱すると、モーターはリファレンス動作点に達します。
速度ループの飽和	V_{VM} が小さいこと、ILIMIT 設定が小さいことなどによる速度ループ飽和の表示。	SATURION_FLAGS_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ。モーター速度が基準値に達していない可能性があります。	アクティブ	自動:飽和を脱すると、モーターはリファレンス動作点に達します。
過熱警告 (OTW)	T_J > T_{OTW}	OTW_REP = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		OTW_REP = 1b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
FET サーマル シャットダウン (TSD_FET)	T_J > T_{TSD_FET}	—	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: T_J < T_{TSD_FET} – $T_{TSD_FET_HYS}$

7.3.24.1 VM 電源低電圧誤動作防止

VM ピンの入力電源電圧が V_{UVLO} スレッショルド (VM UVLO 立ち下がりスレッショルド) を下回ると、いつでも、すべての内蔵 FET、ドライバ チャージ ポンプ、デジタル ロジックがディセーブルになります (図 7-60 を参照)。MCF8316D は、VM UVLO イベントが発生すると必ずリセット状態に移行します。

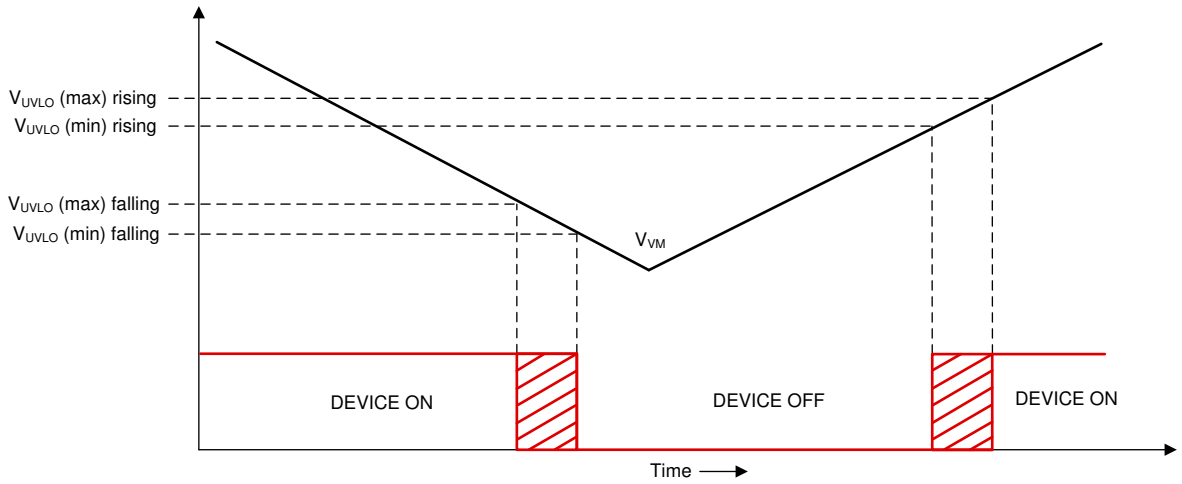


図 7-60. VM 電源低電圧誤動作防止

7.3.24.2 AVDD 低電圧誤動作防止 (AVDD_UV)

AVDD ピンの電圧が V_{AVDD_UV} スレッショルドを下回ると常に、内蔵 FET、ドライバ チャージポンプ、デジタル ロジック コントローラのすべてが無効化されます。 MCF8316D の内部回路は AVDD レギュレータから電源供給されているため、AVDD UV イベントが発生すると、MCF8316D はリセット状態になります。

7.3.24.3 降圧低電圧誤動作防止 (BUCK_UV)

FB_BK ピンの電圧が V_{BK_UVLO} スレッショルドを下回ると、いつでも、降圧 UV フォルトが認識されます。MCF8316D は、引き続き FB_BK 電圧を設定値にレギュレートしようとします。MCF8316D の内部回路には降圧レギュレータから電力が供給されているので、内部回路において FB_BK 電圧が UV をトリガするレベルにまで低下した場合、MCF8316D はリセット状態に移行することがあります。

7.3.24.4 VCP チャージ ポンプ低電圧誤動作防止 (CPUV)

VCP ピン (チャージ ポンプ) の電圧が V_{CPUV} スレッショルド未満に低下した場合は、いつでも、すべての内蔵 FET がディセーブルになり、nFAULT ピンが Low になります。ステータス レジスタの DRIVER_FAULT および VCP_UV ビットが 1b に設定されます。VCP 低電圧状態が解消されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。VCP_UV ビットは、CLR_FLT ビットによってクリアされるまでセットされたまま維持されます。

7.3.24.5 過電圧保護 (OVP)

VM ピンの電圧が V_{OVP} を超えると、いつでも、すべての内蔵 FET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。ステータス レジスタの DRIVER_FAULT および OVP ビットが 1b に設定されます。過電圧状態が解消されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解除される)。OVP ビットは、CLR_FLT ビットによってクリアされるまでセットされたまま維持されます。OVP_EN を 0b に設定すると、この保護機能が無効化されます。

OVP スレッショルドは、OVP_SEL ビットに基づいて 22V または 34V に設定できます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

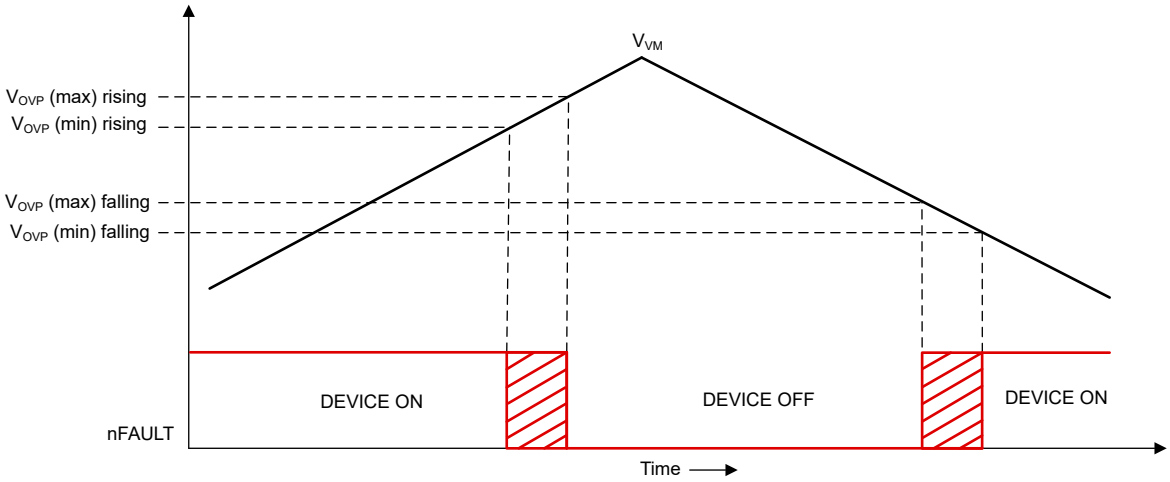


図 7-61. 過電圧保護

7.3.24.6 過電流保護 (OCP)

MOSFET 過電流イベントは、FET を流れる電流を監視することで検出されます。FET に流れる電流が、I_{OCP} スレッショルドをグリッチ除去時間 (t_{OCP}) より長い時間にわたって上回った場合、OCP イベントが認識され、OCP_MODE に従って動作が行われます。I_{OCP} スレッショルドは OCP_LVL によって設定され、t_{OCP} は OCP_DEG によって設定され、OCP_MODE は 2 種類のモード (ラッチ シャットダウンと自動リトライ) に設定できます。

7.3.24.6.1 OCP ラッチ シャットダウン (OCP_MODE = 00b)

このモードで OCP イベントが発生すると、すべての MOSFET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。ステータス レジスタの DRIVER_FAULT、OCP、および対応する FET の OCP ビットが 1b に設定されます。OCP 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

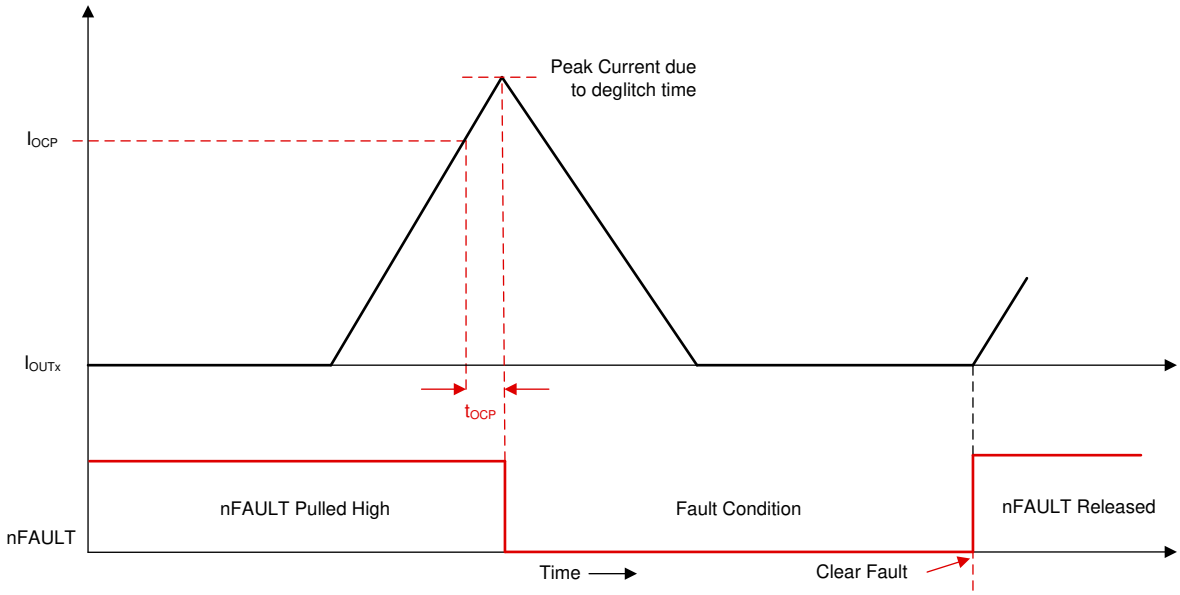


図 7-62. 過電流保護 - ラッチ シャットダウン モード

7.3.24.6.2 OCP 自動リトライ (OCP_MODE = 01b)

このモードで OCP イベントが発生すると、すべての MOSFET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。フォルト ステータス レジスタの DRIVER_FAULT、OCP、対応する FET の OCP ビットが 1b に設定されます。t_{RETRY} 時間 (TRETRY) が経過した後は、通常動作が自動的に再開されます (ゲート ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{RETRY} 期間が経過した後、DRIVER_FAULT、OCP、対応する FET の OCP ビットが 0b にリセットされます。

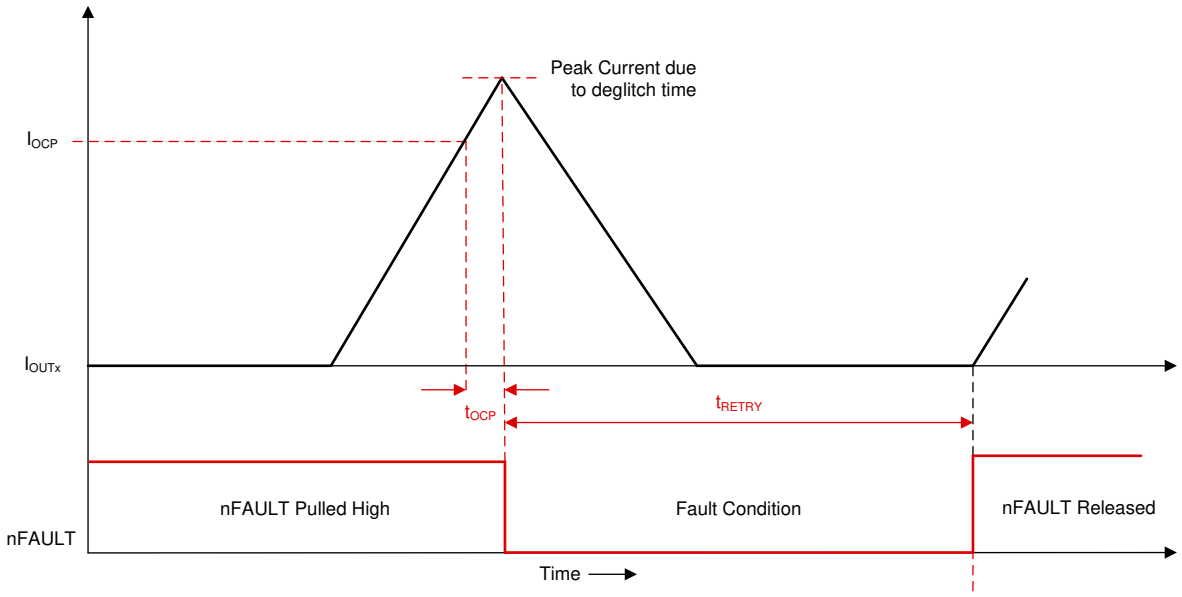


図 7-63. 過電流保護 - 自動リトライ モード

7.3.24.7 降圧過電流保護

降圧過電流イベントは、降圧レギュレータのハイサイド MOSFET を流れる電流を監視することで検出されます。ハイサイド MOSFET に流れる電流が、グリッチ除去時間 (t_{OCP}) よりも長い間 I_{BK_OCP} スレッショルドを上回った場合、降圧 OCP イベントが認識され、降圧レギュレータ MOSFET がディセーブルになります (ハイ インピーダンス)。MCF8316D の内部回路には降圧レギュレータ出力から電力が供給されているので、MCF8316D は降圧 OCP イベントが発生すると常にリセット状態になります。

7.3.24.8 ハードウェア ロック検出電流制限 (HW_LOCK_ILIMIT)

ハードウェア ロック検出電流制限機能は、電流を制限してシステムに対する損傷を防止するための設定可能なスレッショルドを提供します。MCF8316D の連続的なモーター位相電流は、コンパレータを使用しています。位相電流が $t_{HW_LOCK_ILIMIT}$ より長い時間 HW_LOCK_ILIMIT スレッショルドを超えると常に、HW_LOCK_ILIMIT イベントが認識され、HW_LOCK_ILIMIT_MODE に従って動作が行われます。電流スレッショルドは HW_LOCK_ILIMIT によって設定され、グリッチ除去時間 $t_{HW_LCK_ILIMIT}$ は HW_LOCK_ILIMIT_DEG によって設定されます。HW_LOCK_ILIMIT_MODE は、4 種類のモード (HW_LOCK_ILIMIT ラッチ付きシャットダウン、HW_LOCK_ILIMIT 自動リトライ、HW_LOCK_ILIMIT 通知のみ、HW_LOCK_ILIMIT 無効) で動作できます。

7.3.24.8.1 HW_LOCK_ILIMIT ラッチ シャットダウン

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは HW_LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。HW_LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータスは次のように設定されます。

- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 000b：すべての MOSFET はターンオフしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 001b：すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 010b：すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。HW_LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

7.3.24.8.2 HW_LOCK_ILIMIT 自動回復

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは HW_LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。HW_LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータスは次のように設定されます。

- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 011b：すべての MOSFET はターンオフしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 100b：すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 101b：すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。t_{LCK_RETRY} 時間 (LCK_RETRY によって設定) が経過した後、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{LCK_RETRY} 期間が経過すると、CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットは 0b にリセットされます。

7.3.24.8.3 HW_LOCK_ILIMIT 通知のみ

このモード (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 110b) で HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、保護動作は何も行われません。ハードウェア ロック検出電流制限イベントは、フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットを 1b に設定することで通知されます。ゲートドライバは動作を継続します。外部コントローラは適切に動作することによってこの状態を管理します。HW_LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通知はクリアされます。

7.3.24.8.4 HW_LOCK_ILIMIT 無効

このモード (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 111b) で HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、何の動作も行われません。

7.3.24.9 ロック検出電流制限 (LOCK_ILIMIT)

ロック検出電流制限機能は、電流を制限することでシステムへの損傷を防止するための設定可能なスレッショルドを提供します。MCF8316D は、ADC を流れるモーター相電流を継続的に監視しています。位相電流が t_{LCK_ILIMIT} より長い時間 LOCK_ILIMIT を超えると常に、LOCK_ILIMIT イベントが認識され、LOCK_ILIMIT_MODE に従って動作が行われます。電流スレッショルドは LOCK_ILIMIT によって設定され、t_{LCK_ILIMIT} は LOCK_ILIMIT_DEG によって設定されます。LOCK_ILIMIT_MODE は、4 種類のモード (LOCK_ILIMIT ラッチ付きシャットダウン、LOCK_ILIMIT 自動リトライ、LOCK_ILIMIT 通知のみ、LOCK_ILIMIT 無効) に設定できます。

7.3.24.9.1 LOCK_ILIMIT ラッチ シャットダウン

このモードで LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータス：

- LOCK_ILIMIT_MODE = 000b：すべての MOSFET はターンオフしています。
- LOCK_ILIMIT_MODE = 001b：すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- LOCK_ILIMIT_MODE = 010b：すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

7.3.24.9.2 LOCK_ILIMIT 自動回復

このモードで LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータス：

- LOCK_ILIMIT_MODE = 011b：すべての MOSFET はターンオフしています。

- LOCK_ILIMIT_MODE = 100b：すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- LOCK_ILIMIT_MODE = 101b：すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。t_{LCK_RETRY} 時間 (LCK_RETRY によって設定) が経過した後、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{LCK_RETRY} 期間が経過すると、CONTROLLER_FAULT および LOCK_ILIMIT ビットは 0b にリセットされます。

7.3.24.9.3 LOCK_ILIMIT 通知のみ

このモード (LOCK_ILIMIT_MODE = 110b) では、LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、何の保護動作も行われません。ロック検出電流制限イベントは、フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および LOCK_ILIMIT ビットを 1b に設定することで通知されます。ゲートドライバは動作を継続します。外部コントローラは適切に動作することによってこの状態を管理します。LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通知はクリアされます。

7.3.24.9.4 LOCK_ILIMIT 無効

このモード (LOCK_ILIMIT_MODE = 111b) では、LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、何の動作も行われません。

7.3.24.10 モーター ロック検出

MCF8316D は、モーターがロック状態にあるかどうかを判断するためのさまざまなロック検出機能を備えています。ロック状態を迅速かつ確実に検出できるように、複数の検出機能が連携します。MCF8316D は、モーター ロック条件の有無を検出することに加えて、システムにモーターが接続されていないことを識別し、対応策を講じることもできます。ロック検出機能とモーターなし検出機能はどちらも、それぞれのレジスタ ビットによって無効化できます (LOCK1/2/3_EN)。

7.3.24.10.1 ロック 1：異常速度 (ABN_SPEED)

MCF8316D は常に速度を監視しています。速度が LOCK_ABN_SPEED を超えると、いつでも、ABN_SPEED ロックイベントが認識され、MTR_LCK_MODE に従って動作が行われます。このスレッショルドは LOCK_ABN_SPEED レジスタによって設定されます。ABN_SPEED ロックは、LOCK1_EN で有効化 / 無効化できます。

7.3.24.10.2 ロック 2：異常 BEMF (ABN_BEMF)

MCF8316D は、閉ループでモーターを最適に動作させるため、逆起電力を推定します。この逆起電力の推定値は、速度と BEMF 定数の推定値を使って計算された逆起電力の期待値と比較されます。低速では逆起電力が小さくなるため、モーターがストールするとすぐに逆起電力の推定値は不正確になります。逆起電力の推定値と期待値の差が ABNORMAL_BEMF_PERSISTENT_TIME の期間にわたって ABNORMAL_BEMF_THR を上回ると、異常 BEMF フォルトがトリガされ、MTR_LCK_MODE に従って処理が行われます。

ABN_BEMF ロックは、LOCK2_EN で有効化 / 無効化できます。

7.3.24.10.3 Lock3：モーター フォルトなし (NO_MTR)

MCF8316D は 3 相すべての位相電流を常に監視しています。いずれかの位相電流が 500ms の間 NO_MTR_THR を下回ると、NO_MTR イベントが認識されます。NO_MTR イベントに対する応答は、MTR_LCK_MODE によって設定されます。NO_MTR ロックは、LOCK3_EN で有効化 / 無効化できます。

注

- モーター速度が 2Hz 未満の場合、モーターなしフォルトは無効化されます。
- モーター起動 (IPD、アライン、ダブル アライン) 状態中は、(有効化されていても) モーターなしフォルトは利用できません。モーターなしフォルトは開および閉ループ状態で利用できます (有効化されている場合)。
- 閉ループ中のモーターなしフォルト検出は、NO_MTR_FLT_ CLOSEDLOOP _DIS を 1b に設定することで無効化できます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.24.11 モーター ロック (MTR_LCK)

モーター動作中、MCF8316D は各種モーター ロック条件の有無を常に確認しています (「モーター ロック検出」を参照)。有効化されたロック条件が 1 つでも発生すると、MTR_LCK イベントが認識され、MTR_LCK_MODE に従って動作が行われます。

すべてのロックは個別に有効化または無効化でき、リトライ時間は LCK_RETR によって設定できます。MTR_LCK_MODE ビットは 4 種類のモード (MTR_LCK ラッチ付きシャットダウン、MTR_LCK 自動リトライ、MTR_LCK 通知のみ、MTR_LCK 無効) で動作できます。

7.3.24.11.1 MTR_LCK ラッチ シャットダウン

このモードで MTR_LCK イベントが発生すると、MOSFET のステータスは MTR_LCK_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。MTR_LCK 中の MOSFET のステータス:

- MTR_LCK_MODE = 000b:すべての MOSFET はターンオフしています。
- MTR_LCK_MODE = 001b:すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- MTR_LCK_MODE = 010b:すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 1b に設定されています。MTR_LCK 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

7.3.24.11.2 MTR_LCK 自動回復

このモードで MTR_LCK イベントが発生すると、MOSFET のステータスは MTR_LCK_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。MTR_LCK 中の MOSFET のステータス:

- MTR_LCK_MODE = 011b:すべての MOSFET はターンオフしています。
- MTR_LCK_MODE = 100b:すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。
- MTR_LCK_MODE = 101b:すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 1b に設定されています。t_{LCK_RETRY} 時間 (LCK_RETRY によって設定) が経過した後、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{LCK_RETRY} 期間が経過すると、CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 0b にリセットされます。

7.3.24.11.3 MTR_LCK 通知のみ

このモード (MTR_LCK_MODE = 110b) で MTR_LCK イベントが発生しても、保護動作は何も行われません。フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットを 1b に設定することで、モーター ロック イベントが通知されます。ゲートドライバは動作を継続します。外部コントローラは適切に動作することによってこの状態を管理します。MTR_LCK 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通知はクリアされます。

7.3.24.11.4 MTR_LCK 無効

このモード (MTR_LCK_MODE = 111b) で MTR_LCK イベントが発生しても、何の動作も行われません。

7.3.24.12 EEPROM フォルト

MCF8316D は、EEPROM 書き込みの中断 (EEPROM 書き込み時の UVLO)、EEPROM の経年劣化などにより EEPROM データに不一致が発生した場合に本デバイスの動作を止めるための EEPROM フォルト検出機能を備えています。MCF8316D は、EEPROM 読み出しコマンドが発行されるたびに、CRC およびパリティ チェックを実行します。CRC またはパリティの不一致が発生した場合、EEPROM フォルトが認識され、EEP_FAULT_MODE に従って処理が行われます。EEP_FAULT_MODE が 0b に設定されている場合、CLR_FLT に 1b を書き込むことでフォルト条件がクリアされるまで、nFAULT は Low にプルされ、FET はハイ インピーダンスになり、CONTROLLER_FAULT および EEPROM_ERR_STATUS ビットは 1b に設定されたまま維持されます。EEP_FAULT_MODE が 1b に設定されている場合、このフォルトは nFAULT ピンで通知され、CONTROLLER_FAULT、EEPROM_ERR_STATUS ビットは 1b に設

定されますが、デバイス動作 (FET) は通常どおり継続されます。CLR_FLT に 1b を書き込むことで、フォルト通知をクリアできます (nFAULT ピンが解放され、CONTROLLER_FAULT、EEPROM_ERR_STATUS が 0b に設定されます)。

注

- 本デバイスは起動 / ウェークアップするたびに、EEPROM からシャドウ / RAM レジスタに構成を読み込むため、EEPROM 読み出しコマンドを内部的に発行します。
- 正常な EEPROM 書き込みによって、EEPROM データの不一致を修正できます。EEPROM 書き込みが正常に完了すると、MCF8316D は新しい EEPROM 値の内部 CRC を自動的に更新します。この更新された CRC は、次の EEPROM 読み出しコマンドの間に EEPROM データの不一致をチェックするために使用されます。
- EEPROM の書き込みは、本デバイスがフォルト状態にあるときでも発生する場合があります。

7.3.24.13 I²C CRC フォルト

MCF8316D は、I²C トランザクションのエラーを検出するための I²C CRC フォルト検出機能を備えています。MCF8316D は、I²C CRC が有効化されている場合、I²C パケット全体に対して CRC チェックを実行します。CRC の不一致が発生した場合、I²C CRC フォルトが認識され、CRC_ERR_MODE に従って処理が行われます。CRC_ERR_MODE が 0b に設定されている場合、CLR_FLT に 1b を書き込むことでフォルト条件がクリアされるまで、nFAULT は Low にプルされ、FET はハイ インピーダンスになり、CONTROLLER_FAULT および I2C_CRC_FAULT_STATUS ビットは 1b に設定されたまま維持されます。CRC_ERR_MODE が 1b に設定されている場合、このフォルトは nFAULT ピンで通知され、CONTROLLER_FAULT、I2C_CRC_FAULT_STATUS ビットは 1b に設定されますが、デバイス動作 (FET) は通常どおり継続されます。CLR_FLT に 1b を書き込むことで、フォルト通知をクリアできます (nFAULT ピンが解放され、CONTROLLER_FAULT、I2C_CRC_FAULT_STATUS が 0b に設定されます)。

7.3.24.14 最小 VM (低電圧) 保護

MCF8316D は、構成可能な VM 低電圧保護を備えています。MCF8316D が低電圧フォルトをトリガする VM レベルは MIN_VM_MOTOR によって設定され、VM 低電圧に対するフォルト応答は MIN_VM_MODE によって設定されます。MIN_VM_MODE が 0b に設定されている場合、(MIN_VM_MOTOR での) VM 低電圧フォルトはラッチされ、CLR_FLT ビットに 1b を書き込むことによりフォルト条件がクリアされるまで、FET は ハイ インピーダンスになります。MIN_VM_MODE が 1b に設定されている場合、(MIN_VM_MOTOR での) VM 低電圧フォルトは自動的にクリアされ、VM > (MIN_VM_MOTOR + VOLTAGE_HYSTERESIS) になった時点で本デバイスはモーター動作を開始します。

7.3.24.15 最大 VM (過電圧) 保護

MCF8316D は、構成可能な VM 過電圧保護を備えています。MCF8316D が過電圧フォルトをトリガする VM レベルは MAX_VM_MOTOR によって設定され、VM 過電圧に対するフォルト応答は MAX_VM_MODE によって設定されます。MAX_VM_MODE が 0b に設定されている場合、VM 過電圧フォルト (MAX_VM_MOTOR 時) はラッチされ、フォルト条件が CLR_FLT ビットに 1b を書き込むことでクリアされるまで、FET はハイ インピーダンス状態になります。MAX_VM_MODE が 1b に設定されている場合、VM 過電圧フォルト (MAX_VM_MOTOR 時) は自動的にクリアされ、VM < (MAX_VM_MOTOR - VOLTAGE_HISTERY) になった時点で本デバイスはモーター動作を開始します。

7.3.24.16 MPET フォルト

抵抗およびインダクタンス測定中のエラーは、MPET_IPD_FAULT によって通知されます。MPET_IPD_FAULT は、電流をスレッショルド値まで増やせなかったという理由で IPD タイマがオーバーフローしたときにトリガされます (セクション 7.3.24.17 を参照)。通常このフォルトは、MCF8316D にモーターが接続されていない場合、または大きい抵抗を持つモーターに対して MPET IPD 電流スレッショルドが高く設定されている場合にトリガされます。

BEMF 定数測定中のエラーは、MPET_BEMF_FAULT によって通知されます。このフォルトは、STAT_DETECT_THR によって設定されたスレッショルドを逆起電力の測定値が下回った際にトリガされます。このようなフォルト シナリオの 1 つの例として、不適切な開ループ設定の使用による開ループ動作中のモーター ストールが挙げられます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.24.17 IPD フォルト

モーター起動が IPD として設定されている (MTR_STARTUP が 10b に設定されている) 場合、MCF8316D は 12 ビット タイマを使って IPD 中の電流の増加および低減時間を推定します。IPD 中、アルゴリズムは、IPD_CURR_THR までの電流増加が成功するかどうかを、最初は 10MHz の IPD クロックから確認します。失敗 (電流が IPD_CURR_THR に達する前にタイマがオーバーフロー) した場合、IPD はより低い周波数クロック (1MHz、100kHz、10kHz) を使って順々に繰り返されます。4 つのクロック周波数のすべてで IPD タイマがオーバーフローした (電流が IPD_CURR_THR に達しない) 場合、IPD_T1_FAULT がトリガされます。同様に、IPD 電流低減時、アルゴリズムは、0 までの電流減衰が成功するかどうかを、上述のすべての IPD クロック周波数を使って確認します。4 回の試行のすべてで IPD タイマがオーバーフローした (電流が 0 まで下がらない) 場合、IPD_T2_FAULT がトリガされます。IPD_TIMEOUT_FAULT_EN を 1b に設定することで、IPD タイムアウト (IPD タイマ オーバーフロー) を有効化できます。

現在の IPD パルスによる電流が完全に減衰する前に次の IPD パルスが命令された場合、IPD は不正確な結果をもたらします。このような状況では、MCF8316D は IPD_FREQ_FAULT_EN を 1b に設定することで、IPD_FREQ_FAULT と呼ばれるフォルトを生成できます。IPD_FREQ_FAULT は、IPD 電流制限および IPD 解放モードに対して IPD 周波数が高すぎる場合、または IPD 周波数、IPD 電流制限および IPD 解放モードに対してモーターのインダクタンスが高すぎる場合にトリガされる可能性があります。

いずれかの IPD フォルトが発生すると、MCF8316D は IPD による起動プロセスを停止し、FET はハイ インピーダンスになります。MCF8316D は、t_{LCK_RETRY} が経過した後、IPD 方式の起動を自動的に再試行します。

7.3.24.18 FET 過熱警告 (OTW)

FET 温度が FET 過熱警告制限値 (T_{OTW}) を上回ると、nFAULT は Low にプルされ、ゲート ドライバ ステータス レジスタの OT および OTW ビットは 1b にセットされます。(nFAULT およびステータス ビットの) OTW の通知は、OTW_REP を 1b に設定することで有効化できます。デバイスの機能は継続され、追加動作が実行されることはありません。CLR_FLT ビットによってクリアされ、かつ、ダイ温度が過熱警告制限値を下回るまで、nFAULT ピンは Low にプルされ、OTW ビットはセットされたまま維持されます。(T_{OTW} - T_{OTW_HYS})。

7.3.24.19 FET サーマル シャットダウン (TSD_FET)

FET の温度が FET サーマル シャットダウン制限値 (T_{TSD_FET}) を上回ると、すべての FET がディセーブルになり、チャージ ポンプがシャットダウンされ、nFAULT ピンが Low に駆動されます。さらに、ステータス レジスタの DRIVER_FAULT、OT および OTS ビットが 1b にセットされます。ダイの温度がサーマル シャットダウン制限値のヒステリシス ポイント (T_{TSD_FET} - $T_{TSD_FET_HYS}$) を下回ると、通常動作に復帰します (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。OTS は、High にラッチされた状態を維持し、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されるまで、過熱イベントが発生したことを示します。この保護機能をディセーブルにすることはできません。

注

ダイの温度が T_{TSD_BUCK} まで上昇すると、MCF8316D はリセットされます。この場合には、すべてのフォルト ステータス ビットが 0b にリセットされます。

7.4 デバイスの機能モード

7.4.1 機能モード

7.4.1.1 スリープ モード

スリープ モードでは、MOSFET、センス アンプ、降圧レギュレータ、チャージ ポンプ、AVDD LDO レギュレータ、I^2C バスが無効化されます。DEV_MODE を 1b に設定することで、(スタンバイではなく) スリープ モードに移行するように本デバイスを構成できます。表 7-8 で説明しているように、SPEED ピンと I^2C 速度コマンドにより、スリープ状態の開始と終了が決まります。

7.4.1.2 スタンバイ モード

DEV_MODE を 0b に設定することで、スタンバイ デバイスとして動作するように本デバイスを構成できます。スタンバイ モードでは、チャージ ポンプ、AVDD LDO、降圧レギュレータ、I^2C バスはアクティブですが、モーターは停止して、適切なゼロでない速度コマンドを待っている状態です。SPEED ピン (アナログ、PWM もしくは周波数方式の速度入力) または I^2C 速度コマンド (I^2C 方式の速度入力) により、スタンバイ状態の開始と終了が決定されます (表 7-8 を参照)。

各種入力モードでのスタンバイ モードの開始および終了スレッショルドは、次のとおりです。

表 7-7. スタンバイ モードの開始 / 終了スレッショルド

入力ソース (SPEED_MODE)	スタンバイ開始 / 終了スレッショルド	REF_PROFILE_CONFIG = 00b	REF_PROFILE_CONFIG ≠ 00b
アナログ (00b)	V_{EN_SB}	1% x V_{ANA_FS}	1% x V_{ANA_FS}
	V_{EX_SB}	5% x V_{ANA_FS}	5% x V_{ANA_FS}
PWM (01b)	$Duty_{EX_SB/EN_SB}$	1% と DUTY_HYS の大きい方	0%
I^2C (10b)	$DIGITAL_SPEED_CTRL_{EX_SB/EN_SB}$	(1% と DUTY_HYS の大きい方) x 32767	0
周波数 (11b)	$Freq_{EX_SB/EN_SB}$	(1% と DUTY_HYS の大きい方) x INPUT_MAXIMUM_FREQ (最小値は 3Hz)	< 3Hz

表 7-8. スリープまたはスタンバイ モードの開始または終了条件

速度コマンド モード	スタンバイ状態の開始	スタンバイ状態の終了	スリープ状態の開始	スリープ状態の終了
アナログ	$V_{SPEED} < V_{EN_SB}$	$V_{SPEED} > V_{EX_SB}$	$V_{SPEED} < V_{EN_SL}$ ($t_{DET_SL_ANA}$ の間)	$V_{SPEED} > V_{EX_SL}$ (t_{DET_ANA} の間)
PWM	$Duty_{SPEED} < Duty_{EN_SB}$	$Duty_{SPEED} > Duty_{EX_SB}$	$V_{SPEED} < V_{IL}$ ($t_{DET_SL_PWM}$ の間)	$V_{SPEED} > V_{IH}$ (t_{DET_PWM} の間)
I^2C	DIGITAL_SPEED_CTRL < $DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB}$	DIGITAL_SPEED_CTRL > $DIGITAL_SPEED_CTRL_{EX_SB}$	SLEEP_ENTRY_TIME の間 DIGITAL_SPEED_CTRL が 0b に設定され、$V_{SPEED} < V_{IL}$	$V_{SPEED} > V_{IH}$ (t_{DET_PWM} の間)
周波数	$Freq_{SPEED} < Freq_{EN_SB}$	$Freq_{SPEED} > Freq_{EX_SB}$	$V_{SPEED} < V_{IL}$ ($t_{DET_SL_PWM}$ の間)	$V_{SPEED} > V_{IH}$ (t_{DET_PWM} の間)

注

V_{SPEED}:SPEED ピン入力電圧、$Duty_{SPEED}$:SPEED ピン入力 PWM デューティ、$Freq_{SPEED}$:SPEED ピン入力周波数

7.4.1.3 フォルト リセット (CLR_FLT)

フォルト条件がラッチされると、本デバイスはパワー MOSFET とシステムを保護するために部分的シャットダウン状態に移行します。フォルト条件が解消されると、CLR_FLT を 1b に設定することで、本デバイスは再び動作状態に移行できます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.5 外部インターフェイス

7.5.1 DRVOFF 機能

DRVOFF ピンを High に駆動すると、速度コマンドに関係なく、6 つの MOSFET すべてが ハイ インピーダンス状態になります。DRVOFF が High に駆動されているときにモーター速度コマンドがゼロでない場合、本デバイスには、モーターなし、異常 BEMF のようなフォルトが発生する可能性があります。DRVOFF が High に駆動されている場合は常に、安全な動作のために少なくとも 10 秒間 High を保持する必要があります。

7.5.2 DAC 出力

MCF8316D には 2 つの 12 ビット DAC が搭載されており、デジタル変数に相当するアナログ電圧を DACOUT1 ピンおよび DACOUT2 ピンに出力します。最大 DAC 出力電圧は 3V です。DACOUT ピンで得られる信号は、内部変数をリアルタイムで追跡するのに便利であり、速度コントローラまたはモーター加速時間の調整に使用できます。DACOUT1 および DACOUT2 で追跡される変数のアドレスは、それぞれ DACOUT1_VAR_ADDR および DACOUT2_VAR_ADDR で設定されます。DACOUT1 はピン 36 で利用可能であり、DACOUT2 は DAC_SOx_SEL を 00b に設定することによりピン 38 に構成できます。DACOUT2 は、ピン 37 でも使用できます。ピン 36、37 が DAC 出力として機能するためには、DAC_ENABLE を 1b に設定する必要があります。

7.5.3 電流センス出力

MCF8316D は、内蔵の電流センス アンプ出力を SOX ピンに提供できます。SOX 出力はピン 38 で利用可能で、DAC_SOx_SEL で設定できます。

7.5.4 発振器ソース

MCF8316D は、すべてのデジタル ペリフェラルとタイミング測定のクロック ソースとして使用される発振器を内蔵しています。 MCF8316D のデフォルト設定は内部発振器を使用することであり、この設定は、外部の水晶振動子もクロック ソースも必要とせずにモーターを駆動するのに十分です。

MCF8316D がタイミング測定または速度ループの精度要件を満たさない場合には、 MCF8316D は、外部クロック基準にも対応可能です。

EMI 性能を高めるために、 MCF8316D は、SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS でスペクトラム拡散変調 (SSM) を有効化することによって、クロック周波数を変調する機能も備えています。

7.5.4.1 外部クロック ソース

より正確なクロック基準を EXT_CLK ピンに接続することで、動作温度範囲全体にわたる MCF8316D の速度ループ精度を高めることができます (図 7-64 を参照)。EXT_CLK は、内部クロック発振器を較正するために使用されます。これは、内部クロック発振器の精度を外部クロックの精度と一致させるのに役立ちます。外部クロック ソースは、EXT_CLK_EN を 1b に設定することで選択できます。外部クロック ソースの周波数は EXT_CLK_CONFIG によって設定できます。

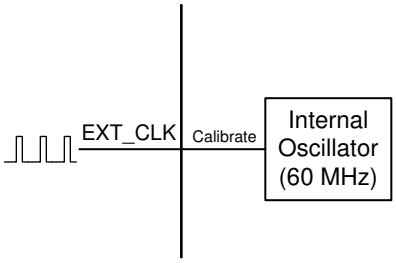


図 7-64. 外部クロック基準

注

外部クロックは任意であり、より高いクロック精度が求められる場合に使えます。 MCF8316D は、すべてのモードで常に内部発振器を使って起動します。

7.5.5 外部ウォッチドッグ

MCF8316D は外部ウォッチドッグ機能を備えています。外部ウォッチドッグ機能を有効化するには、EXT_WD_EN ビットを 1b に設定する必要があります。この機能が有効化されている場合、本デバイスは、設定された期間、外部ウォッチドッグ入力からのティックル (EXT_WD ピンの Low から High への遷移、I^2C モードで WATCHDOG_TICKLE を 1b に設定) を待機します。連続する 2 つのティックルの間隔が、設定された期間よりも長い場合、ウォッチドッグ フォルトがトリガされます。このウォッチドッグ フォルト応答は、EXT_WDT_FAULT_MODE を使って、通知のみのフォルトとラッチ フォルト (MOSFET はハイ インピーダンス状態) のどちらかとして設定できます。ラッチ フォルトは、CLR_FLT に 1b を書き込むことでクリアできます。ウォッチドッグのタイムアウトが発生すると、WATCHDOG_FAULT ビットは 1b に設定されます。設定された期間が過ぎる前に次のティックルが受信されると、ウォッチドッグ タイマはリセットされ、次のティックルの待機が開始されます。この機能は、外部 MCU (外部ウォッチドッグ入力) の状態を継続的に監視し、外部 MCU がフォルト / ハング状態にある場合に MCF8316D の MOSFET をハイ インピーダンスにするために使用できます。

外部ウォッチドッグ入力は EXT_WDT_INPUT_MODE を使用して選択されます。外部ウォッチドッグ入力として、EXT_WD ピンと I^2C インターフェイスのどちらかを使用できます。ウォッチドッグ フォルトをトリガする 2 つのティックルの間隔は、EXT_WDT_CONFIG によって設定されます。EXT_WD ピンを使ったウォッチドッグの場合、4 つの時間設定 (100、200、500、1000ms) が選択できます。I^2C を使ったウォッチドッグの場合、4 つの時間設定 (1、2、5、10 秒) が選択できます。

注

EXT_WDT_CONFIG 設定を変更する前に、EXT_WDT_EN を 0b に設定することで、ウォッチドッグを無効化する必要があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.6 EEPROM アクセスと I²C インターフェイス

7.6.1 EEPROM アクセス

MCF8316D は 1024 ビット (64 ビット x 16 行) の EEPROM を備えており、その EEPROM を使ってモーターの設定パラメータを保存します。消去動作は行単位 (64 ビットすべてが 1 回の消去動作で消去されます) で実行されますが、32 ビット書き込みおよび読み出し動作がサポートされています。EEPROM は、I²C シリアル インターフェイスを使用した書き込みと読み出しは可能ですが、I²C シリアル インターフェイスを使用した消去は実行できません。EEPROM に対応するシャドウ / RAM レジスタは、アドレス 0x000080～0x0000AE に配置されています。

注

MCF8316D では、モーターが回転していないときのみ、EEPROM の書き込みおよび読み出し動作が可能です。

7.6.1.1 EEPROM 書き込み

注

- EEPROM 書き込みは、デバイスがアイドル状態またはフォルト状態 (モーターがデバイスによって駆動されていない) のときのみ発行できます。すべての電源レール (AVDD、FB_BK、DVDD) をデータシートの仕様範囲内に維持し、いずれかの UVLO 条件によって EEPROM 書き込みが中断されないようにするために、EEPROM 書き込みプロセス全体を通じて VM は ≥ 6V とする必要があります。
- エージングおよび書き込みサイクル数に制限 (T_J = 85℃で 20000 回の書き込みサイクル) があるので、起動 / ウェークアップするたびに EEPROM へ書き込みを行うことは推奨しません。レジスタの設定を繰り返し変更することは、シャドウ / RAM レジスタ (0x000080～0x0000AE) で可能です。EEPROM に書き込む必要があるのはデフォルト構成のみです (最初の電源投入時)。

MCF8316D での EEPROM 書き込み手順を次に示します。

1. ISD およびリバースドライブ設定 (再同期イネーブル、リバースドライブ イネーブル、停止検出スレッショルド、リバースドライブ ハンドオフ スレッショルドなど) をレジスタ 0x000080 (ISD_CONFIG) に書き込みます。
2. リバースドライブおよびアクティブ ブレーキ設定 (リバースドライブ開ループ加速度、アクティブ ブレーキ電流制限、Kp、Ki の値など) をレジスタ 0x000082 (REV_DRIVE_CONFIG) に書き込みます。
3. モーター起動設定 (起動方法、IPD パラメータ、アライン パラメータなど) をレジスタ 0x000084 (MOTOR_STARTUP1) に書き込みます。
4. モーター起動設定 (開ループ加速度、開ループ電流制限、最初のサイクルの周波数など) をレジスタ 0x000086 (MOTOR_STARTUP2) に書き込みます。
5. モーター制御設定 (閉ループ加速度、過変調イネーブル、PWM 周波数、FG 信号パラメータなど) をレジスタ 0x000088 (CLOSED_LOOP1) に書き込みます。
6. モーター制御設定 (モーター巻線抵抗およびインダクタンス、モーター停止オプション、ブレーキ速度スレッショルドなど) をレジスタ 0x00008A (CLOSED_LOOP2) に書き込みます。
7. モーター制御設定 (モーター BEMF 定数、電流ループ Kp、Ki など) をレジスタ 0x00008C (CLOSED_LOOP3) に書き込みます。
8. モーター制御設定 (速度ループ Kp、Ki、最大速度など) をレジスタ 0x00008E (CLOSED_LOOP4) に書き込みます。
9. フォルト制御設定 (ソフトウェアおよびハードウェア電流制限、ロック電流制限値および動作、リトライ時間など) をレジスタ 0x000090 (FAULT_CONFIG1) に書き込みます。
10. フォルト制御設定 (ハードウェア電流制限動作、OV/UV 制限値および動作、異常速度レベル、モーターなしスレッショルドなど) をレジスタ 0x000092 (FAULT_CONFIG2) に書き込みます。
11. 速度プロファイル設定 (プロファイル タイプ、デューティ サイクル、速度クランプ レベル、デューティ サイクル クランプ レベルなど) をレジスタ 0x000094～0x00009E (SPEED_PROFILES1～6) に書き込みます。

12. その他の設定 (ISD 実行時間およびタイムアウト、MPET パラメータなど) をレジスタ 0x0000A0 (INT_ALGO_1) に書き込みます。
13. その他の設定 (追加の MPET パラメータ、IPD 高分解能イネーブル、アクティブ ブレーキ電流スルーレート、閉ループ低加速など) をレジスタ 0x0000A2 (INT_ALGO_2) に書き込みます。
14. ピン設定 (速度入力モード (アナログまたは PWM)、BRAKE ピン モードなど) をレジスタ 0x0000A4 (PIN_CONFIG1) に書き込みます。
15. デバイス設定 (DAC/SOX、I²C ターゲット アドレス、動的 CSA ゲイン イネーブル、動的電圧ゲイン イネーブル、クロック ソース選択、速度範囲選択など) をレジスタ 0x0000A6 および 0x0000A8 (DEVICE_CONFIG1 と DEVICE_CONFIG2) に書き込みます。
16. ペリフェラル設定 (デッドタイム、バス電流制限、DIR 入力、SSM イネーブルなど) をレジスタ 0x0000AA (PERI_CONFIG1) に書き込みます。
17. ゲートドライバ設定 (スルーレート、CSA ゲイン、OCP レベル、モード、OVP イネーブル、レベル、降圧電圧レベル、降圧電流制限など) をレジスタ 0x0000AC および 0x0000AE (GD_CONFIG1 と GD_CONFIG2) に書き込みます。
18. シャドウ / RAM レジスタ (0x000080～0x0000AE) の値を EEPROM に書き込むには、レジスタ 0x0000EA に 0x8A500000 を書き込みます。
19. EEPROM 書き込み動作が完了するまで、750ms の間待ちます。
20. 750ms 後に 0x0000EA レジスタを読み取って、0x0 にリセットされていることを確認します。これにより、EEPROM 書き込みプロセスが正常に完了したことが確認できます。

ステップ 1～17 は、変更する必要があるレジスタ / パラメータに基づいて選択的に実行できます。必要な値を使ってすべてのシャドウ / RAM レジスタを更新した後、シャドウ / RAM レジスタの内容を EEPROM に書き込むために、ステップ 18～20 を実行する必要があります。

7.6.1.2 EEPROM 読み出し

MCF8316D での EEPROM 読み出し手順を次に示します。

1. EEPROM データをシャドウ / RAM レジスタ (0x000080～0x0000AE) に読み込むには、レジスタ 0x0000EA に 0x40000000 を書き込みます。
2. EEPROM の読み出し動作が完了するまで、100ms の間待ちます。
3. I²C 読み出しコマンドを使って、シャドウ / RAM レジスタの値を一度に 1 または 2 レジスタずつ読み出します (セクション 7.6.2 を参照)。シャドウ / RAM レジスタのアドレスは 0x000080～0x0000AE の範囲です。32 ビット読み出し動作の場合、レジスタ アドレスは 2 ステップずつ増加します (各アドレスが 16 ビット位置であるため)。

7.6.1.3 EEPROM セキュリティ

MCF8316D は、EEPROM レジスタに対する構成可能な読み取り / 書き込み保護機能を備えています。この保護レベルは、次のリストに示すように、EEPROM_LOCK_MODE を使用して設定できます。

- 00b：パスコードなしで EEPROM の読み取り / 書き込みが可能
- 01b：EEPROM の読み取り / 書き込みには有効なパスコードが必要
- 10b：EEPROM の読み取りには有効なパスコードが必要で、EEPROM の書き込みは永続的にロックされる
- 11b：EEPROM の読み取り / 書き込みは永続的にロックされる

パスコードは、DEVICE_CONFIG1 レジスタの EEPROM_LOCK_KEY で示される EEPROM の 15 ビット フィールドです。EEPROM_LOCK_MODE が 00b または 01b に設定されている場合、EEPROM_LOCK_KEY は、書き込みアクセスはできますが、読み取りアクセスはできません。

パスコードを使った読み取り / 書き込み保護が有効化されている場合 (EEPROM_LOCK_MODE が 01b または 10b に設定されている場合)、パワーアップ / ウェークアップが済むたびに、ユーザーは、EEPROM_LOCK_KEY で設定されたパスコードを 0xF8 レジスタの USER_EEPROM_KEY ビット フィールドに書き込んだ後、I²C を介して最初の EEPROM 読み取り / 書き込みトランザクションを送信する必要があります。パワーアップ / ウェークアップ後に有効なパスコードを 1 回書き込むだけで、パワー リセット、スリープ モードへの移行、デジタル リセット、誤ったパスコード書き込みがない限り、

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

その後のすべての EEPROM 読み取り / 書き込みトランザクションは承認されます。無効なパスコードが書き込まれると、その後の EEPROM 読み取り / 書き込みトランザクションは拒否され、MCF8316D は読み取り / 書き込み要求に応答しません。読み取り / 書き込み保護は、EEPROM だけでなく、対応するシャドウ / RAM 位置にも適用されます。EEPROM_LOCK_MODE とパスコードは EEPROM レジスタの一部であるため、これらのビット フィールドには、EEPROM_LOCK_MODE で設定されたものと同じレベルの読み取り / 書き込み保護が適用されます。

7.6.2 I²C シリアル インターフェイス

MCF8316D は I²C シリアル インターフェイス経由で外部 MCU と接続します。MCF8316D は、コントローラと接続する I²C ターゲットです。外部 MCU は、このインターフェイスを使って MCF8316D 内の予約済みレジスタ以外のすべてのレジスタの読み出し / 書き込みができます。

注

信頼性の高い通信を確保するため、I²C バスを介して転送されるすべてのバイトの間に 100µs の遅延を使用する必要があります。

7.6.2.1 I²C データ ワード

表 7-9 に、I²C データ ワードのフォーマットを示します。

表 7-9. I²C データ ワードのフォーマット

TARGET_ID	R/W	制御ワード	データ	CRC-8
A6～A0	W0	CW23～CW0	D15 / D31/ D63 - D0	C7～C0

ターゲット ID および R/W ビット:先頭バイトには、7 ビットの I²C ターゲット ID が含まれており、その後に読み出し / 書き込みコマンド ビットが続きます。MCF8316D の各パケットでは、24 ビットの制御ワードの書き込みから通信プロトコルが始まるので、R/W ビットは常に 0 になります。

24 ビット制御ワード:ターゲット アドレスの後に 24 ビットの制御ビットが続きます。表 7-10 に、制御ワードのフォーマットを示します。

表 7-10. 24 ビット制御ワードのフォーマット

OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR
CW23	CW22	CW21- CW20	CW19～CW16	CW15～CW12	CW11～CW0

制御ワードの各フィールドの詳細を、以下に説明します。

OP_R/W – 読み出し / 書き込み:R/W ビットは、これが読み出し動作 (1b) と書き込み動作 (0b) のどちらであるかを示します。書き込み動作の場合、MCF8316D は、24 ビット制御ワードの後にデータ バイトが送信されるものと想定します。読み出し動作の場合、MCF8316D は、24 ビット制御ワードの後に、繰り返し START または通常の START による I²C 読み出し要求があるものと想定します。

CRC_EN – 巡回冗長性検査 (CRC) イネーブル:MCF8316D は、データの整合性を検証するために CRC をサポートしています。このビットは、CRC 機能を有効化するかどうかを制御します。

DLEN – データ長:DLEN フィールドは、外部 MCU から MCF8316D へ送信されるデータの長さを決定します。MCF8316D のプロトコルは 3 つのデータ長 (16 ビット、32 ビット、64 ビット) をサポートしています。

表 7-11. データ長の構成

DLEN 値	データ長
00b	16 ビット
01b	32 ビット
10b	64 ビット
11b	予約済み

MEM_SEC – メモリ セクション:MCF8316D の各メモリ位置は、制御ワード内の 3 つの独立したエンティティ (メモリ セクション、メモリ ページ、メモリ アドレス) を使ってアドレス指定されます。メモリ セクションは、そのメモリ位置が属するメモリ セクション (RAM、ROM など) を示す 4 ビットのフィールドです。

MEM_PAGE – メモリ ページ:メモリ ページは、そのメモリ位置が属するメモリ ページを示す 4 ビットのフィールドです。

MEM_ADDR – メモリ アドレス:メモリ アドレスは、アドレスの最後の 12 ビットです。22 ビット アドレス全体は、3 つのフィールド (メモリ セクション、メモリ ページ、メモリ アドレス) のすべてを使って MCF8316D によって内部的に構成されます。メモリ位置 0x000000～0x000800 の場合、メモリ セクションは 0x0、メモリ ページは 0x0、メモリ アドレスは下位 12 ビット (0x000000 の場合 0x000、0x000080 の場合 0x080、0x000800 の場合 0x800) です。関連するすべてのメモリ位置 (EEPROM および RAM 変数) には、MEM_SEC および MEM_PAGE 値があり、どちらも 0x0 に対応しています。他の MEM_SEC、MEM_PAGE 値はすべて予約済みであり、外部で使用するためのものではありません。

データ バイト:MCF8316D への書き込み動作の場合、24 ビットの制御ワードの後にデータ バイトが続きます。制御ワード内の DLEN フィールドは、このセクションで送信されるバイト数と一致している必要があります。データバイト数と DLEN が一致しない場合、書き込み動作は破棄されます。

CRC バイト:制御ワードで CRC 機能が有効化されている場合、書き込みトランザクションの終了時に CRC バイトが送信されるはずです。CRC バイト計算の詳細については、セクション 7.6.2.6 を参照してください。

7.6.2.2 I²C 書き込みトランザクション

MCF8316D での I²C を介した書き込みトランザクションには、次のシーケンスが含まれます (図 7-65 を参照)。

1. I²C START 条件。
2. START の後に I²C ターゲット ID バイトが続きます。このバイトは、7 ビットのターゲット ID と 0b に設定された R/W ビットとで構成されます。ACK (黄色の枠で囲まれた部分) は、受信されたターゲット ID を MCF8316D が処理したことを示します。この ID が I²C ターゲット ID と一致していることを根拠に、このトランザクションは進められます。受信されたターゲット ID が MCF8316D の I²C ID と一致しない場合、そのトランザクションは無視され、MCF8316D は ACK を送信しません。
3. ターゲット ID バイトの後に、24 ビットの制御ワードが 1 バイトずつ送信されます。書き込みトランザクションであるため、制御ワードのビット 23 は 0b に設定されます。ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「(制御ワードの) 前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8316D がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
4. 24 ビットの制御ワードの後にデータ バイトが続きます。コントローラが送信するバイト数は制御ワードの DLEN フィールドで決まります。
   a. データ バイト送信時、LSB バイトが最初に送信されます。詳細については、セクション 7.6.2.4 を参照してください。
   b. 16 ビット / 32 ビット書き込み – 送信されたデータは、制御ワードに記載されたアドレスに書き込まれます。
   c. 64 ビット書き込み – 64 ビットは、2 つの連続した 32 ビット書き込みとして扱われます。制御ワードに記載されたアドレスは、Addr_1 と見なされます。Addr_2 は、Addr_1 を 0x2 ずつインクリメントすることで、MCF8316D によって内部的に計算されます。合計 8 データ バイトが送信されます。最初の 4 バイト (LSB ファーストで送信) は Addr_1 に書き込まれれ、次の 4 バイトは Addr_2 に書き込まれます。
   d. ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8316D がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
5. CRC が有効化されている場合、パケットの最後に CRC バイトが付きます。CRC は、パケット全体 (ターゲット ID + W ビット、制御ワード、データ バイト) に対して計算されます。MCF8316D は、CRC バイトを受信すると ACK を送信します。
6. トランザクションを終了するための、コントローラからの I²C STOP 条件。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

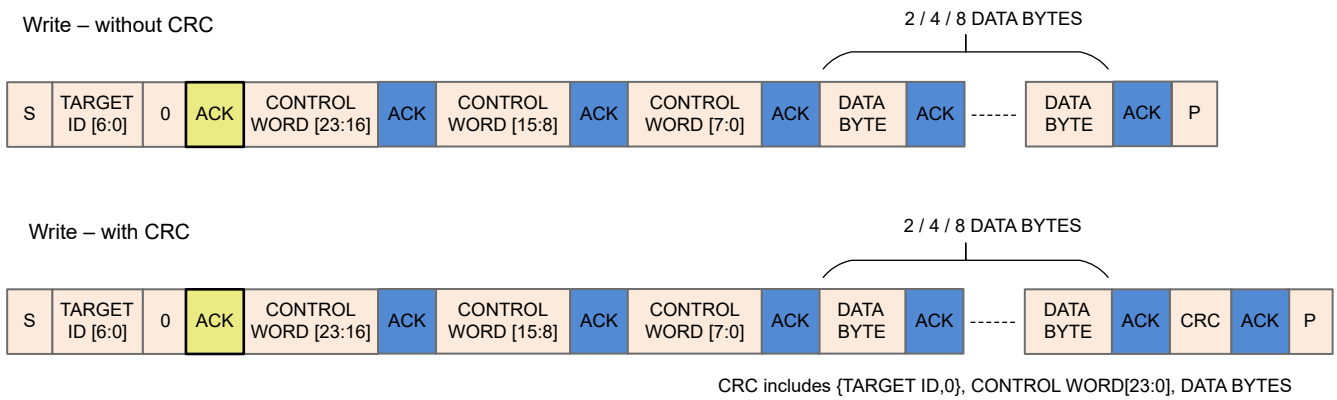


図 7-65. I²C 書き込みトランザクション シーケンス

7.6.2.3 I²C 読み出しトランザクション

MCF8316D での I²C を介した読み出しトランザクションには、次のシーケンスが含まれます (図 7-66 を参照)。

1. トランザクションを開始するためのコントローラからの I²C START 条件。
2. START の後に I²C ターゲット ID バイトが続きます。このバイトは、7 ビットのターゲット ID と 0b に設定された R/W ビットとで構成されます。ACK (黄色の枠で囲まれた部分) は、受信されたターゲット ID を MCF8316D が処理したことを示します。この ID が I²C ターゲット ID と一致していることを根拠に、このトランザクションは進められます。受信されたターゲット ID が MCF8316D の I²C ID と一致しない場合、そのトランザクションは無視され、MCF8316D は ACK を送信しません。
3. ターゲット ID バイトの後に、24 ビットの制御ワードが 1 バイトずつ送信されます。読み出しトランザクションであるため、制御ワードのビット 23 は 1b に設定されます。ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「(制御ワードの) 前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8316D がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
4. 制御ワードの後に、繰り返しスタート (RS、先行するストップなしのスタート) または通常のスタート (P の後に S) が続き、MCF8316D から I²C コントローラへの (読み戻しされる) データの転送が開始されます。RS または S の後に、7 ビットのターゲット ID と 1b に設定された R/W ビットが続き、読み出しトランザクションが開始されます。MCF8316D は、読み出しトランザクション要求を受信したことをアクノリッジするため、ACK (RS の後の灰色の枠で囲まれた部分) をコントローラに送信します。
5. 読み出しトランザクション要求をアクノリッジした後、MCF8316D はデータ バイトを SDA に 1 バイトずつ送信します。MCF8316D が送信するデータ バイト数は制御ワードの DLEN フィールドで決まります。
   a. データ バイト送信時、LSB バイトが最初に送信されます。詳細については、セクション 7.6.2.4 の例を参照してください。
   b. 16 ビット / 32 ビット読み出し – 制御ワードに記載されたアドレスからのデータがコントローラに返されます。
   c. 64 ビット読み出し – 64 ビットは 2 つの連続した 32 ビット読み出しとして扱われます。制御ワードに記載されたアドレスは、Addr_1 と見なされます。Addr_2 は、Addr_1 を 0x2 ずつインクリメントすることで、MCF8316D によって内部的に計算されます。MCF8316D により、合計 8 データ バイトが送信されます。最初の 4 バイト (LSB ファーストで送信) は Addr_1 から読み出され、次の 4 バイトは Addr_2 から読み出されます。
   d. オレンジ色の枠で囲まれた ACK は、「前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8316D がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
6. 制御ワード内で CRC が有効化されている場合、MCF8316D は追加の CRC バイトを最後に送信します。コントローラは CRC バイトを読み出した後で、最後の ACK (オレンジ色の枠で囲まれた部分) を送信する必要があります。CRC は、パケット全体 (ターゲット ID + W ビット、制御ワード、ターゲット ID + R ビット、データ バイト) に対して計算されます。
7. トランザクションを終了するための、コントローラからの I²C STOP 条件。

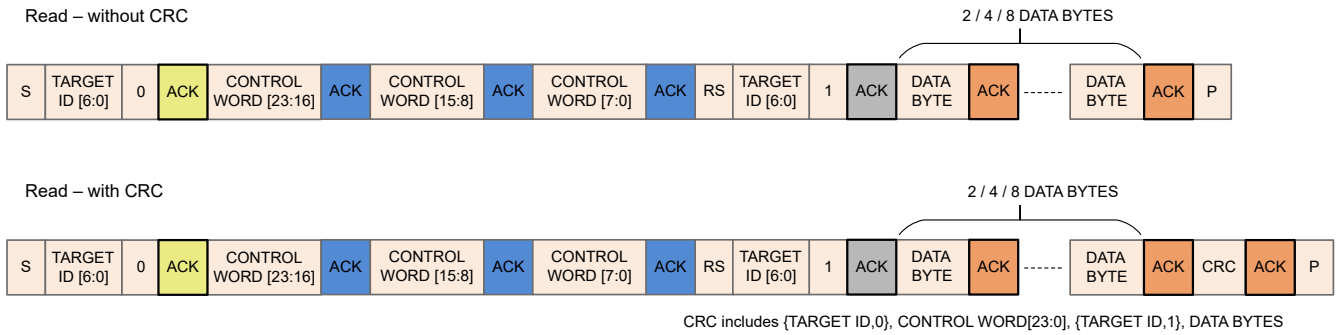


図 7-66. I²C 読み出しトランザクション シーケンス

7.6.2.4 I²C 通信プロトコル パケットの例

この例で使用されているすべての値は 16 進形式です。この例で使用されている I²C ターゲット ID は 0x60 です。

32 ビット書き込み動作の例:アドレス – 0x00000080、データ – 0x1234ABCD、CRC バイト – 0x45 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 7-12. 32 ビット書き込み動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1		制御ワード 2	データ バイト				CRC
ターゲット ID	I²C 書き込み	OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	DB0	DB1	DB2	DB3	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	C7-C0
0x60	0x0	0x0	0x1	0x1	0x0	0x0	0x0	0x80	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x45
0xC0		0x50				0x00		0x80	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x45

64 ビット書き込み動作の例:アドレス - 0x00000080、データ アドレス 0x00000080 - データ 0x01234567、データ アドレス 0x00000082 – データ 0x89ABCDEF、CRC バイト – 0x45 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 7-13. 64 ビット書き込み動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1		制御ワード 2	データ バイト	CRC
ターゲット ID	I²C 書き込み	OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	DB0～DB7	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	[D7-D0] x 8	C7-C0
0x60	0x0	0x0	0x1	0x2	0x0	0x0	0x0	0x80	0x67452301EFCDAB89	0x45
0xC0		0x60				0x00		0x80	0x67452301EFCDAB89	0x45

32 ビット読み出し動作の例:アドレス – 0x00000080、データ – 0x1234ABCD、CRC バイト – 0x56 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 7-14. 32 ビット読み出し動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1		制御ワード 2	START バイト		バイト 0	バイト 1	バイト 2	バイト 3	バイト 4
ターゲット ID	I²C 書き込み	R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	ターゲット ID	I²C 読み出し	DB0	DB1	DB2	DB3	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	A6-A0	W0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	C7-C0
0x60	0x0	0x1	0x1	0x1	0x0	0x0	0x0	0x80	0x60	0x1	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x56
0xC0		0xD0				0x00		0x80	0xC1		0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x56

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.6.2.5 I²C クロック ストレッチング

MCF8316D の I²C ペリフェラルは、処理待ちで保留中の I²C 割り込みが存在する特定の条件において、クロック ストレッチングを実行します。クロック ストレッチング中、MCF8316D は SCL を Low にプルし、I²C バスは他のデバイスでは使用できなくなります。クロック ストレッチングが発生する可能性がある条件を以下に示します。

1. **開始割り込み保留中**:開始割り込みによってクロック ストレッチングが発生する場合には、2 つのシナリオがあります。
   a. ターゲット ID が一致すると、MCF8316D の I²C ペリフェラルは、開始割り込み要求を発行します。この開始割り込み要求が処理されるまで、クロックはストレッチされます。この要求を処理すると、クロックが解放され、ACK (図 7-65 と 図 7-66 で黄色または灰色で着色) がコントローラに送信されて、トランザクションを続行します。
   b. 前のトランザクションからの受信割り込みをまだ処理していないときに、新しいトランザクションのスタート (さらに、ターゲット ID 一致) を受信した場合、受信割り込みと開始割り込みの両方が時系列順に処理されるまで、クロックはストレッチされます。この処理により、次のトランザクションを開始する前に、前のトランザクションが正常に実行されます。
2. **受信割り込み保留中**:受信割り込みの処理待ち状態で、受信レジスタがフルになると、処理対象の 1 バイト目によって生成された受信割り込みが処理されないまま、MCF8316D が 2 バイト (データまたはコントロール) を連続して受信します (図 7-65 と 図 7-66 の青枠で示されている ACK を 1 回挟んで)。2 番目のバイトを受信すると、最初のバイトによって生成された受信割り込みが処理されるまで、クロックがストレッチされます。
3. **送信バッファ空**:(データをコントローラに送り返すための) 送信割り込み保留中の場合、コントローラへの読み戻しデータが送信バッファに入るのを待っているときに、要求されたデータが送信バッファに入ってくるまで、クロック ストレッチングを行います。バッファにデータが入ると、クロックは解放され、データがコントローラに送信されます。

注

I²C クロック ストレッチングは、MCF8316D によって 5ms 後にタイムアウトし、同じバス上の他のデバイスが I²C バスにアクセスできるようになります。

7.6.2.6 CRC バイト計算

CRC 計算には 8 ビット CCIT 多項式 ($x^8 + x^2 + x + 1$) と CRC 初期値 (0xFF) が使用されます。

書き込み動作時の CRC 計算:外部 MCU が MCF8316D に書き込む際に CRC が有効化されている場合、外部 MCU は 8 ビット CRC バイトを計算し、その CRC バイトをデータの末尾に追加する必要があります。MCF8316D は、同じ多項式を使用して CRC を内部的に計算し、一致しない場合、その書き込み要求は破棄されます。書き込み動作のための外部 MCU による CRC 計算の入力データを以下に示します。

1. ターゲット ID + 書き込みビット
2. 制御ワード – 3 バイト
3. データ バイト – 2/4/8 バイト

読み出し動作時の CRC 計算:外部 MCU が MCF8316D を読み出す際に CRC が有効化されている場合、MCF8316D はデータの末尾に CRC バイトを送信します。読み出し動作時の CRC 計算には、START バイト、外部 MCU から送信される制御ワード、MCF8316D から送信されるデータ バイトが必要です。MCF8316D が送信したデータを検証するための、外部 MCU による CRC 計算の入力データを以下に示します。

1. ターゲット ID + 書き込みビット
2. 制御ワード – 3 バイト
3. ターゲット ID + 読み出しビット
4. データ バイト – 2/4/8 バイト

8 EEPROM (不揮発性) レジスタ マップ

8.1 Algorithm_Configuration レジスタ

Algorithm_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-1 に示します。表 8-1 にリストされていないすべてのレジスタ オフセット アドレスは予約領域と見なされ、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-1. ALGORITHM_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
80h	ISD_CONFIG	ISD の構成	セクション 8.1.1
82h	REV_DRIVE_CONFIG	リバースドライブ設定	セクション 8.1.2
84h	MOTOR_STARTUP1	モーター起動設定 1	セクション 8.1.3
86h	MOTOR_STARTUP2	モーター起動設定 2	セクション 8.1.4
88h	CLOSED_LOOP1	閉ループ設定 1	セクション 8.1.5
8Ah	CLOSED_LOOP2	閉ループ設定 2	セクション 8.1.6
8Ch	CLOSED_LOOP3	閉ループ設定 3	セクション 8.1.7
8Eh	CLOSED_LOOP4	閉ループ設定 4	セクション 8.1.8
94h	REF_PROFILES1	リファレンス プロファイル設定 1	セクション 8.1.9
96h	REF_PROFILES2	リファレンス プロファイル設定 2	セクション 8.1.10
98h	REF_PROFILES3	リファレンス プロファイル設定 3	セクション 8.1.11
9Ah	REF_PROFILES4	リファレンス プロファイル設定 4	セクション 8.1.12
9Ch	REF_PROFILES5	リファレンス プロファイル設定 5	セクション 8.1.13
9Eh	REF_PROFILES6	リファレンス プロファイル設定 6	セクション 8.1.14

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-2 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-2. Algorithm_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.1 ISD_CONFIG レジスタ (オフセット = 80h) [リセット = 00000000h]

図 8-1 に、ISD_CONFIG レジスタを示し、表 8-3 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

初期速度検出設定値を設定するためのレジスタ

図 8-1. ISD_CONFIG レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	ISD_EN	BRAKE_EN	HIZ_EN	RVS_DR_EN	RESYNC_EN	FW_DRV_RESYN_THR	
R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
FW_DRV_RESYN_THR		BRK_MODE	BRK_CONFIG	BRK_CURR_THR			BRK_TIME
R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
BRK_TIME			HIZ_TIME				STAT_DETECT_THR
R/W-0h			R/W-0h				R/W-0h
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
STAT_DETECT_THR		REV_DRV_HANDOFF_THR				REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT	
R/W-0h		R/W-0h				R/W-0h	

表 8-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30	ISD_EN	R/W	0h	ISD イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
29	BRAKE_EN	R/W	0h	ISD ブレーキ イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
28	HIZ_EN	R/W	0h	ISD ハイ インピーダンス イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
27	RVS_DR_EN	R/W	0h	リバースドライブ イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
26	RESYNC_EN	R/W	0h	再同期イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル

表 8-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
25-22	FW_DRV_RESYN_THR	R/W	0h	再同期して閉ループに遷移するための最小速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 5% 1h = 10% 2h = 15% 3h = 20% 4h = 25% 5h = 30% 6h = 35% 7h = 40% 8h = 45% 9h = 50% Ah = 該当なし Bh = 該当なし Ch = 該当なし Dh = 該当なし Eh = 該当なし Fh = 該当なし
21	BRK_MODE	R/W	0h	ブレーキ モード 0h = 3 つのハイサイド FET のすべてをターンオン 1h = 3 つのローサイド FET のすべてをターンオン
20	BRK_CONFIG	R/W	0h	ブレーキ設定 0h = ブレーキ時間を使ってブレーキ状態から復帰 1h = ブレーキ電流スレッショルドおよびブレーキ時間を使ってブレーキ状態から復帰
19-17	BRK_CURR_THR	R/W	0h	ブレーキ電流スレッショルド 0h = 0.1A 1h = 0.2A 2h = 0.3A 3h = 0.5A 4h = 1.0A 5h = 2.0A 6h = 該当なし 7h = 該当なし
16-13	BRK_TIME	R/W	0h	ブレーキ時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 2s Ah = 3s Bh = 4s Ch = 5s Dh = 7.5s Eh = 10s Fh = 15s

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
12-9	HIZ_TIME	R/W	0h	ハイ インピーダンス時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 2s Ah = 3s Bh = 4s Ch = 5s Dh = 7.5s Eh = 10s Fh = 15s
8-6	STAT_DETECT_THR	R/W	0h	モーターが停止しているかどうかを検出するための BEMF スレッショルド 0h = 50 mV 1h = 75 mV 2h = 100 mV 3h = 250 mV 4h = 500 mV 5h = 750 mV 6h = 1000 mV 7h = 1500 mV
5-2	REV_DRV_HANDOFF_THR	R/W	0h	リバースドライブ時に開ループに遷移させるために使う速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 2.5% 1h = 5% 2h = 7.5% 3h = 10% 4h = 12.5% 5h = 15% 6h = 20% 7h = 25% 8h = 30% 9h = 40% Ah = 50% Bh = 該当なし Ch = 該当なし Dh = 該当なし Eh = 該当なし Fh = 該当なし
1-0	REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT	R/W	0h	リバースドライブ時の開ループ電流制限値 0h = 1.5A 1h = 2.5A 2h = 3.5A 3h = 5.0A

8.1.2 REV_DRIVE_CONFIG レジスタ (オフセット = 82h) [リセット = 00000000h]

図 8-2 に、REV_DRIVE_CONFIG を示し、表 8-4 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リバースドライブ設定値を設定するためのレジスタ

図 8-2. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1				REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2	ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT			ACTIVE_BRAKE_KP			
R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h			
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
ACTIVE_BRAKE_KP						ACTIVE_BRAKE_KI	
R/W-0h						R/W-0h	
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
ACTIVE_BRAKE_KI							
R/W-0h							

表 8-4. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-27	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1	R/W	0h	リバースドライブ時の開ループ加速度係数 A1 0h = 0.1Hz/s 1h = 0.5Hz/s 2h = 1Hz/s 3h = 2.5Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 25Hz/s 7h = 50Hz/s 8h = 75Hz/s 9h = 100Hz/s Ah = 250Hz/s Bh = 500Hz/s Ch = 750Hz/s Dh = 1000Hz/s Eh = 5000Hz/s Fh = 10000Hz/s

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-4. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ フィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2	R/W	0h	リバースドライブ時の開ループ加速度係数 A2 0h = 0.0Hz/s2 1h = 0.5Hz/s2 2h = 1Hz/s2 3h = 2.5Hz/s2 4h = 5Hz/s2 5h = 10Hz/s2 6h = 25Hz/s2 7h = 50Hz/s2 8h = 75Hz/s2 9h = 100Hz/s2 Ah = 250Hz/s2 Bh = 500Hz/s2 Ch = 750Hz/s2 Dh = 1000Hz/s2 Eh = 5000Hz/s2 Fh = 10000Hz/s2
22-20	ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT	R/W	0h	アクティブ ブレーキ時のバス電流制限値 0h = 0.5A 1h = 1.0A 2h = 2.0A 3h = 3.0A 4h = 4.0A 5h = 5.0A 6h = 6.0A 7h = 7.0A
19-10	ACTIVE_BRAKE_KP	R/W	0h	アクティブ ブレーキ ループ Kp の 10 ビット値。Kp = ACTIVE_BRAKE_KP / 2^7
9-0	ACTIVE_BRAKE_KI	R/W	0h	アクティブ ブレーキ ループ Ki の 10 ビット値。Ki = ACTIVE_BRAKE_KI / 2^9

8.1.3 MOTOR_STARTUP1 レジスタ (オフセット = 84h) [リセット = 00000000h]

図 8-3 に、MOTOR_STARTUP1 を示し、表 8-5 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーター起動設定値 1 を設定するためのレジスタ

図 8-3. MOTOR_STARTUP1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	MTR_STARTUP		ALIGN_SLOW_RAMP_RATE				ALIGN_TIME
R-0h	R/W-0h		R/W-0h				R/W-0h
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
ALIGN_TIME			ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT				IPD_CLK_FREQ
R/W-0h			R/W-0h				R/W-0h
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
IPD_CLK_FREQ		IPD_CURR_THR					IPD_RLS_MODE
R/W-0h		R/W-0h					R/W-0h
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
IPD_ADV_ANGLE		IPD_REPEAT		予約済み	IQ_RAMP_EN	ACTIVE_BRAKE_EN	REV_DRV_CONFIG
R/W-0h		R/W-0h		R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 8-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-29	MTR_STARTUP	R/W	0h	モーターの起動方法 0h = アライン 1h = ダブル アライン 2h = IPD 3h = スロー ファースト サイクル
28-25	ALIGN_SLOW_RAMP_RATE	R/W	0h	アライン、スロー ファースト サイクル、開ループの電流ランプ レート 0h = 0.1A/s 1h = 1A/s 2h = 5A/s 3h = 10A/s 4h = 15A/s 5h = 25A/s 6h = 50A/s 7h = 100A/s 8h = 150A/s 9h = 200A/s Ah = 250A/s Bh = 500A/s Ch = 1000A/s Dh = 2000A/s Eh = 5000A/s Fh = 無制限

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
24-21	ALIGN_TIME	R/W	0h	アライン時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 1.5s Ah = 2s Bh = 3s Ch = 4s Dh = 5s Eh = 7.5s Fh = 10s
20-17	ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT	R/W	0h	アラインまたはスロー ファースト サイクルの電流制限値 0h = 0.125A 1h = 0.25A 2h = 0.5A 3h = 1.0A 4h = 1.5A 5h = 2.0A 6h = 2.5A 7h = 3.0A 8h = 3.5A 9h = 4.0A Ah = 4.5A Bh = 5.0A Ch = 5.5A Dh = 6.0A Eh = 7.0A Fh = 8.0A
16-14	IPD_CLK_FREQ	R/W	0h	IPD クロック周波数 0h = 50Hz 1h = 100Hz 2h = 250Hz 3h = 500Hz 4h = 1000Hz 5h = 2000Hz 6h = 5000Hz 7h = 10000Hz

表 8-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
13-9	IPD_CURR_THR	R/W	0h	IPD 電流のスレッショルド 0h = 0.25A 1h = 0.5A 2h = 0.75A 3h = 1.0A 4h = 1.25A 5h = 1.5A 6h = 2.0A 7h = 2.5A 8h = 3.0A 9h = 3.667A Ah = 4.0A Bh = 4.667A Ch = 5.0A Dh = 5.333A Eh = 6.0A Fh = 6.667A 10h = 7.333A 11h = 8.0A 12h = 該当なし 13h = 該当なし 14h = 該当なし 15h = 該当なし 16h = 該当なし 17h = 該当なし 18h = 該当なし 19h = 該当なし 1Ah = 該当なし 1Bh = 該当なし 1Ch = 該当なし 1Dh = 該当なし 1Eh = 該当なし 1Fh = 該当なし
8	IPD_RLS_MODE	R/W	0h	IPD 解放モード 0h = ブレーキ 1h = トライステート
7-6	IPD_ADV_ANGLE	R/W	0h	IPD アドバンス角度 0h = 0° 1h = 30° 2h = 60° 3h = 90°
5-4	IPD_REPEAT	R/W	0h	IPD の実行回数 0h = 1 回 1h = 2 回 2h = 3 回 3h = 4 回
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	IQ_RAMP_EN	R/W	0h	開ループから閉ループへの遷移時の Iq リファレンス低減 0h = Iq 低減の無効化 1h = Iq 低減の有効化
1	ACTIVE_BRAKE_EN	R/W	0h	アクティブ ブレーキの有効化 0h = アクティブ ブレーキの無効化 1h = アクティブ ブレーキの有効化
0	REV_DRV_CONFIG	R/W	0h	リバースドライブのためのフォワード / リバースドライブ設定の選択 0h = フォワードドライブに基づく開ループ電流、A1、A2 1h = リバースドライブに基づく開ループ電流、A1、A2

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.4 MOTOR_STARTUP2 レジスタ (オフセット = 86h) [リセット = 00000000h]

図 8-4 に、MOTOR_STARTUP2 を示し、表 8-6 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーター起動設定値 2 を設定するためのレジスタ

図 8-4. MOTOR_STARTUP2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	OL_ILIMIT				OL_ACC_A1		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
OL_ACC_A1	OL_ACC_A2				AUTO_HANDOFF_EN	OPN_CL_HANDOFF_THR	
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h	
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
OPN_CL_HANDOFF_THR			ALIGN_ANGLE				
R/W-0h			R/W-0h				
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
SLOW_FIRST_CYC_FREQ				FIRST_CYCLE_FREQ_SEL	THETA_ERROR_RAMP_RATE		
R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h		

表 8-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-27	OL_ILIMIT	R/W	0h	開ループ電流制限値 0h = 0.125A 1h = 0.25A 2h = 0.5A 3h = 1.0A 4h = 1.5A 5h = 2.0A 6h = 2.5A 7h = 3.0A 8h = 3.5A 9h = 4.0A Ah = 4.5A Bh = 5.0A Ch = 5.5A Dh = 6.0A Eh = 7.0A Fh = 8.0A

表 8-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	OL_ACC_A1	R/W	0h	開ループ加速度係数 A1 0h = 0.1Hz/s 1h = 0.5Hz/s 2h = 1Hz/s 3h = 2.5Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 25Hz/s 7h = 50Hz/s 8h = 75Hz/s 9h = 100Hz/s Ah = 250Hz/s Bh = 500Hz/s Ch = 750Hz/s Dh = 1000Hz/s Eh = 5000Hz/s Fh = 10000Hz/s
22-19	OL_ACC_A2	R/W	0h	開ループ加速度係数 A2 0h = 0.0Hz/s2 1h = 0.5Hz/s2 2h = 1Hz/s2 3h = 2.5Hz/s2 4h = 5Hz/s2 5h = 10Hz/s2 6h = 25Hz/s2 7h = 50Hz/s2 8h = 75Hz/s2 9h = 100Hz/s2 Ah = 250Hz/s2 Bh = 500Hz/s2 Ch = 750Hz/s2 Dh = 1000Hz/s2 Eh = 5000Hz/s2 Fh = 10000Hz/s2
18	AUTO_HANDOFF_EN	R/W	0h	自動ハンドオフ イネーブル 0h = 自動ハンドオフを無効化 (かつ OPN_CL_HANDOFF_THR を使用) 1h = 自動ハンドオフを有効化

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
17-13	OPN_CL_HANDOFF_THR	R/W	0h	開ループ ハンドオフ スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 1% 1h = 2% 2h = 3% 3h = 4% 4h = 5% 5h = 6% 6h = 7% 7h = 8% 8h = 9% 9h = 10% Ah = 11% Bh = 12% Ch = 13% Dh = 14% Eh = 15% Fh = 16% 10h = 17% 11h = 18% 12h = 19% 13h = 20% 14h = 22.5% 15h = 25% 16h = 27.5% 17h = 30% 18h = 32.5% 19h = 35% 1Ah = 37.5% 1Bh = 40% 1Ch = 42.5% 1Dh = 45% 1Eh = 47.5% 1Fh = 50%

表 8-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
12-8	ALIGN_ANGLE	R/W	0h	アライン角 0h = 0° 1h = 10° 2h = 20° 3h = 30° 4h = 45° 5h = 60° 6h = 70° 7h = 80° 8h = 90° 9h = 110° Ah = 120° Bh = 135° Ch = 150° Dh = 160° Eh = 170° Fh = 180° 10h = 190° 11h = 210° 12h = 225° 13h = 240° 14h = 250° 15h = 260° 16h = 270° 17h = 280° 18h = 290° 19h = 315° 1Ah = 330° 1Bh = 340° 1Ch = 350° 1Dh = 該当なし 1Eh = 該当なし 1Fh = 該当なし
7-4	SLOW_FIRST_CYC_FREQ	R/W	0h	開ループ起動時の最初のサイクルの周波数 (MAX_SPEED の %) 0h = 0.1% 1h = 0.3% 2h = 0.5% 3h = 0.7% 4h = 1.0% 5h = 1.5% 6h = 2.0% 7h = 2.5% 8h = 3.0% 9h = 4.0% Ah = 5.0% Bh = 7.5% Ch = 10.0% Dh = 15% Eh = 20% Fh = 25%
3	FIRST_CYCLE_FREQ_SEL	R/W	0h	アライン、ダブル アライン、IPD 起動時の開ループでの最初のサイクルの周波数 0h = 0Hz 1h = SLOW_FIRST_CYC_FREQ によって設定

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
2-0	THETA_ERROR_RAMP_RATE	R/W	0h	推定 θ と開ループ θ の差を低減するためのランプ レート 0h = 0.01deg/ms 1h = 0.05deg/ms 2h = 0.1deg/ms 3h = 0.15deg/ms 4h = 0.2deg/ms 5h = 0.5deg/ms 6h = 1deg/ms 7h = 2deg/ms

8.1.5 CLOSED_LOOP1 レジスタ (オフセット = 88h) [リセット = 00000000h]

図 8-5 に、CLOSED_LOOP1 を示し、表 8-7 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 1 を設定するためのレジスタ

図 8-5. CLOSED_LOOP1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	OVERMODULATION_ENABLE	CL_ACC					予約済み
R-0h	R/W-0h	R/W-0h					R-0h
23	22	21	20	19	18	17	16
CL_DEC					PWM_FREQ_OUT		
R/W-0h					R/W-0h		
15	14	13	12	11	10	9	8
PWM_FREQ_OUT	PWM_MODE	FG_SEL		FG_DIV			
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
FG_CONFIG	FG_BEMF_THR			AVS_EN	DEADTIME_COMP_EN	予約済み	LOW_SPEED_RECIRC_BRAKE_EN
R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h	R-0h	R/W-0h

表 8-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30	OVERMODULATION_ENABLE	R/W	0h	過変調を有効化 0h = 過変調を無効化 1h = 過変調を有効化

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
29-25	CL_ACC	R/W	0h	閉ループ加速度 (速度モード:Hz/s、電力モード:deciWatt/s、トルク モード:centiA/s、デューティ サイクル モード:milliUnit/s)、deciWatt:0.1W、centiA:0.01A、milliUnit:0.001% 0h = 0.5 1h = 1 2h = 2.5 3h = 5 4h = 7.5 5h = 10 6h = 20 7h = 40 8h = 60 9h = 80 Ah = 100 Bh = 200 Ch = 300 Dh = 400 Eh = 500 Fh = 600 10h = 700 11h = 800 12h = 900 13h = 1000 14h = 2000 15h = 4000 16h = 6000 17h = 8000 18h = 10000 19h = 20000 1Ah = 30000 1Bh = 40000 1Ch = 50000 1Dh = 60000 1Eh = 70000 1Fh = 無制限
24	予約済み	R	0h	予約済み

表 8-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-19	CL_DEC	R/W	0h	閉ループ減速度 (速度モード:Hz/s、電力モード:deciWatt/s、トルク モード:centiA/s、デューティサイクル モード:milliUnit/s) 速度モードまたは電力モードで AVS が有効になっているときには、iqRef が外側の PI (速度 / 電力) ループで設定されている場合にのみ、電流が 0 にクランプされます。deciWatt:0.1W、centiA:0.01A、milliUnit:0.001% 0h = 0.5 1h = 1 2h = 2.5 3h = 5 4h = 7.5 5h = 10 6h = 20 7h = 40 8h = 60 9h = 80 Ah = 100 Bh = 200 Ch = 300 Dh = 400 Eh = 500 Fh = 600 10h = 700 11h = 800 12h = 900 13h = 1000 14h = 2000 15h = 4000 16h = 6000 17h = 8000 18h = 10000 19h = 20000 1Ah = 30000 1Bh = 40000 1Ch = 50000 1Dh = 60000 1Eh = 70000 1Fh = 無制限
18-15	PWM_FREQ_OUT	R/W	0h	PWM 出力周波数 0h = 10kHz 1h = 15kHz 2h = 20kHz 3h = 25kHz 4h = 30kHz 5h = 35kHz 6h = 40kHz 7h = 45kHz 8h = 50kHz 9h = 55kHz Ah = 60kHz Bh = 該当なし Ch = 該当なし Dh = 該当なし Eh = 該当なし Fh = 該当なし
14	PWM_MODE	R/W	0h	PWM 変調 0h = 連続空間ベクトル変調 1h = 不連続空間ベクトル変調
13-12	FG_SEL	R/W	0h	FG 選択 0h = ISD、開ループおよび閉ループで FG を出力 1h = 閉ループでのみ FG を出力 2h = 最初の開ループで FG を出力 3h = 該当なし

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
11-8	FG_DIV	R/W	0h	FG の分周係数 0h = 3x 電気的速度 1h = 1 分周 (2 極モーターの機械的速度) 2h = 2 分周 (4 極モーターの機械的速度) 3h = 3 分周 (6 極モーターの機械的速度) 4h = 4 分周 (8 極モーターの機械的速度) Fh = 15 分周 (30 極モーターの機械的速度)
7	FG_CONFIG	R/W	0h	FG 出力の設定 FG_BEMF_THR によって設定される BEMF スレッショルド 0h = モーターが駆動されている限り、FG はアクティブ 1h = BEMF が BEMF スレッショルドを下回るまで、FG はアクティブ
6-4	FG_BEMF_THR	R/W	0h	FG 出力の BEMF スレッショルド 0h = ±1mV 1h = ±2mV 2h = ±5mV 3h = ±10mV 4h = ±20mV 5h = ±30mV 6h = 該当なし 7h = 該当なし
3	AVS_EN	R/W	0h	AVS イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
2	DEADTIME_COMP_EN	R/W	0h	デッドタイム補償イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
1	予約済み	R	0h	予約済み
0	LOW_SPEED_RECIRC_BRAKE_EN	R/W	0h	ストップ モードが還流ブレーキであり、かつモーターがアラインまたは開ループ状態である場合に適用される停止モード 0h = ハイ インピーダンス 1h = ローサイド ブレーキ

8.1.6 CLOSED_LOOP2 レジスタ (オフセット = 8Ah) [リセット = 00000000h]

図 8-6 に、CLOSED_LOOP2 を示し、表 8-8 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 2 を設定するためのレジスタ

図 8-6. CLOSED_LOOP2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	MTR_STOP			MTR_STOP_BRK_TIME			
R-0h	R/W-0h			R/W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
ACT_SPIN_THR				BRAKE_SPEED_THRESHOLD			
R/W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
MOTOR_RES							
R/W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
MOTOR_IND							
R/W-0h							

表 8-8. CLOSED_LOOP2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-28	MTR_STOP	R/W	0h	モーター停止モード 0h = ハイ インピーダンス 1h = 還流停止 2h = ローサイド ブレーキ 3h = ハイサイド ブレーキ 4h = アクティブ スピン ダウン 5h = 該当なし 6h = 該当なし 7h = 該当なし
27-24	MTR_STOP_BRK_TIME	R/W	0h	モーター停止中のブレーキ時間 0h = 1ms 1h = 1ms 2h = 1ms 3h = 1ms 4h = 1ms 5h = 5ms 6h = 10ms 7h = 50ms 8h = 100ms 9h = 250ms Ah = 500ms Bh = 1000ms Ch = 2500ms Dh = 5000ms Eh = 10000ms Fh = 15000ms

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-8. CLOSED_LOOP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-20	ACT_SPIN_THR	R/W	0h	アクティブ スピン ダウンの速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 100% 1h = 90% 2h = 80% 3h = 70% 4h = 60% 5h = 50% 6h = 45% 7h = 40% 8h = 35% 9h = 30% Ah = 25% Bh = 20% Ch = 15% Dh = 10% Eh = 5% Fh = 2.5%
19-16	BRAKE_SPEED_THRESHOLD	R/W	0h	BRAKE ピンおよびモーター停止 (ローサイド ブレーキ、ハイサイド ブレーキ、またはアライン ブレーキ) の速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 100% 1h = 90% 2h = 80% 3h = 70% 4h = 60% 5h = 50% 6h = 45% 7h = 40% 8h = 35% 9h = 30% Ah = 25% Bh = 20% Ch = 15% Dh = 10% Eh = 5% Fh = 2.5%
15-8	MOTOR_RES	R/W	0h	モーター相抵抗の 8 ビット値。相抵抗値については、表 6-2 を参照してください
7-0	MOTOR_IND	R/W	0h	モーター相インダクタンスの 8 ビット値。相インダクタンスの値については、表 6-3 を参照してください

8.1.7 CLOSED_LOOP3 レジスタ (オフセット = 8Ch) [リセット = 00000000h]

図 8-7 に、CLOSED_LOOP3 を示し、表 8-9 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 3 を設定するためのレジスタ

図 8-7. CLOSED_LOOP3 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	MOTOR_BEMF_CONST						
R-0h	R/W-0h						
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
MOTOR_BEMF_CONST	CURR_LOOP_KP						
R/W-0h	R/W-0h						
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
CURR_LOOP_KP			CURR_LOOP_KI				
R/W-0h			R/W-0h				
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
CURR_LOOP_KI					SPD_LOOP_KP		
R/W-0h					R/W-0h		

表 8-9. CLOSED_LOOP3 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-23	MOTOR_BEMF_CONST	R/W	0h	モーター BEMF 定数の 8 ビット値。BEMF 定数の値については、表 6-4 を参照してください
22-13	CURR_LOOP_KP	R/W	0h	電流 (Iq および Id) ループ Kp の 10 ビット値。Kp = (CURR_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (CURR_LOOP_KP の 2 MSB))。電流 Kp および Ki を自動計算するには、0 に設定します。
12-3	CURR_LOOP_KI	R/W	0h	電流 (Iq および Id) ループ Ki の 10 ビット値。Ki = 1000 * (CURR_LOOP_KI の 8 LSB) / (10 ^ (CURR_LOOP_KI の 2MSB))。電流 Kp および Ki を自動計算するには、0 に設定します。
2-0	SPD_LOOP_KP	R/W	0h	速度ループ Kp の 3 MSB ビット。Kp = 0.01 * (SPD_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KP の 2 MSB))

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.8 CLOSED_LOOP4 レジスタ (オフセット = 8Eh) [リセット = 00000000h]

図 8-8 に、CLOSED_LOOP4 を示し、表 8-10 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 4 を設定するためのレジスタ

図 8-8. CLOSED_LOOP4 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	SPD_LOOP_KP						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
SPD_LOOP_KI							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
SPD_LOOP_KI		MAX_SPEED					
R/W-0h		R/W-0h					
7	6	5	4	3	2	1	0
MAX_SPEED							
R/W-0h							

表 8-10. CLOSED_LOOP4 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-24	SPD_LOOP_KP	R/W	0h	速度ループ Kp の 7 LSB ビット。Kp = 0.01 * (SPD_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KP の 2 MSB))
23-14	SPD_LOOP_KI	R/W	0h	速度ループ Ki の 10 ビット値。Ki = 0.1 * (SPD_LOOP_KI の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KI の 2 MSB))。
13-0	MAX_SPEED	R/W	0h	モーター速度の最大値を電気的 Hz で設定する 14 ビット値。モーターの電気的速度の最大値 (Hz){MAX_SPEED / 6}。たとえば、MAX_SPEED = 0x2710 の場合、最大モーター速度 (Hz) = 10000 (0x2710) / 6 = 1666Hz

8.1.9 REF_PROFILES1 レジスタ (オフセット = 94h) [リセット = 00000000h]

図 8-9 に、REF_PROFILES1 を示し、表 8-11 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 1 を設定するためのレジスタ

図 8-9. REF_PROFILES1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	REF_PROFILE_CONFIG		DUTY_ON1				
R-0h	R/W-0h		R/W-0h				
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_ON1			DUTY_OFF1				
R/W-0h			R/W-0h				
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_OFF1			DUTY_CLAMP1				
R/W-0h			R/W-0h				
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CLAMP1			DUTY_A				
R/W-0h			R/W-0h				

表 8-11. REF_PROFILES1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-29	REF_PROFILE_CONFIG	R/W	0h	リファレンス プロファイルの設定 0h = リファレンス / 式 1h = 線形プロファイル 2h = 階段プロファイル 3h = 双方向プロファイル
28-21	DUTY_ON1	R/W	0h	ターンオン デューティ サイクル (%) = {(DUTY_ON1 / 256) * 100}
20-13	DUTY_OFF1	R/W	0h	ターンオフ デューティ サイクル (%) = {(DUTY_OFF1 / 256) * 100}
12-5	DUTY_CLAMP1	R/W	0h	クランプ速度のデューティ サイクル (%) = {(DUTY_CLAMP1 / 256) * 100}
4-0	DUTY_A	R/W	0h	デューティ サイクル A の 5 MSB ビット

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.10 REF_PROFILES2 レジスタ (オフセット = 96h) [リセット = 00000000h]

図 8-10 に、REF_PROFILES2 を示し、表 8-12 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 2 を設定するためのレジスタ

図 8-10. REF_PROFILES2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	DUTY_A			DUTY_B			
R-0h	R/W-0h			R/W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_B				DUTY_C			
R/W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_C				DUTY_D			
R/W-0h				R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_D				DUTY_E			
R/W-0h				R/W-0h			

表 8-12. REF_PROFILES2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-28	DUTY_A	R/W	0h	デューティ サイクル A の 3 LSB ビット。デューティ サイクル A (%) = {(DUTY_A / 256) * 100}
27-20	DUTY_B	R/W	0h	デューティ サイクル B (%) = {(DUTY_B / 256) * 100}
19-12	DUTY_C	R/W	0h	デューティ サイクル C (%) = {(DUTY_C / 256) * 100}
11-4	DUTY_D	R/W	0h	デューティ サイクル D (%) = {(DUTY_D / 256) * 100}
3-0	DUTY_E	R/W	0h	デューティ サイクル E の 4 MSB ビット

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.11 REF_PROFILES3 レジスタ (オフセット = 98h) [リセット = 00000000h]

図 8-11 に、REF_PROFILES3 を示し、表 8-13 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 3 を設定するためのレジスタ

図 8-11. REF_PROFILES3 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	DUTY_E				DUTY_ON2		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_ON2					DUTY_OFF2		
R/W-0h					R/W-0h		
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_OFF2					DUTY_CLAMP2		
R/W-0h					R/W-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CLAMP2					DUTY_HYS		予約済み
R/W-0h					R/W-0h		R-0h

表 8-13. REF_PROFILES3 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-27	DUTY_E	R/W	0h	デューティ サイクル E の 4 LSB ビット。デューティ サイクル E (%) = {(DUTY_E / 256) * 100}。
26-19	DUTY_ON2	R/W	0h	ターンオン デューティ サイクル (%) = {(DUTY_ON2 / 256) * 100}
18-11	DUTY_OFF2	R/W	0h	ターンオフ デューティ サイクル (%) = {(DUTY_OFF2 / 256) * 100}
10-3	DUTY_CLAMP2	R/W	0h	クランプ速度のデューティ サイクル (%) = {(DUTY_CLAMP1 / 256) * 100}
2-1	DUTY_HYS	R/W	0h	速度リファレンス モードのデューティ ヒステリシス 0h = 0% 1h = 1% 2h = 2% 3h = 3%
0	予約済み	R	0h	予約済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.12 REF_PROFILES4 レジスタ (オフセット = 9Ah) [リセット = 00000000h]

図 8-12 に、REF_PROFILES4 を示し、表 8-14 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 4 を設定するためのレジスタ

図 8-12. REF_PROFILES4 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	REF_OFF1						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
REF_OFF1	REF_CLAMP1						
R/W-0h	R/W-0h						
15	14	13	12	11	10	9	8
REF_CLAMP1	REF_A						
R/W-0h	R/W-0h						
7	6	5	4	3	2	1	0
REF_A	REF_B						
R/W-0h	R/W-0h						

表 8-14. REF_PROFILES4 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-23	REF_OFF1	R/W	0h	ターンオフ リファレンス (リファレンス最大値の %) = {(REF_OFF1/256)*100}
22-15	REF_CLAMP1	R/W	0h	クランプ リファレンス 1 (リファレンス最大値の %) = {(REF_CLAMP1/256)*100}
14-7	REF_A	R/W	0h	リファレンス A (リファレンス最大値の %) = {(REF_A/256)*100}
6-0	REF_B	R/W	0h	REF_B の 7 MSB の設定

8.1.13 REF_PROFILES5 レジスタ (オフセット = 9Ch) [リセット = 00000000h]

図 8-13 に、REF_PROFILES5 を示し、表 8-15 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 5 を設定するためのレジスタ

図 8-13. REF_PROFILES5 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	REF_B	REF_C					
R-0h	R/W-0h	R/W-0h					
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
REF_C		REF_D					
R/W-0h		R/W-0h					
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
REF_D		REF_E					
R/W-0h		R/W-0h					
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
REF_E		MIN_DUTY		VOLTAGE_MODE_CONFIG		DUTY_COMMAND_FILTER	予約済み
R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h	R-0h

表 8-15. REF_PROFILES5 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30	REF_B	R/W	0h	REF_B の 1 LSB の設定。リファレンス B (リファレンス最大値の %) = {(REF_B/256)*100}
29-22	REF_C	R/W	0h	リファレンス C (リファレンス最大値の %) = {(REF_C/256)*100}
21-14	REF_D	R/W	0h	リファレンス D (リファレンス最大値の %) = {(REF_D/256)*100}
13-6	REF_E	R/W	0h	リファレンス E (リファレンス最大値の %) = {(REF_E/256)*100}
5-4	MIN_DUTY	R/W	0h	モーターの駆動を開始するための最小入力デューティ 0h = 1% 1h = 3% 2h = 5% 3h = 10%
3-2	VOLTAGE_MODE_CONFIG	R/W	0h	リファレンス プロファイルの電圧モード設定 0h = デューティ範囲全体にわたるユーザー定義のリファレンス モード 1h = 入力デューティ > DUTY_C + DUTY_HYST の場合、電圧モード。入力デューティ < DUTY_C - DUTY_HYST の場合、リファレンス モードに設定 2h = 入力デューティ > DUTY_C + DUTY_HYST の場合、リファレンス モードに設定。入力デューティ < DUTY_C - DUTY_HYST の場合、電圧モード 3h = 該当なし
1	DUTY_COMMAND_FILTER	R/W	0h	SPEED ピン入力フィルタ 0h = SPEED ピンでのフィルタを無効化 1h = SPEED ピンでのフィルタを有効化 (0.4%)
0	予約済み	R	0h	予約済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.1.14 REF_PROFILES6 レジスタ (オフセット = 9Eh) [リセット = 00000000h]

図 8-14 に、REF_PROFILES6 を示し、表 8-16 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リファレンス プロファイル 6 を設定するためのレジスタ

図 8-14. REF_PROFILES6 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	REF_OFF2						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
REF_OFF2	REF_CLAMP2						
R/W-0h	R/W-0h						
15	14	13	12	11	10	9	8
REF_CLAMP2	予約済み						
R/W-0h	R-0h						
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 8-16. REF_PROFILES6 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-23	REF_OFF2	R/W	0h	ターンオフ リファレンス (リファレンス最大値の %) = {(REF_OFF2/256)*100}
22-15	REF_CLAMP2	R/W	0h	クランプ リファレンス 2 (リファレンス最大値の %) = {(REF_CLAMP2/256)*100}
14-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.2 Fault_Configuration レジスタ

Fault_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-17 に示します。表 8-17 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-17. FAULT_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
90h	FAULT_CONFIG1	フォルト設定 1	セクション 8.2.1
92h	FAULT_CONFIG2	フォルト設定 2	セクション 8.2.2

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-18 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-18. Fault_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み

表 8-18. Fault_Configuration のアクセス タイプ コード (続き)

アクセス タイプ	表記	説明
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.1 FAULT_CONFIG1 レジスタ (オフセット = 90h) [リセット = 00000000h]

図 8-15 に、FAULT_CONFIG1 を示し、表 8-19 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

フォルト設定 1 を設定するためのレジスタ

図 8-15. FAULT_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	ILIMIT				HW_LOCK_ILIMIT		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
HW_LOCK_ILIMIT	LOCK_ILIMIT				EEP_FAULT_MODE	LOCK_ILIMIT_MODE	
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h	
15	14	13	12	11	10	9	8
LOCK_ILIMIT_MODE	LOCK_ILIMIT_DEG				LCK_RETRY		
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
LCK_RETRY	CRC_ERR_MODE	MTR_LCK_MODE			IPD_TIMEOUT_FAULT_EN	IPD_FREQ_FAULT_EN	SATURATION_FLAGS_EN
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 8-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-27	ILIMIT	R/W	0h	閉ループでの Iq 軸 (トルク) 電流リファレンスの電流制限 0h = 0.125A 1h = 0.25A 2h = 0.5A 3h = 1.0A 4h = 1.5A 5h = 2.0A 6h = 2.5A 7h = 3.0A 8h = 3.5A 9h = 4.0A Ah = 4.5A Bh = 5.0A Ch = 5.5A Dh = 6.0A Eh = 7.0A Fh = 8.0A

表 8-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	HW_LOCK_ILIMIT	R/W	0h	コンパレータ方式のロック検出電流スレッショルド 0h = 0.125A 1h = 0.25A 2h = 0.5A 3h = 1.0A 4h = 1.5A 5h = 2.0A 6h = 2.5A 7h = 3.0A 8h = 3.5A 9h = 4.0A Ah = 4.5A Bh = 5.0A Ch = 5.5A Dh = 6.0A Eh = 7.0A Fh = 8.0A
22-19	LOCK_ILIMIT	R/W	0h	ADC 方式のロック検出電流スレッショルド 0h = 0.125A 1h = 0.25A 2h = 0.5A 3h = 1.0A 4h = 1.5A 5h = 2.0A 6h = 2.5A 7h = 3.0A 8h = 3.5A 9h = 4.0A Ah = 4.5A Bh = 5.0A Ch = 5.5A Dh = 6.0A Eh = 7.0A Fh = 8.0A
18	EEP_FAULT_MODE	R/W	0h	EEPROM フォルトのフォルト応答タイプ 0h = ラッチ フォルト 1h = 通知のみのフォルト
17-15	LOCK_ILIMIT_MODE	R/W	0h	ロック電流制限モード 0h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 1h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) 2h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) 3h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトライステートになり、nFAULT はアクティブになる。 4h = AUTO_RETRY_TIMES の回数だけ、LCK_RETRY 時間後にフォルトが自動的にクリアされる。ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 6h = ILIMIT ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。nFAULT はアクティブになる。 7h = ILIMIT ロックを無効化

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
14-11	LOCK_ILIMIT_DEG	R/W	0h	ロック電流制限検出のグリッチ除去時間 0h = グリッチ除去なし 1h = 0.1ms 2h = 0.2ms 3h = 0.5ms 4h = 1ms 5h = 2.5ms 6h = 5ms 7h = 7.5ms 8h = 10ms 9h = 25ms Ah = 50ms Bh = 75ms Ch = 100ms Dh = 200ms Eh = 500ms Fh = 1000ms
10-7	LCK_RETRY	R/W	0h	ロック検出リトライ時間 0h = 300ms 1h = 500ms 2h = 1s 3h = 2s 4h = 3s 5h = 4s 6h = 5s 7h = 6s 8h = 7s 9h = 8s Ah = 9s Bh = 10s Ch = 11s Dh = 12s Eh = 13s Fh = 14s
6	CRC_ERR_MODE	R/W	0h	CRC (I2C 通信での) エラー モード 0h = I2C での CRC エラーによりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 1h = I2C での CRC エラーにより通知のみが発生し、何の動作も行われず、nFAULT はアクティブ

表 8-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
5-3	MTR_LCK_MODE	R/W	0h	モーター ロック モード 0h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 1h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) 2h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) 3h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトライステートになり、nFAULT はアクティブになる。 4h = AUTO_RETRY_TIMES の回数だけ、LCK_RETRY 時間後にフォルトが自動的にクリアされる。ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 6h = モーター ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。nFAULT はアクティブになる。 7h = MTR ロックを無効化
2	IPD_TIMEOUT_FAULT_EN	R/W	0h	IPD タイムアウト フォルト イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
1	IPD_FREQ_FAULT_EN	R/W	0h	IPD 周波数フォルト イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
0	SATURATION_FLAGS_EN	R/W	0h	電流ループと速度ループの飽和の表示の有効化 0h = 無効化 1h = イネーブル

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.2 FAULT_CONFIG2 レジスタ (オフセット = 92h) [リセット = 00000000h]

図 8-16 に、FAULT_CONFIG2 を示し、表 8-20 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

フォルト設定 2 を設定するためのレジスタ

図 8-16. FAULT_CONFIG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	LOCK1_EN	LOCK2_EN	LOCK3_EN	LOCK_ABN_SPEED			ABNORMAL_BEMF_THR
R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
ABNORMAL_BEMF_THR		NO_MTR_THR			HW_LOCK_ILIMIT_MODE		
R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h		
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
HW_LOCK_ILIMIT_DEG			VOLTAGE_HYSTERESIS		MIN_VM_MOTOR		
R/W-0h			R/W-0h		R/W-0h		
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
MIN_VM_MODE	MAX_VM_MOTOR			MAX_VM_MODE	AUTO_RETRY_TIMES		
R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h		

表 8-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30	LOCK1_EN	R/W	0h	ロック 1 (異常速度) イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
29	LOCK2_EN	R/W	0h	ロック 2 (異常 BEMF) イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
28	LOCK3_EN	R/W	0h	ロック 3 (モーターなし) イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
27-25	LOCK_ABN_SPEED	R/W	0h	異常速度ロック スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 130% 1h = 140% 2h = 150% 3h = 160% 4h = 170% 5h = 180% 6h = 190% 7h = 200%
24-22	ABNORMAL_BEMF_THR	R/W	0h	異常 BEMF ロック スレッショルド (BEMF の %) 0h = 40% 1h = 45% 2h = 50% 3h = 55% 4h = 60% 5h = 65% 6h = 67.5% 7h = 70%

表 8-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
21-19	NO_MTR_THR	R/W	0h	モーターなしロック スレッショルド 0h = 0.0375A 1h = 0.075A 2h = 0.1A 3h = 0.125A 4h = 0.25A 5h = 0.5A 6h = 0.75A 7h = 1.0A
18-16	HW_LOCK_ILIMIT_MODE	R/W	0h	ハードウェア ロック電流制限モード 0h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 1h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) 2h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) 3h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトライステートになり、nFAULT はアクティブになる。 4h = AUTO_RETRY_TIMES の回数だけ、LCK_RETRY 時間後にフォルトが自動的にクリアされる。ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン)、nFAULT はアクティブ。 6h = ハードウェア ILIMIT ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。nFAULT はアクティブになる。 7h = ハードウェア ILIMIT ロックを無効化
15-13	HW_LOCK_ILIMIT_DEG	R/W	0h	ハードウェア ロック電流制限検出のグリッチ除去時間 0h = グリッチ除去なし 1h = 1µs 2h = 2µs 3h = 3µs 4h = 4µs 5h = 5µs 6h = 6µs 7h = 7µs
12-11	VOLTAGE_HYSTERESIS	R/W	0h	コントローラの過電圧および低電圧フォルトのヒステリシス。フォルトは、スレッショルドでトリガ、スレッショルド ± ヒステリシス (UV の場合 +、OV の場合 -) でクリア。 0h = 0.5 V 1h = 1 V 2h = 2 V 3h = 3 V
10-8	MIN_VM_MOTOR	R/W	0h	コントローラ低電圧フォルト スレッショルド - モーターを駆動するための最小 DC バス電圧 0h = 無制限 1h = 6 V 2h = 7 V 3h = 8 V 4h = 10 V 5h = 14 V 6h = 16 V 7h = 18 V

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
7	MIN_VM_MODE	R/W	0h	DC バス (コントローラ) 低電圧フォルト回復モード 0h = 低電圧時にラッチ 1h = 電圧が許容範囲内に入ると自動的にクリア
6-4	MAX_VM_MOTOR	R/W	0h	コントローラ過電圧フォルト スレッショルド - モーターを駆動するための最大 DC バス電圧 0h = 無制限 1h = 18 V 2h = 20 V 3h = 22 V 4h = 28 V 5h = 30 V 6h = 32 V 7h = 34 V
3	MAX_VM_MODE	R/W	0h	DC バス (コントローラ) 過電圧フォルト回復モード 0h = 過電圧時にラッチ 1h = 電圧が許容範囲内に入ると自動的にクリア
2-0	AUTO_RETRY_TIMES	R/W	0h	自動リトライ試行回数 0h = 無制限 1h = 2 2h = 3 3h = 5 4h = 7 5h = 10 6h = 15 7h = 20

8.3 Hardware_Configuration レジスタ

Hardware_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-21 に示します。表 8-21 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-21. HARDWARE_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
A4h	PIN_CONFIG	ハードウェア ピン設定	セクション 8.3.1
A6h	DEVICE_CONFIG1	デバイス設定 1	セクション 8.3.2
A8h	DEVICE_CONFIG2	デバイス設定 2	セクション 8.3.3
AAh	PERI_CONFIG1	ペリフェラル設定 1	セクション 8.3.4
ACh	GD_CONFIG1	ゲートドライバ設定 1	セクション 8.3.5
AEh	GD_CONFIG2	ゲートドライバ設定 2	セクション 8.3.6

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-22 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-22. Hardware_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.3.1 PIN_CONFIG レジスタ (オフセット = A4h) [リセット = 00000000h]

図 8-17 に、PIN_CONFIG を示し、表 8-23 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ハードウェア ピンを設定するためのレジスタ

図 8-17. PIN_CONFIG レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	PWM_DITHER_STEP		VDC_FILTER		LEAD_ANGLE		
R-0h	R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h		
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
LEAD_ANGLE		MAX_POWER					
R/W-0h		R/W-0h					
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
MAX_POWER					FG_IDLE_CONFIG		FG_FAULT_CONFIG
R/W-0h					R/W-0h		R/W-0h
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
FG_FAULT_CONFIG	ALARM_PIN_EN	BRAKE_PIN_MODE	ALIGN_BRAKE_ANGLE_SEL	BRAKE_INPUT		SPEED_MODE	
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	

表 8-23. PIN_CONFIG レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-29	PWM_DITHER_STEP	R/W	0h	PWM ディザリング スルーレート 0h = 1 1h = 2 2h = 5 3h = 10
28-27	VDC_FILTER	R/W	0h	Vdc (VM) フィルタの係数 0h = 無効化 1h = デフォルトのフィルタ カットオフ周波数でイネーブル 2h = フィルタ カットオフ周波数 100Hz でイネーブル 3h = フィルタ カットオフ周波数 1000Hz でイネーブル

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-23. PIN_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-22	LEAD_ANGLE	R/W	0h	進角。電圧モードでは、正の値は印加された電圧が BEMF より進んでいることを示し、負の値は印加された電圧が BEMF より遅れていることを示します。その他のモードでは、正は負の id リファレンスを意味し、負は正の id リファレンスを意味します 0h = 0° 1h = 3° 2h = 6° 3h = 9° 4h = 12° 5h = 15° 6h = 18° 7h = 21° 8h = 24° 9h = 27° Ah = 30° Bh = 33° Ch = 36° Dh = 39° Eh = 42° Fh = 45° 10h = -48° 11h = -45° 12h = -42° 13h = -39° 14h = -36° 15h = -33° 16h = -30° 17h = -27° 18h = -24° 19h = -21° 1Ah = -18° 1Bh = -15° 1Ch = -12° 1Dh = -9° 1Eh = -6° 1Fh = -3°
21-11	MAX_POWER	R/W	0h	電力ループまたは電力制限の最大電力。最大電力 (W) = (MAX_POWER / 2^{11}) * 100
10-9	FG_IDLE_CONFIG	R/W	0h	モーター停止 / アイドル状態中の FG 設定 0h = FG は継続し、終了状態は FG_CONFIG と、モーターが停止する前の最後の状態によって決まります 1h = FG は High にプルされます 2h = FG は Low にプルされます 3h = FG は High にプルされます
8-7	FG_FAULT_CONFIG	R/W	0h	フォルト状態時の FG の設定。FG_CONFIG 1 の場合、FG_BEMF_THR によって BEMF スレッショルドを設定 0h =モーターが駆動された際に最後の FG 信号を使用 1h = FG は High にプルされます 2h = FG は Low にプルされます 3h = BEMF が BEMF スレッショルドを下回るまで、FG はアクティブ
6	ALARM_PIN_EN	R/W	0h	ALARM ピンを有効化 0h = 無効化 1h = イネーブル
5	BRAKE_PIN_MODE	R/W	0h	BRAKE ピン モード 0h = ローサイド ブレーキ 1h = アライン ブレーキ
4	ALIGN_BRAKE_ANGLE_SEL	R/W	0h	アライン ブレーキ角を選択 0h = アライン ブレーキに入る前の最新の整流角を使用 1h = ALIGN_ANGLE 設定をアライン ブレーキに使用

表 8-23. PIN_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
3-2	BRAKE_INPUT	R/W	0h	BRAKE ピンのオーバーライド 0h = ハードウェア ピンとしての BRAKE 1h = BRAKE_PIN_MODE に従って、ピンとブレーキ / アラインをオーバーライド 2h = ピンをオーバーライドし、ブレーキ / アラインをオーバーライドしない 3h = ハードウェア ピンとしての BRAKE
1-0	SPEED_MODE	R/W	0h	モーター制御入力ソースを設定 0h = SPEED ピンのアナログ電圧による制御 1h = SPEED ピンのデューティ サイクル (PWM) による制御 2h = DIGITAL_SPEED_CTRL 値 (I2C) による制御 3h = SPEED ピンの周波数による制御

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3.2 DEVICE_CONFIG1 レジスタ (オフセット = A6h) [リセット = 00000000h]

図 8-18 に、DEVICE_CONFIG1 を示し、表 8-24 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバイスを設定するためのレジスタ

図 8-18. DEVICE_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	予約済み	DAC_SOx_SEL		PWM_DITHER_MODE	I2C_TARGET_ADDR		
R-0h	R-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
I2C_TARGET_ADDR				EEPROM_LOCK_KEY			
R/W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
EEPROM_LOCK_KEY							
R/W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
EEPROM_LOCK_KEY			SLEW_RATE_I2C_PINS		PULLUP_ENABLE	BUS_VOLT	
R/W-0h			R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	

表 8-24. DEVICE_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30	予約済み	R	0h	予約済み
29-28	DAC_SOx_SEL	R/W	0h	DACOUT2 と SOx チャネルから選択 0h = DACOUT2 1h = SOA 2h = SOB 3h = SOC
27	PWM_DITHER_MODE	R/W	0h	PWM ディザリング モード 0h = 三角波モード 1h = ランダム モード
26-20	I2C_TARGET_ADDR	R/W	0h	I2C ターゲット アドレス
19-5	EEPROM_LOCK_KEY	R/W	0h	EEPROM R/W 保護が有効な場合の EEPROM ロック / ロック解除キー。このビットフィールドは、読み出すと常に 0 です。
4-3	SLEW_RATE_I2C_PINS	R/W	0h	I2C ピンのスルーレート制御 0h = 4.8mA 1h = 3.9mA 2h = 1.86mA 3h = 30.8mA
2	PULLUP_ENABLE	R/W	0h	nFAULT および FG ピンの内部プルアップ イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
1-0	BUS_VOLT	R/W	0h	最大 DC バス電圧の設定 0h = 15 V 1h = 30 V 2h = 40 V 3h = 該当なし

8.3.3 DEVICE_CONFIG2 レジスタ (オフセット = A8h) [リセット = 00000000h]

図 8-19 に、DEVICE_CONFIG2 を示し、表 8-25 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバイスを設定するためのレジスタ

図 8-19. DEVICE_CONFIG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	INPUT_MAXIMUM_FREQ						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
INPUT_MAXIMUM_FREQ							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
SLEEP_ENTRY_TIME		DYNAMIC_CSA_GAIN_EN	DYNAMIC_VOLTAGE_GAIN_EN	DEV_MODE	PWM_DITHER_DEPTH		EXT_CLK_EN
R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
EXT_CLK_CONFIG			EXT_WDT_EN	EXT_WDT_CONFIG		EXT_WDT_INPUT_MODE	EXT_WDT_FAULT_MODE
R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h

表 8-25. DEVICE_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-16	INPUT_MAXIMUM_FREQ	R/W	0h	「SPEED ピンの周波数による制御」を使った入力リファレンス モードの SPEED ピンの入力周波数 (100% デューティ サイクルに対応)。デューティ サイクル = 入力周波数 / INPUT_MAXIMUM_FREQ
15-14	SLEEP_ENTRY_TIME	R/W	0h	SLEEP_ENTRY_TIME の間、入力ソース (SPEED_MODE) がスリープ開始エントリ スレッショルド以下に保持されると、本デバイスはスリープ モードに移行します 0h = 50µs の間 SPEED ピンが Low に保持された場合、スリープ開始 1h = 200µs の間 SPEED ピンが Low に保持された場合、スリープ開始 2h = 20ms の間 SPEED ピンが Low に保持された場合、スリープ開始 3h = 200ms の間 SPEED ピンが Low に保持された場合、スリープ開始
13	DYNAMIC_CSA_GAIN_EN	R/W	0h	あらゆる電流レベルで最適な電流分解能が得られるように、CSA ゲインを自動的に調整します 0h = 無効化 1h = イネーブル
12	DYNAMIC_VOLTAGE_GAIN_EN	R/W	0h	あらゆる電圧レベルで最適な電圧分解能が得られるように、電圧ゲインを自動的に調整します 0h = 無効化 1h = イネーブル
11	DEV_MODE	R/W	0h	デバイス モード選択 0h = スタンバイ モード 1h = スリープ モード
10-9	PWM_DITHER_DEPTH	R/W	0h	PWM ディザリング深度 0h = PWM ディザリングはディセーブル 1h = 5% 2h = 7.5% 3h = 10%

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-25. DEVICE_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
8	EXT_CLK_EN	R/W	0h	外部 クロック モードをイネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
7-5	EXT_CLK_CONFIG	R/W	0h	外部クロック周波数設定 0h = 8kHz 1h = 16kHz 2h = 32kHz 3h = 64kHz 4h = 128kHz 5h = 256kHz 6h = 512kHz 7h = 1024kHz
4	EXT_WDT_EN	R/W	0h	外部ウォッチドッグをイネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル
3-2	EXT_WDT_CONFIG	R/W	0h	ウォッチドッグ ティックルの間隔 (GPIO/I2C) 0h = 100ms/1s 1h = 200ms/2s 2h = 500ms/5s 3h = 1000ms/10s
1	EXT_WDT_INPUT_MODE	R/W	0h	外部ウォッチドッグ入力ソース 0h = I2C 経由のウォッチドッグ ティックル 1h = GPIO 経由のウォッチドッグ ティックル
0	EXT_WDT_FAULT_MODE	R/W	0h	外部ウォッチドッグ フォルト モード 0h = 通知のみ 1h = MOSFET がハイ インピーダンスの状態でラッチ

8.3.4 PERI_CONFIG1 レジスタ (オフセット = AAh) [リセット = 00000000h]

図 8-20 に、PERI_CONFIG1 を示し、表 8-26 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ペリフェラル 1 へのレジスタ

図 8-20. PERI_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS	予約済み	NO_MTR_FLT_CLOSEDLOOP_DIS	ABNORMAL_BEMF_PERSISTENT_TIME		FLUX_WEAK_REF	
R-0h	R/W-0h	R-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	

23	22	21	20	19	18	17	16
INPUT_REFERENCE_WINDOW		BUS_POWER_LIMIT_ENABLE	DIR_INPUT		DIR_CHANGE_MODE	SPEED_LIMIT_ENABLE	ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY
R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

15	14	13	12	11	10	9	8
ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY			ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT			SPEED_RANGE_SEL	INPUT_REFERENCE_MODE
R/W-0h			R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h

7	6	5	4	3	2	1	0
INPUT_REFERENCE_MODE	EEPROM_LOCK_MODE		予約済み				
R/W-0h	R/W-0h		R-0h				

表 8-26. PERI_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30	SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS	R/W	0h	スペクトラム拡散変調 (SSM) を無効化 0h = SSM を有効化 1h = SSM を無効化
29	予約済み	R	0h	予約済み
28	NO_MTR_FLT_CLOSEDLOOP_DIS	R/W	0h	閉ループでモーターなしフォルトを無効化 0h = LOCK2_EN が 0x1 に設定されている場合、閉ループでモーターなしフォルトを有効化 1h = 閉ループでモーターなしフォルトを無効化
27-26	ABNORMAL_BEMF_PERSISTENT_TIME	R/W	0h	異常 BEMF フォルト検出のグリッチ除去時間 0h = 2 電気的サイクル 1h = 500ms 2h = 1000ms 3h = 2000ms
25-24	FLUX_WEAK_REF	R/W	0h	弱め界磁コントローラのリファレンス 0h = 70% 1h = 80% 2h = 90% 3h = 95%
23-22	INPUT_REFERENCE_WINDOW	R/W	0h	出力がウィンドウ内に到達すると、すべての制御ループをディセーブルにします 0h =リファレンス ウィンドウはディセーブル 1h = リファレンス ウィンドウ 5% 2h = リファレンス ウィンドウ 10% 3h = リファレンス ウィンドウ 15%

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-26. PERI_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
21	BUS_POWER_LIMIT_ENABLE	R/W	0h	バス電力の制限を有効にします。電力モードを除くすべての入力リファレンス モードで、入力 DC バス電力を MAX_POWER に制限します 0h = 電力制限を無効化 1h = 電力制限を有効化
20-19	DIR_INPUT	R/W	0h	DIR ピン オーバーライド 0h = ハードウェア ピンとしての DIR 1h = 時計回り (OUTA-OUTB-OUTC) で DIR ピンをオーバーライド 2h = 反時計回り (OUTA-OUTC-OUTB) で DIR ピンをオーバーライド 3h = ハードウェア ピンとしての DIR
18	DIR_CHANGE_MODE	R/W	0h	DIR ピンのステータスの変更に対する応答 0h = DIR の変化を検出すると、モーター停止オプションと ISD ルーチンに従う。 1h = モーターを駆動し続けながら、リバースドライブによって方向を変える。
17	SPEED_LIMIT_ENABLE	R/W	0h	モーターの速度制限を有効にします。速度モードを除くすべての入力リファレンス モードで、モーター速度を MAX_SPEED に制限します 0h = 速度制限を無効化 1h = 速度制限を有効化
16-13	ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY	R/W	0h	それを下回るとアクティブ ブレーキが作動する、最終的な速度と現在の速度の差 0h = 該当なし 1h = 5% 2h = 10% 3h = 15% 4h = 20% 5h = 25% 6h = 30% 7h = 35% 8h = 40% 9h = 45% Ah = 50% Bh = 60% Ch = 70% Dh = 80% Eh = 90% Fh = 100%
12-10	ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT	R/W	0h	それを下回るとアクティブ ブレーキが作動する、変調指数の制限値 0h = 0% 1h = 40% 2h = 50% 3h = 60% 4h = 70% 5h = 80% 6h = 90% 7h = 100%
9	SPEED_RANGE_SEL	R/W	0h	PWM デューティ モード リファレンス入力の周波数範囲の選択 0h = 325Hz～100kHz 1h = 10Hz～325Hz
8-7	INPUT_REFERENCE_MODE	R/W	0h	閉ループ動作に使用する入力リファレンス モード 0h = 制御速度 (入力は速度リファレンスで、MAX_SPEED にスケーリング) 1h = 制御電力 (入力は電力リファレンスで、MAX_POWER にスケーリング) 2h = 制御トルク (入力は電流リファレンスで、ILIMIT にスケーリング) 3h = 制御変調指数 (入力は変調指数で、100% にスケーリング)

表 8-26. PERI_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
6-5	EEPROM_LOCK_MODE	R/W	0h	EEPROM ロック モード 0h = パスコードなしで EEPROM の読み取りおよび書き込みを許可 1h = EEPROM の読み取りおよび書き込みには有効なパスコードが必要 2h = EEPROM の読み取りには有効なパスコードが必要、書き込みは永続的にロック 3h = EEPROM の読み取りおよび書き込みを永続的にロック
4-0	予約済み	R	0h	予約済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3.5 GD_CONFIG1 レジスタ (オフセット = ACh) [リセット = 00000000h]

図 8-21 に、GD_CONFIG1 を示し、表 8-27 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ゲートドライバ設定 1 を設定するためのレジスタ

図 8-21. GD_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	予約済み		予約済み	SLEW_RATE		予約済み	
R-0h	R-0h		R-0h	R/W-0h		R-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	OVP_SEL	OVP_EN	予約済み	OTW_REP
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h	R/W-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み	予約済み	OCP_DEG		予約済み	OCP_LVL	OCP_MODE	
R-0h	R-0h	R/W-0h		R-0h	R/W-0h	R/W-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	CSA_GAIN	
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-0h	

表 8-27. GD_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30-29	予約済み	R	0h	予約済み
28	予約済み	R	0h	予約済み
27-26	SLEW_RATE	R/W	0h	スルー レート 0h = 該当なし 1h = 該当なし 2h = スルーレートは 125V/µs 3h = スルーレートは 200V/µs
25-24	予約済み	R	0h	予約済み
23	予約済み	R	0h	予約済み
22	予約済み	R	0h	予約済み
21	予約済み	R	0h	予約済み
20	予約済み	R	0h	予約済み
19	OVP_SEL	R/W	0h	過電圧レベル 0h = VM 過電圧レベルは 34V 1h = VM 過電圧レベルは 22V
18	OVP_EN	R/W	0h	過電圧を有効化 0h = 過電圧保護を無効化 1h = 過電圧保護を有効化
17	予約済み	R	0h	予約済み
16	OTW_REP	R/W	0h	過熱警告通知 0h = 過熱警告通知を無効化 1h = 過熱警告通知を有効化
15	予約済み	R	0h	予約済み
14	予約済み	R	0h	予約済み

表 8-27. GD_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
13-12	OCP_DEG	R/W	0h	OCP グリッチ除去時間 0h = OCP グリッチ除去時間は 0.2µs 1h = OCP グリッチ除去時間は 0.6µs 2h = OCP グリッチ除去時間は 1.2µs 3h = OCP グリッチ除去時間は 1.6µs
11	予約済み	R	0h	予約済み
10	OCP_LVL	R/W	0h	過電流レベル 0h = OCP レベルは 16A (標準値) 1h = OCP レベルは 24A (標準値)
9-8	OCP_MODE	R/W	0h	OCP フォルト モード 0h = 過電流によってフォルト状態がラッチされる。 1h = 過電流によって 500ms 後に自動的にリトライされる。 2h = 該当なし 3h = 該当なし
7	予約済み	R	0h	予約済み
6	予約済み	R	0h	予約済み
5	予約済み	R	0h	予約済み
4	予約済み	R	0h	予約済み
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	予約済み	R	0h	予約済み
1-0	CSA_GAIN	R/W	0h	電流検出アンプ ゲイン (DYNAMIC_CSA_GAIN_EN = 0x0 の場合にのみ使用) 0h = CSA ゲインは 0.15V/A 1h = CSA ゲインは 0.3V/A 2h = CSA ゲインは 0.6V/A 3h = CSA ゲインは 1.2V/A

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3.6 GD_CONFIG2 レジスタ (オフセット = AEh) [リセット = 00000000h]

図 8-22 に、GD_CONFIG2 を示し、表 8-28 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ゲートドライバ設定 2 を設定するためのレジスタ

図 8-22. GD_CONFIG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	予約済み	予約済み				予約済み	BUCK_PS_DIS
R-0h	R-0h	R-0h				R-0h	R/W-0h
23	22	21	20	19	18	17	16
BUCK_CL	BUCK_SEL		BUCK_DIS	MIN_ON_TIME			予約済み
R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h			R-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み			予約済み				
R-0h			R-0h				
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 8-28. GD_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティビット
30	予約済み	R	0h	予約済み
29-26	予約済み	R	0h	予約済み
25	予約済み	R	0h	予約済み
24	BUCK_PS_DIS	R/W	0h	降圧電源シーケンスの無効化 0h = 降圧電源シーケンスを有効化 1h = 降圧電源シーケンスを無効化
23	BUCK_CL	R/W	0h	降圧電流制限 0h = 降圧レギュレータの電流制限を 600mA に設定 1h = 降圧レギュレータの電流制限を 150mA に設定
22-21	BUCK_SEL	R/W	0h	降圧出力電圧 0h = 降圧電圧は 3.3V 1h = 降圧電圧は 5.0V 2h = 降圧電圧は 4.0V 3h = 降圧電圧は 5.7V
20	BUCK_DIS	R/W	0h	降圧の無効化 0h = 降圧レギュレータを有効化 1h = 降圧レギュレータを無効化
19-17	MIN_ON_TIME	R/W	0h	ローサイド MOSFET の最小オン時間 0h = 0μs 1h = スルーレートに基づいて自動 2h = 0.5μs 3h = 0.75μs 4h = 1μs 5h = 1.25μs 6h = 1.5μs 7h = 2μs
16-13	予約済み	R	0h	予約済み
12-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.4 Internal_Algorithm_Configuration レジスタ

Internal_Algorithm_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-29 に示します。表 8-29 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-29. INTERNAL_ALGORITHM_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
A0h	INT_ALGO_1	内部アルゴリズム設定 1	セクション 8.4.1
A2h	INT_ALGO_2	内部アルゴリズム設定 2	セクション 8.4.2

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-30 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-30. Internal_Algorithm_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.4.1 INT_ALGO_1 レジスタ (オフセット = A0h) [リセット = 00000000h]

図 8-23 に、INT_ALGO_1 を示し、表 8-31 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

内部アルゴリズム パラメータ 1 を設定するためのレジスタ

図 8-23. INT_ALGO_1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	ACTIVE_BRAKE_SPEED__DELTA_LIMIT_EXIT		SPEED_PIN_GLITCH_FILTER		FAST_ISD_EN	ISD_STOP_TIME	
R-0h	R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	

23	22	21	20	19	18	17	16
ISD_RUN_TIME		ISD_TIMEOUT		AUTO_HANDOFF_MIN_BEMF			BRAKE_CURRENT_PERSIST
R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h

15	14	13	12	11	10	9	8
BRAKE_CURRENT_PERSIST	予約済み						
R/W-0h	R-0h						

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み					REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC		
R-0h					R/W-0h		

表 8-31. INT_ALGO_1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-29	ACTIVE_BRAKE_SPEED__DELTA_LIMIT_EXIT	R/W	0h	それを下回るとアクティブ ブレーキが停止する、最終速度と現在の速度の差 0h = 2.5% 1h = 5% 2h = 7.5% 3h = 10%
28-27	SPEED_PIN_GLITCH_FILTER	R/W	0h	SPEED ピン入力に適用されるグリッチ フィルタ 0h = グリッチ フィルタなし 1h = 0.2µs 2h = 0.5µs 3h = 1.0µs
26	FAST_ISD_EN	R/W	0h	ISD 中の高速検出を有効化します 0h = 高速 ISD を無効化 1h = 高速 ISD を有効化
25-24	ISD_STOP_TIME	R/W	0h	ISD 中にモーターが停止状態にあると判断する際の根拠となる持続時間 0h = 1ms 1h = 5ms 2h = 50ms 3h = 100ms
23-22	ISD_RUN_TIME	R/W	0h	ISD 中にモーターが動作状態にあると判断する際の根拠となる持続時間 0h = 1ms 1h = 5ms 2h = 50ms 3h = 100ms

表 8-31. INT_ALGO_1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
21-20	ISD_TIMEOUT	R/W	0h	速度または方向を ISD が確実には検出できない場合のタイムアウト 0h = 500ms 1h = 750ms 2h = 1000ms 3h = 2000ms
19-17	AUTO_HANDOFF_MIN_BEMF	R/W	0h	ハンドオフの最小 BEMF。自動ハンドオフが有効な場合に適用されます。 0h = 0 mV 1h = 50 mV 2h = 100 mV 3h = 250 mV 4h = 500 mV 5h = 1000 mV 6h = 1250 mV 7h = 1500 mV
16-15	BRAKE_CURRENT_PERSIST	R/W	0h	電流ベースの ISD ブレーキ中に電流がスレッショルドを下回る持続時間 0h = 50ms 1h = 100ms 2h = 250ms 3h = 500ms
14-3	予約済み	R	0h	予約済み
2-0	REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC	R/W	0h	リバースドライブでの開ループ減速時に適用される開ループ加速度の % 0h = 50% 1h = 60% 2h = 70% 3h = 80% 4h = 90% 5h = 100% 6h = 125% 7h = 150%

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.4.2 INT_ALGO_2 レジスタ (オフセット = A2h) [リセット = 00000000h]

図 8-24 に、INT_ALGO_2 を示し、表 8-32 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

内部アルゴリズム パラメータ 2 を設定するためのレジスタ

図 8-24. INT_ALGO_2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
PARITY	FLUX_WEAK_KP						
R-0h	R/W-0h						
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
FLUX_WEAK_KP			FLUX_WEAK_KI				
R/W-0h			R/W-0h				
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
FLUX_WEAK_KI					FLUX_WEAK_ENABLE	CL_SLOW_ACC	
R/W-0h					R/W-0h	R/W-0h	
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
CL_SLOW_ACC		ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE			ISD_BEMF_FILT_ENABLE	CIRCULAR_CURRENT_LIMIT_ENABLE	IPD_HIGH_RESOLUTION_EN
R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 8-32. INT_ALGO_2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R	0h	パリティ ビット
30-21	FLUX_WEAK_KP	R/W	0h	弱め界磁ループ Kp の 10 ビット値。Kp = ((0.1 * FLUX_WEAK_KP) の 8 LSB) / (10^ (FLUX_WEAK_KP の 2 MSB))。
20-11	FLUX_WEAK_KI	R/W	0h	電流 (Iq および Id) ループ Ki の 10 ビット値。Ki = 10 * (FLUX_WEAK_KI の 8 LSB) / (10 ^ (FLUX_WEAK_KI の 2 MSB))。
10	FLUX_WEAK_ENABLE	R/W	0h	弱め界磁を有効化します 0h = 弱め界磁を無効化 1h = 弱め界磁を有効化
9-6	CL_SLOW_ACC	R/W	0h	推定器がまだ完全に整列していない場合の閉ループ加速度 (速度モードのみ)、電力 / 速度制限時の加速 / 減速 (速度モード:Hz/s、電力モード:deciWatt/s、トルク モード:centiA/s、デューティ サイクル モード:milliUnit/s)、deciWatt:0.1W、centiA:0.01A、milliUnit:0.001% 0h = 0.1Hz/s 1h = 1Hz/s 2h = 2Hz/s 3h = 3Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 20Hz/s 7h = 30Hz/s 8h = 40Hz/s 9h = 50Hz/s Ah = 100Hz/s Bh = 200Hz/s Ch = 500Hz/s Dh = 750Hz/s Eh = 1000Hz/s Fh = 2000Hz/s

表 8-32. INT_ALGO_2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
5-3	ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE	R/W	0h	アクティブ ブレーキ時のバス電流スルーレート 0h = 10A/s 1h = 50A/s 2h = 100A/s 3h = 250A/s 4h = 500A/s 5h = 1000A/s 6h = 5000A/s 7h = 無制限 A/s
2	ISD_BEMF_FILT_ENABLE	R/W	0h	ISD 中の BEMF フィルタを有効化します。 0h = 無効化 1h = イネーブル
1	CIRCULAR_CURRENT_LIMIT_ENABLE	R/W	0h	ピーク相電流と ILIMIT の関係の設定 0h = 循環電流制限を無効化:ILIMIT * sqrt(2) がピーク相電流になる可能性があります 1h = 循環電流制限を有効化:ILIMIT がピーク相電流です
0	IPD_HIGH_RESOLUTION_EN	R/W	0h	IPD 高分解能イネーブル 0h = 無効化 1h = イネーブル

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 RAM (揮発性) レジスタ マップ

9.1 Fault_Status レジスタ

Fault_Status レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 9-1 に示します。表 9-1 にリストされていないすべてのレジスタオフセット アドレスは予約領域と見なされ、レジスタの内容は変更しないでください。

表 9-1. FAULT_STATUS レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
E0h	GATE_DRIVER_FAULT_STATUS	フォルト ステータス レジスタ	セクション 9.1.1
E2h	CONTROLLER_FAULT_STATUS	フォルト ステータス レジスタ	セクション 9.1.2
24Ch	EEPROM_FAULT_STATUS	EEPROM フォルト ステータス レジスタ	セクション 9.1.3

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 9-2 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 9-2. Fault_Status のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

9.1.1 GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ (オフセット = E0h) [リセット = 00000000h]

図 9-1 に、GATE_DRIVER_FAULT_STATUS を示し、表 9-3 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種ゲートドライバ フォルトのステータス

図 9-1. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
DRIVER_FAULT	予約済み	予約済み	OCP	予約済み	OVP	予約済み	予約済み
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
23	22	21	20	19	18	17	16
OTW	OTS	OCP_HC	OCP_LC	OCP_HB	OCP_LB	OCP_HA	OCP_LA
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み	予約済み	BUCK_OCP	BUCK_UV	VCP_UV	予約済み	予約済み	予約済み
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 9-3. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	DRIVER_FAULT	R	0h	ゲートドライバ フォルト ステータス ビットの論理和
30	予約済み	R	0h	予約済み
29	予約済み	R	0h	予約済み
28	OCP	R	0h	過電流保護ステータス 0b = 過電流条件は未検出 1h = 過電流条件を検出済み
27	予約済み	R	0h	予約済み
26	OVP	R	0h	電源 (VM) の過電圧保護ステータス 0h = VM での過電圧条件は未検出 1h = VM で過電圧条件を検出済み
25	予約済み	R	0h	予約済み
24	予約済み	R	0h	予約済み
23	OTW	R	0h	過熱警告ステータス 0h = 過熱警告は未検出 1h = 過熱警告を検出済み
22	OTS	R	0h	過熱シャットダウン ステータス 0h = 過熱シャットダウンは未検出 1h = 過熱シャットダウンを検出済み
21	OCP_HC	R	0h	OUTC のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTC のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTC のハイサイド スイッチの過電流を検出済み
20	OCP_LC	R	0h	OUTC のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTC のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTC のローサイド スイッチの過電流を検出済み
19	OCP_HB	R	0h	OUTB のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTB のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTB のハイサイド スイッチの過電流を検出済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 9-3. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
18	OCP_LB	R	0h	OUTB のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTB のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTB のローサイド スイッチの過電流を検出済み
17	OCP_HA	R	0h	OUTA のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTA のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTA のハイサイド スイッチの過電流を検出済み
16	OCP_LA	R	0h	OUTA のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTA のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTA のローサイド スイッチの過電流を検出済み
15	予約済み	R	0h	予約済み
14	予約済み	R	0h	予約済み
13	BUCK_OCP	R	0h	降圧レギュレータ過電流ステータス 0h = 降圧レギュレータの過電流は未検出 1h = 降圧レギュレータの過電流を検出済み
12	BUCK_UV	R	0h	降圧レギュレータ低電圧ステータス 0h = 降圧レギュレータの低電圧は未検出 1h = 降圧レギュレータの低電圧を検出済み
11	VCP_UV	R	0h	チャージ ポンプ低電圧ステータス 0h =チャージ ポンプの低電圧は未検出 1h = チャージ ポンプの低電圧を検出済み
10	予約済み	R	0h	予約済み
9	予約済み	R	0h	予約済み
8	予約済み	R	0h	予約済み
7-0	予約済み	R	0h	予約済み

9.1.2 CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ (オフセット = E2h) [リセット = 00000000h]

図 9-2 に、CONTROLLER_FAULT_STATUS を示し、表 9-4 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種コントローラ フォルトのステータス

図 9-2. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
CONTROLLER_FAULT	予約済み	IPD_FREQ_FAULT	IPD_T1_FAULT	IPD_T2_FAULT	予約済み	MPET_IPD_FAULT	MPET_BEMF_FAULT
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
23	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**
ABN_SPEED	ABN_BEMF	NO_MTR	MTR_LCK	LOCK_LIMIT	HW_LOCK_LIMIT	MTR_UNDER_VOLTAGE	MTR_OVER_VOLTAGE
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
SPEED_LOOP_SATURATION	CURRENT_LOOP_SATURATION	MAX_SPEED_SATURATION	BUS_POWER_LIMIT_SATURATION	EEPROM_WRITE_LOCK_SET	EEPROM_READ_LOCK_SET	予約済み	
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
予約済み	I2C_CRC_FAULT_STATUS	EEPROM_ERR_STATUS	BOOT_STL_FAULT	WATCHDOG_FAULT	CPU_RESET_FAULT_STATUS	WWDT_FAULT_STATUS	予約済み
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 9-4. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	CONTROLLER_FAULT	R	0h	コントローラ フォルト ステータス ビットの論理和
30	予約済み	R	0h	予約済み
29	IPD_FREQ_FAULT	R	0h	IPD 周波数フォルト ステータス
28	IPD_T1_FAULT	R	0h	IPD T1 フォルト ステータス
27	IPD_T2_FAULT	R	0h	IPD T2 フォルト ステータス
26	予約済み	R	0h	予約済み
25	MPET_IPD_FAULT	R	0h	MPET 抵抗およびインダクタンス測定中のエラーの表示
24	MPET_BEMF_FAULT	R	0h	MPET BEMF 定数測定中のエラーの表示
23	ABN_SPEED	R	0h	異常速度モーター ロック条件の表示
22	ABN_BEMF	R	0h	異常 BEMF モーター ロック条件の表示
21	NO_MTR	R	0h	モーターなし (欠相) フォルトの表示
20	MTR_LCK	R	0h	モーター ロック (異常 BEMF / 速度、モーターなし) の 1 つがトリガされたことを示します
19	LOCK_LIMIT	R	0h	ロック電流制限フォルトの表示
18	HW_LOCK_LIMIT	R	0h	ハードウェア ロック電流制限フォルトの表示
17	MTR_UNDER_VOLTAGE	R	0h	VM での構成可能な低電圧フォルトの表示
16	MTR_OVER_VOLTAGE	R	0h	VM での構成可能な過電圧フォルトの表示
15	SPEED_LOOP_SATURATION	R	0h	速度ループ飽和の表示
14	CURRENT_LOOP_SATURATION	R	0h	電流ループ飽和の表示

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 9-4. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
13	MAX_SPEED_SATURATION	R	0h	最大速度制限飽和の表示
12	BUS_POWER_LIMIT_SATURATION	R	0h	最大 (入力 DC バス) 電力制限飽和の表示
11	EEPROM_WRITE_LOCK_SET	R	0h	EEPROM 書き込みロック設定の表示
10	EEPROM_READ_LOCK_SET	R	0h	EEPROM 読み取りロック設定の表示
9-8	予約済み	R	0h	予約済み
7	予約済み	R	0h	予約済み
6	I2C_CRC_FAULT_STATUS	R	0h	I2C パケットでの CRC フォルトの表示
5	EEPROM_ERR_STATUS	R	0h	EEPROM でのエラーの表示
4	BOOT_STL_FAULT	R	0h	ブートアップ時のセルフ テスト フォルトの表示 (MCF8316DULVRGFR にのみ適用)
3	WATCHDOG_FAULT	R	0h	ウォッチドッグ タイムアウト フォルトの表示
2	CPU_RESET_FAULT_STATUS	R	0h	予期しない CPU リセットフォルトの表示 (MCF8316DULVRGFR にのみ適用)
1	WWDT_FAULT_STATUS	R	0h	ウィンドウ付きウォッチドッグ リセット フォルトの表示 (MCF8316DULVRGFR にのみ適用)
0	予約済み	R	0h	予約済み

9.1.3 EEPROM_FAULT_STATUS レジスタ (オフセット = 24Ch) [リセット = 0000h]

図 9-3 に EEPROM_FAULT_STATUS を示し、表 9-5 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

EEPROM フォルト ステータス レジスタ

図 9-3. EEPROM_FAULT_STATUS レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み			EEPROM_CRC_FLT_STS	予約済み	EEPROM_PARITY_FLT_STS	予約済み	予約済み
R-0h			R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 9-5. EEPROM_FAULT_STATUS レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-5	予約済み	R	0h	予約済み
4	EEPROM_CRC_FLT_STS	R	0h	EEPROM CRC エラー フォルト ステータス 0h = EEPROM CRC エラー フォルト条件を未検出 1h = EEPROM CRC エラー フォルト条件を検出済み
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	EEPROM_PARITY_FLT_STS	R	0h	EEPROM パリティ エラー フォルト ステータス 0h = EEPROM パリティ エラー フォルト条件を未検出 1h = EEPROM パリティ エラー フォルト条件を検出済み
1	予約済み	R	0h	予約済み
0	予約済み	R	0h	予約済み

9.2 System_Status レジスタ

System_Status レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 9-6 に示します。表 9-6 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 9-6. SYSTEM_STATUS レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
E4h	ALGO_STATUS	システム ステータス レジスタ	セクション 9.2.1
E6h	MTR_PARAMS	システム ステータス レジスタ	セクション 9.2.2
E8h	ALGO_STATUS_MPET	システム ステータス レジスタ	セクション 9.2.3

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 9-7 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 9-7. System_Status のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.2.1 ALGO_STATUS レジスタ (オフセット = E4h) [リセット = 00000000h]

図 9-4 に、ALGO_STATUS を示し、表 9-8 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種システムおよびアルゴリズム パラメータのステータス

図 9-4. ALGO_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
VOLT_MAG							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
VOLT_MAG							
R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_CMD							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CMD				予約済み	SYS_ENABLE_FLAG	予約済み	
R-0h				R-0h	R-0h	R-0h	

表 9-8. ALGO_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	VOLT_MAG	R	0h	適用される変調指数を示す 16 ビット値。適用される変調指数 = (VOLT_MAG * 100 / 32768)%
15-4	DUTY_CMD	R	0h	PWM / アナログ / 周波数モードの入力デューティ コマンドを示す 12 ビット値。DUTY_CMD (%) = (DUTY_CMD/4095 * 100)%
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	SYS_ENABLE_FLAG	R	0h	1 は GUI がレジスタを制御できることを示します。0 は GUI がシャドウ メモリからデフォルト パラメータをコピーしている最中であることを示します。
1-0	予約済み	R	0h	予約済み

9.2.2 MTR_PARAMS レジスタ (オフセット = E6h) [リセット = 00000000h]

図 9-5 に、MTR_PARAMS を示し、表 9-9 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種モーター パラメータのステータス

図 9-5. MTR_PARAMS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MOTOR_R								MOTOR_BEMF_CONST							
R-0h								R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MOTOR_L								予約済み							
R-0h								R-0h							

表 9-9. MTR_PARAMS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-24	MOTOR_R	R	0h	MPET で測定したモーター抵抗値を示す 8 ビット値
23-16	MOTOR_BEMF_CONST	R	0h	MPET で測定した BEMF 定数を示す 8 ビット値
15-8	MOTOR_L	R	0h	MPET で測定したモーター インダクタンスを示す 8 ビット値
7-0	予約済み	R	0h	予約済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.2.3 ALGO_STATUS_MPET レジスタ (オフセット = E8h) [リセット = 00000000h]

図 9-6 に、ALGO_STATUS_MPET を示し、表 9-10 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種 MPET パラメータのステータス

図 9-6. ALGO_STATUS_MPET レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
MPET_R_STATUS	MPET_L_STATUS	MPET_KE_STATUS	MPET_MECH_STATUS	MPET_PWM_FREQ			
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み							
R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 9-10. ALGO_STATUS_MPET レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	MPET_R_STATUS	R	0h	抵抗測定のステータスを示します。 0h = MPET ルーチン中に抵抗測定が開始された場合、MPET ルーチン中のモーター抵抗測定は完了していません。 1h = MPET ルーチン中のモーター抵抗測定は完了しています。
30	MPET_L_STATUS	R	0h	インダクタンス測定のステータスを示します。 0h = MPET ルーチン中にインダクタンス測定が開始された場合、MPET ルーチン中のモーター インダクタンス測定は完了していません 1h = MPET ルーチン中のモーター インダクタンス測定は完了しています
29	MPET_KE_STATUS	R	0h	BEMF 定数測定のステータスを示します。 0h = MPET ルーチン中に BEMF 定数測定が開始された場合、MPET ルーチン中のモーター BEMF 定数測定は完了していません 1h = MPET ルーチン中のモーター BEMF 定数測定は完了しています
28	MPET_MECH_STATUS	R	0h	機械的パラメータ測定のステータスを示します。 0h = MPET ルーチン中に機械的パラメータ測定 (速度ループ Kp 値、Ki 値) が開始された場合、MPET ルーチン中の 速度ループ Kp 値、Ki 値の自動計算は完了していません 1h = MPET ルーチン中の速度ループ Kp 値、Ki 値の自動計算は完了しています
27-24	MPET_PWM_FREQ	R	0h	電気的時定数に基づく MPET 推奨 PWM スイッチング周波数を示す 4 ビット値。PWM_FREQ_OUT と同じ列挙リストに従います。
23-0	予約済み	R	0h	予約済み

9.3 Device_Control レジスタ

Device_Control レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 9-11 に示します。表 9-11 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 9-11. DEVICE_CONTROL レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
EAh	ALGO_CTRL1	デバイス制御レジスタ	セクション 9.3.1

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 9-12 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 9-12. Device_Control のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.3.1 ALGO_CTRL1 レジスタ (オフセット = EAh) [リセット = 00000000h]

図 9-7 に、ALGO_CTRL1 を示し、表 9-13 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

制御設定

図 9-7. ALGO_CTRL1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
EEPROM_WRT	EEPROM_READ	CLR_FLT	CLR_FLT_RETRY_COUNT	EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY			
R/W-0h	R/W-0h	W-0h	W-0h	W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY				FORCED_ALIGN_ANGLE			
W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
FORCED_ALIGN_ANGLE					WATCHDOG_TICKLE	STL_CMD	STL_KEY
R/W-0h					R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
STL_KEY							予約済み
R/W-0h							R-0h

表 9-13. ALGO_CTRL1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	EEPROM_WRT	R/W	0h	RAM / シャドウから EEPROM に設定を書き込みます
30	EEPROM_READ	R/W	0h	デフォルト設定を EEPROM から RAM / シャドウに読み出します
29	CLR_FLT	W	0h	すべてのフォルトをクリアします。
28	CLR_FLT_RETRY_COUNT	W	0h	自動フォルト リトライ回数をクリアします。
27-20	EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY	W	0h	EEPROM 書き込みアクセス キー (0xA5)
19-11	FORCED_ALIGN_ANGLE	R/W	0h	強制アライン状態 (FORCE_ALIGN_EN = 0x1) 中に使用される 9 ビット値 (単位:度)。たとえば、FORCED_ALIGN_ANGLE 値が 225 度の場合、強制アライン中に適用される角度は 225 度となり、同様に、FORCED_ALIGN_ANGLE 値 が 395 度の場合、強制アライン中に適用される角度は 395%360 で 35 度となります。適用される角度 = (FORCED_ALIGN_ANGLE % 360) 度
10	WATCHDOG_TICKLE	R/W	0h	I2C モードでウォッチドッグをティックルするための RAM ビット。EXT_WDT_CFG ごとに、外部コントローラはこのビットに 0x1 を書き込む必要があります。デバイスは、このビットを 0x0 にリセットします。
9	STL_CMD	R/W	0h	セルフ テストを開始するコマンド (MCF8316DULVRGFR のみに適用可能)
8-1	STL_KEY	R/W	0h	オンデマンドでセルフ テストを開始するためのキー (0xBE) (MCF8316DULVRGFR のみに適用可能)
0	予約済み	R	0h	予約済み

9.4 Algorithm_Control レジスタ

Algorithm_Control レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 9-14 に示します。表 9-14 にリストされていないすべてのレジスタ オフセット アドレスは予約領域と見なされ、レジスタの内容は変更しないでください。

表 9-14. ALGORITHM_CONTROL レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
ECh	ALGO_DEBUG1	アルゴリズム制御レジスタ	セクション 9.4.1
EEh	ALGO_DEBUG2	アルゴリズム制御レジスタ	セクション 9.4.2
F0h	CURRENT_PI	使用されている電流 PI コントローラ	セクション 9.4.3
F2h	SPEED_PI	使用されている速度 PI コントローラ	セクション 9.4.4
F4h	DAC_1	DAC1 制御レジスタ	セクション 9.4.5
F6h	DAC_2	DAC2 制御レジスタ	セクション 9.4.6
F8h	EEPROM_SECURITY	EEPROM セキュリティ制御レジスタ	セクション 9.4.7

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 9-15 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 9-15. Algorithm_Control のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.1 ALGO_DEBUG1 レジスタ (オフセット = ECh) [リセット = 00000000h]

図 9-8 に、ALGO_DEBUG1 を示し、表 9-16 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバッグ用アルゴリズム制御レジスタ

図 9-8. ALGO_DEBUG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
OVERRIDE	DIGITAL_SPEED_CTRL						
R/W-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
DIGITAL_SPEED_CTRL							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLOSED_LOOP_DIS	FORCE_ALIGN_EN	FORCE_SLOW_FIRST_CYCLE_EN	FORCE_IPD_EN	FORCE_ISD_EN	FORCE_ALIGN_ANGLE_SRC_SEL	予約済み	
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 9-16. ALGO_DEBUG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	OVERRIDE	R/W	0h	リファレンス入力モードを制御するために使用。OVERRIDE = 0x1 の場合、SPEED_MODE の設定にかかわらず、ユーザーは I2C インターフェイスを使用して速度コマンドを書き込むことができます。 0h = アナログ / PWM / 周波数モードを使用する SPEED_CMD 1h = DIGITAL_SPEED_CTRL を使用する SPEED_CMD
30-16	DIGITAL_SPEED_CTRL	R/W	0h	OVERRIDE が 0x1 に設定されている場合、または SPEED_MODE が 0x2 に設定されている場合のリファレンス入力。リファレンス入力 = (DIGITAL_SPEED_CTRL/32768 *100)%
15	CLOSED_LOOP_DIS	R/W	0h	閉ループ動作を無効化するために使用 0h = 閉ループを有効化 1h = 閉ループを無効化 (開ループでのモーター整流)
14	FORCE_ALIGN_EN	R/W	0h	アライン状態の強制を有効化 0h = アライン状態の強制を無効化 1h = アライン状態の強制を有効化。MTR_STARTUP がアラインまたはダブル アラインに設定されている場合、本デバイスはアライン状態にとどまります。
13	FORCE_SLOW_FIRST_CYCLE_EN	R/W	0h	スロー ファースト サイクルの強制を有効化 0h = スロー ファースト サイクル状態の強制を無効化 1h = スロー ファースト サイクル状態の強制を有効化。MTR_STARTUP がスロー ファースト サイクルに設定されている場合、本デバイスはスロー ファースト サイクル状態にとどまります。
12	FORCE_IPD_EN	R/W	0h	IPD の強制を有効化 0h = IPD 状態の強制を無効化 1h = IPD 状態の強制を有効化。MTR_STARTUP が IPD に設定されている場合、本デバイスは IPD 状態にとどまります。
11	FORCE_ISD_EN	R/W	0h	ISD の強制を有効化 0h = ISD 状態の強制を無効化 1h = ISD 状態の強制を有効化。ISD_EN がセットされている場合、本デバイスは ISD 状態にとどまります。

表 9-16. ALGO_DEBUG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
10	FORCE_ALIGN_ANGLE_SRC_SEL	R/W	0h	強制アライン角度のソース選択 0h = ALIGN_ANGLE によって強制アライン角度を設定 1h = FORCED_ALIGN_ANGLE によって強制アライン角度を設定
9-0	予約済み	R	0h	予約済み

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.2 ALGO_DEBUG2 レジスタ (オフセット = EEh) [リセット = 00000000h]

図 9-9 に、ALGO_DEBUG2 を示し、表 9-17 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバッグ用アルゴリズム制御レジスタ

図 9-9. ALGO_DEBUG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	FORCE_RECIRCULATE_STOP_SECTOR			FORCE_RECIRCULATE_STOP_EN	CURRENT_LOOP_DIS	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS	
R-0h	R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS							
R/W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS		MPET_CMD	MPET_R	MPET_L	MPET_KE	MPET_MECH	MPET_WRITE_SHADOW
R/W-0h		W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h

表 9-17. ALGO_DEBUG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-28	FORCE_RECIRCULATE_STOP_SECTOR	R/W	0h	FORCE_RECIRCULATE_STOP_EN が 0x1 に設定されている場合、還流停止のための特定のセクタを選択 0h = STOP 条件の前の最後のセクタ 1h = Sector1 2h = Sector2 3h = Sector3 4h = Sector4 5h = Sector5 6h = Sector6 7h = STOP 条件の前の最後のセクタ
27	FORCE_RECIRCULATE_STOP_EN	R/W	0h	強制還流停止を有効化 0h = 強制還流停止を有効化 1h = 強制還流停止を無効化
26	CURRENT_LOOP_DIS	R/W	0h	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS と FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS を制御するために使用。CURRENT_LOOP_DIS = 0x1 の場合、電流ループと速度ループは無効化されます。 0h = 電流ループを有効化 1h = 電流ループを無効化
25-16	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS	R/W	0h	電流ループと速度ループが無効化されている際の Vd の設定。CURRENT_LOOP_DIS = 0b1 の場合、FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS によって Vd を設定します。 mdRef = FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS / 500 (FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS < 500 の場合)、(FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS - 1024) / 500 (FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS > 512 の場合)、有効な値:0～500 と 512～1000

表 9-17. ALGO_DEBUG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-6	FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS	R/W	0h	電流ループと速度ループが無効化されている際の Vq の設定。 CURRENT_LOOP_DIS = 0b1 の場合、 FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS によって Vq を設定します。 mqRef = FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS / 500 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS < 500 の場合)、 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS - 1024) / 500 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS > 512 の場合)、有効な値:0～500 と 512～1000
5	MPET_CMD	W	0h	0x1 に設定すると、モーター パラメータ測定 (MPET) ルーチンが開始されます。
4	MPET_R	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの抵抗測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの抵抗測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの抵抗測定を有効化
3	MPET_L	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターのインダクタンス測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターのインダクタンス測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターのインダクタンス測定を有効化
2	MPET_KE	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの BEMF 定数測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの BEMF 定数測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの BEMF 定数測定を有効化
1	MPET_MECH	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの機械的パラメータ測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの機械的パラメータ測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーターの機械的パラメータ測定を有効化
0	MPET_WRITE_SHADOW	W	0h	0x1 に設定すると、測定パラメータがシャドウ レジスタに書き込まれます。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.3 CURRENT_PI レジスタ (オフセット = F0h) [リセット = 00000000h]

図 9-10 に、CURRENT_PI を示し、表 9-18 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

使用されている電流 PI コントローラ

図 9-10. CURRENT_PI レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CURRENT_LOOP_KI																CURRENT_LOOP_KP															
R-0h																R-0h															

表 9-18. CURRENT_PI レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	CURRENT_LOOP_KI	R	0h	電流ループ Ki の 10 ビット値。CURR_LOOP_KI と同じ倍率
15-0	CURRENT_LOOP_KP	R	0h	電流ループ Kp の 10 ビット値。CURR_LOOP_KP と同じ倍率

9.4.4 SPEED_PI レジスタ (オフセット = F2h) [リセット = 00000000h]

図 9-11 に、SPEED_PI を示し、表 9-19 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

使用されている速度 PI コントローラ

図 9-11. SPEED_PI レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_LOOP_KI																SPEED_LOOP_KP															
R-0h																R-0h															

表 9-19. SPEED_PI レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	SPEED_LOOP_KI	R	0h	速度ループ Ki の 10 ビット値。SPD_LOOP_KI と同じ倍率
15-0	SPEED_LOOP_KP	R	0h	速度ループ Kp の 10 ビット値。SPD_LOOP_KP と同じ倍率

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.5 DAC_1 レジスタ (オフセット = F4h) [リセット = 00110000h]

図 9-12 に、DAC_1 を示し、表 9-20 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

DAC1 制御レジスタ

図 9-12. DAC_1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み			DACOUT1_ENUM_SCALING				DACOUT1_SCALING
R-0h			R/W-8h				R/W-8h
15	14	13	12	11	10	9	8
DACOUT1_SCALING			DACOUT1_UNIPOLAR	DACOUT1_VAR_ADDR			
R/W-8h			R/W-0h	R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
DACOUT1_VAR_ADDR							
R/W-0h							

表 9-20. DAC_1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-21	予約済み	R	0h	予約済み
20-17	DACOUT1_ENUM_SCALING	R/W	8h	DACOUT1 の倍率。DACOUT1_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数に、$2^{DACOUT1_ENUM_SCALING}$ を乗算します。DACOUT1_ENUM_SCALING は DACOUT1_SCALING が 0x0 の場合にのみ有効になります

表 9-20. DAC_1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
16-13	DACOUT1_SCALING	R/W	8h	DACOUT1 スケーリング係数。DACOUT1_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数を DACOUT1_SCALING でスケーリングします。実際の電圧は DACOUT1_UNIPOLAR によって異なります。DACOUT1_UNIPOLAR = 0x1 の場合、実際の値 = ((DAC 電圧 * ベース値))/((3 * DACOUT1_SCALING))、DACOUT1_UNIPOLAR = 0x0 の場合、実際の値 = (((DAC 電圧 - 1.5) * ベース値))/((1.5 * DACOUT1_SCALING))。ベース電流は 10/8 A、ベース速度は MAX_SPEED (Hz 単位)、DC バス電圧のベース電圧は 60V、相電圧のベース電圧は 60V/Sqrt(3)。注:電流については、推奨 DACOUT1_SCALING は 2/8 であり、電圧については 8/8、速度については 7/8 です 0h = s の列挙値を処理、最大値は 31 1h = 1 / 8 2h = 2 / 8 3h = 3 / 8 4h = 4 / 8 5h = 5 / 8 6h = 6 / 8 7h = 7 / 8 8h = 8 / 8 9h = 9 / 8 Ah = 10 / 8 Bh = 11 / 8 Ch = 12 / 8 Dh = 13 / 8 Eh = 14 / 8 Fh = 15 / 8
12	DACOUT1_UNIPOLAR	R/W	0h	DACOUT1 出力を設定します。DACOUT1_UNIPOLAR = 0x1 の場合、実際の値 = ((DAC1 電圧 * ベース値))/((3 * DACOUT1_SCALING))、DACOUT1_UNIPOLAR = 0x0 の場合、実際の値 = (((DAC2 電圧 - 1.5) * ベース値))/((1.5 * DACOUT1_SCALING))。ベース電流は 10/8 A、ベース速度は MAX_SPEED (Hz 単位)、DC バス電圧のベース電圧は 60V、相電圧のベース電圧は 60V/Sqrt(3) 0h = バイポーラ (1.5V のオフセット) 1h = ユニポーラ (オフセットなし)
11-0	DACOUT1_VAR_ADDR	R/W	0h	DACOUT1 で監視対象となる変数の 12 ビット アドレス

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.6 DAC_2 レジスタ (オフセット = F6h) [リセット = 00XX0000h]

図 9-13 に、DAC_2 を示し、表 9-21 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

DAC2 制御レジスタ

図 9-13. DAC_2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み	DACOUT2_ENUM_SCALING				DACOUT2_SCALING		
R-0h	R/W-Xh				R/W-8h		
15	14	13	12	11	10	9	8
DACOUT2_SCALING	DACOUT2_UNIPOLAR	DACOUT2_VAR_ADDR					
R/W-8h	R/W-0h	R/W-0h					
7	6	5	4	3	2	1	0
DACOUT2_VAR_ADDR							
R/W-0h							

表 9-21. DAC_2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-23	予約済み	R	0h	予約済み
22-19	DACOUT2_ENUM_SCALING	R/W	Xh	DACOUT2 の倍率。DACOUT2_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数に、$2^{DACOUT2_ENUM_SCALING}$ を乗算します。DACOUT2_ENUM_SCALING は DACOUT2_SCALING が 0x0 の場合にのみ有効になります
18-15	DACOUT2_SCALING	R/W	8h	DACOUT2 スケーリング係数。DACOUT2_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数を DACOUT2_SCALING でスケーリングします。実際の電圧は DACOUT2_UNIPOLAR によって異なります。DACOUT2_UNIPOLAR = 0x1 の場合、実際の値 = ((DAC2 電圧 * ベース値))/((3 * DACOUT2_SCALING))、DACOUT2_UNIPOLAR = 0x0 の場合、実際の値 = (((DAC2 電圧 - 1.5) * ベース値))/((1.5 * DACOUT2_SCALING))。ベース電流は 10/8 A、ベース速度は MAX_SPEED (Hz 単位)、DC バス電圧のベース電圧は 60V、相電圧のベース電圧は 60V/Sqrt(3)。注:電流については、推奨 DACOUT1_SCALING は 2/8 であり、電圧については 8/8、速度情報については 7/8 です 0h = s の列挙値を処理、最大値は 31 1h = 1 / 8 2h = 2 / 8 3h = 3 / 8 4h = 4 / 8 5h = 5 / 8 6h = 6 / 8 7h = 7 / 8 8h = 8 / 8 9h = 9 / 8 Ah = 10 / 8 Bh = 11 / 8 Ch = 12 / 8 Dh = 13 / 8 Eh = 14 / 8 Fh = 15 / 8

表 9-21. DAC_2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
14	DACOUT2_UNIPOLAR	R/W	0h	DACOUT2 出力を設定します。DACOUT2_UNIPOLAR = 0x1 の場合、実際の値 = ((DAC2 電圧 * ベース値))/((3 * DACOUT2_SCALING))、DACOUT2_UNIPOLAR = 0x0 の場合、実際の値 = (((DAC2 電圧 - 1.5) * ベース値))/((1.5 * DACOUT2_SCALING))。ベース電流は 10/8 A、ベース速度は MAX_SPEED (Hz 単位)、DC バス電圧のベース電圧は 60V、相電圧のベース電圧は 60V/Sqrt(3)電流については、推奨 DACOUT1_SCALING は 2/8 であり、電圧については 8/8、速度情報については 7/8 です 0h = バイポーラ (1.5V のオフセット) 1h = ユニポーラ (オフセットなし)
13-0	DACOUT2_VAR_ADDR	R/W	0h	DACOUT2 で監視対象となる変数の 14 ビット アドレス

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.4.7 EEPROM_SECURITY レジスタ (オフセット = F8h) [リセット = 0000h]

図 9-14 に EEPROM_SECURITY を示し、表 9-22 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

EEPROM セキュリティ制御レジスタ

図 9-14. EEPROM_SECURITY レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み	USER_EEPROM_KEY						
R-0h	R/W-0h						
7	6	5	4	3	2	1	0
USER_EEPROM_KEY							
R/W-0h							

表 9-22. EEPROM_SECURITY レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15	予約済み	R	0h	予約済み
14-0	USER_EEPROM_KEY	R/W	0h	EEPROM の読み取り / 書き込みのロックを解除するためのユーザー入力キー。EEPROM_LOCK_MODE = 0x1、0x2 のとき、EEPROM のロックを解除するには、EEPROM_LOCK_KEY の値をここに書き込みます

9.5 Algorithm_Variables レジスタ

Algorithm_Variables レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 9-23 に示します。表 9-23 にリストされていないすべてのレジスタ オフセット アドレスは予約領域と見なされ、レジスタの内容は変更しないでください。

表 9-23. ALGORITHM_VARIABLES レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
18Eh	ALGORITHM_STATE	電流アルゴリズム状態レジスタ	セクション 9.5.1
194h	FG_SPEED_FDBK	FG 速度帰還レジスタ	セクション 9.5.2
40Ch	BUS_CURRENT	DC バス電流計算値レジスタ	セクション 9.5.3
444h	PHASE_CURRENT_A	位相 A 測定電流レジスタ	セクション 9.5.4
446h	PHASE_CURRENT_B	位相 B 測定電流レジスタ	セクション 9.5.5
448h	PHASE_CURRENT_C	位相 C 測定電流レジスタ	セクション 9.5.6
46Ah	IMAG_SQR	モーター相ピーク電流の 2 乗値	セクション 9.5.7
46Ch	CSA_GAIN_FEEDBACK	CSA ゲイン レジスタ	セクション 9.5.8
477h	VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK	電圧ゲイン レジスタ	セクション 9.5.9
47Ch	VM_VOLTAGE	VM 電圧レジスタ	セクション 9.5.10
484h	PHASE_VOLTAGE_VA	位相 A 電圧レジスタ	セクション 9.5.11
486h	PHASE_VOLTAGE_VB	位相 B 電圧レジスタ	セクション 9.5.12
488h	PHASE_VOLTAGE_VC	位相 C 電圧レジスタ	セクション 9.5.13
4BCh	SIN_COMMUTATION_ANGLE	整流角の正弦	セクション 9.5.14
4BEh	COS_COMMUTATION_ANGLE	整流角の余弦	セクション 9.5.15
4DCh	IALPHA	IALPHA 電流レジスタ	セクション 9.5.16
4DEh	IBETA	IBETA 電流レジスタ	セクション 9.5.17
4E0h	VALPHA	VALPHA 電圧レジスタ	セクション 9.5.18
4E2h	VBETA	VBETA 電圧レジスタ	セクション 9.5.19
4ECh	ID	D 軸電流測定値レジスタ	セクション 9.5.20

表 9-23. ALGORITHM_VARIABLES レジスタ (続き)

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
4EEh	IQ	Q 軸電流測定値レジスタ	セクション 9.5.21
4F0h	VD	VD 電圧レジスタ	セクション 9.5.22
4F2h	VQ	VQ 電圧レジスタ	セクション 9.5.23
52Ah	IQ_REF_ROTOR_ALIGN	アライン電流リファレンス	セクション 9.5.24
540h	SPEED_REF_OPEN_LOOP	開ループ速度レジスタ	セクション 9.5.25
550h	IQ_REF_OPEN_LOOP	開ループ電流リファレンス	セクション 9.5.26
5D2h	SPEED_REF_CLOSED_LOOP	速度リファレンス レジスタ	セクション 9.5.27
612h	ID_REF_CLOSED_LOOP	電流ループ リファレンス レジスタ	セクション 9.5.28
614h	IQ_REF_CLOSED_LOOP	電流ループ リファレンス レジスタ	セクション 9.5.29
6AEh	ISD_STATE	ISD 状態レジスタ	セクション 9.5.30
6B8h	ISD_SPEED	ISD 速度レジスタ	セクション 9.5.31
6EAh	IPD_STATE	IPD 状態レジスタ	セクション 9.5.32
72Eh	IPD_ANGLE	IPD 角度計算値レジスタ	セクション 9.5.33
772h	ED	BEMF EQ 推定値レジスタ	セクション 9.5.34
774h	EQ	BEMF ED 推定値レジスタ	セクション 9.5.35
782h	SPEED_FDBK	速度帰還レジスタ	セクション 9.5.36
786h	THETA_EST	回転子位置推定値レジスタ	セクション 9.5.37

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 9-24 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 9-24. Algorithm_Variables のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	表記	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.1 ALGORITHM_STATE レジスタ (オフセット = 18Eh) [リセット = 0000h]

図 9-15 に、ALGORITHM_STATE を示し、表 9-25 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流アルゴリズム状態レジスタ

図 9-15. ALGORITHM_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
ALGORITHM_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ALGORITHM_STATE							
R-0h							

表 9-25. ALGORITHM_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	ALGORITHM_STATE	R	0h	デバイスの現在の状態を示す 16 ビット値 0h = MOTOR_IDLE 1h = MOTOR_ISD 2h = MOTOR_TRISTATE 3h = MOTOR_BRAKE_ON_START 4h = MOTOR_IPD 5h = MOTOR_SLOW_FIRST_CYCLE 6h = MOTOR_ALIGN 7h = MOTOR_OPEN_LOOP 8h = MOTOR_CLOSED_LOOP_UNALIGNED 9h = MOTOR_CLOSED_LOOP_ALIGNED Ah = MOTOR_CLOSED_LOOP_ACTIVE_BRAKING Bh = MOTOR_SOFT_STOP Ch = MOTOR_RECIRCULATE_STOP Dh = MOTOR_BRAKE_ON_STOP Eh = MOTOR_FAULT Fh = MOTOR_MPET_MOTOR_STOP_CHECK 10h = MOTOR_MPET_MOTOR_STOP_WAIT 11h = MOTOR_MPET_MOTOR_BRAKE 12h = MOTOR_MPET_ALGORITHM_PARAMETERS_INIT 13h = MOTOR_MPET_RL_MEASURE 14h = MOTOR_MPET_KE_MEASURE 15h = MOTOR_MPET_STALL_CURRENT_MEASURE 16h = MOTOR_MPET_TORQUE_MODE 17h = MOTOR_MPET_DONE 18h = MOTOR_MPET_FAULT

9.5.2 FG_SPEED_FDBK レジスタ (オフセット = 194h) [リセット = 00000000h]

図 9-16 に、FG_SPEED_FDBK を示し、表 9-26 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

FG からの速度帰還

図 9-16. FG_SPEED_FDBK レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
FG_SPEED_FDBK																															
R-0h																															

表 9-26. FG_SPEED_FDBK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	FG_SPEED_FDBK	R	0h	FG 推定モーター速度 (Hz) = (FG_SPEED_FDBK / 2^{27}) * MAX_SPEED (Hz) を基に推定されたモーター速度の絶対値 (符号なし) を示す 32 ビット値

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.3 BUS_CURRENT レジスタ (オフセット = 40Ch) [リセット = 00000000h]

図 9-17 に、BUS_CURRENT を示し、表 9-27 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

供給電流計算値レジスタ

図 9-17. BUS_CURRENT レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
BUS_CURRENT																															
R-0h																															

表 9-27. BUS_CURRENT レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	BUS_CURRENT	R	0h	DC バス電流を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。DC バス電流 (A) = (BUS_CURRENT / 2^{27}) * 10/8

9.5.4 PHASE_CURRENT_A レジスタ (オフセット = 444h) [リセット= 00000000h]

図 9-18 に、PHASE_CURRENT_A を示し、表 9-28 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 A 電流測定値レジスタ

図 9-18. PHASE_CURRENT_A レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_A																															
R-0h																															

表 9-28. PHASE_CURRENT_A レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_A	R	0h	A 相の連続電流測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。A 相電流 (A) = (PHASE_CURRENT_A / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.5 PHASE_CURRENT_B レジスタ (オフセット = 446h) [リセット= 00000000h]

図 9-19 に、PHASE_CURRENT_B を示し、表 9-29 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 B 電流測定値レジスタ

図 9-19. PHASE_CURRENT_B レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_B																															
R-0h																															

表 9-29. PHASE_CURRENT_B レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_B	R	0h	B 相の連続電流測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。B 相電流 (A) = (PHASE_CURRENT_B / 2^{27}) * 10/8

9.5.6 PHASE_CURRENT_C レジスタ (オフセット = 448h) [リセット= 00000000h]

図 9-20 に、PHASE_CURRENT_C を示し、表 9-30 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 C 電流測定値レジスタ

図 9-20. PHASE_CURRENT_C レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_C																															
R-0h																															

表 9-30. PHASE_CURRENT_C レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_C	R	0h	C 相の連続電流測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。C 相電流 (A) = (PHASE_CURRENT_C / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.7 IMAG_SQR レジスタ (オフセット = 46Ah) [リセット = 00000000h]

図 9-21 に、IMAG_SQR を示し、表 9-31 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーター相ピーク電流の 2 乗値

図 9-21. IMAG_SQR レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IMAG_SQR																															
R-0h																															

表 9-31. IMAG_SQR レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IMAG_SQR	R	0h	モーター位相ピーク電流の 2 乗値を示す 32 ビット値。モーター相のピーク電流 (A) = sqrt(IMAG_SQR/2^{27})*10

9.5.8 CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ (オフセット = 46Ch) [リセット = 0000h]

図 9-22 に、CSA_GAIN_FEEDBACK を示し、表 9-32 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VM 電圧レジスタ

図 9-22. CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
CSA_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
CSA_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							

表 9-32. CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	CSA_GAIN_FEEDBACK	R	0h	電流検出ゲインを示す 16 ビット値。MIN_CSA_GAIN = 0.15V/A 0h = MIN_CSA_GAIN * 8 1h = MIN_CSA_GAIN * 4 2h = MIN_CSA_GAIN * 2 3h = MIN_CSA_GAIN * 1

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.9 VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタ (オフセット = 477h) [リセット = 0000h]

図 9-23 に、VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK を示し、表 9-33 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電圧ゲイン レジスタ

図 9-23. VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							

表 9-33. VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK	R	0h	電圧ゲインを示す 16 ビット値 0h = 40 V 1h = 30 V 2h = 15 V

9.5.10 VM_VOLTAGE レジスタ (オフセット = 47Ch) [リセット = 00000000h]

図 9-24 に、VM_VOLTAGE を示し、表 9-34 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電源電圧レジスタ

図 9-24. VM_VOLTAGE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VM_VOLTAGE																															
R-0h																															

表 9-34. VM_VOLTAGE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VM_VOLTAGE	R	0h	DC バス電圧を示す 32 ビット値。DC バス電圧 (V) = VM_VOLTAGE * 60 / 2^{27}

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.11 PHASE_VOLTAGE_VA レジスタ (オフセット = 484h) [リセット= 00000000h]

図 9-25 に、PHASE_VOLTAGE_VA を示し、表 9-35 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 A 電圧レジスタ

図 9-25. PHASE_VOLTAGE_VA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VA																															
R-0h																															

表 9-35. PHASE_VOLTAGE_VA レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VA	R	0h	ISD 中の A 相電圧の測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。A 相電圧 (V) = PHASE_VOLTAGE_VA * 60 / (sqrt(3) * 2^{27})

9.5.12 PHASE_VOLTAGE_VB レジスタ (オフセット = 486h) [リセット= 00000000h]

図 9-26 に、PHASE_VOLTAGE_VB を示し、表 9-36 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 B 電圧レジスタ

図 9-26. PHASE_VOLTAGE_VB レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VB																															
R-0h																															

表 9-36. PHASE_VOLTAGE_VB レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VB	R	0h	ISD 中の B 相電圧の測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。B 相電圧 (V) = PHASE_VOLTAGE_VB * 60 / (sqrt(3) * 2^{27})

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.13 PHASE_VOLTAGE_VC レジスタ (オフセット = 488h) [リセット = 00000000h]

図 9-27 に、PHASE_VOLTAGE_VC を示し、表 9-37 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 C 電圧レジスタ

図 9-27. PHASE_VOLTAGE_VC レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VC																															
R-0h																															

表 9-37. PHASE_VOLTAGE_VC レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VC	R	0h	ISD 中の C 相電圧の測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。C 相電圧 (V) = PHASE_VOLTAGE_VC * 60 / (sqrt(3) * 2^{27})

9.5.14 SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタ (オフセット = 4BCh) [リセット= 00000000h]

図 9-28 に、SIN_COMMUTATION_ANGLE を示し、表 9-38 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

整流角の正弦

図 9-28. SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SIN_COMMUTATION_ANGLE																															
R-0h																															

表 9-38. SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SIN_COMMUTATION_ANGLE	R	0h	回転子角度の正弦を示す 32 ビット符号付き値。負の数は 2 の補数で表されます。sin(rotor angle) = (SIN_COMMUTATION_ANGLE / 2^{27})

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.15 COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタ (オフセット = 4BEh) [リセット= 00000000h]

図 9-29 に、COS_COMMUTATION_ANGLE を示し、表 9-39 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

整流角の余弦

図 9-29. COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
COS_COMMUTATION_ANGLE																															
R-0h																															

表 9-39. COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	COS_COMMUTATION_ANGLE	R	0h	回転子角度の余弦を示す 32 ビット符号付き値。負の数は 2 の補数で表されます。cos(rotor angle) = (COS_COMMUTATION_ANGLE / 2^{27})

9.5.16 IALPHA レジスタ (オフセット = 4DCh) [リセット = 00000000h]

図 9-30 に、IALPHA を示し、表 9-40 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IALPHA 電流レジスタ

図 9-30. IALPHA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IALPHA																															
R-0h																															

表 9-40. IALPHA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IALPHA	R	0h	αβ 領域での相電流を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。IAlpha (A) = (IALPHA / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.17 IBETA レジスタ (オフセット = 4DEh) [リセット = 00000000h]

図 9-31 に、IBETA を示し、表 9-41 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IBETA 電流レジスタ

図 9-31. IBETA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IBETA																															
R-0h																															

表 9-41. IBETA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IBETA	R	0h	αβ 領域での相電流を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。IBeta (A) = (IBETA / 2^{27}) * 10/8

9.5.18 VALPHA レジスタ (オフセット = 4E0h) [リセット = 00000000h]

図 9-32 に、VALPHA を示し、表 9-42 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VALPHA 電圧レジスタ

図 9-32. VALPHA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VALPHA																															
R-0h																															

表 9-42. VALPHA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VALPHA	R	0h	αβ 領域で印加される相電圧を示す 32 ビット符号付き値。VAlpha (V) = (VALPHA / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.19 VBETA レジスタ (オフセット = 4E2h) [リセット = 00000000h]

図 9-33 に、VBETA を示し、表 9-43 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VBETA 電圧レジスタ

図 9-33. VBETA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VBETA																															
R-0h																															

表 9-43. VBETA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VBETA	R	0h	αβ 領域で印加される相電圧を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。VBeta (V) = (VBETA / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

9.5.20 ID レジスタ (オフセット = 4ECh) [リセット = 00000000h]

図 9-34 に、ID を示し、表 9-44 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

D 軸電流測定値レジスタ

図 9-34. ID レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ID																															
R-0h																															

表 9-44. ID レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ID	R	0h	d-q 領域の d 軸 (磁束成分) 相電流を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。磁束成分相電流 (A) = (ID / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.21 IQ レジスタ (オフセット = 4EEh) [リセット = 00000000h]

図 9-35 に、IQ を示し、表 9-45 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

Q 軸電流測定値レジスタ

図 9-35. IQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ																															
R-0h																															

表 9-45. IQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ	R	0h	d-q 領域の q 軸 (トルク成分) 相電流を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。トルク成分相電流 (A) = (IQ / 2^{27}) * 10/8

9.5.22 VD レジスタ (オフセット = 4F0h) [リセット = 00000000h]

図 9-36 に、VD を示し、表 9-46 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VD 電圧レジスタ

図 9-36. VD レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VD																															
R-0h																															

表 9-46. VD レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VD	R	0h	d-q 領域で印加される相電圧を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。Vd (V) = (VD / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.23 VQ レジスタ (オフセット = 4F2h) [リセット = 00000000h]

図 9-37 に、VQ を示し、表 9-47 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VQ 電圧レジスタ

図 9-37. VQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VQ																															
R-0h																															

表 9-47. VQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VQ	R	0h	d-q 領域で印加される相電圧を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。Vq (V) = (VQ / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

9.5.24 IQ_REF_ROTOR_ALIGN レジスタ (オフセット = 52Ah) [リセット= 00000000h]

図 9-38 に、IQ_REF_ROTOR_ALIGN を示し、表 9-48 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

アライン電流リファレンス

図 9-38. IQ_REF_ROTOR_ALIGN レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_ROTOR_ALIGN																															
R-0h																															

表 9-48. IQ_REF_ROTOR_ALIGN レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_ROTOR_ALIGN	R	0h	アライン状態中のリファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。アライン状態中の電流リファレンス (A) = (IQ_REF_ROTOR_ALIGN / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.25 SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタ (オフセット = 540h) [リセット= 00000000h]

図 9-39 に、SPEED_REF_OPEN_LOOP を示し、表 9-49 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーターが閉ループに遷移する際の速度

図 9-39. SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_REF_OPEN_LOOP																															
R-0h																															

表 9-49. SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_REF_OPEN_LOOP	R	0h	開ループ速度リファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。開ループ中の速度リファレンス (Hz) = (SPEED_REF_OPEN_LOOP / 2^{27}) * MAX_SPEED (Hz)

9.5.26 IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタ (オフセット = 550h) [リセット= 00000000h]

図 9-40 に、IQ_REF_OPEN_LOOP を示し、表 9-50 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

開ループ電流リファレンス

図 9-40. IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_OPEN_LOOP																															
R-0h																															

表 9-50. IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_OPEN_LOOP	R	0h	閉ループ中の電流リファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。開ループ中の電流リファレンス (A) = (IQ_REF_OPEN_LOOP / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.27 SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 5D2h) [リセット = 00000000h]

図 9-41 に、SPEED_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 9-51 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度リファレンス レジスタ

図 9-41. SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 9-51. SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	閉ループのリファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。速度制御モードでは、閉ループの速度リファレンス (Hz) = (SPEED_REF_CLOSED_LOOP / 2^{27}) * MAX_SPEED (Hz)。電力モードでは、閉ループの電力リファレンス (W) = (SPEED_REF_CLOSED_LOOP / 2^{27}) * MAX_POWER (W)。電流モードでは、閉ループの Iq 電流リファレンス (A) = (SPEED_REF_CLOSED_LOOP / 2^{27}) * ILIMIT (A)

9.5.28 ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 612h) [リセット = 00000000h]

図 9-42 に、ID_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 9-52 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流ループ リファレンス レジスタ

図 9-42. ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ID_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 9-52. ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ID_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	閉ループでの d 軸 (磁束成分) 相電流リファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。閉ループでの磁束成分相電流リファレンス = (ID / 2^{27}) * 10/8

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.29 IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 614h) [リセット = 00000000h]

図 9-43 に、IQ_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 9-53 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流ループ リファレンス レジスタ

図 9-43. IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 9-53. IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	閉ループでの q 軸 (トルク成分) 相電流リファレンスを示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。閉ループでのトルク成分相電流リファレンス = (IQ / 2^{27}) * 10/8

9.5.30 ISD_STATE レジスタ (オフセット = 6AEh) [リセット = 0000h]

図 9-44 に、ISD_STATE を示し、表 9-54 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ISD 状態レジスタ

図 9-44. ISD_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
ISD_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ISD_STATE							
R-0h							

表 9-54. ISD_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	ISD_STATE	R	0h	現在の ISD 状態を示す 16 ビット値 0h = ISD_INIT 1h = ISD_MOTOR_STOP_CHECK 2h = ISD_ESTIM_INIT 3h = ISD_RUN_MOTOR_CHECK 4h = ISD_MOTOR_DIRECTION_CHECK 5h = ISD_COMPLETE 6h = ISD_FAULT

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.31 ISD_SPEED レジスタ (オフセット = 6B8h) [リセット = 00000000h]

図 9-45 に、ISD_SPEED を示し、表 9-55 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ISD 速度レジスタ

図 9-45. ISD_SPEED レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ISD_SPEED																															
R-0h																															

表 9-55. ISD_SPEED レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ISD_SPEED	R	0h	ISD 状態中の速度の絶対値の計算値を示す 32 ビット値。ISD 状態中の推定速度 (Hz) = (ISD_SPEED / 2^{27}) * MAX_SPEED (Hz)

9.5.32 IPD_STATE レジスタ (オフセット = 6EAh) [リセット = 0000h]

図 9-46 に、IPD_STATE を示し、表 9-56 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IPD 状態レジスタ

図 9-46. IPD_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
IPD_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
IPD_STATE							
R-0h							

表 9-56. IPD_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	IPD_STATE	R	0h	現在の IPD 状態を示す 16 ビット値 0h = IPD_INIT 1h = IPD_VECTOR_CONFIG 2h = IPD_RUN 3h = IPD_SLOW_RISE_CLOCK 4h = IPD_SLOW_FALL_CLOCK 5h = IPD_WAIT_CURRENT_DECAY 6h = IPD_GET_TIMES 7h = IPD_SET_NEXT_VECTOR 8h = IPD_CALC_SECTOR_RISE 9h = IPD_CALC_ROTOR_POSITION Ah = IPD_CALC_ANGLE Bh = IPD_COMPLETE Ch = IPD_FAULT

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.33 IPD_ANGLE レジスタ (オフセット = 72Eh) [リセット = 00000000h]

図 9-47 に、IPD_ANGLE を示し、表 9-57 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IPD 角度計算値レジスタ

図 9-47. IPD_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IPD_ANGLE																															
R-0h																															

表 9-57. IPD_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IPD_ANGLE	R	0h	IPD 角度の測定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。IPD 角度 (度) = (IPD_ANGLE / 2^{27}) * 360

9.5.34 ED レジスタ (オフセット = 772h) [リセット = 00000000h]

図 9-48 に、ED を示し、表 9-58 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

BEMF EQ 推定値レジスタ

図 9-48. ED レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ED																															
R-0h																															

表 9-58. ED レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ED	R	0h	D 軸方向の逆起電力の推定値 (Ed) を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。Ed (V) = (ED / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.35 EQ レジスタ (オフセット = 774h) [リセット = 00000000h]

図 9-49 に、EQ を示し、表 9-59 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

BEMF ED 推定値レジスタ

図 9-49. EQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
EQ																															
R-0h																															

表 9-59. EQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	EQ	R	0h	Q 軸方向の逆起電力 (Eq) の推定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。Eq (V) = (EQ / 2^{27}) * 60 / sqrt(3)

9.5.36 SPEED_FDBK レジスタ (オフセット = 782h) [リセット = 00000000h]

図 9-50 に、SPEED_FDBK を示し、表 9-60 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度帰還レジスタ

図 9-50. SPEED_FDBK レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_FDBK																															
R-0h																															

表 9-60. SPEED_FDBK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_FDBK	R	0h	モーター速度の推定値を示す 32 ビット符号付き値。負の値は、2 の補数形式で表記されます。モーター速度の推定値 (Hz) = (SPEED_FDBK / 2^{27}) * MAX_SPEED (Hz)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9.5.37 THETA_EST レジスタ (オフセット = 786h) [リセット = 00000000h]

図 9-51 に、THETA_EST を示し、表 9-61 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

回転子位置推定値レジスタ

図 9-51. THETA_EST レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
THETA_EST																															
R-0h																															

表 9-61. THETA_EST レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	THETA_EST	R	0h	回転子角度の推定値を示す 32 ビット符号付き値。角度は 360 度の剰余とする必要があります。たとえば、推定角度値 380 度の場合、その値は、380%360 = 20 度となります。推定回転子角度 (度) = (THETA_EST / 2^{27})*360

10 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、テキサス・インスツルメンツの製品仕様に含まれるものではなく、テキサス・インスツルメンツはその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

10.1 アプリケーション情報

MCF8316D デバイスは、センサレス 3 相 BLDC モーター制御に使用されます。このドライバは、家電製品、ファン、ポンプ、住宅用ファンとリビング ファン、シート冷却ファン、車載用ファン、ブロワに適した、高性能と高信頼性、フレキシブルなソリューションを実現します。以下のセクションに、MCF8316D デバイスの一般的なアプリケーションを示します。

10.2 代表的なアプリケーション

図 10-1 に、MCF8316D の代表的な回路図を示します。

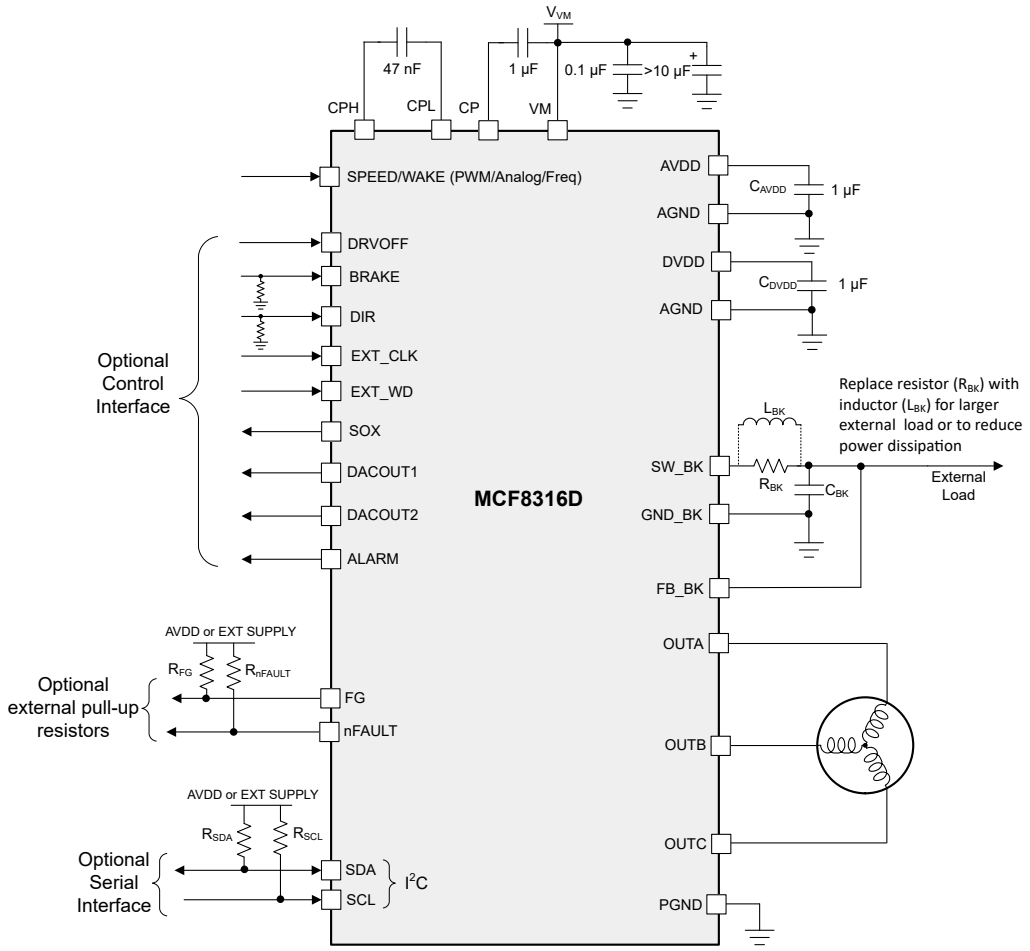


図 10-1. アプリケーションの回路図例

表 10-1 に、MCF8316D の外付け部品の推奨値を示します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 10-1. MCF8316D の外付け部品

部品	ピン 1	ピン 2	推奨
C_{VM1}	VM	PGND	X7R、0.1µF。コンデンサの電圧定格は、このデバイスの動作電圧 (VM) の 2 倍以上とすることを推奨します
C_{VM2}	VM	PGND	≥ 10µF。コンデンサの電圧定格は、このデバイスの動作電圧 (VM) の 2 倍以上とすることを推奨します
C_{CP}	CP	VM	X7R、1µF、16V コンデンサ
C_{FLY}	CPH	CPL	X7R、47nF。コンデンサの電圧定格は、このデバイスの動作電圧 (VM) の 2 倍以上とすることを推奨します
C_{AVDD}	AVDD	AGND	X7R、1µF、≥10V。AVDD が出力電圧を正確に制御するには、コンデンサは、動作温度範囲全体にわたって、3.3V で 0.7µF～1.3µF の実効容量を持っている必要があります。
C_{DVDD}	DVDD	DGND	X7R、1µF、≥ 6.3V。DVDD が出力電圧を正確に制御するには、コンデンサは、動作温度範囲全体にわたって、1.5V で 0.7µF～2.5µF の実効容量を持っている必要があります。
C_{BK}	FB_BK	GND_BK	X7R、降圧出力定格コンデンサ
L_{BK}	SW_BK	FB_BK	降圧出力インダクタ
R_{FG}	1.8～5V の電源	FG	5.1kΩ、プルアップ抵抗
R_{nFAULT}	1.8～5V の電源	nFAULT	5.1kΩ、プルアップ抵抗
R_{SDA}	1.8～3.3V の電源	SDA	5.1kΩ、プルアップ抵抗
R_{SCL}	1.8～3.3V の電源	SCL	5.1kΩ、プルアップ抵抗

表 10-2 に、MCF8316D の推奨アプリケーション範囲を示します。

表 10-2. 推奨アプリケーション範囲

パラメータ	最小値	最大値	単位
モーター電圧	4.5	35	V
逆起電力定数 (セクション 7.3.13.3 を参照)	0.6	2000	mV/Hz
モーター抵抗 (セクション 7.3.13.1 を参照)	0.006	20	Ω
モーター インダクタンス (セクション 7.3.13.2 を参照)	0.006	20	mH
モーターの電気的速度	-	1500	Hz
モーターのピーク相電流	-	8	A

10.2.1 アプリケーション曲線

10.2.1.1 モータ起動

図 10-2 に、各種モーター動作での FG 波形と位相電流波形を示します。

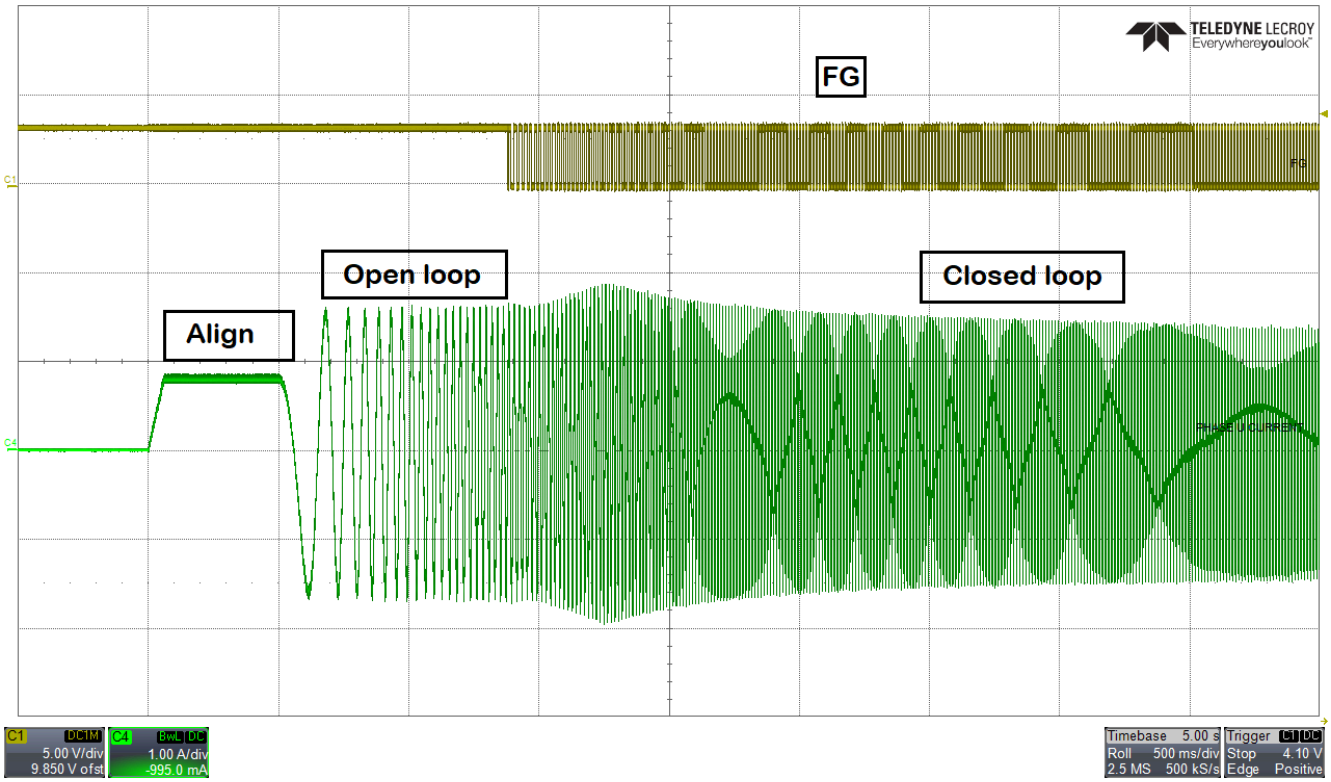


図 10-2. モーターの起動 - FG と位相電流

10.2.1.2 MPET

図 10-3 に、モーター パラメータ測定時の位相電流波形を示します。図 10-4 に、R、L、Ke の測定時の IPD 電流波形を示します。図 10-4 の下半分は、R および L 測定時の IPD 電流波形を示しています。R は相電流の立ち上がり時に測定され、L は相電流の立ち下がり時に測定されます。R および L の測定後、モーターは開ループで回転します。速度が MPET 開ループ速度リファレンス [MPET_OPEN_LOOP_SPEED_REF] に達すると、モーターは惰性で回転します。3 相すべての BEMF 電圧が測定され、Ke が計算されます。

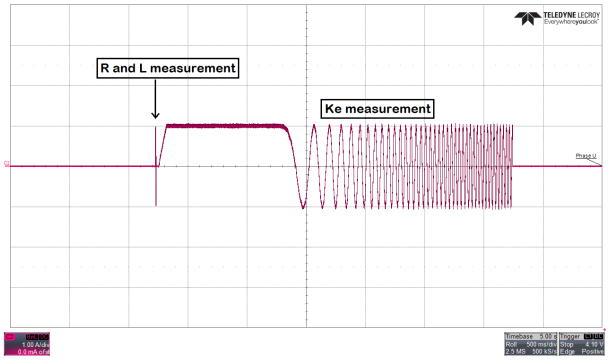


図 10-3. MPET - 相電流

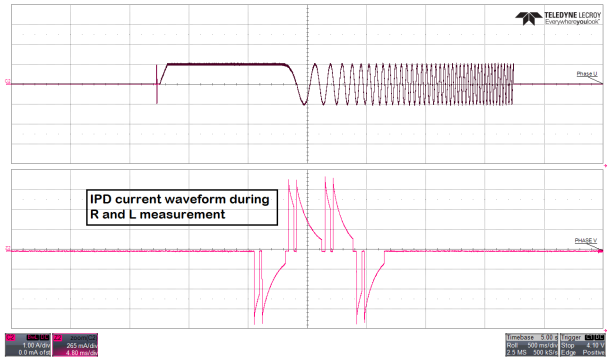


図 10-4. R および L 測定中の IPD 電流波形

10.2.1.3 デッド タイム補償

図 10-5 に、デッド タイム補償が無効化されている場合の位相電流波形を示します。位相電流の基本周波数は 40Hz です。位相電流の高速フーリエ変換 (FFT) プロットは 160Hz と 220Hz の高調波を示しています。図 10-6 に、デッド タイ

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

ム補償が有効化されている場合の位相電流波形を示します。位相電流はより正弦波的に見え、位相電流の FFT プロットに高調波はありません。

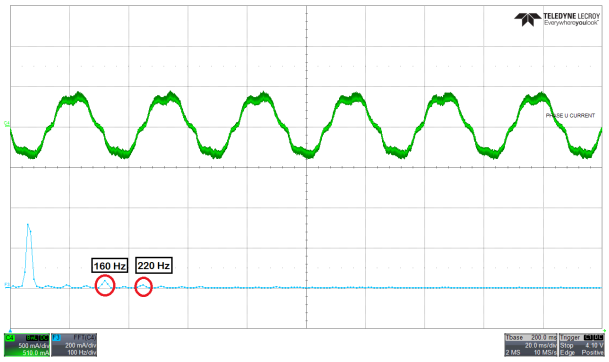


図 10-5. 位相電流と FFT - デッド タイム補償を無効化

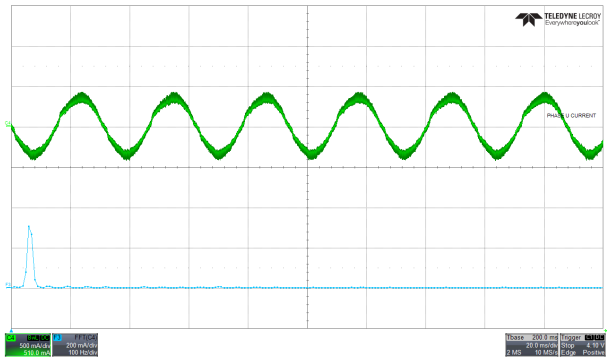


図 10-6. 位相電流と FFT - デッド タイム補償を有効化

10.2.1.4 自動ハンドオフ

図 10-7 に、MCF8316D の自動ハンドオフ機能を示します。ここでは、モーターが開ループから閉ループにシームレスに遷移します。

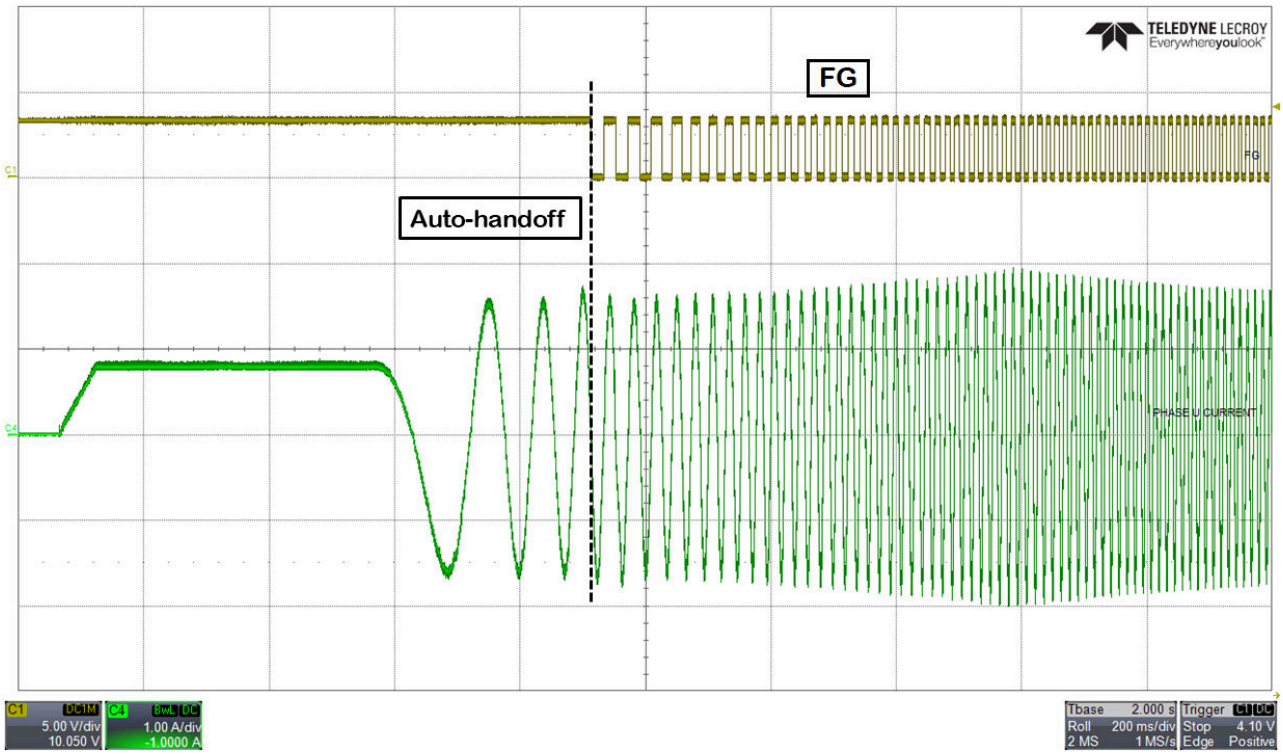


図 10-7. 自動ハンドオフ

10.2.1.5 電圧サージ防止 (AVS)

非常に大きい減速レートでモーター速度を減速させると、モーターからの機械的エネルギーが電源に戻り、電源電圧 VM が上昇する可能性があります。図 10-8 に、AVS が無効化されている場合の、電源電圧のオーバーシュートを示します。モーターは 70,000Hz/s の減速レートで 100% デューティ サイクルから 10% デューティ サイクルまで減速します。図 10-9 に、AVS が有効化されている場合の、電源電圧のオーバーシュートがない状態を示します。

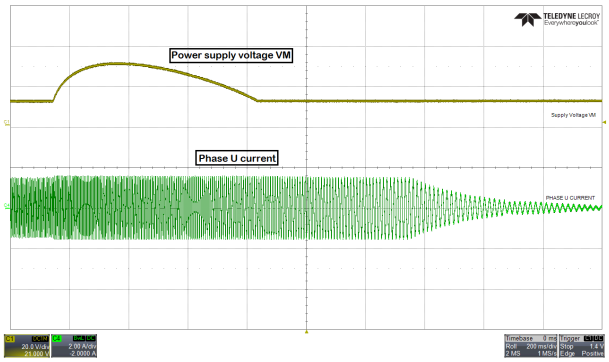


図 10-8. AVS が無効化されている場合の電源電圧と相電流の波形

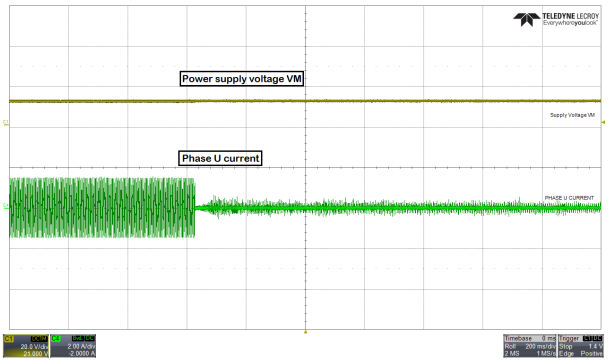


図 10-9. AVS が有効化されている場合の電源電圧と相電流の波形

10.2.1.6 DACOUT を使用したリアルタイムの変数トラッキング

MCF8316D には 2 つの 12 ビット DAC があり、デジタル変数に相当するアナログ電圧を DACOUT1 ピンおよび DACOUT2 ピンに出力し、その分解能は 12 ビット、最大電圧は 3V です。DACOUT ピンに出力される信号は、速度コントローラ、その他のドライバ構成、またはバス電流監視に使用できます。すべてのアルゴリズム変数のリストについては、データシートのアルゴリズム変数レジスタを確認してください。

DACOUT1 および DACOUT2 の変数のアドレスは、レジスタ ビット DACOUT1_VAR_ADDR および DACOUT2_VAR_ADDR によって設定されます。これは、通信バスによる遅延なしで、アルゴリズム変数をリアルタイムでトラッキングする必要があるアプリケーションで便利です。ピン 37 および 38 を DACOUT1 および DACOUT2 として構成する必要があります。

たとえば、ユーザーがピン 37 から A 相の電流を読み出す場合は、ピン 37 を DACOUT1 に構成し、A 相の電流レジスタ アドレス (0x00000440) を 16 進数で [DACOUT1_VAR_ADDR] にプログラムします。ユーザーがピン 38 から回転子角度の推定値を読み出す場合は、ピン 38 を DACOUT2 に構成し、回転子角度レジスタ アドレスの推定値 (0x00000736) を 16 進数で [DACOUT2_VAR_ADDR] にプログラムします。

図 10-10 に DACOUT1 および DACOUT2 の出力を示します。DACOUT1 は A 相電流を読み出すように設定され、DACOUT2 は回転子角度の推定値を読み取るように設定されています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

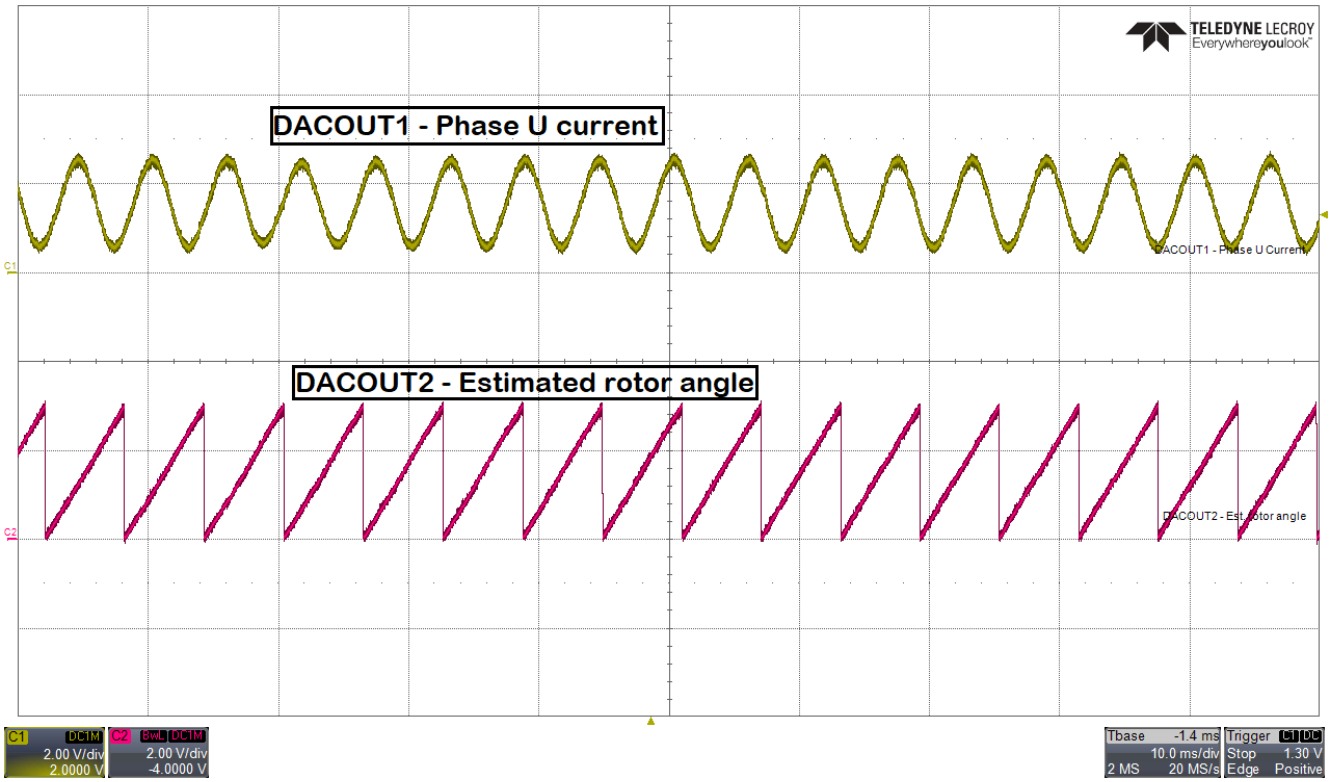


図 10-10. DACOUT1、DACOUT2

10.3 UL 認定部品：MCF8316DULVRGFR

10.3.1 IEC 60730 機能安全システムに準拠しています

図 10-11 に、MCF8316DULVRGFR を搭載した IEC 60730 機能安全システムのブロック図を示します。

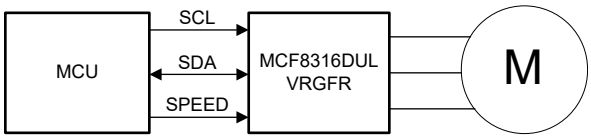


図 10-11. MCF8316DULVRGFR を搭載した IEC 60730 機能安全システム

セルフテスト シーケンスを開始したり、障害ステータスを読み取り、メイン システム コントローラに障害を報告するなどするには、I²C インターフェイスを介して MCF8316DULVRGFR と通信する外部 MCU が必要です。基準入力コマンド (速度基準など) は、最終用途の要件に応じて、SPEED ピンまたは I²C インターフェイスを使用して設定できます。MCF8316DULVRGFR を使用して IEC 60730 機能安全システムを設計する際には、エンド ユーザーが以下の点を考慮する必要があります。

- 保護機能と クラス B 機能の適合性は、最終用途で決定するものとします。
- 最終用途アプリケーションは、組み込みセルフ テスト (BIST) の役割を果たします。最終用途アプリケーションは MCF8316DULVRGFR との I²C 通信を経由して BIST シーケンスを開始する必要があります。最終使用時に適合性を決定するものとします。BIST (セルフ テスト ライブラリ、STL とも呼ばれる) の開始手順については、セクション 10.3.2 を参照してください。
- ピンレベルのフォルトは、UL 認定の一部として評価されています。エンド ユーザーは、最終使用アプリケーションにおけるこれらの故障の反応の適合性を繰り返すものとします。
- 保護/クラス B 機能の製造ライン終了ルーチン テストは、最終アプリケーションの場所に実装する必要があります。

10.3.2 IEC 60730 セルフ テスト ライブラリ (MCF8316DULVRGFR でのみ使用可能)

MCF8316DULVRGFR には、電源投入時およびモーター動作時に電流および電圧検出、デジタル ロジック、メモリに使用される重要なペリフェラルの状態をチェックするためのセルフ テスト ライブラリ (STL) が内蔵されています。

ユーザーは、電源投入時に実行されるセルフテストを開始することもできます。セルフ テストを開始する手順は次のとおりです。

1. セルフ テストは、デバイスがアイドル モード (モーターがデバイスで駆動されない) のときのみ開始する必要があります。したがって、ゼロ リファレンス コマンドを発行してモーターを停止します。ALGORITHM_STATE (0x18E から) 変数を読み出して、デバイスがアイドル状態 (読み戻し値は 0x0) またはフォルト状態 (読み戻し値は 0xE) にあることを確認します。
2. セルフテストシーケンスを開始するには、ALGO_CTRL1 (0xEA) レジスタに 0x0000037C を書き込みます。セルフ テスト シーケンスを開始すると、デバイスがリセットされます。
3. セルフ テスト シーケンスが完了するまで 500ms 待ちます。
4. セルフ テスト シーケンス中にフォルトが発生していないことを確認するため、CONTROLLER_FAULT_STATUS (0xE2) レジスタを読み出します。
5. セルフ テスト シーケンス中に障害が発生した場合は、別のセルフ テスト コマンドを発行して、デバイスが回復したかどうかを確認します。持続的な障害が発生した場合は、電源を入れ直して、デバイスが回復したかどうかを確認します。障害が解消されない場合、またはデバイスが応答しない場合、デバイス (重要なペリフェラル、デジタル ロジック、またはメモリ) が期待どおりに動作しない可能性があります。

10.4 電源に関する推奨事項

10.4.1 バルク コンデンサ

適切なローカル バルク容量の確保は、モータ駆動システムの設計において重要な要素です。一般的に、バルク容量が大きいことは有益ですが、コストと物理的なサイズが大きくなるというデメリットもあります。

必要なローカル容量は、次のようなさまざまな要因で決まります。

- モーター システムが必要とする最大電流
- 電源の容量と電流能力
- 電源とモーター システムの間の寄生インダクタンスの大きさ
- 許容される電圧リップル
- 使用するモーターの種類 (ブラシ付き DC、ブラシレス DC、ステッパ)
- モーターのブレーキ方式

電源とモーター駆動システムとの間のインダクタンスにより、電源からの電流が変化できる速度は制限されます。ローカル バルク容量が小さすぎると、モーターに大電流を供給しようとする場合、または負荷ダンプが発生した場合、システムの VM 電圧が変動します。十分なバルク容量を使うことで、VM 電圧は安定し、大電流を素早く供給できます。

データシートには一般に推奨値が記載されていますが、バルク コンデンサが適切かどうかを判断するにはシステム レベルのテストが必要です。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

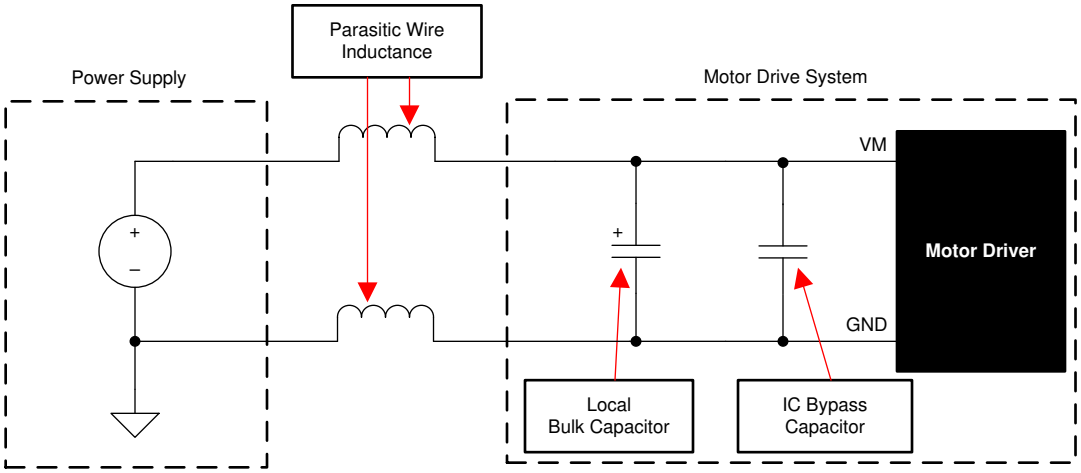


図 10-12. 外部電源を使用したモーター駆動システムの構成例

モータが電源にエネルギーを伝達する場合のマージンを確保するため、バルク コンデンサの定格電圧は動作電圧より高いです。

10.5 レイアウト

10.5.1 レイアウトのガイドライン

バルク コンデンサは、モーター ドライバ デバイスを通る大電流パスの距離ができるだけ短くなるように配置する必要があります。接続用の金属パターンはできる限り幅を広くし、PCB 層を接続する際には多数のビアを使用する必要があります。これらの手法により、寄生インダクタンスを最小限にして、バルク コンデンサが大電流を供給できるようになります。

小さい値のコンデンサは、セラミック コンデンサとし、デバイス ピンに近づけて配置してください。

大電流デバイス出力には、幅の広い金属パターンを使用してください。

大きい過渡電流から小電流信号パスへのノイズ結合および EMI 干渉を低減するために、PGND と AGND のグランドは分割する必要があります。寄生効果を低減し、デバイスの消費電力を改善するために、電力段以外のすべての回路 (サーマル パッドを含む) を AGND に接続することを推奨します。必要に応じて、GND_BK を分割することもできます。電圧オフセットを低減し、ゲート ドライバの性能を維持するため、各グランドは、ネット タイまたは幅広の抵抗を使って接続します。

本デバイスのサーマル パッドは、PCB の最上層のグランド プレーンにはんだ付けする必要があります。複数のビアを使用して最下層の大きなグランド プレーンに接続する必要があります。大きい金属プレーンおよび複数のビアを使うと、本デバイス内で発生する $I^2 \times R_{DS(on)}$ の熱を放散するのに役立ちます。

放熱性を高めるため、サーマル パッド グランドに接続されたグランド領域を、PCB の全層にわたって最大化します。厚い銅のベタ パターンを使うと、接合部から外気への熱抵抗が下がり、ダイ表面からの放熱性が改善されます。

SW_BK パターンと FB_BK パターンのグランドを分離して、降圧スイッチングがノイズとして降圧の外部帰還ループに結合するのを低減します。負荷切り替えを高速化できるように、FB_BK パターンをできるだけ広くします。

図 10-13 に、MCF8316D のレイアウト例が示されています。また、レイアウト例については、MCF8316D EVM を参照してください。

10.5.2 レイアウト例

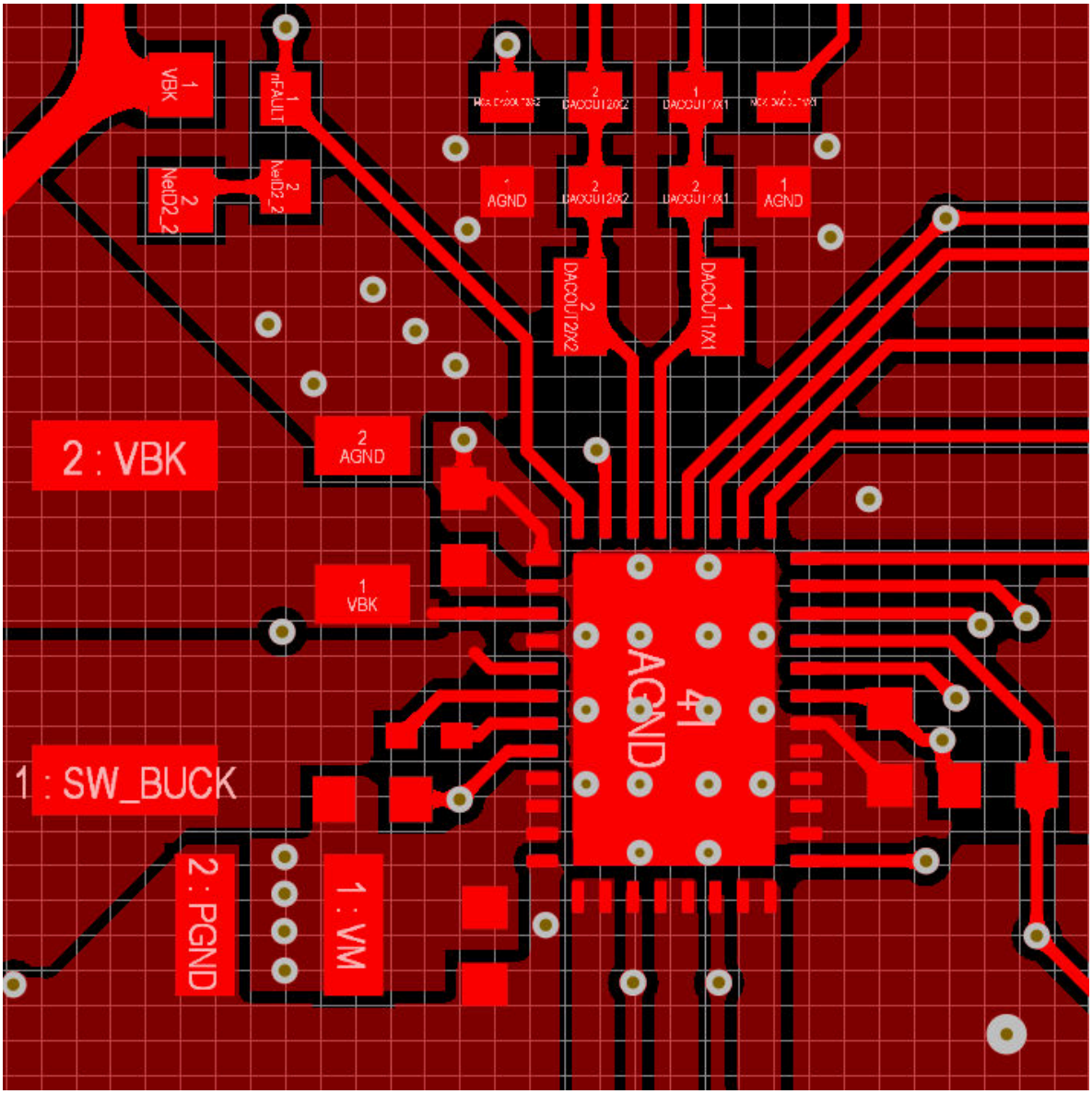


図 10-13. 推奨レイアウト例

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

10.5.3 熱に関する注意事項

MCF8316D は、前述のようにサーマル シャットダウン機能 (TSD) を備えています。ダイ温度が 150℃を超えると、ダイ温度が安全なレベルに低下するまで、本デバイスの機能は (最小限に) 無効化されます。

何度もサーマル シャットダウンが作動する場合、それは、消費電力が過大である、放熱が不十分である、周囲温度が高すぎる、のいずれかであることを示しています。

10.5.3.1 電力散逸

出力 FET 抵抗 ($R_{DS(on)}$) で消費される電力が MCF8316D での消費電力の大部分を占めます。

起動時およびフォルト条件では、FET 電流は通常の動作電流よりもはるかに大きくなります。これらのピーク電流とその持続時間を考慮に入れる必要があります。

デバイスの合計消費電力は、3 つのハーフ ブリッジそれぞれの消費電力の合計と、スタンバイ電力、LDO および降圧レギュレータでの損失です。

本デバイスが消費して放散できる電力の最大値は、周囲温度とヒートシンクの影響を受けます。

$R_{DS(on)}$ は温度とともに上昇するので、デバイスが発熱すると消費電力が増大することに注意してください。ヒートシンクのサイズを決定する際には、この点を考慮に入れてください。

各損失の計算式の概要を以下の 表 10-3 に示します。

表 10-3. MCF8316D の電力損失

損失の種類	MCF8316D
スタンバイ消費電力	$P_{standby} = VM \times I_{VM_TA}$
LDO	BUCK_PS_DIS = 1b の場合、$P_{LDO} = (VM-V_{AVDD}) \times I_{AVDD}$ BUCK_PS_DIS = 0b の場合、$P_{LDO} = (V_{BK}-V_{AVDD}) \times I_{AVDD}$
FET の導通	$P_{CON} = 3 \times (I_{RMS(FOC)})^2 \times R_{ds,on(TA)}$
FET のスイッチング	$P_{SW} = 3 \times I_{PK(FOC)} \times V_{PK(FOC)} \times t_{rise/fall} \times f_{PWM}$
ダイオード	$P_{diode} = 3 \times I_{PK(FOC)} \times V_{diode} \times t_{dead} \times f_{PWM}$
降圧	$P_{BK} = 0.11 \times V_{BK} \times I_{BK}$ (η_{BK} = 90%)

11 デバイスおよびドキュメントのサポート

11.1 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計で必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの使用条件を参照してください。

11.2 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

11.3 静電気放電に関する注意事項

この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

11.4 用語集

テキサス・インスツルメンツ用語集　　この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

12 改訂履歴

Changes from Revision * (December 2024) to Revision A (May 2025) **Page**

- デバイスのステータスを「量産データ」に更新 1
- *デバイスの比較*セクションを追加。 3
- 変数 *IMAG_SQR* を追加。 175
- *UL 認定のコンポーネントを追加:MCF8316DULVRGFR* セクションを追加。 219

13 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに対して提供されている最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントの改訂を伴わない場合もあります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、テキサス・インスツルメンツの販売条件、または ti.com やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
MCF8316DULVRGFR	Active	Production	VQFN (RGF) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF83 16DUL
MCF8316DVRGFR	Active	Production	VQFN (RGF) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF83 16D
MCF8316DVRGFR.A	Active	Production	VQFN (RGF) | 40	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF83 16D
MCF8316DVRGFR.B	Active	Production	VQFN (RGF) | 40	3000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF MCF8316D :

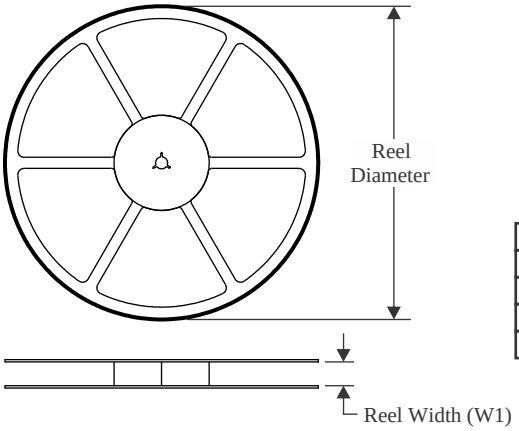
- Automotive : MCF8316D-Q1

NOTE: Qualified Version Definitions:

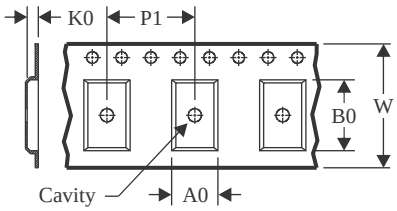
- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

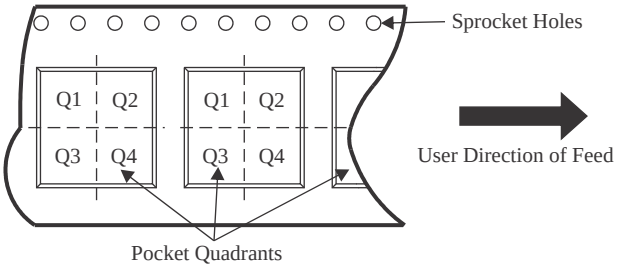


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

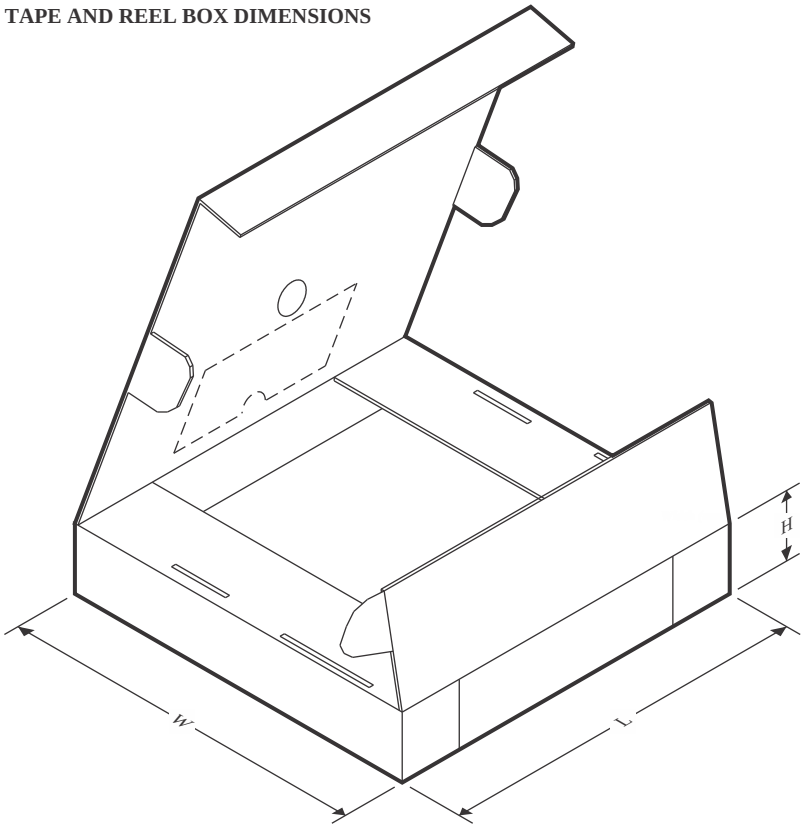
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
MCF8316DULVRGFR	VQFN	RGF	40	3000	330.0	16.4	5.25	7.25	1.45	8.0	16.0	Q1
MCF8316DVRGFR	VQFN	RGF	40	3000	330.0	16.4	5.25	7.25	1.45	8.0	16.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
MCF8316DULVRGFR	VQFN	RGF	40	3000	367.0	367.0	35.0
MCF8316DVRGFR	VQFN	RGF	40	3000	367.0	367.0	35.0

GENERIC PACKAGE VIEW

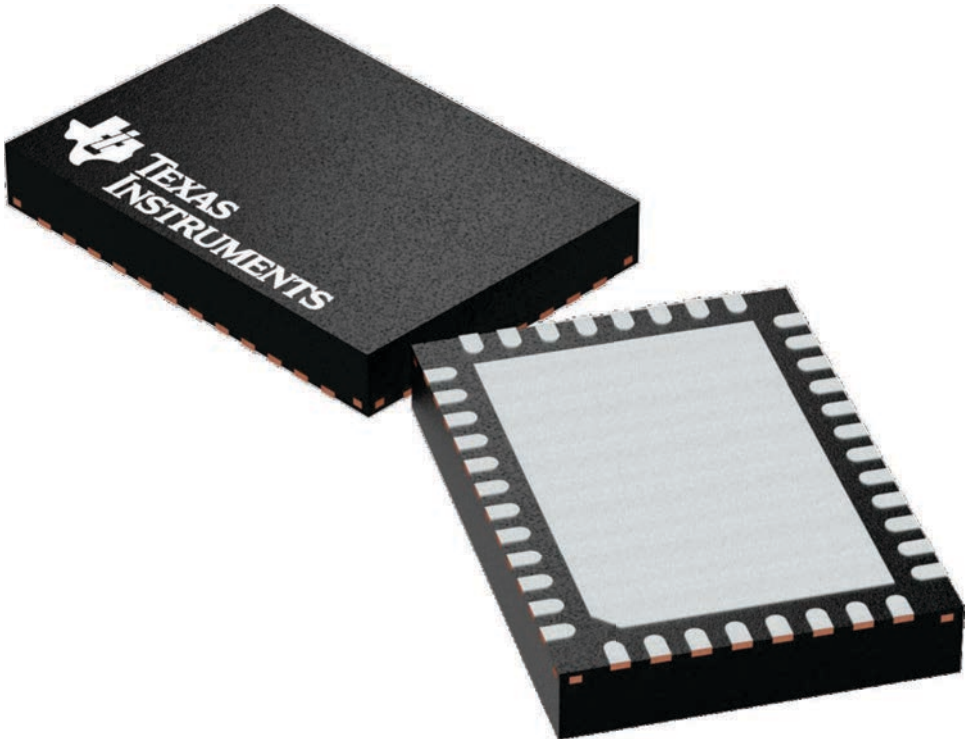
RGF 40

VQFN - 1 mm max height

5 x 7, 0.5 mm pitch

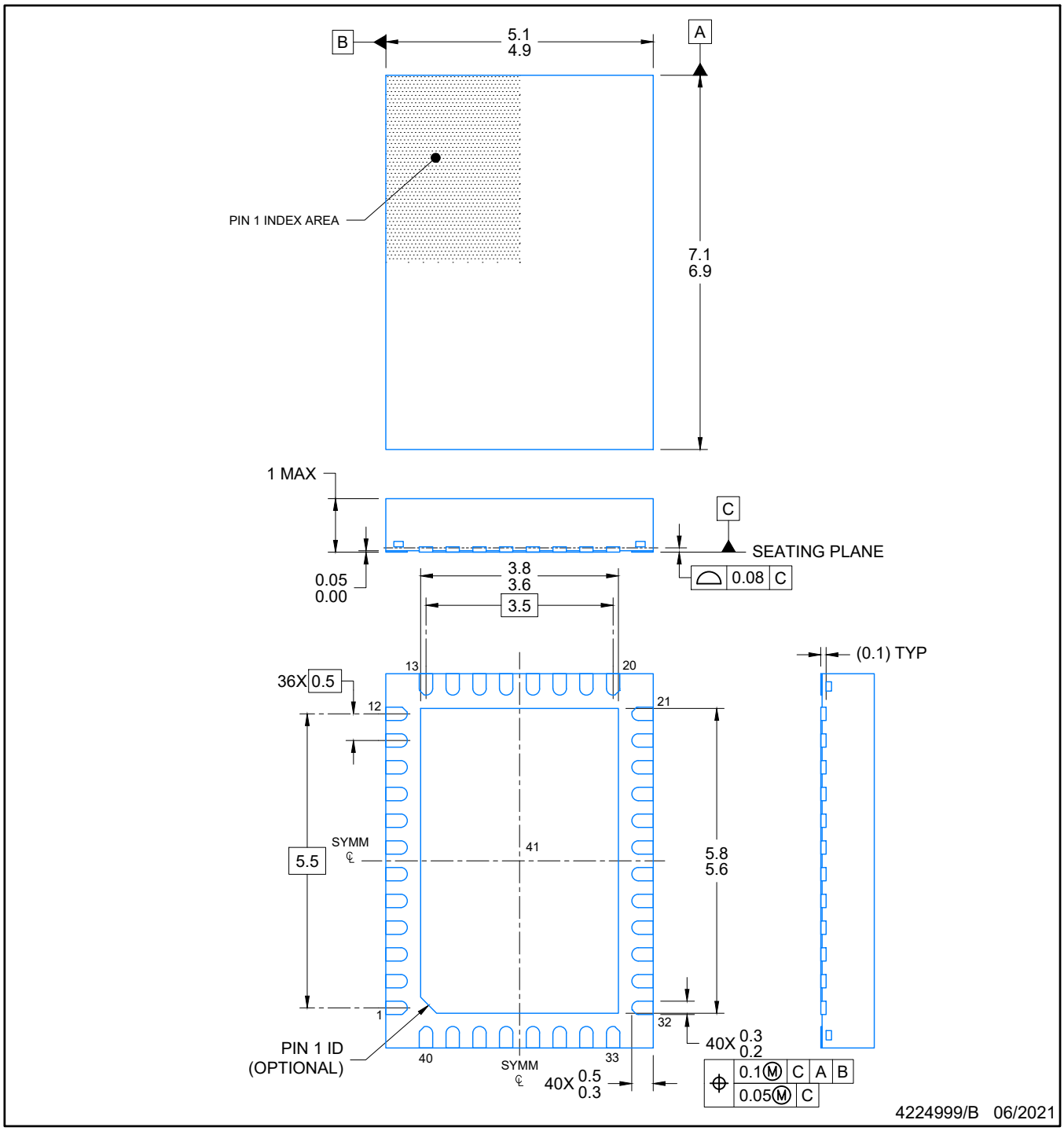
PLASTIC QUAD FLAT PACK- NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



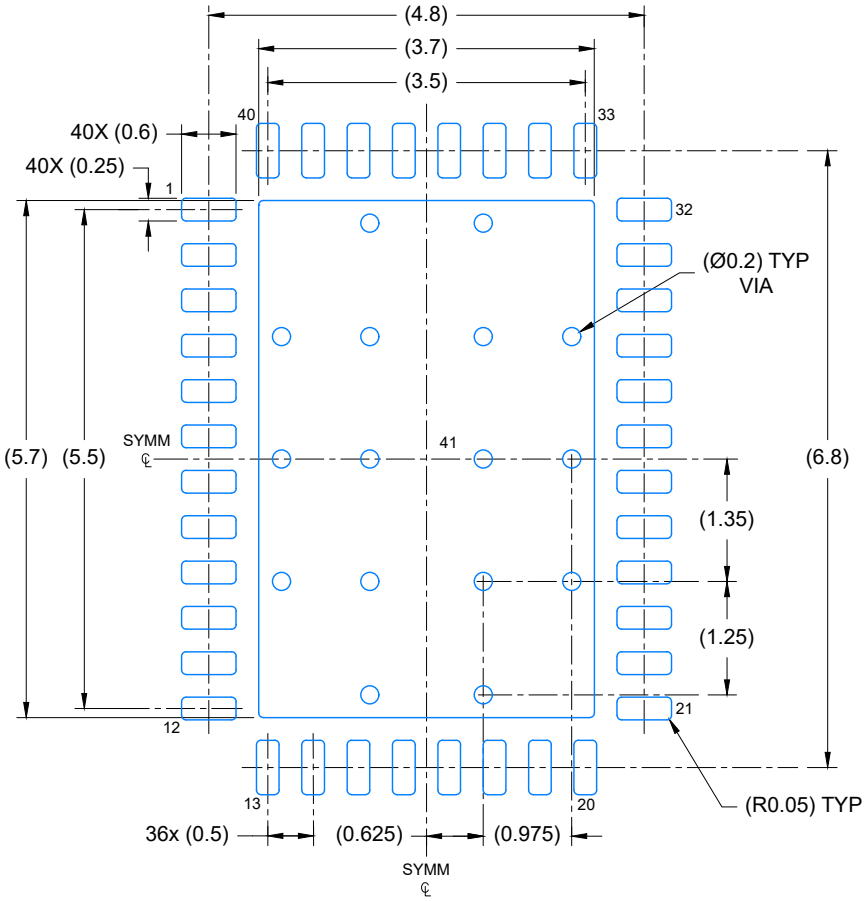
4225115/A

PLASTIC QUAD FLAT PACK- NO LEAD

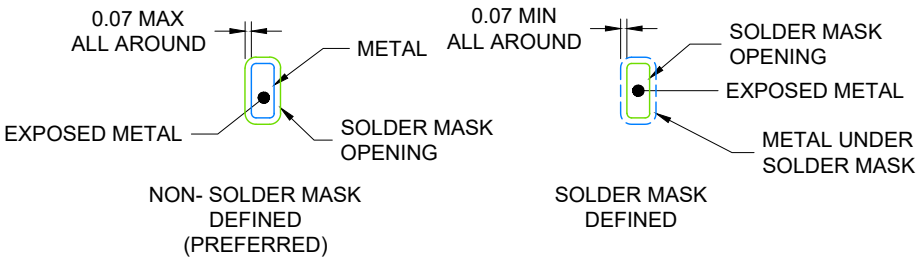


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 12X

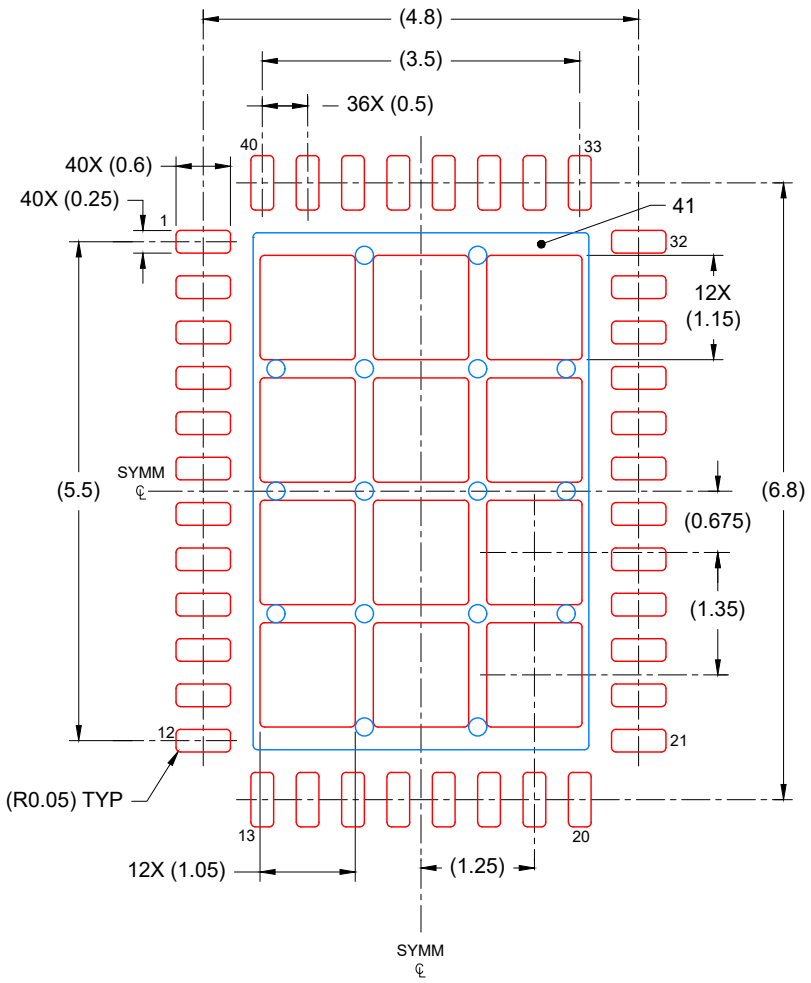


SOLDER MASK DETAILS

4224999/B 06/2021

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
69% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 12X

4224999/B 06/2021

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、 TI の販売条件 、 TI の総合的な品質ガイドライン 、 ti.com または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。 TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月