

## TPS2HC08-Q1 9.7mΩ Dual-Channel 車載スマートハイサイドスイッチ

### 1 特長

- Dual-Channel 完全な診断機能を持つスマートハイサイドスイッチ
  - GPIO ピンによる制御
  - オープンドレイン ステータス出力
  - 電流センス・アナログ出力、 $\pm 6\%$  at  $\geq 2.5A$
- 広い動作電圧範囲: 3V~28V
- 低  $R_{ON}$ : 9.7mΩ 標準値、17.3mΩ 最大値
- 超低スタンバイ電流、 $<1\mu A$
- サーマル・レギュレーションありなしで調整可能な電流制限
  - 電流制限範囲: 7.5A~30A
- 保護
  - 過負荷および短絡保護
  - 低電圧誤動作防止 (UVLO)
  - 自己回復可能なサーマル シャットダウンおよびスイング
  - 誘導性負荷の逆起電圧の発生を防止する出力クランプを内蔵
  - GND 消失、バッテリー消失、バッテリー逆極性からの保護
- 診断
  - グローバル フォルト レポートによる高速割り込み
  - 過電流およびグラウンドへの短絡の検出
  - 開放負荷およびバッテリーへの短絡の検出
- 車載アプリケーション認定済み
  - 以下の結果で AEC-Q100 認定済み:
    - 温度グレード 1: 動作時周囲温度範囲  $-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$
  - 電気過渡的外乱への耐性に関する ISO7637-2 および ISO16750-2 認証
- 小さい占有面積: 11-ピン QFN 2.2mm × 3.6mm、0.55mm ピッチ

### 2 アプリケーション

- 白熱光および LED ライティング
- ボディコントロール モジュール
- ゾーン制御モジュール

### 3 説明

TPS2HC08-Q1 は、NMOS パワー FET とチャージポンプを内蔵した dual-channel のスマートハイサイドスイッチであり、12V の車載用バッテリーシステムの要件を満たすよう設計されています。RON が低い (9.7mΩ) のので、両方のチャンネルがイネーブルのとき最大 7.5A DC、1 つのチャンネルのみがイネーブルのとき最大 10A DC の広い範囲の出力負荷電流を駆動し、デバイスの消費電力が最小限に抑えられます。

このデバイスには、サーマル シャットダウン、出力クランプ、電流制限などの保護機能が内蔵されています。TPS2HC08-Q1 は、可変電流制限回路を実装しています。この回路は、大きな容量性負荷を駆動する際に突入電流を低減し、過負荷電流を最小化することで、システムの信頼性を向上させます。調整可能な電流制限は、ILIM ピンの外付け抵抗を使用して (7.5A から 30A に) 調整できます。デバイスは、電流制限設定を、サーマルレギュレーションありなしで提供します。サーマルレギュレーションされた電流制限は、スタートアップ時に大容量のコンデンサを充電する際に役立ちます。サーマルレギュレーションなしの電流制限設定は、モーターのストール電流や電球負荷などの負荷に使えます。

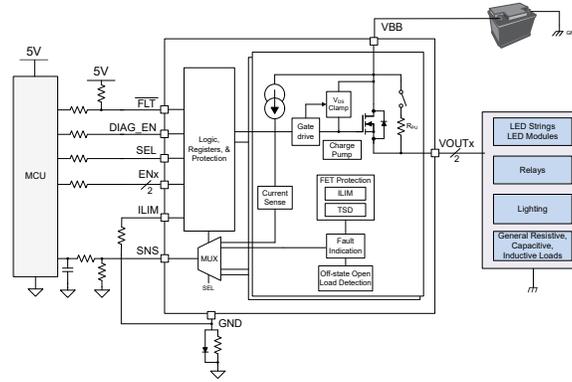
本デバイスは、過負荷およびオープン負荷の検出などの負荷診断機能を高めることができる高精度の負荷電流検出機能も備えているため、よりよい予知保全が可能です。TPS2HC08-Q1 は、11 ピン、0.55mm ピンピッチの 2.2mm × 3.6mm QFN リード付きパッケージで供給され、PCB のフットプリントを最小限に抑えます。

#### パッケージ情報

部品番号	パッケージ <sup>(1)</sup>	パッケージサイズ <sup>(2)</sup>
TPS2HC08-Q1	VAH (QFN, 11)	2.2mm × 3.6mm

- (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。





代表的なアプリケーション回路図

ADVANCE INFORMATION

## 目次

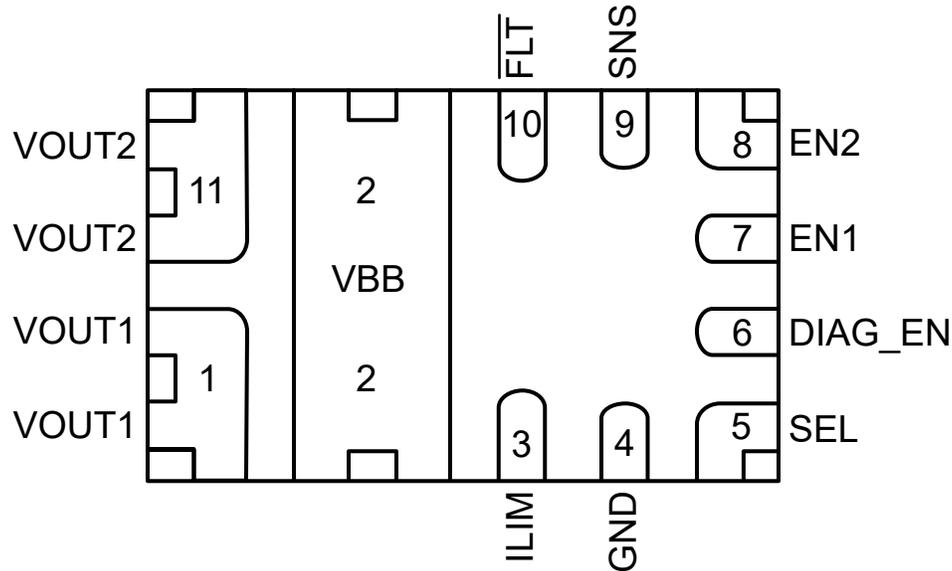
<b>1</b> 特長.....	<b>1</b>	<b>11.2</b> 過電流保護.....	<b>17</b>
<b>2</b> アプリケーション.....	<b>1</b>	<b>11.3</b> サーマル・シャットダウンからの再試行.....	<b>22</b>
<b>3</b> 説明.....	<b>1</b>	<b>11.4</b> 誘導性負荷のスイッチオフ クランプ.....	<b>23</b>
<b>4</b> デバイス比較表.....	<b>4</b>	<b>11.5</b> フォルト検出および通知.....	<b>25</b>
<b>5</b> ピン構成および機能.....	<b>5</b>	<b>11.6</b> 全診断機能.....	<b>26</b>
<b>6</b> パラメータ測定情報.....	<b>6</b>	<b>11.7</b> 全保護機能.....	<b>28</b>
<b>7</b> 仕様.....	<b>7</b>	<b>12</b> アプリケーションと実装.....	<b>35</b>
7.1 絶対最大定格.....	7	12.1 アプリケーション情報.....	35
7.2 ESD 定格.....	7	12.2 代表的なアプリケーション.....	35
7.3 推奨動作条件.....	7	12.3 電源に関する推奨事項.....	36
7.4 熱に関する情報.....	8	12.4 レイアウト.....	37
7.5 電気的特性.....	8	<b>13</b> デバイスおよびドキュメントのサポート.....	<b>40</b>
7.6 SNS タイミング特性.....	11	13.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	40
7.7 スイッチング特性.....	12	13.2 サポート・リソース.....	40
<b>8</b> 詳細説明.....	<b>13</b>	13.3 商標.....	40
8.1 概要.....	13	13.4 静電気放電に関する注意事項.....	40
<b>9</b> 機能ブロック図.....	<b>14</b>	13.5 用語集.....	40
<b>10</b> デバイスの機能モード.....	<b>15</b>	<b>14</b> 改訂履歴.....	<b>40</b>
<b>11</b> 機能説明.....	<b>17</b>	<b>15</b> メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	<b>40</b>
11.1 高精度電流センス.....	17		

## 4 デバイス比較表

部品番号	電流制限	電流制限範囲	ILIM = GND での電流制限	過電流時の動作
TPS2HC08-Q1	外付け抵抗により調整可能	7.5A - 30A	30A	ILIM ピンに外付け抵抗を使用したときのサーマルレギュレーションによる電流制限
				ILIM ピン = GND のとき、サーマルレギュレーションなしでの電流制限

ADVANCE INFORMATION

## 5 ピン構成および機能



NC - 内部接続なし

図 5-1. VAH パッケージ、TPS2HC08-Q1 (上面図)

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ	説明
番号	名称		
1	VOUT1	電源	チャンネル 1 出力、負荷に接続します。
2	VBB	電源	電源。
3	ILIM	O	調整可能な電流制限。R <sub>LIM</sub> を GND に接続することで、電流制限を設定します。
4	GND	電源	デバイスのグラウンド。抵抗とダイオードのグラウンド ネットワークに接続すると、逆バッテリー保護を行うことができます。
5	SEL	I	SNS ピンに出力するチャンネルを選択します。
6	DIAG_EN	I	診断用イネーブル / ディスエーブル ピン、内部プルダウン。
7	EN1	I	チャンネル 1 のアクティブ化用入力制御、内部プルダウン。
8	EN2	I	チャンネル 2 のアクティブ化用入力制御、内部プルダウン。
9	SNS	O	負荷電流に対応するアナログ電流センス出力。R <sub>SNS</sub> をグラウンドに接続して、電圧に変換します。また、High に移行することでフォルトの状態も示します。
10	FLT	O	オープンドレインの全体的な故障出力。FAULT、FLT、または故障ピンを基準とします。
11	VOUT2	電源	チャンネル 2 出力、負荷に接続します。

## 6 パラメータ測定情報

データシート全体の参考用として、[図 6-1](#) に各ピンの電流方向を矢印で示します。すべての電圧は、グランド プレーンを基準として測定されます。

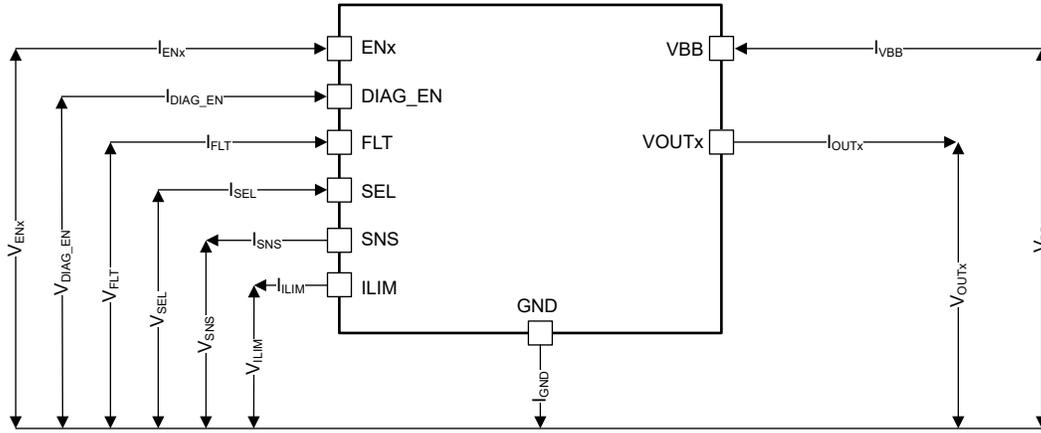
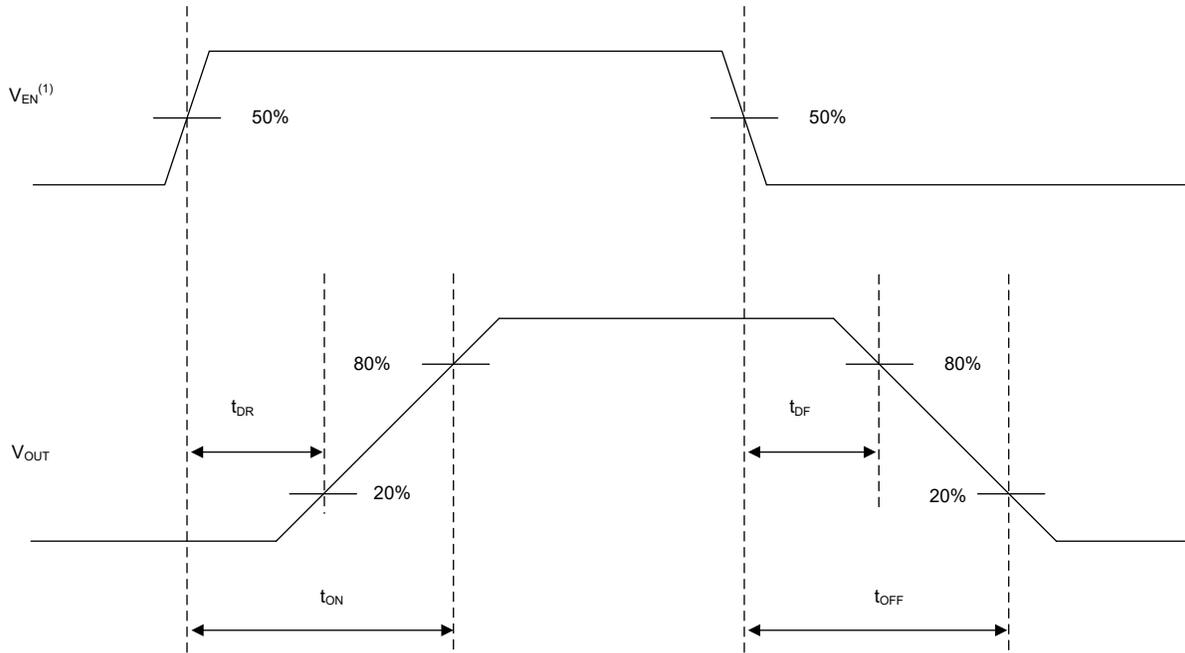


図 6-1. 電圧および電流の規則



Rise and fall time of VEN is 100 ns.

図 6-2. スイッチング特性の定義

## 7 仕様

### 7.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) <sup>(1)</sup>

		最小値	最大値	単位
最大連続電源電圧 $V_{BB}$			28	V
負荷ダンプ電圧、 $V_{LD}$		ISO16750-2:2010(E)	35	V
逆極性電圧		アプリケーション回路を使用した場合の最大持続時間は 3 分	-18	V
イネーブル・ピン電流、 $I_{ENx}$			-1 20	mA
イネーブル・ピン電圧、 $V_{ENx}$			-1 7	V
診断イネーブル・ピンの電流、 $I_{DIAG\_EN}$			-1 20	mA
診断イネーブル・ピン電圧、 $V_{DIAG\_EN}$			-1 7	V
SEL ピンの電流、 $I_{SEL}$			-1 20	mA
SEL ピン電圧、 $V_{SEL}$			-1 7	V
センス・ピン電流 $I_{SNS}$			-100 10	mA
センス・ピン電圧、 $V_{SNS}$			-1 7	V
FLT ピンの電流、 $I_{FLT}$			-30 10	mA
FLT ピン電圧、 $V_{FLT}$			-0.3 7	V
逆グラウンド電流、 $I_{GND}$		$V_{BB} < 0V$	-50	mA
保管温度、 $T_{stg}$			-65 150	°C

(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」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

### 7.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電 <sup>(1)</sup>	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002、分類レベル 2 準拠 <sup>(2)</sup>	VBB と VOUT を除くすべてのピン ±2000	V
			VBB および VOUT ±4000	
		荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 分類レベル C5 準拠	すべてのピン ±750	

(1) すべての ESD 衝撃は、GND に接続されたピンの基準電圧によるものです

(2) AEC-Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています。

### 7.3 推奨動作条件

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

		最小値	最大値	単位
$V_{VBB\_NOM}$	公称電源電圧 <sup>(1)</sup>	3.5	18	V
$V_{VBB\_EXT}$	拡大電源電圧 <sup>(2)</sup>	2.6	28	V
$V_{VBB\_SC}$	電源電圧への短絡対応能力		26	V
$V_{ENx}$	イネーブル電圧	-1	5.5	V
$V_{DIAG\_EN}$	診断イネーブル電圧	-1	5.5	V
$V_{SEL}$	電圧の選択	-1	5.5	V
$V_{SNS}$	センス電圧	-1	5.5	V

### 7.3 推奨動作条件 (続き)

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

		最小値	最大値	単位
T <sub>A</sub>	自由空気での動作温度	-40	125	°C

- (1) すべての動作電圧条件は、デバイスの GND を基準として測定されています。  
 (2) デバイスは拡大動作範囲内で機能しますが、一部のタイミング パラメータ値は適用されない場合があります。各部に使用する電圧については、対応のセクションを参照してください。さらに、詳細な説明については、[電源に関する推奨事項](#)を参照してください

### 7.4 熱に関する情報

熱評価基準 <sup>(1) (2)</sup>		TPS2HC08-Q1		単位
		VAH		
		11 ピン		
R <sub>θJA</sub>	接合部から周囲への熱抵抗	32.2		°C/W
R <sub>θJC(top)</sub>	接合部からケース (上面) への熱抵抗	31.5		°C/W
R <sub>θJB</sub>	接合部から基板への熱抵抗	10.5		°C/W
ψ <sub>JT</sub>	接合部から上面への特性パラメータ	0.7		°C/W
ψ <sub>JB</sub>	接合部から基板への特性パラメータ	10.1		°C/W

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、[SPRA953](#) のアプリケーション レポートを参照してください。  
 (2) 熱パラメータは、JESD51-5 および JESD51-7 に準拠した 4 層 PCB に基づいています。

### 7.5 電気的特性

V<sub>BB</sub> = 6V ~ 18V、T<sub>J</sub> = -40°C ~ 150°C (特に記述のない限り)。代表的なアプリケーションは 13.5V、RILIM = オープン (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件		最小値	標準値	最大値	単位
入力電圧および電流							
V <sub>UVLO</sub>	V <sub>BB</sub> 低電圧誤動作防止	デバイスの GND ピンに関して測定	V <sub>BB</sub> 立ち上がりスレッシュホールド	3.0	3.5	4.0	V
			V <sub>BB</sub> 立ち下がりスレッシュホールド	2.4	2.6	3.0	V
V <sub>DET1</sub>	V <sub>BB</sub> 検出 1 スレッシュホールド	スリープ状態	V <sub>BB</sub> 立ち上がりスレッシュホールド	22	24.5	26.5	V
		ACTIVE、DIAGNOSTIC、または STANDBY 状態		20	21	23	V
		ACTIVE、DIAGNOSTIC、または STANDBY 状態		18	19.5	21	V
V <sub>Clamp</sub>	V <sub>DS</sub> クランプ電圧	V <sub>BB</sub> ≥ V <sub>DET1</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C	35		37	V
			T <sub>J</sub> = -40°C ~ 150°C	31		42	V
		V <sub>BB</sub> < V <sub>DET1</sub>	T <sub>J</sub> = -40°C ~ 150°C	24		33	V
I <sub>SLEEP</sub>	スタンバイ電流 (両方の MOSFET チャンネルを含む デバイスの合計リーク電流)	V <sub>ENx</sub> = V <sub>DIAG_EN</sub> = 0V、V <sub>OUT</sub> = 0V	T <sub>J</sub> = 25°C			1.2	μA
			T <sub>J</sub> = 85°C			1.5	μA
			T <sub>J</sub> = 150°C			20	μA
I <sub>OUT(SLEEP)</sub>	チャンネルあたりの出力リーク電流	V <sub>EN</sub> = V <sub>DIAG_EN</sub> = 0V、V <sub>OUT</sub> = 0V	T <sub>J</sub> = 25°C		0.01	0.2	μA
			T <sub>J</sub> = 85°C			0.5	μA
I <sub>DIAG</sub>	DIAGNOSTIC 状態の消費電流	V <sub>ENx</sub> = 0V、V <sub>DIAG_EN</sub> = 5V、V <sub>OUT</sub> = 0V、I <sub>SNS</sub> = 0mA			1.3	3	mA
I <sub>Q</sub>	静止時電流	V <sub>ENx</sub> = V <sub>DIAG_EN</sub> = 5V、I <sub>OUTx</sub> = 0A			1.6	3	mA

## 7.5 電気的特性 (続き)

$V_{BB} = 6V \sim 18V$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$  (特に記述のない限り)。代表的なアプリケーションは 13.5V、RILIM = オープン (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件		最小値	標準値	最大値	単位
$V_{HV\_R}$	VBB 高電圧ウェークアップ・スレッショルド	スリープからスタンバイ状態へ遷移するための $V_{BB}$ 電圧	$V_{BB}$ 立ち上がりスレッショルド	19	24.5	27	V
$V_{HV\_F}$		スタンバイからスリープ状態に遷移するための $V_{BB}$ 電圧	$V_{BB}$ 立ち下がりスレッショルド	18			V
$t_{STBY}$	スタンバイモード遅延時間	$V_{ENx} = V_{DIAG\_EN} = 0V$ 、 $V_{BB} < V_{HV\_F}$ からスタンバイまで			20		ms
<b>Ron の特性</b>							
$R_{ON}$	オン抵抗	$6V \leq V_{BB} \leq 28V$ 、 $I_{OUT} = 1A$	$T_J = 25^\circ C$		9.7		mΩ
			$T_J = 150^\circ C$			17.3	mΩ
		$3V \leq V_{BB} \leq 6V$ 、 $I_{OUT} = 1A$	$T_J = 25^\circ C$		10.2		mΩ
			$T_J = 150^\circ C$			18.2	mΩ
$\Delta R_{ON}$	複数チャネル間のデルタオン抵抗	$6V \leq V_{BB} \leq 28V$ 、 $I_{OUT} = 1A$	$T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$		5		%
$R_{ON(REV)}$	逆極性時のオン抵抗	$-18V \leq V_{BB} \leq -6V$	$T_J = 25^\circ C$		11		mΩ
			$T_J = 150^\circ C$			17.3	mΩ
$I_{L\_NOM}$	チャネルごとの連続負荷電流	2つのチャネルが有効、 $T_{AMB} = 85^\circ C$			7.5		A
		1つのチャネルが有効、 $T_{AMB} = 85^\circ C$			10		A
<b>電流センス特性</b>							
$V_{BB\_ISNS}$	フル電流センスとフォルト機能に必要な $V_{BB}$ ヘッドルーム	$V_{DIAG\_EN} = 3.3V$			5.3		V
		$V_{DIAG\_EN} = 5V$			6.5		V
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT} / I_{SNS}$	$I_{OUT} = 1A$			3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 10A$		3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 7.5A$		3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 5A$		3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 2.5A$		3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 1A$		3000		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 500mA$		2994		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 250mA$		2975		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 100mA$		2950		
$K_{SNS}$	電流センス比 $I_{OUT}$ にわたって $I_{OUT} / I_{SNS}$	$V_{BB} > V_{BB\_ISNS}$ 、 $V_{EN} = V_{DIAG\_EN} = 5V$	$I_{OUT} = 50mA$		2910		
$I_{SNSleak}$	$I_{SNS}$ リークエージ	$V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 0mA$	$T_J = 25^\circ C$			0.5	μA
			$T_J = 125^\circ C$			1	μA
$I_{SNSFH}$	$I_{SNS}$ フォルト high-レベル	$V_{DIAG\_EN} > V_{IH}$ 、 $DIAG\_EN$		5.2	7.4	10.5	mA

## 7.5 電気的特性 (続き)

$V_{BB} = 6V \sim 18V$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$  (特に記述のない限り)。代表的なアプリケーションは 13.5V、 $R_{ILIM} = \text{オープン}$  (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位	
<b>SNS 特性</b>							
<b>電流制限特性</b>							
$R_{ILIM}$	$R_{ILIM}$ 短絡回路検出範囲			16.66		k $\Omega$	
	$R_{ILIM}$ 開放検出範囲			66.66		k $\Omega$	
$K_{CL}$	電流制限比 <sup>(1)</sup>	$T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$	$R_{ILIM} = 16.9k\Omega$	425	500	575	A * k $\Omega$
			$R_{ILIM} = 33.2k\Omega$	425	500	575	A * k $\Omega$
			$R_{ILIM} = 66.5k\Omega$	425	500	575	A * k $\Omega$
$I_{CL}$	$I_{CL}$ 電流制限しきい値	$T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$	$R_{ILIM} = GND$		30	A	
			$R_{ILIM} = \text{オープン}$		7.5	A	
$I_{CB}$	スイッチが有効な時に短絡が発生した場合のピーク電流しきい値	$R_{ILIM} = 16.9k\Omega \sim 66.5k\Omega$	$T_J = -40^\circ C$		29	A	
			$T_J = 25^\circ C$		31	A	
			$T_J = 150^\circ C$		31	A	
$V_{DET2}$	$V_{BB}$ 検出 2 スレッショルド	アクティブ状態	$V_{BB}$ 立ち上がりスレッショルド	26	26.5	27	V
			$V_{BB}$ 立ち下がりスレッショルド	24	24.5	25	V
$I_{CL\_HV}$	高電圧時の $I_{CL}$ 電流制限ダイレーティング	$T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$	$V_{BB} < V_{DET1}$		$I_{CL}$	A	
			$V_{DET1} \leq V_{BB} < V_{DET2}$		$I_{CL}$ 20		
			$V_{BB} \geq V_{DET2}$		$I_{CL}$ 10		
$I_{CL\_LNPk}$	線形モードのピーク	$T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$	$R_{ILIM} \geq 24.9k\Omega$		$1.45 \times I_{CL}$	A	
			$R_{ILIM} < 24.9k\Omega$		$1.45 \times I_{CL}$	$I_{CB}$	A
<b>フォルト特性</b>							
$V_{OL}$	開放負荷検出電圧 (VDS 電圧)	$V_{EN} = 0V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、DIAGNOSTIC 状態	1.5	2	2.5	V	
$R_{VOL}$	チャンネルごとの開放負荷 (OL) 検出内部プルアップ抵抗	$V_{EN} = 0V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、DIAGNOSTIC 状態		75		k $\Omega$	
$t_{OL}$	開放負荷 (OL) 検出デグリーチ時間	$V_{EN} = 0V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、 $V_{BB} - V_{OUT} < V_{OL}$ のとき、 $t_{OL}$ よりも長い持続時間			2000	$\mu s$	
$t_{OL1}$	EN 立ち下がりからの OL および STB 表示時間	$V_{EN} = 5V \sim 0V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V$ $I_{OUT} = 0mA$ 、 $V_{OUT} = V_{BB} - V_{OL}$			2000	$\mu s$	
$t_{OL2}$	DIAG_EN 立ち上がりからの OL および STB 表示時間	$V_{EN} = 0V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 0V \sim 5V$ $I_{OUT} = 0mA$ 、 $V_{OUT} = V_{BB} - V_{OL}$			2500	$\mu s$	
$T_{ABS}$	サーマル シャットダウン			165		$^\circ C$	
$T_{REL}$	相対サーマル・シャットダウン			85		$^\circ C$	
$T_{HYS}$	サーマル シャットダウン ヒステリシス			25		$^\circ C$	
$V_{FLT}$	FLT low 出力電圧	$I_{FLT} = 2.5mA$			0.5	V	
$t_{FAULT\_FLT}$	フォルト表示時間	$V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、フォルトと FLT アサート間の時間			60	$\mu s$	
$t_{FAULT\_SNS}$	フォルト表示時間	$V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、フォルトと $V_{SNSFH}$ における $I_{SNS}$ セトリング間の時間			60	$\mu s$	
$t_{RETRY\_WINDOW}$	初期再試行時間ウィンドウ			50		ms	

## 7.5 電気的特性 (続き)

$V_{BB} = 6V \sim 18V$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$  (特に記述のない限り)。代表的なアプリケーションは 13.5V、RILIM = オープン (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{RETRY, INT}$	初期再試行時間ウィンドウでの再試行時間	サーマル・シャットダウンからスイッチ再イネーブルまでの時間	100	200	300	$\mu s$
$t_{RETRY, EXTD}$	拡張された過電流ウィンドウでの再試行時間		50	100	150	ms
$n_{RETRY, EXTD}$	拡張された過電流ウィンドウでの再試行サイクル数			7		
<b>EN ピンの特性</b>						
$V_{IL, ENx}$	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし			0.8	V
$V_{IH, ENx}$	高レベルの入力電圧。		1.5			V
$V_{IHYS, ENx}$	入力電圧ヒステリシス			280		mV
$R_{ENx}$	内部プルダウン抵抗。		150	250	500	k $\Omega$
$I_{IL, ENx}$	低レベルの入力電流	$V_{ENx} = 0.8V$		2.2		$\mu A$
$I_{IH, ENx}$	高レベルの入力電流	$V_{ENx} = 5V$	20	25	35	$\mu A$
<b>DIAG_EN ピンの特性</b>						
$V_{IL, DIAG_EN}$	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし			0.8	V
$V_{IH, DIAG_EN}$	高レベルの入力電圧。		1.5			V
$V_{IHYS, DIAG_EN}$	入力電圧ヒステリシス			280		mV
$R_{DIAG_EN}$	内部プルダウン抵抗。		100	250	500	k $\Omega$
$I_{IL, DIAG_EN}$	低レベルの入力電流	$V_{DIAG_EN} = 0.8V$	3	4	7.5	$\mu A$
$I_{IH, DIAG_EN}$	高レベルの入力電流	$V_{DIAG_EN} = 5V$	20	25	35	$\mu A$
<b>SEL ピンの特性</b>						
$V_{IL, SEL}$	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし			0.8	V
$V_{IH, SEL}$	高レベルの入力電圧。		1.5			V
$V_{IHYS, SEL}$	入力電圧ヒステリシス			280		mV
$R_{SEL}$	内部プルダウン抵抗。		100	250	500	k $\Omega$
$I_{IL, SEL}$	低レベルの入力電流	$V_{SEL} = 0.8V$	1.8	2.3	3	$\mu A$
$I_{IH, SEL}$	高レベルの入力電流	$V_{SEL} = 5V$	12	15	20	$\mu A$

(1)  $K_{CL}$  から  $I_{CL}$  を計算するには、式  $I_{CL} = K_{CL} / R_{ILIM}$  を使用します

## 7.6 SNS タイミング特性

$V_{BB} = 6V \sim 18V$ 、 $V_{ENx} = 5V$ 、 $V_{DIAG_EN} = 5V$ 、 $R_{SNS} = 1k\Omega$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim +150^\circ C$  (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
<b>SNS タイミング-電流センス</b>						
$t_{SNSION1}$	DIAG_EN の立ち上がりエッジからのセトリグタイム	$V_{DIAG_EN} = 0V \sim 5V$ 、 $I_{OUTx} = 1A$			30	$\mu s$
		$V_{DIAG_EN} = 0V \sim 5V$ 、 $I_{OUTx} = 50mA$			60	$\mu s$
$t_{SNSION2}$	EN および DIAG_EN、 $V_{DIAG_EN}$ の 50%、 $V_{EN}$ に対する立ち上がりエッジから $I_{SNS}$ の 90% までのセトリグタイム	$V_{EN} = V_{DIAG_EN} = 0V \sim 5V$ 、 $I_{OUTx} = 1A$			150	$\mu s$
$t_{SNSION3}$	DIAG_EN = HI による EN の立ち上がりエッジ、DIAG_EN、 $V_{EN}$ の 50% から $I_{SNS}$ の 90% までのセトリグタイム	$V_{ENx} = 0V \sim 5V$ 、 $V_{DIAG_EN} = 5V$ 、 $I_{OUTx} = 1A$			150	$\mu s$

## 7.6 SNS タイミング特性 (続き)

 $V_{BB} = 6V \sim 18V$ 、 $V_{ENx} = 5V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V$ 、 $R_{SNS} = 1k\Omega$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim +150^\circ C$  (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{SNSIOFF}$	DIAG_EN、 $V_{DIAG\_EN}$ の 50% の立ち下がりエッジから $I_{SNS}$ の 5% までのセトリングタイム	$V_{ENx} = 5V$ 、 $V_{DIAG\_EN} = 5V \sim 0V$ 、 $I_{OUTx} = 1A$			20	$\mu s$
$t_{SETTLEH}$	負荷ステップの立ち上がりエッジのセトリングタイム	$I_{OUTx} = 50mA \sim 1A$			20	$\mu s$
$t_{SETTLEL}$	負荷ステップの立ち下がりエッジのセトリングタイム	$I_{OUTx} = 1A \sim 50mA$			20	$\mu s$
$t_{MUX}$	CHx から CHy へのスイッチングのセトリングタイム	$V_{SEL} = 0V \sim 5V$ 、 $I_{OUT1} = 50mA$ 、 $I_{OUT2} = 1A$			20	$\mu s$
$t_{MUX}$	開放負荷障害による CHx から CHy への切り替えからのセトリングタイム	$V_{EN1} = 5V$ 、 $V_{EN2} = 0V$ 、 $V_{SEL} = 0V \sim 5V$ 、 $I_{OUT1} = 1A$ 、 $CH2 = I_{SNSFH}$			20	$\mu s$

## 7.7 スイッチング特性

 $V_{BB} = 13.5V$ 、 $R_L = 10\Omega$ 、 $T_J = -40^\circ C$  to  $+150^\circ C$  (特に注記のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{DR}$	チャンネルターンオン遅延時間	スタンバイ状態から ENx の 50% から VOUTx の 20%	10	35	45	$\mu s$
		スリープ状態から ENx の 50% から VOUTx の 20% まで	10	60	87.5	$\mu s$
$t_{DF}$	チャンネルターンオフ遅延時間	ENx の 50% から VOUTx の 80% まで	75	85	95	$\mu s$
$SR_R$	VOUT の立ち上がりスルーレート	VOUTx の 20% ~ 80%	0.3	0.45	0.6	V/ $\mu s$
$SR_F$	VOUT の立ち下がりスルーレート	VOUT の 80% ~ 20%	0.2	0.35	0.6	V/ $\mu s$
$t_{ON}$	チャンネルターンオン時間	スタンバイ状態から EN の 50% ~ VOUT の 80%	30	45	65	$\mu s$
$t_{OFF}$	チャンネルターンオフ時間	EN の 50% ~ VOUT の 20%	70	110	125	$\mu s$
$t_{ON} - t_{OFF}$	ターンオン/ターンオフに対応	1ms のイネーブルパルス	-75		40	$\mu s$
		200 $\mu s$ のイネーブルパルス	-75		40	$\mu s$
$\Delta_{PWM}$	PWM 精度-平均負荷電流	200 $\mu s$ イネーブルパルス (1ms 周期)	-35		25	%
		$\leq 500Hz$ 、50% デューティサイクル	-12		12	%
$E_{ON}$	ターンオン中のスイッチングエネルギー損失	$V_{BB} = 18V$ 、 $R_L = 3.3\Omega$ 、VOUT の 10% ~ 90%		0.576		mJ
$E_{OFF}$	ターンオフ中のスイッチングエネルギー損失	$V_{BB} = 18V$ 、 $R_L = 3.3\Omega$ 、VOUT の 10% ~ 90%		0.584		mJ

## 8 詳細説明

### 8.1 概要

TPS2HC08-Q1 は dual-channel で、シングル チャネルの完全に保護されたハイサイド スイッチで、NMOS パワー FET およびチャージ ポンプが内蔵されています。包括的な診断機能と高精度の電流検出機能によって、インテリジェントな負荷制御が可能です。デバイスは、デジタルとアナログセンス出力の両方をサポートする二つのピンを提供します。診断が無効のときは、電流センス出力を高インピーダンス状態に設定できるため、複数のデバイス間でマイコンアナログ・インターフェイスを多重化できます。

デバイスには、4 つのチャンネルそれぞれを有効にするロジック ピンと、アナログ電流 SNS ピンで出力するチャンネルを選択するための二つのピンによって診断出力を有効にする別のピンがあります。また、MCU への割り込みとして使用するグローバル FLT ピンも実装されています。グローバル FLT は、オープン・ドレイン構造で実装されています。故障状態が発生した場合、ピンは GND にプルダウンされます。マイコンの電源レベルに合わせるのに、外部プルアップが必要です。

高精度の電流検出により、インライン キャリブレーションを追加することなく、さらに優れたリアルタイム監視と高精度の診断ができるようになります。電流ミラーを使用して、負荷電流の  $1/K_{SNS}$  がソースされ、これは SNS ピンの抵抗にわたる電圧として反映されます。 $K_{SNS}$  は、温度と電源電圧に関係なく一定の値です。また、SNS ピンは、診断イネーブル電圧でスケールする  $V_{SNSFH}$  の電圧をことでフォルトを強制することで、システムの ADC で観測される最大電圧が許容可能な値内に収まるようにします。この動作により、SNS ピンに外付けのツェナー・ダイオードまたは分圧抵抗に対する必要性を改善します。

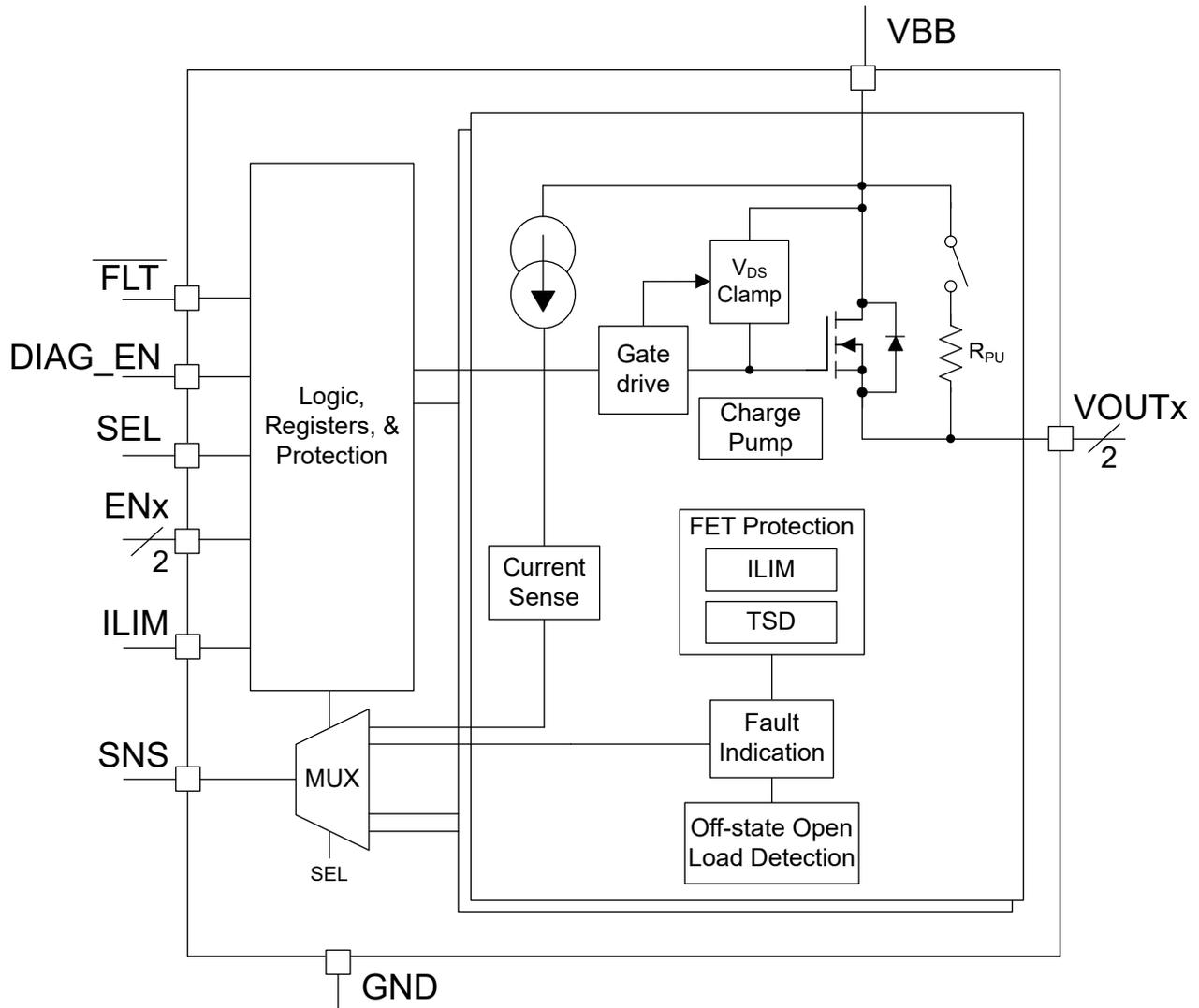
システムはまた、可変の電流制限機能によりシステム全体の信頼性を大幅に向上します。電流制限は、スタートアップの際に大容量を充電するときまたは短絡状態時に突入電流を効果的にクランプすることで、システムの信頼性を大きく向上させます。デバイスの高精度の電流制限は、7.5A から 30A への外付け抵抗により設定できます。ILIM ピンが抵抗経路でグランドに接続されている場合、内部電流制限も実装されています。また、このデバイスは、サーマル・レギュレーションありなしで、電流制限設定を提供します。サーマルレギュレーションされた電流制限は、スタートアップ時に大容量のコンデンサを充電する際に役立ちます。サーマルレギュレーションなしの電流制限設定は、大きなモータのストール電流や電球負荷などの負荷に対して有効です。

リレー、ソレノイド、ポンプ、モーターなどの誘導性負荷のエネルギーをスイッチオフするため、電圧クランプが組み込まれています。誘電性のスイッチオフのサイクル中は、電源 ( $E_{BAT}$ ) および負荷 ( $E_{LOAD}$ ) の両方のエネルギーが、ハイサイドパワー スイッチ自体で消費されます。プロセス技術と優れた IC レイアウトによって TPS2HC08-Q1 デバイスは、優れた消費電力容量を実現でき、これによりほとんどの場合に外部のフリーホイール回路が不要になります。詳細については、「誘導性負荷のスイッチオフ・クランプ」を参照してください。

TPS2HC08-Q1 デバイスは、省電力電球、LED、リレー、ソレノイド、ヒーターなど、幅広い種類の抵抗性、誘導性、容量性負荷のためのハイサイド パワー スイッチとして使用できます。

9 機能ブロック図

ADVANCE INFORMATION



## 10 デバイスの機能モード

デバイスには、ENx ピン、DIAG\_EN ピン、および  $V_{BB}$  電圧に基づいて遷移する複数の状態があります。さまざまな状態については、データシートを参照しています。

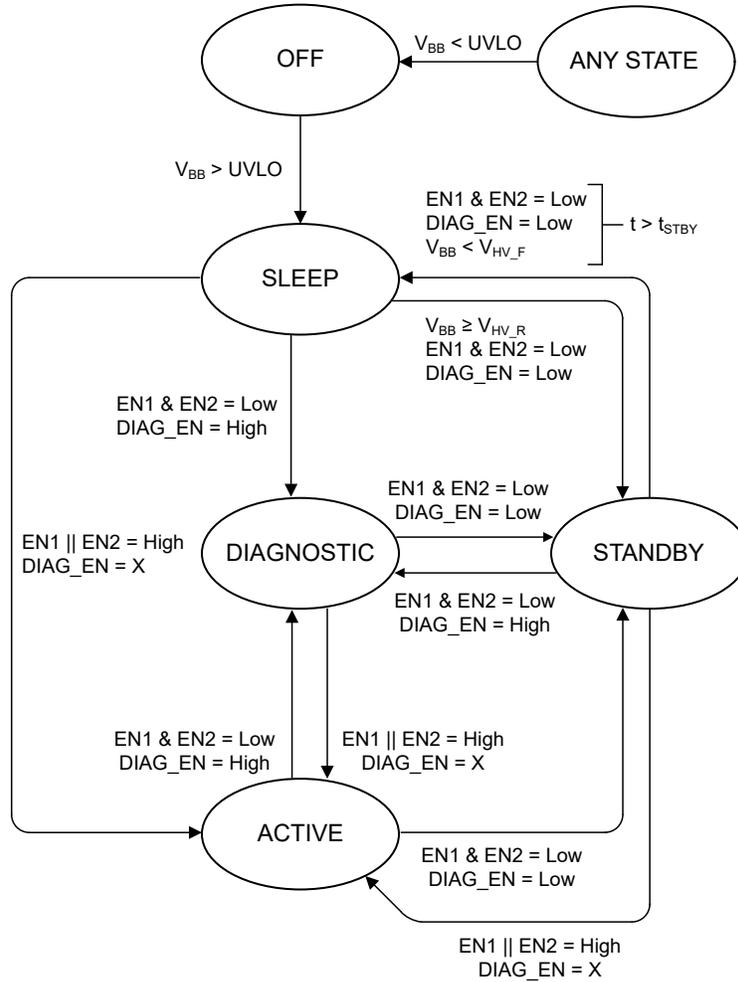


図 10-1. 状態遷移図

### OFF

オフ状態は、デバイスの  $V_{BB}$  電圧が  $V_{ULVO}$  を下回ったときに発生します。

### SLEEP

SLEEP 状態では、デバイス内のすべてがオフになり、 $V_{BB}$  への電流は、 $I_{SLEEP}$  となります。ピンのいずれかが High になった場合、SLEEP からデバイスは ACTIVE 状態に遷移し、また、ENx ピンのいずれかが High にならなくても、DIAG\_EN ピンが High になれば、DIAGNOSTIC 状態に遷移し、 $V_{BB}$  が  $V_{HV,R}$  よりも大きくなった場合には STANDBY 状態に遷移することができます。

### 診断

両方の ENx ピンが LOW で、DIAG\_EN ピンが HIGH になると、DIAGNOSTIC 状態に入ります。この状態では、開放負荷またはバッテリーへの短絡を診断できます。この状態では、両方のチャンネルの開放負荷がイネーブルになります。いずれ

かのチャンネルで開放負荷またはバッテリーへの短絡が発生した場合、デバイスは  $\overline{\text{FLT}}$  に信号を送ります。フォルトのあるチャンネルを SEL ピンで選択する場合、SNS ピンは出力  $I_{\text{SNSFH}}$  を出力するか  $V_{\text{SNSFH}}$  に電圧をクランプします。

## STANDBY

ENx ピンがすべて Low になると、STANDBY 状態に移行します。出力はすべてオフになり、DIAG\_EN ピンも Low になりますが、 $t_{\text{STBY}}$  時間はまだ経過していません。この状態では、すべての内部レールが遮断されて SLEEP モードになることなく、チャンネル出力を PWM にすることができます。デバイスが  $t_{\text{STBY}}$  を待機し、 $V_{\text{BB}}$  が  $V_{\text{HV}_F}$  を下回ると、デバイスは完全にシャットダウンし、SLEEP 状態に移行します。ただし、時間が  $t_{\text{STBY}}$  より短く、どちらかの ENx ピンが High になると、デバイスは ACTIVE 状態に遷移します。同様に、DIAG\_EN が High になると、デバイスは DIAGNOSTIC 状態に遷移します。

## アクティブ

ACTIVE 状態は、いずれかのチャンネル出力が、関連する ENx ピンによってオンになっているときです。ACTIVE 状態では、電流制限値が ILIM ピンの外部抵抗によって設定されます。ACTIVE 状態のときに DIAG\_EN ピンが High にプルされると、SNS ピンは、関連するチャンネルでフォルトが発生するまで、SEL ピン設定に関連するチャンネルの負荷電流に比例した電流を出力します。また、いずれかのチャンネルでフォルトが発生したかどうかは、 $\overline{\text{FLT}}$  ピンが通知します。DIAG\_EN が High または Low のときにすべてのチャンネルをオフにした場合、デバイスは ACTIVE 状態から遷移できます。すべてのチャンネルがオフで DIAG\_EN が High の場合、デバイスは DIAGNOSTIC 状態に遷移します。すべてのチャンネルがオフになり、DIAG\_EN ピンが Low の場合、デバイスは STANDBY 状態に遷移します。

## 11 機能説明

### 11.1 高精度電流センス

高精度の電流センスを内部に実装することにより、キャリブレーションを追加することなく、より優れたリアルタイム監視効果と高精度の診断機能を得ることができます。電流ミラーを使用して負荷電流の  $1/K_{SNS}$  を調達し、SNS ピンと GND の間の外付け抵抗に流して、SNS ピンの電圧として反映させます。

$K_{SNS}$  は、出力電流とセンス電流との比です。電気的特性に記載されている  $K_{SNS}$  の精度は、温度と電源電圧を考慮した値です。各デバイスは製造時に内部で校正されているため、ほとんどの場合、ユーザーによる後校正は必要ありません。

このため、センス抵抗値  $R_{SNS}$  を選択して、システムで測定する必要がある電流範囲を最大化するよう選択できます。 $R_{SNS}$  の値は、アプリケーションの必要性に基づいて選択する必要があります。使用可能な  $R_{SNS}$  の最大値が、システムで測定する必要がある最小の負荷電流、 $I_{LOAD, min}$  である場合、ADC の最小許容電圧  $V_{ADC, min}$  によって制限されます。システムがフォルトを正しく判定できるように、 $R_{SNS}$  の最大値は、 $V_{SNS}$  電圧が  $V_{SNSFH}$  値より低くなるようにする必要があります。SNS ピンを流れる最大読み取り可能電流、 $I_{LOAD, max} \times R_{SNS}$ 、 $V_{SNSFH}$  との差をヘッドルーム電圧  $V_{HR}$  と呼びびます。ヘッドルーム電圧はシステムによって決定されますが、読み取り可能な最大電流とフォルト条件に差を設けるために重要です。したがって、 $R_{SNS}$  の最大値は、 $V_{SNSFH}$  から  $V_{HR}$  を引き、センス電流比を掛け、 $K_{SNS}$  をシステムが測定する必要がある最大負荷電流、 $I_{LOAD, max}$  で割った値にする必要があります。境界方程式を求めするには、以下の式を使用します。

$$V_{ADC, min} \times K_{SNS} / I_{LOAD, min} \leq R_{SNS} \leq (V_{SNSFH} - V_{HR}) \times K_{SNS} / I_{LOAD, max} \quad (1)$$

一部のアプリケーションでは、負荷電流範囲が大きい場合、上記の境界式は下限と上限のどちらかしか満たすことができません。このような場合、 $R_{SNS}$  を大きくする測定可能な低い電流値を強調できます。同様に、高い電流に関心がある場合、 $R_{SNS}$  を減少させることができます。

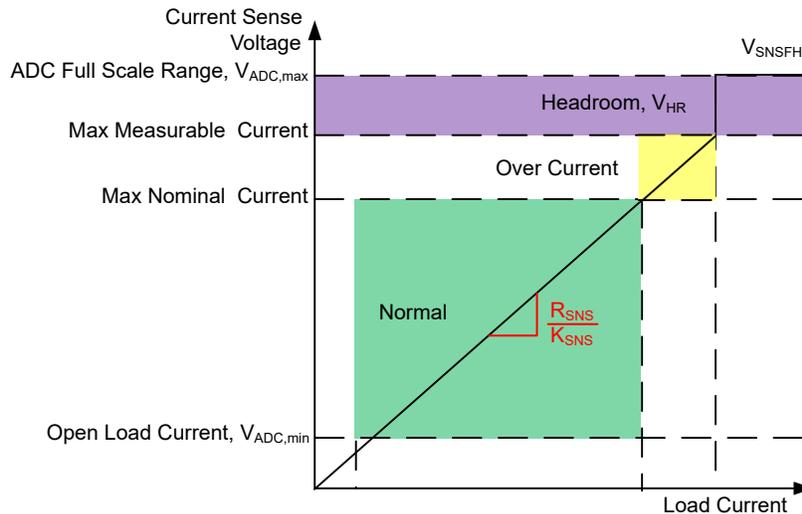


図 11-1. 電流センスピンの電圧表示

システムが読み取る最大電流  $I_{LOAD, max}$  は、電流制限しきい値以下とする必要があります。これは、電流制限しきい値をトリップすると、 $V_{SNS}$  値が  $V_{SNSFH}$  になるためです。

### 11.2 過電流保護

TPS2HC08-Q1 は、過電流イベント時のサーマル・シャットダウンおよび電流制限保護機能を備えており、内部パワー MOSFET を保護します。これらの保護機能は、デバイスが ACTIVE 状態のときイネーブルされます。各チャンネルには、独立したサーマル・シャットダウンと電流制限回路が内蔵されています。

### 11.2.1 サーマル シャットダウン

デバイスには、各パワー FET に温度センサが搭載されており、デバイスのコントローラ部分には、各 FET の温度 ( $T_{J, FET}$ ) およびコントローラの温度 ( $T_{J, CONTROLLER}$ ) を監視します。デバイスがサーマル・シャットダウン障害と見なされる場合は 2 つあります。

- 相対サーマル・シャットダウン ( $T_{REL}$ ):  $T_{J, FET} - T_{J, CONTROLLER} > T_{REL}$
- 絶対サーマル・シャットダウン ( $T_{ABS}$ ):  $T_{J, FET} > T_{ABS}$

上記のいずれかの故障が発生すると、該当するスイッチがオフになります。該当するチャンネルの温度センサの測定値に基づいて、各チャンネルがオフになります。その結果、一方のチャンネルのみで過熱フォルトが検出された場合、もう一方のチャンネルは動作を継続します。

#### 11.2.1.1 相対サーマル・シャットダウン

相対的なサーマル・シャットダウンイベントは、グラウンドへの短絡イベントなど、コントローラ温度 ( $T_{J, FET}$ ) に対して FET 温度 ( $T_{J, CONTROLLER}$ ) が急速に上昇する、大きなピーク電力イベントが発生する場合に発生することがあります。相対温度 ( $T_{J, FET} - T_{J, CONTROLLER}$ ) が  $T_{REL}$  を超えると、関連するチャンネルがオフになります。

#### 11.2.1.2 絶対サーマル・シャットダウン

絶対的なサーマル・シャットダウンは、FET 温度 ( $T_{J, FET}$ ) が  $T_{ABS}$  を上回ると発生します。これは、チャンネルが永続的な短絡使用事例など、長い期間にわたって過電流にさらされた場合に発生する可能性があります。FET 温度 ( $T_{J, FET}$ ) が  $T_{ABS}$  を超えると、関連するチャンネルがオフになります。

### 11.2.2 調整可能な電流制限

TPS2HC08-Q1 は高精度で調整可能な電流を提供し、より高い信頼性を実現し、短絡時や大容量のパワーアップ時に電源を保護します。また、調整可能な電流制限により、PCB パターン、コネクタ・サイズ、および前の電力段の容量を削減し、電流制限をより低いレベルに設定することで、システムのコストを節約できます。

消費電力は、ILIM ピンの外付け抵抗により調整可能です。ILIM ピンで設定する値が両方のチャンネルに適用されます。このデバイスは、熱的に制御された電流制限機能による ILIM 設定を提供し、FET とコントローラの相対温度に基づいて電流制限レベルを調整することで、コントローラがスタートアップ時に大容量のコンデンサを充電できるようにします。また、このデバイスにはサーマルレギュレーションなしの ILIM 設定もあり、デバイスは設定された ILIM 値で電流を制限できます。

表 11-1 以下に、ILIM ピンの構成に基づいて可能な各種の設定を示します。

表 11-1. ILIM ピンによる電流制限設定

$R_{ILIM}$ の値	標準 ILIM	サーマルレギュレーション
GND (< 16.66k $\Omega$ )	30A	ディセーブル
16.9k $\Omega$	30A	イネーブル
66.5k $\Omega$	7.5A	イネーブル
オープン (> 66.66k $\Omega$ )	7.5A	イネーブル

このデバイスは、高速トリップのサーキット・ブレーカ機能も備えており、ホット短絡とも呼ばれるチャンネルがイネーブルになっている間に短絡が発生した場合に使用されます。 $I_{CB}$  スレッショルドに達すると、デバイスは迅速にチャンネルをオフにし、内部 MOSFET を保護します。さらに、このデバイスは高電圧で電流制限フォールドバック機能を備えているため、高  $V_{DS}$  イベント時に内部パワー MOSFET を保護できます。

システムで発生する可能性があるさまざまな過電流イベントは次のとおりです。

- ホットショート
- ショートへのイネーブル
- 過電流 (低速クリープ)

ホット短絡は、チャンネルがイネーブルされそのチャンネルの出力に短絡状態が発生したときに発生します。MOSFET の出力がすでに短絡状態にあり、チャンネルが短絡状態にイネーブルされたときに、短絡へのイネーブルが発生します。出力にゆっくりと立ち上がり過電流イベントが発生すると、「低速クリープ」とも呼ばれる電流過負荷が発生することがあります。

次のセクションでは、サーマル・シャットダウンありおよびサーマル・レギュレーションなしの電流制限機能、さらにサーキット・ブレーカおよびサーマル・シャットダウン機能によって、発生する可能性のあるさまざまな過電流条件からの保護を実現する方法について説明します。

### 11.2.2.1 サーマル レギュレーションによる電流制限

ILIM の設定に基づいて、サーマル レギュレーションで電流を制限するようにデバイスを構成できます。サーマル レギュレーションは、MOSFET の相対温度 ( $T_{J, FET}$ ) とコントローラの温度 ( $T_{J, CONTROLLER}$ ) を監視し、相対的な温度に基づいて電流制限を下げることで機能します。

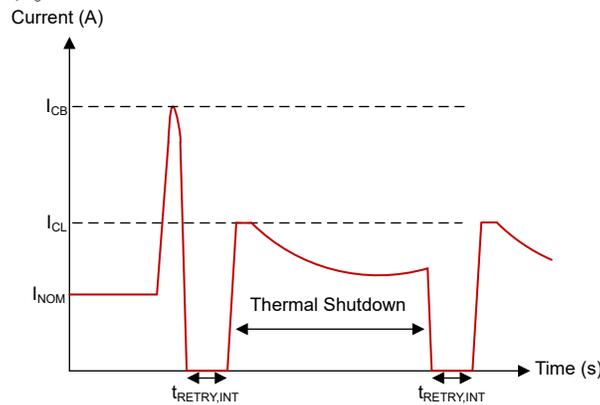


図 11-2. サーマル レギュレーションによるオン状態短絡動作

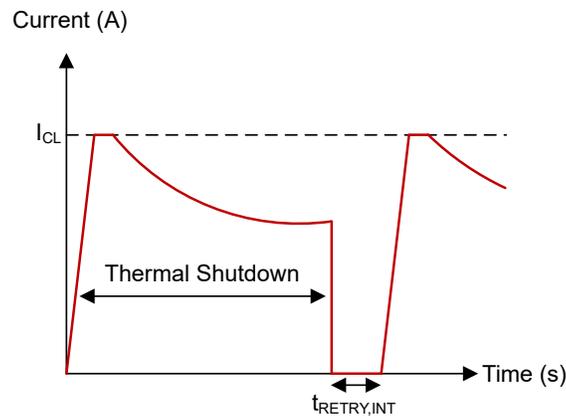


図 11-3. サーマル レギュレーションによる短絡へのイネーブル

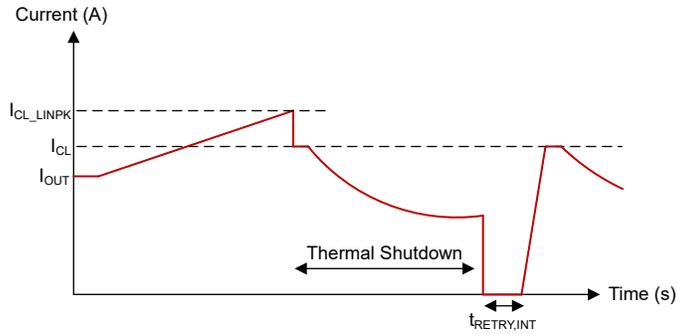


図 11-4. サーマル レギュレーションによる過負荷動作（電流のクリーブ）

11.2.2.2 サーマル レギュレーションなしでの電流制限

ILIM の設定に基づいて、サーマル レギュレーションなしで電流を制限するようにデバイスを構成できます。デバイスは、ILIM ピンの設定に基づいて電流を制限します。これを使用できるアプリケーションは、電球負荷とストール電流の大きいモータ負荷です。

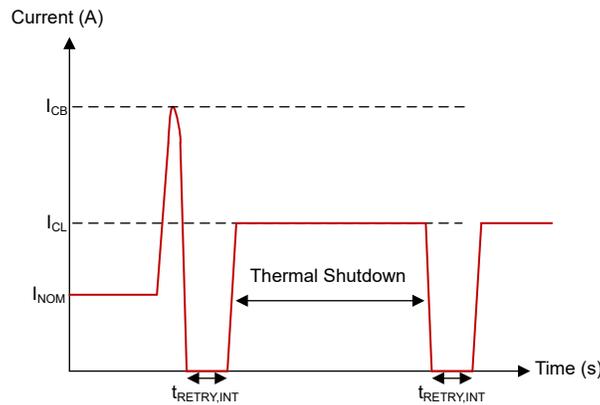


図 11-5. サーマル レギュレーションなしのオン状態短絡動作

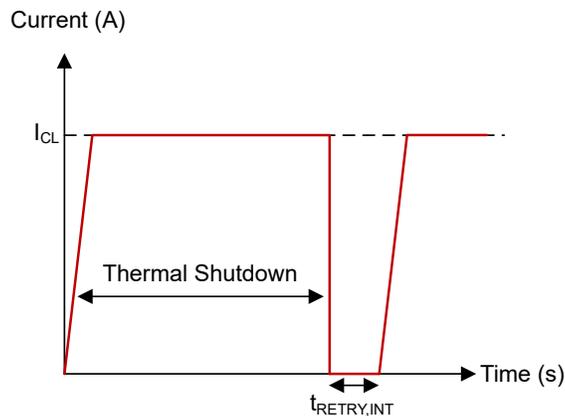


図 11-6. サーマル レギュレーションなしでの短絡へのイネーブル

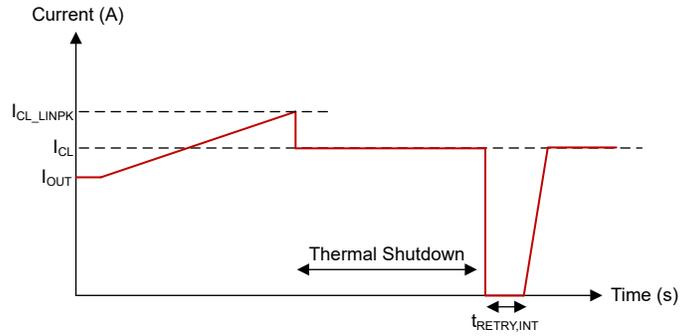


図 11-7. サーマル レギュレーションなしでの過負荷動作（電流クリープ）

### 11.2.2.3 電流制限フォールドバック

高  $V_{DS}$  電圧時に MOSFET を過電流から保護するために、電流制限フォールドバック メカニズムを備えています。ILIM が 20A より高く設定され、 $V_{BB}$  電圧が  $V_{DET1}$  より高い場合、電流制限は 20A にフォールドバックされます。 $V_{BB}$  電圧が  $V_{DET2}$  を上回る場合、ILIM 設定が 10A を超えると、電流制限値は 10A にフォールドバックされます。

### 11.3 サーマル・シャットダウンからの再試行

チャンネルでサーマル・シャットダウンが発生すると、デバイスは過電流イベントの持続時間に応じて三つの方法で応答できます。表 11-2 に、過電流時間と発生したリトライ回数によって、影響を受けるチャンネルがどのように応答するかを説明しています。

表 11-2. サーマル・シャットダウン (TSD) への応答

条件		再試行時間
$t < t_{\text{RETRY\_WINDOW}}$		200us
$t > t_{\text{RETRY\_WINDOW}}$	$n_{\text{RETRY, EXT}} < 7$	100ms
	$n_{\text{RETRY, EXT}} > 7$	ラッチオフ

上記のリトライケースのいずれかで、デバイスを再起動するため関連チャンネルは、 $t_{\text{RETRY}}$  期間、 $T_{\text{ABS}}$  または  $T_{\text{REL}}$  が  $T_{\text{HYS}}$  レベルを下回るまで待機する必要があります。トライタイマが満了し、 $T_{\text{ABS}}$  または  $T_{\text{REL}}$  の温度が  $T_{\text{HYS}}$  レベルを下回って回復しない場合、温度が  $T_{\text{HYS}}$  レベルを下回るまでチャンネルは再試行を行いません。

長時間の過電流イベントによってチャンネルがラッチオフすると、 $\text{ENx}$  ピンを High から Low にして、サーマル・シャットダウン・フォルトをクリアできます。FLT ピンが High にプルされ、SNS ピンは  $I_{\text{SNSFH}}$  や  $V_{\text{SNSFH}}$  を出力しなくなります。その後、チャンネルの出力は最初に High から Low にトグルした後、 $\text{ENx}$  ピンに従います。図 11-8 と図 11-9 に、VOUT1 のホット短絡後にサーマル・レギュレーションありとなしでデバイスが再試行する方法を示します。

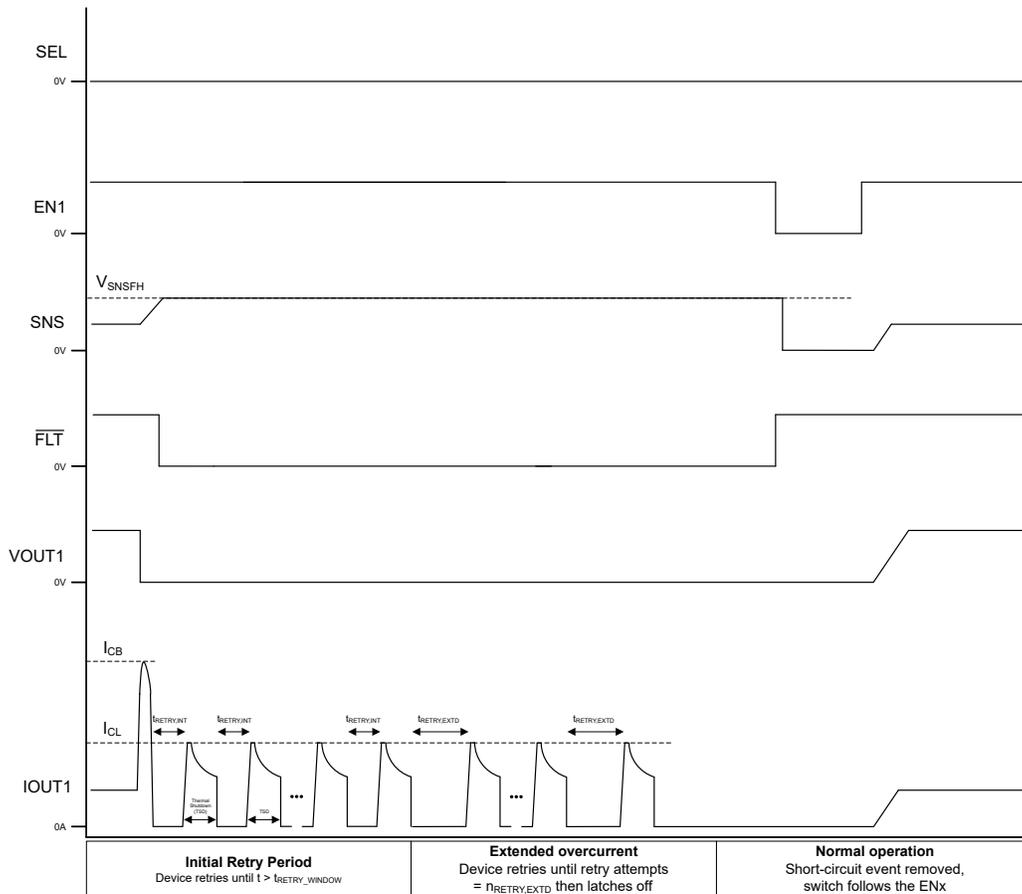


図 11-8. サーマル・レギュレーションによるホット短絡後の再試行動作

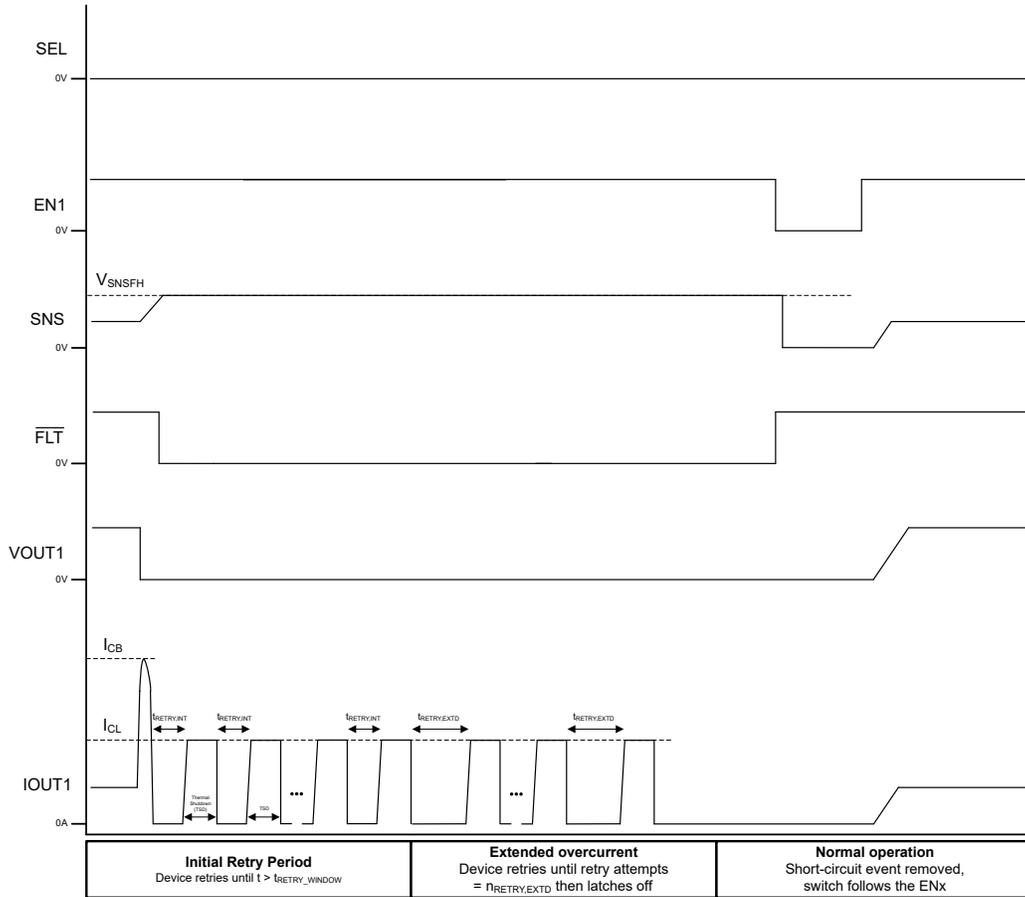


図 11-9. サーマル・レギュレーションなしでのホット短絡後の再試行動作

#### 11.4 誘導性負荷のスイッチオフ クランプ

誘導性負荷をオフに切り替えると、誘導性リアクタンスによって負の出力電圧を引き寄せる傾向があります。過度の負電圧があると、パワー FET が機能しなくなる可能性があります。パワー FET を保護するために、ドレインとソースの間の内部クランプとして  $V_{DS(clamp)}$  が実装されています。

$$V_{DS(clamp)} = V_{VS} - V_{OUT} \quad (2)$$

消磁時間 ( $t_{DECAY}$ ) の間、インダクタンス-エネルギーを消費するためにパワー FET がオンになります。総エネルギーは、ハイサイドスイッチで消費されます。総エネルギーには、電源のエネルギー ( $E_{(VS)}$ ) と負荷のエネルギー ( $E_{(LOAD)}$ ) が含まれます。抵抗がインダクタンスと直列になっている場合は、負荷のエネルギーの一部が抵抗で消費されます。

$$E_{(HSS)} = E_{(VS)} + E_{(load)} = E_{(VS)} + E_{(L)} - E_{(R)} \quad (3)$$

誘導性負荷がオフになると、 $E_{(HSS)}$  によりデバイスに高い熱ストレスが加わります。消費電力の上限は、そのデバイスに固有の容量、周囲温度、および基板の消費電力条件によって異なります。

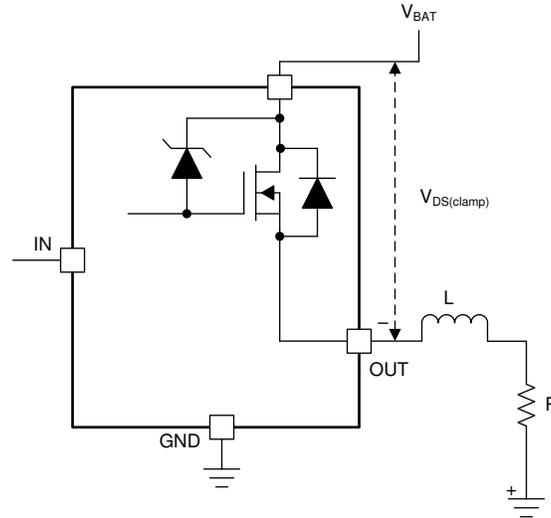


図 11-10. ドレイン-ソース間クランプ構造

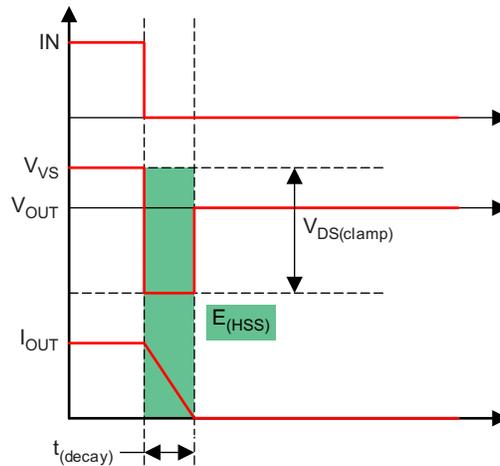


図 11-11. 誘導性負荷のスイッチングオフ図

ハイサイドスイッチの観点から、 $E_{(HSS)}$ は、消磁時間中の積分値に等しくなります。

$$E_{(HSS)} = \int_0^{t_{(decay)}} V_{DS(clamp)} \times I_{OUT}(t) dt$$

$$t_{(decay)} = \frac{L}{R} \times \ln \left( \frac{R \times I_{OUT(max)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|} \right)$$

$$E_{(HSS)} = L \times \frac{V_{VS} + |V_{OUT}|}{R^2} \times \left[ R \times I_{OUT(max)} - |V_{OUT}| \ln \left( \frac{R \times I_{OUT(max)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|} \right) \right] \quad (4)$$

R がほぼ 0 に等しいとき、 $E_{(HSD)}$ は、単純に次のように求めることができます：

$$E_{(HSS)} = \frac{1}{2} \times L \times I_{OUT(max)}^2 \frac{V_{VS} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|} \quad (5)$$

PWM 制御された誘導性負荷の場合、反復電力ストレスからデバイスを保護するため、[図 11-12](#) に示す外部フリーホイール回路を追加することを推奨していますので、注意してください。TVS は、高速減衰を実現するために使用されます。詳細については、[図 11-12](#) を参照してください。

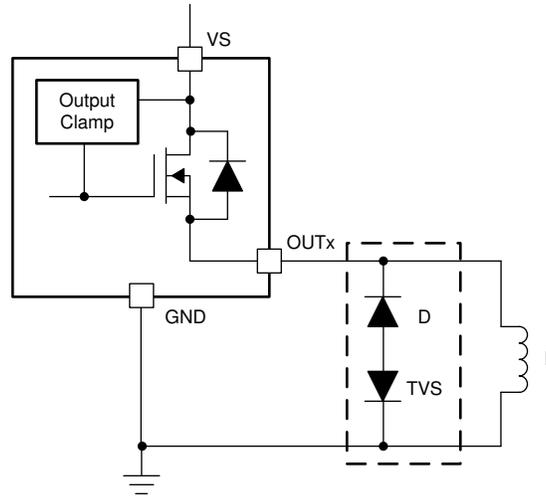


図 11-12. 外部回路による保護

## 11.5 フォルト検出および通知

### 11.5.1 診断イネーブル機能

DIAG\_EN ピンは診断機能をイネーブルまたはディスエーブルします。複数のデバイスを使用しても、マイコン内の ADC リソースが制限されている場合、マイコンは GPIO を使用して DIAG\_EN を High に設定して一方のデバイスの診断をイネーブルにし、DIAG\_EN を Low に設定することで他のデバイスの診断をディスエーブルにできます。また、DIAG\_EN と ENx を Low に設定することで、デバイスは消費電力を最小限に抑えることができます。

### 11.5.2 電流センス回路図

SEL ピンを使用して、共有の電流センス機能を二つのチャンネル間で多重化します。SEL ピンを High または Low にすると、DIAG\_EN が High の場合、対応するチャンネルが SNS ピンに出力されます。FLT は、いずれかのチャンネルでフォルトが発生した場合に Low になるグローバル割り込みを表します。

表 11-3. 診断設定表

DIAG_EN	ENx	SEL	SNS 有効化チャンネル	SNS	FLT	保護および診断
L	H	—	—	高インピーダンス	表 11-4 を参照	SNS 無効、FLT 通知、完全保護
	L				高インピーダンス	診断無効、保護なし
H	—	0	チャンネル 1	表 11-4 を参照	表 11-4 を参照	表 11-4 を参照
		1	チャンネル 2			

### 11.5.3 FAULT 通知

グローバル  $\overline{\text{FLT}}$  ピンは、2 つのチャンネルの間のグローバル・フォルト状況を監視するために使われます。いずれかのチャンネルで故障状態が発生した場合、FLT ピンは GND にプルダウンされます。マイコンの電源レベルに合わせて、3.3V または 5V 外部プルアップが必要です。

FAULT 通知の後、マイコンは多重化した電流センシングによりフォルト状態のチャンネルを確認および識別できます。DIAG\_EN が high の場合、SNS ピンは内部プルアップ電圧  $V_{\text{SNSFH}}$  による異常検出出力としても機能します。

### 11.5.4 フォルト表

表 11-4 以下に、さまざまな条件で DIAG\_EN = High のときの FLT および SNS ピンの応答を示します。

表 11-4. フォルト表

条件	ENx	OUTx	条件	SNS	FLT	FAULT 回復
正常	L	L	—	0	H	—
	H	H	—	線形領域で	H	—
過負荷、グラウンドへの短絡	H	L	電流制限がトリガされました	V <sub>SNSFH</sub>	L	車載
開放負荷、バッテリーへの短絡、逆極性	L	H	$V_{VS} - V_{OUTx} < V_{(ol, off)}$	V <sub>SNSFH</sub>	L	車載
絶対サーマル・シャットダウン	H	—	T <sub>ABS</sub> がトリガされました	V <sub>SNSFH</sub>	L	自動リトライまたはラッチ、 <a href="#">セクション 11.3</a> を参照してください
相対サーマル・シャットダウン	H	—	T <sub>REL</sub> がトリガされました	V <sub>SNSFH</sub>	L	自動リトライまたはラッチ、 <a href="#">セクション 11.3</a> を参照してください

### 11.6 全診断機能

#### 11.6.1 オープン負荷の検出

##### 11.6.1.1 チャンネル オン

チャンネルがオンで、DIAG\_EN = HI の場合、デバイスの高精度電流センサを使用することで、外部 ADC によりオン状態の開放負荷を検出できます。FAULT ピンでは検出が報告されていないことに注意してください。チャンネルがオンのときの開放負荷を決定するには、ユーザーまたはシステムが行う必要があります。

##### 11.6.1.2 チャンネル オフ

DIAG\_EN = HI の場合、OFF 状態で開放負荷検出が利用可能です。チャンネルがオフで、負荷が関連するチャンネルに接続されている場合、出力電圧は負荷によって ~0V にプルダウンされます。チャンネルの負荷が開放状態の場合、出力電圧は電源電圧、 $V_{BB} - V_{OUT} < V_{ol, off}$  に近くなります。FLT ピンが低くなって、マイコンにフォルトを示します。開放負荷フォルトが発生しているチャンネルが SEL ピンを介して選択されると、SNS ピンが I<sub>SNSFH</sub> を出力するか、電圧を V<sub>SNSFH</sub> にクランプします。SEL ピンでチャンネルが選択されていない場合、SEL ピンでチャンネルが選択されるまで、SNS ピンに I<sub>SNSFH</sub> は表示されません。出力には、内部のロジック制御パスまたは外部の湿度、腐食、その他の要因によって、常にリーク電流 I<sub>ol</sub>、OFF が存在します。そのため、デバイスには各チャンネルに内部プルアップ抵抗 (RPU) が実装されており、リーク電流をオフセットします。通常動作モードでの誤検出を避けるため、このプルアップ電流は出力負荷電流よりも小さくする必要があります。スタンバイ電流を低減するために、デバイスは各チャンネルにスイッチおよびプルアップ抵抗を実装しており、この抵抗は DIAG\_EN ピンとそのチャンネルの EN ピンで制御されます。

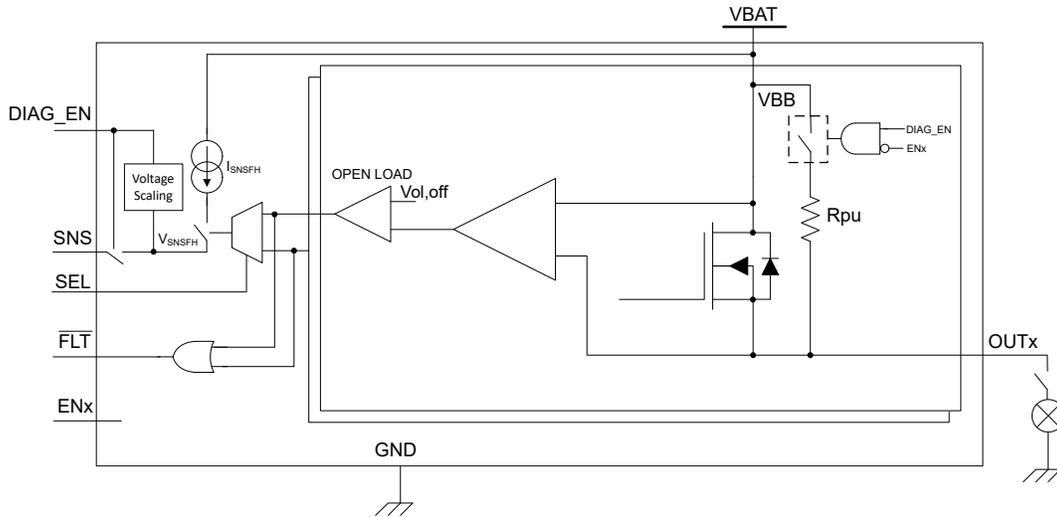


図 11-13. オフ状態での開放負荷検出

### 11.6.2 バッテリへの短絡の検出

バッテリーへの短絡に対する検出メカニズムおよび動作は、オン状態とオフ状態の両方で、開放負荷検出と同じです。デバイスは開放負荷とバッテリー短絡を区別できないため、バッテリーへの短絡フォルトを検出し、システムにフォルトを通知できます。詳細については、表 11-4 を参照してください。

### 11.6.3 逆極性およびバッテリー保護

逆極性（一般に逆バッテリーと呼ばれます）は、デバイスのグラウンドがバッテリー電位になる  $V_{GND} = V_{BAT}$  で、電源ピンがグラウンドに接続される  $V_{BB} = 0V$  のときに発生します。この場合、EN ピンにグラウンドプレーンへのパスがあれば、FET はオンになり、メインチャネルを通じて消費電力を低減させ、ボディダイオードを通じて流れる電流を防ぎます。逆バッテリーイベントが発生したとき、デバイスを保護するために、抵抗 / ダイオードのグラウンドネットワークを設ける必要があることに注意してください（電源に集中型のブロッキングダイオードが存在しない場合）。

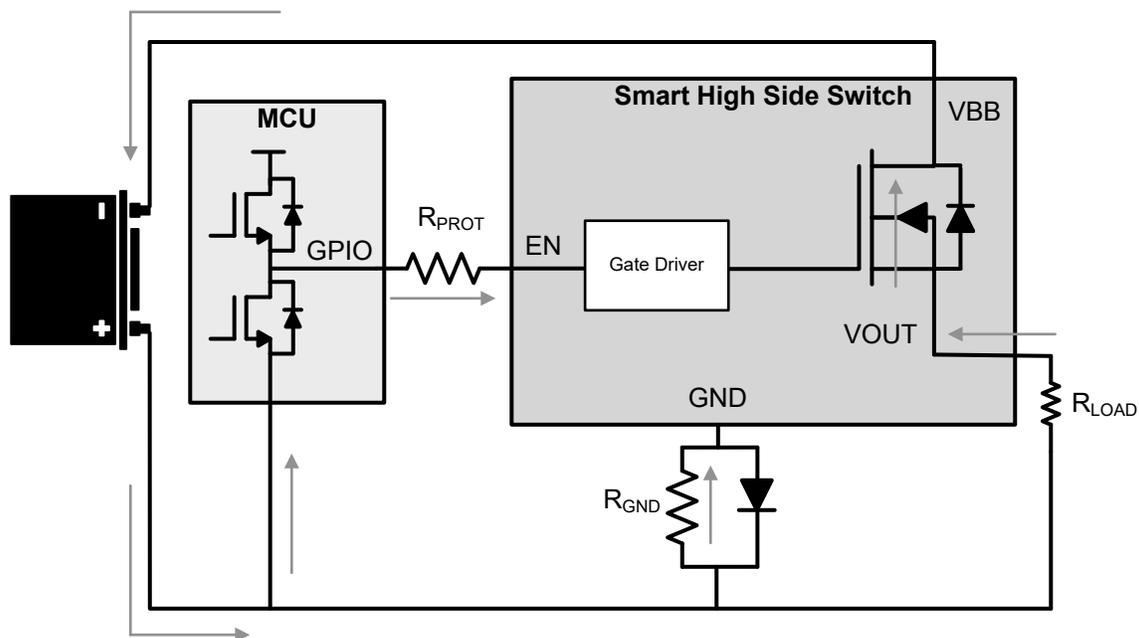


図 11-14. 逆バッテリー回路

外部保護回路の詳細については、[逆電流保護](#)を参照してください。詳細については、[のフォルト真理値表](#)を参照してください。

## 11.7 全保護機能

### 11.7.1 UVLO 保護

デバイスは電源電圧  $V_{VBB}$  を監視することで、 $V_{VBB}$  が低すぎるときに予期しない動作が発生することを防ぎます。 $V_{VBB}$  が  $V_{UVLOF}$  を下回ると、デバイスはシャットダウンします。 $V_{VBB}$  が  $V_{UVLOR}$  まで上昇すると、デバイスはオンになります。

### 11.7.2 GND 喪失保護

GND 喪失が発生すると、入力が High か Low かどうかに関わらず、出力はオフになります。

ケース 1 (デバイスの GND 喪失): サーマル パッド (Tab)、 $I_C$  GND、電流制限グラウンドが 1 つのパターンで、システム グラウンドに接続されているとき、GND 喪失保護がアクティブになります (図 11-15 を参照)。

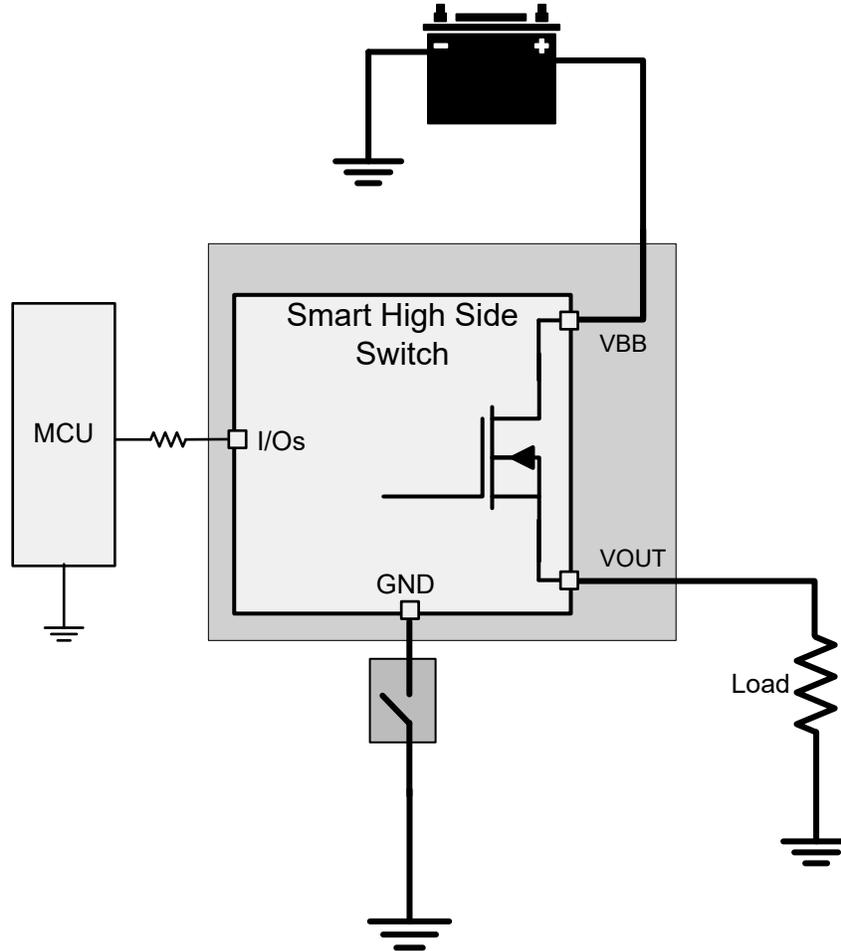


図 11-15. デバイスの GND 喪失

ケース 2 (モジュールの GND 喪失): ECU モジュール全体の GND が失われた場合、保護機能もアクティブになります。この状態では、負荷の GND は引き続き接続されています。

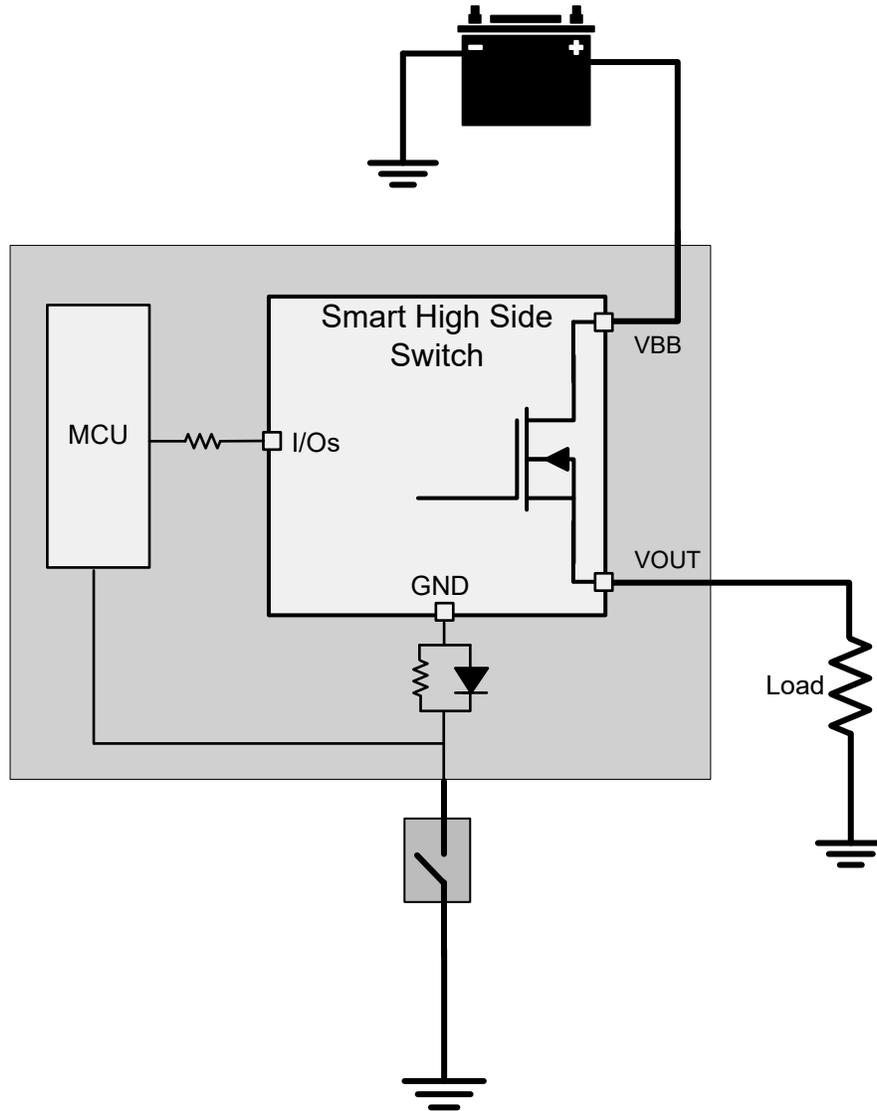


図 11-16. モジュールの GND 喪失

ADVANCE INFORMATION

### 11.7.3 電源喪失保護

電源喪失が発生すると、入力が High か Low かどうかに関わらず、出力はオフになります。抵抗性または容量性負荷の場合は、それ以上電力を必要としないため、電源喪失保護は簡単に実現できます。ワースト ケースは、充電された誘導性負荷の場合です。この場合は、インダクタンス出力ループを維持するために、すべての IO から駆動電流が流れます。TI では、マイコンの直列抵抗プラス GND ネットワーク(ダイオードと抵抗を並列に接続)、または外部のフリーホイール回路を推奨します。

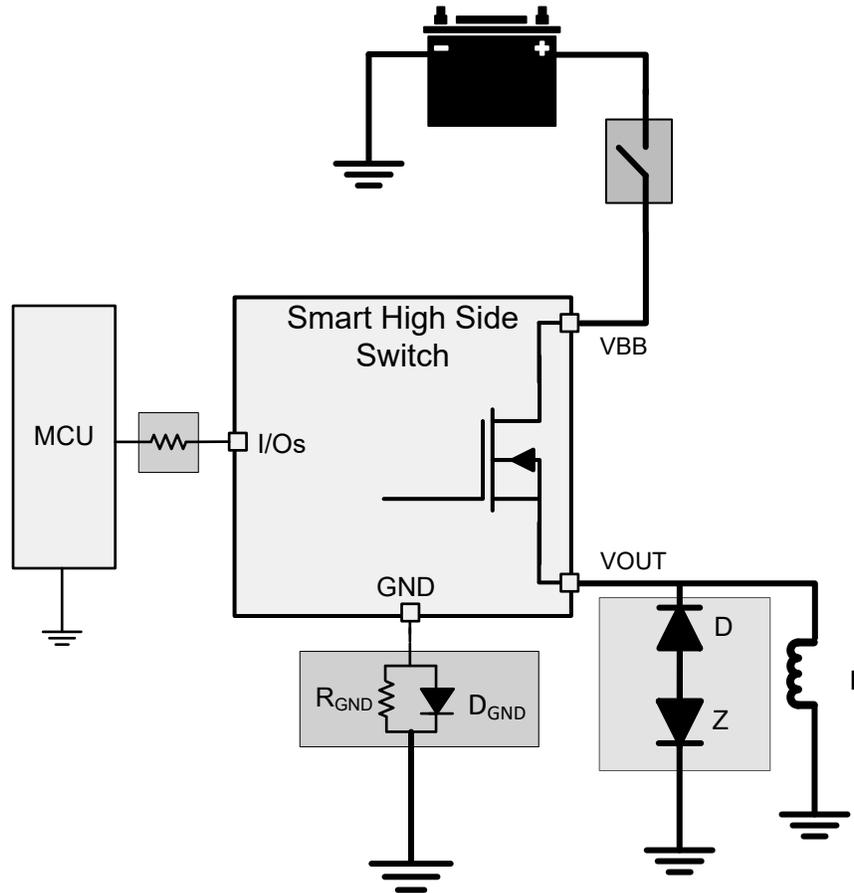


図 11-17. バッテリの損失

### 11.7.4 逆電流保護

方法 1: ブロックダイオードを  $V_{BB}$  に接続。逆極性時にデバイスと負荷の両方が保護されます。ブロックダイオードは、バッテリーの逆接続条件では電流を流しません。

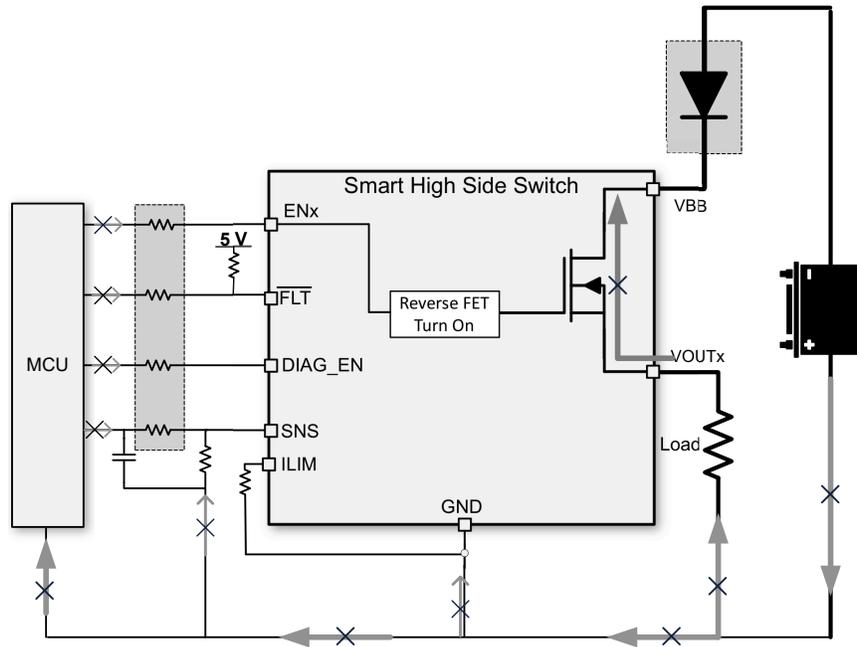


図 11-18. ブロック ダイオードによる逆電流保護

ADVANCE INFORMATION

**方法 2 (GND ネットワーク保護):** この接続では、ハイサイドのデバイスだけを保護します。負荷の逆電流は、負荷自体のインピーダンスによって制限されます。逆極性が生じた場合、パワー FET を流れる連続逆電流による熱が絶対最大接合部温度を超えないように注意してください。これは、 $R_{ON(REV)}$  値と  $R_{\theta JA}$  仕様を使用して計算できます。バッテリーの逆接続条件では、電力損失を抑えるために FET をオンにすることが重要です。この動作は、正電圧が印加されている EN からシステムグランドまでの経路を通じて実現できます。デバイスの GND と基板の GND との間に使用する接続の種類に関わらず、GND 電圧のシフトが発生する場合は、通常動作を維持するために以下のような適切な接続を確保してください:

- デバイスの GND に電流制限プログラマブル抵抗を接続します。

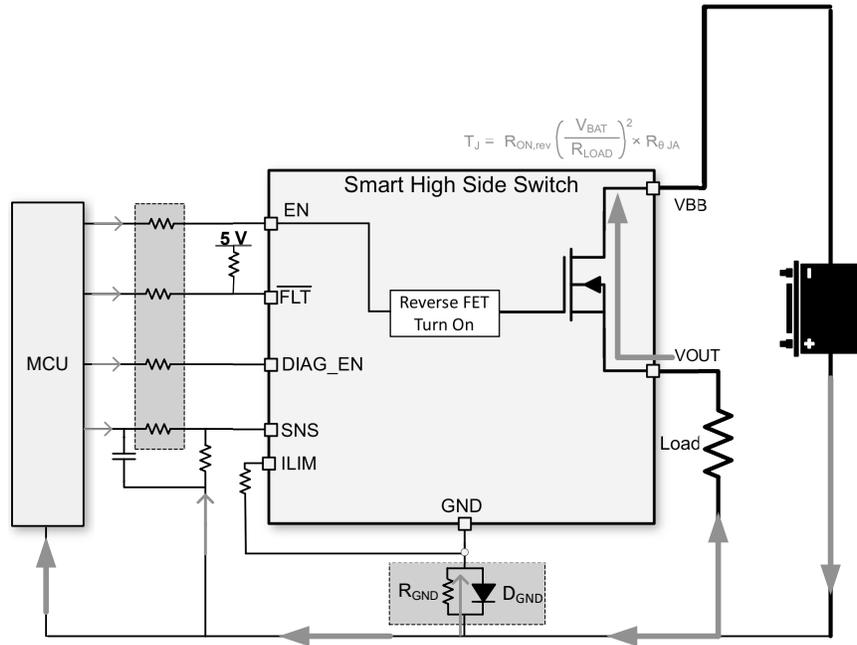


図 11-19. GND ネットワークによるリバースプロテクション

- **推奨事項 - 抵抗とダイオードの並列接続** 誘導性負荷がスイッチオフになると、負のピーク スパイクが発生する場合があります、HSD またはダイオードの破損につながるおそれがあります。そのため、TI では、誘導性負荷の駆動時には抵抗とダイオードを並列に使用することを推奨しています。1kΩ 抵抗と  $I_F > 100\text{mA}$  のダイオードを選んで並列に使用することを推奨します。複数のハイサイド スイッチを使用する場合は、デバイス間で抵抗とダイオードを共有できます。

複数のハイサイド パワー スイッチを使用する場合は、デバイス間で抵抗を共有できます。

- **グランド抵抗:** バッテリーの逆接続または負の ISO パルスに対しては、抵抗値が大きいほど、電流制限効果が上がります。

$$R_{GND} \geq \frac{(-V_{CC})}{(-I_{GND})} \quad (6)$$

ここで、

- $-V_{CC}$  は最大逆バッテリー電圧 (通常 -16V) です。
- $-I_{GND}$  は、グランドピンが耐えることのできる最大逆電流であり、絶対最大定格で利用できます。
- **グランド・ダイオード:** 逆電圧をブロックするためにダイオードが必要ですが、これはグランドシフト (約 600mV) にもつながります。なお、ISO 7637 pulse 1 テストでは、ダイオードがバイアスされないように、ダイオードを約 200V の逆電圧にする必要があります。

### 11.7.5 MCU I/O の保護

負の ISO パルスや、誘導性負荷によるバッテリー損失など、多くの条件では、デバイスの GND ピンに負の電位が生じて、マイコンの I/O ピン（一般的に、ピンに接続された内部回路）が損傷する可能性があります。そのため、マイコンと HSS の間に直列抵抗が必要です。

また、GND の損失に対する適切な保護のため、 $R_{PROT}$  抵抗に 10-k $\Omega$  抵抗を推奨しています。

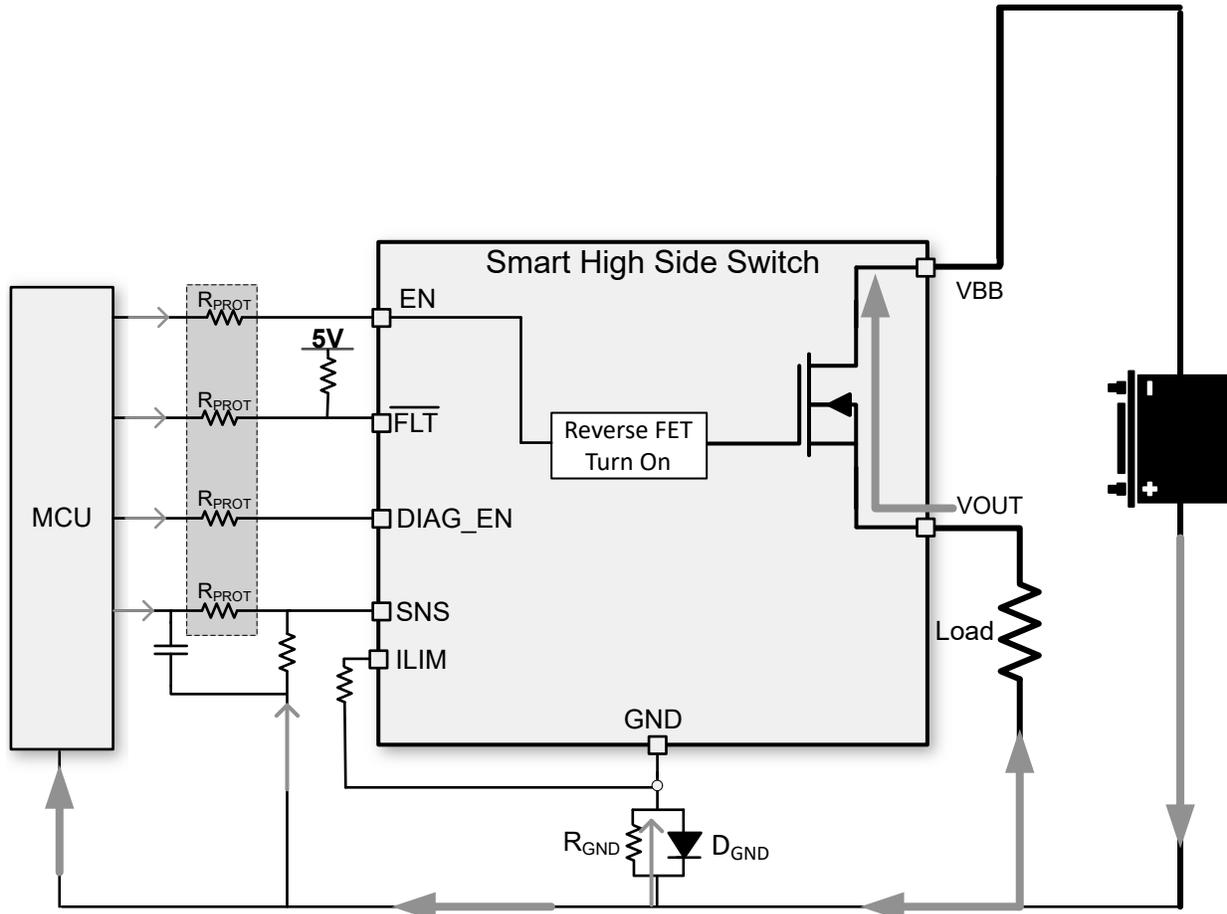


図 11-20. マイコン I/O 保護

## 12 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。また、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。

### 12.1 アプリケーション情報

TPS2HC08-Q1 デバイスは、省電力電球、LED、リレー、ソレノイド、ヒーター、サブモジュールなど、幅広い種類の抵抗性、誘導性、容量性負荷を駆動できます。包括的な診断機能と高精度の電流検出機能によって、インテリジェントな負荷制御が可能です。電流制限を外部で調整可能なため、突入電流や過負荷電流をクランプすることで、システム全体の信頼性を向上させます。

#### 12.1.1 アプリケーションの制限

このセクションでは、評価モジュール (EVM) 上にある既存の TPS2HC08-Q1 シリコン製品のベンチ評価時に特定されたアプリケーションのいくつかの制限事項について説明します。

##### 12.1.1.1 短絡保護

テストにより、電源電圧レベルが 20V を超える場合の出力短絡時にデバイスが損傷することが分かりました。

この制限を解消するため、IC の最終バージョンに設計修正プログラムが含まれています。このセクションは、データシートの生産バージョンでは削除されます。

### 12.2 代表的なアプリケーション

次の図に、TPS2HC08-Q1 に対する外部回路の接続例を示します。

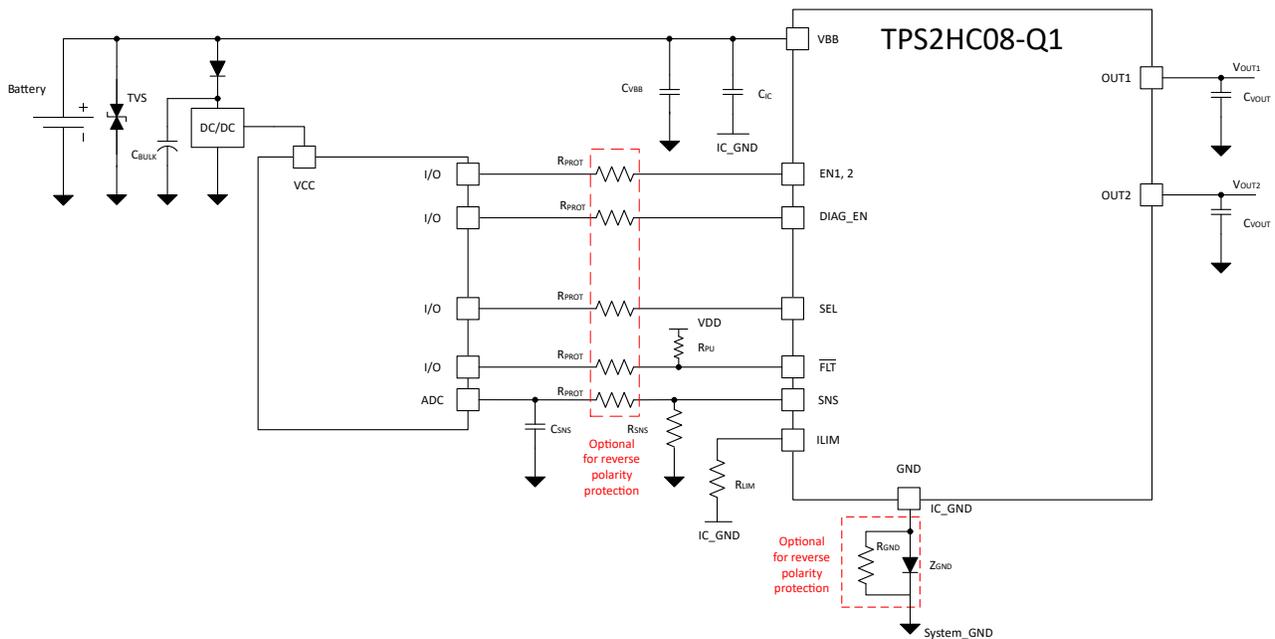


図 12-1. 代表的なアプリケーションの図

### 12.2.1 設計要件

表 12-1. 推奨部品値

部品	説明	目的
TVS	SMBJ39CA	バッテリーからのフィルタ電圧過渡 (ISO7637-2)
C <sub>VBB</sub>	220nF	より優れた EMI 性能
C <sub>IC</sub>	100nF	EMI を低減できるように、入力側の静電容量は最小
C <sub>BULK</sub>	10μF	電源レールの電圧過渡をフィルタリングするのに役立ちます
R <sub>PROT</sub>	10kΩ	マイクロコントローラとデバイス I/O ピンの保護抵抗
R <sub>LIM</sub>	電气的特性に値を示します	調整可能な電流制限スレッシュホールド
R <sub>SNS</sub>	1kΩ	センス電流をセンス電圧に変換します
C <sub>FILTER</sub>	100nF	SNS ラインの R <sub>PROT</sub> と組み合わせることでローパス・フィルタを作成し、MCU の ADC に入るノイズをフィルタ処理します
C <sub>VOUT</sub>	22nF	EMI 特性の改善、電圧過渡のフィルタリング
R <sub>PULLUP</sub>	5kΩ	オープンドレインピン (FLT および LPM) のプルアップ抵抗
R <sub>GND</sub>	1kΩ	誘導性負荷のターンオフ時に GND の電位を安定させます
D <sub>GND</sub>	BAS21 ダイオード	通常動作中は、GND をシステムグラウンドに近づけて配置します

### 12.2.2 詳細な設計手順

SNS ピンの最大電圧をシステムの許容範囲に維持するには、式 7 を使用して R<sub>SNS</sub> 抵抗を計算します。より高い電流検出精度を達成するには、許容誤差 1% 以内の抵抗を推奨します。

$$V_{ADC, \min} \times K_{SNS} / I_{LOAD, \min} \leq R_{SNS} \leq (V_{SNSFH} - V_{HR}) \times K_{SNS} / I_{LOAD, \max} \quad (7)$$

表 12-2. 代表的なアプリケーション

パラメータ	値
V <sub>DIAG_EN</sub>	5V
I <sub>LOAD, max</sub>	7.5A
I <sub>LOAD, min</sub>	100mA
V <sub>ADC, min</sub>	5mV
V <sub>HR</sub>	1V
K <sub>SNS</sub>	3000
K <sub>CL</sub>	500

このアプリケーションでは、式の要件を満たすために R<sub>SNS</sub> 値として 1000Ω を選択できます。

ダイナミック電流範囲が大きいその他のアプリケーションでは、下限の測定可能値をより強調して、R<sub>SNS</sub> を増加させることができます。同様に、高い電流に関心がある場合、R<sub>SNS</sub> を減少させることができます。

調整可能な電流制限値 I<sub>CL</sub> を設定するには、式 8 を使用して R<sub>LIM</sub> の値を選択します。

$$R_{LIM} = K_{CL} / I_{CL} \quad (8)$$

TI は、5V マイコンの IO 接続に対して、R<sub>PROT</sub> = 10kΩ を推奨しています。

### 12.3 電源に関する推奨事項

このデバイスは車載用および産業用のアプリケーションに適しています。通常の電源接続は、12V の車載用システムです。電源電圧は、[推奨動作条件](#) に規定されている範囲内にある必要があります。

表 12-3. 動作電圧範囲

VBB 電圧範囲	注
3V ~ 6V	コールド クランクやスタート/ストップなど、12V 未満の車載用バッテリー動作を拡張。デバイスは完全に機能し、保護されていますが、 $R_{ON}$ 、電流センス精度、電流制限精度、タイミング パラメータなど一部のパラメータが仕様からずれる場合があります。電氣的特性で個々の仕様をチェックし、該当する電圧範囲を確認してください。
6V ~ 18V	公称 12V の車載用バッテリーの電圧範囲。すべてのパラメータ仕様が適用され、デバイスは完全に機能し、保護されています。
18V ~ 28V	ダブル バッテリなど、12V 以上の車載用バッテリー動作を拡張。デバイスは完全に機能し、保護されていますが、 $R_{ON}$ 、電流センス精度、電流制限精度、タイミングパラメータなど一部のパラメータが仕様から逸脱する場合があります。電氣的特性で個々の仕様をチェックし、該当する電圧範囲を確認してください。
35V	負荷ダンプ電圧。デバイスは動作可能で、パルスは損傷を受けることなく通過しますが、短絡に対する保護はありません。

## 12.4 レイアウト

### 12.4.1 レイアウトのガイドライン

最適な放熱性能を得るため、VBB パッドは大きな銅流し込みに接続します。PCB 上面では、以下のレイアウト例に示すように、流し込みがパッケージ寸法を超えて広がる場合があります。これに加えて、一つ以上の内部 PCB 層や最下層に VBB プレーンを配置することを推奨します。ビアを使用して、これらのプレーンを上側の VBB 流し込みに接続する必要があります。VOUT1 と VOUT2 のパッドを基板上の大きな銅流し込みに接続すると、熱が内部の銅ピラーを經由して基板上の大きな銅流し込みに伝達されるため、放熱性能の向上にも役立ちます。

TI は、マイクロコントローラに接続する IO 信号がビアを經由して、次に内部の PCB 層を通過することを推奨します。

設計に使用されている場合には、 $C_{IC}$  コンデンサは、デバイスの VBB ピンおよび GND ピンにできるだけ近づけて配置してください。逆バッテリー保護のためにグラウンド・ネットワークを使用する場合は、 $C_{IC}$  コンデンサを VBB ネットから IC\_GND ネットに接続する必要があります。最適な性能を実現するため、 $C_{VBB}$  コンデンサは VBB ピンの近くに配置し、システム・グラウンドに接続する必要があります。

$R_{LIM}$  部品は、デバイスの ILIM ピンと GND ピンの近くに配置する必要があります。逆バッテリー保護にグラウンド・ネットワークを使用する場合、最適な電流制限性能を得るために、 $R_{LIM}$  を ILIM ピンから IC\_GND ネットに接続する必要があります。

### 12.4.2 レイアウト例

#### 12.4.2.1 GND ネットワークなし

図 12-2 は、GND ネットワークなしの PCB レイアウトの例を以下に示します。TI は、マイクロコントローラに接続する IO 信号がビアを經由して、次に内部の PCB 層を通過することを推奨します。

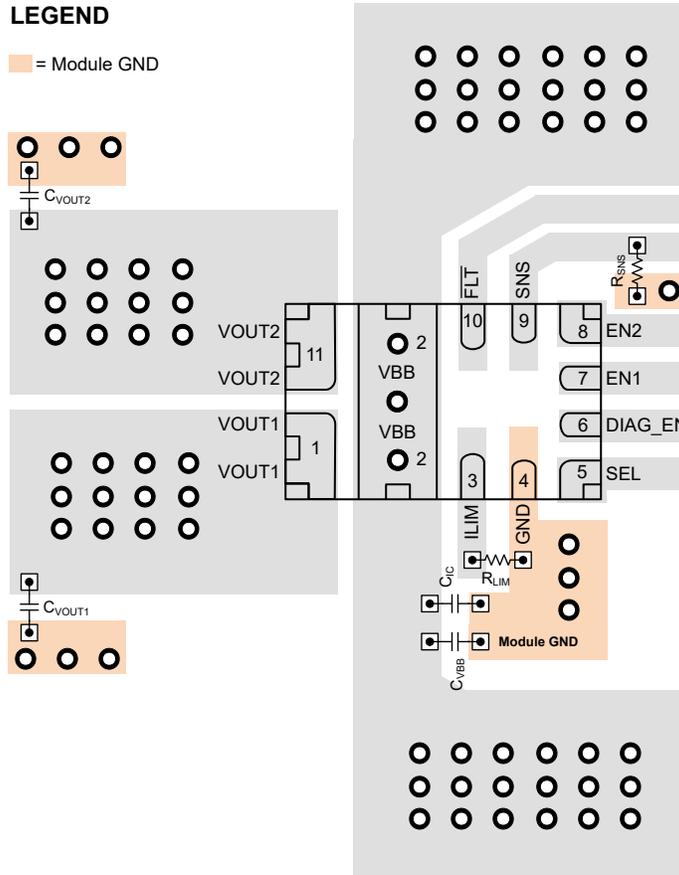


図 12-2. GND ネットワークを使わないレイアウト例

ADVANCE INFORMATION

### 12.4.2.2 GND ネットワークあり

図 12-3 は、GND ネットワークを採用した PCB レイアウトの例を以下に示します。TI は、マイクロコントローラに接続する IO 信号がビアを経由して、次に内部の PCB 層を通過することを推奨します。

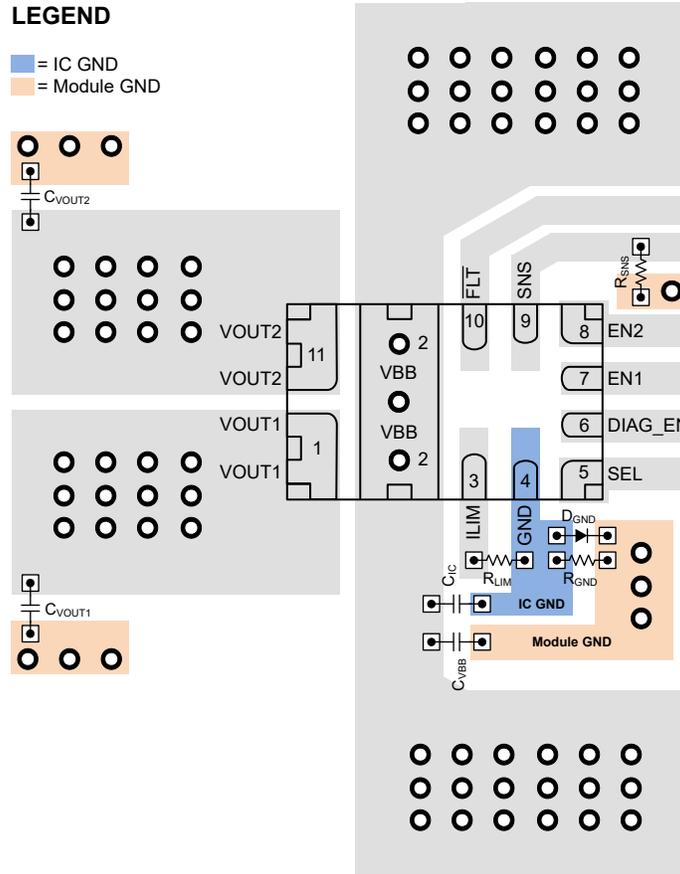


図 12-3. GND ネットワークを使ったレイアウト例

## 13 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 13.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

### 13.2 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、設計に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。

### 13.3 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。

### 13.4 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。

### 13.5 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。

## 14 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

日付	改訂	注
July 2025	*	初版リリース

## 15 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。

## 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](https://www.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)
<a href="#">PTPS2HC08PQVAHRQ1</a>	Active	Preproduction	VQFN-HR (VAH)   11	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.

## 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](https://www.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