600-mA 高効率 MicroSiP™ 降圧型コンバータ(高さ1.0mm以下)

Check for Samples: TPS82671, TPS82675

特長

- **5.5MHz 動作時で 90% の効率**
- **自己消費電流 17μA**
- **2.3V～4.8V の広い入力電圧 範囲**
- **5.5MHz に制御された動作周波数**
- **PWM周波数のディザリングによるスペクトラム拡散**
- **クラス最高の負荷およびライン過渡応答特性**
- **総出力電圧精度 ±2% (PWM動作時)**
- **PFM/PWM モードを自動切り替え**
- **軽負荷時でも低リップルなPFM モード**
- **≥35dB V_{IN} PSRR (1kHz to 10kHz)**
- **ソフト・スタート機能を内蔵、起動時間 120-μs**
- **アクティブ・パワーダウン・シーケンス機能を内蔵(オプション)**
- **過電流保護と過熱シャットダウン保護**
- **1mm以下の低背ソリューション**
- **基板占有面積<6.7 mm²**

アプリケーション

- 携帯電話、スマートフォン
- デジタルテレビ、**WLAN**、**GPS** および **Bluetooth™** アプリケーション
- **POL** アプリケーション

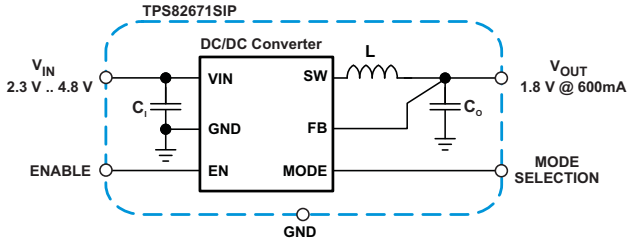


図 1. 標準アプリケーション回路

概要

TPS8267x は、低電力アプリケーション用の 600mA、降圧型DC/DC電源です。スイッチング・レギュレータIC、インダクタ、入出力コンデンサがパッケージに内蔵されています。追加の外部部品は不要です。

TPS8267x は 高周波、同期整流方式降圧型 DC/DC コンバータで、電池駆動のポータブル・アプリケーション用に最適化されています。MicroSiP™ DC/DC コンバータは 5.5MHz に制御されたスイッチング周波数で動作し、負荷電流の全範囲にわたって高効率を維持するため、負荷電流が減少した場合、パワー・セーブ・モードに移行します。

PFM モードでは、軽負荷動作中は自己消費電流が 17μA(標準)に低下し、電池稼働時間が延長されます。ノイズの影響を受けやすいアプリケーションの為にも、本製品は PWM スペクトラム拡散機能により入力側の低ノイズ化だけではなく、安定化出力側の低ノイズ化も達成しています。これらの機能と PSRR および AC 負荷レギュレーション性能により、電力変換効率を向上させるためのリニア・レギュレータの代替デバイスとして適しています。

TPS8267x はコンパクト(2.3mm x 2.9mm)で薄型(1.0mm)の BGA パッケージで、標準的な表面実装装置による自動組立てに適しています。

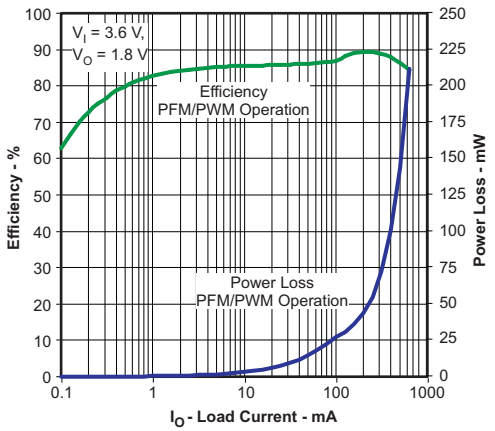


図 2. 効率 対 負荷電流

テキサス・インスツルメンツの半導体製品を使用の際は、使用条件および標準的な保証に関する注意事項に従ってください。またこのデータ・シートの最後に記載されている免責事項をよくお読みください。
すべての商標および登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI)が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用ください。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認ください。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

© 2011, Texas Instruments Incorporated

静電気放電対策 これらのデバイスは、限定的なESD（静電破壊）保護機能を 内蔵しています。保存時または取り扱い時に、MOSゲートに 対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡して おくか、デバイスを導電性のフォームに入れる必要があります。

注文情報(1)

T_A	型番	出力電圧(2)	デバイス特有の機能	注文(3)	パッケージ・マーキング
-40°C～85°C	TPS82671	1.8V	PWM スペクトラム拡散変調 PFM時低 出力リップル電圧	TPS82671SIP	RA
	TPS82672	1.5V(4)	PWM スペクトラム拡散変調 PFM時低 出力リップル電圧		
	TPS82674	1.2V(4)	PWM スペクトラム拡散変調 PFM時低 出力リップル電圧 出力コンデンサ放電		
	TPS82675	1.2V	PWM スペクトラム拡散変調 PFM時低 出力リップル電圧	TPS82675SIP	RB
	TPS82677	1.8V(4)		TPS82677SIP	SK

(1) 最新のパッケージ情報と注文情報は、最新の英文データシートの巻末のPackage Option Addendum あるいはTI社のウェブサイト www.ti.com を参照してください。
(2) 25mV 単位の出力電圧設定のための、タップが内蔵されています。
(3) SIP パッケージはテープとリールで供給されます。3,000 個の数量で注文するには、R を末尾に追加します（TPS82671SIPR）。250 個の数量で注文するには、T を末尾に追加します（TPS82671SIPT）。
(4) プレビュー製品。

絶対最大定格

動作温度範囲内（特に記述のない限り）(1)

		数値		単位
		MIN	MAX	
V_I	VINの電圧(2)(3)	–0.3	6	V
	VOUTの電圧(3)	–0.3	3.6	V
	EN および MODE の電圧 (3)	–0.3	V_{IN} + 0.3	V
	消費電力	内部制限		
T_A	動作温度範囲(4)	–40	85	°C
T_{INT}（最大）	最大内部動作温度		125	°C
T_{stg}	保存温度範囲	–55	125	°C
ESD レーティング (5)	人体モデル		2	kV
	デバイス帯電モデル		1	kV
	マシン帯電モデル		200	V

(1) *絶対最大定格*を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が生じることがあります。上記はストレス定格のみであり、上記条件下または*推奨動作条件*を超える他の条件下におけるデバイスの機能動作には適用されません。絶対最大条件下に長期間置くと、デバイスの信頼性に影響を与えます。
(2) 4.8V 以上の入力電圧で操作を長期間行うと、デバイスの信頼性に影響を与えます。
(3) すべての電圧値は、回路のグランドを基準としたものです。
(4) 消費電力が高いアプリケーションまたはパッケージからの熱抵抗が高いアプリケーションでは、最大周囲温度を計算しなおす必要があります。最大周囲温度（$T_{A(max)}$）は、動作ジャンクション温度の最大値（$T_{INT(max)}$）、アプリケーション内のデバイスの最大消費電力（$P_{D(max)}$）、およびアプリケーション内のパーツ/パッケージのジャンクションと周囲の間の熱抵抗（θ_{JA}）に依存し、次の式で計算されます。$T_{A(max)} = T_{J(max)} - (\theta_{JA} \times P_{D(max)})$ 最適な動作を得るには、最大内部温度を 105°C でデバイスを動作させることを推奨します。
(5) 人体モデルは 100-pF コンデンサで 1.5-kΩ の抵抗から各ピンに放電されます。機械モデルは 200-pF コンデンサで各ピンに直接放電されます。

© 2011, Texas Instruments Incorporated

熱に関する情報

熱特性(1)(2)		TPS8267xSIP SIP 8 ピン	単位
θ_{JA}	ジャンクションから周囲(上部)までの熱抵抗	125	°C/W
	ジャンクションから周囲(底部)までの熱抵抗	70	
θ_{JCtop}	ジャンクションからケース(上部)までの熱抵抗		
θ_{JB}	ジャンクションからボードまでの熱抵抗		
ψ_{JT}	ジャンクションからケース上部間の特性化パラメータ		
ψ_{JB}	ジャンクションからボードまでの特性化パラメータ		
θ_{JCbot}	ジャンクションからケース(底部)までの熱抵抗		

(1) 最新および従来の熱特性の詳細については、*IC Package Thermal Metrics* アプリケーションレポート、SPRA953 を参照してください。
(2) 熱データは TI の 4 層評価ボードを使用して測定されています。

推奨動作条件

			最低	NOM	最大	単位
V_{IN}	入力電圧範囲		2.3		4.8(1)	V
I_O	出力電流範囲		0		600	mA
	追加の出力容量(PFM/PWM 動作時)	TPS82671～TPS82675		0	2.5	µF
		TPS82677		0	3.5	µF
	追加の出力容量(PWM 動作時)			0	7	µF
T_A	周囲温度		–40		+85	°C
T_J	動作時のジャンクション温度		–40		+125	°C

(1) 4.8V 以上の入力電圧で操作を長期間行うと、デバイスの信頼性に影響を与えます。

電気的特性

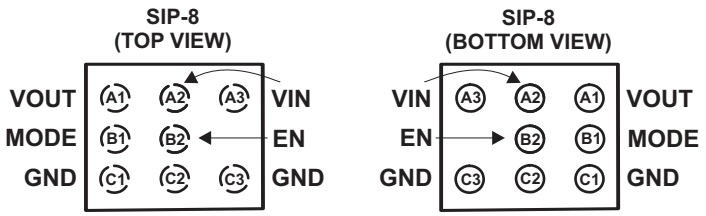
最小値および最大値は、V_{IN} = 2.3V～5.5V、V_{OUT} = 1.8V、EN = 1.8V、AUTO モードおよび T_A = –40°C～85°C、回路定数はパラメータ測定情報セクションでの値(特に記述のない限り)。標準値はV_{IN} = 3.6V、V_{OUT} = 1.8V、EN = 1.8V、AUTO モードおよび T_A = 25°C での値(特に記述のない限り)。

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SUPPLY CURRENT						
I_Q	Operating quiescent current	I_O = 0mA Device not switching		17	40	µA
		I_O = 0mA PWM operation		5.8		mA
I_{SD}	Shutdown current	EN = GND		0.5	5	µA
UVLO	Undervoltage lockout threshold			2.05	2.1	V
PROTECTION						
	Thermal shutdown			140		˚C
	Thermal shutdown hysteresis			10		˚C
I_{LIM}	Peak Input Current Limit			1100		mA
I_{SC}	Input current limit under short-circuit conditions	V_O shorted to ground		13.5		mA
ENABLE, MODE						
V_{IH}	High-level input voltage		1.0			V
V_{IL}	Low-level input voltage				0.4	V
I_{lkg}	Input leakage current	Input connected to GND or VIN		0.01	1.5	µA
OSCILLATOR						
f_{SW}	Oscillator frequency	I_O = 0mA PWM operation	4.9	5.45	6.0	MHz

© 2011, Texas Instruments Incorporated

OUTPUT							
V_{OUT}	Regulated DC EMI voltage		2.5V ≤ V_I ≤ 4.8V、0mA ≤ I_O ≤ 600 mA PFM/PWM operation	0.98×V_{NOM}	V_{NOM}	1.03×V_{NOM}	V
			2.5V ≤ V_I ≤ 5.5V、0mA ≤ I_O ≤ 600 mA PFM/PWM operation	0.98×V_{NOM}	V_{NOM}	1.04×V_{NOM}	V
			2.5V ≤ V_I ≤ 5.5V、0mA ≤ I_O ≤ 600 mA PWM operation	0.98×V_{NOM}	V_{NOM}	1.02×V_{NOM}	V
	Line regulation		V_I = V_O + 0.5V (min 2.5V) to 5.5V、I_O = 200 mA		0.23		%/V
	Load regulation		I_O = 0mA to 600 mA PWM operation		–0.00085		%/mA
	Feedback input resistance				480		kΩ
ΔV_O	Power-save mode ripple voltage	TPS82671	I_O = 1mA、V_O = 1.8V		19		mV_{PP}
		TPS82677	I_O = 1mA、V_O = 1.8V		40		mV_{PP}
		TPS82675	I_O = 1mA、V_O = 1.2V		16		mV_{PP}
	Start-up time	TPS82671	I_O = 0mA、Time from active EN to V_O		120		µs
r_{DIS}	Discharge resistor for power-down sequence	TPS8267_	Device featuring active discharge		70	150	Ω

ピン配置

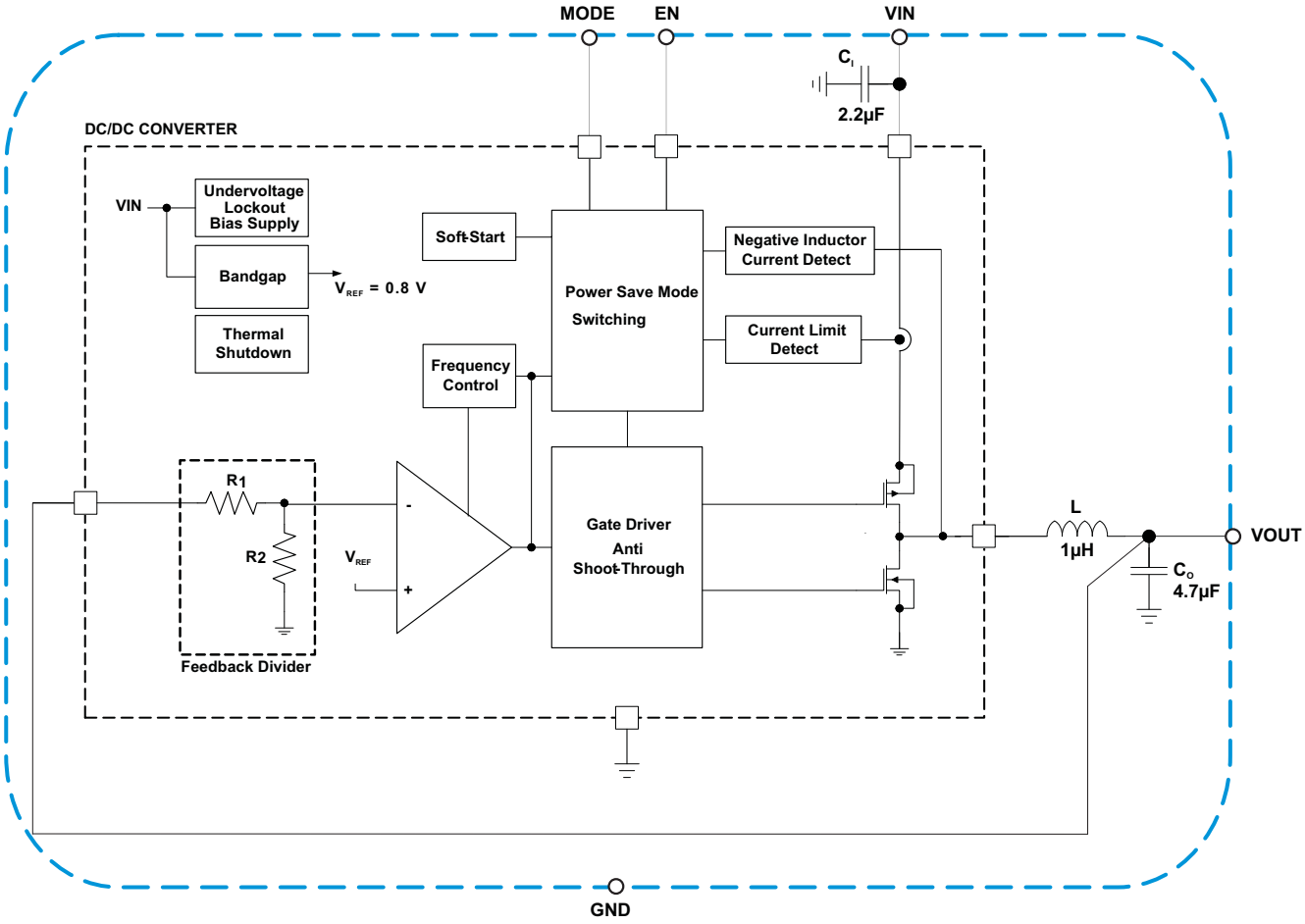


ピンの説明

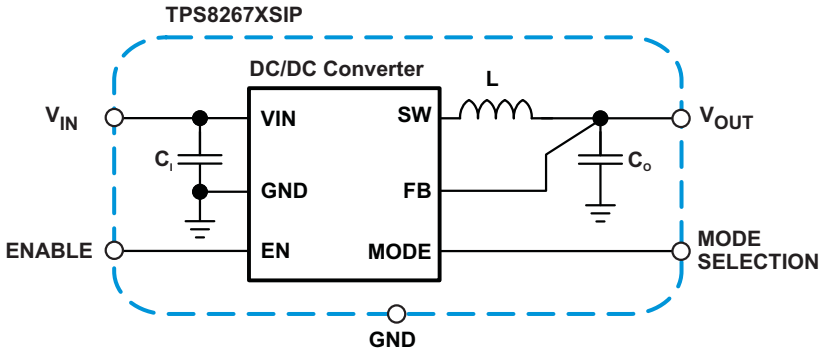
端子		I/O	概要
名称	NO.		
VOUT	A1	O	出力ピン。出力負荷をこのピンとGNDの間に接続します。
VIN	A2、A3	I	VIN ピンから TPS8267xの 内部レギュレータに電源を供給します。
EN	B2	I	製品のイネーブルピンです。このピンをGNDに接続すると、コンバータはシャットダウンモードになります。このピンを V_I にプルアップすると、コンバータはイネーブルになります。このピンは開放のままにしないで必ず終端してください。
モード	B1	I	製品のモード選択ピンです。このピンは開放のままにしないで必ず終端してください。
			MODE = LOW: デバイスは、重負荷電流時は定周波数に制御されたパルス幅変調モード（PWM）で、軽負荷電流時はパルス周波数変調（PFM）モードで動作します。 MODE = HIGH: 低ノイズモードがイネーブルになり、定周波数に制御されたPWM動作で動作します。
GND	C1、C2、C3	–	グランドピン。

© 2011, Texas Instruments Incorporated

機能ブロック図



パラメータ測定情報



代表的特性

グラフ一覧

			図
η	効率	対 負荷電流	3、4
		対 入力電圧	5
	ピーク・ツー・ピーク・出力リップル電圧	対 負荷電流	6、7、8
V_O	直流出力電圧	対 負荷電流	9、10、11
	ライン/負荷の同時発生過渡応答		12、13
	負荷過渡応答		14、15、16、17 18、19、20
	交流負荷過渡応答		21
	負荷過渡応答		22、23、24、25 26、27、28
	交流負荷過渡応答		29
	負荷過渡応答		30、31、32
	交流負荷過渡応答		33
	PFM/PWM モード遷移境界	対 入力電圧	34、35
I_Q	静止時自己消費電流	対 入力電圧	36
f_s	PWM スイッチング周波数	対 入力電圧	37
	スタートアップ		38、39
PSRR	電源リップル除去比	対 周波数	40
	スプリアスノイズ出力（PWM モード）	対 周波数	41
	スプリアスノイズ出力（PWM モード）	対 周波数	42
	出力ノイズスペクトル密度	対 周波数	43

効率
対
負荷電流

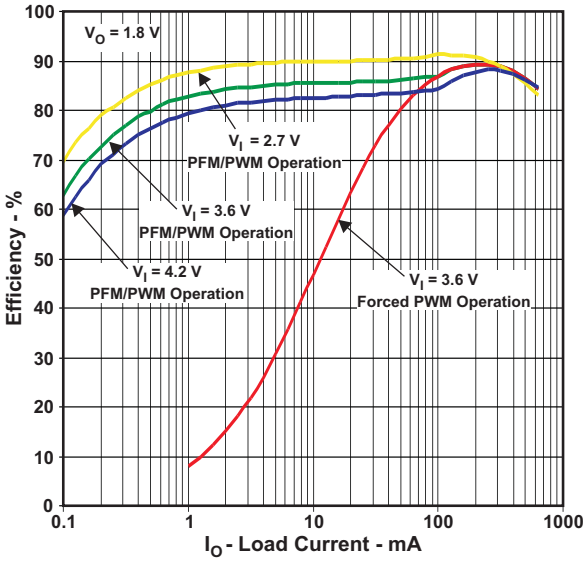


図 3.

効率
対
負荷電流

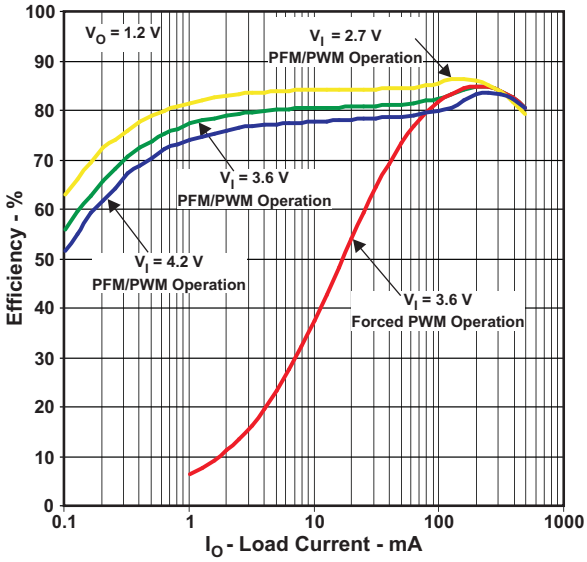


図 4.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

代表的特性 (continued)

効率
対
入力電圧

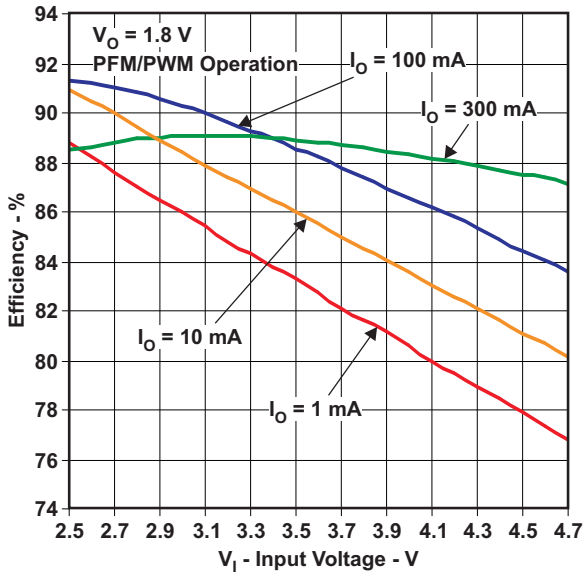


図 5.

ピーク･ツー･ピーク出力リップル電圧
対
負荷電流

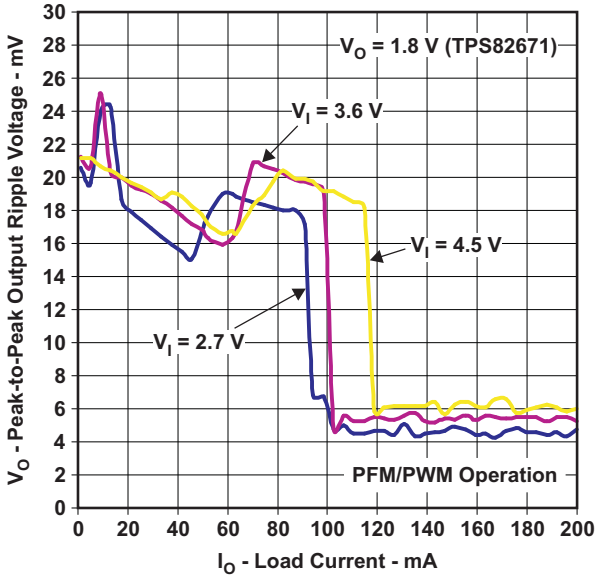


図 6.

ピーク･ツー･ピーク出力リップル電圧
対
負荷電流

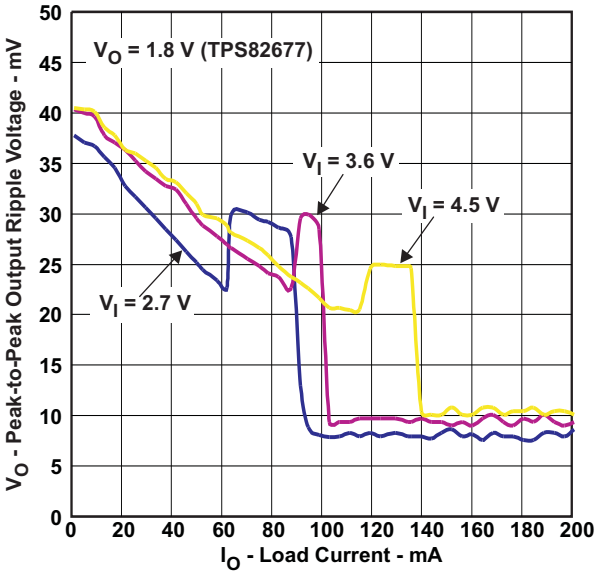


図 7.

ピーク･ツー･ピーク出力リップル電圧
対
負荷電流

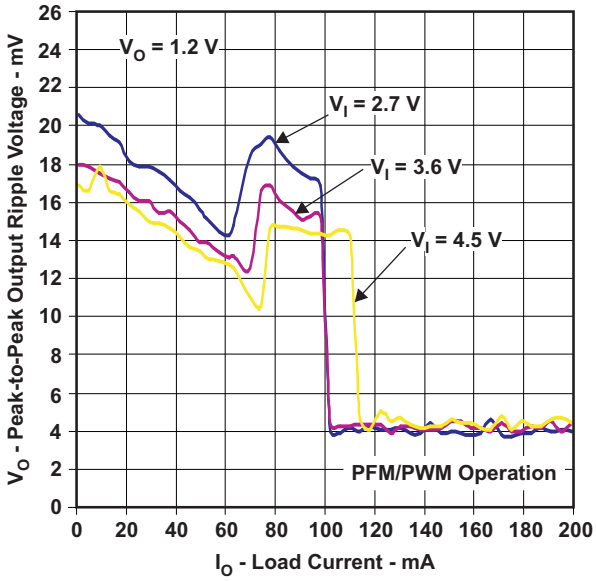


図 8.

代表的特性 (continued)

直流出力電圧
対
負荷電流

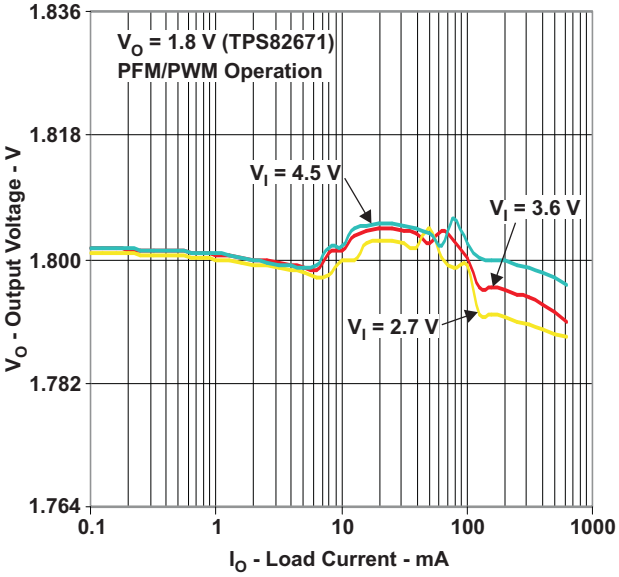


図 9.

直流出力電圧
対
負荷電圧

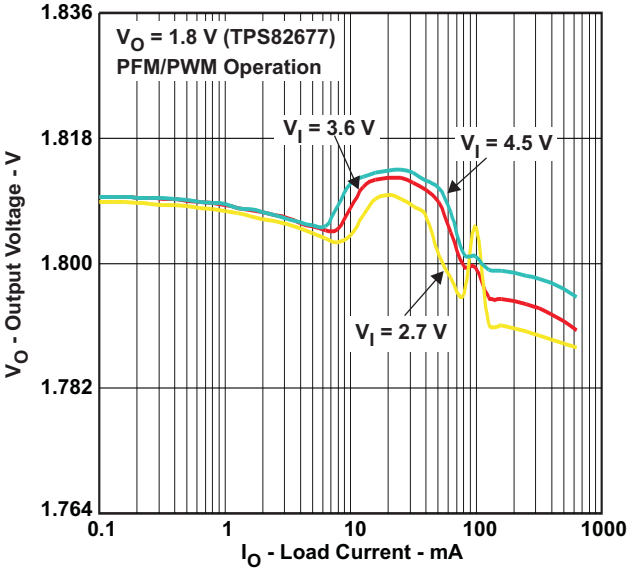


図 10.

直流出力電圧
対
負荷電圧

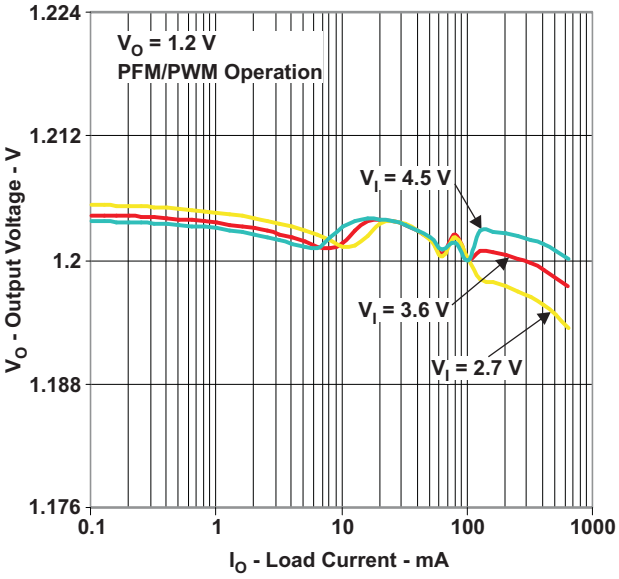


図 11.

ライン/負荷の同時発生過渡応答

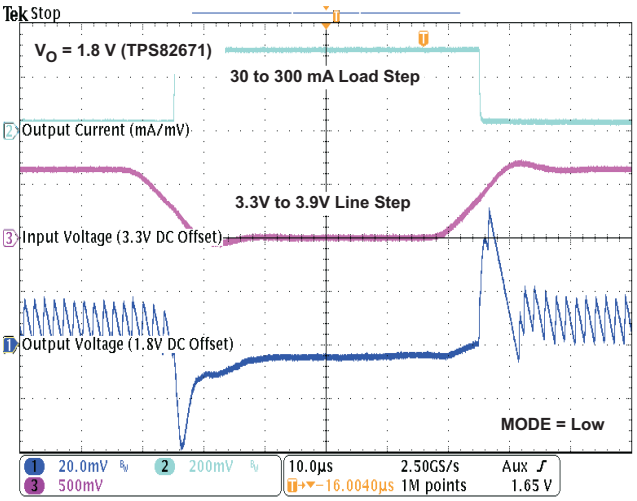


図 12.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

代表的特性 (continued)

ライン/負荷の同時発生過渡応答

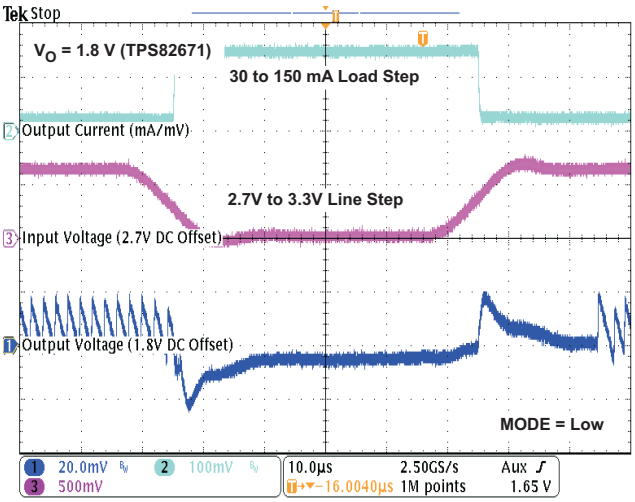


図 13.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

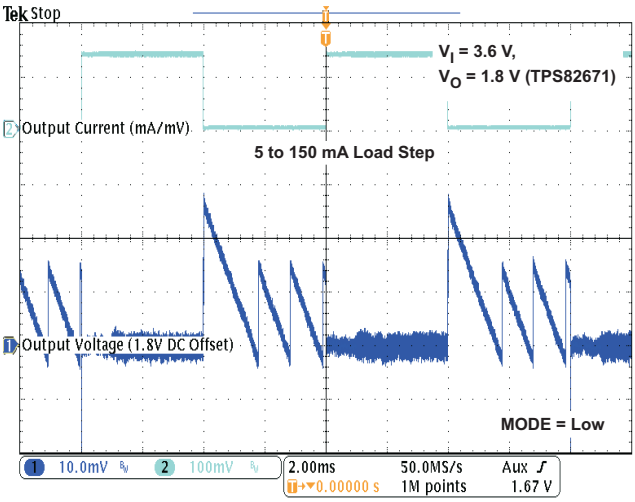


図 14.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

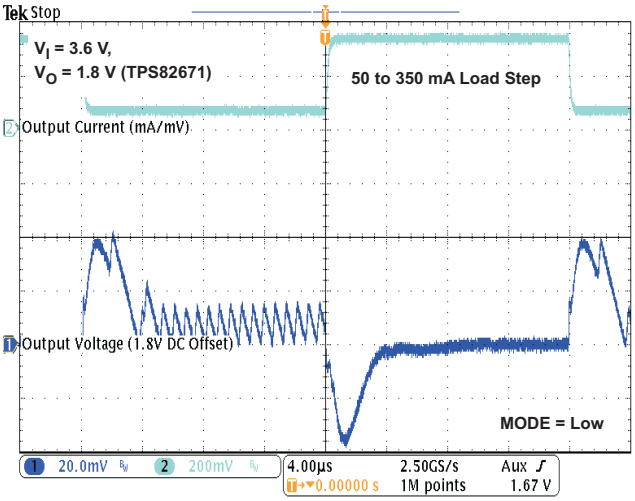


図 15.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

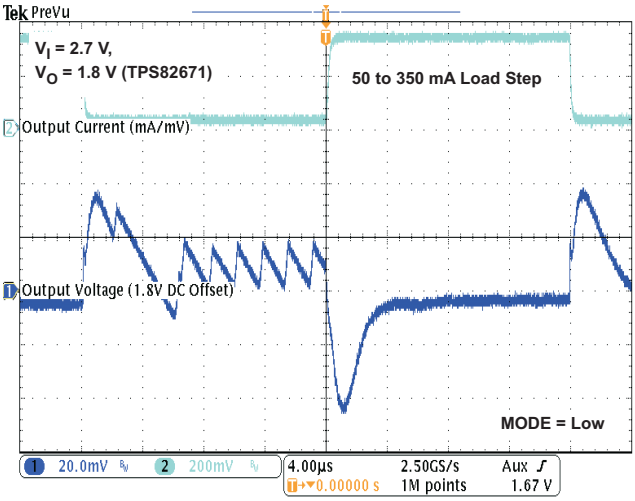


図 16.

代表的特性 (continued)

PFM/PWM 動作の負荷過渡応答

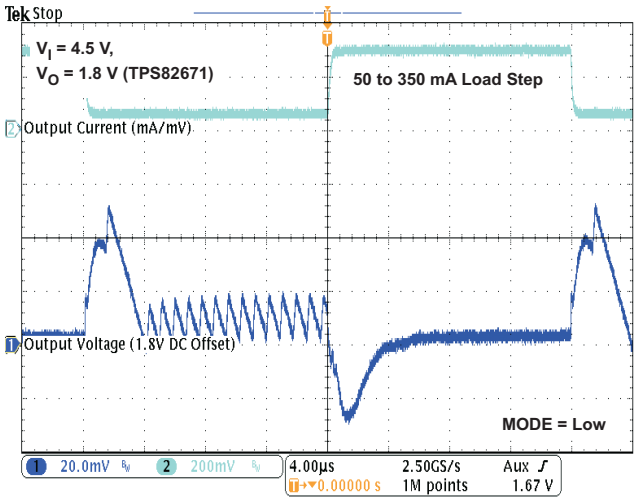


図 17.

PFM/PWM 動作の負荷過渡応答

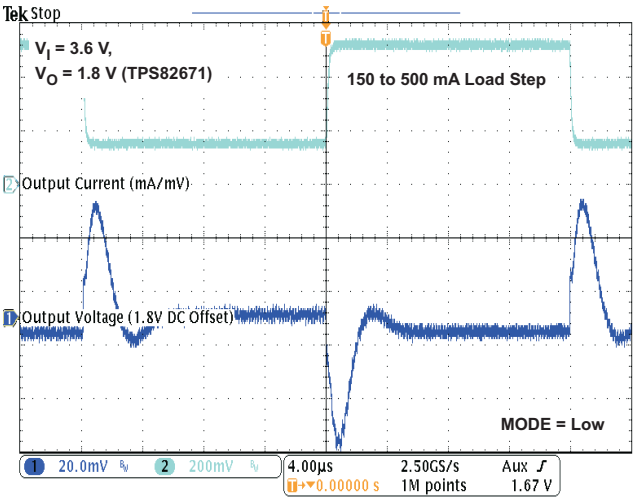


図 18.

PFM/PWM 動作の負荷過渡応答

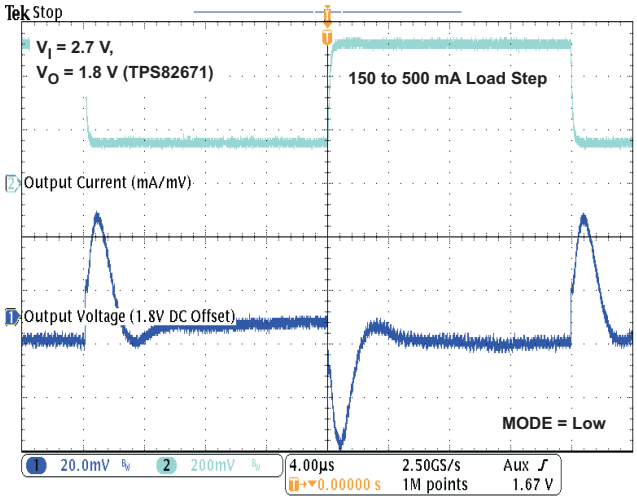


図 19.

PFM/PWM 動作の負荷過渡応答

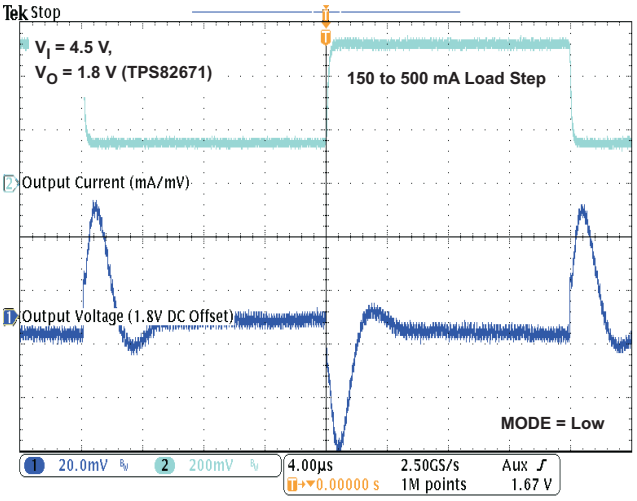


図 20.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

代表的特性 (continued)

交流負荷過渡応答

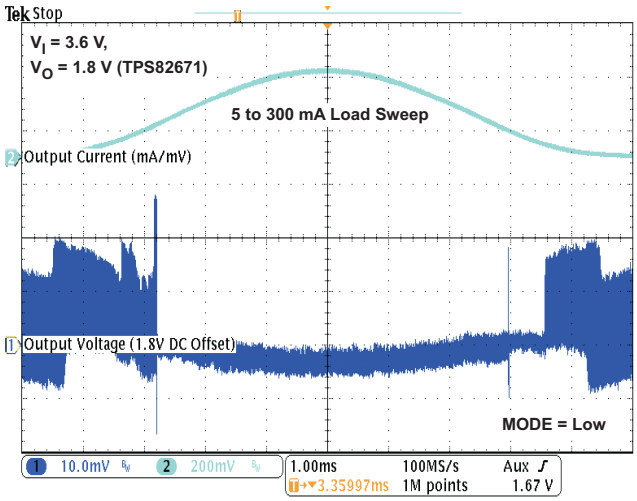


図 21.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

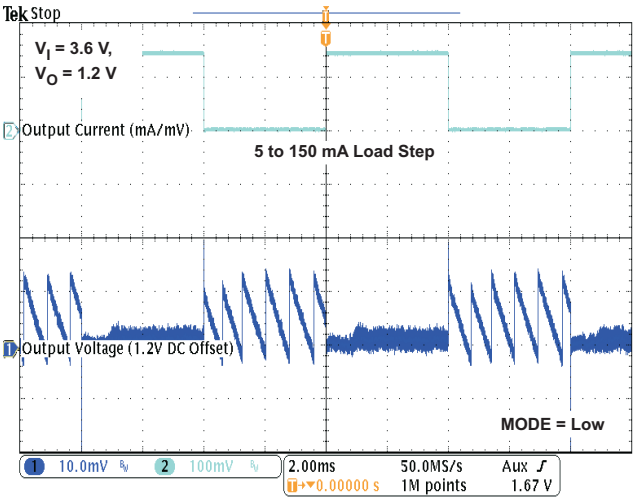


図 22.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

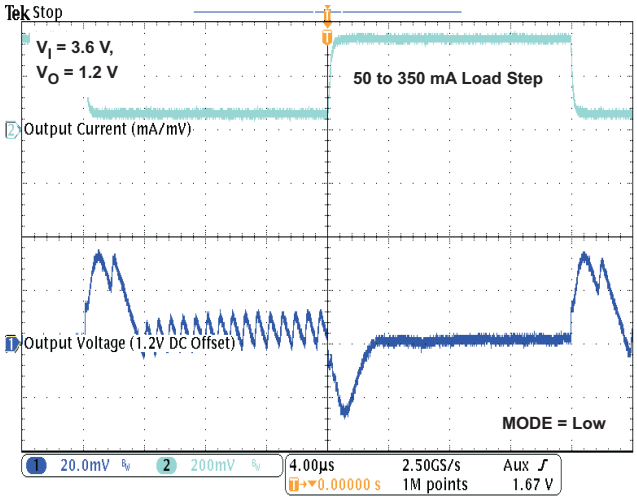


図 23.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

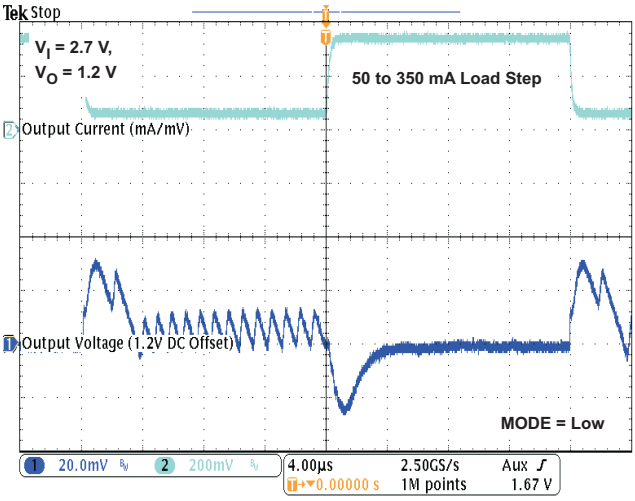


図 24.

代表的特性 (continued)

**PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答**

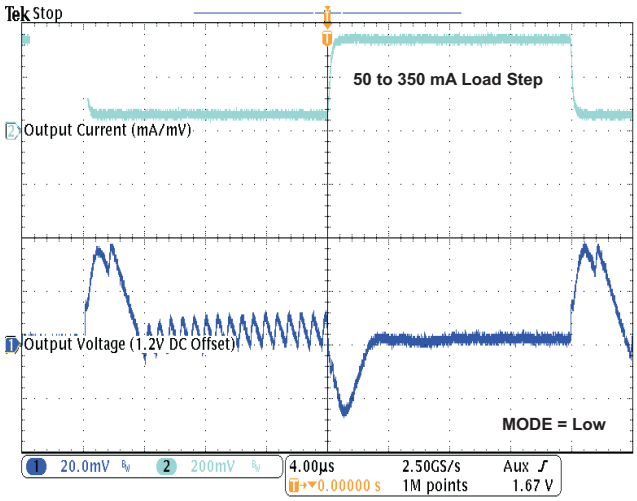


図 25.

**PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答**

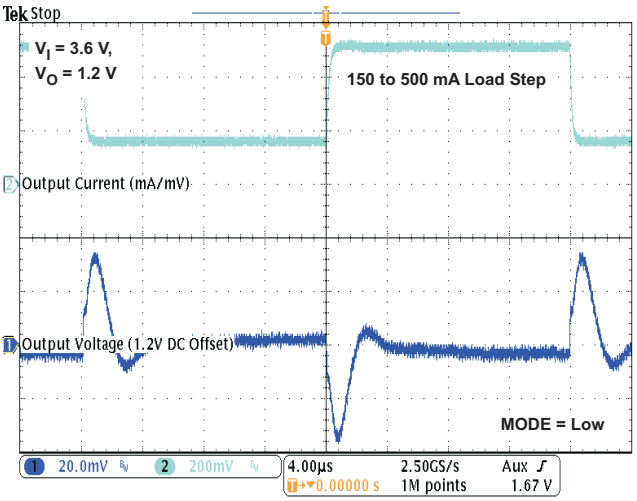


図 26.

**PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答**

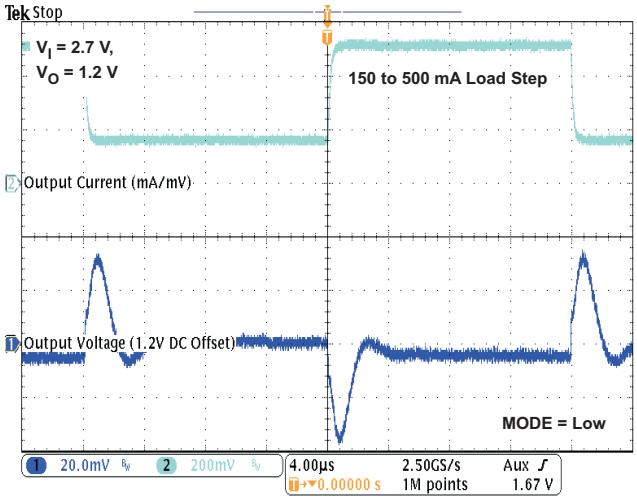


図 27.

**PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答**

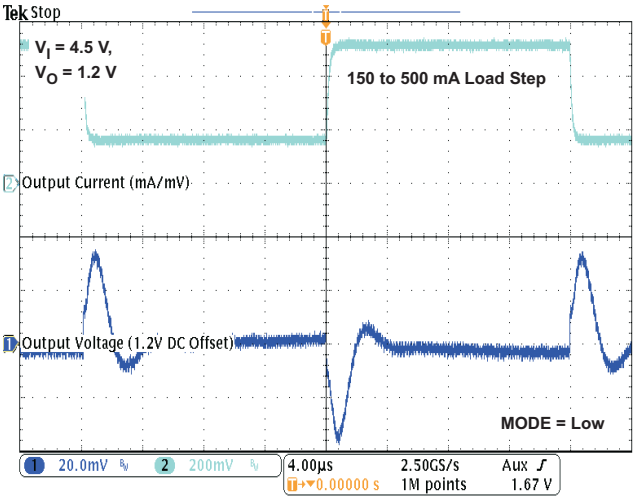


図 28.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

代表的特性 (continued)

交流負荷過渡応答

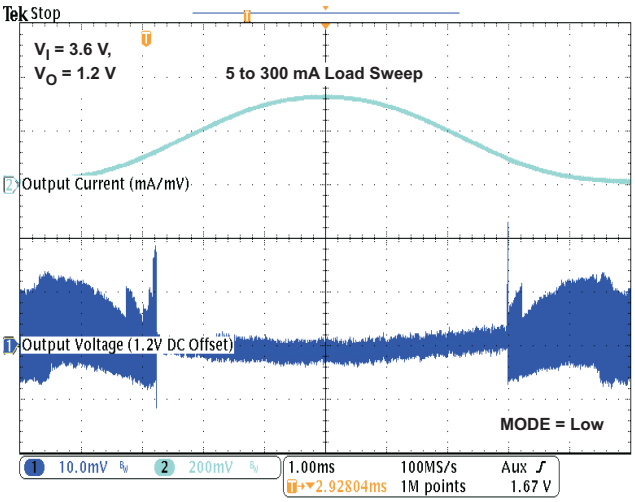


図 29.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

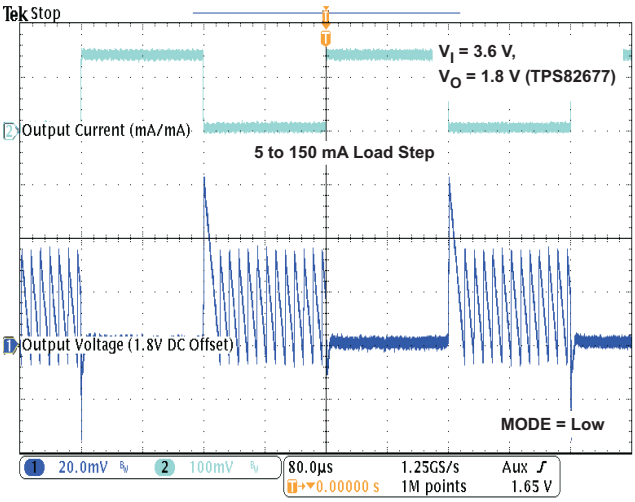


図 30.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

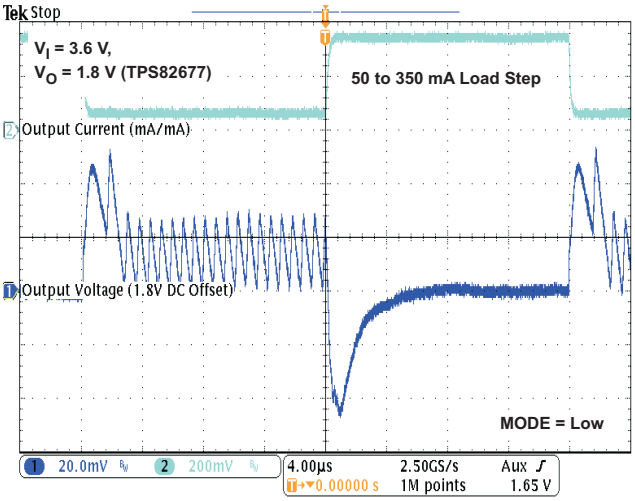


図 31.

PFM/PWM 動作の
負荷過渡応答

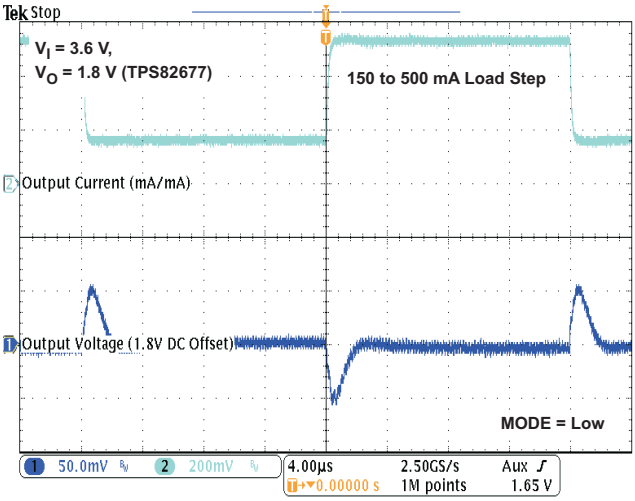


図 32.

代表的特性 (continued)

交流負荷過渡応答

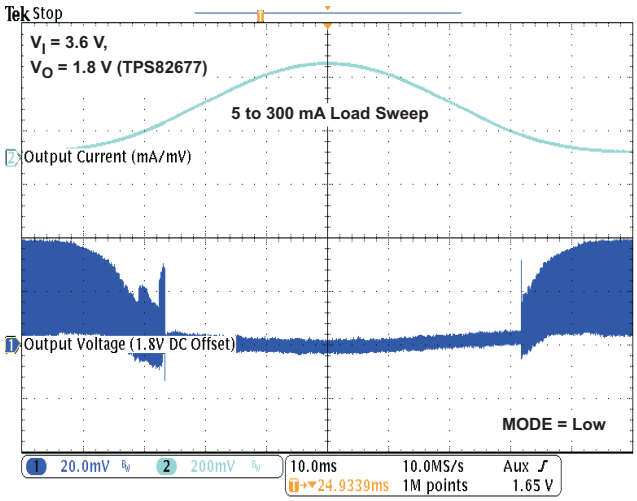


図 33.

PFM/PWM モード遷移境界

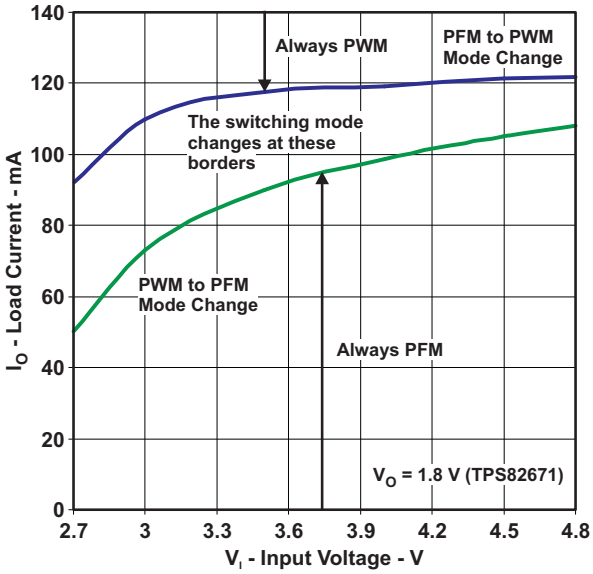


図 34.

PFM/PWM モード遷移境界

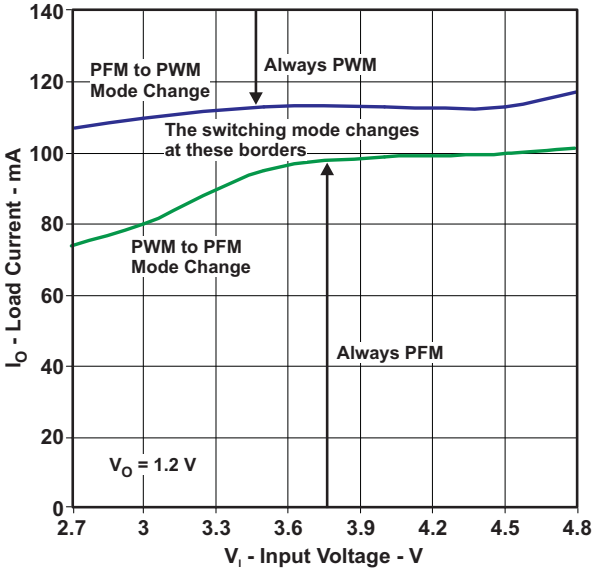


図 35.

静止電流
対
入力電圧

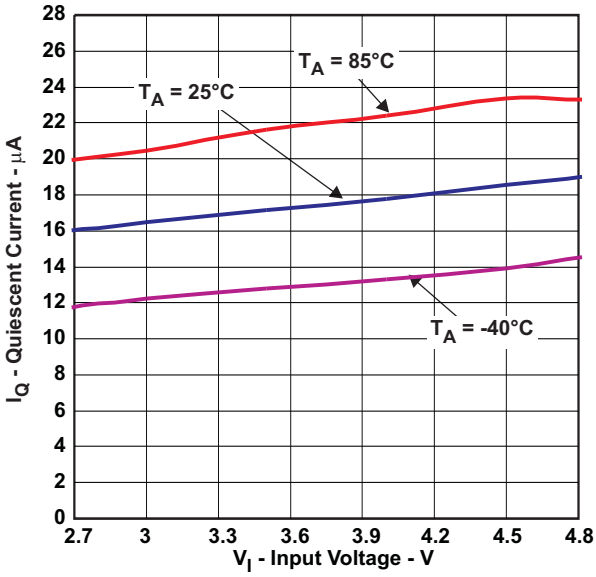


図 36.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

代表的特性 (continued)

PWM スイッチング周波数
対
入力電圧

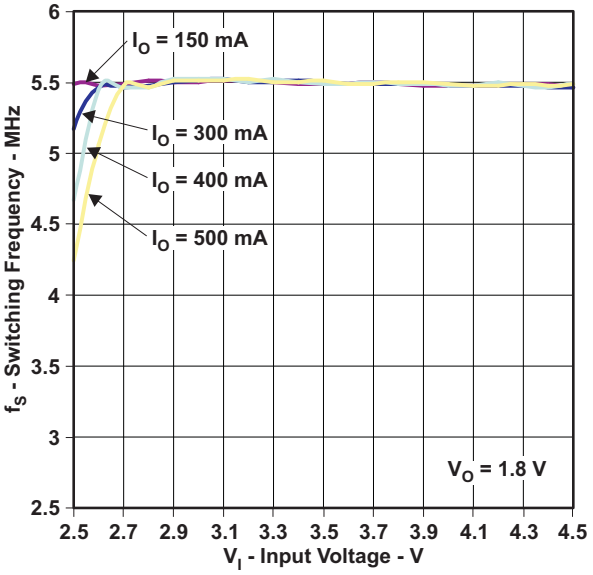


図 37.

スタートアップ

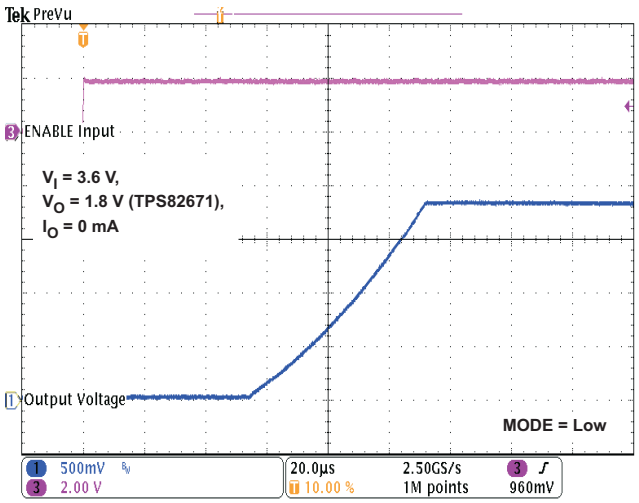


図 38.

スタートアップ

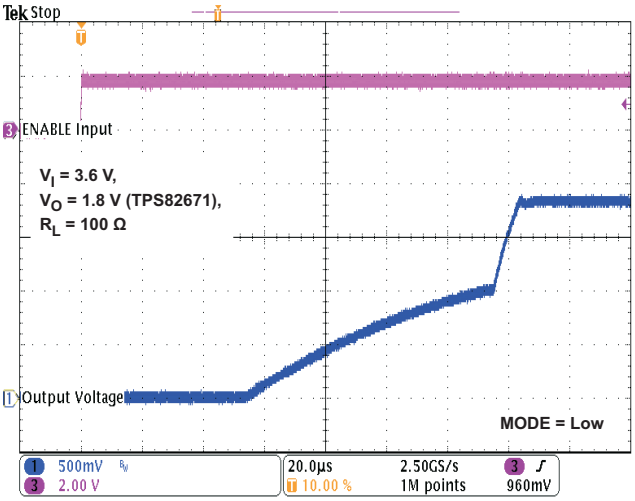


図 39.

電源電圧変動除去比
対
周波数

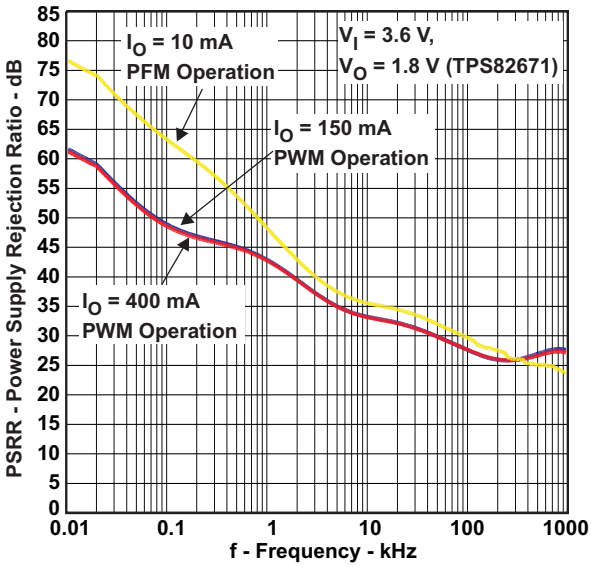


図 40.

代表的特性 (continued)

スプリアスノイズ出力（PFM モード）
対
周波数

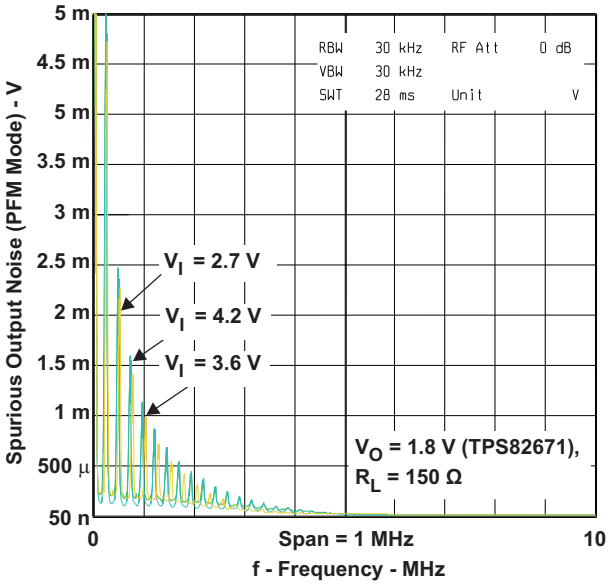


図 41.

スプリアスノイズ出力（PWM モード）
対
周波数

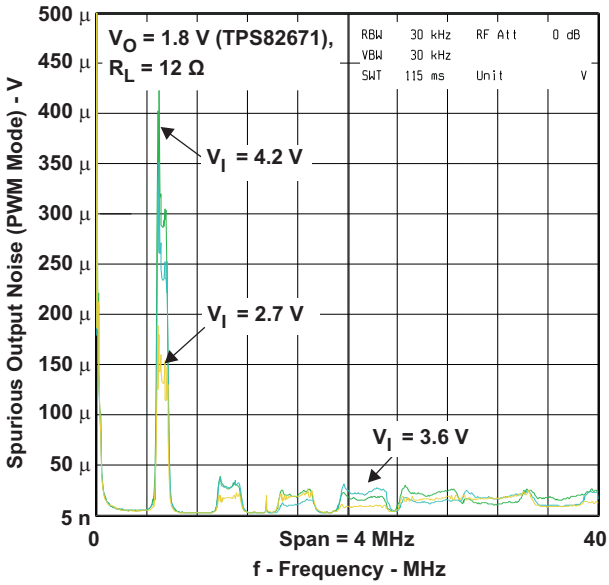


図 42.

出力ノイズ・スペクトル密度
対
周波数

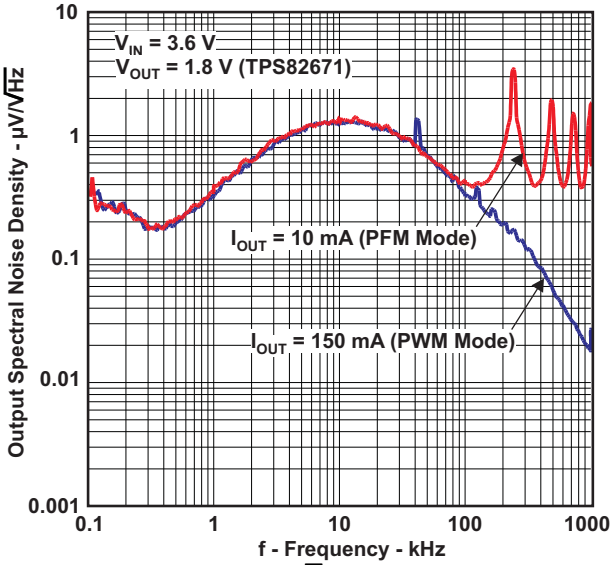


図 43.

© 2011, Texas Instruments Incorporated

詳細説明

動作

TPS8267x はスタンドアロンの同期整流方式、降圧型コンバータです。本コンバータは、標準程度から重負荷電流（600mA 出力電流）の間 5.5MHz に制御された周波数のパルス幅変調（PWM）で動作します。軽負荷電流では、TPS8267x コンバータは PFM による省電力モードで動作します。

クラス最高の負荷、ライン応答特性を実現するためユニークな、周波数を固定したリング発振型変調器を採用しています。非線形制御方式の大きな利点は従来方式のフィードバック・ループがないという点です。V_O の変化に対するループ応答は本質的に瞬時のものであり、過渡応答として説明されます。通常この種の制御系の動作は入力電圧や負荷電流によりスイッチング周波数を変動させますが、内部の周波数ロック・ループ（FLL）により、スイッチング周波数は広範囲の動作状況にわたって一定に保たれます。

クラス最高 の負荷過渡応答特性を備えているため、デバイスの低静止電流（約 17μA）によって軽負荷時でも高い効率が維持されているにもかかわらず、高い出力電圧精度が要求されるアプリケーションにも対応できる高速過渡応答性が保たれています。

TPS8267x の入力電流制限は過大な負荷や短絡からデバイスを保護し、低電圧ロックアウト回路は低入力電圧時の誤動作からデバイスを守ります。最低入力電圧は2.1Vまで正常な動作が保たれます。

パワー・セーブ・モード

負荷電流が減少すると、コンバータは自動的にパワー・セーブ・モードになります。パワー・セーブ・モードでは、コンバータは不連続電流（DCM）、シングルパルス PFM モードで動作し、他の PFM制御方式に比べて出力リップルが低くなります。

パワー・セーブ・モードでは出力電圧が設定電圧以下になった時に動作を再開します。コンバータは 最小の パルス数で出力電圧を上昇させ、出力電圧が制限範囲内に復帰するとパワー・セーブ・モードに戻ります。

出力電流が RFM モードの対応範囲以上になると、IC は PFM モードを終了して PWM モードに移行します。この動作の結果、軽負荷モードの出力電圧は通常、約 0.5% 公称出力電圧を上回ります。PFM と PWM 間のモード遷移はスムーズに行われます。

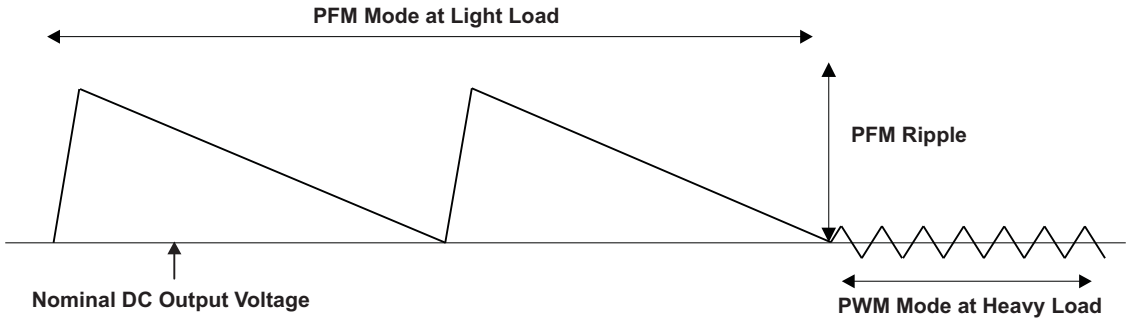


図 44. PFM モードの動作と PWM モードへの移行

モード選択

MODE ピンによりデバイスの動作モードが選べます。MODE ピンを GND に接続するとPWM とパワー・セーブ・モードの自動切換えで動作します。標準から重負荷では、コンバータは定周波数の PWM モードで、軽負荷では PFM モードで動作します。この動作により広範囲の電流域にわたり高い効率を維持します。

MODE ピンをプルアップすると、軽負荷電流時でも、コンバータを PWM モードで動作させることができます。スペクトラム拡散変調技術によりコンバータがスイッチング周波数を変調するため、ノイズの影響を受けやすいアプリケーションでスイッチング周波数の高調波のフィルタリングが容易になるという利点があります。このモードでは、軽負荷時の効率はパワー・セーブ・モードに比べて低下します。

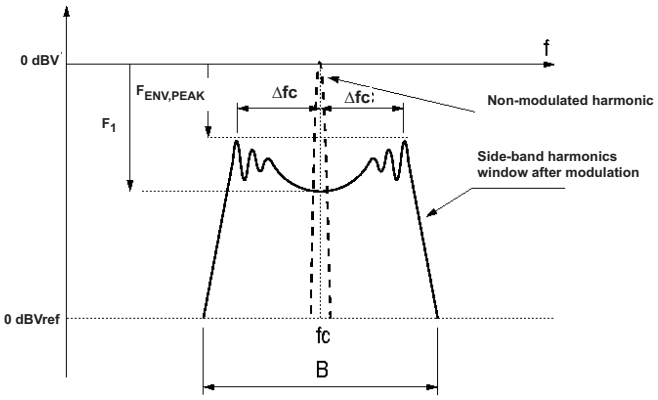
さらに幅広い対応ができるよう、動作中にパワー・セーブ・モードから PWM モードに切り替えることもできます。この動作切り替えにより、システムの要求にあわせてコンバータの動作を変更することによる高効率な電力管理を可能にします。

PWM周波数のディザリングによるスペクトラム拡散

スペクトラム拡散方式の目的は放出される高周波エネルギーを広い周波数域にわたって拡散して電磁波干渉（EMI）をホワイト・ノイズ同様にすることです。これにより連続した振幅の小さいスペクトラムが得られます。スペクトラム拡散により EMI 規格を満足しやすくなります。また携帯電話、やそれ以外のワイアレスアプリケーションで、電源リップルに対する要求を満たしやすくなります。特に無線受信機は特定の周波数に集中する狭帯域ノイズの影響を受けます。

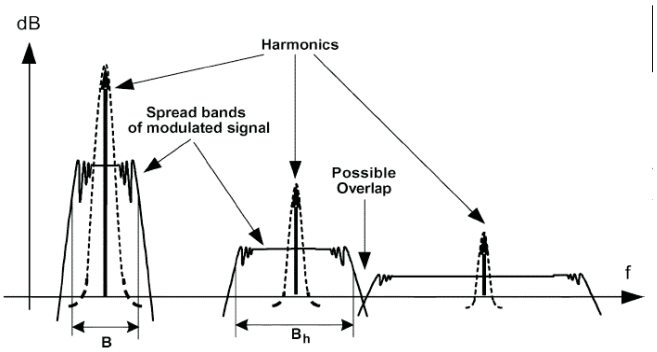
電磁波干渉（EMI）が問題となるアプリケーションではスイッチング・レギュレータの使用は特に問題となります。スイッチング・レギュレータはスイッチングサイクルごとに電力を出力に移動しています。ほとんどの場合、動作周波数は出力負荷に応じて固定されているか一定値に制御されています。この制御方式では動作周波数（基本波）および動作周波数の整数倍（高調波）で大きなノイズを発生します。

スペクトラム拡散方式では通常、公称スイッチング周波数の約 ±10% の幅でスイッチング周波数を変化させる事により、入出力ともに最大輻射ノイズと誘導ノイズを大幅に減少させます。周波数ディザリング方式は三角プロファイルによる周波数変調 f_m により変調されます。



$$B = 2 \cdot f_m \cdot (1 + m_f) = 2 \cdot (\Delta f_c + f_m)$$

図 **45.** 正弦波状に時間軸で周波数変調された正弦波のスペクトラム。



$$B = 2 \cdot f_m \cdot (1 + m_f) = 2 \cdot (\Delta f_c + f_m)$$
$$B_h = 2 \cdot f_m \cdot (1 + m_f \cdot h)$$

図 **46.** 方形波信号により変調された高調波の拡散帯域幅

図 45 および 図 46 では、変調前の高調波に比べて変調後にはサイドバンドでの高調波は減衰しており、高調波エネルギーが一定の周波数帯域に拡散することがわかります。変調指数（*mf*）が大きいほど減衰は大きくなります。

$$m_f = \frac{\delta \times f_c}{f_m} \tag{1}$$

f_c はキャリア周波数（すなわち公称スイッチング周波数）

f_m は変調周波数（約 0.016*f_c）

δ は変調率（約 0.1）

$$\delta = \frac{\Delta f_c}{f_c} \tag{2}$$

© 2011, Texas Instruments Incorporated

最大スイッチング周波数はプロセスと変調率（δ）パラメータ、キャリア周波数f_c 周辺のサイドバンド高調波の帯域f_m により制限されます。周波数変調された波形の帯域幅は Carson の法則により近似され、次のように表すことができます。

$$B = 2 \times f_m \times \left(1 + m_f\right) = 2 \times \left(\Delta f_c + f_m\right) \tag{3}$$

f_m < RBWの場合：受信機は個々のサイドバンド高調波を区別できません。そのため入力フィルタで複数の高調波が加算され、理論的計算による予想より測定値のほうが高くなります。

f_m > RBWの場合：受信機は個別のサイドバンド高調波を正しく測定できます。そのため理論的計算値と測定値は一致します。

ソフト・スタート

TPS8267x にはソフトスタート回路が内蔵され、スタートアップ時の突入電流が制限されます。この回路は、MicroSiP™ DC/DC コンバータの入力に電池または高インピーダンスの電源が接続されたときに、入力電圧の降下を制限します。

ソフトスタートシステムは、スイッチングのオン時間を35ns の最小パルス幅から出力電圧の関数として徐々に増加させます。この動作モードはイネーブル後約 100µs にわたって続きます。ソフトスタート時間内に出力電圧が目標電圧に到達しない場合、ソフトスタートは次の動作モードに遷移します。この遷移は、重負荷状態に発生する可能性があります。

出力電圧が約 0.5V を超えていると、コンバータは入力電流制限値を高くして電源が正常に起動できるようにします。起動時間は主に出力ノードの合計容量と負荷電流に依存します。

イネーブル

TPS8267x デバイスは EN が"High"になると、前述のようにソフトスタートにより起動します。正しく動作するには、EN ピンが終端されている必要があります。開放にはしないでください。

EN ピンを"Low"にするとデバイスはシャットダウンします。このモードではすべての内部回路がオフになり、V_{IN} への電流はデバイスのリーク電流（通常数百ナノアンペア）まで低下します。

TPS8267x デバイスはオフになると出力コンデンをアクティブに放電します。内蔵された放電抵抗の標準抵抗値は 100 Ω です。出力電圧を下げるのに必要な時間は負荷電流と出力ノードに接続されている合計容量により異なります。

アプリケーション情報

入力コンデンサの選択

バック・コンバータには入力電流がパルス状になるという性質があるため、低 ESRの入力コンデンサが必要となります。これは大きな過渡電圧が生じてデバイスの誤作動やシステムの他の回路への干渉が生じないようにするためです。

ほとんどのアプリケーションでは、TPS8267x に内蔵されている入力コンデンサで充分です。ノイズが多い、またはスイッチング周波数に不規則な変動が見られるアプリケーションの場合は、入力セラミックコンデンサの追加によって解決を試みてください。

TPS8267x では小型のセラミック入力コンデンサを使用しています。セラミックコンデンサに、電源アダプタなどの配線やケーブルのインダクタンスが結合されると、出力の負荷ステップによってVIN ピンにリンギングが生じる場合があります。このリンギングは出力に伝播されてループが不安定であるとの誤判断を招いたり、部品の損傷につながる可能性もあります。そのような状況では、電解またはタンタルコンデンサなどによるバルク容量をコンバータの入力と電源リードの間に配置し、電源ケーブルのインダクタンスと C_I の間でリンギングが発生しにくいようにします。

出力コンデンサの選択

TPS8267xで は、高性能で高速応答が可能な電圧モードの制御方法により、小型のセラミック出力コンデンサ（C_O）を使用することができます。ほとんどのアプリケーションでは、TPS8267x に内蔵されている出力コンデンサで充分です。

公称負荷電流では、デバイスは PWM モードで動作します。総出力電圧リップルは、出力コンデンサの ESL による電圧ステップと出力コンデンサのインピーダンスを流れるリップル電流による電圧との和になります。軽負荷では、出力コンデンサによって出力リップル電圧が制限され、大きな負荷過渡時でも電圧を保持できます。

負荷電流範囲全域にわたって最適な効率を得たり、適切な PFM/PWMの 自動遷移が行なわれるようにするなど、最適な動作を実現するためには、TPS8267x は PFM モードでの最小リップル電圧が必要となります。出力リップル電圧は標準で公称出力電圧 V_Oの 1% です。時間制御された PFM パルスによって、PFM 出力リップルと PFM 周波数が生成されますが、これは MicroSiP™ DC/DC コンバータの出力の容量に依存して変化します。

TPS8267x はポイント・オブ・ロード（POL）レギュレータとして設計され、追加の容量を必要とせずにスタンドアロン動作が可能です。2.2μF のセラミック出力コンデンサ（X7R または X5R クラスの誘導体）を追加すると、コンバータの安定性の面では効果がありますが、出力リップル電圧を低減する効果は必ずしも期待できません。

© 2011, Texas Instruments Incorporated

レイアウト上の考慮事項

SiP LGA ボールのパッド・サイズの作成には、レイアウトに非半田マスク定義（NSMD）のランドを使用することを推奨します。この方法では、半田マスクの開口部が対象のランド領域より大きくなり、開口部のサイズが銅パッドの幅によって決まります。図 47 は MicroSiP™ レイアウトでの適切な直径を示しています。

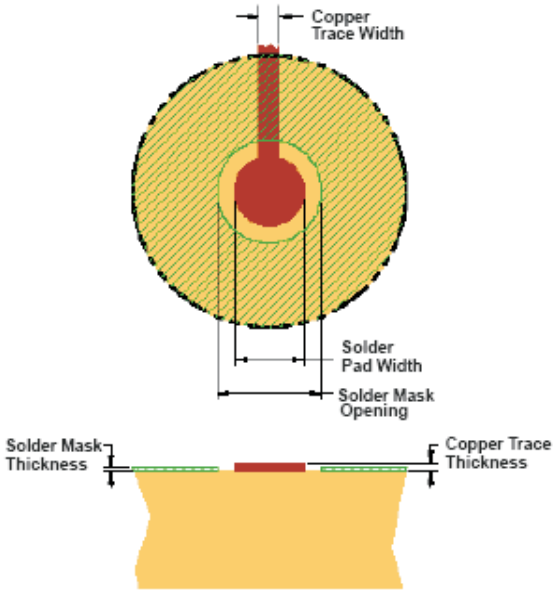


図 47. 推奨されるランド・パターンの図と寸法

半田パッド定義(1)(2)(3)(4)	銅パッド	半田マスクの(5)開口部	銅箔厚	ステンシル(6)開口部	ステンシル厚
非半田マスク定義（NSMD）	0.30mm	0.360mm	最大 1オンス (0.032mm)	直径 0.34mm	厚さ 0.1mm

(1) 非半田マスク定義の PWB ランドの回路トレースは、開口部の露出領域で幅が 75µm～100µm である必要があります。トレース幅が広くなると、デバイスのスタンド・オフが低下し、信頼性が損なわれます。
(2) PWB ラミネート・グラスの遷移温度が、目的のアプリケーションでの動作範囲を上回る場合に、最高の信頼性が得られます。
(3) 推奨される半田ペーストは、Type 3 または Type 4 です。
(4) Ni/Au 表面仕上げの PWB については、熱疲労特性による剥離を防ぐために、金の厚さが 0.5mm 未満である必要があります。
(5) また半田マスクの厚さは、銅回路パターン上で、20µm 未満である必要があります。
(6) 最良の半田ステンシルは、レーザー・カット・ステンシルと、電解研磨によるものです。薬品でエッチングされたステンシルは、半田ペースト量のコントロールが困難です。

表面実装情報

TPS8267x MicroSiP™ DC/DC コンバータはオープンフレーム構造になっています。これは、完全自動組立てプロセス用に設計され、ピック・アンド・プレース操作用に大きな表面領域を確保しています。パッケージ図の「ピック領域」を参照してください。

パッケージの高さと重量を最小限にとどめることで、MicroSiP™ デバイスは 0805部品と同様に扱えるようになっています。

リフローについての推奨事項は、JEDEC/IPC 規格の J-STD-20b を参照してください。

熱に関する情報

TPS8267x のダイ温度は最大定格の 125°C 未満でなければなりません。そのため回路のレイアウトに注意し、TPS8267x の放熱が適切に行われるようにします。

ジャンクション温度を推定するには、データシートに記述された標準効率を目的の出力に適用するか、または TPS8267x デバイス や TPS82671EVM 評価モジュールが手元にある場合は電力測定を行うことで TPS8267x内部の消費電力を近似的に求めます。次に、TPS8267x の消費電力に熱抵抗を乗算して、プリント基板表面上での TPS8267x の内部温度上昇を算出します。

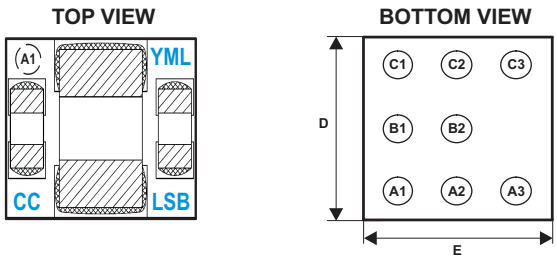
TPS8267x とプリント基板の間の実際の熱抵抗は回路のレイアウトにより異なりますが、熱に関する情報の表に示す熱抵抗を目安として使用できます。

熱特性を強化するための基本的な3 つの方法を以下に示します。

- PCB 設計による許容損失性能の改善。
- 部品とPCB間の熱結合の改善。
- システムへのエアフローの導入。

パッケージ概要

SIP パッケージ



コード:

- CC — カスタマー・コード(デバイス/電圧)
- YML — Y:年、M:月、L:ロット・トレース・コード
- LSB — L:ロット・トレース・コード、S:サイト・コード、B:ボード・ロケータ

MicroSiP™ DC/DC モジュールのパッケージサイズ

TPS8267x は 8 バンプのボール・グリッド・アレイ(BGA)パッケージで供給されます。パッケージのサイズは以下のとおりです。:

- D = 2.30 ±0.05 mm
- E = 2.90 ±0.05 mm

© 2011, 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)
TPS82671SIPR	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	RA
TPS82671SIPR.A	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	RA
TPS82671SIPR.B	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
TPS82671SIPT	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	RA
TPS82671SIPT.A	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	RA
TPS82671SIPT.B	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
TPS82675SIPR	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	RB
TPS82675SIPR.A	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	RB
TPS82675SIPR.B	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	3000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
TPS82675SIPT	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	RB
TPS82675SIPT.A	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	RB
TPS82675SIPT.B	Active	Production	uSiP (SIP) | 8	250 | SMALL 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.

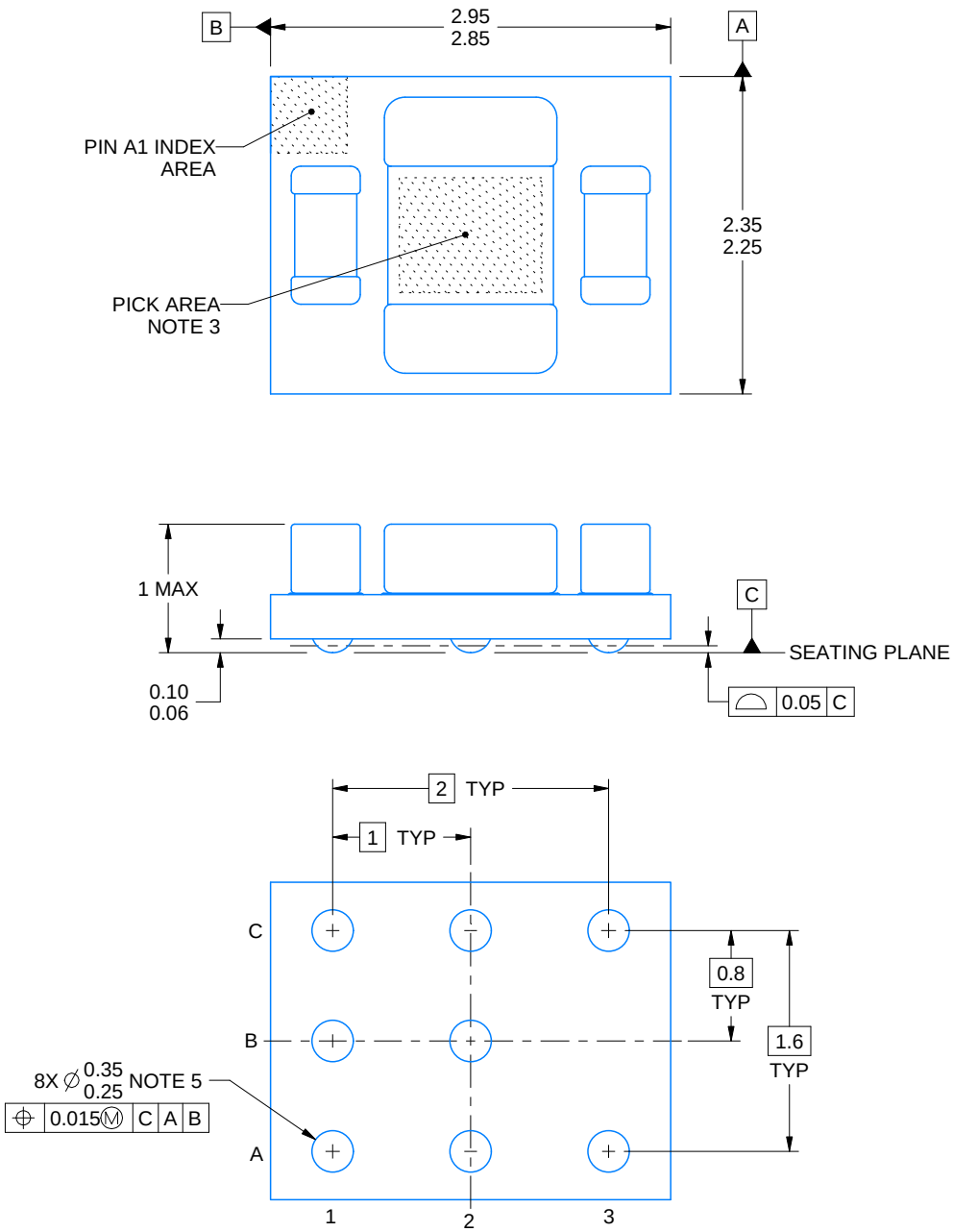
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will 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.

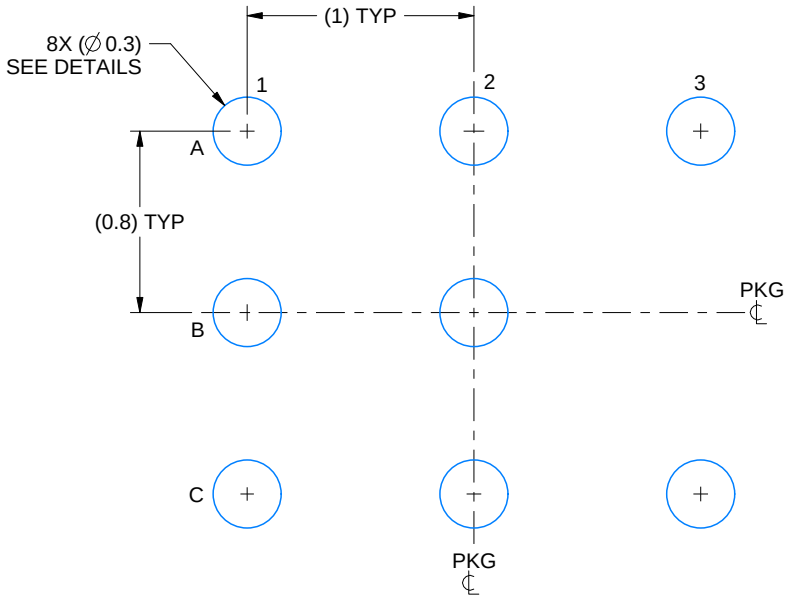


4220326/A 02/2025

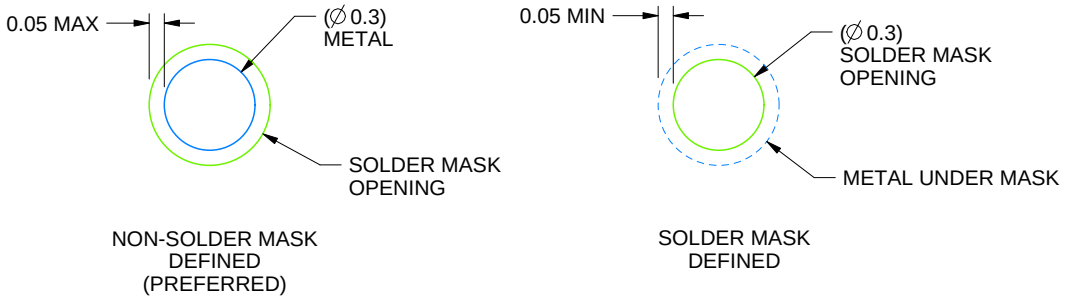
MicroSiP is a trademark of Texas Instruments.

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. For pick and place nozzle recommendation, see product datasheet.
4. Location, size and quantity of each component are for reference only and may vary.
5. This package contains Pb-free balls.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 30X

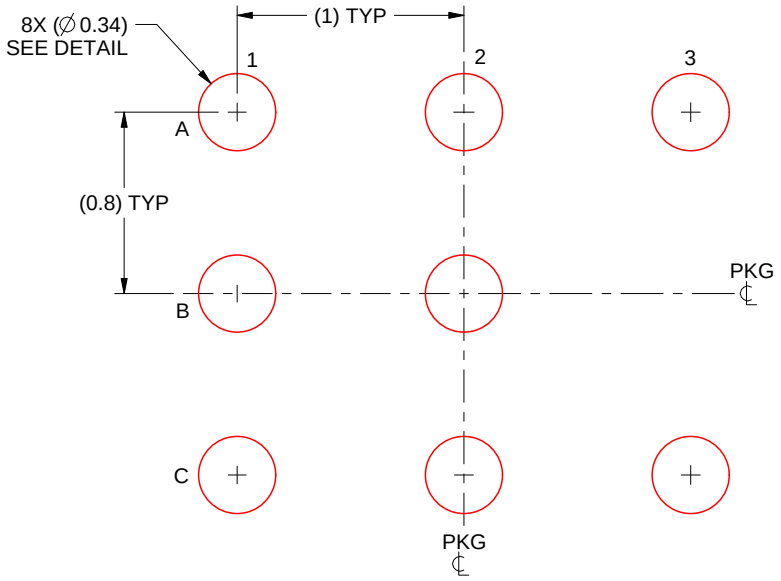


SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

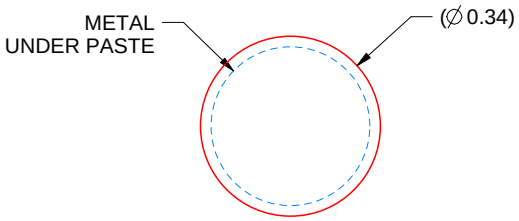
4220326/A 02/2025

NOTES: (continued)

6. For more information, see Texas Instruments literature number SBVA017 (www.ti.com/lit/sbva017).



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE:30X



SOLDER PASTE DETAIL
TYPICAL

4220326/A 02/2025

NOTES: (continued)

7. 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

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