

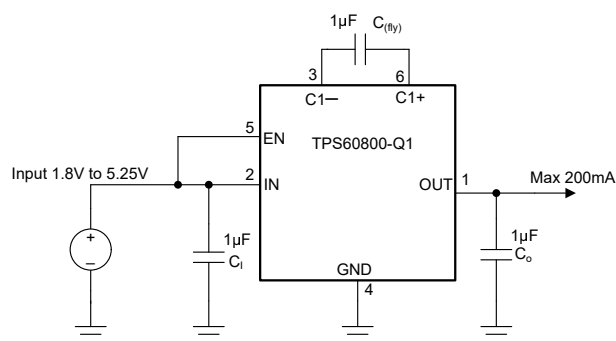
TPS60800-Q1 非安定化 200mA 車載チャージ ポンプ電圧インバータ

1 特長

- 車載アプリケーション認定済み
- AEC-Q100 テスト ガイダンスで以下の結果:
 - デバイス温度グレード 1: 動作時周囲温度範囲 $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
- 入力電源電圧を反転
- 最大 200mA の出力電流
- 3 つの小さい $1\mu\text{F}$ セラミック コンデンサのみで動作
- $1.8\text{V} \sim 5.25\text{V}$ の入力電圧範囲
- デバイス静止電流: $340\mu\text{A}$ (標準値)
- 低出力電流での効率を向上させる省電力モード
- 広い出力電流範囲にわたって 90% を超える効率
- 負荷を接続した状態での起動のためのアクティブ ショットキー ダイオードを内蔵
- 6 ピンの SOT563 パッケージで供給
- TPS60400-Q1 の新世代
- 評価基板を提供: TPS60800Q1EVM-068

2 アプリケーション

- オートモーティブ インフォテインメント
- 車載クラスタ
- LCD バイアス
- オペアンプの電源
- オンボード チャージャ
- ヒューマノイド (ヒト型ロボット) の位置センサ



代表的なアプリケーション

3 説明

TPS60800-Q1 は、 $1.8\text{V} \sim 5.25\text{V}$ の範囲の入力電圧から、非安定化された負の出力電圧を生成します。これらのデバイスは通常、 5V または 3.3V の事前調整された電源レールから供給されます。TPS60800-Q1 は広い入力電圧範囲に対応しているため、2 個または 3 個の NiCd、NiMH、またはアルカリ バッテリ セル、あるいは 1 個のリチウムイオン セルでもデバイスへの電力供給が可能です。

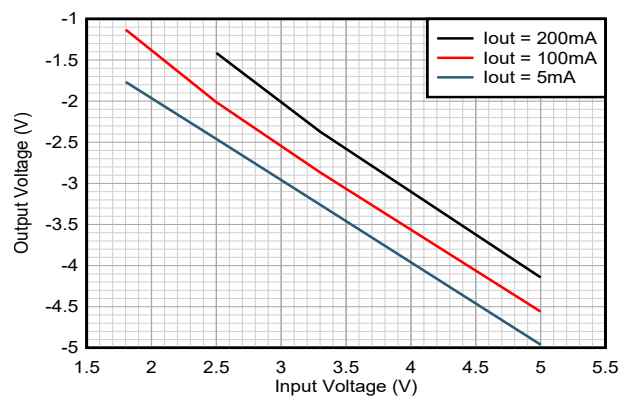
3 つの外付け $1\mu\text{F}$ コンデンサのみで、完全な DC-DC チャージ ポンプ インバータを構成できます。6 ピンの SOT563 パッケージを採用しているため、 40mm^2 の基板占有面積で完全なコンバータを構成できます。負荷を接続した状態で起動させる際に通常必要なショットキー ダイオードを集積回路に置き換えることで、基板占有面積と部品数をさらに低減しています。

TPS60800-Q1 は、広い出力電流範囲にわたって 90% (標準値) を超える変換効率で 200mA の最大出力電流を供給できます。TPS60800-Q1 は、広い負荷範囲のアプリケーションで動作電流を低減するための可変スイッチング周波数機能を備えているため、小さい値のコンデンサを使用して設計できます。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
TPS60800-Q1	DRL (SOT563, 6)	$1.6\text{mm} \times 1.6\text{mm}$

- 詳細については、[セクション 11](#) を参照してください。
- パッケージ サイズ (長さ \times 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



出力電圧と入力電圧との関係



目次

1 特長.....	1	7.4 デバイスの機能モード.....	10
2 アプリケーション.....	1	8 アプリケーションと実装.....	11
3 説明.....	1	8.1 アプリケーション情報.....	11
4 デバイス比較表.....	3	8.2 代表的なアプリケーション.....	11
5 ピン構成および機能.....	3	8.3 システム例.....	14
6 仕様.....	4	8.4 電源に関する推奨事項.....	17
6.1 絶対最大定格.....	4	8.5 レイアウト.....	17
6.2 ESD 定格.....	4	9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	19
6.3 推奨動作条件.....	4	9.1 デバイス サポート.....	19
6.4 熱に関する情報.....	4	9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	19
6.5 電気的特性.....	5	9.3 サポート・リソース.....	19
6.6 代表的特性.....	5	9.4 商標.....	19
7 詳細説明.....	8	9.5 静電気放電に関する注意事項.....	19
7.1 概要.....	8	9.6 用語集.....	19
7.2 機能ブロック図.....	8	10 改訂履歴.....	19
7.3 機能説明.....	9	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	19

4 デバイス比較表

部品番号	代表的なフライング コンデンサ [μ F]	機能
TPS60800QDRLRQ1	1	可変スイッチング周波数: 500kHz ~ 750kHz

5 ピン構成および機能

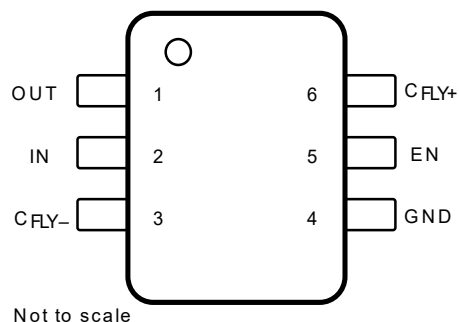


図 5-1. DRL パッケージ、SOT563 6 ピン (上面図)

表 5-1. ピンの機能

ピン		種類 ⁽¹⁾	説明
名称	番号		
CFLY+	6	—	フライング コンデンサ $C_{(fly)}$ の正端子
EN	5	I	アクティブ High イネーブル入力
CFLY–	3	—	フライング コンデンサ $C_{(fly)}$ の負端子
GND	4	—	グラウンド
IN	2	I	電源入力。1.8V ~ 5.25V の範囲の入力電源に接続します。フライング コンデンサと同じ値のコンデンサを使用して、IN を GND にバイパスします。
OUT	1	O	$V_O = -V_I$ での電力出力。 出力フィルタ コンデンサ C_O を使用して、OUT を GND にバイパスします。

(1) I = 入力、O = 出力

6 仕様

6.1 絶対最大定格

動作時接合部温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
電圧範囲	IN から GND へ	-0.3	5.5	V
	OUT から GND へ	-5.5	0.3	V
	C _{FLY-} から GND へ	0.3	V _O - 0.3	V
	C _{FLY+} から GND へ	-0.3	V _I + 0.3	V
連続消費電力		消費電力を参照		
連続出力電流			200	mA
最大接合部温度、T _J			150	°C
保管温度、T _{stg}	保管温度、T _{stg}	-55	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、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。

6.2 ESD 定格

			値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠 ⁽¹⁾	±2000	V
		荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	±1000	

(1) 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。

6.3 推奨動作条件

	最小値	公称値	最大値	単位
入力電圧範囲、V _{IN}	1.8		5.25	V
OUT、I _O の出力電流範囲			200	mA
入力コンデンサ、C _I		C _(fly) ⁽¹⁾		μF
フライング コンデンサ、C _(fly)		1		μF
出力コンデンサ、C _O		1	100	μF
動作時の接合部温度、T _J	-40		125	°C

(1) C_{fly} の値については、[デバイス比較表](#)を参照してください。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS60800DRL	単位
		6 ピン SOT563	
		JEDEC	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	222.3	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	87.8	
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	109.1	
ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	4.9	
ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	108.0	
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	

(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 ノートを参照してください。

6.5 電気的特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 。代表値は $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ および $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$ (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_{IN}	電源電圧範囲		$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $R_L = 5\text{k}\Omega$	1.8		5.25	V
I_O	V_O での最大出力電流		$V_{IN} < 2.5\text{V}$		100		mA
I_O	V_O での最大出力電流		$V_{IN} \geq 2.5\text{V}$		200		mA
V_O	出力電圧				$-V_I$		V
I_{SD}	シャットダウン電流		$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 、 $EN = 0\text{V}$			0.35	μA
I_{SD}	シャットダウン電流		$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $EN = 0\text{V}$			1.5	μA
V_{P-P}	出力電圧リップル		$I_O = 5\text{mA}$ $C_{(fly)} = 1\mu\text{F}$ 、 $C_O = 1\mu\text{F}$		10		mV _{P-P}
I_Q	静止電流 (無負荷時入力電流)		$EN = \text{High}$ 、 $V_{IN} = 5\text{V}$		340	1000	μA
f_{OSC}	内部スイッチング周波数				160 ~ 500 ⁽¹⁾	750	kHz
	25°C、 $V_{IN} = 5\text{V}$ のときの出力インピーダンス		$C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$		5		Ω
V_{IH}	イネーブル ピンの入力電圧 High		$1.8\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.25$	1.2			V
V_{IL}	イネーブル・ピンの入力電圧 Low		$1.8\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.25$			0.4	V
I_D	出力放電電流		$V_{IN} = 5\text{V}$ $C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$		70		mA

(1) 標準値は、無負荷から全負荷電流まで

6.6 代表的特性

表 6-1. グラフ一覧

			図
η	効率	$V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 5V 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ のときの出力電流との関係 TPS60800-Q1	図 6-1
I_I	入力電流	$V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 5V 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ のときの出力電流との関係 TPS60800-Q1	図 6-2
I_S	電源電流	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 、 25°C 、 85°C 、 125°C 、 $I_O = 0\text{mA}$ のときの入力電圧との関係 TPS60800-Q1	図 6-3
	出力抵抗	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 、 25°C 、 85°C 、 125°C 、 $I_O = 30\text{mA}$ のときの入力電圧との関係 TPS60800-Q1、 $C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$	図 6-4
V_O	出力電圧	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN} = 1.8\text{V}$ 、 2.5V 、 3.3V 、 5V のときの出力電流との関係 TPS60800-Q1、 $C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$	図 6-5
f_{OSC}	スイッチング周波数	$V_{IN} = 1.8\text{V}$ 、 2.5V 、 3.3V 、 5V 、 $I_O = 100\text{mA}$ のときの温度 (T_A) との関係 TPS60800-Q1	図 6-6
f_{OSC}	スイッチング周波数	$V_{IN} = 1.8\text{V}$ 、 2.5V 、 3.3V 、 5.0V 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ のときの出力電流との関係 TPS60800-Q1	図 6-7
	出力リップルとノイズ	$V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $I_O = 30\text{mA}$ 、 $C_I = C_{(fly)} = C_O = 1\mu\text{F}$ TPS60800-Q1	図 8-2

6.6 代表的特性 (続き)

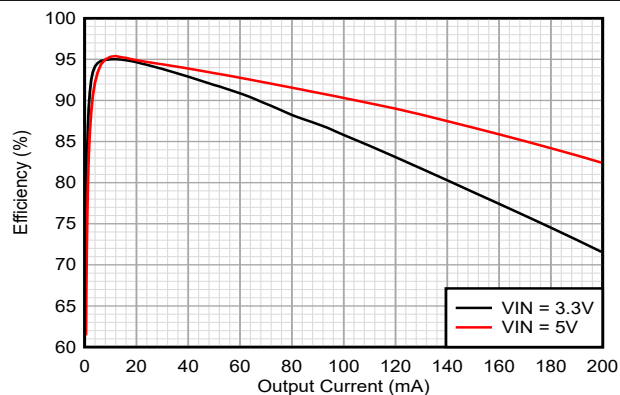


図 6-1. 効率と出力電流との関係

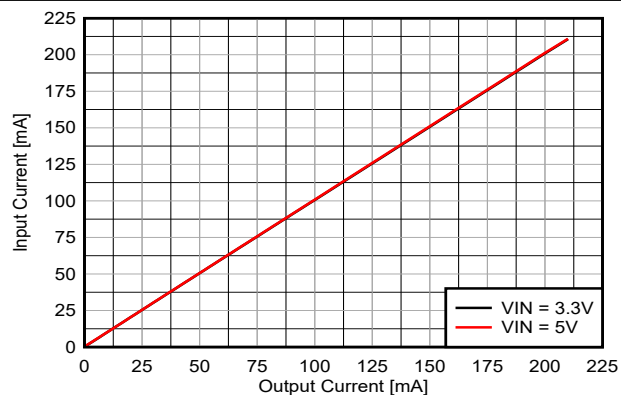


図 6-2. 入力電流と出力電流との関係

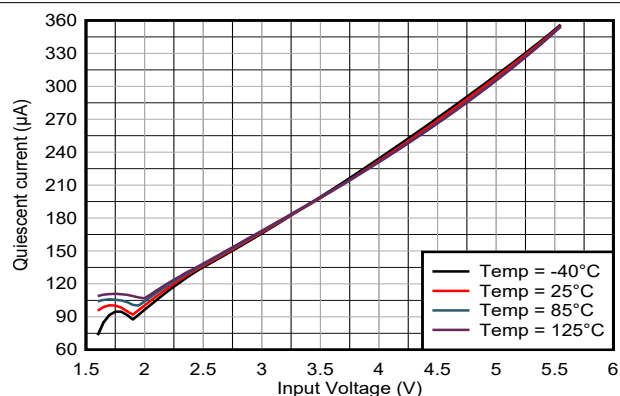


図 6-3. 消費電流と入力電圧との関係

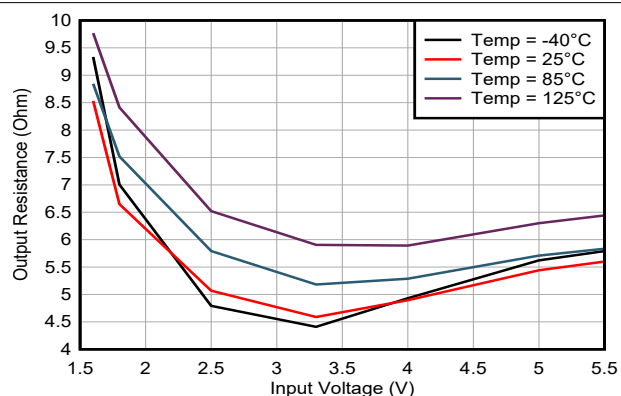


図 6-4. 出力抵抗と入力電圧との関係

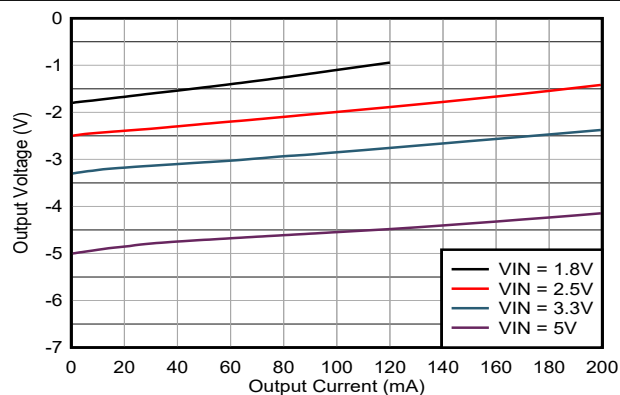


図 6-5. 出力電圧と出力電流との関係

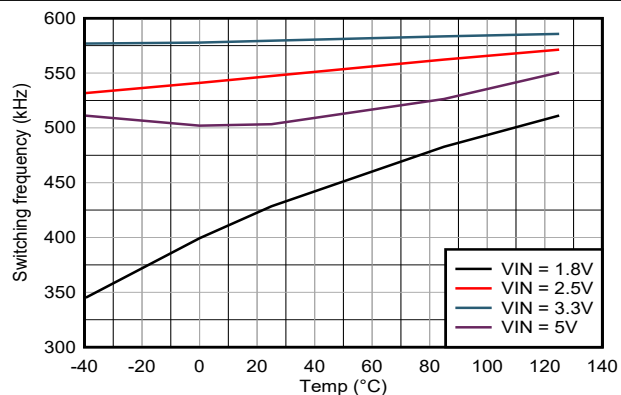


図 6-6. スイッチング周波数と自由気流温度との関係

6.6 代表的特性 (続き)

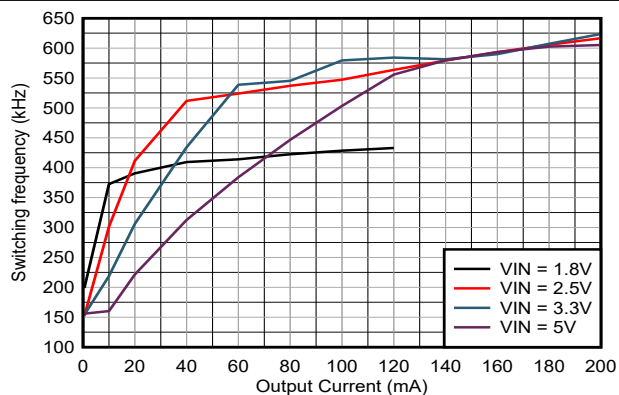


図 6-7. スイッチング周波数 対 出力電流

7 詳細説明

7.1 概要

TPS60800-Q1 チャージポンプは、入力に印加される電圧を反転します。最高の性能を得るには、低 ESR (等価直列抵抗) のコンデンサ (セラミックなど) を使用します。前半サイクルの間、スイッチ **S2** と **S4** を開き、**S1** と **S3** を閉じて、コンデンサ ($C_{(fly)}$) が V_I の電圧まで充電されます。後半サイクルでは、**S1** と **S3** が開き、**S2** と **S4** が閉じます。この動作により、 $C_{(fly)}$ の正端子が **GND** に、負端子が V_O に接続されます。 $C_{(fly)}$ を並列に接続すると、 C_O は負に充電されます。スイッチ **S1** ~ **S4** には抵抗があり、負荷は C_O から電荷を消費するため、出力の実際の電圧は $-V_I$ よりも正になります。

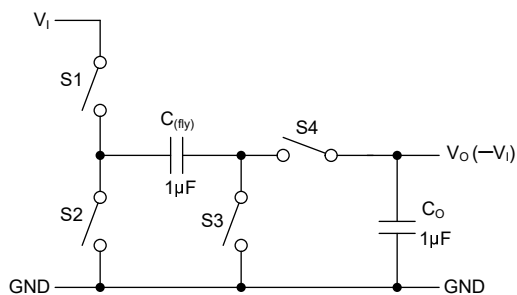
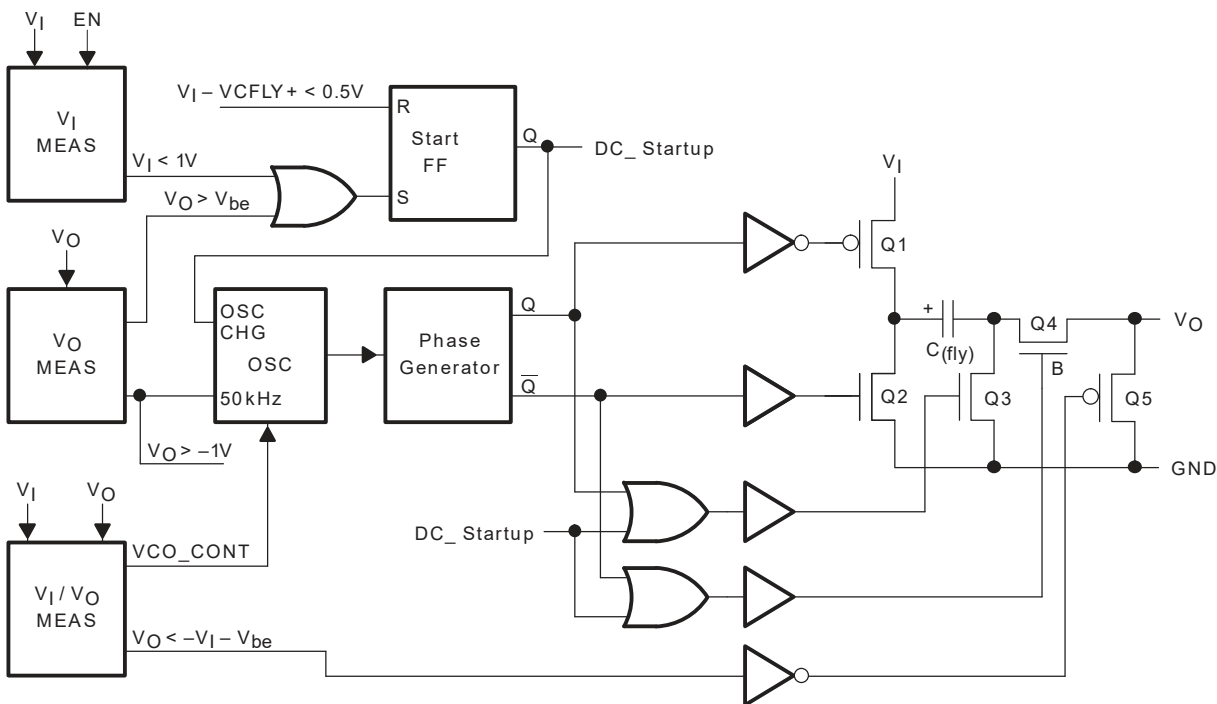


図 7-1. 動作原理

7.2 機能ブロック図



7.3 機能説明

7.3.1 チャージポンプの出力抵抗

TPS60800-Q1 は電圧レギュレータではありません。チャージポンプの出力ソース抵抗は室温で約 5Ω ($V_I = 5V$ の場合) で、軽負荷時には V_O が $-5V$ に近づきます。 V_O は、式 1 に示すように、負荷電流が増加すると、GND に向かって降下します。

$$V_O = -(V_I - R_O \times I_O) \quad (1)$$

$$R_O \approx \frac{1}{(f_{OSC} \times C_{fly})} + \left(4 \times \left(2 \times R_{SWITCH} + ESR_{C(FLY)} \right) \right) + ESR_{C(O)} \quad (2)$$

ここで

R_O = コンバータの出力抵抗

R_{SWITCH} = コンバータ内の単一 MOSFET スイッチの抵抗

f_{OSC} = 発振器周波数

7.3.2 効率に関する検討事項

スイッチトコンデンサ電圧コンバータの電力効率は、コンバータ IC の内部損失、コンデンサの抵抗性損失、コンデンサ間の電荷転送中の変換損失という 3 つの要素の影響を受けます。内部損失は、スイッチや発振器の駆動など、IC の内部機能に関連しています。これらの損失は、入力電圧、温度、周波数などの動作条件に影響されます。他の 2 つの損失は、電圧コンバータ回路の出力抵抗に関連しています。スイッチ損失は、IC 内の MOSFET スイッチのオン抵抗が原因で発生します。チャージポンプコンデンサの損失は、ESR が原因で発生します。これらの損失と出力抵抗との関係は、式 3 で表されます。

$$P_{CAPACITOR\ LOSSES} + P_{CONVERSION\ LOSSES} = I_O^2 \times R_O \quad (3)$$

最初の項は、理想的なスイッチトコンデンサ回路に起因する実効抵抗です。変換損失は、 $C_{(fly)}$ と C_O の間に電圧差がある場合、電荷移動時に発生します。電力損失は、式 4 で求めることができます。

$$P_{CONV.\ LOSS} = \left[\left(\frac{1}{2} \times C_{fly} \times (V_I^2 - V_O^2) \right) + \left(\frac{1}{2} \times C_O \times (V_{RIPPLE}^2 - 2 \times V_O \times V_{RIPPLE}) \right) \right] \times f_{OSC} \quad (4)$$

TPS60800-Q1 の効率は、低出力電流時には静止消費電流によって、高電流時には出力インピーダンスによって支配されます。式 5 を参照してください。

$$\eta \cong \frac{I_O}{(I_O + I_Q)} \times \left(1 - \frac{I_O \times R_O}{V_O} \right) \quad (5)$$

ここで、 I_Q = 静止電流です。

7.4 デバイスの機能モード

7.4.1 アクティブショットキー ダイオード

入力電圧が印加されてから、インバータが動作するまでの短い時間、出力コンデンサは負荷によって正に充電されます。出力が GND よりも高くなるのを防ぐため、出力と並列にショットキー ダイオードを追加する必要があります。TPS60800-Q1 デバイスには、このダイオードの機能が統合されており、定義された起動性能を実現し、基板面積を節約することができます。

電流シンクとダイオードを直列に接続すると、一般的な最新のオペアンプの動作に近似できます。図 7-2 は、特定の電圧におけるこの標準的な負荷に流れる電流を示しています。TPS60800-Q1 デバイスは、これらの負荷に接続して起動するように最適化されています。

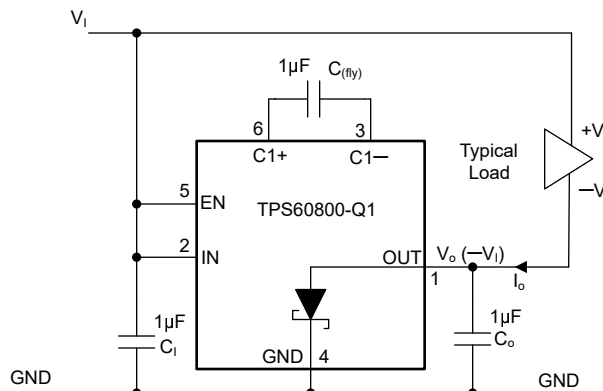


図 7-2. 標準的な負荷

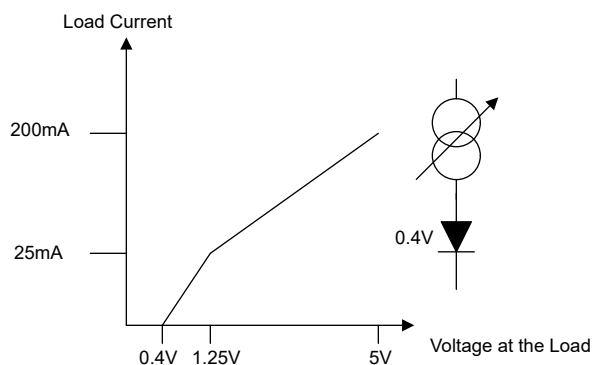


図 7-3. 最大スタートアップ電流

8 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、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。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。

8.1 アプリケーション情報

TPS60800-Q1 は、1.8V ~ 5.25V の範囲の入力電圧から、非安定化された負の出力電圧を生成します。

8.2 代表的なアプリケーション

TPS60800-Q1 の最も一般的なアプリケーションは、チャージポンプ電圧インバータです (図 8-1 を参照)。このアプリケーションに必要な外付け部品は、コンデンサ $C_{(fly)}$ と C_O の 2 つだけですが、必要に応じて、バイパスコンデンサ (C_I) も使用します。推奨されるコンデンサの種類については、「[コンデンサの選択](#)」セクションを参照してください。

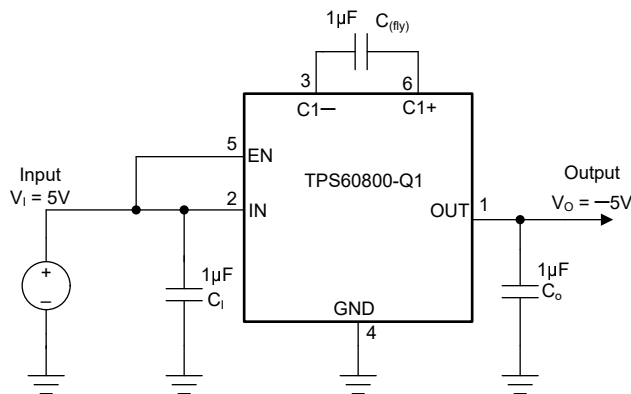


図 8-1. 代表的な動作回路

8.2.1 設計要件

TPS60800-Q1 は反転型 DC/DC コンバータとして使用され、1.8V ~ 5.25V の範囲の入力電圧から非安定化の負の出力電圧を生成できます。さらに、最大 200mA の出力電流能力を備えています。

8.2.2 詳細な設計手順

最大出力電流と最高の性能を実現するために、3 つの 1μF のセラミックコンデンサ (TPS60800-Q1) を推奨します。電流が小さい場合や、許容される出力電圧リップルが大きい場合は、他のコンデンサも使用できます。出力コンデンサの最小値は 1μF とすることを推奨します。フライングコンデンサが 1μF より小さい場合、最大出力電力が減少します。

8.2.2.1 コンデンサの選択

出力抵抗を最小限に抑えるには、低 ESR のコンデンサを使用します (表 8-1 を参照)。チャージポンプの出力抵抗は、 $C_{(fly)}$ と C_O ESR の関数です。したがって、チャージポンプコンデンサの ESR を最小化すると、総出力抵抗が最小化されます。コンデンサの値は、必要な出力電流、出力ノイズ、およびリップル要件と密接に関連しています。同じタイプの 1μF コンデンサのみを使用できます。セラミックコンデンサは通常、ESR 定格が最小なため、出力電圧リップルを最小限に抑えます。

8.2.2.2 入力コンデンサ (C_I)

入力電源をバイパスして、AC インピーダンスと、TPS60800-Q1 スイッチングノイズの影響を低減します。推奨されるバイパスは、回路構成と負荷が接続されている場所によって異なります。インバータの負荷が OUT から GND になると、電源からの電流が $2 \times I_O$ とゼロの間で切り替わります。したがって、電源の AC インピーダンスが高い場合は、大きなバイパス

コンデンサ (C_{fly}) の値と同じなど) を使用します。インバータの負荷が IN から OUT の間にあるとき、短いスイッチング スパイクを除いて、この回路は常に $2 \times I_O$ を引き込みます。0.1 μF バイパス コンデンサで十分です。

8.2.2.3 フライイング コンデンサ (C_{fly})

フライイング コンデンサのサイズを大きくすると、出力抵抗が小さくなります。値を小さくすると、出力抵抗が大きくなります。特定のポイントを超えると、 C_{fly} の容量の増加による影響は無視できる範囲になります。これは、出力抵抗が内部スイッチ抵抗とコンデンサ ESR によって支配されるようになるためです。

8.2.2.4 出力コンデンサ (C_O)

出力コンデンサの値を大きくすると、出力リップル電圧が減少します。ESR を小さくすると、出力抵抗とリップルの両方が減少します。より高い出力リップルを許容できる場合は、軽負荷でより小さい容量値を使用できます。ピークツーピーク リップルを計算するには、式 6 を使用します。

$$V_{O(\text{ripple})} = \frac{I_O}{f_{\text{OSC}} \times C_O} + 2 \times I_O \times \text{ESR}_{C_O} \quad (6)$$

表 8-1. コンデンサの推奨値

デバイス	V_I [V]	I_O [mA]	C_I [μF]	C_{fly} [μF]	C_O [μF]
TPS60800-Q1	1.8V ~ 5.25V	100	1	1	1
TPS60800-Q1	2.5V ~ 5.25V	200	1	1	1

表 8-2. 推奨コンデンサ

製造元	部品番号	サイズ	容量	タイプ
Murata (村田製作所)	GCM188R71E105KA64D	0603	1 μF	セラミック
TDK	CGA3E1X7R1E105K080AE	0603	1 μF	セラミック

8.2.2.5 電力散逸

「[熱に関する情報](#)」に記載されているように、TPS60800-Q1 の熱抵抗 $R_{\theta\text{JB}}$ は 109.1°C/W です。 $R_{\theta\text{JB}}$ は、デバイスの接合部温度と周囲の基板温度との間の熱抵抗を表します。以下の式は、デバイスの接合部温度が 125°C を超えないことを条件に、フル パワー条件で許容される最高基板温度を計算します。

熱抵抗 $R_{\theta\text{JB}}$ は式 7 を使用して計算できます。

$$R_{\theta\text{JB}} = \frac{T_J - T_B}{P_D} \quad (7)$$

ここで

T_J は接合部温度、 T_B は基板温度、 P_D はデバイスによって消費される電力です。

最大消費電力は、次の式 8 を使用して計算できます。

$$P_D = V_I \times I_I - V_O \times I_O = V_{I(\text{max})} \times (I_O + I_{\text{Supply}}) - V_O \times I_O \quad (8)$$

最大消費電力は、最大入力電圧と最大出力電流のときに発生します。

最大負荷時の最大電源電流は 1mA です (式 9 を参照)。

$$P_D = 5V \times (200\text{mA} + 1\text{mA}) - 4.15V \times 200\text{mA} = 175\text{mW} \quad (9)$$

この最大電力定格と熱抵抗 $R_{\theta\text{JB}}$ により、基板温度を上回る最大接合部温度の上昇は、式 10 を使用して計算できます。

$$\Delta T_J = R_{\theta\text{JB}} \times P_D = 109.1^\circ\text{C/W} \times 175\text{mW} = 19.09^\circ\text{C} \quad (10)$$

この式は、消費電力が、基板温度に対する T_J を 20°C 未満増大させることを意味します。

デバイスの接合部温度が 125°C を超えないようにする必要があります。

この制限により、式 11 で示される基板温度まで IC を簡単に使用できます。

$$T_B = T_{J(\max)} - \Delta T_J = 125^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 105^{\circ}\text{C} \quad (11)$$

8.2.3 アプリケーション曲線

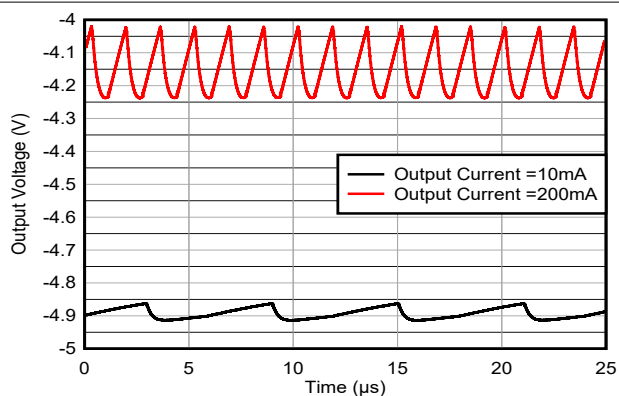


図 8-2. TPS60800-Q1 の出力電圧と時間との関係

8.3 システム例

8.3.1 RC ポスト フィルタ

出力電圧リップルを低減するため、以下の図に示すように RC ポスト フィルタを使用できます。

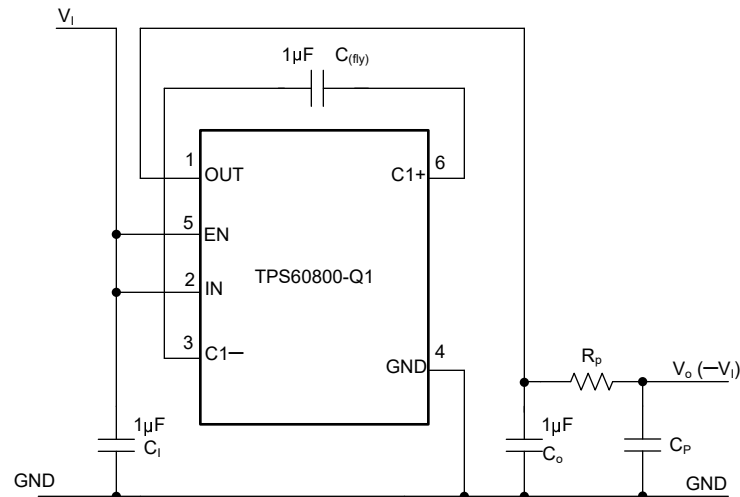


図 8-3. RC ポスト フィルタを使用した TPS60800-Q1

出力フィルタは、抵抗 (R_p) とコンデンサ (C_p) を使用して簡単に形成できます。カットオフ周波数は、式 12 で求められます。

$$f_c = \frac{1}{2 \times \pi \times R_p \times C_p} \quad (12)$$

また、 V_o/V_{OUT} の比は、式 13 で求められます。

$$\left| \frac{V_o}{V_{OUT}} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (2 \times \pi \times f \times R_p \times C_p)^2}} \quad (13)$$

$$\text{with } R_p = 50\Omega, C_p = 0.1\mu\text{F and } f = 250\text{kHz} : \left| \frac{V_o}{V_{OUT}} \right| = 0.125 \quad (14)$$

この式は、フィルタの AC リップル電圧の出力と入力との関係のみを示しています。

8.3.2 レール スプリッタ

スイッチト コンデンサ電圧インバータは、高効率のレール スプリッタとして構成できます。この回路はバイポーラ電源を提供し、オペアンプなどのデュアルレール IC に電力を供給するバッテリー駆動システムで役立ちます。さらに、SOT563 パッケージとその関連部品は、必要な基板面積もごくわずかです。

図 8-4 の V_I と GND の間 (またはデバイスの IN と OUT の間) の最大入力電圧は、5.5V を超えないようにする必要があります。

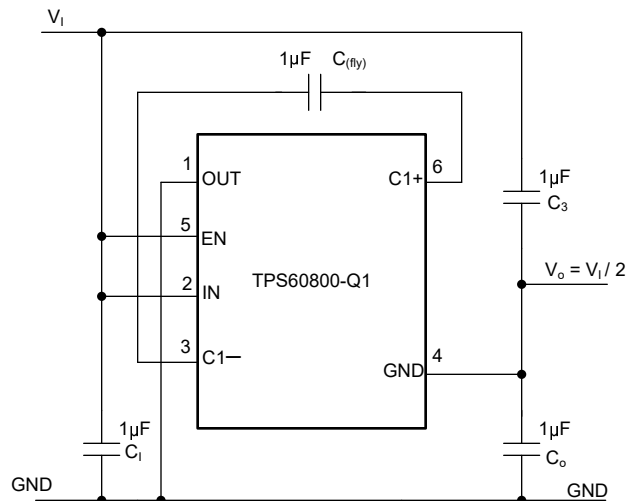


図 8-4. 高効率レール スプリッタとしての TPS60800-Q1

電源を印加した後、フライング コンデンサ (C_{fly}) は出力コンデンサ C_3 と C_O を交互に接続します。この動作により、これらのコンデンサの電圧が等しくなり、出力を $1/2V_I$ に維持するために、必要に応じて V_I から V_O に電流を引き込みます。

8.3.3 ダブラ、インバータを結合

アプリケーションでは、図 8-5 に示すように、 $-V_I$ および $2 \times V_I$ ($V_{(pos)}$) のレベルの電圧レールを生成できます。

コンデンサ C_i 、 C_{fly} 、 C_O がインバータを形成し、 $C1$ および $C2$ がダブラを形成します。 $C1$ と C_{fly} はフライング コンデンサで、 C_O と $C2$ は出力コンデンサです。インバータとダブラはどちらもチャージ ポンプ回路の一部を使用しているため、どちらかの出力に負荷をかけると、両方の出力が GND に向かって低下します。2 つの出力から引き込まれる電流の合計が $200mA$ を超えないようにしてください。 $V_{(pos)}$ での最大出力電流は、 $100mA$ を超えないようにする必要があります。負の出力に負荷がある場合、この電流をさらに減らす必要があります。

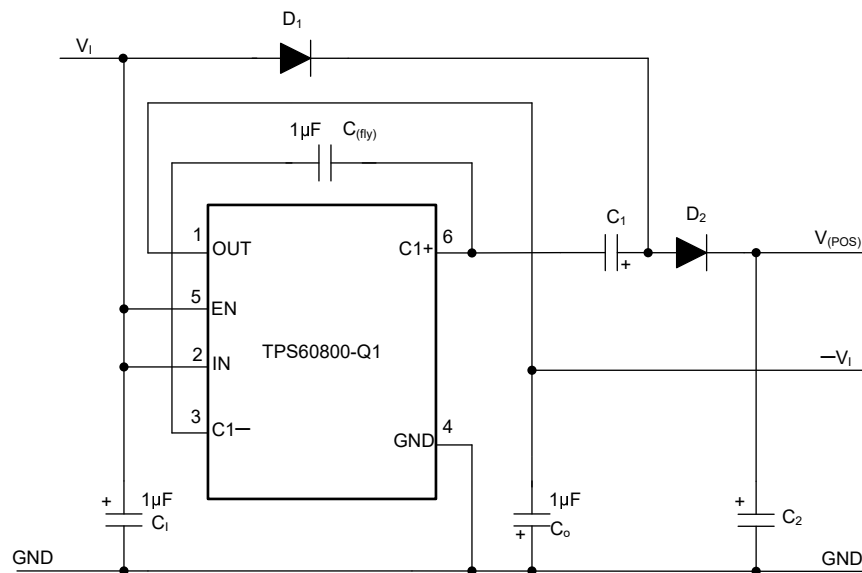


図 8-5. ダブラ、インバータとして使用される TPS60800-Q1

8.3.4 デバイスのカスケード接続

2 つのデバイスをカスケード接続することで、さらに大きな負電圧を生成できます (図 8-6 を参照)。無負荷時の出力電圧は通常 $-2 \times V_I$ ですが、この量は最初のデバイスの出力抵抗と 2 番目の静止電流を乗算した分、わずかに減少します。3 つ以上のデバイスをカスケード接続すると、出力抵抗が大幅に上昇します。

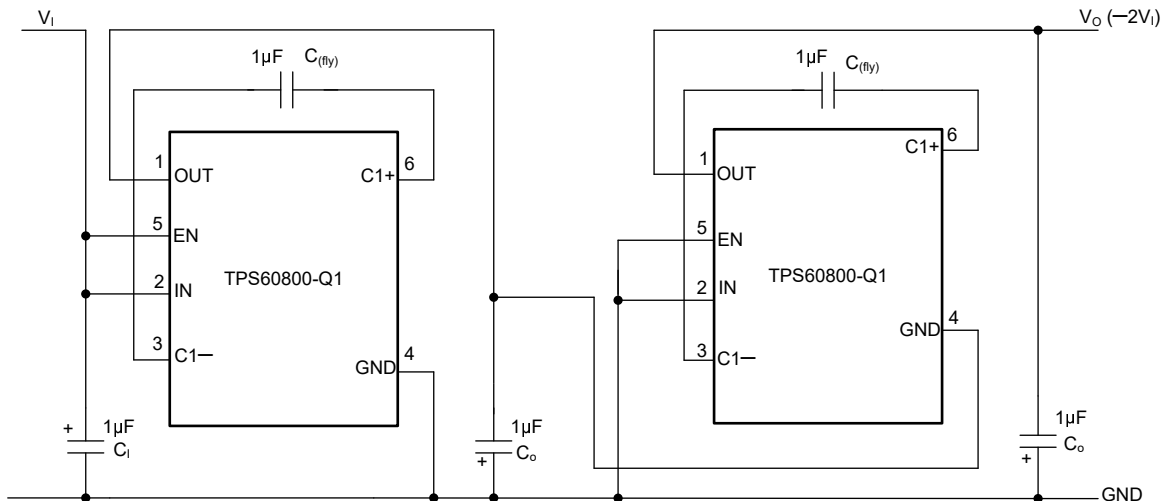


図 8-6. 2 倍インバータ

8.3.5 デバイスの並列接続

図 8-7 に示すように、このアプリケーションでは 2 つ以上の並列を使用して、出力電流を増やすことができます。

複数の TPS60800-Q1 を並列接続すると、出力抵抗を低減できます。各デバイスはフライング コンデンサ (C_{fly}) を必要としますが、出力コンデンサ (C_o) はすべてのデバイスに対応します。 C_o の値を n 倍に増やします。 n は並列デバイスの数です。出力抵抗の計算を、式 2 に示します。

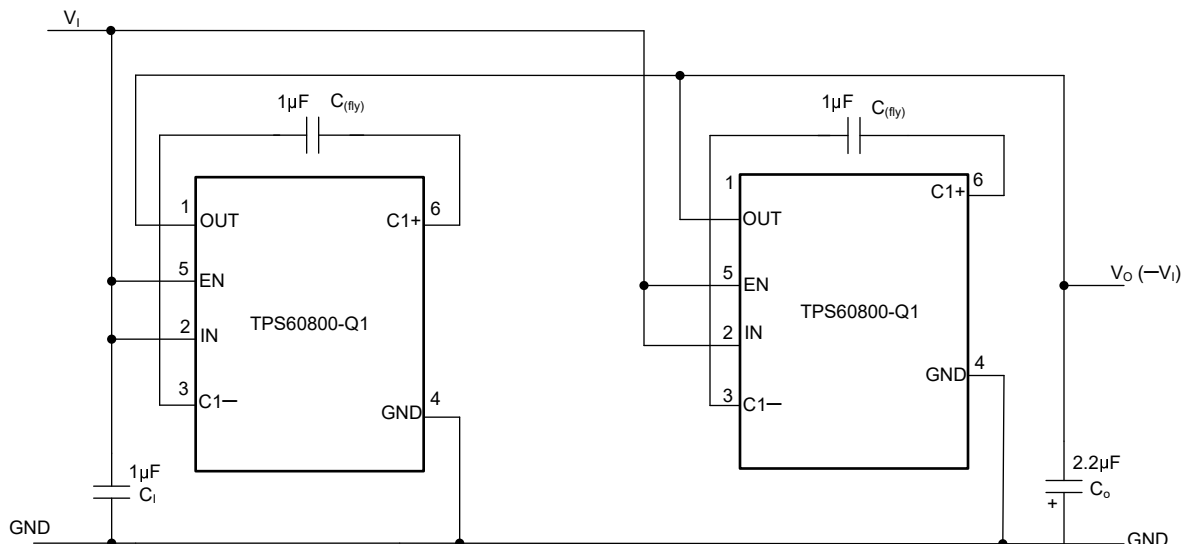


図 8-7. デバイスの並列接続

8.3.6 降圧チャージポンプ

アプリケーションは、図 8-9 に示すように、入力電圧の 1/2 出力電圧を生成します。

GND を OUT と交換する (GND ピンを OUT に、OUT ピンを GND に接続する) ことで、降圧チャージポンプを簡単に構成できます。最初のサイクルでは S1 と S3 が閉じられ、C_O が直列接続された C_(fly) が充電されます。同じ静電容量を仮定すると、C_(fly) と C_O の両端間電圧は 2 つのコンデンサ間で均等に分割されます。2 回目のサイクルでは、S2 と S4 が閉じられ、V_I/2 の両端のコンデンサが並列接続されます。

回路図の V_I と GND の間 (またはデバイスの IN と OUT の間) の最大入力電圧は、5.5V を超えないようにする必要があります。

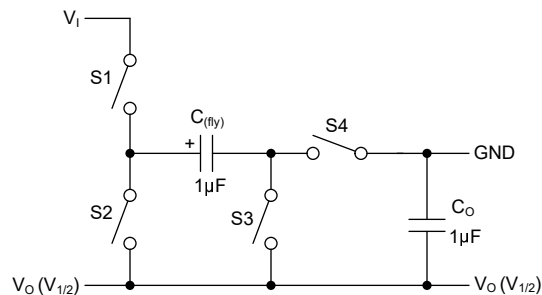


図 8-8. 降圧の原理

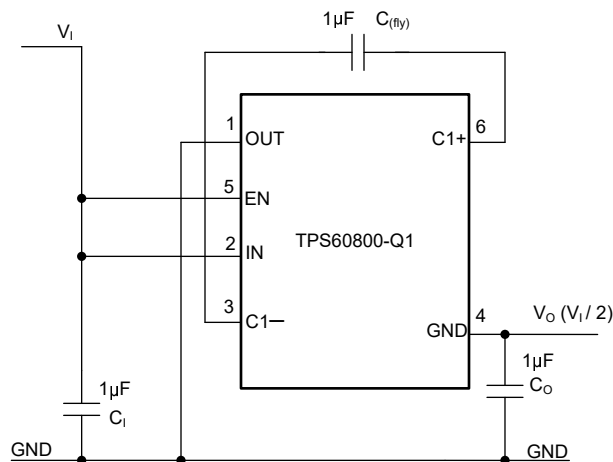


図 8-9. 降圧チャージポンプの接続

8.4 電源に関する推奨事項

TPS60800-Q1 ファミリーには、電源に対する特別な要件はありません。電源出力は、TPS60800-Q1 の供給電圧、出力電圧、および出力電流に応じて定格されている必要があります。

8.5 レイアウト

8.5.1 レイアウトのガイドライン

すべてのコンデンサは、IC ピンにできる限り近づけて半田付けしてください。図 8-10 に、2 層基板の PCB レイアウト案を示します。出力電圧リップル性能を最適化するため、すべてのコンデンサを回路にできる限り近づけて接続するよう注意してください。レイアウトの詳細については、製品フォルダ内の評価基板のユーザーガイドをご覧ください。

8.5.2 レイアウト例

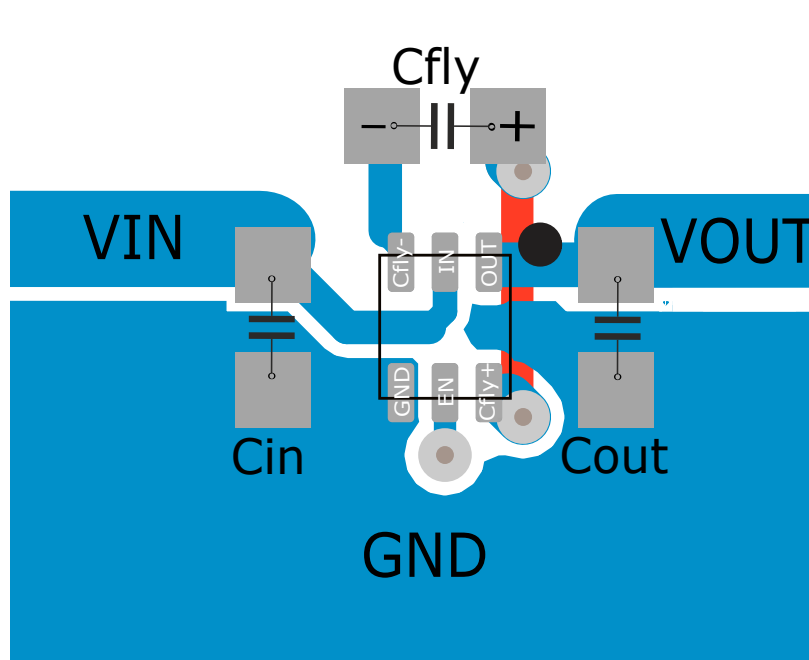


図 8-10. TPS60800-Q1 の推奨 PCB レイアウト (上層)

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 デバイス サポート

9.1.1 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

9.2 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 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。

9.3 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。

9.4 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。

9.5 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。

9.6 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。

10 改訂履歴

日付	改訂	注
May 2025	*	初版リリース

11 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、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。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)
TPS60800QDRLRQ1	Active	Production	SOT-5X3 (DRL) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	LAMY

(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.

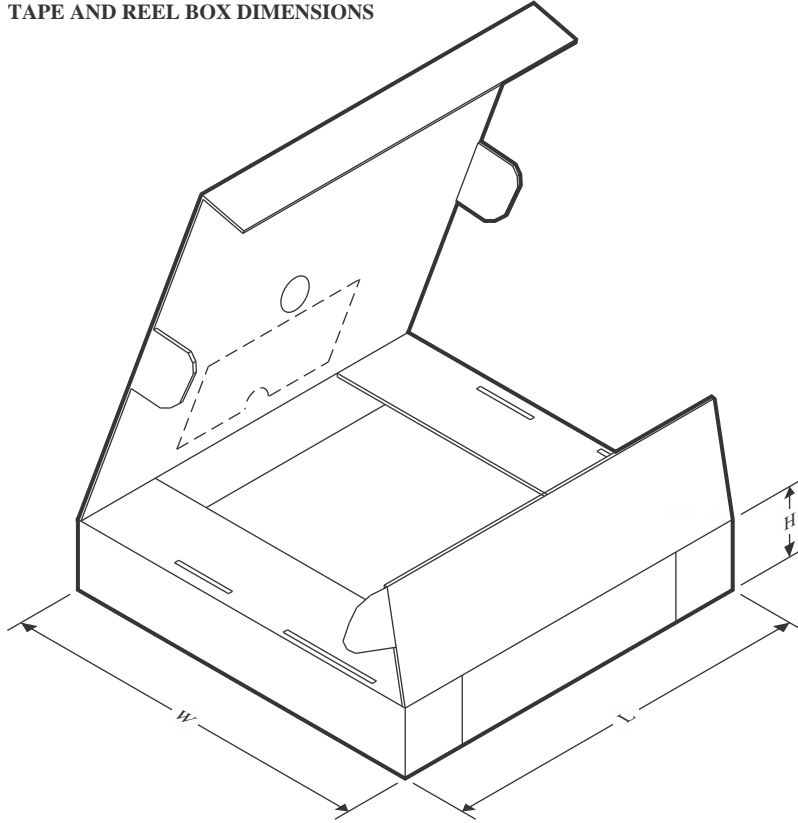
TAPE AND REEL INFORMATION



*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
TPS60800QDRLRQ1	SOT-5X3	DRL	6	3000	180.0	8.4	2.0	1.8	0.75	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



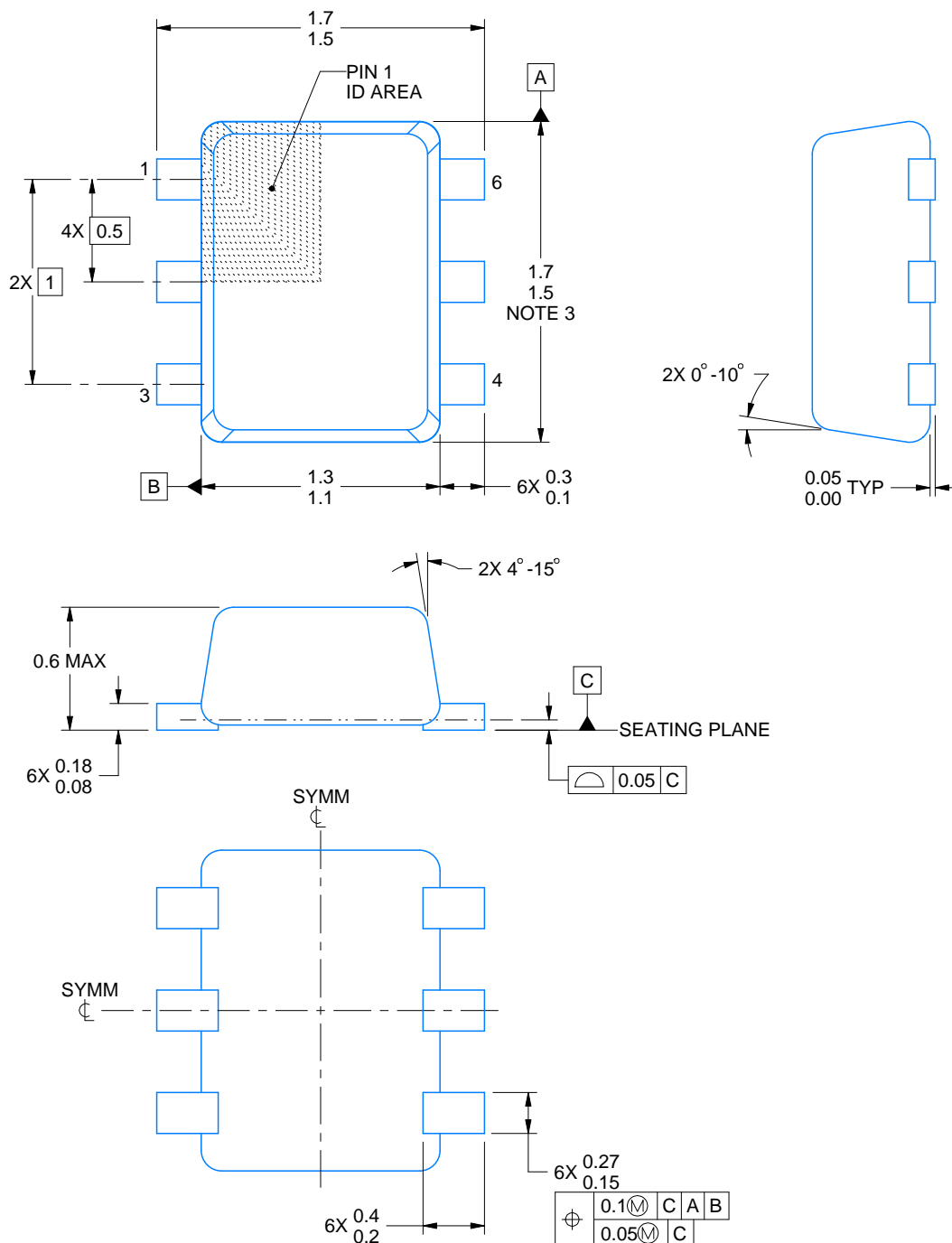
*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS60800QDRLRQ1	SOT-5X3	DRL	6	3000	210.0	185.0	35.0



SOT - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



4223266/F 11/2024

NOTES:

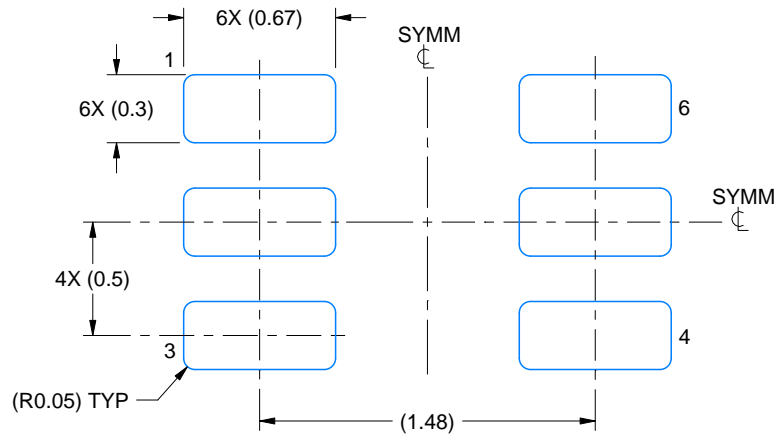
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. Reference JEDEC registration MO-293 Variation UAAD

EXAMPLE BOARD LAYOUT

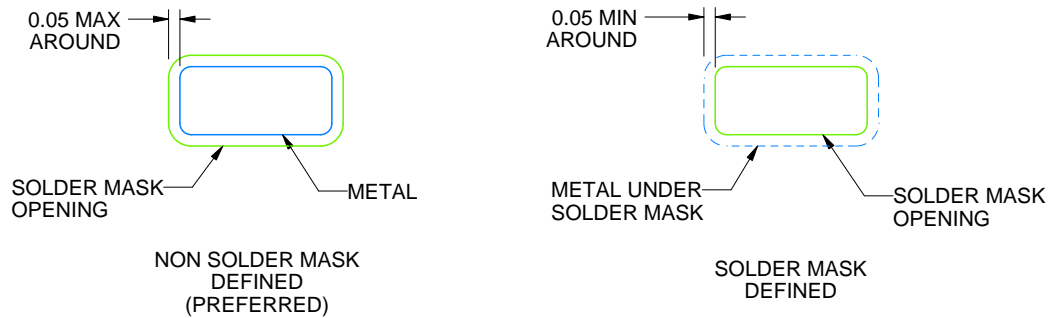
DRL0006A

SOT - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:30X



SOLDERMASK DETAILS

4223266/F 11/2024

NOTES: (continued)

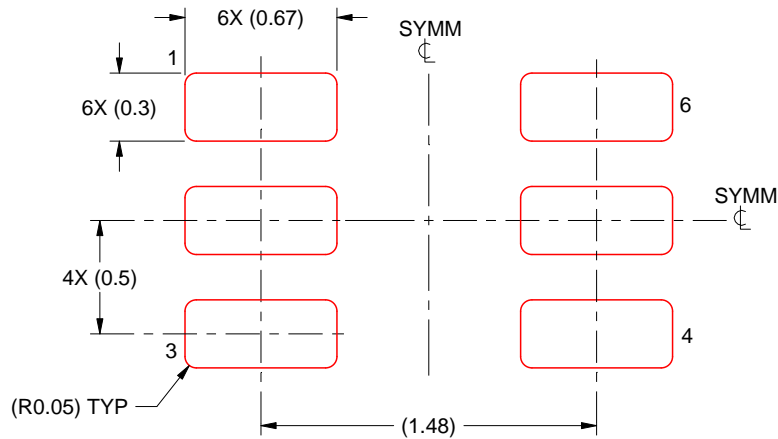
5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
7. Land pattern design aligns to IPC-610, Bottom Termination Component (BTC) solder joint inspection criteria.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DRL0006A

SOT - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



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

4223266/F 11/2024

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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、TI は一切の責任を拒否します。

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](https://www.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