TPS1HC30-Q1、30mΩ、5A、シングル チャネル、車載スマート ハイサイド スイッチ

1 特長

- 包括的な診断機能を備えたシングル チャネルの車載用スマート ハイサイド パワー スイッチ
  - 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
- 広い動作電圧範囲:3V～28V
- 低いスタンバイ電流:85℃ で 2.5µA
- 動作時の接合部温度:–40 ～ 150°C
- 1.8V、3.3V、5V のロジック互換
- フォルト検出電圧スケーリングによる ADC 保護
- プログラマブル電流制限、3.5A で精度 ±15%
- 高精度の電流センス:1A で ±6%
- 保護
  - 過負荷および短絡保護
  - 誘導性負荷の負電圧クランプ
  - 低電圧誤動作防止 (UVLO) 保護
  - 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
  - GND および電源喪失時の保護
  - 逆極性バッテリ保護
- 診断機能
  - オンおよびオフ状態の出力の負荷開放とバッテリ短絡の検出
  - 過負荷およびグランドへの短絡の検出
  - サーマル シャットダウンおよびスイング検出
- 認定
  - 車載アプリケーション用に AEC-Q100 認定済み:
    - 温度グレード 1:-40°C ～ +125°C、T_A
  - 電気過渡的外乱への耐性に関する ISO7637-2 および ISO16750-2 認証
- 熱特性強化型 14 ピン PWP パッケージ

2 アプリケーション

- 車載ディスプレイ・モジュール
- ADAS モジュール
- コンフォート・シート・モジュール
- HVAC (エアコン) 制御モジュール
- ボディ・コントロール・モジュール

3 説明

TPS1HC30-Q1 デバイスは各種の保護機能を搭載したハイサイド パワー スイッチで、NMOS パワー FET とチャージ ポンプを内蔵しており、各種負荷をインテリジェントに制御することを目標にしています。高精度の電流センスとプログラマブル電流制限機能により、このデバイスを市場で差別化できます。

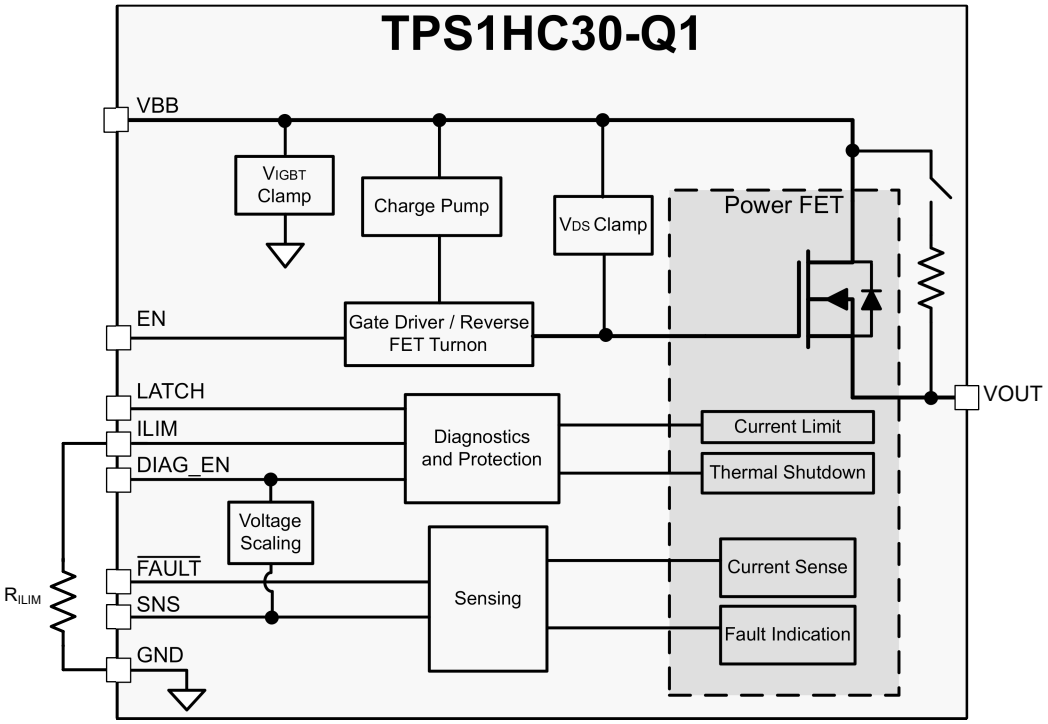
低ロジック高スレッショルド、V_{IH}、1.5V の入力ピンにより、マイコンを 1.8V までで使用できます。高精度の電流検出により、キャリブレーションを追加することなく、さらに優れたリアルタイム監視効果と高精度の診断機能が実現されます。外部の高精度電流制限機能により、アプリケーションごとに電流制限値を設定できます。本デバイスは、スタートアップまたは短絡状態時に突入電流を効果的にクランプすることで、システムの信頼性を大きく向上させます。TPS1HC30-Q1 デバイスは、省電力電球、LED、リレー、ソレノイド、ヒーターなど、幅広い種類の抵抗性、誘導性、容量性負荷のためのハイサイド パワー スイッチとして使用できます。

パッケージ情報

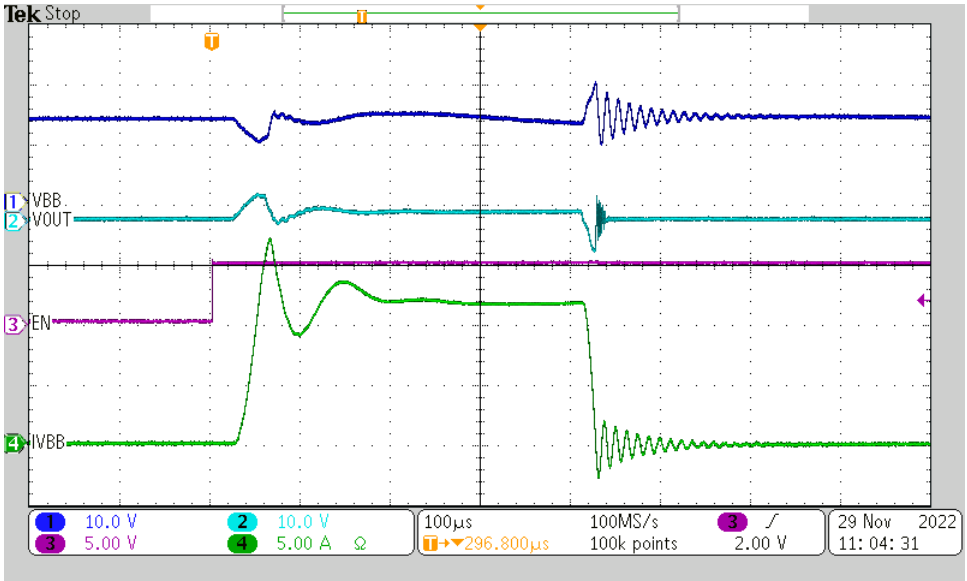
部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ(2)
TPS1HC30-Q1	PWP (HTSSOP、14)	5mm × 6.4mm

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

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



機能ブロック図



電流制限アプリケーション

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 ピン構成および機能.....4
5 仕様.....6
5.1 絶対最大定格.....6
5.2 ESD 定格.....6
5.3 推奨動作条件.....6
5.4 熱に関する情報.....7
5.5 電気的特性.....7
5.6 SNS タイミング特性.....10
5.7 スイッチング特性.....10
5.8 代表的特性.....12
6 パラメータ測定情報.....17
7 詳細説明.....19
7.1 概要.....19
7.2 機能ブロック図.....20
7.3 機能説明.....20
7.4 デバイスの機能モード.....36
8 アプリケーションと実装.....38
8.1 使用上の注意.....38
8.2 代表的なアプリケーション.....38
8.3 電源に関する推奨事項.....42
8.4 レイアウト.....42
9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....45
9.1 ドキュメントのサポート.....45
9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....45
9.3 サポート・リソース.....45
9.4 商標.....45
9.5 静電気放電に関する注意事項.....45
9.6 用語集.....45
10 改訂履歴.....45
11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....46

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 ピン構成および機能

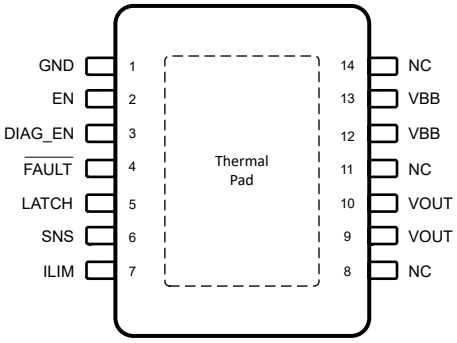


図 4-1. PWP パッケージ、14 ピン HTSSOP (上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン		タイプ(1)	説明
番号	名称		
1	GND	P	デバイスのグランド。抵抗とダイオードのグランド ネットワークに接続すると、逆バッテリ保護を行うことができます。
2	EN	I	チャネルのアクティブ化用入力制御、内部プルダウン
3	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
4	$\overline{\text{FAULT}}$	O	オープンドレインの全体的な故障出力。$\overline{\text{FAULT}}$、$\overline{\text{FLT}}$、または故障ピンを基準とします。
5	LATCH	I	サーマル シャットダウンの動作、ラッチオフまたは自動リトライ、内部プルダウン
6	SNS	O	センス比に基づく対応するセンス値を出力
7	ILIM	O	調整可能な電流制限。外部電流制限を使用しない場合は、グランドに短絡するかフローティングのままにします。
8、11、14	NC	該当なし	内部接続なし
9、10	VOUT	P	ハイサイド スイッチの出力、負荷に接続
12、13	VBB	P	電源
サーマル パッド	パッド	—	サーマルパッド、内部でグランドに短絡

(1) P = 電源、I = 入力、O = 出力

未使用ピンの推奨接続:

TPS1HC30-Q1 は、診断機能および保護機能の拡張セットを提供するよう設計されています。ただし、システム設計で許容される I/O 接続の数が限られている場合、一部のピンはオプションと見なすことができます。

表 4-2. オプション ピンの接続

ピン名	未使用時は接続	未使用時の影響
SNS	1kΩ 抵抗を介したグランド	アナログ センス機能は利用できません。
LATCH	R_{PROT} 抵抗を介したフロートまたはグランド	LATCH を使用しない場合、デバイスはフォルト後に自動で再試行を試みます。ラッチされた動作は必要だがシステムで許容される I/O は限定されている場合、1 つのマイコン出力を使用して、複数のハイサイド チャネルのラッチ機能を制御できます。
ILIM	浮動	ILIM ピンがフローティングのままになると、デバイスはデフォルトの内部電流制限スレッショルドに設定されます。この影響は、デバイスのフォルト状態とみなされます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 4-2. オプション ピンの接続 (続き)

ピン名	未使用時は接続	未使用時の影響
DIA_EN	R_{PROT} 抵抗を介したフロートまたはグランド	DIA_EN を使用しない場合、アナログ センス、開放負荷、バッテリ短絡の診断機能は使用できません。

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) (1)

		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)		36	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_{EN}	イネーブル・ピン電流、I_{EN}	-1	20	mA
イネーブル・ピン電圧、V_{EN}		-1	7	V
診断イネーブル・ピンの電流、I_{DIA_EN}		-1	20	mA
診断イネーブル・ピン電圧、V_{DIA_EN}		-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	5.5	V
ラッチ ピン電流、I_{LATCH}		-1	10	mA
ラッチ ピン電圧、V_{LATCH}		-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。

5.2 ESD 定格

				値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電(1)	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002、分類レベル 2 準拠 (2)	VS と VOUT を除くすべてのピン	±2000	V
			VS 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。

5.3 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)(1)

		最小値	最大値	単位
V_{VBB_NOM}	公称電源電圧 (1)	3.5	18	V
V_{VBB_EXT}	拡大電源電圧(2)	2.6	28	V
V_{VBB_SC}	電源電圧への短絡対応能力		28	V
V_{EN}	イネーブル電圧	-1	5.5	V
V_{DIA_EN}	診断イネーブル電圧	-1	5.5	V
V_{LATCH}	ラッチ電圧	-1	5.5	V
V_{SNS}	センス電圧	-1	7	V

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)(1)

		最小値	最大値	単位
T_A	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) デバイスは拡張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、『セクション 8.3』を参照してください

5.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)(2)		TPS1HC30-Q1 PWP (HTSSOP) 14 ピン	単位
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	44.2	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	33.8	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	19.2	°C/W
ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	1.4	°C/W
ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	19.2	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	5.0	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、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。

5.5 電気的特性

V_{BB} = 6V ～ 28V、T_A = –40°C ～ 125°C (特に記述のない限り)。標準的なアプリケーションは 13.5V、10Ω、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_{Clamp}	VDS クランプ電圧		T_J = 25°C	35		43	V
			T_J = –40°C～150°C	33		45	V
V_{UVLOR}	V_{BB} 低電圧誤動作防止の立ち上がり電圧	デバイスの GND ピンに関して測定		3.0	3.5	4.0	V
V_{UVLOF}	V_{BB} 低電圧誤動作防止の立ち下がり電圧			2.4	2.6	3.0	V
I_{SB}	スタンバイ電流 (MOSFET チャネルを含むデバイスの合計リーク電流)	V_{BB} ≤ 18V、V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0 V、V_{OUT} = 0 V	T_J = 25°C			0.3	µA
			T_J = 85°C			2.5	µA
			T_J = 125°C			9	µA
$I_{OUT(STANDBY)}$	出力リーク電流	V_{BB} ≤ 18V、V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V	T_J = 25°C		0.01	0.3	µA
			T_J = 85°C			2.5	µA
I_{DIA}	DIAGNOSTIC モードでの消費電流	V_{BB} ≤ 18V、I_{SNS} = 0mA V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V、V_{OUT} = 0V			1.3	3	mA
I_Q	静止電流チャネルを有効化	V_{BB} ≤ 28V V_{EN} = V_{DIA_EN} = 5V、I_{OUTx} = 0A			1.6	3	mA
IL_{NOM}	連続負荷電流	チャネルが有効、T_{AMB} = 85°C			4.5		A
t_{STBY}	スタンバイモード遅延時間	V_{ENx} = V_{DIA_EN} = 0V ～スタンバイ			20		ms
Ron の特性							
R_{ON}	逆極性オン抵抗 (MOSFET チャネルとダイのメタライゼーションを含む)	6 V ≤ V_{BB} ≤ 28V、I_{OUT} = 1A	T_J = 25°C		30		mΩ
			T_J = 150°C			57	mΩ
		3V ≤ V_{BB} ≤ 6V、I_{OUT} = 1A	T_J = 25°C			57	mΩ
			T_J = 150°C			75	mΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 6V ～ 28V、T_A = –40°C ～ 125°C (特に記述のない限り)。標準的なアプリケーションは 13.5V、10Ω、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
$R_{ON(REV)}$	逆極性時のオン抵抗	–18V ≤ V_{BB} ≤ –6V	T_J = 25°C		30		mΩ
			T_J = 150°C			57	mΩ
V_F	ソース-ドレイン間ボディダイオード電圧	V_{EN} = 0 V、I_{OUT} = -1A		0.3	0.7	1	V
電流センス特性							
K_{SNS}	電流センス比 I_{OUT} / I_{SNS}	I_{OUT} = 1.5A			1560		
I_{SNSI}	電流センスの電流と精度	V_{BB} > V_{BB_ISNS}、V_{EN} = V_{DIA_EN} = 5V	I_{OUT} = 6A		3.8		mA
				-3		3	%
			I_{OUT} = 3A		1.92		mA
				-4		4	%
			I_{OUT} = 1.5A		0.96		mA
				-4		4	%
			I_{OUT} = 750mA		0.48		mA
				-6		6	%
			I_{OUT} = 300mA		0.192		mA
				-10		10	%
			I_{OUT} = 150mA		0.096		mA
				-15		15	%
			I_{OUT} = 75mA		0.0481		mA
				-25		25	%
			I_{OUT} = 30mA		0.0192		mA
				-40		40	%
			I_{OUT} = 15mA		0.0096		mA
				-60		60	%
			I_{OUT} = 7.5mA		0.0048		mA
				-80		80	%
SNS 特性							
V_{SNSFH}	V_{SNS} フォルト high-レベル	V_{DIA_EN} = 5V		4.2	5	5.77	V
		V_{DIA_EN} = 3.3V		3.3	3.5	3.75	V
		V_{DIA_EN} = V_{IH}		2.8	3.15	3.5	V
I_{SNSFH}	I_{SNS} フォルト high-レベル	V_{DIA_EN} > $V_{IH,DIAG_EN}$			6.6		mA
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_{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} = 5V		6.5			V
電流制限特性							
I_{CL_LINPK}	線形モードのピーク	T_J = -40°C ～ 150°C dI/dt < 0.01A/ms	R_{ILIM} = 7.15kΩ ～ 71.5kΩ			1.4 × I_{CL}	A
I_{CL_ENPS}	永久短絡を有効化するピーク電流	T_J = –40°C～150°C	R_{ILIM} = 7.15kΩ ～ 71.5kΩ			2 × I_{CL}	A

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 6V ～ 28V、T_A = –40°C ～ 125°C (特に記述のない限り)。標準的なアプリケーションは 13.5V、10Ω、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
I_{OVCR}	スイッチが有効な時に短絡が発生した場合の OVCR ピーク電流しきい値	T_J = –40°C～150°C	R_{ILIM} ≥ 35kΩ			15	A
			15kΩ ≤ R_{ILIM} < 35kΩ			23	A
			R_{ILIM} < 15kΩ			33	A
I_{CL}	I_{CL} 電流制限しきい値(1)	T_J = –40°C ～ 150°C、VDS = 3V	R_{ILIM} = GND	9.1	13	16.9	A
			R_{ILIM} = オープン、または範囲外		5		A
K_{CL}	電流制限比(1)	T_J = –40°C ～ 150°C、VDS = 3V	R_{ILIM} = 7.15kΩ	65.6	87.5	109.4	A * kΩ
			R_{ILIM} = 25kΩ	76.5	90	103.5	A * kΩ
			R_{ILIM} = 71.5kΩ	69	95	115	A * kΩ
フォルト特性							
R_{VOL}	開放負荷 (OL) 検出内部プルアップ抵抗	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V			150		kΩ
t_{OL}	開放負荷 (OL) 検出デグリッチ時間	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V、V_{BB}– V_{OUT} < V_{OL} のとき、t_{OL} よりも長い持続時間。開放負荷が検出されました。			400	1000	µs
V_{OL}	開放負荷 (OL) 検出電圧	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V				1.5	V
V_{FLT}	$\overline{FLT}$ low 出力電圧	I_{FLT}= 2.5mA				0.5	V
t_{OL1}	EN 立ち下がりからの OL および STB 表示時間	V_{EN} = 5V ～ 0V、V_{DIA_EN} = 5V I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = V_{BB} - V_{OL}			500	1000	µs
t_{OL2}	DIA_EN 立ち上がりからの OL および STB 表示時間	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = V_{BB} - V_{OL}				1000	µs
T_{ABS}	サーマル シャットダウン				165		°C
T_{REL}	相対サーマル シャットダウン				85		°C
T_{HYS}	サーマル シャットダウン ヒステリシス				25		°C
t_{FAULT_FLT}	フォルト表示時間	V_{DIA_EN} = 5V フォルトと $\overline{FLT}$ アサート間の時間				60	µs
t_{FAULT_SNS}	フォルト表示時間	V_{DIA_EN} = 5V V FAULT と I_{SNS} 間の時間 (V_{SNSFH})				60	µs
t_{RETRY}	再試行時間	フォルト・シャットダウンからスイッチ再有効化 (サーマル シャットダウン) までの時間。		1	2	3	ms
EN ピンの特性							
$V_{IL,EN}$	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし				0.8	V
$V_{IH,EN}$	高レベルの入力電圧。	GND ネットワークなし		1.5			V
$V_{IHYS,EN}$	入力電圧ヒステリシス				280		mV
R_{EN}	内部プルダウン抵抗。			200	350	500	kΩ
$I_{IL,EN}$	低レベルの入力電流	V_{EN} = 0.8V			2.2		µA
$I_{IH,EN}$	高レベルの入力電流	V_{EN} = 5V			14		µA
DIA_EN ピンの特性							
V_{IL,DIA_EN}	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし				0.8	V
V_{IH,DIA_EN}	高レベルの入力電圧。	GND ネットワークなし		1.5			V
V_{IHYS,DIA_EN}	入力電圧ヒステリシス				280		mV
R_{DIA_EN}	内部プルダウン抵抗。			100	250	500	kΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 6V ～ 28V、T_A = –40°C ～ 125°C (特に記述のない限り)。標準的なアプリケーションは 13.5V、10Ω、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
I_{IL,DIA_EN}	低レベルの入力電流	V_{DIA_EN} = 0.8V		2.2		µA
I_{IH,DIA_EN}	高レベルの入力電流	V_{DIA_EN} = 5V		14		µA
LATCH の PIN 特性						
$V_{IL,LATCH}$	低レベルの入力電圧	GND ネットワークなし			0.8	V
$V_{IH,LATCH}$	高レベルの入力電圧。	GND ネットワークなし	1.5			V
$V_{IHYS,LATCH}$	入力電圧ヒステリシス			280		mV
R_{LATCH}	内部プルダウン抵抗。		0.7	1	1.3	MΩ
$I_{IL,LATCH}$	低レベルの入力電流	V_{LATCH} = 0.8V		2.2		µA
$I_{IH,LATCH}$	高レベルの入力電流	V_{LATCH} = 5V		14		µA

(1) 電流制限レギュレーション値は、VDS 電圧の上昇によって変化します。詳細については、セクション 7.3.2 を参照してください

5.6 SNS タイミング特性

V_{BB} = 6V ～ 18V、T_J = –40°C ～ +150°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
SNS タイミング-電流センス						
$t_{SNSION1}$	V_{DIA_EN} の DIA_EN 50%に対する立ち上がりエッジから 90%の安定した ISNS までのセトリングタイム	V_{ENx}= 5V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ、I_L = 1A			30	µs
		V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ、I_L = 30mA			30	µs
$t_{SNSION2}$	$V_{DIA_EN}V_{EN}$ の DIA_EN 50%に対する立ち上がりエッジから 90%の安定した ISNS までのセトリングタイム	V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V VBB = 13.5V R_{SNS} = 1kΩ、R_{LOAD} = 10Ω			150	µs
$t_{SNSION3}$	DIA_EN HI による EN の立ち上がりエッジのセトリングタイム、$V_{DIA_EN}V_{EN}$ の 50% ～ 90%の安定した ISNS	V_{EN} = 0V ～ 5V、V_{DIA_EN} = 5V VBB = 13.5V R_{SNS} = 1kΩ、R_{LOAD} = 10Ω			150	µs
$t_{SNSIOFF}$	DIA_EN の立ち下がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 5V ～ 0V VBB = 13.5V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 10Ω			20	µs
$t_{SETTLEH}$	負荷ステップの立ち上がりエッジのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 5V R_{SNS} = 1kΩ、I_{OUT} = 0.5A ～ 3A			20	µs
$t_{SETTLEL}$	負荷ステップの立ち下がりエッジのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 5V R_{SNS} = 1kΩ、I_{OUT} = 3A ～ 0.5A			20	µs

5.7 スイッチング特性

V_{BB} = 13.5V、T_J = –40°C ～ +150°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}	チャネルターンオン遅延時間 (スタンバイから)	V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω EN の 50% ～ VOUT の 10%	10	40	55	µs
t_{DR}	チャネルターンオン遅延時間 (アクティブから)	V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω EN の 50% ～ VOUT の 10%	10	35	45	µs
t_{DF}	チャネルターンオフ遅延時間	V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω EN の 50% ～ VOUT の 90%	10	30	45	µs

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.7 スイッチング特性 (続き)

V_{BB} = 13.5V、T_J = –40℃ ～ +150℃（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
SR_R	VOUT の立ち上がりスルーレート	V_{BB} = 13.5V、V_{OUT} の 20% ～ 80%、R_L = 10Ω	0.1	0.3	0.6	V/µs
SR_F	VOUT の立ち下がりスルーレート	V_{BB} = 13.5V、V_{OUT} の 80% ～ 20%、R_L = 10Ω	0.1	0.3	0.6	V/µs
f_{max}	PWM の最大周波数			0.4	2	kHz
t_{ON}	チャネルターンオン時間	V_{BB}= 13.5V、R_L = EN の 10Ω 50% ～ VOUT の 80% まで	30	70	145	µs
t_{OFF}	チャネルターンオフ時間	V_{BB}= 13.5V、R_L = EN の 10Ω 50% ～ VOUT の 20% まで	30	70	145	µs
t_{ON} - t_{OFF}	ターンオン/ターンオフに対応	1-ms の有効パルス V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω	-40		40	µs
		200µs の有効パルス、V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω	-40		40	µs
Δ_{PWM}	PWM 精度 - 平均負荷電流	200µs の有効パルス (1ms 周期)、V_{BB} = 13.5V、R_L = 10Ω	-25		25	%
		≤500Hz、50%デューティサイクル V_{BB}= 13.5V、R_L = 10Ω	-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} = 13.5V、R_L = 10Ω		0.5		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} = 13.5V、R_L = 10Ω		0.5		mJ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.8 代表的特性

以下のデータはすべて、3 ロット サンプルの平均値に基づいています。指定されていない場合は V_{VBB} = 13.5V となります。

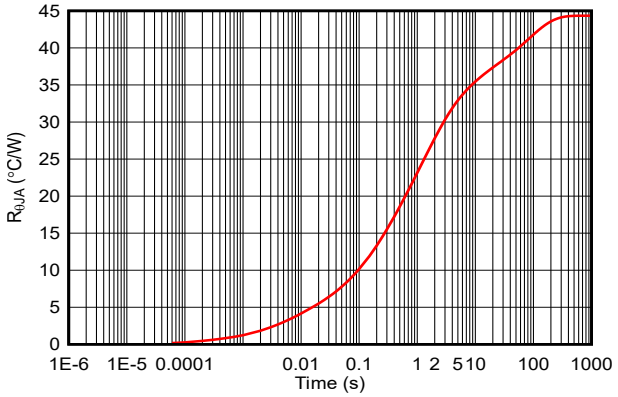
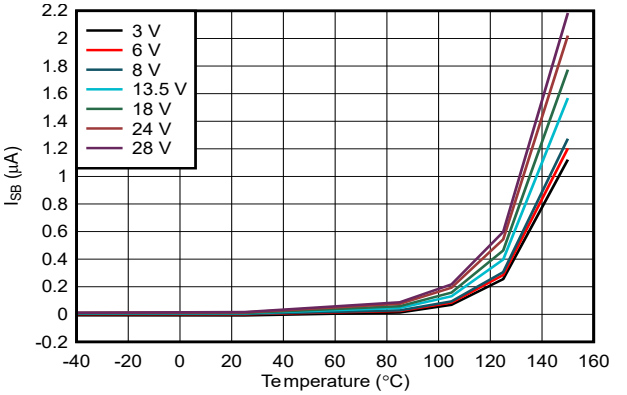
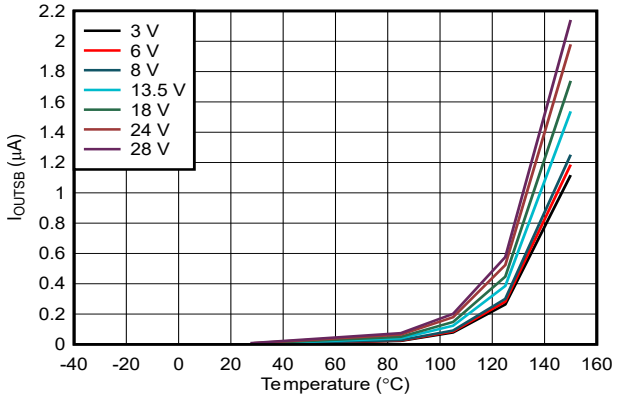


図 5-1. 過渡熱抵抗



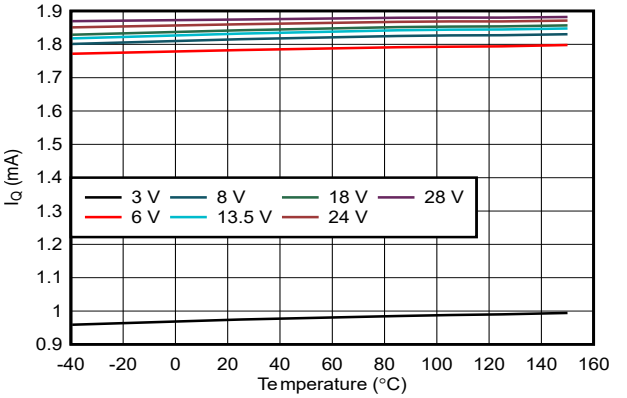
V_{OUT} = 0V　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
V_{BB} 可変

図 5-2. スタンバイ電流 (I_{SB}) と温度との関係



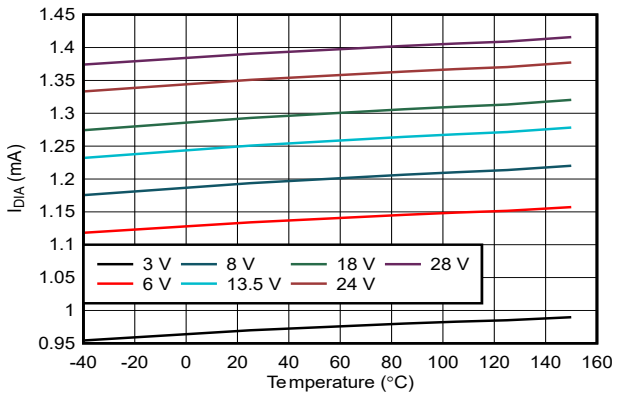
V_{OUT} = 0V　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
V_{BB} 可変

図 5-3. 出力リーク電流 $I_{OUT、STBY}$ と温度との関係



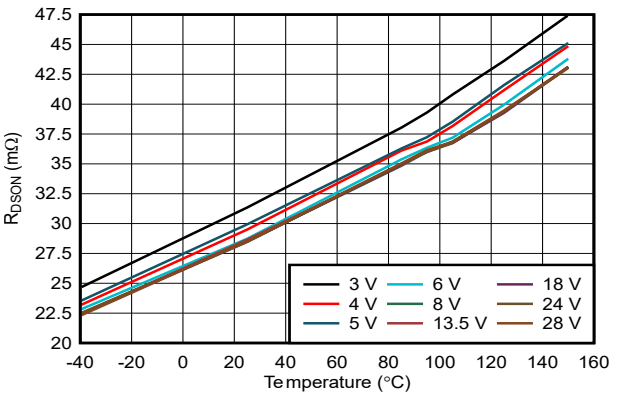
I_{OUT} = 0A　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変

図 5-4. 静止電流 I_Q と温度との関係



I_{OUT} = 0A　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変

図 5-5. 診断電流 I_{DIA} と温度との関係



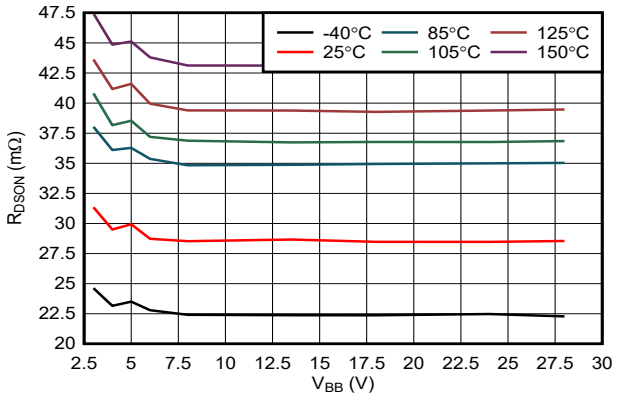
I_{OUT} = 1A　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変

図 5-6. R_{DSON} と温度との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

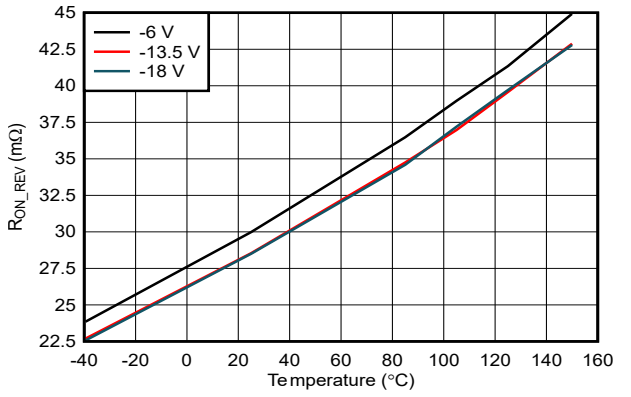
5.8 代表的特性 (続き)

以下のデータはすべて、3 ロット サンプルの平均値に基づいています。指定されていない場合は V_{VBB} = 13.5V となります。



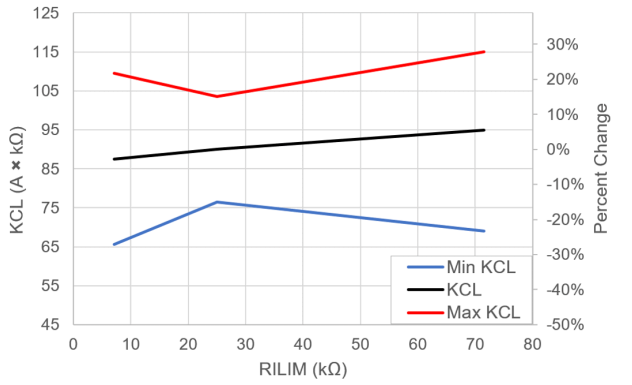
I_{OUT} = 1A　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変

図 5-7. R_{DSON} と V_{BB}



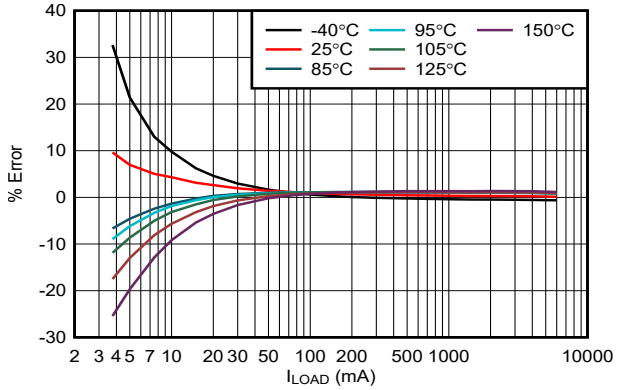
I_{OUT} = 1A　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変

図 5-8. R_{ONREV} と温度との関係



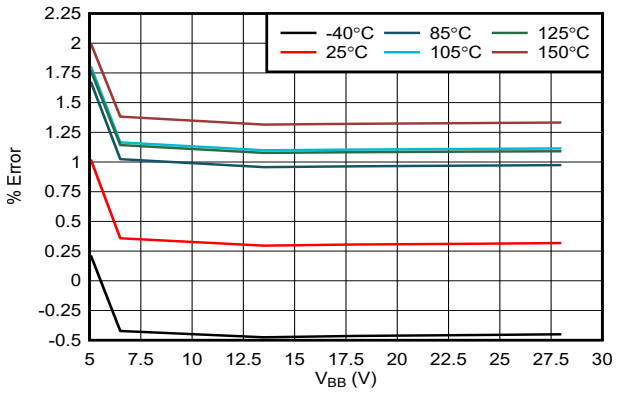
R_{OUT} = 5µH と 100mΩ　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{DS} = 3V

図 5-9. KCL と RILIM との関係



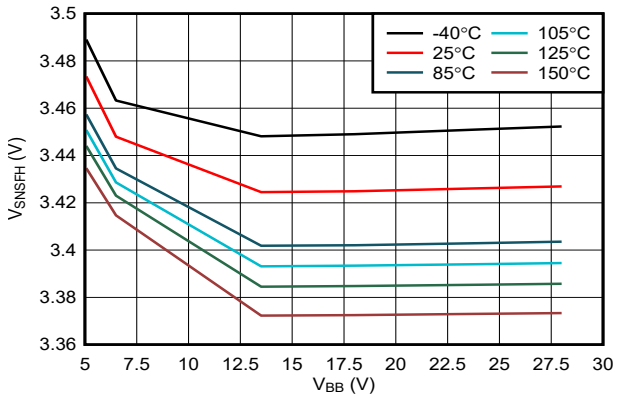
R_{OUT} 可変　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} = 13.5V　　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-10. KSNS 誤差と負荷電流との関係



I_{OUT} = 1.5A　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-11. KSNS 誤差と VBB との関係



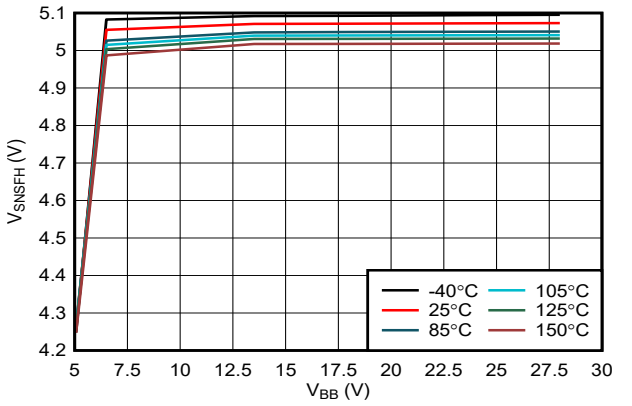
R_{OUT} = 5µH と 100mΩ　　V_{EN} = 5V　　V_{DIAG_EN} = 3.3V
V_{BB} 可変　　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-12. VSNSFH (3.3V) と VBB との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

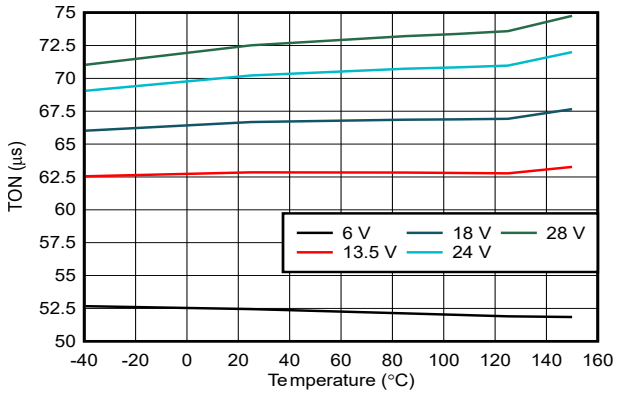
5.8 代表的特性 (続き)

以下のデータはすべて、3 ロット サンプルの平均値に基づいています。指定されていない場合は V_{VBB} = 13.5V となります。



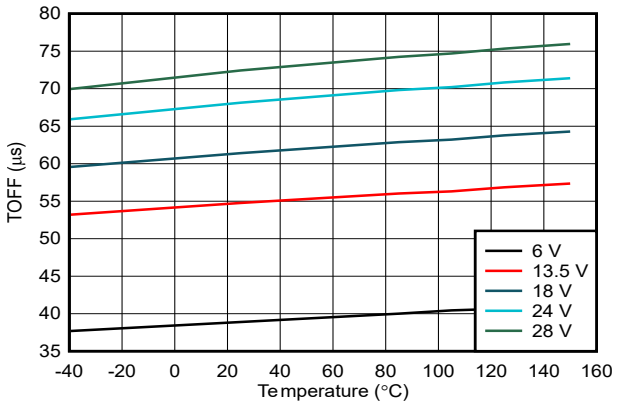
R_{OUT} = 5µH と 100mΩ　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-13. VSNSFH (5V) と VBB との関係



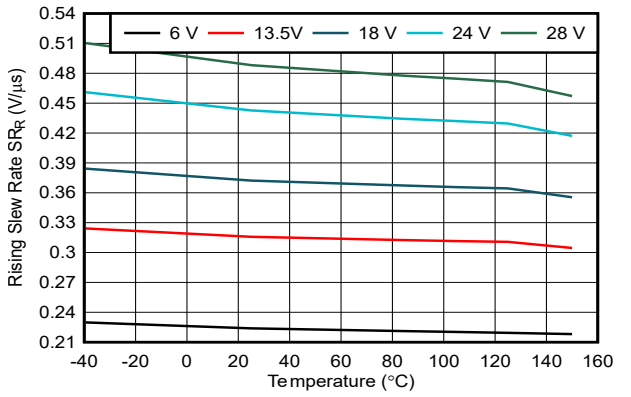
R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-14. ターン オン時間 T_{ON} と温度との関係



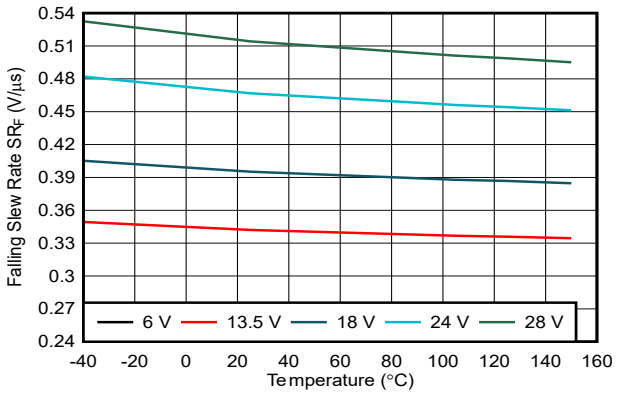
R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-15. ターン オフ時間 T_{OFF} と温度との関係



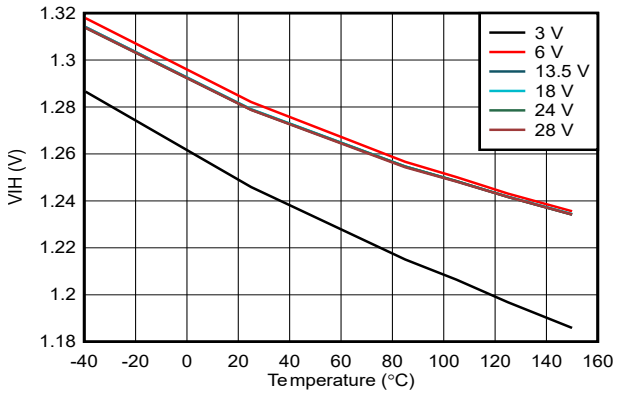
R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-16. 立ち上がりスルーレート SRR と温度との関係



R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-17. 立ち下がりスルーレート SRF と温度との関係



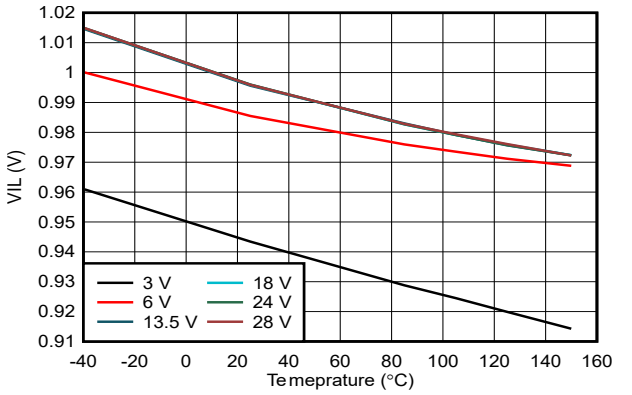
R_{OUT} = 1kΩ　V_{EN} = 0 ～ 3.3V　V_{DIAG_EN} = 0 ～ 3.3V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-18. V_{IH} と温度との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

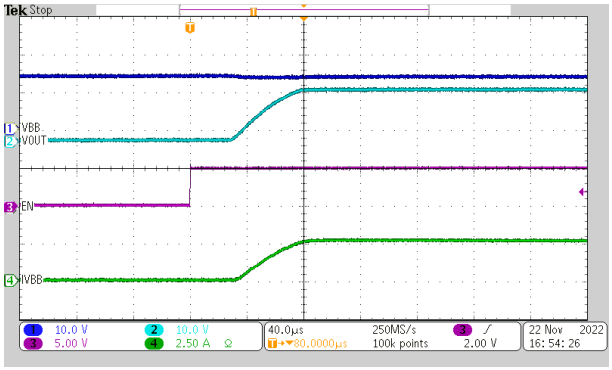
5.8 代表的特性 (続き)

以下のデータはすべて、3 ロット サンプルの平均値に基づいています。指定されていない場合は V_{VBB} = 13.5V となります。



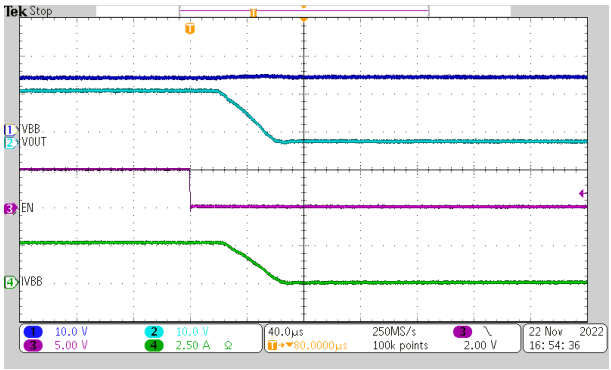
R_{OUT} = 1kΩ　V_{EN} = 3.3 ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 3.3 ～ 0V
V_{BB} 可変　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-19. V_{IL} と温度との関係



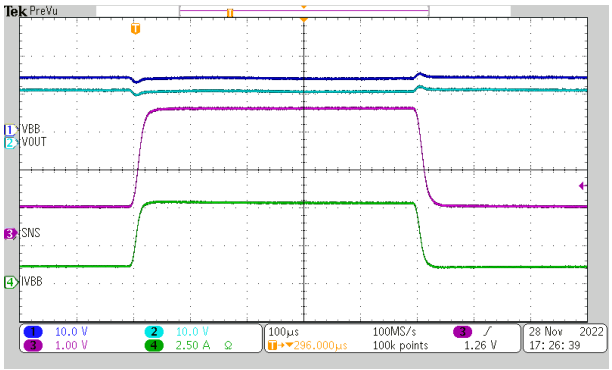
R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 0 ～ 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
V_{BB} = 13.5V　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-20. ターンオン時間 (t_{ON})



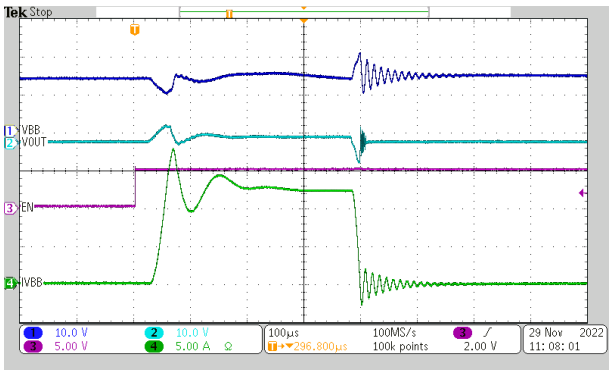
R_{OUT} = 10Ω　V_{EN} = 5 ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
V_{BB} = 13.5V　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-21. ターンオフ時間 (t_{OFF})



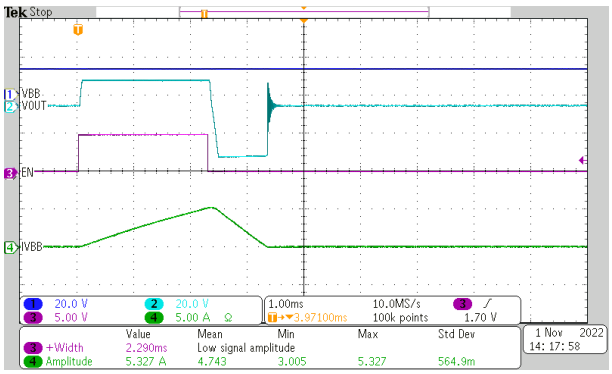
I_{OUT} = 1 A～5 A　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} = 13.5V　R_{SNS} = 1kΩ

図 5-22. 負荷ステップ時の ISNS セトリング タイム (t_{SNSION})



R_{OUT} = 5μH と 100mΩ　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} = 13.5V　R_{SNS} = 1kΩ　R_{ILIM} = 7.15kΩ

図 5-23. ILIM がグランドに短絡した状態の短絡



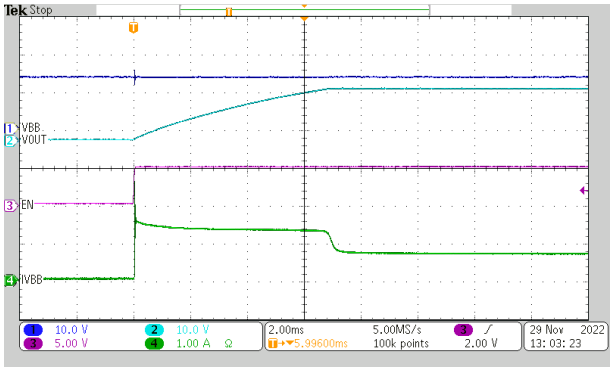
R_{OUT} = 5mH　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
V_{BB} = 13.5V　R_{SNS} = 1kΩ　R_{ILIM} = GND

図 5-24. 5mH の誘導性負荷駆動

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.8 代表的特性 (続き)

以下のデータはすべて、3 ロット サンプルの平均値に基づいています。指定されていない場合は V_{VBB} = 13.5V となります。



R_{OUT} = 470µF と 20Ω
V_{BB} = 13.5V
V_{EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ
V_{DIAG_EN} = 5V
R_{ILIM} = 71.5kΩ

図 5-25. 470µF 容量性負荷駆動

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 パラメータ測定情報

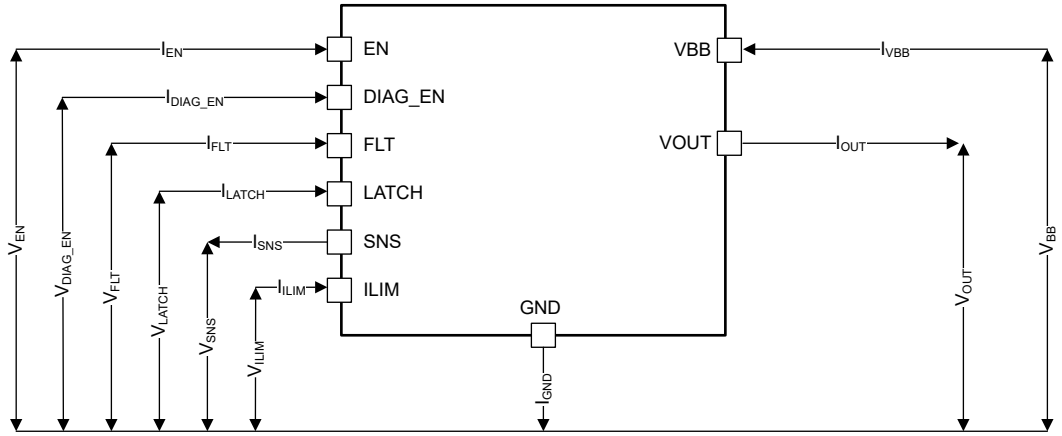
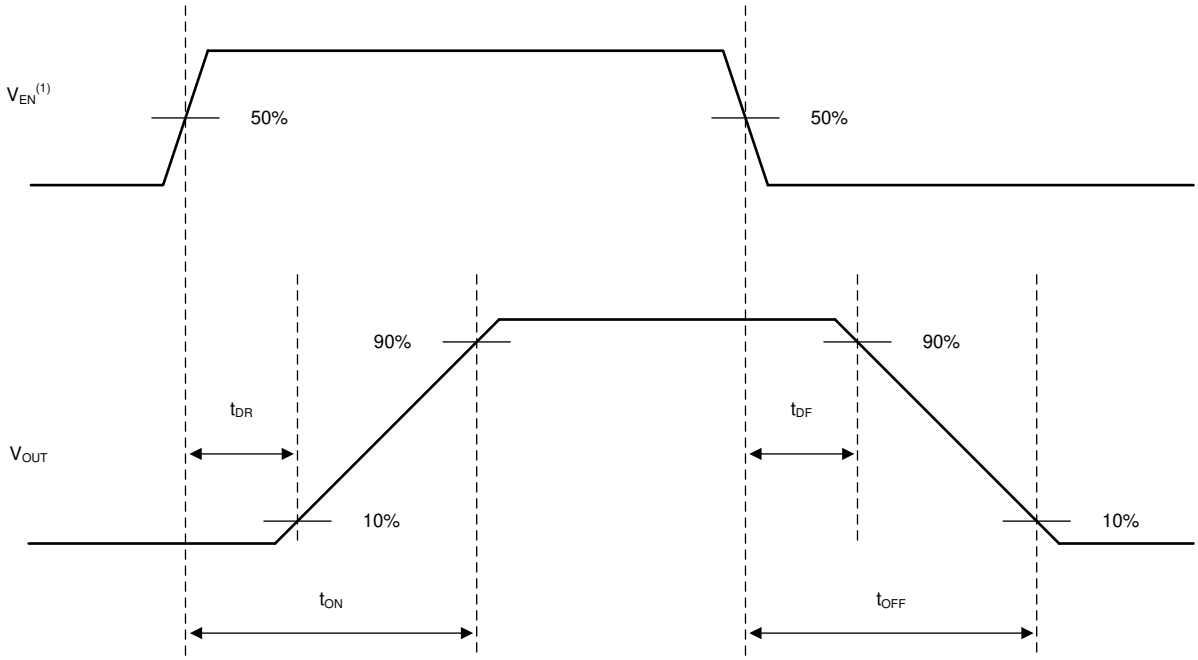
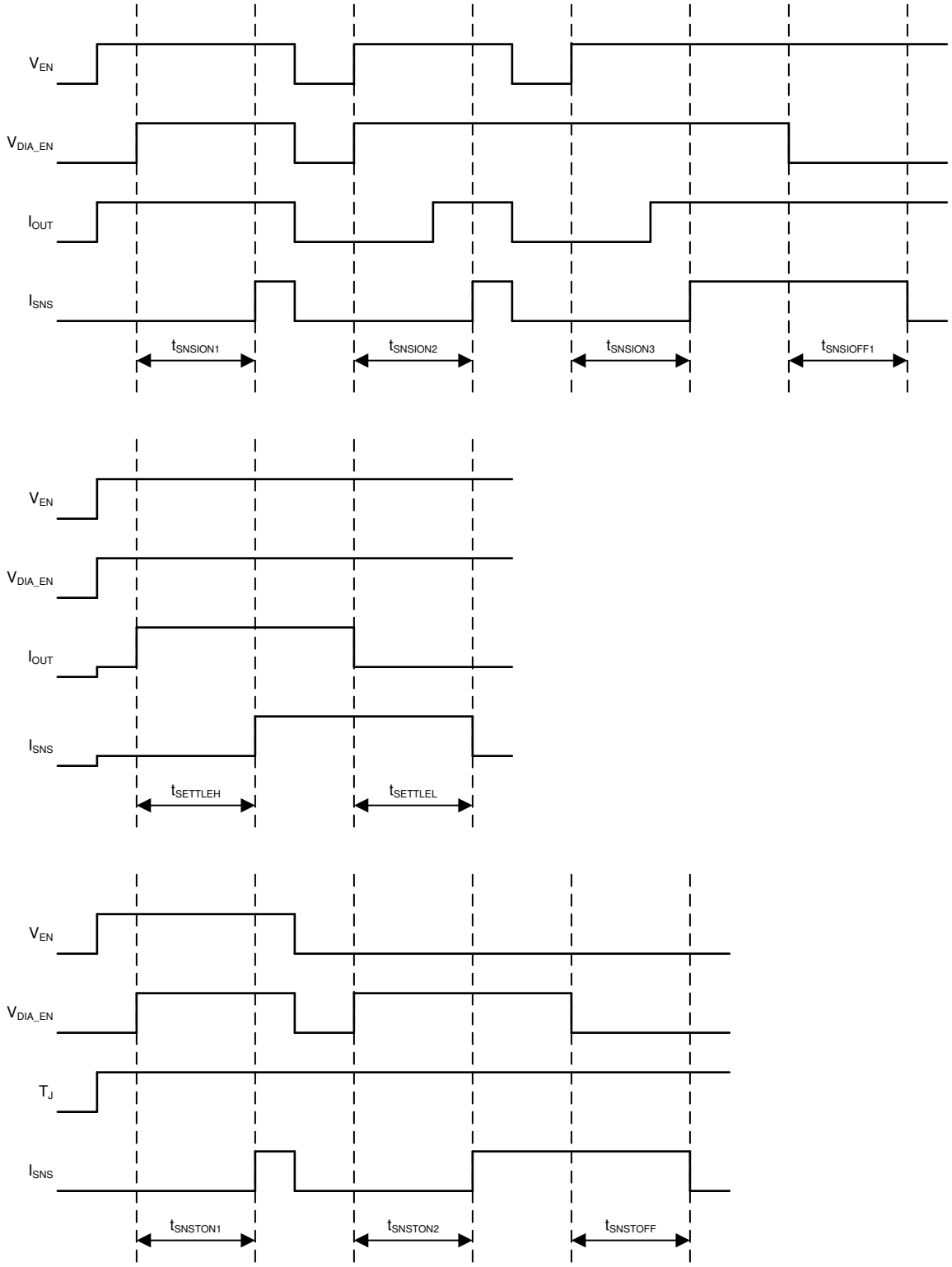


図 6-1. パラメータの定義



V_{EN} の立ち上がりおよび立ち下がり時間は 100ns です。

図 6-2. スイッチング特性の定義



制御信号の立ち上がりおよび立ち下がり時間は 100ns です。制御信号には EN、DIA_EN があります。

図 6-3. SNS のタイミング特性の定義

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 詳細説明

7.1 概要

TPS1HC30-Q1 はシングル 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。低ロジック高スレッショルド、V_{IH}、1.5V の入力ピンにより、マイコンを 1.8V までで使用できます。プログラマブル電流制限機能により、システム全体の信頼性が大幅に向上します。デバイス診断通知には 2 つのピンがあり、デジタル ステータスとアナログ電流センス出力の両方をサポートします。これらはいずれも、診断が無効のときにはハイ インピーダンス状態に設定できるため、デバイス間でマイコンのアナログまたはデジタル インターフェイスを多重化することが可能です。

デジタル ステータス レポートは、故障ピンのオープン 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、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効果と高精度の診断機能が実現されます。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。電流検出機能は通常、0V ～ 4V の広いリニア領域内で動作します。SNS ピンは、V_{SNSFH} を上限として $I_{SNSFLT} \times R_{SNS}$ に等しい電圧を出力することにより障害を報告することもできます。この電圧は診断イネーブル電圧に応じてスケーリングされるため、システム ADC で検出される最大電圧は許容値範囲内になります。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。

外部の高精度電流制限機能により、アプリケーションごとに電流制限値を設定できます。電流制限機能は、スタートアップ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。また、PCB パターン、コネクタ サイズ、および前段の電力容量を削減することで、システムのコストを節約できます。このデバイスには、内部電流制限も実装されています。外部または内部の電流制限値の低い方の値が適用されます。

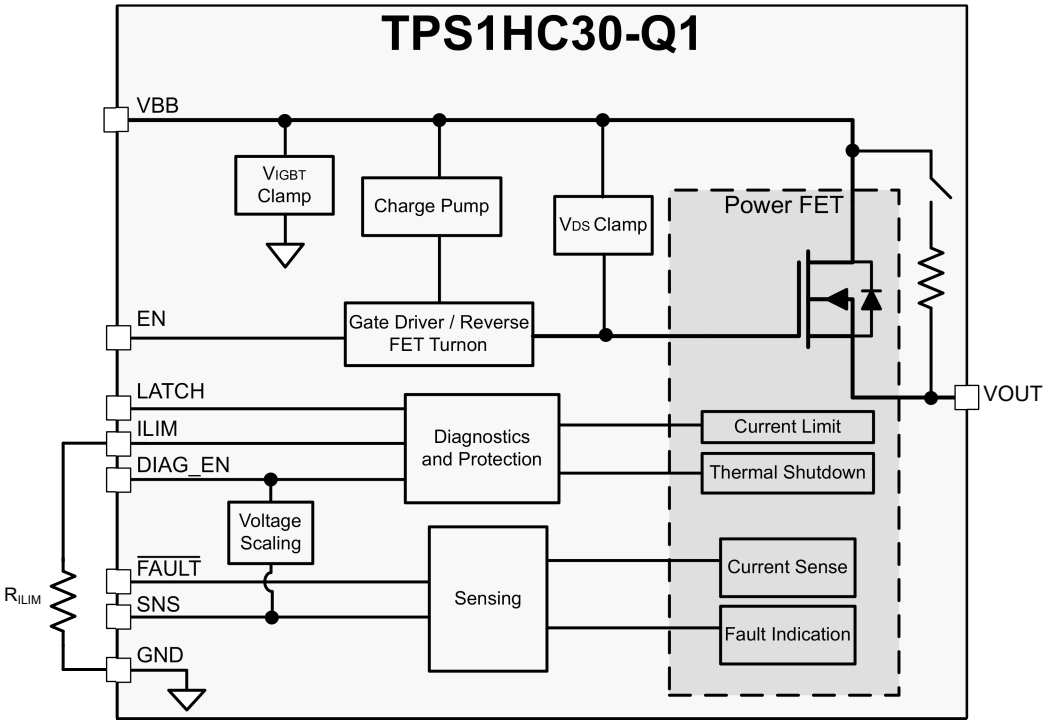
リレー、ソレノイド、ポンプ、モーターなどの誘導性負荷のエネルギーをスイッチオフするため、アクティブなドレイン・ソース間電圧クランプが組み込まれています。誘電性のスイッチオフのサイクル中は、電源 (E_{BAT}) および負荷 (E_{LOAD}) の両方のエネルギーが、ハイサイド パワー スイッチで消費されます。プロセス技術と優れた IC レイアウトによって TPS1HC30-Q1 デバイスは優れた消費電力容量を実現でき、これによりほとんどの場合に外部のフリーホイール回路が不要になります。詳細については、「誘導性負荷のスイッチオフ クランプ」を参照してください。

スマート ハイサイド パワー スイッチ デバイスには、短絡に対する信頼性が不可欠です。AEC-Q100-012 規格は、連続的な短絡状態で動作しているときのデバイスの信頼性を判定するためのものです。テストされたサイクル数に従って、異なるグレード レベルが指定されます。このデバイスは、最高レベルのグレード A、100 万回の GND 短絡認証を受けて認定されています。

TPS1HC30-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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2 機能ブロック図



7.3 機能説明

7.3.1 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、リアルタイム監視効果とより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。

SNS ピンの最大出力電圧は、フォルト電圧レベルである V_{SNSFH} にクランプされます。この電圧がシステムの許容電圧を超えないように、TI は DIAG_EN ピンの電圧を SNS ピンの最大電圧に制限しています。DIAG_EN が V_{IH} と 3.3V の間であれば、SNS ピンの最大出力は約 3.3V です。ただし、DIAG_EN の電圧が 3.3V を上回る場合、フォルト SNS 電圧 V_{SNSFH} は、最大 5V までの電圧に追従します。DIAG_EN を通じて診断に電力を供給する GPIO 電圧出力が同じマイクロコントローラ内の許容最大 ADC 電圧に近いため、トラッキングが行われます。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} の最小値が、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判定できるように、許容できる R_{SNS} の最大値は、V_{SNS} 電圧が V_{SNSFH} 値より低くなるように確立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、$I_{LOAD、max}$× R_{SNS}、V_{SNSFH} との差をヘッドルーム電圧 V_{HR} と呼びます。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。境界方程式を求めるには、以下の式を使用します。

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

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

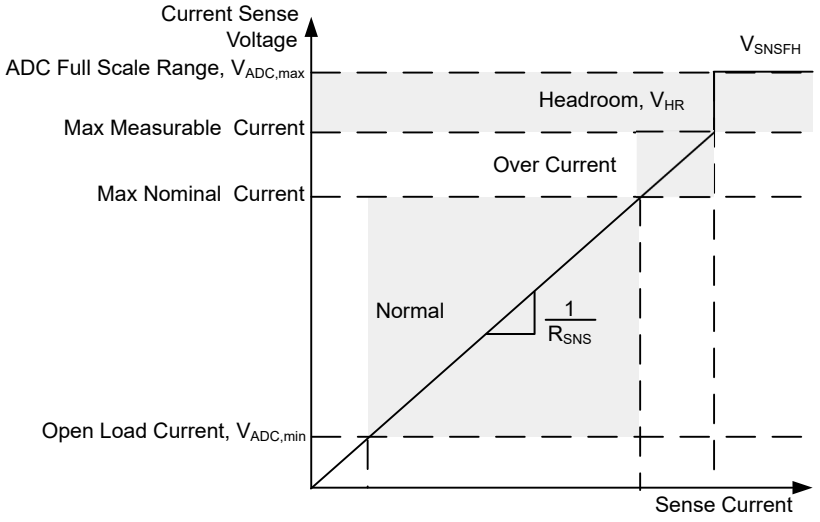


図 7-1. 電流センスピンの電圧表示

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。また、測定対象の電流は最大 ILIM 値まででもかまいませんが、電流センス出力の精度は、電流センス特性の最大定格値を超えるように規定されていません。

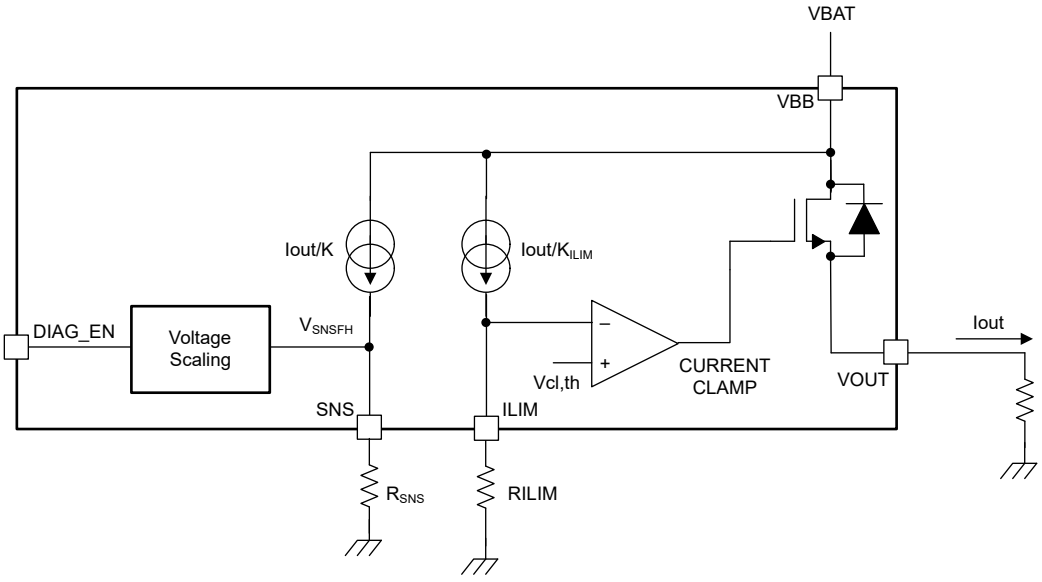


図 7-2. 電流センスおよび電流制限のブロック図

この方式はマイコンによって印加される電圧に基づいて調整されるので、高電圧から保護するために SNS ピンにツェナーダイオードを接続する必要はありません。

7.3.2 電流制限をプログラム可能

電流制限精度が高いため、信頼性が向上し、短絡や電源投入時に電源を保護できます。また、PCB パターン、コネクタサイズ、および先行する電力段を削減することで、システムのコストを節約できます。

電流制限は、過ストレスから負荷への保護と内蔵型パワー FET を実現します。電流制限は電流を設定値で保持し、SNS ピンを V_{SNSFH} にプルアップして、診断レポートとして $\overline{FLT}$ ピンをアサートします。電流制限スレッショルドは、次の 3 つです。

- 外部プログラマブル電流制限 – 外部抵抗 R_{ILIM} を使用して、チャネル電流制限を設定します。デバイスを流れる電流が I_{CL} (電流制限スレッショルド) を超えると、閉ループは即座にステップインします。それに従って V_{GS} 電圧がレギュレートされ、V_{DS} 電圧レギュレーションにつながります。閉ループが設定されると、電流は設定値にクランプされます。外部のプログラマブル電流制限機能により、アプリケーションごとに電流制限値を設定できます。

  また、この値は、ILIM ピンの抵抗を変更することで動的に変更することもできます。この情報は「アプリケーション」セクションに記載されています。
- 内部電流制限:I_{LIM} ピンがグランドに短絡 — 外部電流制限が下限側の範囲外であるか、I_{LIM} ピンがグランドに短絡している場合、内部電流制限は固定され、標準値は 12A です。大電流アプリケーションに内部電流制限を使用するには、I_{LIM} ピンをデバイスの GND に直接接続します。
- 内部電流制限:I_{LIM} ピンがオープン – 外部抵抗が上限範囲外であるか、ILIM ピンがオープンである場合、電流制限は 6A または公称電流制限範囲の半分に戻ります。このレベルは、本デバイスが DC 定常状態で動作するための公称動作を上回っていますが、ピン フォルトが発生して R_{ILIM} が起動した場合、電流はデフォルトで最大定格にならず、電源にさらなるストレスを加えるほど、十分に低いです。

V_{BB} に電力が供給され、EN が High のとき、内部電流制限 ($I_{lim,nom}$) と、外部プログラマブル電流制限の両方が常にアクティブになります。(I_{LIM} と外部プログラマブル電流制限値のうち) 低い方の値を用いて実際の電流制限値を設定します。電流制限のアサートに必要な標準グリッチ除去時間は 2.5µs です。

GND ネットワークを使用している場合は、デバイスの GND と基板の GND の間にレベル シフトが生じるため、ILIM ピンをデバイスの GND に接続する必要があります。式 2 を使用して、R_{ILIM} を計算します。

$$R_{ILIM} = K_{CL} / I_{LIM} \quad (2)$$

「ホット短絡」状態 (V_{BB} が High、チャネルがオンで、GND への短絡が突然発生する状態) からの保護を強化するため、過電流保護回路 OVCR がトリガされ、デバイスが通過できる最大電流を確実に制限します。この OVCR を使用すると、「ホット短絡」イベント時にデバイスが保護されます。

電流制限機能の詳細については、「短絡および過負荷保護」セクションを参照してください。

7.3.2.1 V_{DS} 全体での電流制限精度

TPS1HC30-Q1 は、すべての電流範囲および温度範囲において、電流制限レギュレーション レベルの非常に厳格な精度を実現します。この精度は、電気的特性において規定されている RILIM 値 (7.15kΩ、25kΩ、71.5kΩ) の各設定値において、VDS = 3V の条件下で定義されています。ただし、V_{DS} (V_{BB} – V_{OUT}) が増加するにつれて、電流レギュレーション値もわずかに増加します。指定された 3 つの異なる電流制限範囲で標準的なデバイスを取り上げ、VDS 電圧を掃引して、レギュレーション値をプロットすると、次のグラフが得られます。

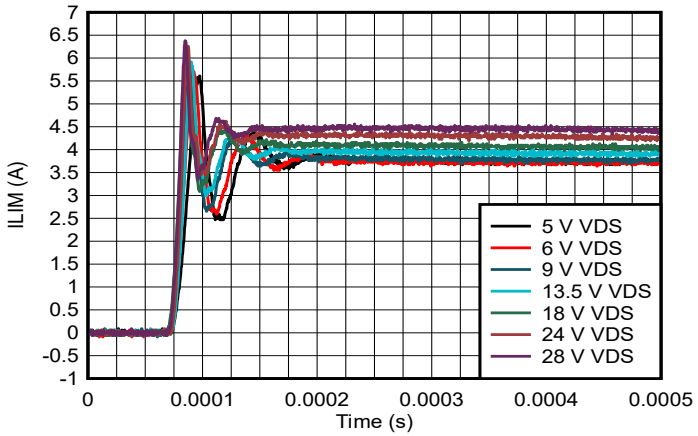


図 7-3. VDS が変動する場合の電流制限レギュレーション、RILIM = 25kΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

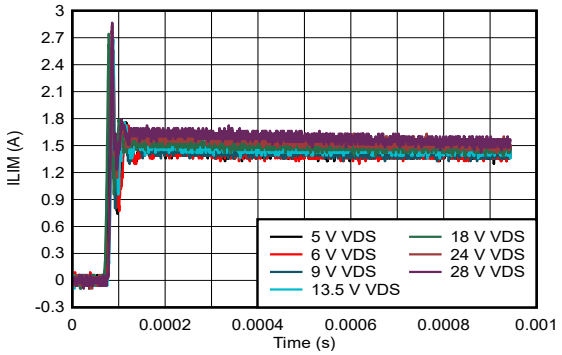


図 7-4. VDS が変動する場合の電流制限レギュレーション、RILIM = 71.5kΩ

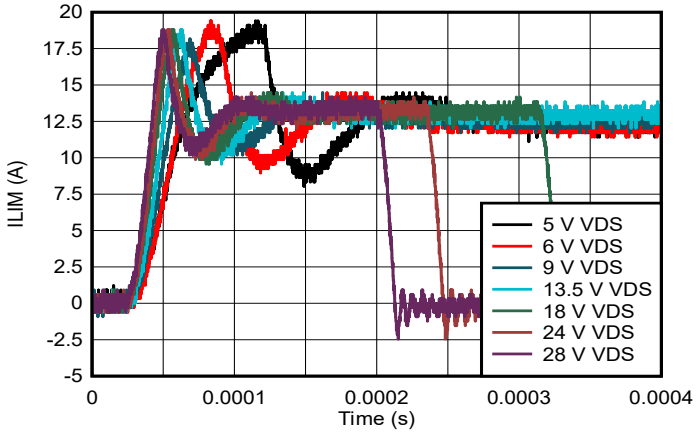


図 7-5. VDS が変動する場合の電流制限レギュレーション、RILIM = 7.15kΩ

各 RILIM 設定のそれぞれのレギュレーション時間内の特定の時点を用いて、グラフは V_{DS} = 3V の電気的特性に記載されている仕様に正規化できます。その結果、次のグラフになります。

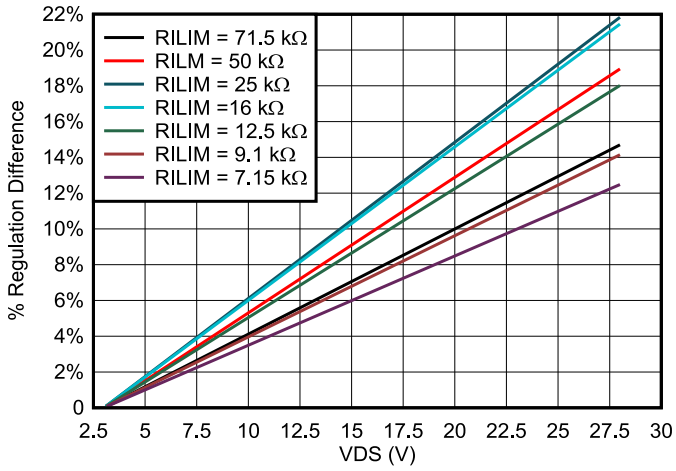


図 7-6. V_{DS} が変動する場合の電流制限レギュレーションのパーセンテージの変化

この図を使用して、アプリケーションで使用される VDS の値に基づいて、必要な任意の電流制限値に対して電流制限レギュレーション値を推定できます。これらのグラフは標準的なデバイスから取得したものであり、電流制限の許容誤差を考慮する際に参考として使用する必要があります。例として、電流制限を最大負荷電流に近い値に設定した場合のレギュレ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ーション値については、次の表を参照してください。RILIM 許容誤差は以下の解析には考慮されないことに注意してください。

表 7-1. RILIM 許容誤差解析

アプリケーションの最大負荷電流	RILIM	KCL	最小電流制限 (V_{DS} = 3V 時)	V_{BB} = V_{DS} = 18V での短絡レギュレーション値
15A	47.5kΩ	92.4A × kΩ	1.53A (1.94A – 21%)	2.5A、+11%
3A	25kΩ	90A × kΩ	3.06A (3.6A – 15%)	4.6A、+13%
6A	11.3kΩ	88.2A × kΩ	6.03A (7.8A – 23%)	10.6A、+11%

7.3.2.2 容量性充電

次の図は、容量性負荷アプリケーションにおける代表的な設定と、デバイス使用時に機能する内部ブロックを示しています。すべての容量性負荷には、抵抗性負荷として説明されるキャパシタと並列に関連した「負荷」がありますが、実際には誘導性と抵抗性のいずれかになります。

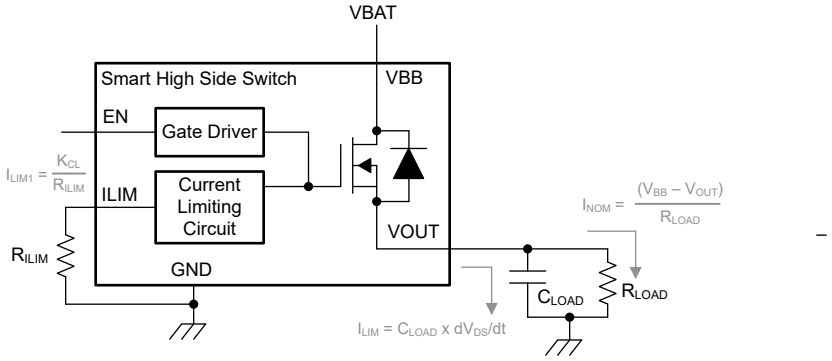


図 7-7. 容量性充電回路

最初に確認するのは、TPS1HC30-Q1 デバイスで公称 DC 電流 I_{NOM} が許容されることです。これは、「熱に関する情報」から $R_{\theta JA}$ を取得し、TPS1HC30-Q1 の RON と INOM を乗算し、周囲温度を加算します。その値がサーマル シャットダウン値を下回っている場合、デバイスはその負荷電流で動作できます。この計算の例については、「アプリケーション」セクションを参照してください。

このアプリケーションに関する 2 番目の注意点は、デバイスがサーマル シャットダウンに達することなく、容量性負荷を完全に充電できるようにすることです。その理由は、充電中にデバイスがサーマル シャットダウンに達した場合、TPS1HC30-Q1 がオフになっている間、キャパシタと並列の負荷の抵抗性特性がキャパシタの放電を開始するためです。負荷インピーダンスが十分高く、TPS1HC30-Q1 がサーマル シャットダウンに達して再試行する一部のアプリケーションも許容されます。ただし、大部分のアプリケーションでは、コンデンサの充電中に TPS1HC30-Q1 がサーマル シャットダウンに達しないようにシステムを設計する必要があります。

TPS1HC30-Q1 の電流制限機能により、他の高電流制限スイッチよりも低い突入電流でキャパシタを充電できます。突入電流が低いため、キャパシタが完全に充電されるまでに多少の時間がかかります。充電にかかる時間は次の式に従います。

$$I_{LIM} = C \times d(V_{BB} - V_{DS}) / dt \quad (3)$$

ただし、代表的な 3.3A アプリケーションの V_{DS} は V_{BB} 電圧 (V_{DS} ≅ 3.3A × 0.03Ω = 100mV、V_{BB} ≅ 13.5V) よりもはるかに低いため、式は次のように書き換えて近似できます。

$$dt = C \times dV_{BB} / I_{LIM} \quad (4)$$

次の図は、充電時間を示しています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

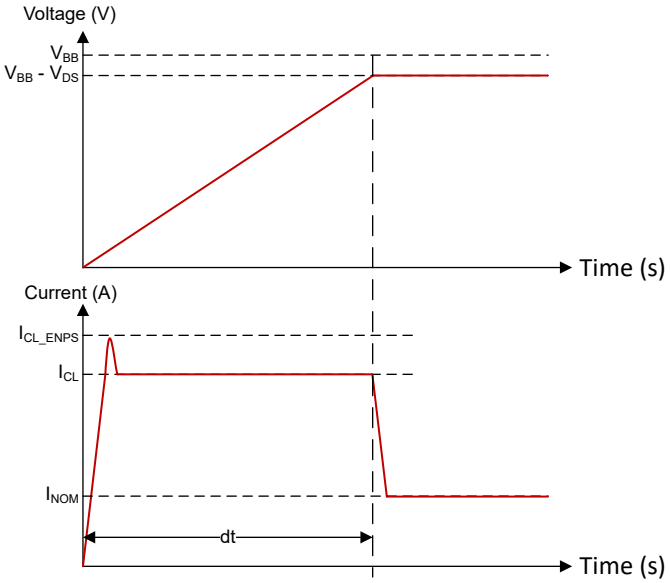


図 7-8. 容量充電時間

電流制限に基づいて計算されたこの dt を使用して、dt 値の半分の過渡熱インピーダンス値を求めると、接合部温度の上昇を式 5 で概算できます。

$$\Delta T_J \cong 2/3 \times V_{BB} \times I_{LIM} \times R_{\theta JA(dt/2)} \quad (5)$$

ハイサイド スイッチを使用した容量性充電の詳細については、『抵抗性、誘導性、容量性、照明の負荷を駆動する方法に関するアプリケーション ノート』を参照してください。このアプリケーション ノートには、利用可能な熱モデルについての情報と、ハイサイド スイッチがコンデンサを特定の電圧まで充電できるかどうかを迅速に推定する方法が掲載されています。

7.3.3 誘導性負荷のスイッチオフ クランプ

誘導性負荷がオフになると、インダクタンス特性により出力電圧は負にプルダウンされます。電流減衰期間中に電圧がクランプされない場合、パワー FET が壊れる可能性があります。このような状況でパワー FET を保護するために、ドレインとゲートの間にクランプ ダイオードを配置して、ドレインとソース間電圧、すなわち $V_{DS,clamp}$ を内部でクランプします。

$$V_{DS,clamp} = V_{BAT} - V_{OUT} \quad (6)$$

電流減衰期間中 (T_{DECAY})、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。電源のエネルギー (E_{BAT}) と負荷のエネルギー (E_{LOAD}) の両方がハイサイド パワー スイッチで消費され、このエネルギーを E_{HSD} と呼びます。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。

$$E_{HSD} = E_{BAT} + E_{LOAD} = E_{BAT} + E_L - E_R \quad (7)$$

ハイサイド パワー スイッチ側から見ると、E_{HSD} は電流減衰期間中の積分値に等しくなります。

$$E_{HSD} = \int_0^{T_{DECAY}} V_{DS,clamp} \times I_{OUT}(t)\,dt \quad (8)$$

$$T_{DECAY} = \frac{L}{R} \times \ln\left(\frac{R \times I_{OUT(MAX)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|}\right) \quad (9)$$

$$E_{HSD} = L \times \frac{V_{BAT} + |V_{OUT}|}{R^2} \times \left[R \times I_{OUT(MAX)} - |V_{OUT}| \ln\left(\frac{R \times I_{OUT(MAX)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|}\right)\right] \quad (10)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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:

$$E_{HSD} = \frac{1}{2} \times L \times I^2_{OUT(MAX)} \frac{V_{BAT} + |V_{OUT}|}{R^2} \quad (11)$$

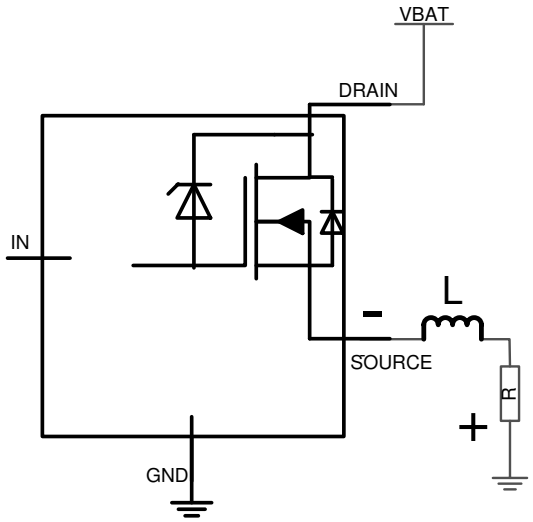


図 7-9. 誘導性負荷の駆動

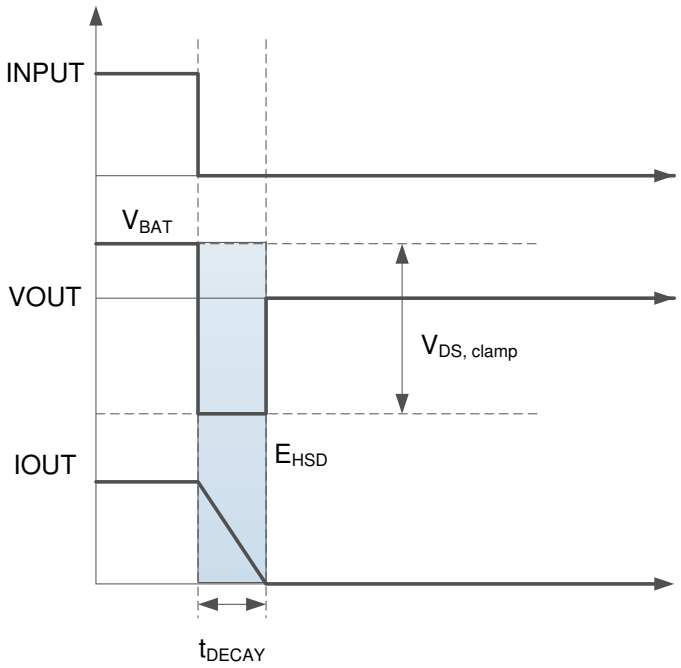


図 7-10. 誘導性負荷のスイッチングオフ図

前述のとおり、スイッチオフ時には、バッテリのエネルギーと負荷のエネルギーがハイサイド パワー スイッチで消費されます。各ハイサイド パワー スイッチについて、安全な最大消費電力の上限は、デバイスの固有容量、周囲温度、および基板の放熱条件に依存します。テスト条件でデバイスが許容できるシングル パルス エネルギーの上限:VS = 13.5V、インダクタンス 5mH、$T_{J,\,start}$ = 125°C は 75mJ です。100 万回の繰り返しパルスのエネルギーの上限は 30mJ です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.4 完全な保護と診断

表 7-2 は DIAG_EN を有効にした場合です。DIAG_EN が低い場合、電流センスと FLT は無効になります。出力はハイインピーダンス モードです。詳細については、次の表を参照してください。

表 7-2. 診断イネーブル論理表

DIAG_EN	IN 条件	保護および診断
High	ON	フォルト表を参照
	OFF	
Low	ON	診断は無効、保護は通常 SNS および FLT がハイ インピーダンス
	OFF	

表 7-3. フォルト表

条件	EN	VOUT	LATCH	FLT	SNS	動作	復帰
通常	L	L	x	ハイ インピーダンス	0	通常	
	H	H	x	ハイ インピーダンス	I_{Load}/K_{sns}	通常	
過電流	H	$V_{BB} - I_{LIM} \times R_{LOAD}$	x	L	V_{SNSFH}	サーマル シャットダウンまで、または過電流イベントが解消したとき、電流制限の電流を保持	
STG、相対サーマル シャットダウン、絶対サーマル シャットダウン	H	H/L	L	L	V_{SNSFH}	デバイスが相対的または絶対的なサーマル シャットダウンに達するとシャットダウン	T_{HYS} が満たされており、t_{RETRY} 時間より長い場合は自動再試行
	H	H/L	H	L	V_{SNSFH}	デバイスが相対的または絶対的なサーマル シャットダウンに達するとシャットダウン	ラッチまたはイネーブルがトグルされるまで、オフのままです
オープン負荷、STB	H	H	x	ハイ インピーダンス	I_{Load}/K_{SNS} = ~0	正常な動作です。SNS ピンの出力から、オープン負荷の状態かどうかを判断できます	
	L	H	x	L	V_{SNSFH}	内部プルアップ抵抗はアクティブです。$V_{BB} - V_{OUT} < V_{OL}$ の場合、フォルトはアクティブになります。	フォルトが解消するとクリアされます
極性反転	x	x	x	x	x	チャネルをオンにして消費電力を抑えます。外部グラウンド ネットワークによってグラウンド ピンへの電流を制限します。	

表 7-4. 各フォルト条件のデグリッチ時間

フォルト状態	グリッチ除去時間
ILIM	2.5µs
T_{REL}	2.5µs
T_{ABS}	20µs
開放負荷	500µs

7.3.4.1 短絡および過負荷保護

TPS1HC30-Q1 には出力短絡保護機能が備わっているため、GND への低インピーダンス パスが発生した場合にデバイスが電流の流れを防止し、損傷や深刻な電源ドループのリスクが排除されます。本デバイスは、ILIM ピンの状態や 125℃ の最大 28V 電源に関係なく、短絡イベントから保護するように設計されています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

次の図に、過電流イベント発生時にデバイスがイネーブルされた場合の TPS1HC30-Q1 の動作を示します。

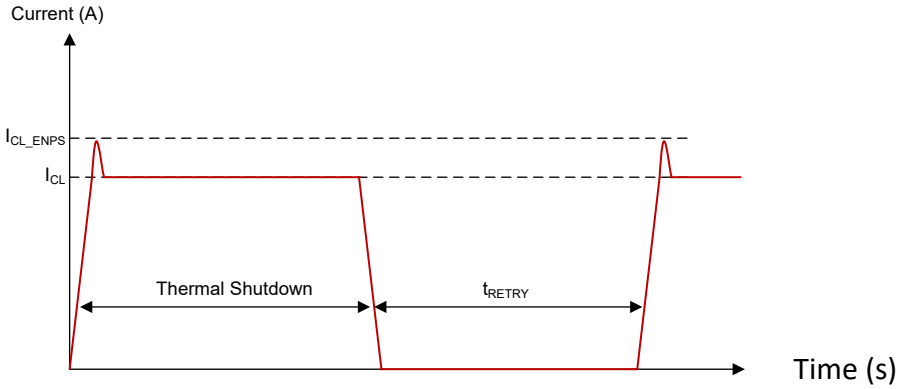


図 7-11. 短絡動作を有効にする (LATCH = 0)

低インピーダンス パスにより、出力電流はデバイスが電流制限スレッショルドに達するまで急速に増加します。電流制限回路の応答時間により、測定された最大電流は I_{CL_ENPS} として定義された I_{CL} 値を一時的に上回る場合がありますが、電流は電流制限レギュレーション値に収束します。

この状態では FET で大電力が消費されるため、最終的に FET 用の内部過熱保護温度に達し、デバイスは安全にシャットダウンされます。LATCH ピンが Low の場合、このデバイスは t_{RETRY} 時間待機し、再びオンになります。

図 7-12 に、短絡が発生して、デバイスがオン状態ですでに電流を出力しているときの TPS1HC30-Q1 の動作を示します。内部パス FET が完全にイネーブルになると、電流クランプ セトリング タイムが遅くなるため、オーバーシュートが確実に制限されます。このデバイスはレベル I_{OVCR} で高速トリップ レベルを実装します。この高速トリップ スレッショルドに達すると、デバイスは短時間の間直ちにシャットオフされた後、すぐに再有効化され、短時間の過渡オーバーシュートの後、より高いピーク電流 (I_{CL_ENPS}) レベルまで電流が I_{CL} レベルにクランプされます。その後、デバイスはサーマル シャットダウン温度に達するまで、レギュレーション電流制限でクランプされた電流を維持し、デバイスが安全にシャットオフされます。

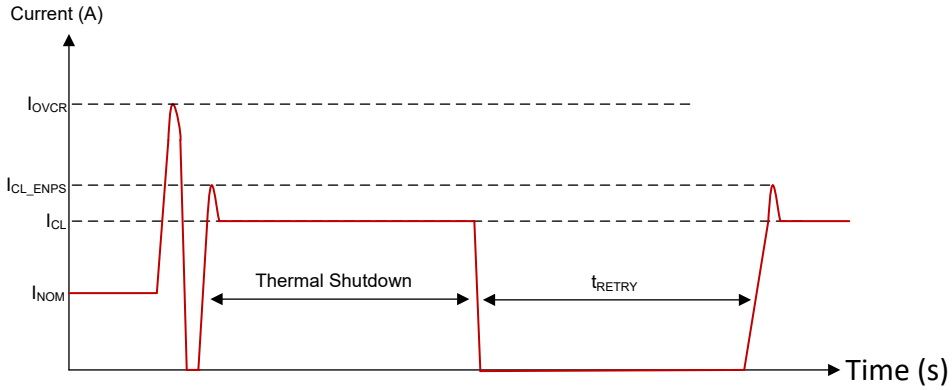


図 7-12. オン状態の短絡動作

過負荷動作は、I_{CL} スレッショルドを上回る負荷電流を送信するインピーダンスがわずかに変化したときの TPS1HC30-Q1 の動作を示します。電流は、レギュレーション レベルを超えて I_{CL_LINPK} まで上昇します。その後、電流制限レギュレーション ループが始動し、電流は I_{CL} の値まで低下します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

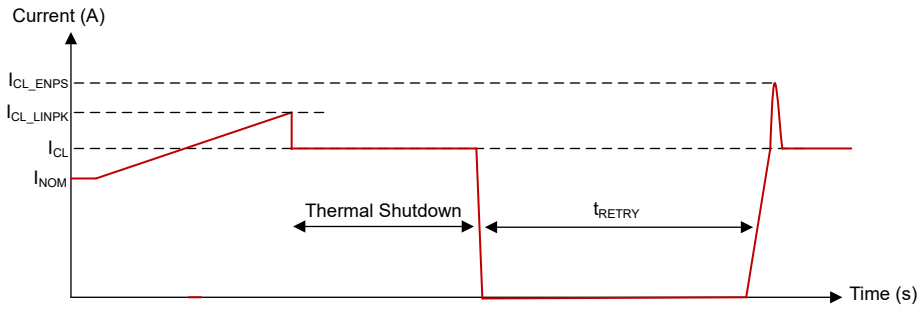


図 7-13. 過負荷動作

どのケースでも、内部サーマル シャットダウンに繰り返し達しても安全です。このサーマル シャットダウン レベルに繰り返し達しても、デバイスのリスクや寿命の信頼性に関する懸念はありません。

7.3.4.2 開放負荷およびバッテリ短絡の検出

メイン チャネルが有効になっているとき、SNS または $\overline{\text{FLT}}$ ピンの電圧を読み取ることでフォルトを診断し、ユーザーが判断します。高精度電流センスの利点は、このデバイスが非常に低い開放負荷検出スレッショルドを達成できることです。このスレッショルドにより、通常動作領域が拡大します。TI は、開放負荷検出閾値の上限として 15mA を、通常動作電流の下限として 30mA を推奨します。図 7-14 で、推奨される開放負荷検出領域を濃い網掛け領域で示し、通常動作を薄い網掛け領域で示します。目安として、これら 2 つの領域を重ねないでください。

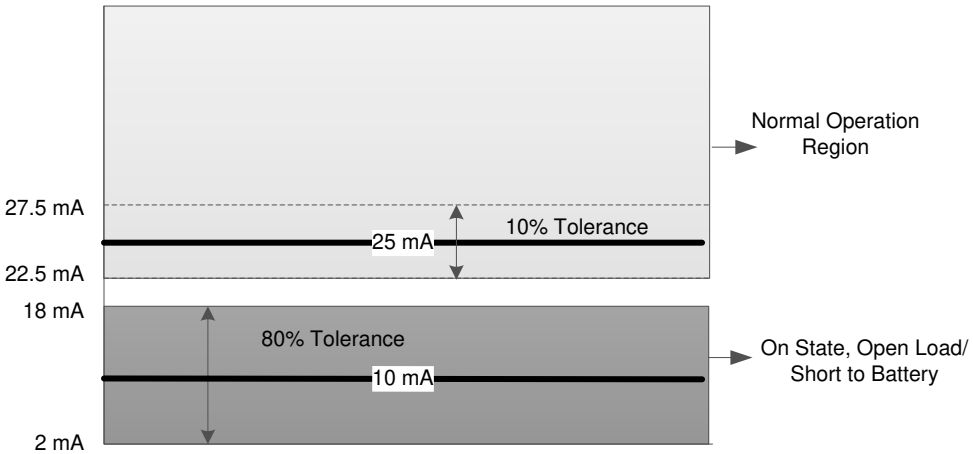


図 7-14. オン状態の開放負荷検出と通常動作図

チャネルがオフ状態で、負荷が接続されている場合、出力電圧は 0V にプルされます。開放負荷の場合、出力電圧は電源電圧に近く、V_{BB} - V_{OUT} < $V_{ol,off}$ となります。FLT ピンは Low になってマイコンにフォルトを通知し、SNS ピンは I_{SNSFH} にプルアップされます。出力には常に漏れ電流 $I_{ol,off}$ が流れています。これは、内部のロジック制御経路や外部の湿気や腐食などが原因で発生します。そのため、TI ではリーク電流をオフセットするための内部プルアップ抵抗を実装しました。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、テキサス インスツルメンツは DIAG_EN ピンで制御されるプルアップ抵抗と直列にスイッチを実装しました。プルアップ抵抗の値は R_{pu} = 150kΩ です。

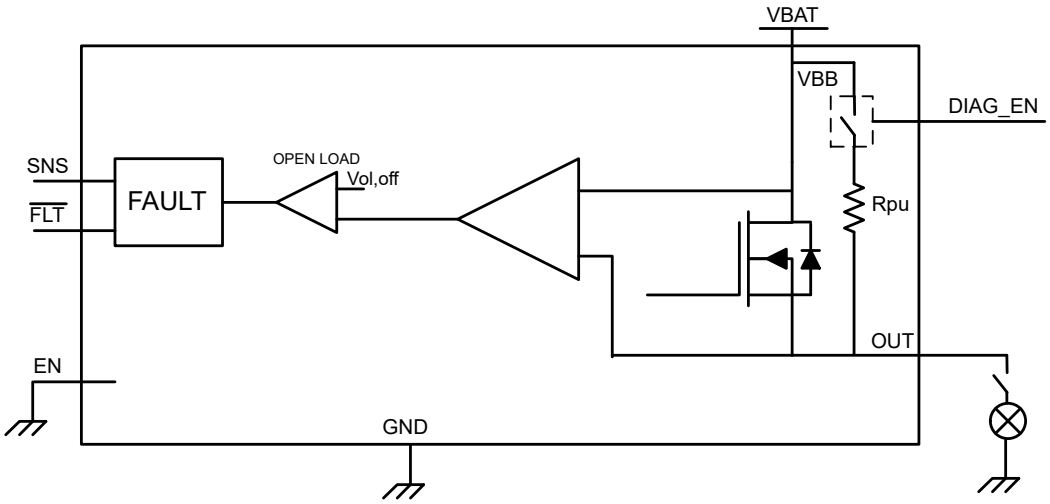


図 7-15. 開放負荷検出回路

7.3.4.3 バッテリへの短絡の検出

バッテリ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。このデバイスでは開放負荷とバッテリへの短絡を区別する方法はありませんが、システムは故障を検出し、それに応じて保護します。詳細については、表 7-3 を参照してください。

7.3.4.4 逆極性およびバッテリ保護

逆極性（一般に逆バッテリと呼ばれます）は、デバイスのグランドがバッテリ電位になる $V_{GND} = V_{BAT}$ で、電源ピンがグランドに接続される $V_{BB} = 0V$ 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)。

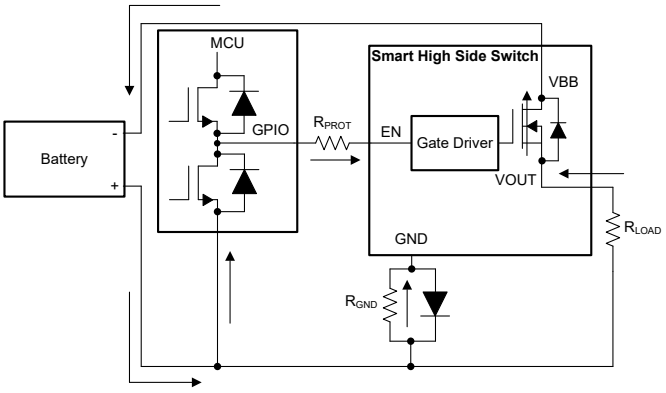


図 7-16. 逆バッテリ回路

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。

7.3.4.5 ラッチオフ モード

TPS1HC30-Q1 には、フォルトによりチャネルをシャットダウンした後で、自動的に復帰を試みるか、他の動作が実行されるまでオフに維持するかを決定するラッチ機能が備わっています。この機能は、ラッチオフ機能を使う場合は LATCH ピンを High に、自動再試行機能を使う場合は LATCH を Low に保持することで実現されます。

イベントが発生する順序は次のとおりです。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

1. フォルトにより、デバイスをシャットダウン (サーマル シャットダウン)
2. t_{RETRY} を待ちます
3. LATCH = 0 の場合
   a. チャンネルを再びオンにします
4. LATCH = 1 の場合
   a. LATCH = 0 || EN = 0 になるまでオフのままにします
      i. LATCH = 0 かつ EN = 1 の場合
         1. チャネルを自動再試行モードに切り替えます
      ii. LATCH = 1 かつ EN = 1 の場合
         1. チャネルをラッチ モードに移行します。他のフォルトが発生した場合、出力は再びラッチ オフされます

詳細については、「過熱保護動作」を参照してください。

7.3.4.6 過熱保護動作

過熱保護動作は、起こり得るイベントを 3 つのカテゴリに分割することができます。図 7-17 に、これらの各カテゴリを示します。

1. **相対サーマル シャットダウン**:デバイスは、過電流イベントでも有効です。DIAG_EN ピンは High であるため、SNS と FLT で診断を監視できます (ただし、すべての保護機能が機能するには DIAG_EN を High にする必要はありません)。SNS が V_{SNSFH} のときは、出力電流は I_{ILIM} レベルまで上昇し、FLT は Low になります。このように大量の電流が流れるため、FET の接合部温度はコントローラの温度に対して急速に上昇します。パワー FET 温度がコントローラの接合部温度 $\Delta T = T_{FET} – T_{CON} > T_{REL}$ を上回ると T_{REL} に上昇すると、デバイスはシャットダウンします。FLT および部品が t_{RETRY} タイマが満了するのを待機するまで、フォルトは SNS に継続的に表示されます。t_{RETRY} タイマが満了すると、LATCH ピンが Low で EN がまだ High であるため、デバイスはこの I_{ILIM} 状態に戻ります。
2. **絶対サーマル シャットダウン**:DIAG_EN が High で LATCH がまだ Low の状態の過電流イベントでも、本デバイスは引き続きイネーブルになります。ただし、この場合、接合部温度は上昇し、絶対基準温度 T_{ABS} に達すると、シャットダウンされます。$T_J < T_{ABS} – T_{hys}$ でありかつ t_{RETRY} タイマが共に終了するまで、デバイスは回復しません。
3. **ラッチ オフ モード**:デバイスは、過電流イベントにイネーブルします。DIAG_EN ピンが high であれば、SNS および FLT で診断を監視できます。SNS が V_{SNSFH} のときは、出力電流は I_{ILIM} レベルまで上昇し、FLT は Low になります。サーマル フォルト、相対サーマル シャットダウンまたは絶対サーマル シャットダウンのいずれかによってデバイスがシャットダウンした場合、LATCH ピンか EN ピンのいずれかが切り替わるまで、デバイスはチャネルを有効化しません。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

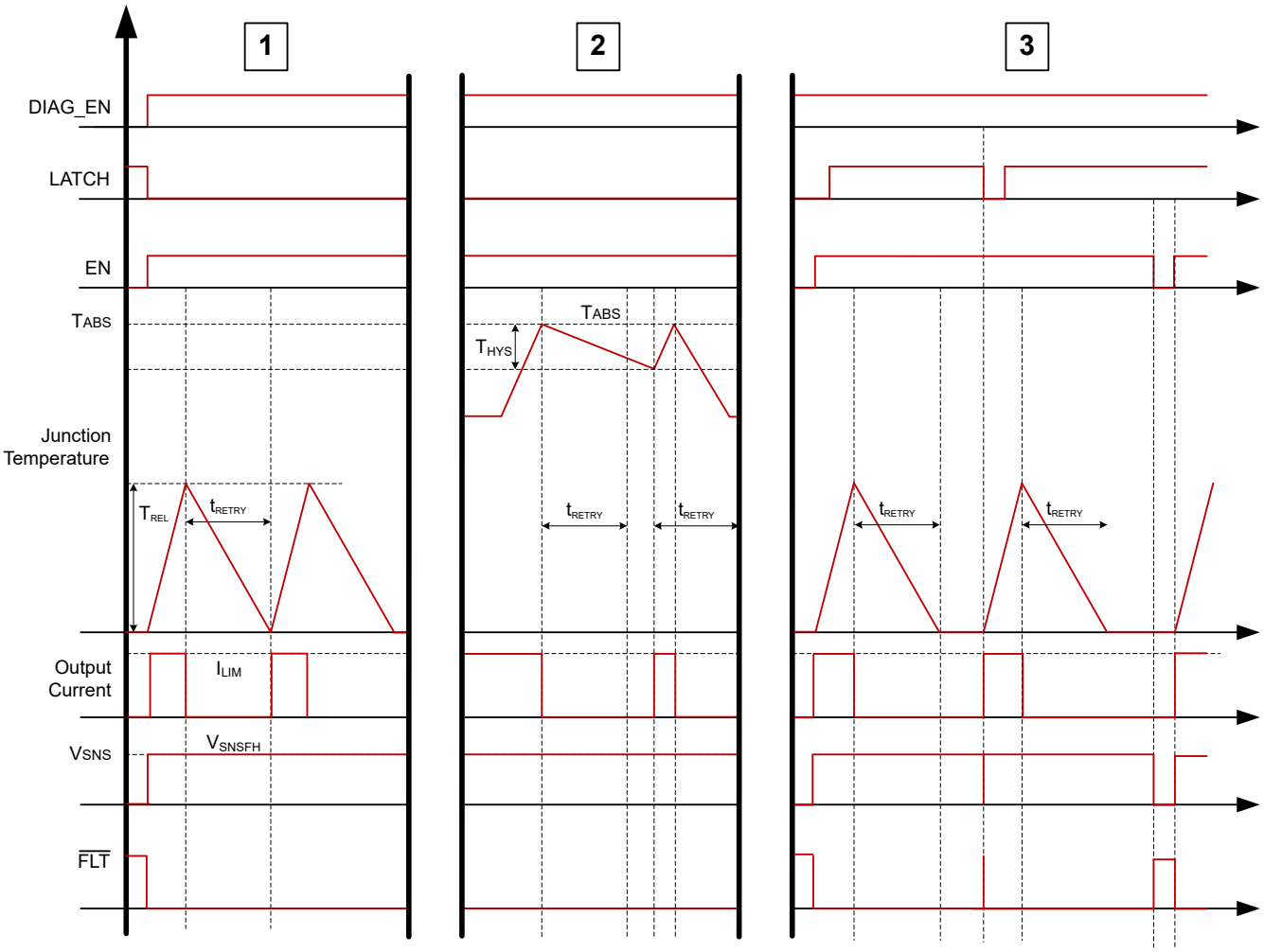


図 7-17. 熱挙動

7.3.4.7 UVLO 保護

このデバイスは電源電圧 V_{BB} を監視することで、電源電圧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。電源電圧が V_{UVLOF} まで低下すると、出力段が自動的にシャットダウンされます。電源電圧が V_{UVLOR} まで上昇すると、デバイスはオンになります。過電流イベントが UVLO スレッショルドをトリップすると、デバイスはシャットオフし、その後再起動して電流制限状態に安全に戻ります。

7.3.4.8 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): 次の図に示すように、サーマル パッド (Tab)、I_{C_GND}、電流制限グランドが 1 つのパターンで、システム グラ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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

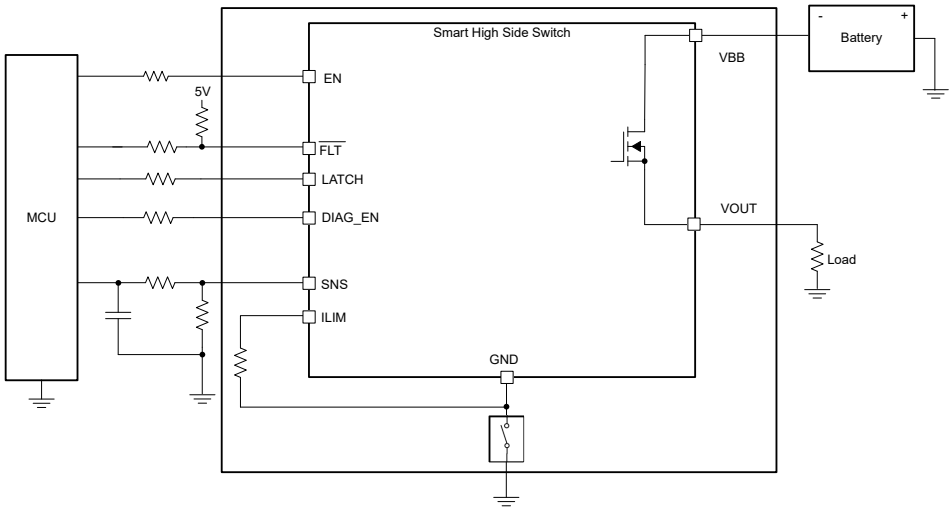


図 7-18. デバイスの GND 喪失

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。

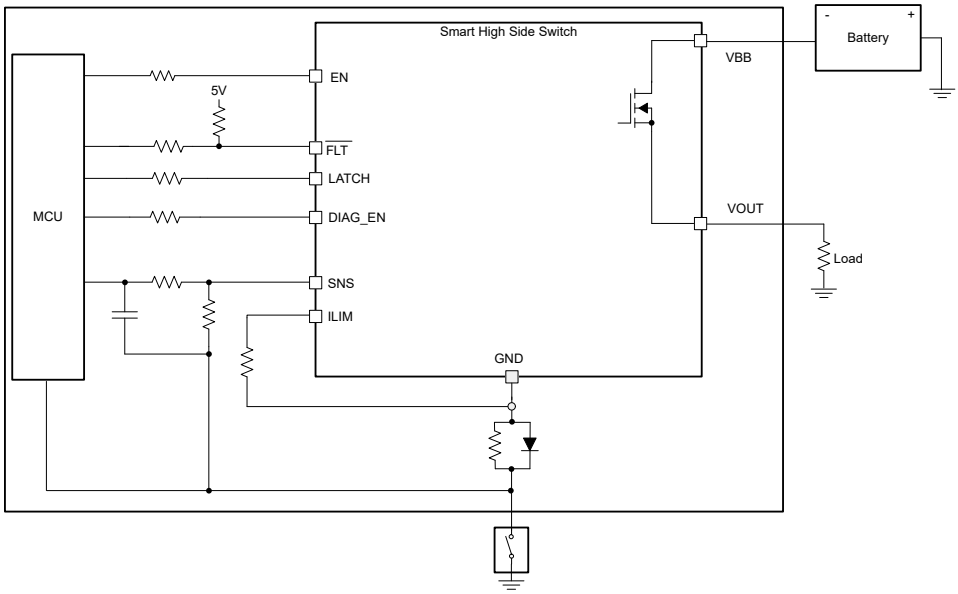


図 7-19. モジュールの GND 喪失

7.3.4.9 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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

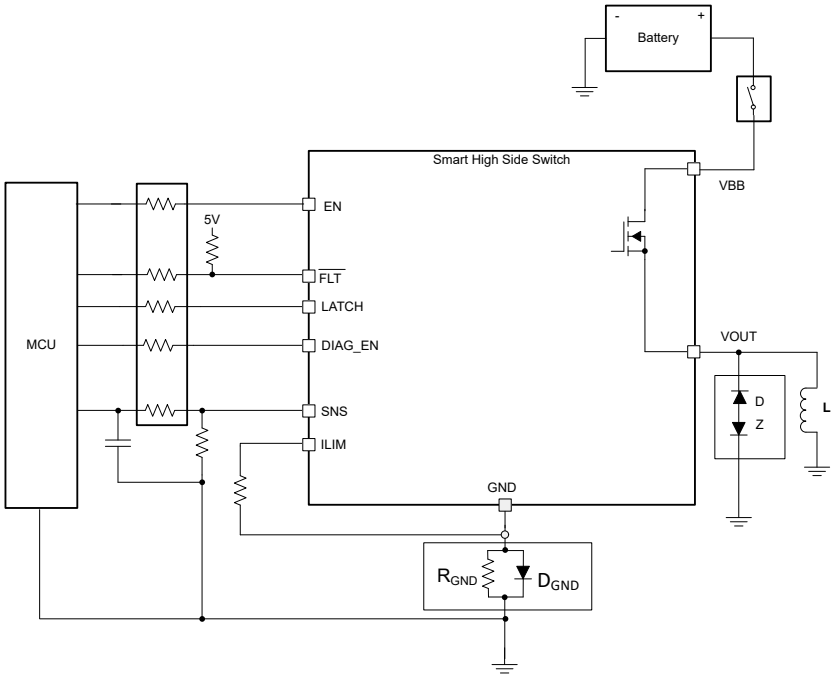


図 7-20. バッテリの損失

7.3.4.10 逆電流保護

方法 1:ブロッキング 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。ブロッキングダイオードは、バッテリの逆接続条件では電流を流しません。

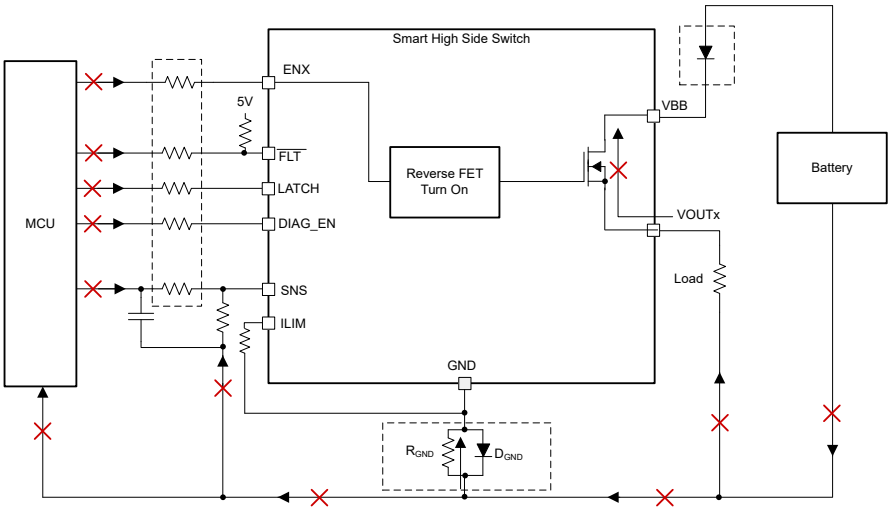


図 7-21. ブロッキング ダイオードによる逆電流保護

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。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立してください。

- 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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

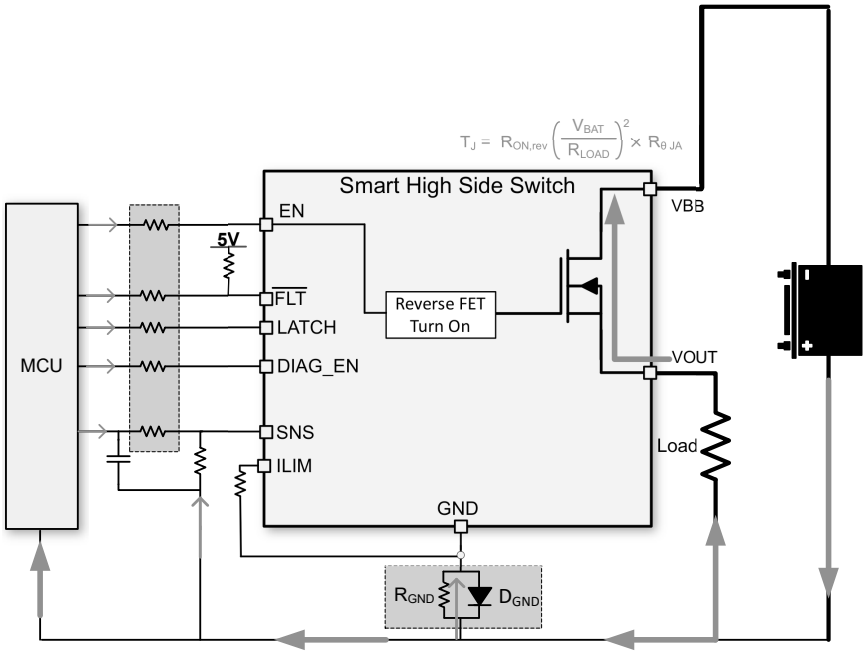


図 7-22. GND ネットワークによる逆電流保護

- **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、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 > 100mA 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。
- **接地抵抗:** バッテリの逆接続時または負の ISO パルス印加時には、抵抗値が大きいほど電流制限効果が上がります。

$$R_{GND} \geq \frac{(-V_{CC})}{(-I_{GND})} \tag{12}$$

  ここで、

  – $-V_{CC}$ は最大逆バッテリ電圧（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。
- **接地ダイオード:** 逆電圧をブロックするためにダイオードが必要ですが、これはダイオードの順方向電圧に起因するグランド シフトにもつながります。最大の電流制限能力を持つには、グランド ダイオードを ≤ 400mV にする必要があります。順方向電圧が高くなると、R_{ILIM} 抵抗の設定値よりも電流制限が増加する場合があります。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。

7.3.4.11 マイコン I/O の保護

負の ISO パルスや、誘導性負荷によるバッテリ損失など、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、TI は R_{PROT} 抵抗に 5kΩ 抵抗を推奨しています。

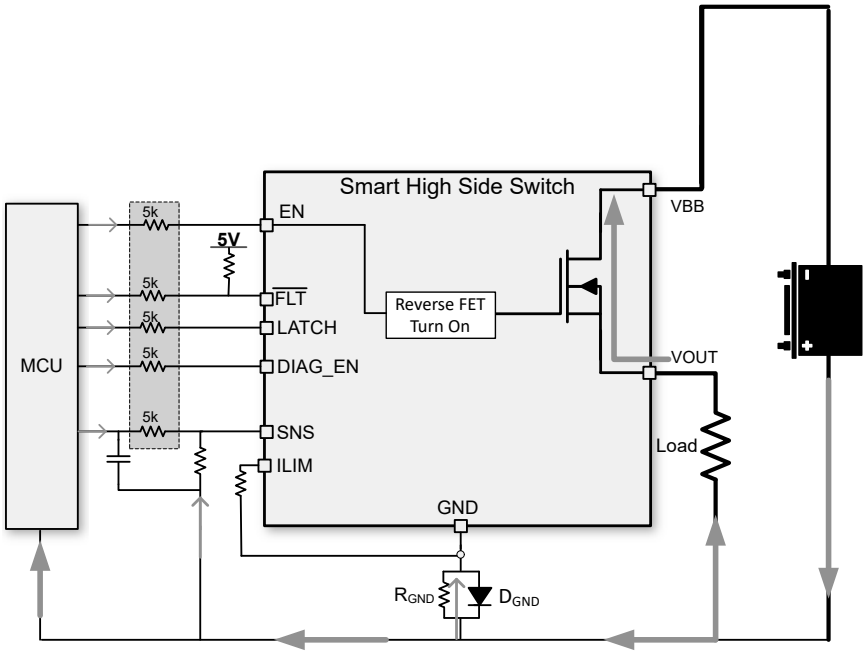


図 7-23. マイコン I/O 保護

7.3.5 診断イネーブル機能

診断イネーブル ピン DIAG_EN により、複数のデバイス間で同じセンス抵抗と ADC ラインまたは I/O ポートを共有することで、電流センスまたはデジタル ステータス用にマイコンの診断入力を多重化できます。

また、出力オフ期間中は、診断ディスエーブル機能によりスタンバイ状態の消費電流が低減されます。デバイスの 3 つの動作モードは、通常モード (I_Q)、スタンバイ モード (I_{STBY})、および診断付きスタンバイ モード (I_{DIA}) です。システムでオフ状態の電力節約が必要な場合、DIAG_EN を Low にした状態でスタンバイ電流は 500nA 未満です。システムでオフ状態診断が必要な場合、標準的なスタンバイ電流は 1mA 付近で DIAG_EN が High の状態です。

7.4 デバイスの機能モード

7.4.1 作業モード

デバイスの 3 つの動作モードは、通常モード、スタンバイ モード、および診断付きスタンバイ モードです。システムにオフ状態の省電力が必要な場合、EN と DIAG_EN を Low にしたときのスタンバイ電流は 500nA 未満です。システムでオフ状態診断が必要な場合、標準的なスタンバイ電流は 1.2mA 付近で、DIAG_EN が High になっています。スタンバイ モードに移行するためには、IN が Low で、$t > t_{STBY}$ である必要があります。t_{STBY} はスタンバイ モード デグリッチ時間であり、PWM スイッチングによる誤ったトリガや干渉を防ぐために使用されます。次の図に、動作モードのステート マシンのステート図を示します。起動時に、まず VBB を起動し、その後で EN を High にします。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

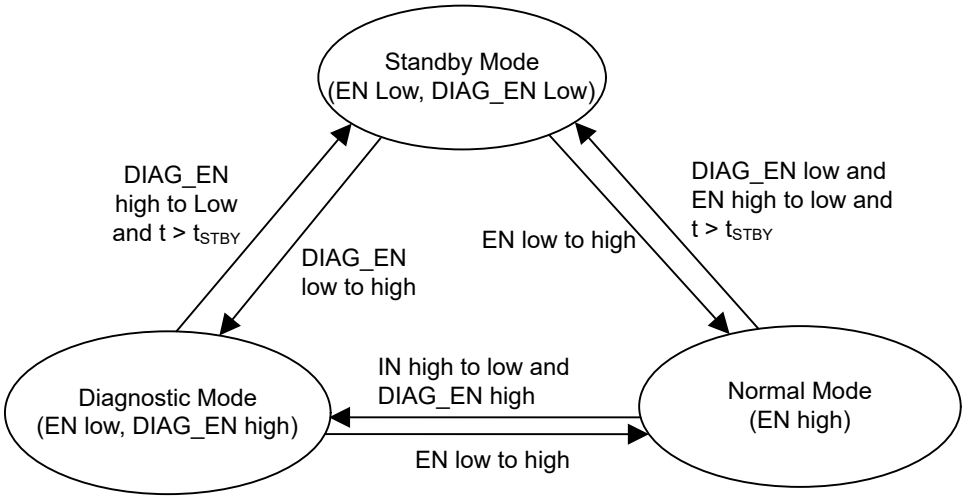


図 7-24. 動作モードのステート マシン

8 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションに関するセクションにある情報は、TI 部品の仕様に含まれるものではなく、TI は、その精度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。

8.1 使用上の注意

以下には、さまざまなフォルト モードを区別するためにデバイスを実装する方法と、過渡パルス耐性テストを実装する方法について説明します。

一部のアプリケーションでは、オープン負荷、バッテリへの短絡、GND への短絡を互いに区別する必要があります。このアクションには、2 つのステップが必要です。

8.2 代表的なアプリケーション

に、外部回路の設計方法の例を示します。

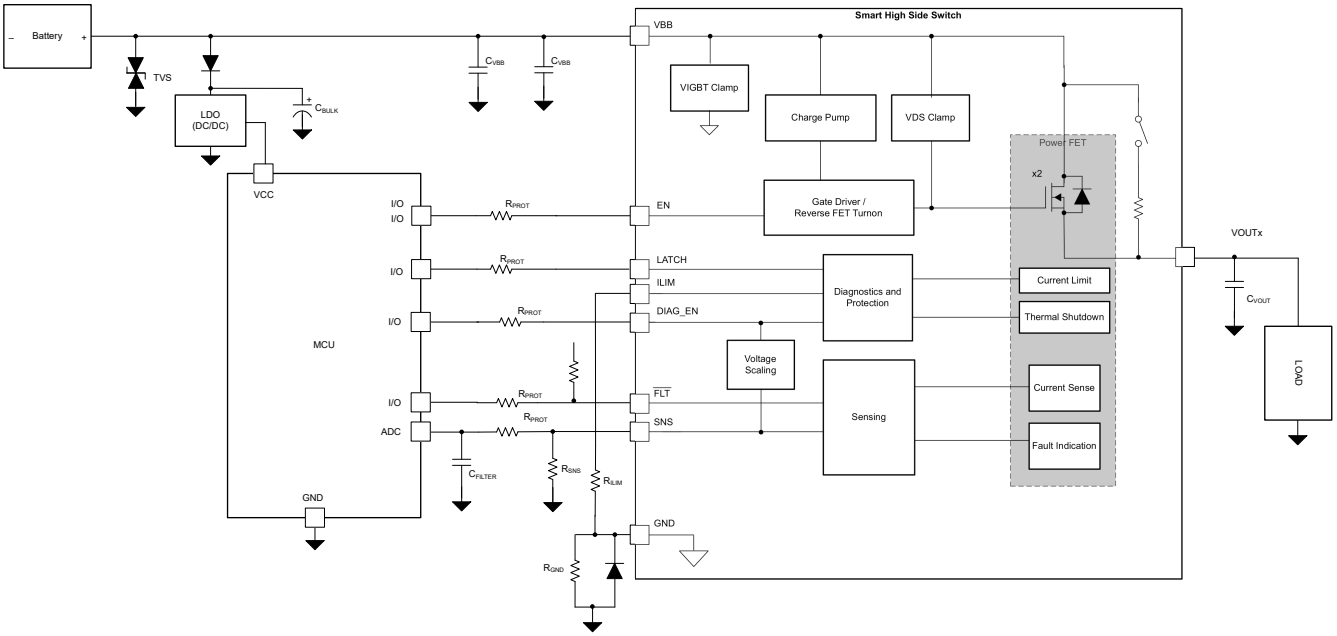


図 8-1. 代表的なアプリケーション回路

8.2.1 設計要件

部品	説明	目的
TVS	SMBJ36CA (オプション)	バッテリからのフィルタ電圧過渡 (ISO7637-2)
CVBB	220nF (オプション)	より優れた EMI 性能
CIC	100nF	EMI を低減できるように、入力側の静電容量は最小
CBULK	2µF ～ 10µF (オプション)	LDO にレールを保持するために存在しますが、これは電源レールの電圧過渡をフィルタ処理するのに役立ちます。これは要件ではありませんが、ISO7637-2 過渡に役立ちます。
RPROT	5k	マイクロコントローラとデバイス I/O ピンの保護抵抗

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

部品	説明	目的
RILIM	7k–70k	調整可能な電流制限スレッショルド
RSNS	1k	センス電流をセンス電圧に変換します。
CFILTER	100nF	SNS ラインの RPROT と組み合わせることでローパス フィルタを作成し、マイコンの ADC に入るノイズをフィルタ処理します
CVOUT	22nF	EMI 特性の改善、電圧過渡のフィルタリング
RGND	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
DGND	BAS21 ダイオード	通常動作中は、GND をシステムグランドに近づけて配置します

8.2.2 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、次の式を使って R_{SNS} を計算します。より高い電流センス精度を実現するには、精度 1% 以上の抵抗が推奨されています。

$$V_{ADC,\,min} \times K_{SNS} \div I_{LOAD,\,min} \leq R_{SNS} \leq (V_{SNSFH} - V_{HR}) \times K_{SNS} \div I_{LOAD,\,max} \quad (13)$$

表 8-1. 代表的なアプリケーション

パラメータ	値
V_{DIAG_EN}	5V
$I_{LOAD,max}$	7A
$I_{LOAD,min}$	20mA
$V_{ADC,min}$	5mV
V_{HR}	1V

このアプリケーションでは、式の要件を満たすために RSNS 値として約 1kΩ を選択できます。

$$5mV \times 1560 \div 20mA \leq \cong 1k\Omega \leq (5V - 1V) \times 1560 \div 7A \quad (14)$$

他のアプリケーションでは、RSNS を大きくする測定可能な低い値を強調できます。同様に、高い電流に関心がある場合、RSNS を減少させることができます。

最大 SNS 電圧スケールを DIAG_EN 電圧に設定すると、ADC に供給される SNS ピンにツェナー ダイオードを接続する必要がなくなります。

プログラマブルな電流制限値を 6A に設定するには、次の式を使用して R_{ILIM} を計算します。

$$R_{ILIM} = \frac{K_{CL}}{I_{LIM}} = \frac{90}{7} = 12.8k\Omega \quad (15)$$

デジタル ピン (EN、DIAG_EN、LATCH) に流れ込む電流を制限するために、R_{PROT} = 5kΩ が推奨されています。

GND ネットワークには 1kΩ 抵抗と 200V、0.2A ダイオード (BAS21 など) が推奨されています。

8.2.2.1 電流制限の動的変更

電流制限ピンからデバイスのグランドに流れる抵抗を簡単に変更することで、電流制限スレッショルドを動的に変更できます。この変更により、大きな突入電流が発生した場合、通常動作中には、起動時に異なる電流制限を設定できます。これは一般的に、ILIM ピン上に 2 つの抵抗を並列に接続し、1 つの抵抗をイネーブルまたはディスエーブルにするスイッチを備えているためです。この設定は、図 8-2 を参照してください。または、デジタル ポテンショメータを使用して ILIM ピンのインピーダンスを簡単に調整することもできます。電流レギュレーション ループを安定した状態に保つため、ILIM ピンの容量が約 100pF 未満になるように注意してください。この機能が有用である最も一般的なアプリケーションは容量性負荷です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

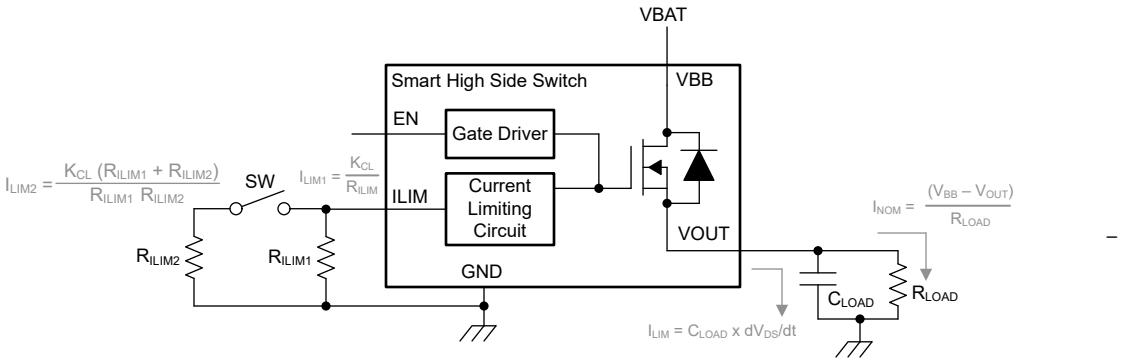


図 8-2. 電流制限設定の動的変更

容量性充電の場合、コンデンサを充電するための初期電流が突入電流となります。システム要件に応じて、電流制限を動的に変更すると、コンデンサをより高速に充電するか、より大きなコンデンサを充電することができます。最初に流れる電流の突入レベルを高くするには、次の式に従ってスイッチを閉じて電流制限を設定します。

$$I_{LIM2} = K_{CL} \frac{(R_{ILIM1} + R_{ILIM2})}{(R_{ILIM1} \times R_{ILIM2})} \quad (16)$$

突入イベントが終了し、出力電圧が充電されると、スイッチが開き、電流制限は R_{ILIM1} 等価レベルになります。図 8-3 に、このタイミングを示します。

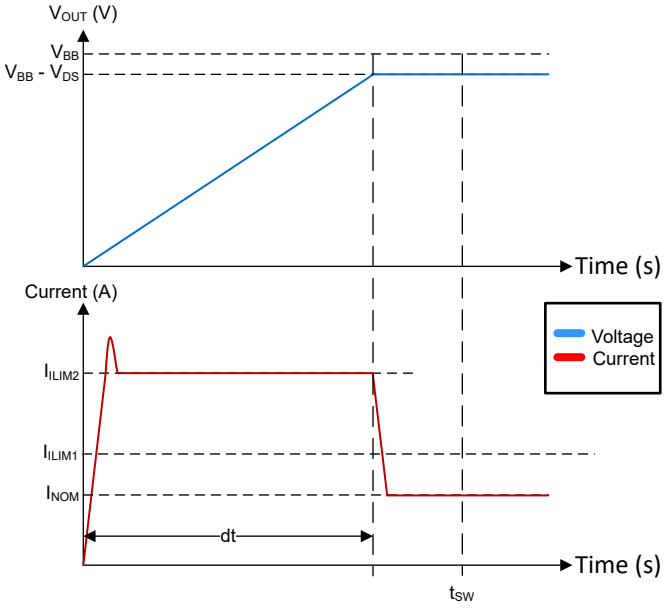


図 8-3. 容量性充電の変化による電流制限

または、スイッチがオープンの場合、電流制限値は低い値で始まり、静電容量が充電されたときにスイッチを閉じることができます。この低い電流制限レベルにより、より高い値の静電容量を充電できます。図 8-4 にタイミング図を示します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

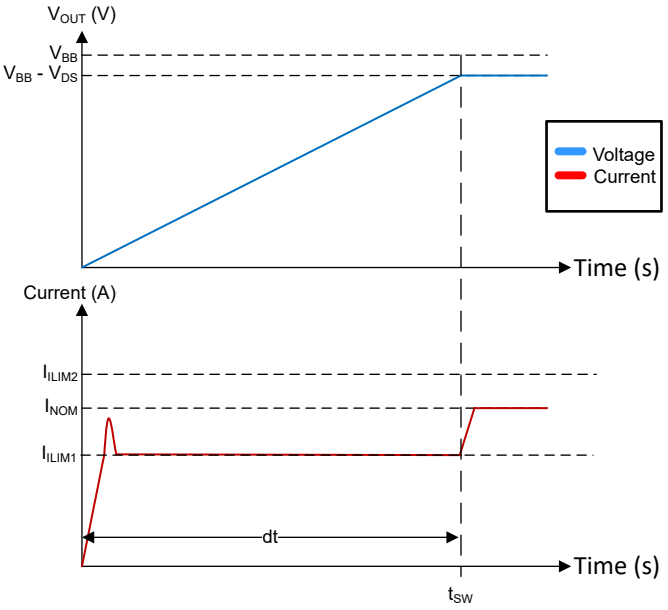


図 8-4. 大きい容量性充電の変化による電流制限

8.2.2.2 EMC 過渡外乱テスト

車載環境では電気的条件が厳しいため、電気的な過渡外乱に対する耐性が必要になります。これは、バッテリに直接接続されるハイサイド パワー スイッチでは特に重要です。詳細なテスト要件は、ISO 7637-2:2011 および ISO 16750-2:2010 規格に従います。TPS1HC30-Q1 デバイスは、サードパーティーの組織によってテストおよび認証されています。

表 8-2. 12V システムにおける ISO 7637-2:2011(E)(1)(2)(3)(4)

テスト項目	テスト パルスの強度レベルと、それに応じた		パルス時間 (t_d)	最小パルス数またはテスト時間	バーストサイクルのパルス反復時間		入力抵抗 (Ω)	機能性能ステータス分類
	レベル	Vs/V			最小値	最大値		
1	III	-112	2ms	500 パルス	0.5s	—	10	ステータス II
2a	III	55	50µs	500 パルス	0.2s	5s	2	ステータス II
2b	IV	10	0.2 ～ 2s	10 パルス	0.5s	5s	0～0.05	ステータス II
3a	IV	-220	0.1µs	1h	90ms	100ms	50	ステータス II
3b	IV	150	0.1µs	1h	90ms	100ms	50	ステータス II

(1) 入力が low 状態と high 状態の両方でテスト済みです。
(2) パルス 2A の電圧は、GND 基準で VBB から最大 54V となります。レベル III に合格するためには、電圧抑制メカニズムを使用する必要があります。このテストは、VBB からグランドに 2µF のコンデンサを接続した状態で実施されます。
(3) GND ピン ネットワークは、BAS21-7F ダイオードと並列接続した 1kΩ 抵抗です。
(4) ステータス II:テスト中は機能が設計どおり動作しませんが、テスト後は自動的に通常動作に復帰します。

表 8-3. 12V システムでの ISO 16750-2:2010(E) 負荷ダンプ テスト B(1)(2)(3)(4)(5)

テスト項目	テスト パルスの強度レベルと、それに応じた		パルス時間 (t_d)	最小パルス数またはテスト時間	バーストサイクルのパルス反復時間	入力抵抗 (Ω)	機能性能ステータス分類
	レベル	Vs/V					
テスト B		35	40 ～ 400ms	5 パルス	60s	0.5～4	ステータス II

(1) 入力が low 状態と high 状態の両方でテスト済みです (DIAG_EN、EN、VBB はすべて入力として分類)。
(2) ワースト ケースのテスト条件を考慮し、VBB および VOUT にフィルタ コンデンサなしでデバイスをテストします。
(3) GND ピン ネットワークは、BAS21-7F ダイオードと並列接続した 1kΩ 抵抗です。
(4) ステータス II:テスト中は機能が設計どおり動作しませんが、テスト後は自動的に通常動作に復帰します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

(5) 36V の外付けサプレッサを選択してください。

8.3 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 8-4. 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。電気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 ～ 24V	ダブル バッテリなど、12V 以上の車載用バッテリ動作を拡張。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。電気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。

8.4 レイアウト

8.4.1 レイアウトのガイドライン

サーマル シャットダウンを防止するため、T_J は 150℃ 未満にする必要があります。出力電流が非常に高い場合は、消費電力が大きくなる可能性があります。HTSSOP パッケージは熱インピーダンスが優れています。ただし、PCB レイアウトは非常に重要です。適切な PCB 設計は、熱伝導を最適化することができ、これはデバイスの長期的な信頼性にとって絶対的に不可欠です。

- PCB 上の銅領域の面積を大きくすれば、基板の熱伝導率も大きくなります。パッケージから周囲への主要な熱伝導経路は、PCB 上の銅領域です。設計で、パッケージの反対側の PCB にヒートシンクが設けられていない場合は、銅領域を最大限大きくすることがきわめて重要です。
- 基板の熱伝導率を最適化するため、パッケージのグランド パッドの直下に、できるだけ多くのサーマル ビアを追加します。
- すべてのサーマル ビアは、はんだボイドの発生を防ぐため、基板の両側で、めっきして閉じるか、栓で塞いで覆ってください。信頼性および性能を確保するために、半田の被覆率は 85% 以上でなければなりません。

8.4.2 レイアウト例

8.4.2.1 GND ネットワークなし

GND ネットワークを使用しない場合は、熱特性を高めるため、サーマル パッドを基板の銅領域に直接接続します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

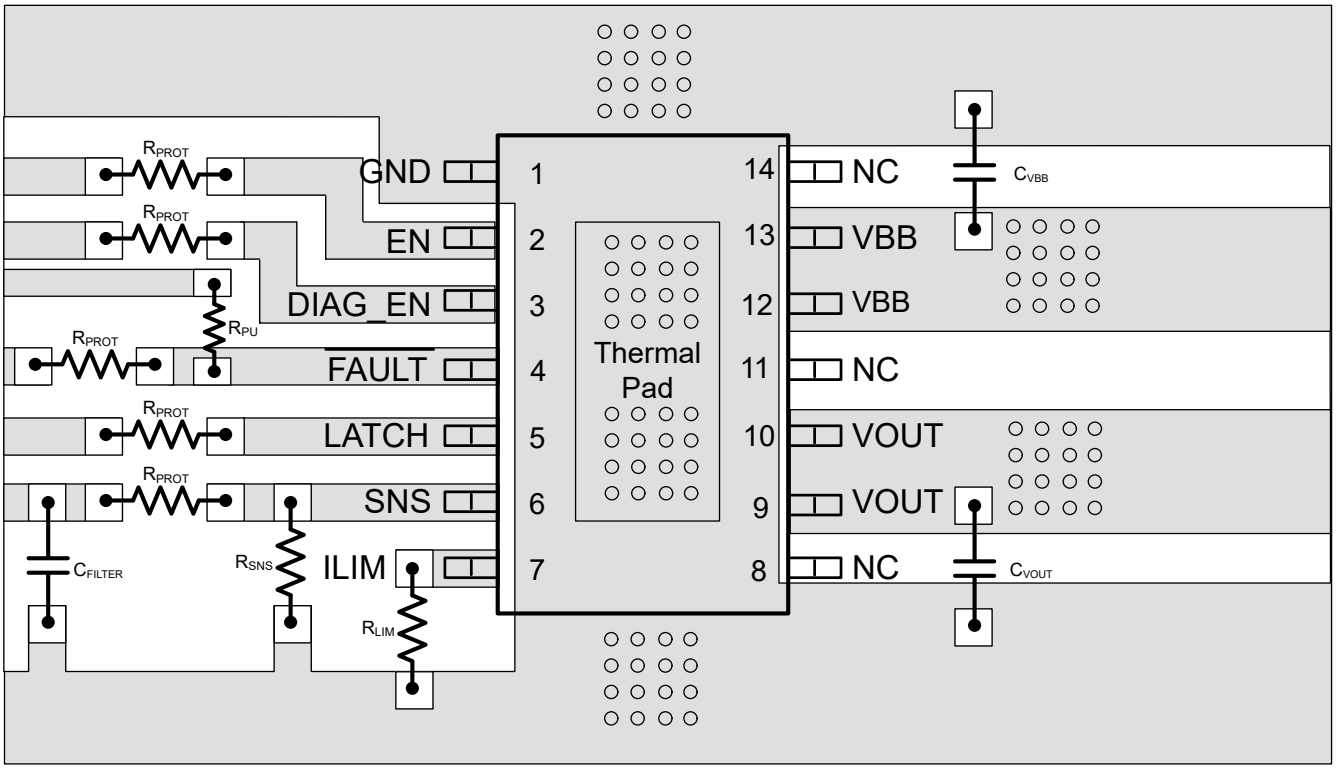


図 8-5. GND ネットワークを使わないレイアウト

8.4.2.2 GND ネットワークあり

GND ネットワークを使用する場合は、GND ネットワークを介して単一パターンでサーマル パッドを基板の GND 銅箔に接続します。

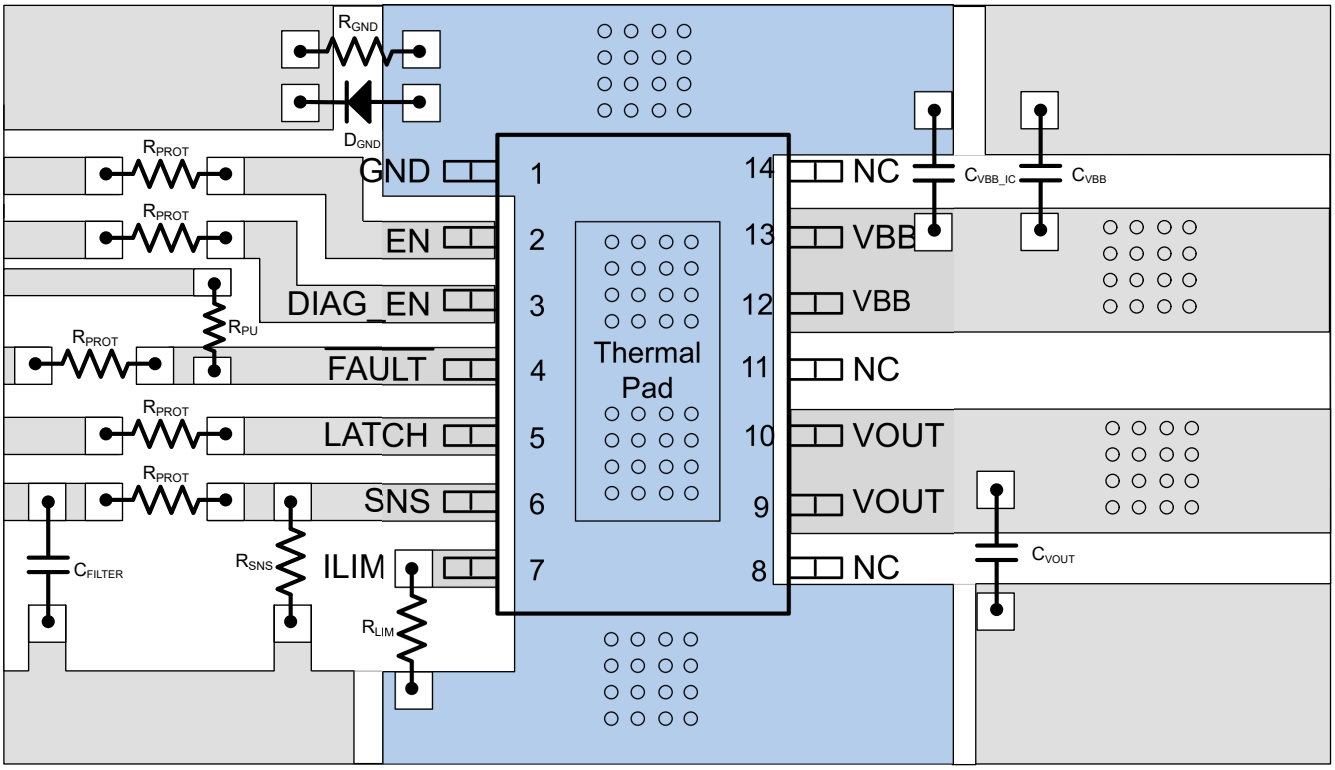


図 8-6. GND ネットワークを使ったレイアウト

8.4.3 熱に関する検討事項

本デバイスには、過熱状態からの保護のため、サーマル シャットダウン (T_{ABS}) 回路が組み込まれています。連続の通常動作では、接合部温度がサーマル シャットダウン トリップ ポイントを超えないようにする必要があります。接合部温度が サーマル シャットダウン トリップ ポイントを超えると、出力はオフになります。接合部温度が低下し、サーマル シャットダウン トリップ ポイントを下回ると、出力が再度オンになります。

次の式を使用して、デバイスで消費される電力を計算します。

$$P_T = I_{OUT}^2 \times R_{DSON} + V_{BB} \times I_Q \quad (17)$$

ここで、

- P_T = デバイスの合計消費電力

デバイスによって消費される電力を求めてから、周囲温度とデバイスの熱インピーダンスから接合部温度を計算します。

$$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P_T \quad (18)$$

詳細については、抵抗性、誘導性、容量性、照明の負荷を駆動する方法に関するアプリケーション ノートを参照してください。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 ドキュメントのサポート

9.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

テキサス インスツルメンツ、『抵抗性、誘導性、容量性、照明負荷を駆動する方法』、アプリケーション ノート

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、設計で必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの使用条件を参照してください。

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

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。

Changes from Revision A (December 2022) to Revision B (October 2026)	Page
• VSNSFH (3.3V) と VBB V_{DIAG_EN} との関係を 5V から 3.3V に変更	12
• SNS ピンのフォルト通知を V_{SNSFH} の電圧から $I_{SNSFLT} \times R_{SNS}$ と等しい電圧に変更	19
• 電流検出精度の図を削除	20
• V_{DS} 全体の電流制限精度をセクション 7.3.2.1 に移動	22
• バッテリのエネルギーと負荷エネルギー消費の情報を更新	25
• 表 7-3 通常の VOUT を $I_{LOAD} \times R_{ON}$ から H に変更	27
• 図 7-18 を更新	32
• 図 7-19 を更新	32
• 図 7-20 を更新	33
• 起動時の VBB および EN の手順を追加	36
• 「詳細な設計手順」を更新	39
• 式 17 と式 18 を変更	44

- 「サポート リソース」を追加.....45

Changes from Revision * (July 2022) to Revision A (December 2022)	Page
• デバイス ステータスを「事前情報」から「量産データ」に変更	1

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。

Copyright © 2026 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)
TPS1HC30BQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 14	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	1HC30Q
TPS1HC30BQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 14	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	1HC30Q

(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.

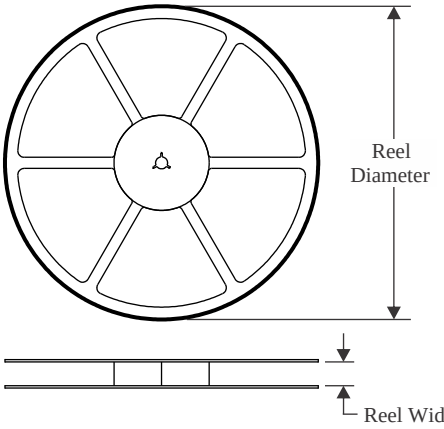
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

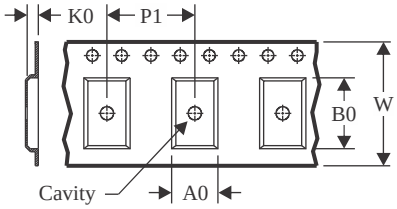
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

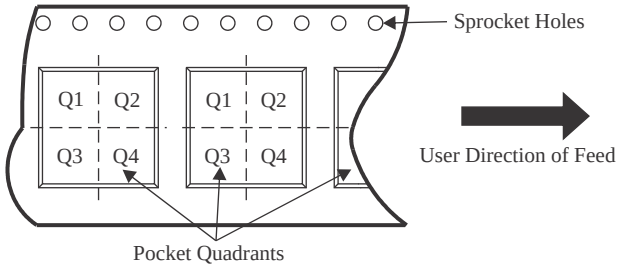


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

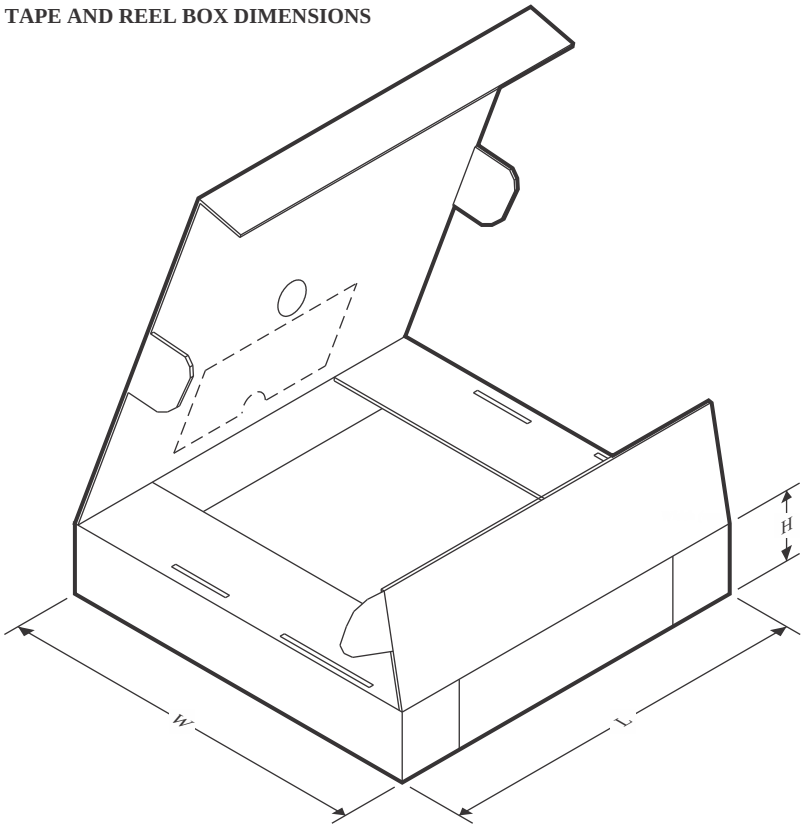
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS1HC30BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	14	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HC30BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	14	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS1HC30BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	14	3000	353.0	353.0	32.0
TPS1HC30BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	14	3000	350.0	350.0	43.0

GENERIC PACKAGE VIEW

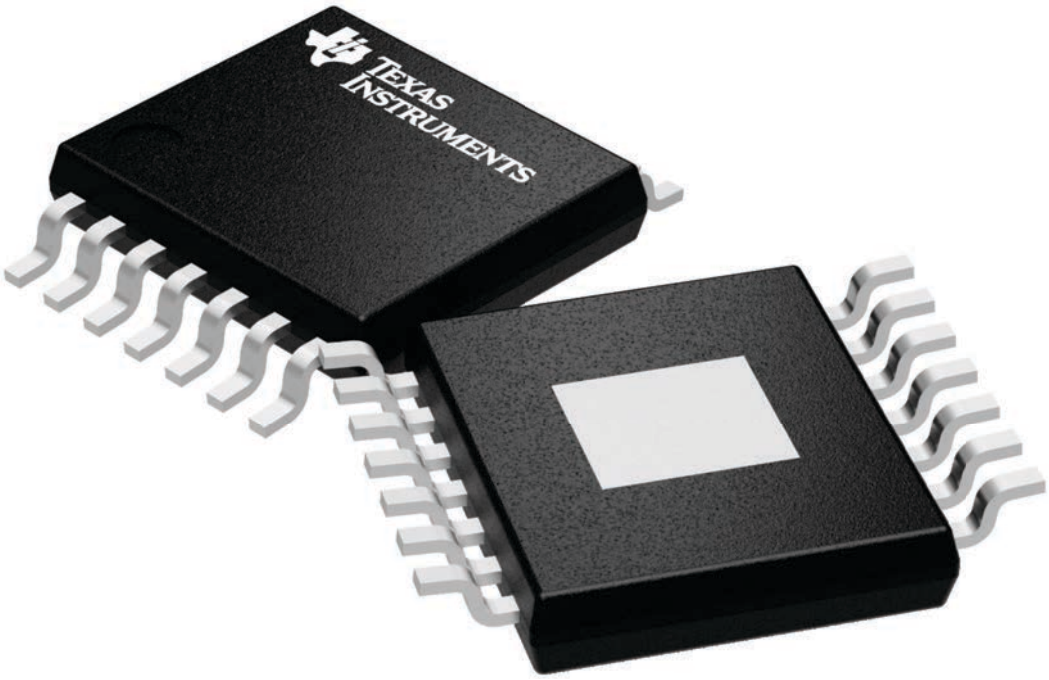
PWP 14

PowerPAD TSSOP - 1.2 mm max height

4.4 x 5.0, 0.65 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



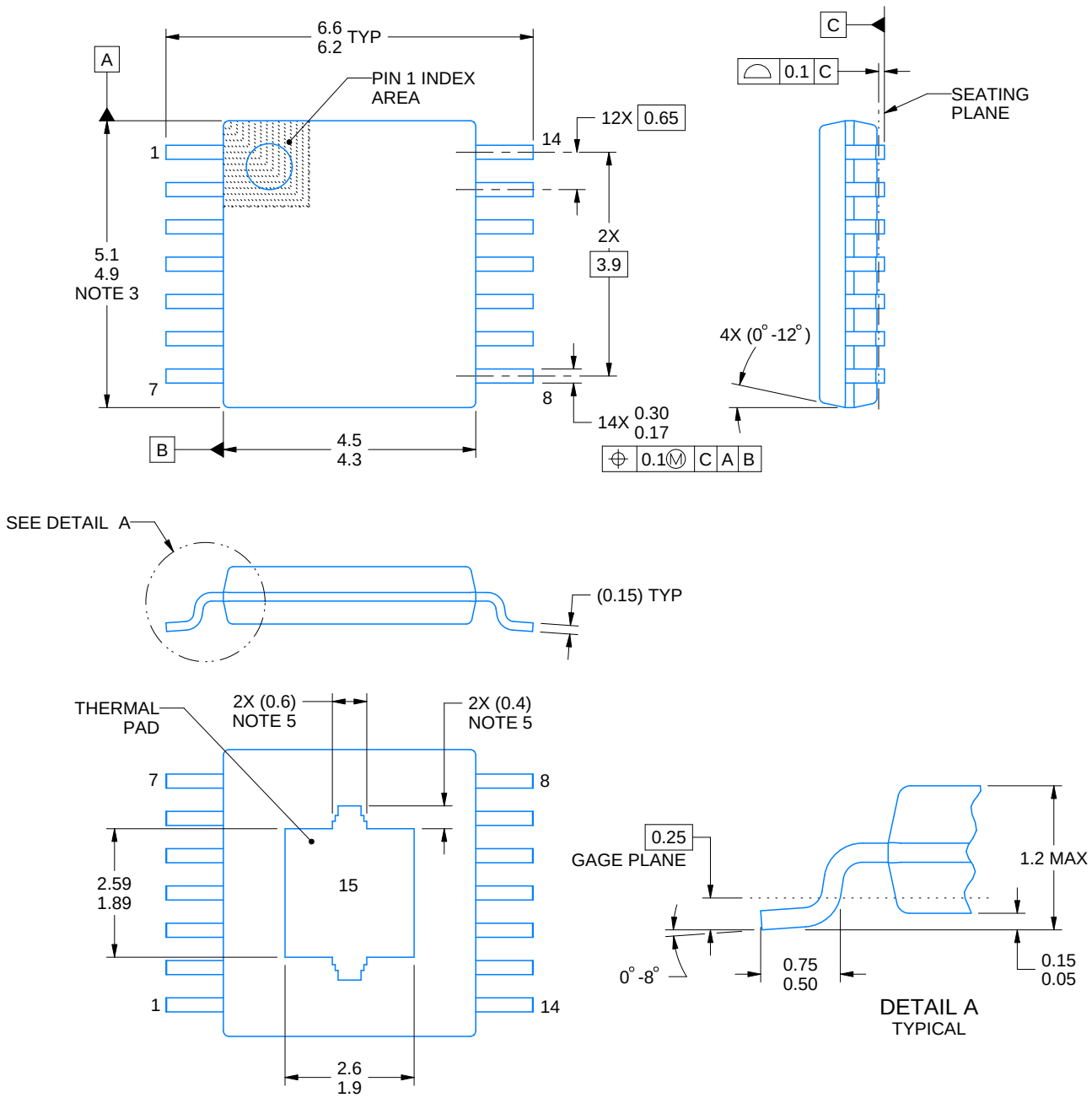
4224995/A

PACKAGE OUTLINE

PWP0014K

PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

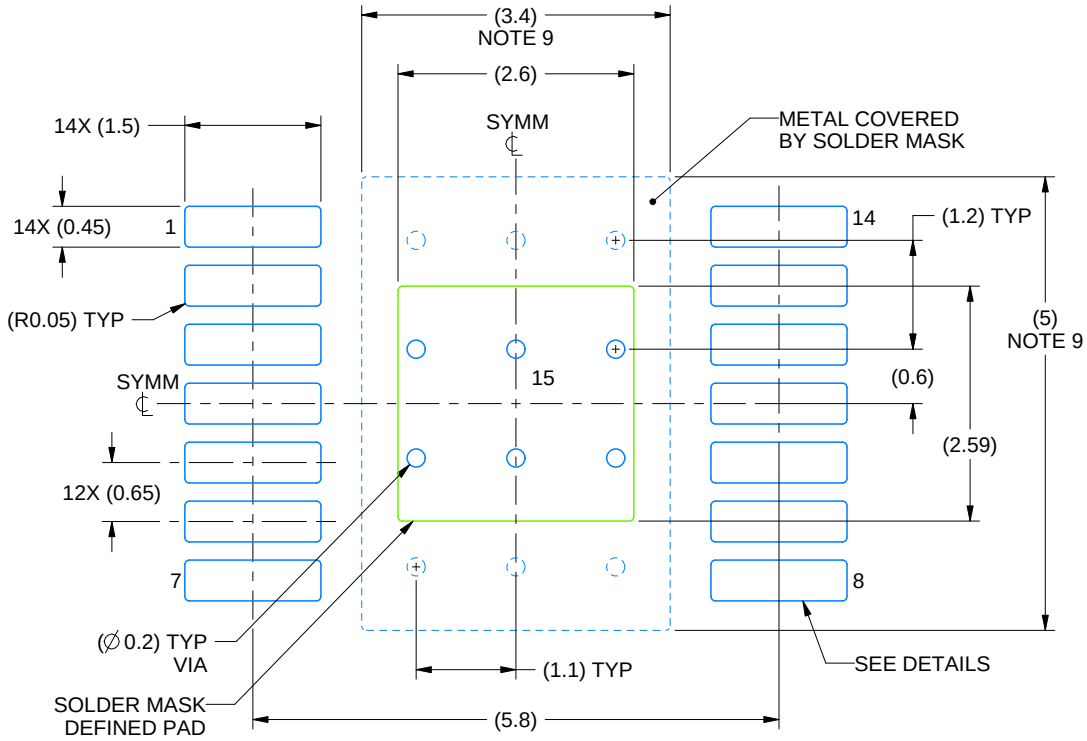
SMALL OUTLINE PACKAGE



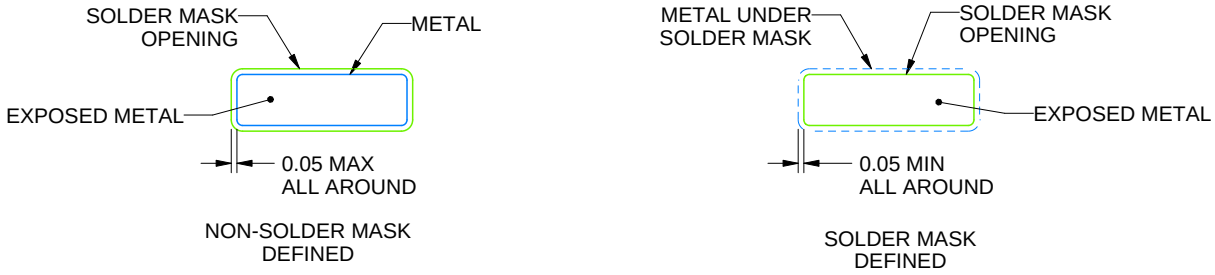
PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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. 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-153.
5. Features may differ or may not be present.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 12X

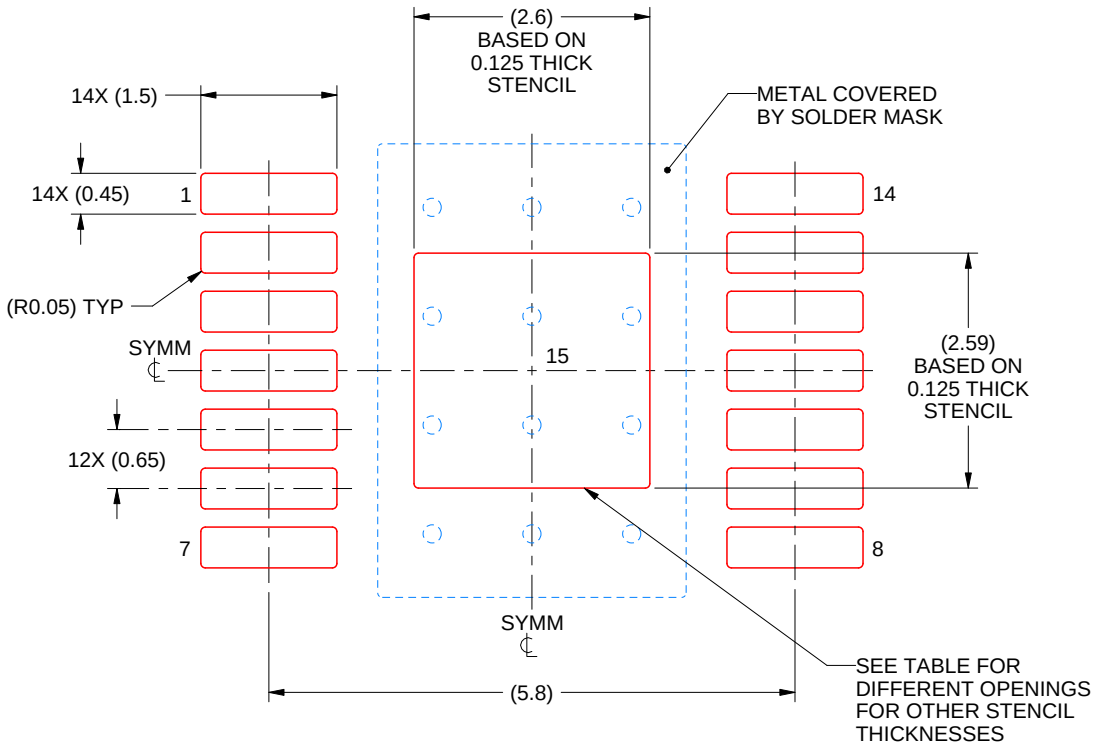


SOLDER MASK DETAILS

4229706/B 12/2023

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002 (www.ti.com/lit/slma002) and SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.
10. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 12X

STENCIL THICKNESS	SOLDER STENCIL OPENING
0.1	2.91 X 2.90
0.125	2.60 X 2.59 (SHOWN)
0.15	2.37 X 2.36
0.175	2.20 X 2.19

4229706/B 12/2023

NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. 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ます。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、 TI の販売条件 、 TI の総合的な品質ガイドライン 、 ti.com または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。 TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月