TPS1HA08-Q1、40V、8mΩ シングルチャネル スマート ハイサイド スイッチ

1 特長

- 8mΩ R_{ON} (T_J = 25°C) でのシングルチャネル スマート ハイサイド スイッチ
- 車載アプリケーション向けに認定済み:
  - AEC Q-100 認定済み
  - デバイス温度グレード 1:動作時周囲温度範囲 – 40℃ ～ +125℃
  - 40V の負荷ダンプへの耐性
- 機能安全対応
  - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 選択可能な電流制限による信頼性向上
  - 20A または 80A の電流制限設定ポイント
  - 過電流に対して電流クランピングまたは即時シャットダウンの応答
- 堅牢な出力保護機能を内蔵:
  - サーマル保護内蔵
  - グランド/バッテリへの短絡に対する保護
  - バッテリ逆接続時の自動スイッチ オン
  - バッテリ/グランド喪失が発生した場合に自動シャットオフ
  - 誘導性負荷の逆起電圧の発生を防止する出力クランプを内蔵
  - フォルト処理を設定可能
- アナログ検出出力は、以下を正確に測定するよう設定可能
  - 負荷電流
  - 電源電圧
  - デバイス温度
- FLT 通知をマイコンに返す
  - 開放負荷およびバッテリへの短絡の検出

2 アプリケーション

- 車体制御モジュール
- 白熱光および LED ライティング
- 加熱素子:
  - シート ヒーター
  - グロー プラグ
  - タンク ヒーター
- 転送制御ユニット
- 空調の自動制御
- インフォテインメント ディスプレイ
- ADAS モジュール

3 説明

TPS1HA08-Q1 デバイスは 12V 車載システムでの使用を目的としたシングルチャネル スマート ハイサイド スイッチです。このデバイスは、短絡など悪影響を及ぼす事象の発生時でも出力ポートを確実に保護できるよう、堅牢な保護および診断機能を内蔵しています。デバイスは、信頼性の高い電流制限機能によってフォルトからの保護を行います。この機能はデバイス バリアントに応じて 80A または 20A に対応しており、過電流イベント時の動作として、スイッチを即座に遮断するか、設定点に出力電流をレギュレートするかのいずれかの方法に構成できます。高い電流制限オプションにより、大きな過渡電流を必要とする負荷で使用できます。また、低電流制限オプションにより、大きなピーク電流を必要としない負荷の保護が向上します。

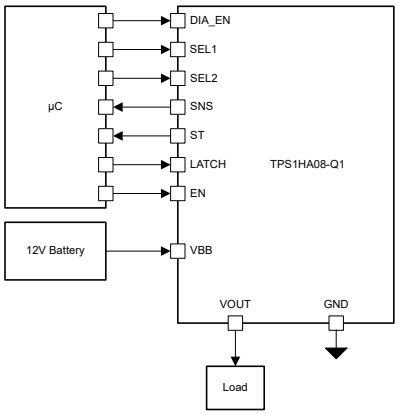
また、TPS1HA08-Q1 は各種負荷プロファイルを駆動する際に診断機能を強化できる高精度アナログ電流検出機能も備えています。負荷電流、デバイス温度、電源電圧をシステムのマイコンに報告することで、予防保全と負荷診断を可能になり、システムの寿命が向上します。

TPS1HA08-Q1 デバイスは小型の 16 ピン HTSSOP パッケージで供給されるため、PCB の占有面積を減らすことができます。

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)
TPS1HA08-Q1	HTSSOP (16)	5.00mm × 4.40mm

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



概略回路図

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。

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 デバイス比較表.....3
5 ピン構成および機能.....4
5.1 未使用ピンの推奨接続.....4
6 仕様.....6
6.1 絶対最大定格.....6
6.2 ESD 定格.....6
6.3 推奨動作条件.....6
6.4 熱に関する情報.....7
6.5 電気的特性.....7
6.6 スイッチング特性.....10
6.7 SNS タイミング特性.....10
6.8 代表的特性.....14
7 パラメータ測定情報.....23
8 詳細説明.....24
8.1 概要.....24
8.2 機能ブロック図.....25
8.3 機能説明.....25
8.4 デバイスの機能モード.....41
9 アプリケーションと実装.....43
9.1 使用上の注意.....43
9.2 代表的なアプリケーション.....46
9.3 電源に関する推奨事項.....51
9.4 レイアウト.....51
10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....52
10.1 デバイス サポート.....52
10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....52
10.3 サポート・リソース.....52
10.4 商標.....52
10.5 静電気放電に関する注意事項.....52
10.6 用語集.....52
11 改訂履歴.....52
12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....53

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 デバイス比較表

デバイス バージョン	完全なデバイス番号	電流制限 (I_{CL})	過電流時の動作	ウォッチドッグ機能
A	TPS1HA08**A**-Q1	20A	すぐにスイッチを無効化します	無効
B	TPS1HA08**B**-Q1	80A	すぐにスイッチを無効にします	無効
C	TPS1HA08**C**-Q1	20A	サーマル シャットダウンまでの I_{CL} でのクランプ電流	無効
D	TPS1HA08**D**-Q1	80A	サーマル シャットダウンまでの I_{CL} でのクランプ電流	無効
E	TPS1HA08**E**-Q1	20A	すぐにスイッチを無効化します	有効

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 ピン構成および機能

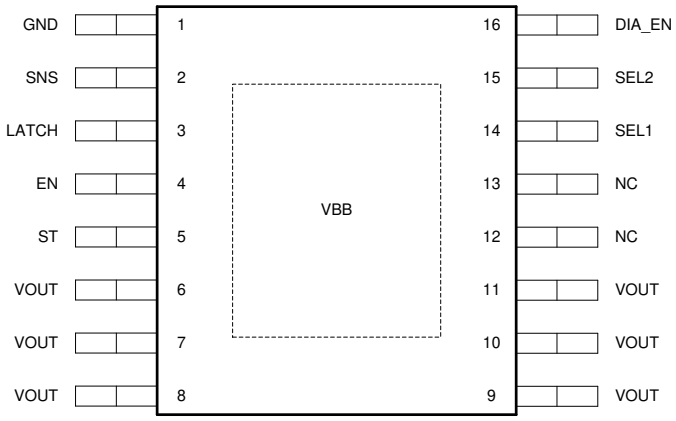


図 5-1. PWP パッケージ 16 ピン HTSSOP 上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ(1)	説明
番号	名称		
1	GND	—	デバイスのグランド
2	SNS	O	センス出力
3	LATCH	I	フォルト処理動作 (ラッチまたは自動再試行) の設定
4	EN	I	スイッチ制御入力、アクティブ High
5	$\overline{ST}$	O	スイッチ診断フィードバック、アクティブ Low
6、7、8、9、10、11	VOUT	O	スイッチ出力
12	NC	--	無接続
13	NC	--	無接続
14	SEL1	I	診断選択 1
15	SEL2	I	診断選択 2
16	DIA_EN	I	診断有効、アクティブ High
露出パッド	VBB	I	電源入力

(1) I = 入力、O = 出力

5.1 未使用ピンの推奨接続

TPS1HA08-Q1 デバイスは、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。しかし、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なります。

表 5-2. 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。ラッチ動作が必要な場合は、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することができます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-2. 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
$\overline{ST}$	浮動	すべてのフォルトは、アナログ SNS ピンによって通知されます。$\overline{ST}$ ピンには、次のような追加の利点があります。 • DIA_EN = 0 の場合にフォルト通知を行う • SELx ピンの状態に関係なく、フォルト通知を行う • (SNS 信号で使用される ADC やコンパレータではなく) 単純なデジタル I/O に対してフォルト通知を行う
SEL1	R_{PROT} 抵抗を介したフロートまたはグランド	SEL1 は、V_{BB} と T_J のセンシング機能のいずれかを選択します。SEL1 を使用しない場合、負荷診断のみを使用できます。
SEL2	R_{PROT} 抵抗を介して接地します	SEL2 = 0V の場合、V_{BB} 測定診断は利用できません。
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、バッテリへの短絡の診断機能は使用できません。

R_{PROT} は、バッテリ逆接続状態での超過電流からピンを保護するために使用されます。詳細については、「バッテリ逆接続の保護」セクションを参照してください。

6 仕様

6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) (1)

			最小値	最大値	単位
V_{BB}	最大連続電源電圧			36	V
V_{LD}	負荷ダンプ電圧	ISO16750-2:2010(E)		40	V
V_{Rev}	バッテリ逆電圧、V_{REV} ≤ 3 分		-18		V
V_{EN}	イネーブル ピン電圧		-1	7	V
V_{LATCH}	LATCH ピン電圧		-1	7	V
V_{ST}	ステータス ピン電圧		-1	7(2)	V
V_{DIA_EN}	診断イネーブル ピン電圧		-1	7	V
V_{SNS}	センスピン電圧		-1	7	V
V_{SEL1}、V_{SEL2}	ピン電圧を選択		-1	7	V
I_{GND}	逆グランド電流	V_{BB} < 0V		-50	mA
E_{TOFF}	ターンオフ中のエネルギー損失	シングル パルス、L_{OUT} = 5mH、T_A = 125°C		95	mJ
		繰り返しパルス、10Hz、L_{OUT} = 5mH、T_A = 125°C		56	mJ
T_J	最大接合部温度			150	°C
T_{stg}	保存温度		-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、または「推奨動作条件」に記載された範囲を超えるその他のいかなる条件においても、デバイスの機能動作を保証するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用した場合、デバイスは完全に機能するとは限らず、このことがデバイスの信頼性、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。
(2) これらのピンは、高電圧を処理するピンに隣接しています。ピン間が短絡しても、デバイスは損傷しません。

6.2 ESD 定格

				値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 準拠 (1)	露出パッドとピン 6 ～ 11 を除くすべてのピン	±2000	V
			露出パッドおよびピン 6 ～ 11	±4000	
		デバイス帯電モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	すべてのピン	±750	

(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

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	最大値	単位
V_{BB}	公称電源電圧	8	18	V
V_{BB}	拡張動作範囲 (1)	3	28	V
V_{EN}	イネーブル電圧	-1	5.5	V
V_{LATCH}	LATCH 電圧	-1	5.5	V
V_{DIA_EN}	診断イネーブル電圧	-1	5.5	V
V_{SEL1}、V_{SEL2}	電圧の選択	-1	5.5	V
V_{ST}	ステータス電圧	0	5.5	V
V_{SNS}	センス電圧	-1	$V_{SNSclamp}$	V

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

			最小値	最大値	単位
I_{MAX}	連続負荷電流	T_A = 70℃	0	10	A

(1) デバイスは拡張動作範囲内で機能しますが、一部のパラメータ値は適用されない場合があります。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)(2)		TPS1HA08-Q1 PWP (HTSSOP) 16 ピン	単位
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	32.8	℃/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	30.7	℃/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	9.3	℃/W
ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	2.6	℃/W
ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	9.4	℃/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	1.0	℃/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション ノ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。

6.5 電気的特性

V_{BB} = 8V ～ 18V、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
入力電圧および電流						
V_{Clamp}	V_{DS} クランプ電圧		40		58	V
V_{UVLOF}	V_{BB} 低電圧誤動作防止の立ち下がり電圧			2.5	3	V
V_{UVLOR}	V_{BB} 低電圧誤動作防止の立ち上がり電圧			2.5	3	V
I_{SB}	スタンバイ電流 (MOSFET リーケージを含む)	V_{BB} = 13.5V、T_J = 25°C V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V			0.5	µA
		V_{BB} = 13.5V、T_J = 85°C V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V			0.5	µA
		V_{BB} = 13.5V、T_J = 125°C、 V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V			3	µA
$I_{OUT(STANDBY)}$	出力リーク電流	V_{BB} = 13.5V、T_J = 25°C V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V		0.01	0.5	µA
		V_{BB} = 13.5V、T_J = 125°C V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V、V_{OUT} = 0V			3	µA
I_{DIA}	DIAGNOSTIC モードでの消費電流	V_{BB} = 13.5V、I_{SNS} = 0mA V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V、V_{OUT} = 0V		3	6	mA
I_Q	静止時電流	V_{BB} = 13.5V V_{EN} = V_{DIA_EN} = 5V、I_{OUT} = 0A、V_{SELX} = 0V		3	6	mA
t_{STBY}	スタンバイモード遅延時間	V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V からスタンバイ		20		ms
R_{ON} 特性						
R_{ON}	オン抵抗 (MOSFET とパッケージを含む)	T_J = 25°C、6V ≤ V_{BB} ≤ 28V		9		mΩ
		T_J = 150°C、6V ≤ V_{BB} ≤ 28V			20	mΩ
		T_J = 25°C、3V ≤ V_{BB} ≤ 6V			15	mΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 8V ～ 18V、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
$R_{ON(REV)}$	逆極性時のオン抵抗	T_J = 25°C、-18V ≤ V_{BB} ≤ -8V			9		mΩ
		T_J = 105°C、-18V ≤ V_{BB} ≤ -8V				20	mΩ
電流センス特性							
K_{SNS}	電流センス比 I_{OUT} / I_{SNS}				4600		
I_{SNSI}	電流センス電流と電流センス精度	V_{EN} = V_{DIA_EN} = 5V、V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V	I_{OUT} = 20A		4.35		mA
				-5		5	%
			I_{OUT} = 8A		1.74		mA
				-5		5	%
			I_{OUT} = 3A		0.65		mA
				-5		5	%
			I_{OUT} = 1A		0.217		mA
				-5		5	%
			I_{OUT} = 300mA		0.065		mA
				-12		12	%
			I_{OUT} = 100mA		0.022		mA
				-42		42	%
T_J センス特性							
I_{SNST}	温度センス電流	V_{DIA_EN} = 5V、V_{SEL1} = 5V、V_{SEL2} = 0V	T_J = -40°C		0.12		mA
			T_J = 25°C		0.85		mA
			T_J = 85°C		1.52		mA
			T_J = 150°C		2.25		mA
dI_{SNST}/dT	係数				0.0112		mA/°C
V_{BB} センス特性							
I_{SNSV}	電圧センス電流	V_{DIA_EN} = 5V、V_{SEL1} = 5V、V_{SEL2} = 5V	V_{BB} = 3V		0.26		mA
			V_{BB} = 8V		0.69		mA
			V_{BB} = 13.5V		1.17		mA
			V_{BB} = 18V		1.56		mA
			V_{BB} = 28V		2.43		mA
dI_{SNSV}/dV	係数				0.0867		mA/V
SNS 特性							
I_{SNSFH}	I_{SNS} フォルト High レベル	V_{DIA_EN} = 5V、V_{SEL1} = 0V、V_{SEL2} = 0		6	6.9	7.6	mA
$I_{SNSleak}$	I_{SNS} リーケージ	V_{DIA_EN} = 0V		0		1	µA
$V_{SNSclamp}$	V_{SNS} クランプ				5.9		V
電流制限特性							
I_{CL}	電流制限	デバイス バージョン B/D	T_J = -40°C	75.5	88.8	102.1	A
			T_J = 25°C	68	80	92	
			T_J = 150°C	51	60	69	
		デバイス バージョン A/C/E	T_J = -40°C	16	22.2	27.8	A
			T_J = 25°C	14.4	20	25	
			T_J = 150°C	10.8	15	18.8	
$\overline{ST}$ ピンの特性							
V_{OL}	開放負荷検出電圧	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V		2	2.5	4	V

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 8V ～ 18V、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
t_{OL1}	OL と STB 通知時間 - スイッチ無効時	EN の立ち下がりエッジから V_{EN} = 5V ～ 0V、V_{DIA_EN} = 5V、V_{SELx} = 00 I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = 4V	300	500	700	µs
t_{OL2}	OL と STB 通知時間 - スイッチ無効時	DIA_EN の立ち上がりエッジから V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V、V_{SELx} = 00 I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = 4V			50	µs
t_{OL3}	OL と STB 通知時間 - スイッチ無効時	VOUT の立ち上がりエッジから V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 5V、V_{SELx} = 00 I_{OUT} = 0mA、V_{OUT} = 0V ～ 4V			50	µs
T_{ABS}	サーマル シャットダウン		160			°C
T_{HYS}	サーマル シャットダウン ヒステリシス			20		°C
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イネーブルまでの最小時間 (サーマル シャットダウン、電流制限、エネルギー制限)	1	2	3	ms
t_{WD}	ウォッチドッグ タイマ	デバイス バージョン E	350	400	450	ms
EN ピンの特性(1)						
$V_{IL,\ EN}$	Low レベル入力電圧				0.8	V
$V_{IH,\ EN}$	High レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし	2			V
$V_{IHYS,\ EN}$	入力電圧ヒステリシス	GND ネットワーク ダイオードなし		250		mV
$I_{IL,\ EN}$	Low レベル入力電流	V_{EN} = 0.8V		0.8		µA
$I_{IH,\ EN}$	High レベル入力電流	V_{EN} = 2.0V		2		µA
R_{EN}	内部プルダウン抵抗。			1		MΩ
DIA_EN ピンの特性 (1)						
$V_{IL,\ DIA_EN}$	Low レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし			0.8	V
$V_{IH,\ DIA_EN}$	High レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし	2			V
V_{IHYS,DIA_EN}	入力電圧ヒステリシス			250		mV
I_{IL,DIA_EN}	Low レベル入力電流	V_{DIA_EN} = 0.8V		0.8		µA
I_{IH,DIA_EN}	High レベル入力電流	V_{DIA_EN} = 2.0V		2		µA
R_{DIA_EN}	内部プルダウン抵抗。			1		MΩ
SEL1 ピンと SEL2 ピンの特性 (1)						
$V_{IL,\ SELx}$	Low レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし			0.8	V
$V_{IH,\ SELx}$	High レベル入力電圧		2			V
$V_{IHYS,\ SELx}$	入力電圧ヒステリシス			250		mV
$I_{IL,\ SELx}$	Low レベル入力電流	V_{SELx} = 0.8V		0.8		µA
$I_{IH,\ SELx}$	High レベル入力電流	V_{SELx} = 2.0V		2		µA
R_{SELx}	内部プルダウン抵抗。			1		MΩ
LATCH ピンの特性 (1)						
$V_{IL,\ LATCH}$	Low レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし			0.8	V
$V_{IH,LATCH}$	High レベル入力電圧	GND ネットワーク ダイオードなし	2			V
$V_{IHYS,\ LATCH}$	入力電圧ヒステリシス			250		mV
$I_{IL,\ LATCH}$	Low レベル入力電流	V_{LATCH} = 0.8V		0.8		µA
$I_{IH,\ LATCH}$	High レベル入力電流	V_{LATCH} = 2.0V		2		µA
R_{LATCH}	内部プルダウン抵抗。			1		MΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性 (続き)

V_{BB} = 8V ～ 18V、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
ST ピンの特性 (1)						
$V_{OL, ST}$	Low レベル出力電圧	I_{ST} = 1mA			0.4	V
I_{STleak}	リーク電流	V_{ST} = 5V			2	µA

(1) V_{BB} = 3 ～ 28V

6.6 スイッチング特性

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
t_{DR}	ターンオン遅延時間	V_{BB} = 13.5V、R_L = 2.6Ω	20	70	100	µs
t_{DF}	ターンオフ遅延時間	V_{BB} = 13.5V、R_L = 2.6Ω	20	50	100	µs
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 = 2.6Ω	0.1	0.35	0.7	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 = 2.6Ω	0.1	0.5	0.7	V/µs
t_{ON}	ターンオン時間	V_{BB} = 13.5V、R_L = 2.6Ω	39	80	145	µs
t_{OFF}	ターンオフ時間	V_{BB} = 13.5V、R_L = 2.6Ω	39	75	145	µs
t_{ON} - t_{OFF}	ターンオン/ターンオフに対応	200µs のイネーブルパルス	-50	0	50	µs
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 = 2.6Ω		0.4		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 = 2.6Ω		0.4		mJ

6.7 SNS タイミング特性

V_{BB} = 8 ～ 18V、T_J = –40°C ～ 150°C (特記しない限り)

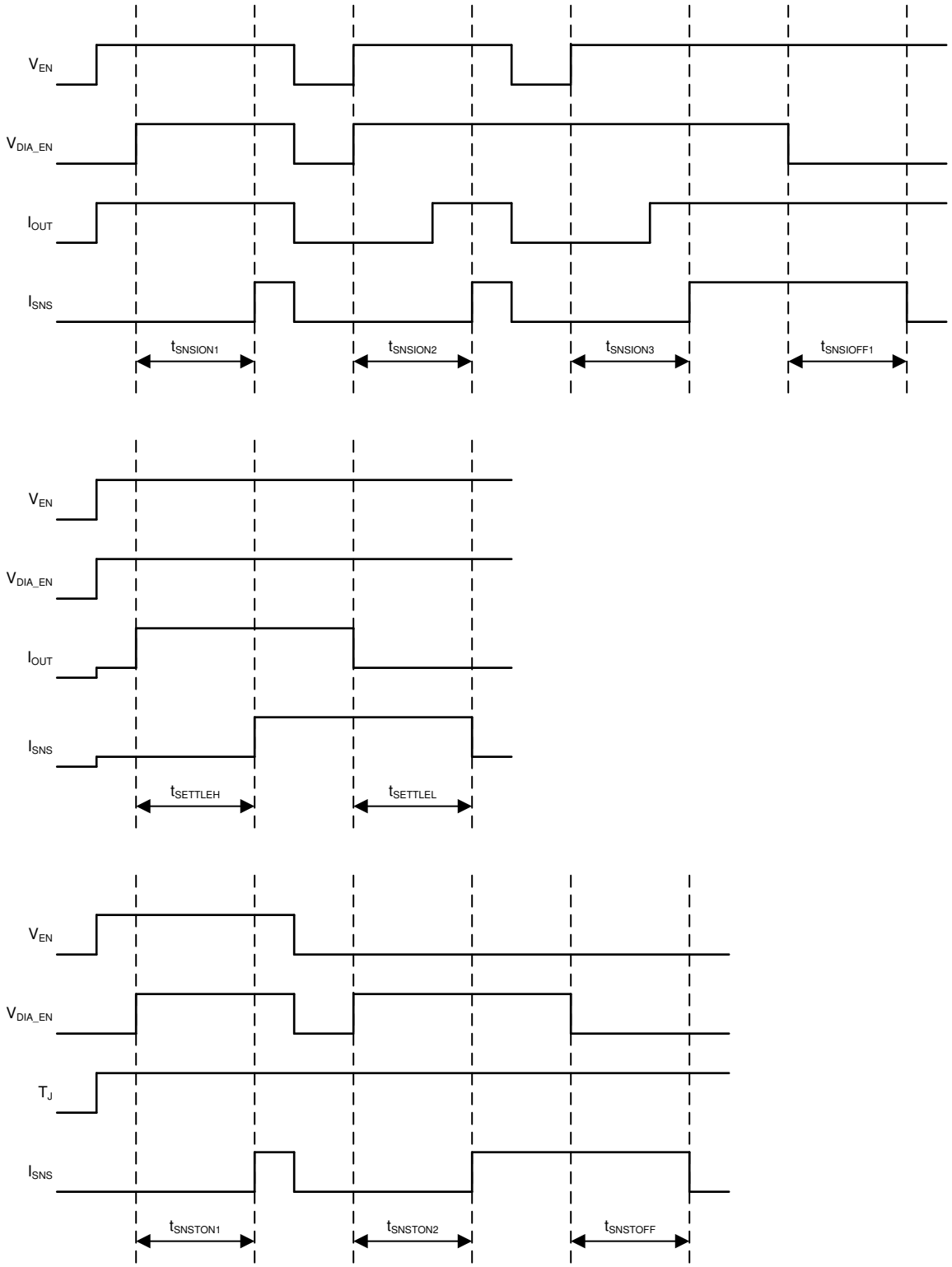
パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
SNS タイミング-電流センス						
$t_{SNSION1}$	DIA_EN の立ち上がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			40	µs
$t_{SNSION2}$	EN の立ち上がりエッジのセトリングタイム	V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			180	µs
$t_{SNSION3}$	EN の立ち上がりエッジのセトリングタイム	V_{EN} = 0V ～ 5V、V_{DIA_EN} = 5V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			180	µs
$t_{SNSIOFF1}$	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 R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			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} = 1A から 5A			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} = 5A から 1A			20	µs
SNS タイミング - 温度センス						
$t_{SNSTON1}$	DIA_EN の立ち上がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ			40	µs
$t_{SNSTON2}$	DIA_EN の立ち上がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ			70	µs

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

V_{BB} = 8 ～ 18V、T_J = –40°C ～ 150°C (特記しない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{SNSTOFF}$	DIA_EN の立ち下がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V ～ 0V R_{SNS} = 1kΩ			20	µs
SNS タイミング - 電圧センス						
$t_{SNSVON1}$	DIA_EN の立ち上がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 5V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ			40	µs
$t_{SNSVON2}$	DIA_EN の立ち上がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = 0V、V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ			70	µs
$t_{SNSVOFF}$	DIA_EN の立ち下がりエッジからのセトリングタイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V ～ 0V R_{SNS} = 1kΩ			20	µs
SNS タイミング - マルチプレクサ						
t_{MUX}	温度センスから電流センスまでのセトリング タイム	V_{EN}= X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = 5V ～ 0V、V_{SEL2} = 0V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			60	µs
	温度センスから電圧センスまでのセトリング タイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = 5V、V_{SEL2} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ			60	µs
	電圧センスから温度センスまでのセトリング タイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = 5V、V_{SEL2} = 5V ～ 0V R_{SNS} = 1kΩ			60	µs
	電圧センスから電流センスまでのセトリング タイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = V_{SEL2} = 5V ～ 0V、 R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			60	µs
	電流センスから温度センスまでのセトリング タイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = 0V ～ 5V、V_{SEL2} = 0V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			60	µs
	電流センスから電圧センスまでのセトリング タイム	V_{EN} = X、V_{DIA_EN} = 5V V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V ～ 5V R_{SNS} = 1kΩ、R_L = 2.6Ω			60	µs

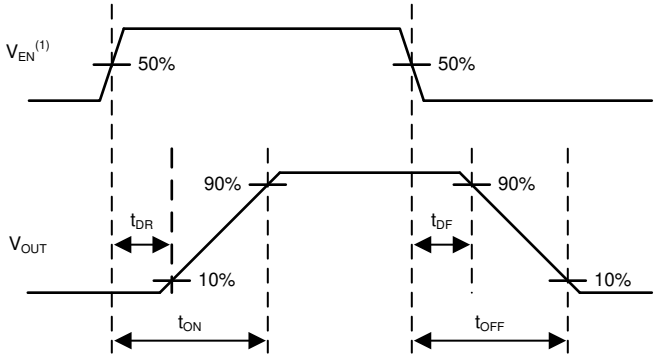
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



制御信号の立ち上がりおよび立ち下がり時間は 100ns です。制御信号には以下が含まれます。EN、DIA_EN、SEL1、SEL2。
SEL1 と SEL2 を適切な値に設定します。
温度検出のタイミング図を使用して、電圧センスのタイミングを表します。

図 6-1. SNS のタイミング特性の定義

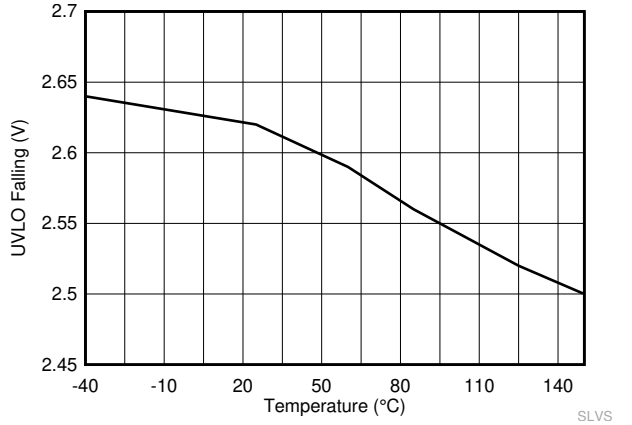
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



V_{EN} の立ち上がりおよび立ち下がり時間は 100ns です。

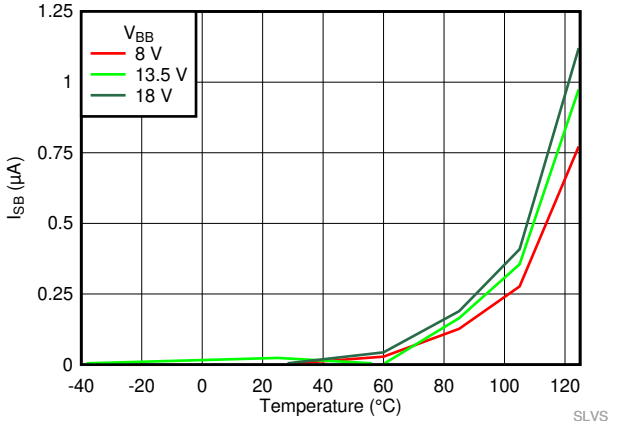
図 6-2. スイッチング特性の定義

6.8 代表的特性



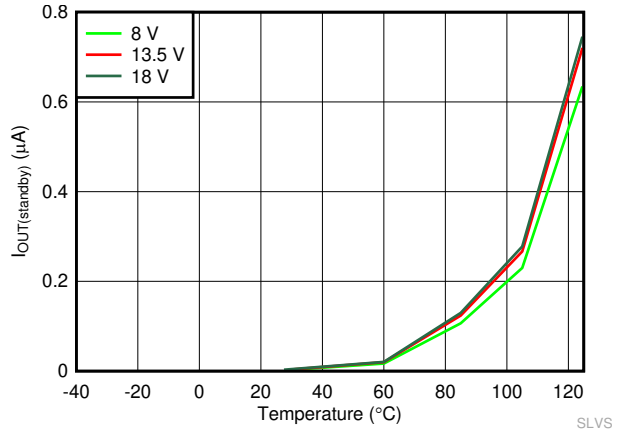
V_{BB} = 13.5V～0V　R_{OUT} = 1kΩ　V_{DIAG_EN} = 0V
V_{EN} = 5V

図 6-3. 立ち下がり時の低電圧ロックアウト (V_{UVLOF}) と温度との関係



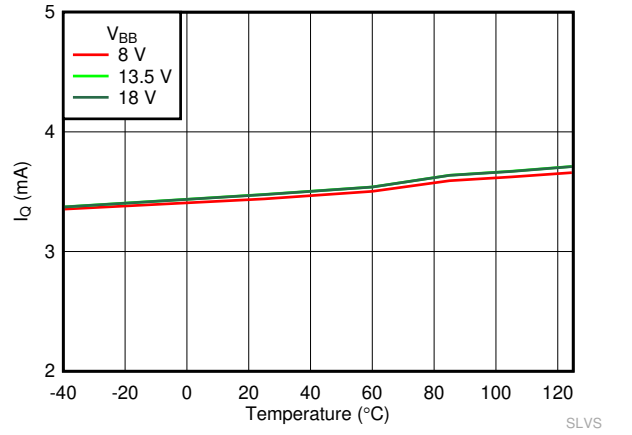
V_{OUT} = 0V　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V

図 6-4. 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

図 6-5. 出力リーク電流 ($I_{OUT(standby)}$) と温度との関係

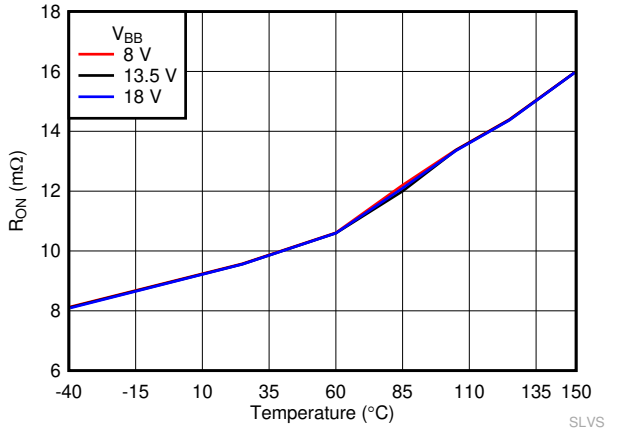


I_{OUT} = 0A　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-6. 静止電流 (I_Q) と温度との関係

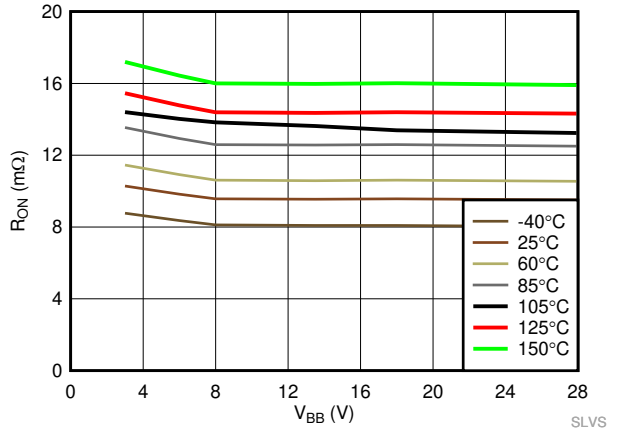
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



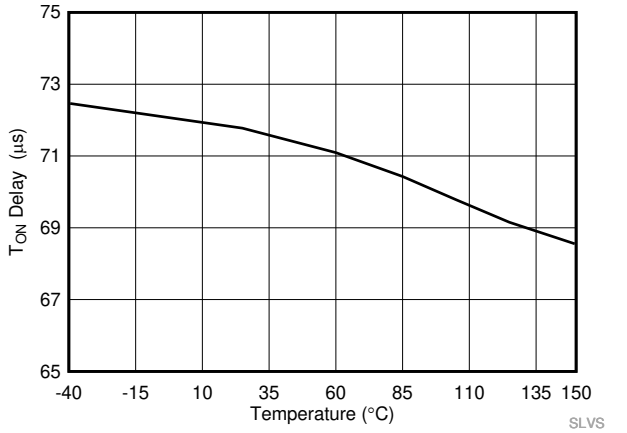
I_{OUT} = 200mA　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ

図 6-7. オン抵抗 (R_{ON}) と温度との関係



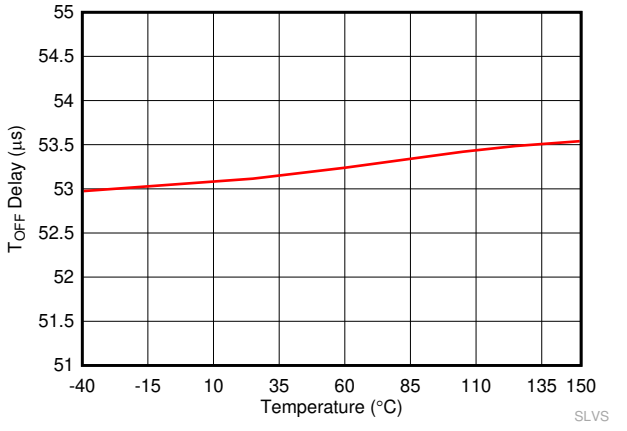
I_{OUT} = 200mA　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-8. オン抵抗 (R_{ON}) と V_{BB} との関係



R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 0V ～ 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-9. ターンオン遅延時間 (t_{DR}) と温度との関係

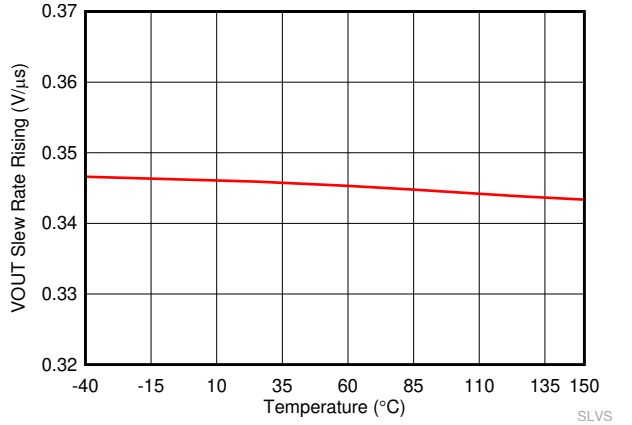


R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 5V ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-10. ターンオフ遅延時間 (t_{DF}) と温度との関係

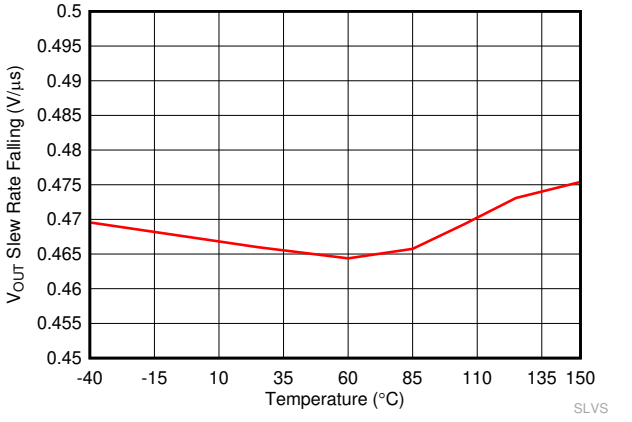
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



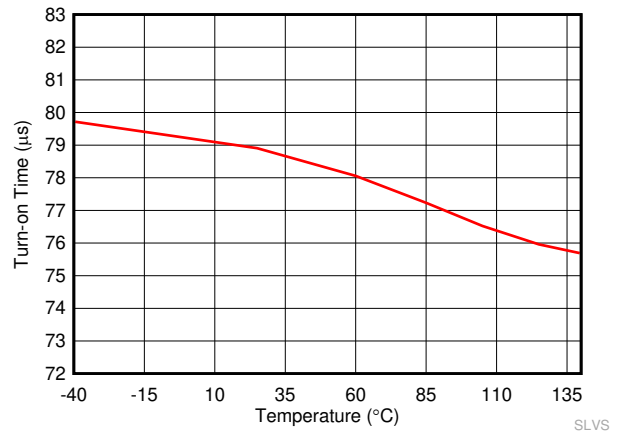
R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 0V ～ 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-11. V_{OUT} 立ち上がりスルーレート (SR_R) と温度との関係



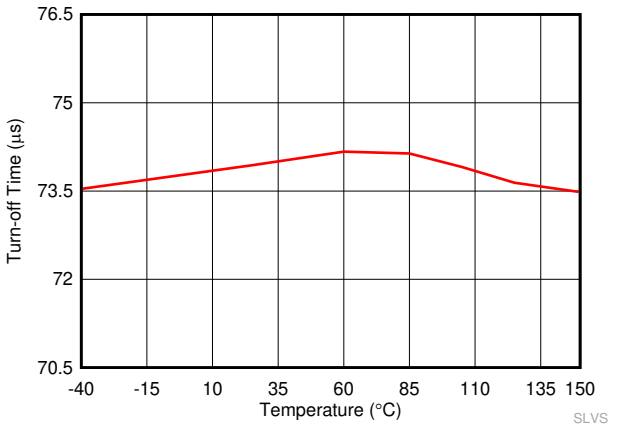
R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 5V ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-12. V_{OUT} 立ち下がりスルーレート (SR_F) と温度との関係



R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 0V ～ 5V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-13. ターンオン時間 (t_{ON}) と温度との関係

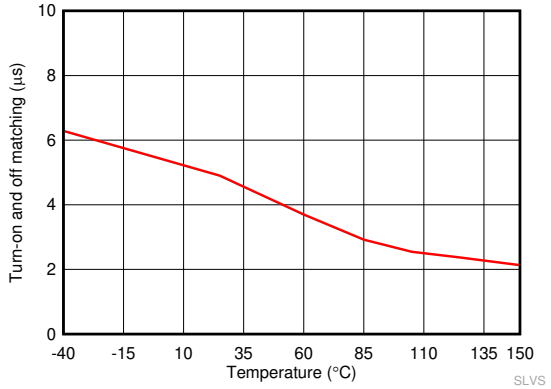


R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 5V ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-14. ターンオフ時間 (t_{OFF}) と温度との関係

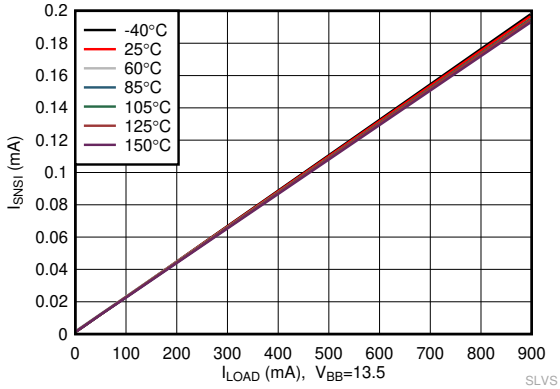
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



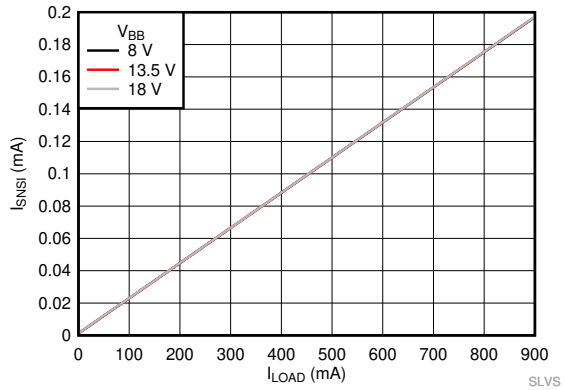
R_{OUT} = 2.6Ω　V_{EN} = 0V ～ 5V および 5V ～ 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-15. ターンオンとターンオフのマッチング (t_{ON} – t_{OFF}) と温度との関係



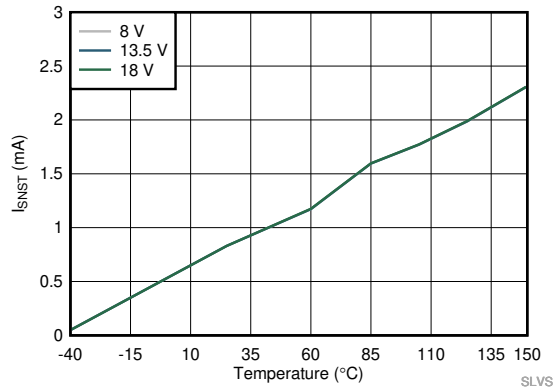
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{BB} = 13.5V

図 6-16. 全温度範囲における電流センス出力電流 (I_{SNSI}) と負荷電流 (I_{OUT}) との関係



V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ　T_A = 25℃

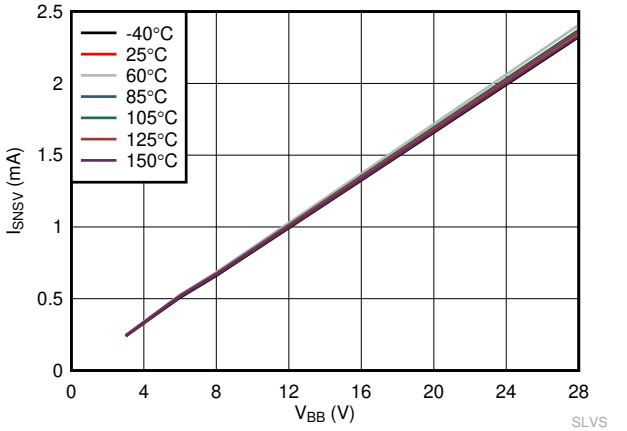
図 6-17. V_{BB} 全範囲における電流センス出力電流 (I_{SNSI}) と負荷電流 (I_{OUT}) との関係



V_{SEL1} = 5 V　V_{SEL2} = 0 V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ　V_{EN} = 0V

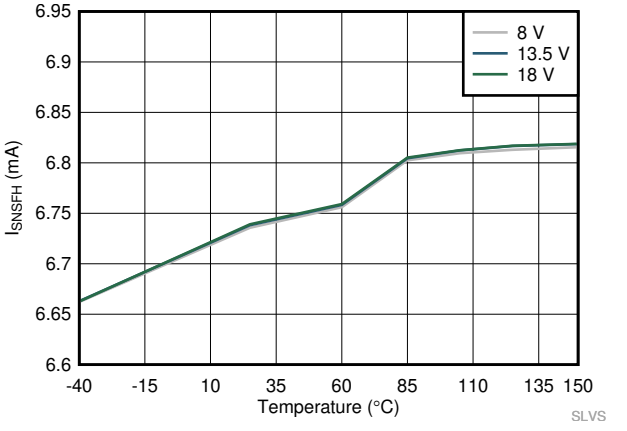
図 6-18. 温度センス出力電流 (I_{SNST}) と温度との関係

6.8 代表的特性 (続き)



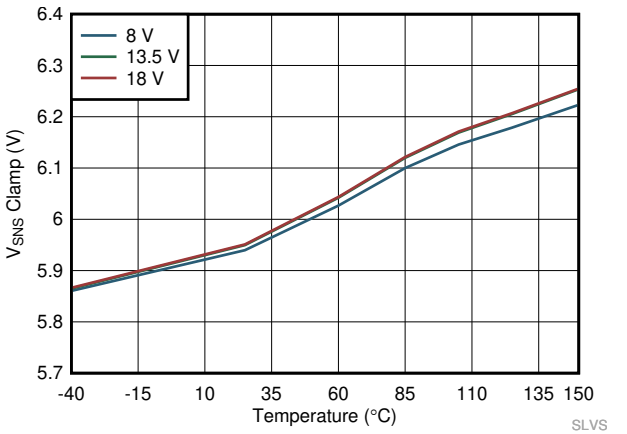
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 5V　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 1kΩ　I_{OUT} = 0A

図 6-19. 電圧センス出力電流 (I_{SNSV}) と V_{BB} との関係



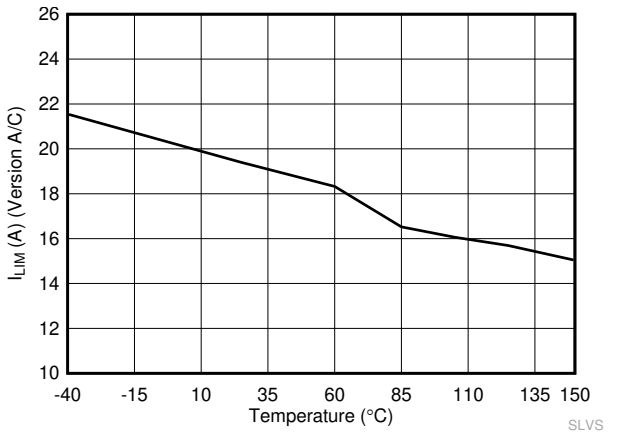
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V　V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 500Ω　V_{OUT} フローティング

図 6-20. フォルト大電力電流 (I_{SNSFH}) と温度との関係



V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V　V_{EN} = 5V　V_{DIAG_EN} = 5V
R_{SNS} = 10kΩ　I_{OUT} = 4A

図 6-21. センス ピン クランプ電圧 ($V_{SNSCLAMP}$) と温度との関係

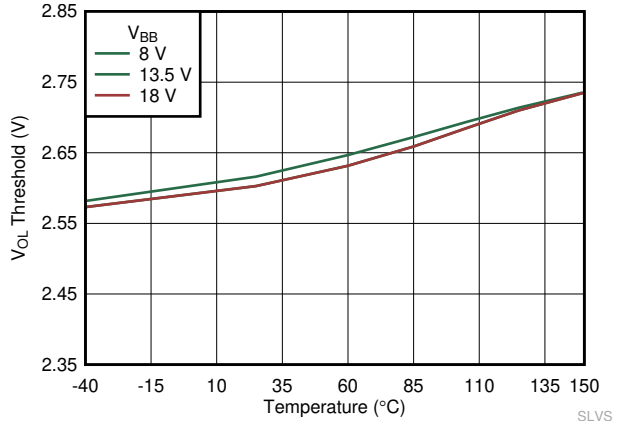


V_{BB} = 13.5V　V_{OUT} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
デバイス バージョン C　V_{EN} = 5V　V_{LATCH} = 5V

図 6-22. 電流制限 (I_{CL}) と温度との関係

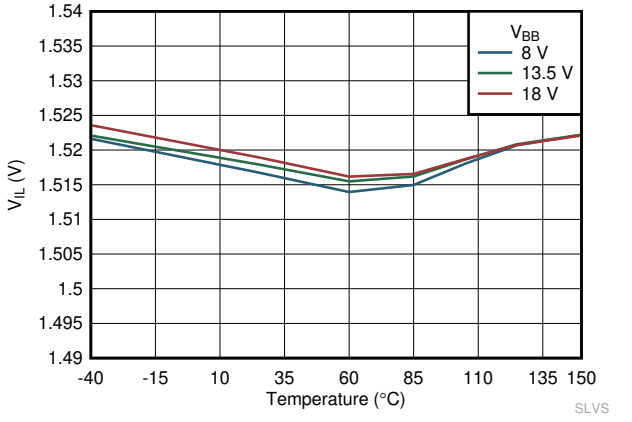
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



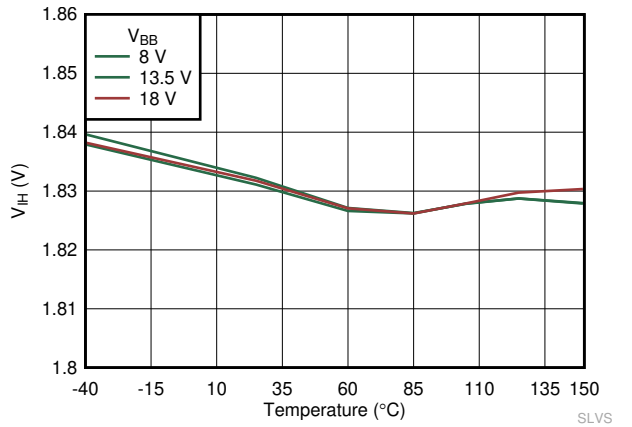
V_{EN} = 0V　V_{OUT} = 0V ～ 5V　I_{OUT} = 0A
V_{DIAG_EN} = 5V　V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-23. 開放負荷検出電圧 (V_{OL}) と温度との関係



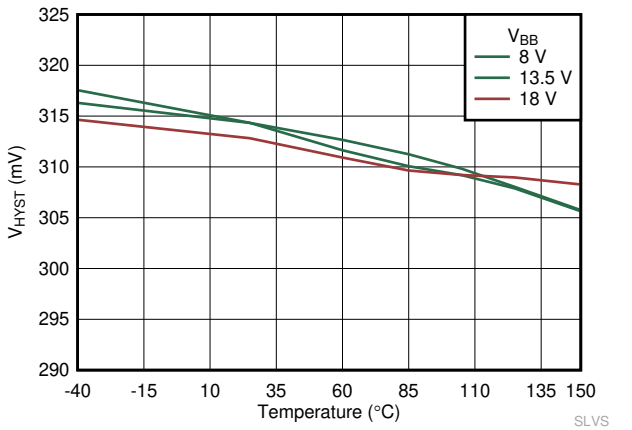
V_{EN} = 3.3V ～ 0V　V_{OUT} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{OUT} = 1kΩ

図 6-24. V_{IL} と温度との関係



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

図 6-25. V_{IH} と温度との関係

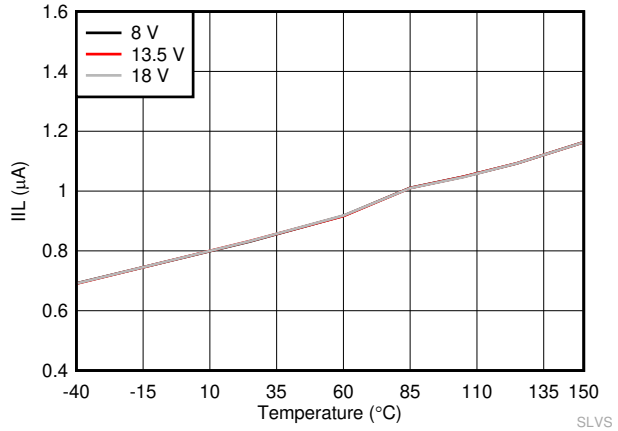


V_{EN} = 0V ～ 3.3V
および 3.3V ～ 0V　V_{OUT} = 0V　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{OUT} = 1kΩ

図 6-26. V_{IHYS} と温度との関係

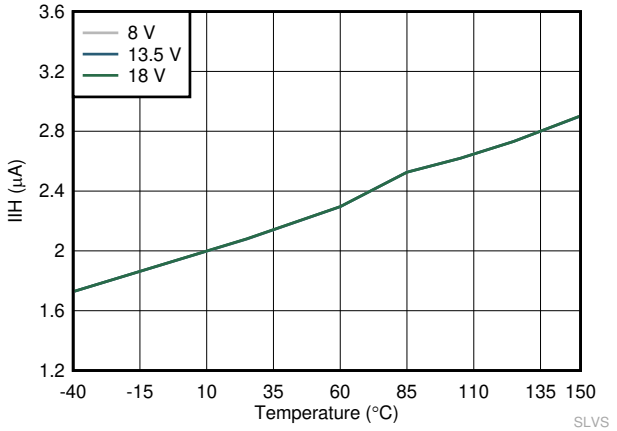
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



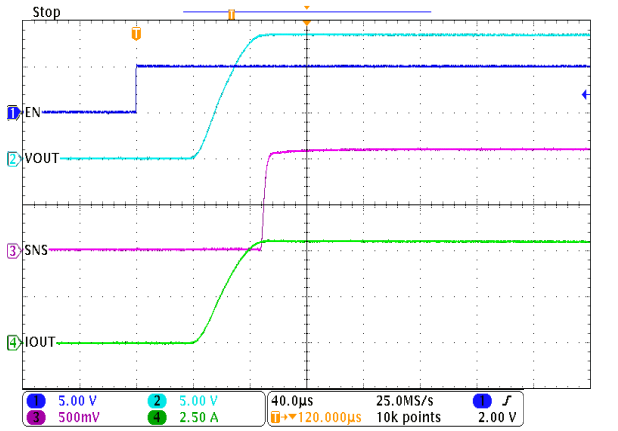
V_{EN} = 0.8V　　V_{OUT} = 0V　　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{OUT} = 1kΩ

図 6-27. I_{IL} vs 温度



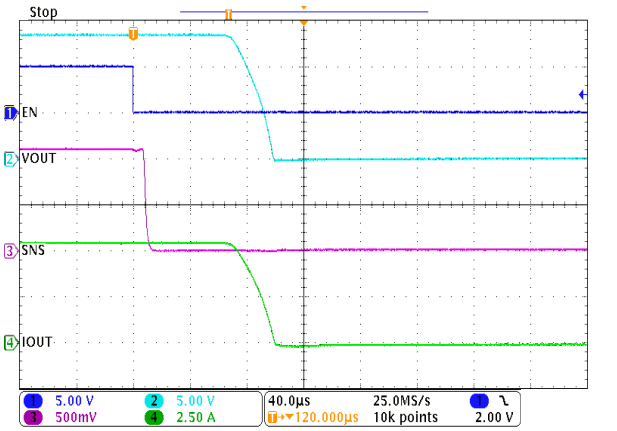
V_{EN} = 2V　　V_{OUT} = 0V　　V_{DIAG_EN} = 0V
R_{OUT} = 1kΩ

図 6-28. I_{IH} vs 温度



R_{OUT} = 2.6Ω　　R_{SNS} = 1kΩ　　V_{DIA_EN} = 5V
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-29. ターンオン時間 (t_{ON})

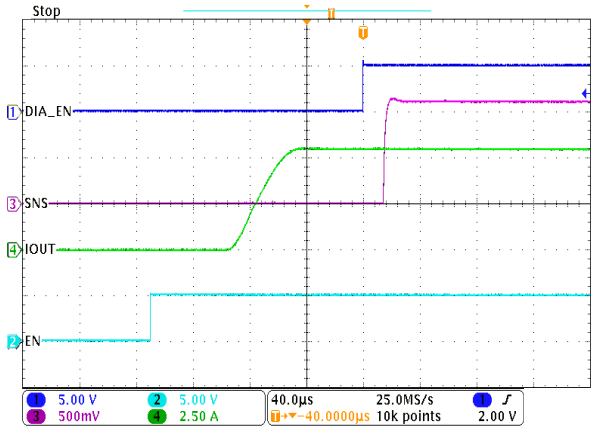


R_{OUT} = 2.6Ω　　R_{SNS} = 1kΩ　　V_{DIA_EN} = 5V
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-30. ターンオフ時間 (t_{OFF}) とセンス セトリング時間 ($t_{SNSION2}$)

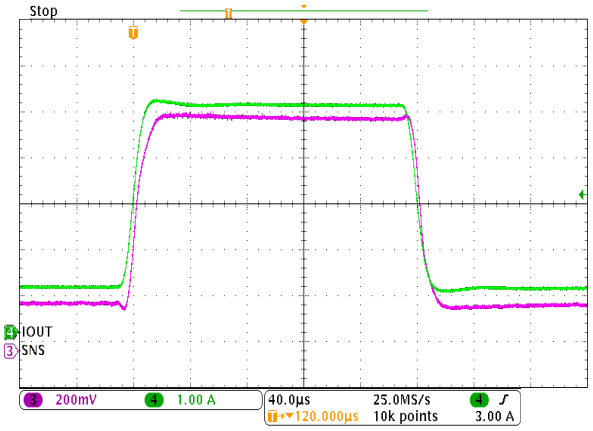
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)



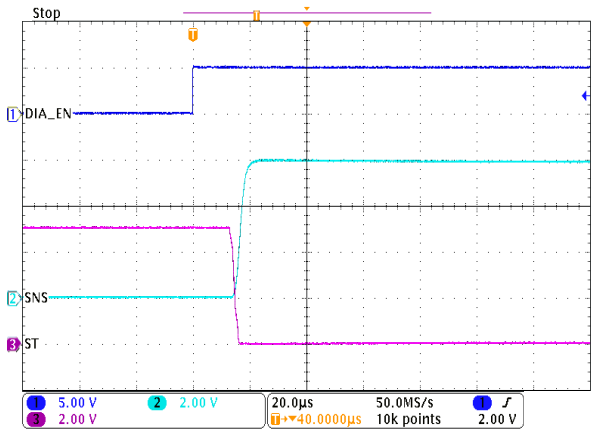
R_{OUT} = 2.6Ω　R_{SNS} = 1kΩ　V_{DIA_EN} = 0V ～ 5V
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-31. DIA_EN 遷移時の I_{SNS} セトリング タイム ($t_{SNSION1}$)



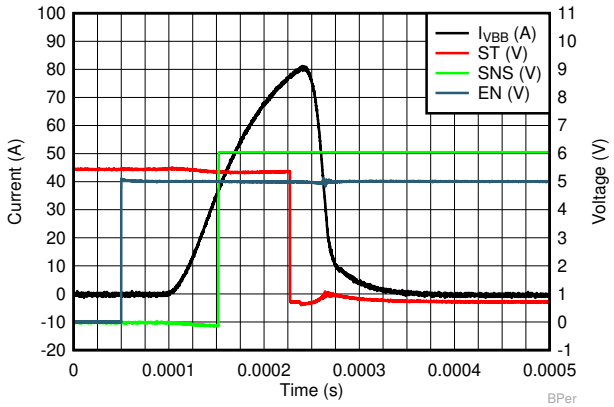
I_{OUT} = 1 A～5 A　R_{SNS} = 1kΩ　V_{DIA_EN} = 5V
V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V

図 6-32. 負荷立ち上がりステップ時の I_{SNS} セトリング タイム ($t_{SETTLEH}$)



V_{OUT} = V_{BB}　R_{SNS} = 1kΩ　V_{SEL1} = V_{SEL2} = 0V
V_{EN} = 0V　V_{DIAG_EN} = 5V

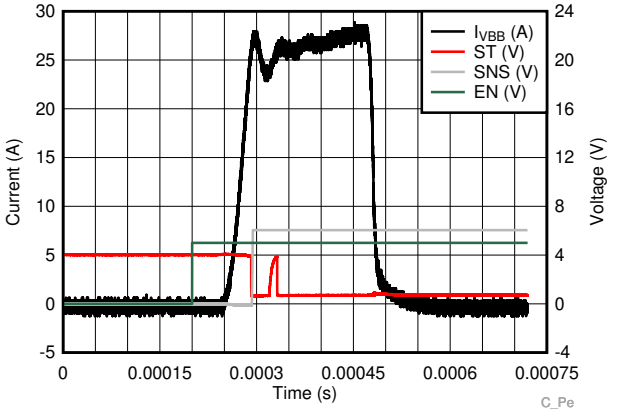
図 6-33. DIAG_EN 立ち上がり時の開放負荷検出時間 (t_{OL2})



V_{BB} = 13.5V　デバイス バージョン B　V_{OUT} = 0V
V_{EN} = 0V ～ 5V　T_A = 25°C

図 6-34. デバイス バージョン B での短絡動作

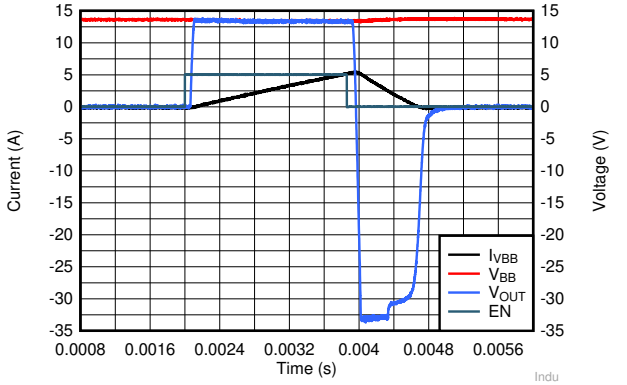
6.8 代表的特性 (続き)



V_{BB} = 13.5V　デバイス バージョン C　V_{OUT} = 0V

V_{EN} = 0V ～ 5V　T_A = 25℃

図 6-35. デバイス バージョン C での短絡動作



V_{BB} = 13.5V　T_A = 125℃　L_{OUT} = 5mH

V_{EN} = 0V ～ 5V、5V ～ 0V

図 6-36. 誘導性負荷の消磁

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 パラメータ測定情報

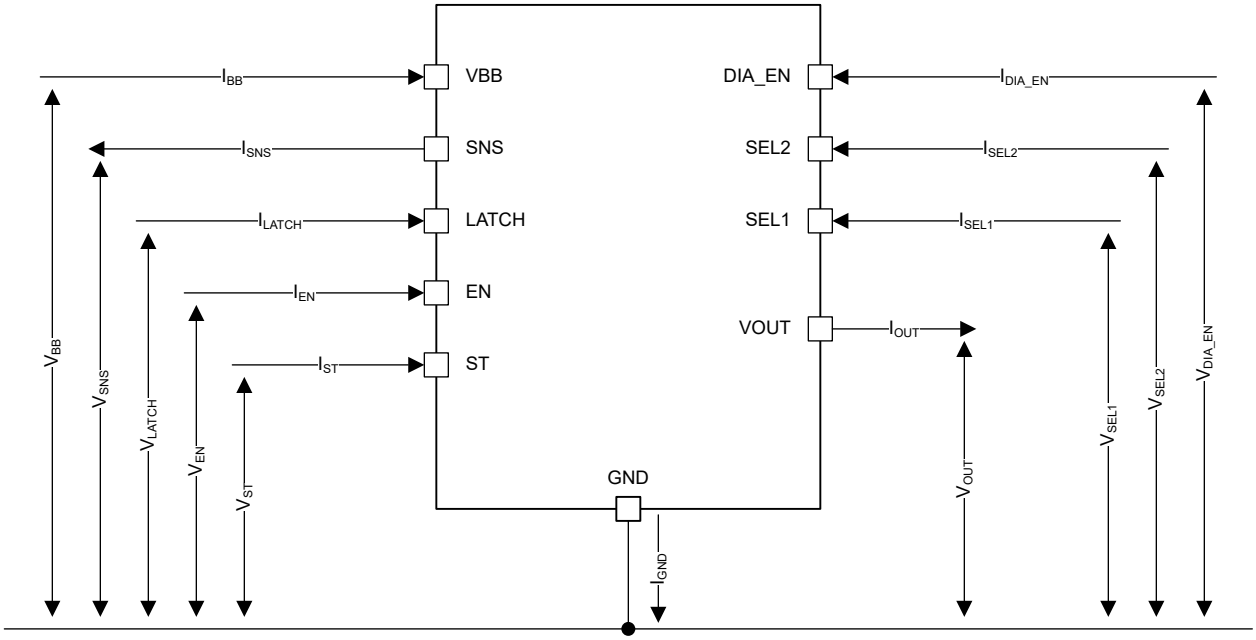


図 7-1. パラメータの定義

8 詳細説明

8.1 概要

TPS1HA08-Q1 デバイスは、12V 車載バッテリでの使用を目的としたシングルチャネル スマート ハイサイド パワー スイッチです。このデバイスには、多くの保護および診断機能が内蔵されています。

診断機能には、アナログ SNS 出力とオープン ドレインのフォルト表示 ($\overline{ST}$) が含まれます。アナログ SNS 出力は、デバイス温度、電源電圧、または負荷電流に比例する信号を出力できます。高精度の負荷電流センスにより、複雑な負荷を診断できます。

このデバイスには、サーマル シャットダウン、電流制限、過渡耐性、バッテリ逆接続動作による保護機能が搭載されています。保護機能の詳細については、ドキュメントの「機能説明」および「使用上の注意」セクションを参照してください。

8.1.1 デバイスの命名規則

TPS1HA08-Q1 は、TI のスマート ハイサイド スイッチ ファミリ デバイスの 1 つです。図 8-1 に、ファミリの型番の項目表記を示し、TI スマート ハイサイド スイッチの型番からデバイス特性を判定する方法を説明します。

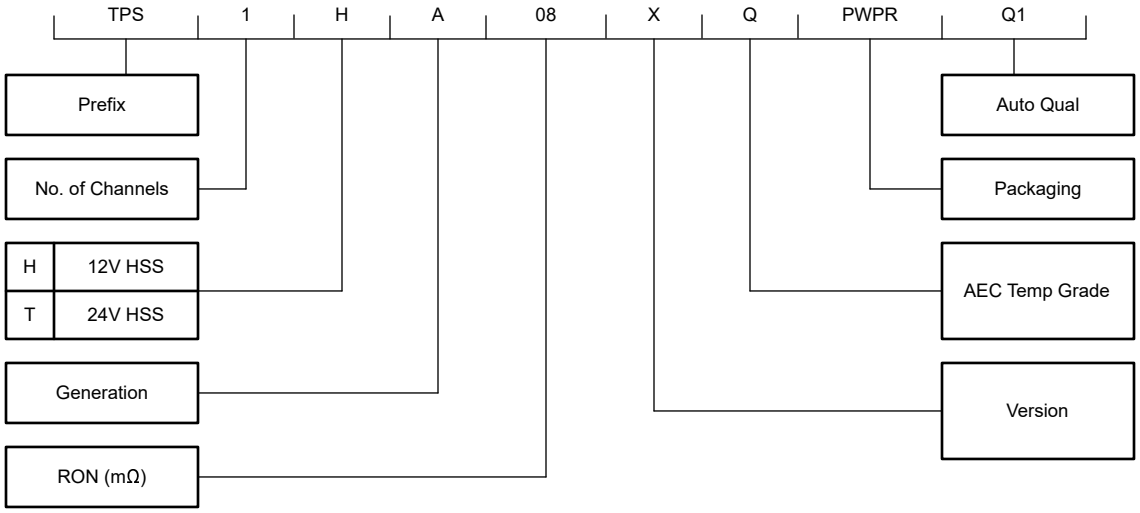
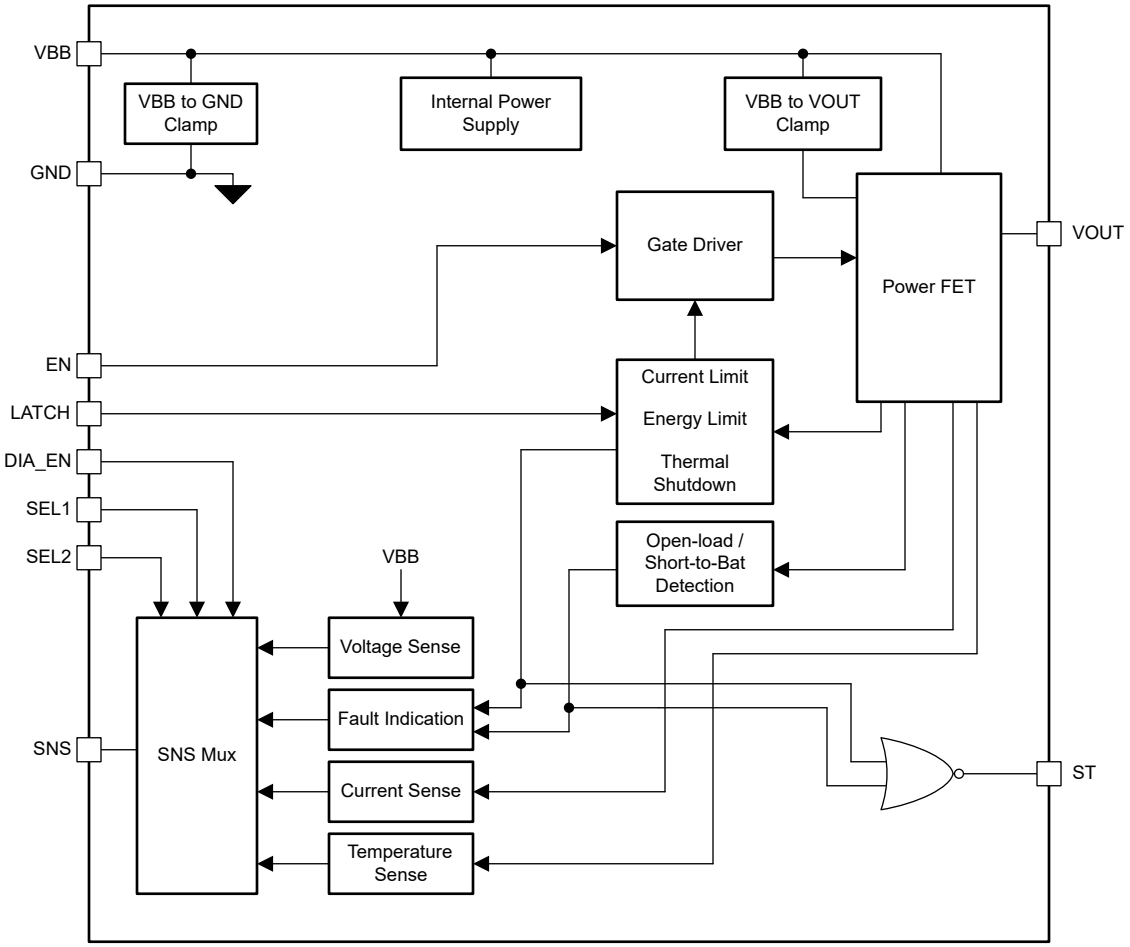


図 8-1. 命名規則

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

8.3.1 保護メカニズム

TPS1HA08-Q1 は、過酷な車載環境で動作するよう設計されています。保護機構によって、デバイスは負荷遮断、逆接続、グラウンドへの短絡など、多くのシステム レベルのイベントに対して高い堅牢性を備えています。

スイッチを自動的に無効化させる要因となる保護機能は、次の 3 つです。

- サーマル シャットダウン
- 電流制限 (バージョン A、B、E)
- エネルギー制限

これらの保護のいずれかがトリガされると、デバイスはフォルト状態に移行します。フォルト状態では、SNS ピンと $\overline{\text{ST}}$ ピンの両方でフォルト表示が可能です (詳細については、データシートの「診断」セクションを参照)。

以下の条件がすべて満たされると、スイッチの遮断が解除され、フォルト表示がリセットされます。

- LATCH ピンは Low
- t_{RETRY} が経過
- すべてのフォルトがクリア (サーマル シャットダウン、電流制限、エネルギー制限)

8.3.1.1 サーマル シャットダウン

TPS1HA08-Q1 は FET 上とデバイス コントローラ内部に温度センサを搭載しています。$T_{J,FET} > T_{ABS}$ のとき、デバイスはサーマルシャット ダウン フォルトを認識します。フォルトが検出されると、スイッチがオフになります。スイッチの温度がヒステリシス値、T_{HYS} だけ低下すると、フォルトはクリアされます。

8.3.1.2 電流制限

I_{OUT} が電流制限スレッショルド I_{CL} に達すると、デバイスは直ちにオフに切り替えることができます (バージョン A、B、E)。または、デバイスは有効のままで、I_{OUT} (バージョン C/D) を I_{CL} に制限できます (詳細については、「デバイス比較表」セクションを参照)。デバイスがイネーブルのままで I_{OUT} が制限されている場合、デバイスの消費電力が大きいため、サーマル シャットダウンまたはエネルギー制限機能がトリガされることがあります。

短絡イベント時、デバイスは仕様書に記載されている (特定のデバイス バージョンに対応) I_{CL} 閾スレッショルドに達した後、デバイスを保護するために出力を遮断するか、出力電流を制限します。出力電流が I_{CL} を超えると、デバイスは短絡イベントを検知記録しますが、TPS1HA08-Q1 のグリッチ除去フィルタやターンオフ時間の影響により、測定される最大電流が I_{CL} スレッショルドを超える場合があります。このデバイスは、125°C での公称電源電圧範囲 (「仕様」セクションで定義) にわたって短絡イベントが発生したときに自身を保護するように規定されています。

8.3.1.2.1 電流制限フォールドバック

TPS1HA08-Q1 は、長期的なフォルト状態が発生したときにデバイスを保護するように設計された電流制限フォールドバック機能を実装しています。デバイスが 3 回連続してフォルト シャットダウン イベント (サーマル シャットダウン、電流制限、エネルギー制限のいずれか) を起こした場合、電流制限値は元の値の半分に低下します。次のいずれかが発生すると、デバイスは元の電流制限スレッショルドに戻ります。

- デバイスが スタンバイ遅延に移行する。
- スイッチが、フォルトの発生なしにオン / オフする。

8.3.1.2.2 選択可能な電流制限スレッショルド

TPS1HA08-Q1 には、2 つの電流制限スレッショルドがあります。High スレッショルドは、大きな過渡負荷電流 (65W の電球の突入電流など) を許容するように設計されています。Low スレッショルドは、大きな過渡電流を持たない負荷 (発熱素子など) について、システム レベルの保護を向上させるように設計されています。スレッショルドをより低くすることで、PCB パターンやモジュール コネクタといった通電部品のサイズとコストを低減できる可能性があります。

8.3.1.2.3 低電圧誤動作防止 (UVLO)

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、デバイスはオンに戻ります。

V_{BB} が 1V/ms より遅いランプ レートで 0V から初期ランプしている間、V_{EN} ピンは、V_{BB} が (基板のグランドに対して) UVLO スレッショルドを上回り、デバイスへの電源電圧が UVLO 条件を確実に上回るまで Low に保持される必要があります。最良の動作を実現するために、V_{EN} ピンを High に設定する前に、V_{BB} が UVLO より高くなっていることを確認してください。

8.3.1.2.4 グランドへの短絡時の V_{BB}

V_{OUT} がグランドに短絡したとき、モジュール電源 (V_{BB}) の過渡が減少する可能性があります。ワイヤ ハーネス ケーブルを流れる電流が急激に増加したことによって、この減少が発生します。システムの性能を最大限に引き出すために、TI は V_{OUT} のグランドへの短絡中、モジュールが $V_{BB} > 3V$ を維持することを推奨します。これは通常、モジュールの電源ノードにバルク容量を配置することで実現されます。

8.3.1.3 エネルギー制限

エネルギー制限機能は、スイッチを過剰なストレスから保護するために実装されています。このデバイスは、FET で消費されるエネルギーの量を継続的に監視します。エネルギー制限スレッショルドに達すると、スイッチは自動的にディスエーブルになります。実際には、エネルギー制限に達するのは、グランドへの短絡などの異常イベントが発生したときのみです。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

エネルギー制限イベントは、サーマル シャットダウン イベントと同じシステム レベルでの動作をします。

8.3.1.4 電圧過渡

TPS1HA08-Q1 には 2 つの電圧クランプが搭載されており、システム レベルの電圧過渡からデバイスを保護します。

V_{BB} から GND へのクランプは、主に、電源ラインの正の過渡電圧からコントローラを保護するために使用されます (たとえば、ISO7637-2)。V_{BB} から V_{OUT} へのクランプは、主に誘導性負荷をオフにする際に FET 両端の電圧を制限するために使用されます。これらのフォルト状態時にデバイスを保護するために、両方のクランプ レベルが設定されています。V_{BB} から GND への電位が V_{BB} のクランプ レベルを超えた場合、クランプにより V_{BB} から GND にデバイスを介して電流が流れるようになります (パス 2)。V_{BB} から V_{OUT} への電位が V_{CLAMP} を上回ると、パワー FET により V_{BB} から V_{OUT} に電流が流れるようになります (パス 3)。

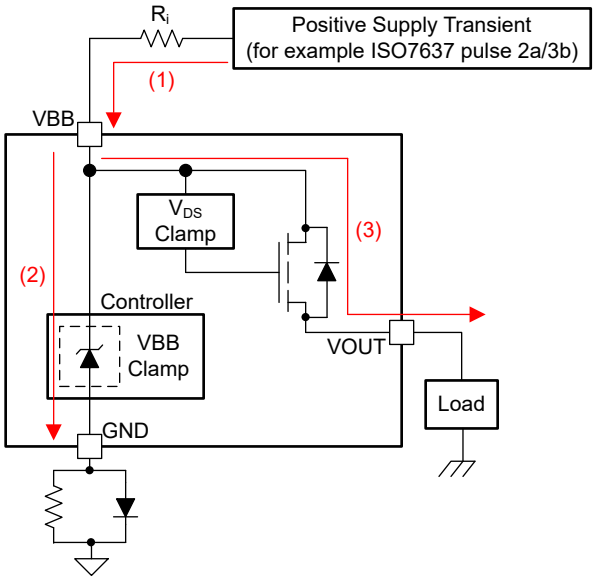


図 8-2. 電源電圧過渡時の電流パス

8.3.1.4.1 負荷ダンプ

TPS1HA08-Q1 は、ISO 16750-2:2010(E) の抑制負荷ダンプ パルスに従ってテストされています。デバイスは、最大 40V の負荷ダンプ過渡に対応しています。このスイッチは、負荷ダンプ パルスが発生している間も、通常動作を維持します。スイッチが有効の場合、スイッチは有効のままとなります。スイッチが無効の場合、スイッチは無効のままとなります。

8.3.1.4.2 誘導性負荷と容量性負荷の駆動

誘導性負荷をオフにする際、インダクタによりスイッチの出力に負電圧が印加される場合があります。TPS1HA08-Q1 は、FET の両端の電圧を制限するための電圧クランプを備えています。許容される最大負荷インダクタンスは、デバイスの堅牢性に依存します。5mH の負荷を使用する場合、TPS1HA08-Q1 は 125°C で 1 パルス、95mJ の誘導性放散に耐えることができ、10Hz の反復パルスでは 56mJ の誘導性放散に耐えることができます。アプリケーションのパラメータがこのデバイスの制限を超えた場合は、フリーホイール ダイオードなどの保護デバイスを使用して、インダクタに蓄積されているエネルギーを消費します。図 8-3 に、TPS1HA08-Q1 が 5A で駆動される 5mH 負荷を放電する状態を示します。

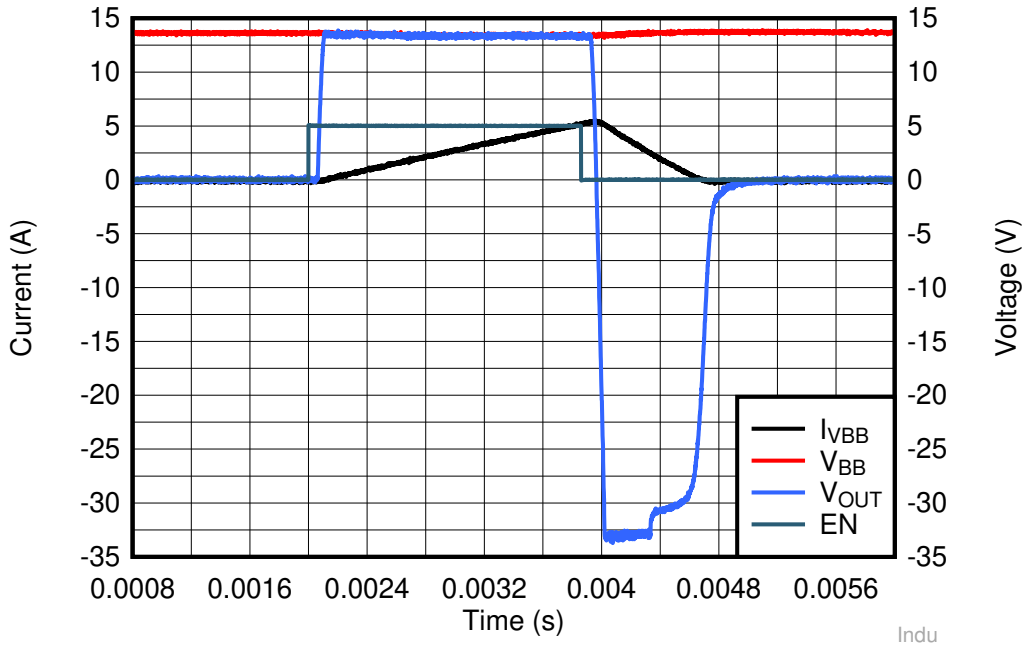


図 8-3. 誘導性放電 (5mH、5A)

このデバイスは、大きな容量性負荷を充電するようには設計されていません。容量性突入イベント中は、内部 FET を通してエネルギーが消費されるため、デバイスがフォルト状態に入ってオフになる可能性があります。自動再試行がイネーブルの場合、デバイスは数回の再試行後に容量性負荷を正常に充電することがありますが、負荷が完全に充電されるまでに必要な時間および再試行回数は、デバイスによって大きく異なる可能性があります。容量性負荷の充電が必要なアプリケーションの場合は、TI の最新世代のハイサイド スイッチを使用することをお勧めします。この製品は、この目的で専用設計されています。

誘導性負荷や容量性負荷の駆動に関する詳細は、TI の『スマート ハイサイド スイッチによる誘導性負荷、容量性負荷、ライティング負荷の駆動方法』アプリケーション ノートを参照してください。

8.3.1.5 逆極性バッテリ

バッテリ逆接続状態では、(EN ステータスにかかわらず) スイッチが自動的に有効になり、MOSFET ボディ ダイオード内部の電力消費を防止します。多くのアプリケーション (抵抗性負荷など) では、バッテリ逆接続時に全負荷電流が生じる可能性があります。自動スイッチ オン機能を有効にするには、SEL2 ピンにモジュール グランドへのパスが必要です。この場合、以下に示すようにパス 1 を使用できます。また、SEL2 ピンを使用しない場合は、R_{PROT} を経由してモジュールのグランドへのパスを接続できます。

バッテリ逆接続時に保護機能 (サーマル シャットダウンなど) は利用できません。バッテリ逆接続状態では、スイッチで過剰な電力が消費されないことを確認してください。

システムの逆電流をブロックするには 2 つのオプションがあります。オプション 1 は、ブロッキング デバイス (FET またはダイオード) をバッテリ電源と直列に配置することです。この方法により、すべての電流パスがブロックされます。2 つ目のオプションは、ハイサイド スイッチの GND ノードの抵抗と直列にブロッキング ダイオードを配置することです。この方法では、スイッチのコントローラ部分 (パス 2) を保護しますが、負荷 (パス 3) に電流が流れることを妨げません。2 つ目のオプションで使用するダイオードは、複数のハイサイド スイッチ間で共有できます。

図 8-4 に示すパス 1 は、デバイス内部でブロックされています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

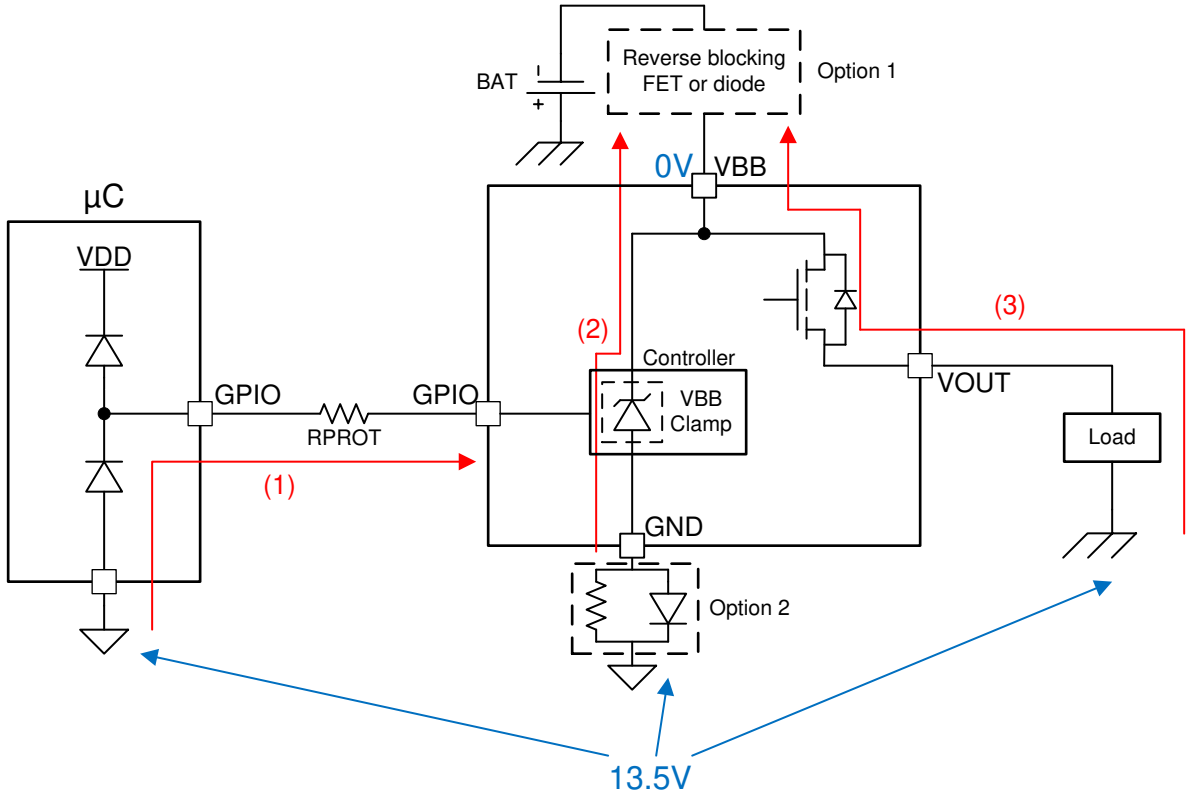


図 8-4. バッテリ逆接続時の電流パス

8.3.1.6 フォルト イベント – タイミング図

注

すべてのタイミング図では、SELx ピンが 00 に設定されていることを前提としています。

ユーザーは LATCH、DIA_EN、EN ピンを制御します。タイミング図は、想定される使用事例を示しています。

図 8-5 に、バージョン A、B、E の電流制限スイッチ オフの即時動作を示します。また、この図は、再試行動作を示しています。図に示されているように、LATCH ピンが Low になるまで、スイッチはオフ状態にラッチされたままになります。

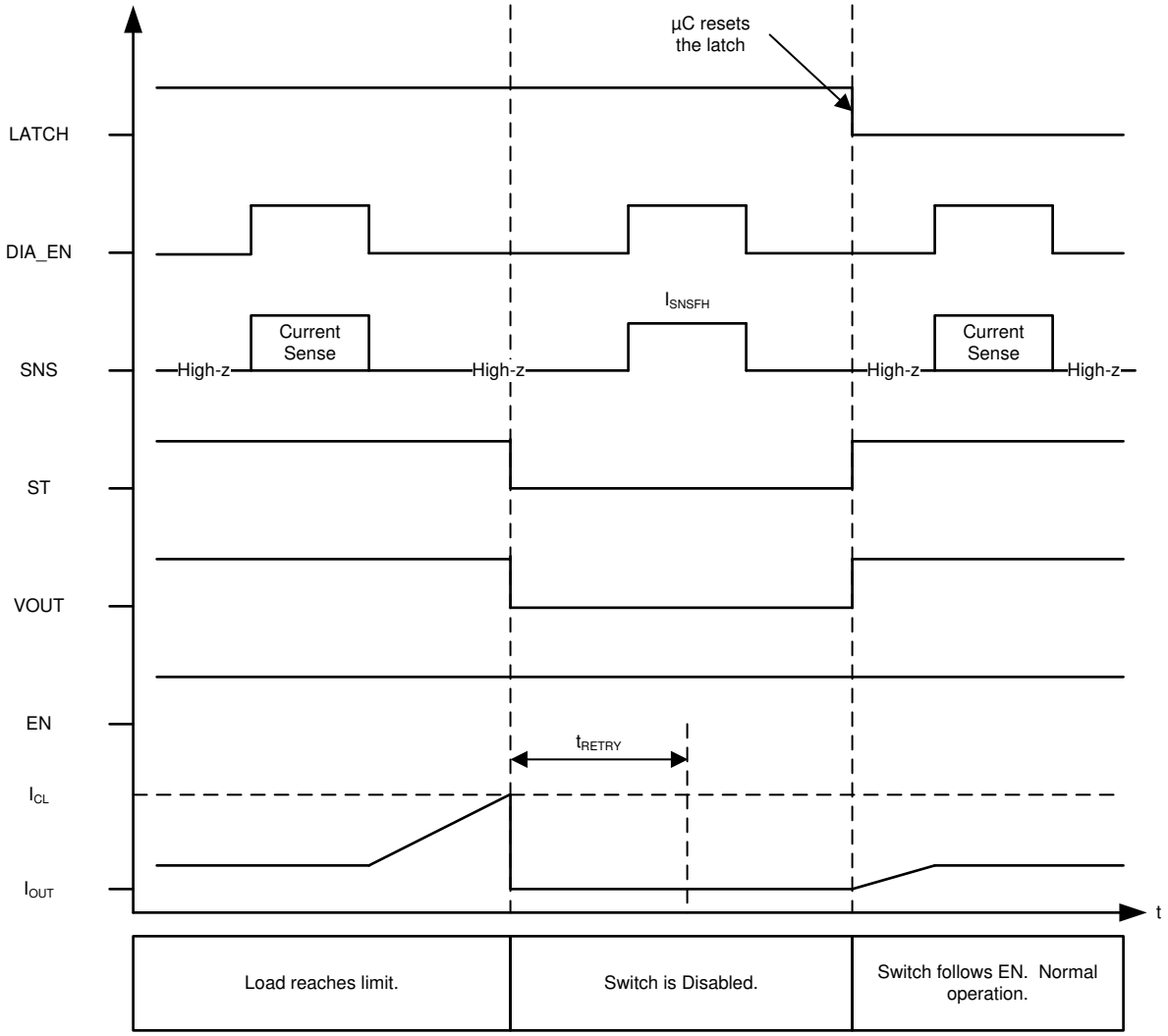


図 8-5. 電流制限 — バージョン A、B、E - ラッチ動作

図 8-6 に、バージョン A、B、E の電流制限スイッチ オフの即時動作を示します。この例では、LATCH は GND に接続されているため、フォルトがクリアされて t_{RETRY} が経過した後にスイッチが再試行されます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

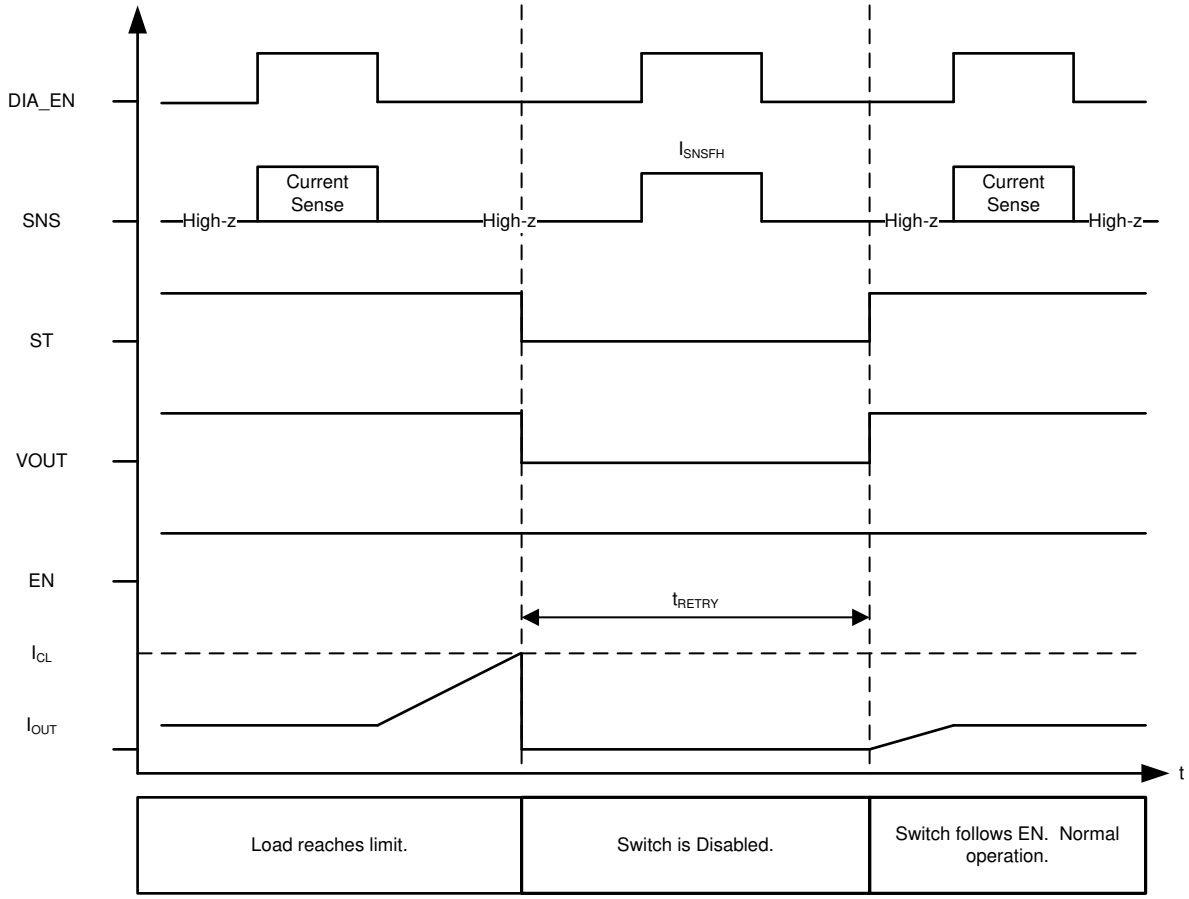


図 8-6. 電流制限 — バージョン A、B、E - LATCH = 0

図 8-7 に、バージョン C、D のアクティブな電流制限動作を示します。バージョン C、D では、エネルギー制限またはサーマル シャットダウンに達するまで、スイッチはシャットダウンされません。

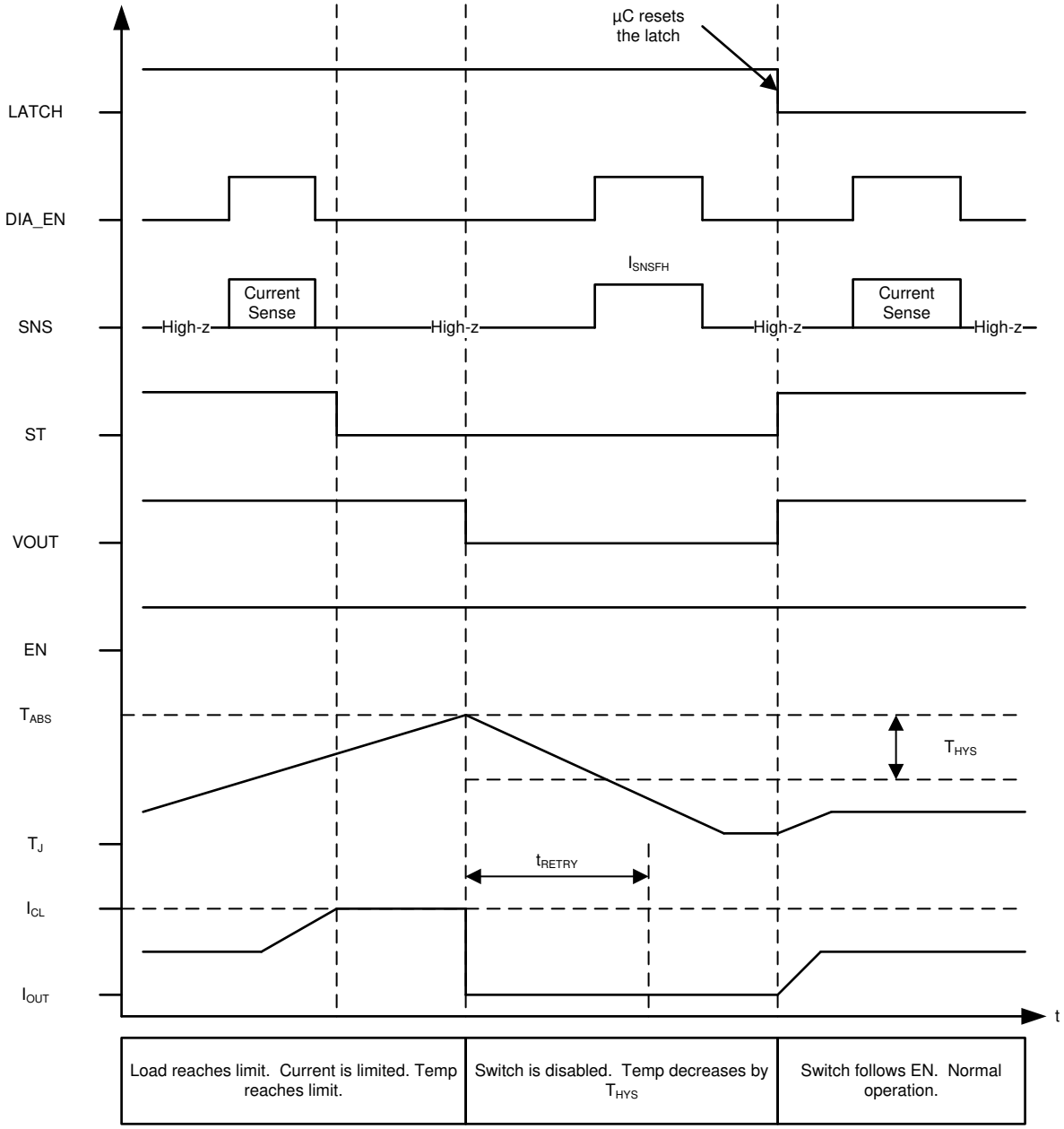


図 8-7. 電流制限 — バージョン C、D - ラッチ動作

図 8-8 に、バージョン C、D のアクティブな電流制限動作を示します。サーマル シャットダウンまたはエネルギー制限がトリップするまで、スイッチはシャットダウンしません。この例では、LATCH は GND に接続されています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

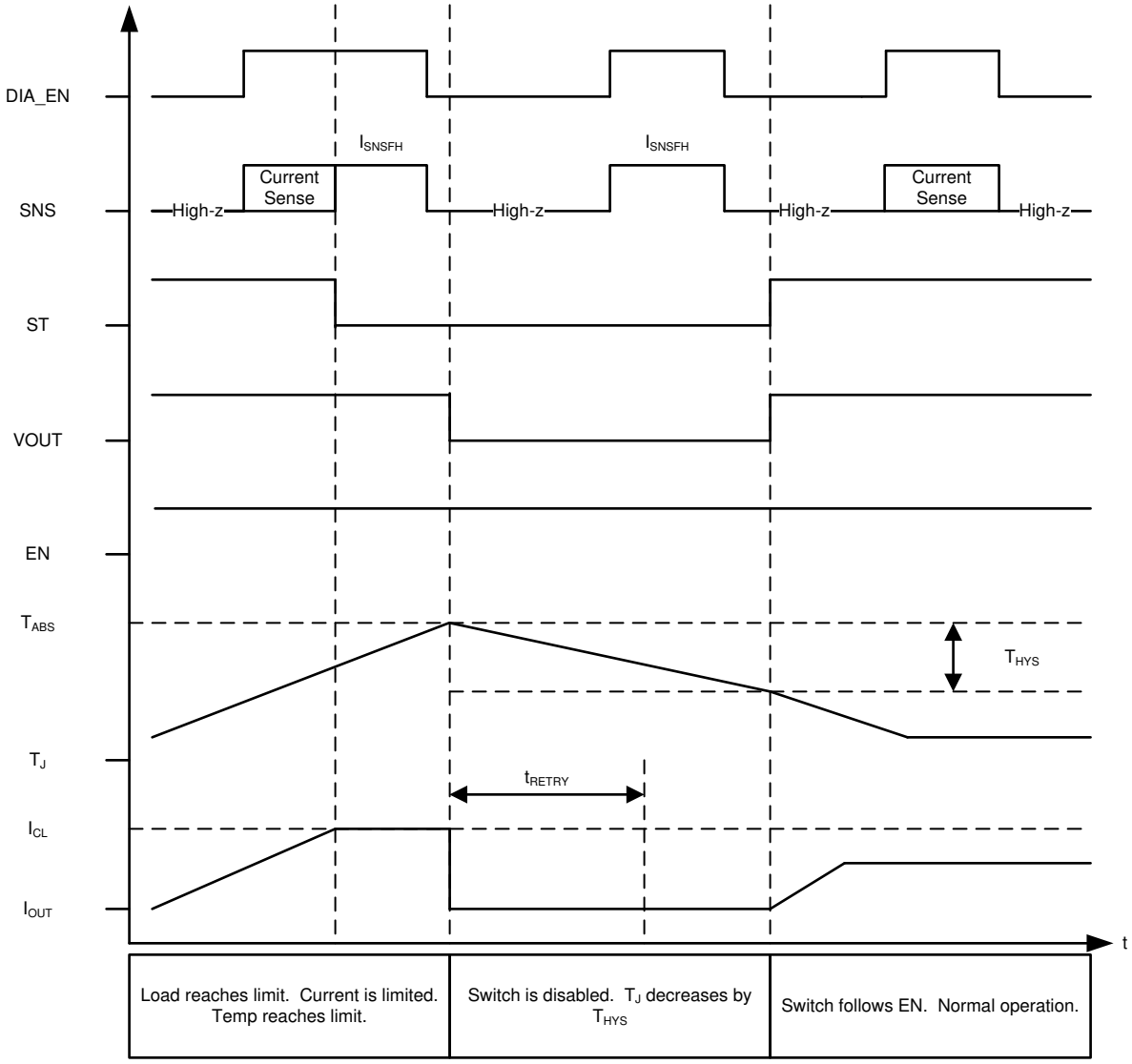


図 8-8. 電流制限 — バージョン C、D - LATCH = 0

シャットダウン イベント後にスイッチが再試行しても、V_{OUT} が V_{BB} – 1.8V に達するまで、SNS フォルト通知は維持されます。V_{OUT} が上昇した後、SNS フォルト通知はリセットされ、電流検出が利用可能になります。$\overline{ST}$ フォルト通知は、スイッチが再度有効になるとすぐにリセットされます (V_{OUT} が上昇するのを待たずに)。グランドへの短絡があり、V_{OUT} が上昇できない場合、SNS フォルト通知は無期限に維持されます。次の図に、自動再試行動作を示すとともに、再試行中のフォルト表示を拡大して示します。

注

図 8-9 では、T_J がヒステリシス スレッショルドに達するまでに t_{RETRY} が経過することを前提としています。

LATCH = 0V および DIA_EN = 5V

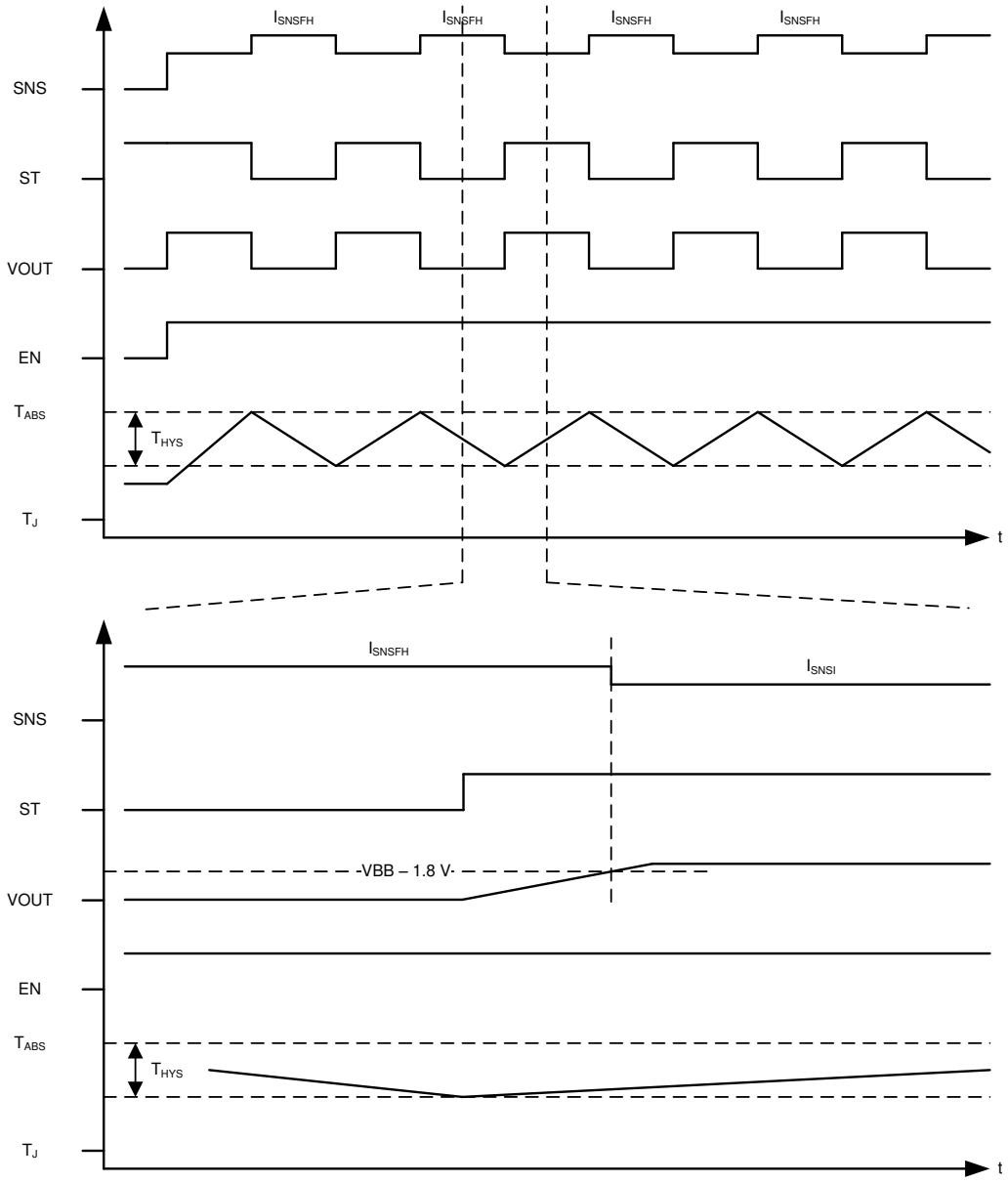


図 8-9. 再試行中のフォルト通知

8.3.2 診断機能

8.3.2.1 V_{OUT} のバッテリへの短絡および開放負荷

8.3.2.1.1 スイッチ イネーブルでの検出

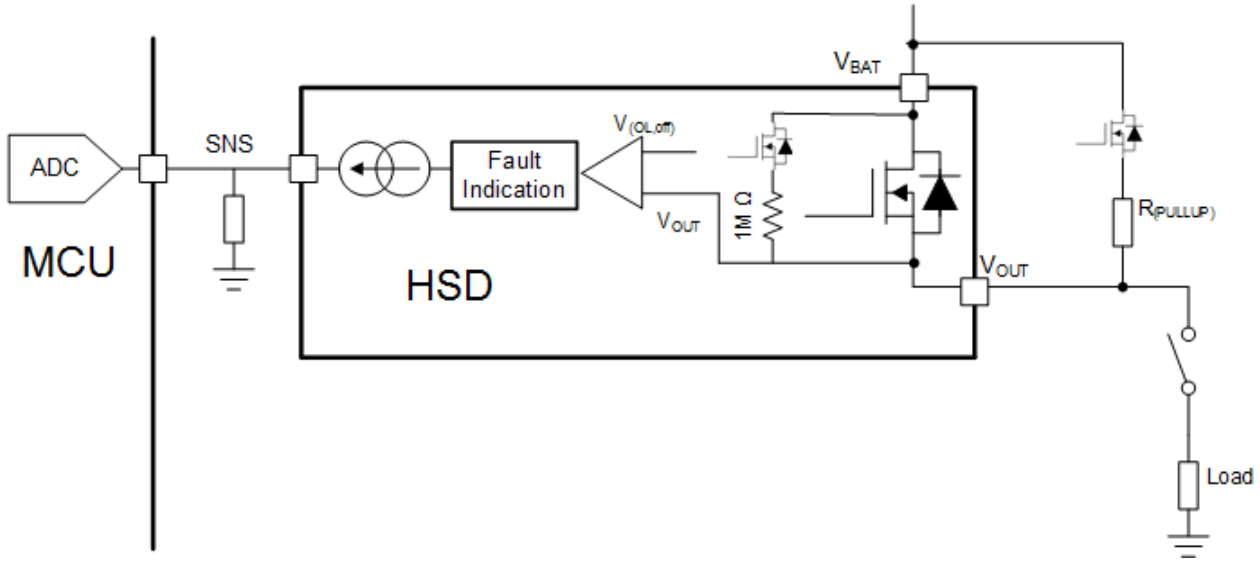
スイッチが有効の場合、電流センス機能を使用して、V_{OUT} のバッテリへの短絡および開放負荷状態を検出できます。どちらの場合も、負荷電流は SNS ピンで測定され、想定される値よりも低くなります。

8.3.2.1.2 スイッチ ディスエーブルでの検出

スイッチが無効の間、DIA_EN が High に設定されると、内部コンパレータが V_{OUT} の状態を検出します。負荷が切断された場合 (開放負荷状態)、またはバッテリへの短絡がある場合、V_{OUT} 電圧は開放負荷スレッショルド ($V_{OL,off}$) より高くなり、SNS ピンにフォルトが示されます。1MΩ の内部プルアップは、内部 MOSFET スイッチと直列に接続されているため、完全な開放負荷を検出するだけであれば外付け部品は不要です。しかし、負荷の切断時に大きなリーク電流やその他の

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

電流の引き込みが発生する場合は、外部の小さい値のプルアップ抵抗とスイッチを追加し、開放負荷状態時に V_{OUT} 電圧が $V_{OL,off}$ より高くなるようにします。



A. この図では、デバイスのグランドと負荷グランドが同じ電位であることを想定しています。アプリケーションでは、1V ～ 2V のグランド シフト電圧が生じる可能性があります。

図 8-10. バッテリへの短絡および開放負荷の検出

検出回路は、DIA_EN = "High" および EN = "Low" の場合にのみイネーブルになります。

$V_{OUT} > V_{OL}$ の場合、SNS ピンはフォルト レベルになります。

$V_{OUT} < V_{OL}$ の場合、フォルト通知はありません。

フォルト通知は、SEL1 ピンがチャネル診断用に設定されている場合にのみ発生します。

スイッチが無効で DIA_EN が High の間、フォルト表示メカニズムが継続的に現在のステータスを表します。たとえば、V_{OUT} が V_{OL} より高い状態から V_{OL} より低い状態になると、フォルト通知はリセットされます。また、DIA_EN の立ち下がりエッジ、または EN の立ち上がりエッジでフォルト通知がリセットされます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

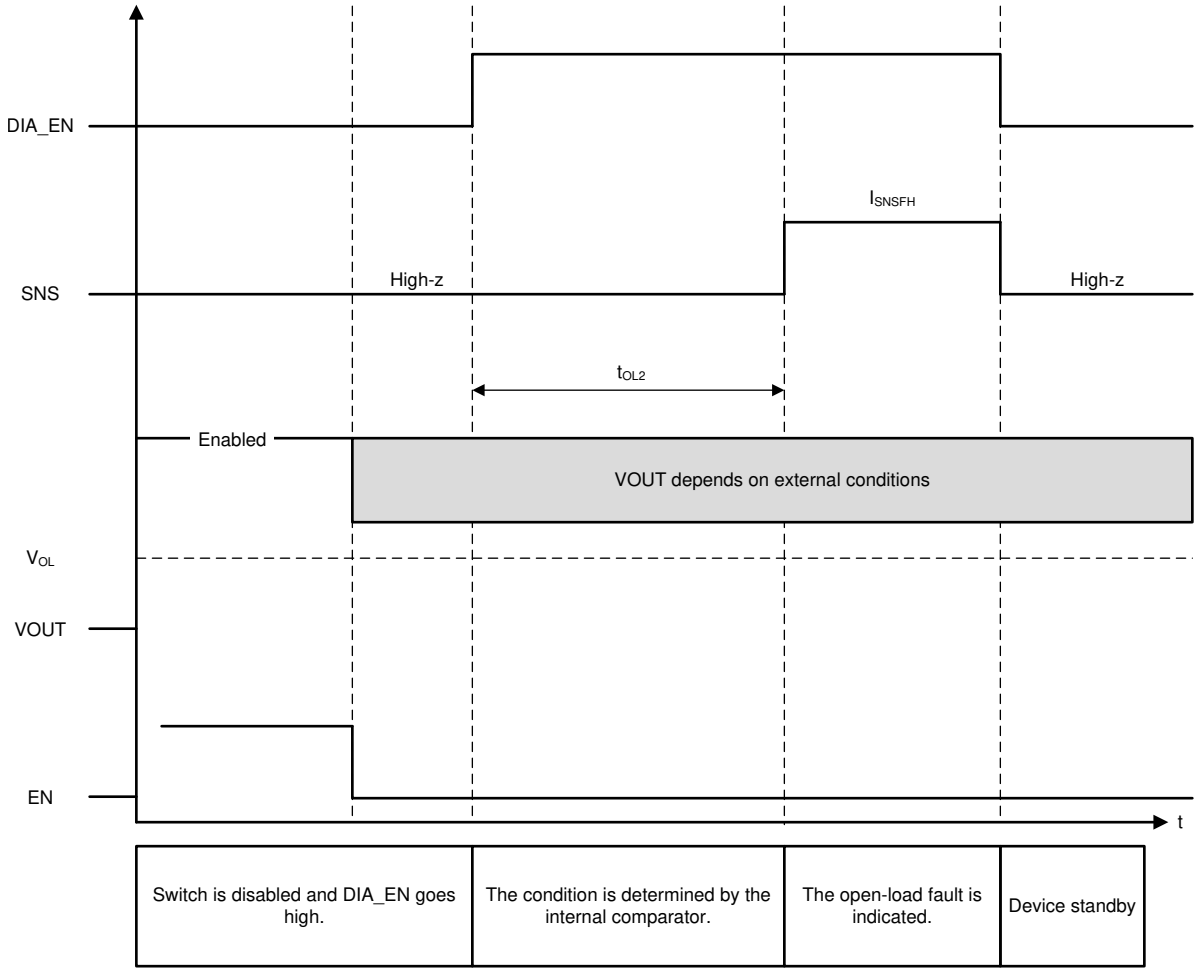


図 8-11. 開放負荷

8.3.2.2 SNS 出力

SNS 出力を使用して、負荷電流、電源電圧、またはデバイス温度を検出します。SELx ピンは、目的のセンス信号を選択します。このセンス回路は、選択したパラメータに比例する電流を供給します。この電流は外部抵抗に供給され、選択したパラメータに比例する電圧を生成します。ADC またはコンパレータを使用してこの電圧を測定します。

正確な検出測定を確認するため、検出抵抗は µC ADC と同じグランド電位に接続します。

SNS 出力には、内部クランプ $V_{SNSclamp}$ が含まれています。このクランプは、SNS 出力と ADC 入力での高電圧を防止するように設計されています。

表 8-1. アナログ センスの伝達関数

パラメータ	伝達関数
負荷電流	$I_{SNSI} = \frac{I_{OUT}}{4600}$ (1)
電源電圧 (1)	$I_{SNSV} = (V_{BB}) \times \frac{dI_{SNSV}}{dV}$ (2)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 8-1. アナログ センスの伝達関数 (続き)

パラメータ	伝達関数
デバイス温度	$I_{SNST} = (T_J - 25℃) \times \frac{dI_{SNS}}{dT} + 0.85$ (3)

(1) V_{BB} ピンと GND ピン間の電位。

SNS 出力は、システム フォルトの通知にも使用されます。フォルトが発生すると、I_{SNS} は事前定義されたレベル、I_{SNSFH} になります。このレベルは、電気的仕様で定義されています。

8.3.2.2.1 R_{SNS} の値

R_{SNS} の値を選択する際は、次の要因を考慮してください。

- 電流検出比
- 診断可能な最大および最小負荷電流
- ADC のフルスケール電圧
- ADC の分解能

R_{ISNS} 値の選択例については、このデータシートの「アプリケーション」セクションにある「R_{ISNS} 値の選択」を参照してください。

8.3.2.2.1.1 高精度の負荷電流検出

多くの車載モジュールにおいては、ハイサイド スイッチはダウンストリーム負荷に関する診断情報を提供する必要があります。より複雑な負荷には、高精度センシングが必要です。いくつか例を示します:

- **LED 照明**: 多くのアーキテクチャでは、車載ボディコントロール モジュールは白熱電球と LED モジュールの両方に対応できる必要があります。白熱電球は、比較的簡単に診断できます。しかし、LED モジュールは消費電流が少なく、複数の LED ストリングを並列に含めることもできます。どちらの場合も同じ BCM を使用しているため、ハイサイド スイッチは両方の負荷タイプを正確に診断できます。
- **ソレノイドの保護**: 多くの場合、ソレノイドはローサイド スイッチによって高精度に制御されます。しかし、フォルト イベントが発生した場合、ローサイド スイッチでソレノイドを電源から切り離すことはできません。ハイサイド スイッチを使用して、複数のソレノイドを継続的に監視します。システム電流が想定より大きくなると、ハイサイド スイッチによりモジュールを無効にできます。

8.3.2.2.1.2 SNS 出力フィルタ

最も精度の高い電流センス値を得られるように、TI は SNS 出力をフィルタリングすることを推奨します。フィルタリングには、以下の 2 つの方法があります。

- SNS ピンと ADC 入力の間のローパス RC フィルタ。図 9-1 にこのフィルタと、抵抗とコンデンサの標準値を示します。設計者は、システム要件に基づいて C_{SNS} コンデンサの値を選択する必要があります。大きな値を選択すると、フィルタリング特性を向上させることができます。小さな値を選択すると、より高速な過渡応答が可能になります。
- ADC とマイコンをフィルタリングに使用することもできます。TI は、ADC で SNS 出力の測定値をいくつか収集することを推奨します。このデータ セットの中央値が、最も正確な結果と見なしてください。中央値計算を実行することで、マイコンはノイズや外れ値データをフィルタで除去できます。

8.3.2.3 $\overline{ST}$ ピン

$\overline{ST}$ ピンはオープン ドレイン出力です。このピンは、スイッチ チャネルの状態を示します。故障状態がないとき、出力はハイ インピーダンスになります。故障状態が発生すると、出力は Low になります。

8.3.2.4 フォルトの表示と SNS の多重化

以下のフォルトは、SNS および $\overline{ST}$ 出力を介して通知されます。

- 次の理由によるスイッチのシャットダウン。
  - サーマル シャットダウン

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

  - 電流制限
  - エネルギー制限
- アクティブ電流制限
- 開放負荷 / V_{OUT} の電源への短絡

スイッチが有効になっている間は、開放負荷およびバッテリへの短絡は検出されません (しかし、これらの条件はセンス電流によって検出できます)。したがって、イネーブル チャネルに対応するフォルト表示が発生した場合、スイッチ シャットダウンかアクティブ電流制限のどちらかを行う必要があります。

SELx = 00 の場合、SNS ピンはフォルトを示します。スイッチ シャットダウンのフォルト通知は、SELx ピンに関係なく、$\overline{ST}$ ピンで発生します。しかし、OL/STB フォルトの通知は、SELx = 00 の場合のみ発生します。

表 8-2. SNS マルチプレクサ

入力				出力	
DIA_EN	**SEL1**	**SEL2**	**フォルト検出**(1)	**SNS**	**ST**
0	X	X	0	ハイ インピーダンス	ハイ インピーダンス
0	X	X	1	ハイ インピーダンス	"Low" に駆動
1	0	0	0	負荷電流	ハイ インピーダンス
1	0	1	0	未使用	未使用
1	1	0	0	デバイス温度	ハイ インピーダンス
1	1	1	0	電源電圧	ハイ インピーダンス
1	0	0	1	I_{SNSFH}	"Low" に駆動
1	0	1	1	未使用	未使用
1	1	0	1	デバイス温度	"Low" に駆動
1	1	1	1	電源電圧	"Low" に駆動

(1) フォルト検出は以下の条件を含みます。
- スイッチがシャットダウンし、再試行を待機
- アクティブ電流制限
- OL/STB

8.3.2.5 抵抗の共有

図 8-12 に示すように、複数のハイサイド スイッチ チャネルで同じ SNS 抵抗を使用できます。このアクションにより、システム内の受動部品の総数と、マイコンに必要な ADC 端子の数を削減できます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

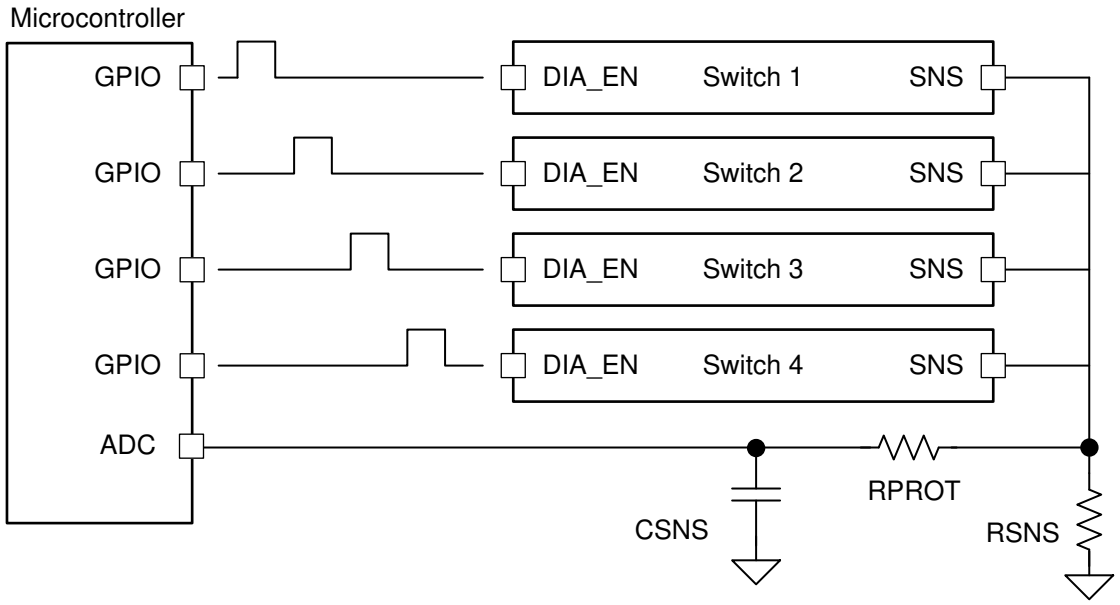


図 8-12. 複数のデバイス間で R_{SNS} を共有

8.3.2.6 高周波数、低デューティ サイクル電流センシング

いくつかのアプリケーションは、高周波かつ低デューティ サイクルの PWM で動作します。このようなアプリケーションでは、SNS 出力の高速な立ち上がりが必要となります。たとえば、250Hz で 5% のデューティ サイクルの PWM では、オン時間はわずか 200µs です。マイコンの ADC は、規定されたセトリング タイム、$t_{SNSION3}$.の後に SNS 信号をサンプリングできます。

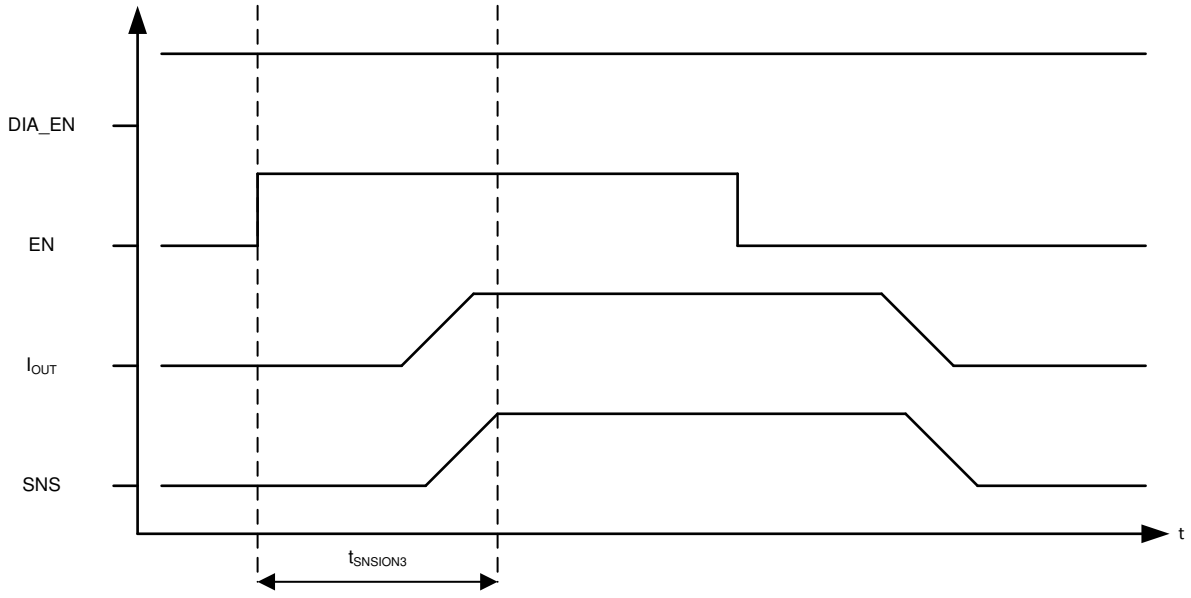


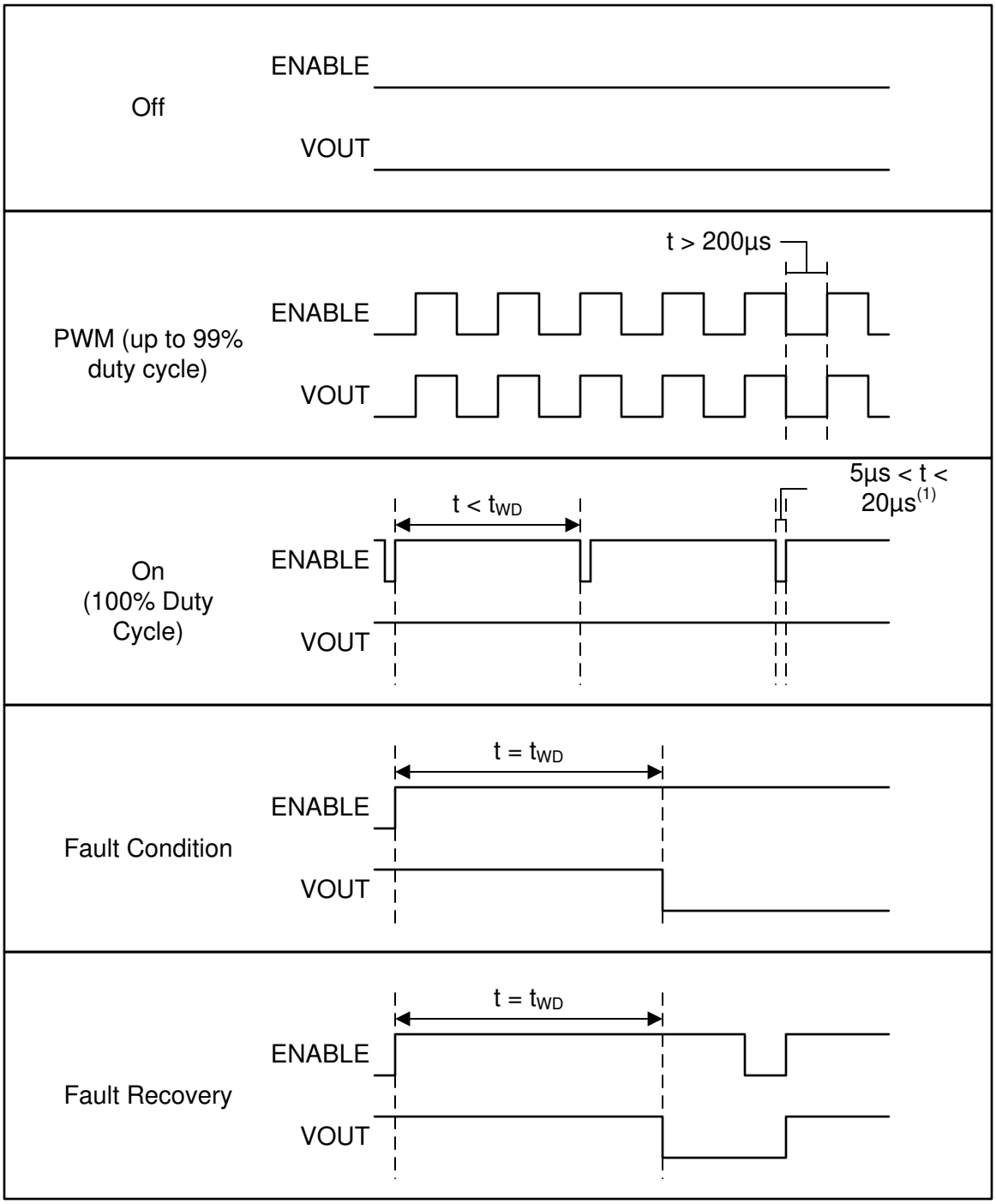
図 8-13. 低デューティ サイクル動作における電流検出

8.3.3 ウォッチドッグ有効化

一部の車載アプリケーションでは、マイコンとスイッチのイネーブル ピンの間で有効な通信が行われていることを継続的に確認します。この目的は、潜在的な通信フォルト (マイコン障害など) から保護することです。TPS1HA08-Q1 には、イネ

ーブル ピンを継続的にポーリングするオプションのウォッチドッグ機能が内蔵されています。この機能はデバイス バージョン E でのみ有効になるため、以下の情報はバージョン E にのみ適用されます。

ウォッチドッグ機能を使用するには、マイコンでスイッチ イネーブル ピンに PWM を印加する必要があります。この PWM が存在しない場合 (≥ t_{WD} で EN が連続的に High の場合)、スイッチは自動的に無効化されます。ウォッチドッグ タイマは、EN の立ち上がりエッジでリセットされます。フォルト通知は、EN の立ち下がりエッジでクリアされます。下図に、スイッチが EN PWM に応答する方法を示しています。



ウォッチドッグ機能を使用するには、スイッチ イネーブル ピンに PWM を印加する必要があります。V_{OUT} を 100% デューティ サイクルに維持するには、マイコンはイネーブル ピンに短いパルスを定期的に印加する必要があります。この短いパルスはウォッチドッグ タイマをリセットしますが、スイ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ッチをオフにすることはありません。デバイスがパルスを確実に認識できるように、パルスは > 5µs になる必要があります。パルス幅には上限はありませんが、そのパルスが 20µs より長い場合、スイッチはイネーブルからディスエーブルへの遷移を開始することがあります。

図 8-14. イネーブル ウォッチドッグ — 概要

図 8-15 に、ウォッチドッグ機能の動作を示しています。

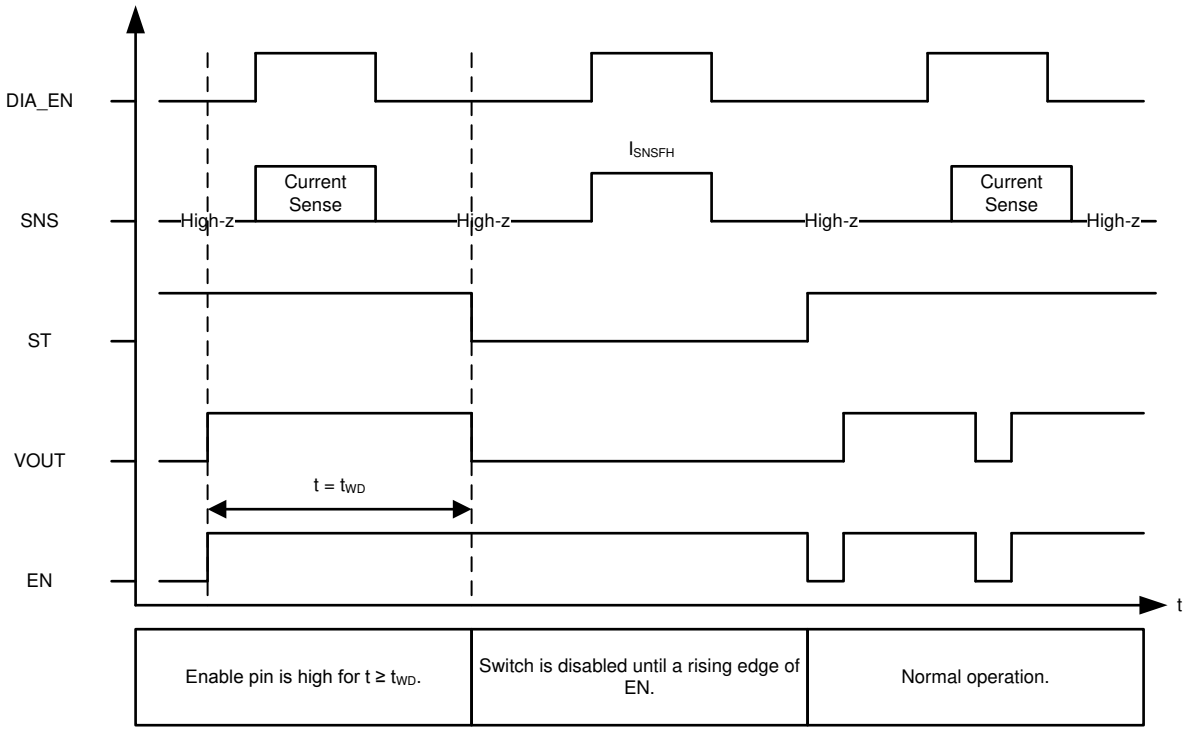


図 8-15. イネーブル ウォッチドッグ タイミング図

8.4 デバイスの機能モード

8.4.1 オフ

デバイスに電源が供給されていないとき、オフ状態になります。

8.4.2 スタンバイ

スタンバイ状態は、消費電力を最小レベルに低減するために使用されるローパワー モードです。スタンバイ モードでは、診断機能は使用できません。

8.4.3 診断機能

診断状態を使用すると、スイッチが無効の間に診断を実行できます。

8.4.4 スタンバイ遅延

EN と DIA_EN が Low になると、スタンバイ遅延状態に移行します。t_{STBY} 後、EN ピンと DIA_EN ピンがまだ Low の場合、デバイスはスタンバイ状態に移行します。

8.4.5 アクティブ

アクティブ状態では、スイッチが有効になります。アクティブ状態の間、診断機能をオンまたはオフにできます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.4.6 フォルト

フォルト シャットダウン (サーマル シャットダウン、電流制限、エネルギー制限) が発生すると、フォルト状態に移行します。すべてのフォルトがクリアされた後、LATCH ピンが Low になり、再試行タイマが満了すると、デバイスはフォルト状態から遷移します。イネーブル ピンが High のとき、スイッチは再度イネーブルになります。イネーブル ピンが Low のとき、スイッチはオフのままです。

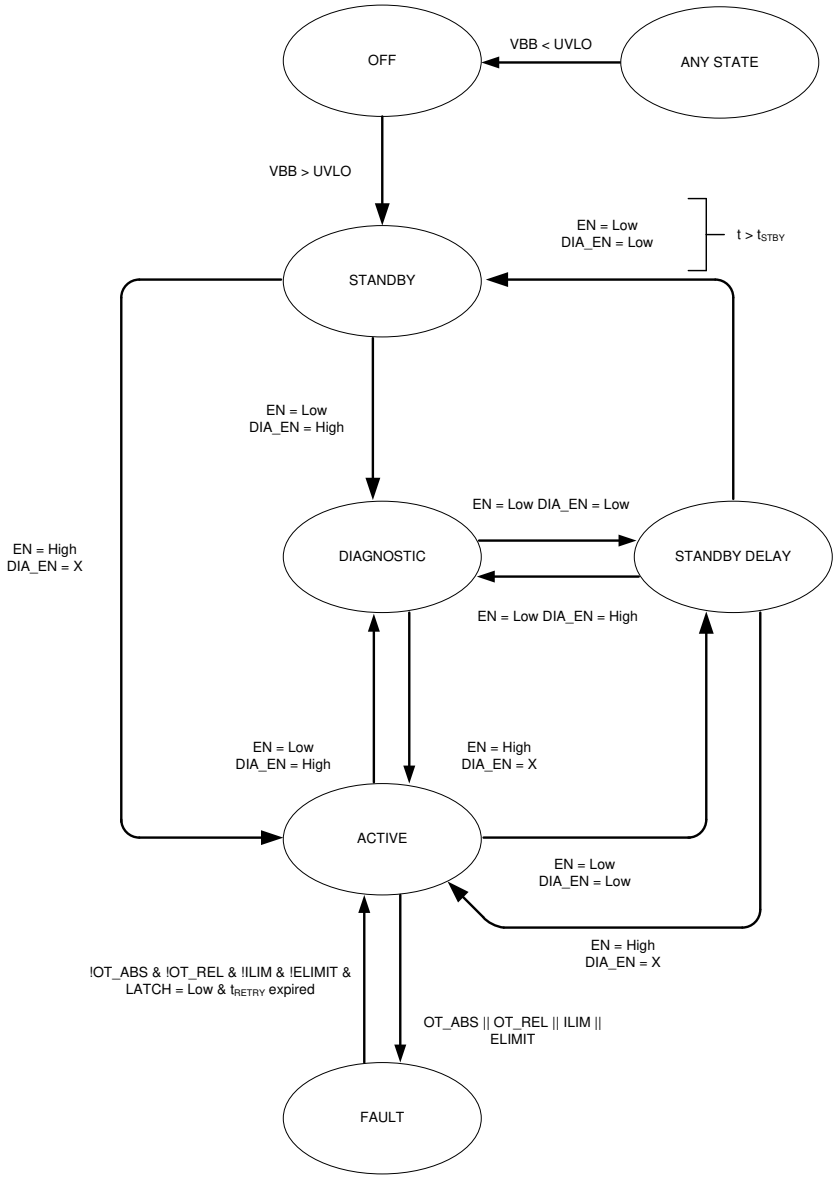


図 8-16. 状態遷移図

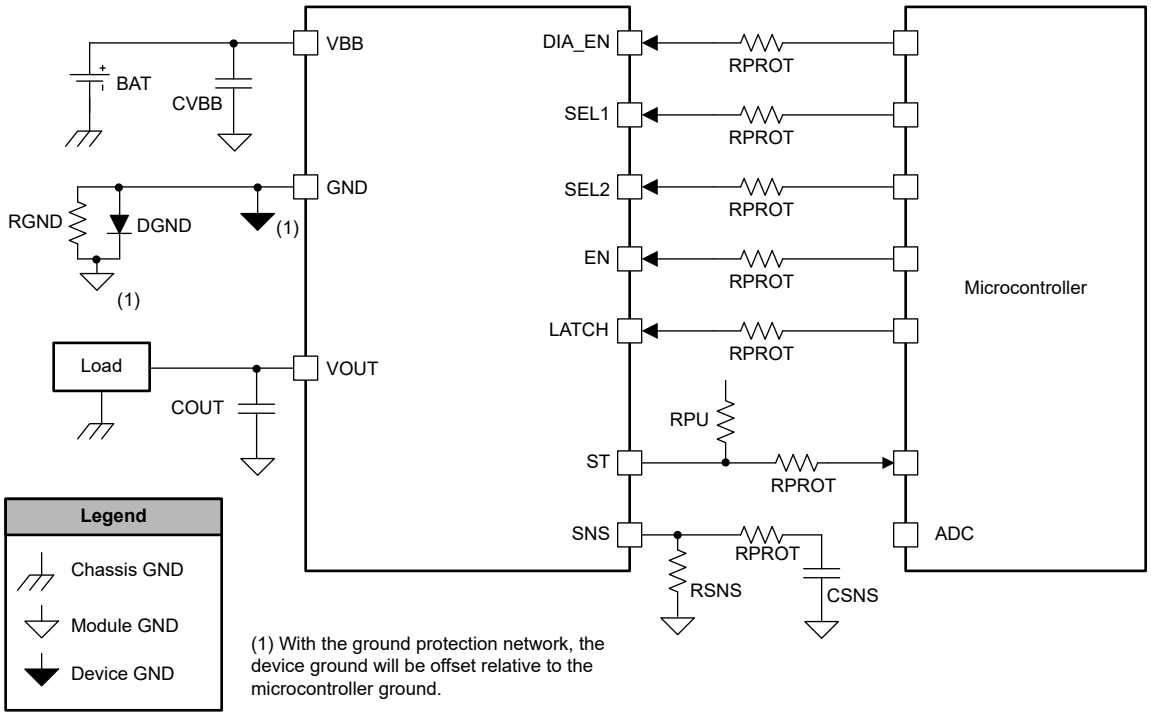
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 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。

9.1 使用上の注意



グランド保護回路網では、デバイスのグランドは、マイコンのグランドに対してオフセットしています。

図 9-1. システム図

表 9-1. 推奨外付け部品

部品	標準値	目的
R_{PROT}	15kΩ	マイコンとデバイス I/O ピンの保護
R_{SNS}	1kΩ	センス電流をセンス電圧に変換します
R_{PU}	10kΩ	オープンドレイン出力のプルアップ ソースを供給します
C_{SNS}	100pF ～ 10nF	ADC 入力用のローパス フィルタ
R_{GND}	4.7kΩ	誘導性負荷のターンオフ時に GND の電位を安定させます
D_{GND}	BAS21 ダイオード	バッテリ逆接続時にデバイスを保護します
C_{VBB}	220nF をデバイス GND に	過渡電圧のフィルタリング (ESD、ISO7637-2 など) と電磁ノイズの改善
	100nF をモジュール GND に	入力電源を安定させ、低周波ノイズを除去します
C_{OUT}	22nF	過渡電圧のフィルタリング (ESD、ISO7637-2 など)

9.1.1 グランド保護回路網

セクション 8.3.1.5 で説明したように、D_{GND} を使用して、バッテリ逆接続イベントの間にデバイスに過剰な逆電流が流れ込まないようにします。また、スイッチを使用して誘導性負荷を駆動する場合、R_{GND} を D_{GND} と並列に配置します。複数のハイサイド スイッチで、グランド保護回路網 (D_{GND} および R_{GND}) を共有できます。

I_{GND} の絶対最大定格を使用して、R_{GND} の最小値を計算します。バッテリ逆接続状態では、以下のようになります。

$$I_{GND} = \frac{V_{BB}}{R_{GND}} \quad (4)$$

$$R_{GND} = \frac{V_{BB}}{I_{GND}} \quad (5)$$

- V_{BB} = –13.5V に設定
- I_{GND} = –50mA (絶対最大定格) に設定

$$R_{GND} \geq \frac{-13.5V}{-50mA} = 270\Omega \quad (6)$$

この例では、R_{GND} は 270Ω 以上にする必要があることがわかります。バッテリ逆接続イベント中は、R_{GND} の消費電力も考慮する必要があります。

$$P_{RGND} = \frac{V_{BB}^2}{R_{GND}} \quad (7)$$

$$P_{RGND} = \frac{(13.5V)^2}{270\Omega} = 0.675W \quad (8)$$

実際には、R_{GND} がこのような大電力には定格対応していない可能性があります。この場合、より大きな抵抗値を選択する必要があります。

9.1.2 マイコンとのインターフェイス

グランド保護回路網により、デバイスのグランドはモジュールのグランド (およびマイコンのグランド) より電位が高くなります。このオフセットは、デバイスとマイコンの間のインターフェイスに影響します。

ロジック ピンの電圧は、ダイオードの順方向電圧によってオフセットされます。入力ピン (EN など) の場合、設計者はスイッチの V_{IH} 仕様と、マイコンの V_{OH} 仕様を考慮する必要があります。D_{GND} を「含まない」システムでは、$V_{OH} > V_{IH}$ にする必要があります。D_{GND} を「含む」システムでは、$V_{OH} > (V_{IH} + V_F)$ にする必要があります。V_F は D_{GND} の順方向電圧です。

ステータス ピン、ST を使用する場合も、同様の考慮が必要です。設計者は、マイコンの $V_{OL,ST}$ の仕様、V_{IL} の仕様を考慮する必要があります。DGND を搭載するシステムの場合、$V_{OL,ST} + V_F < V_{IL,\mu C}$ であることが必要です。

センス抵抗、R_{SNS} は、マイコンのグランドに終端する必要があります。この場合、マイコンのグランドとデバイス グランドとの間にオフセットがある場合でも、ADC は SNS 信号を正確に測定できます。

9.1.3 I/O 保護

R_{PROT} は、ISO パルスやバッテリ逆接続などのシステム レベルの電圧過渡時にマイコンの I/O ピンを保護するために使用されます。大きな抵抗値により、ピンを流れる電流が安全なレベルに制限されます。

9.1.4 逆電流

$0V < V_{BB} < V_{OUT}$ のとき、逆電流が発生します。この場合、電流が V_{OUT} から V_{BB} に流れる可能性があります。純粋な抵抗性負荷により逆電流が発生することはありません。ただし、容量性負荷または誘導性負荷が原因で逆電流が発生する可能性はあります。たとえば、負荷容量が極めて大きく、V_{BB} ノードに過渡ドループがある場合、V_{OUT} が V_{BB} を上回る可能性があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

TPS1HA08-Q1 は、逆電流を検出しません。スイッチがイネーブルになると、逆電流がスイッチを流れます。スイッチがディスエーブルのときは、逆電流が MOSFET ボディ ダイオードを流れる場合があります。逆電流イベントの間、デバイスは通常の方法で動作を継続します。

9.1.5 GND 喪失

グランド接続がデバイス レベルまたはモジュール レベルで失われる場合があります。グランド接続が失われると、両方のスイッチがディスエーブルになります。グランド接続が失われたときにスイッチがすでにディスエーブルになっていた場合、スイッチはディスエーブルのままになります。グランドが再接続されると、通常動作が再開されます。

9.1.6 車載規格

9.1.6.1 ISO7637-2

TPS1HA08-Q1 は、ISO7637-2:2011 (E) 規格に従ってテストされています。テスト パルスは、スイッチが有効および無効の両方の状態で適用されます。テスト構成には、DUT のみと、最小限の外付けコンポーネントである C_{VBB}、C_{OUT}、D_{GND}、R_{GND} が含まれます。

ステータス II は、ISO 7637-1 機能パフォーマンス ステータス分類 (FPSC) で次のように定義されています。「この関数はテスト中に設計どおりに実行されず、テスト後に自動的に通常動作に戻ります。」

表 9-2. ISO7637-2:2011 (E) の結果

テスト パルス	ステータス II の機能性能におけるテスト パルスの重大度レベル		最小パルス数またはテスト時間	バースト サイクル/パルス反復時間	
	レベル	US		最小値	最大値
1	IV	-150V	500 パルス	0.5s	--
2a	III	+55V	500 パルス	0.20	5s
2b	IV	+10V	10 パルス	0.5s	5s
3a	III	-165V	1 時間	90ms	100ms
3b	III	+112V	1 時間	90ms	100ms

9.1.6.2 AEC – Q100-012 の短絡信頼性

TPS1HA08-Q1 は、短絡信頼性標準 AEC - Q100-012 に準拠してテストを実行しています。このテストは、V_{OUT} のグランドへの短絡イベントに対するデバイスの堅牢性を実証するために行われます。表 9-3 に結果の概要を示します。詳細については、『AEC-Q100-012 標準ドキュメント』または TI の『スマート パワー スイッチの短絡信頼性テスト』アプリケーションノートも参照してください。

テスト条件:

- LATCH = 0V
- T_A = -40℃
- 3 つの個別ロットから 10 ユニット、合計 30 ユニット
- L_{supply} = 5µH、R_{supply} = 10mΩ
- V_{BB} = 14V

テスト方法:

- パラメータのデータは、各ユニットのプリストレスで収集されます。
- 各ユニットは、指定されたとおりに、必要な短絡サイクルまたは持続時間を持つ短絡状態で有効になります。
- パラメータのシフトが観測されないことを確認するため、ストレス後に各ユニットでパラメトリック データを再収集します。

冷却反復テストは、TPS1HA08-Q1 にとって考えられる限り最悪の条件となる -40℃ で実施されます。電流制限スレッショルドは低温で最大になるため、短絡パルスには低温でのより多くのエネルギーが含まれます。冷却反復テストとは、デバイスを低温で動作させるのではなく、パルス間で冷却する時間が与えられることを意味します。負荷短絡は考えられる限り最悪の場合の状況です。これは、ケーブルのインダクタンスに蓄積されたエネルギーがより大きな損害の原因になる可能性

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

があるためです。このデバイスの高速応答により、電流が負荷短絡の状況に近い場合に、電流制限が迅速に行われることが保証されます。また加熱反復テストも実行されます。

表 9-3. AEC - Q100-012 テスト結果

TEST	短絡の位置	デバイス バージョン	番号サイクル数	番号ユニット数	番号失敗数
冷却反復 - 長いパルス	負荷短絡、L_{short} = 5µH、R_{short} = 100mΩ、T_A = –40°C	D	200k	30	0
加熱反復 - 長いパルス	端子短絡、L_{short} = 5µH、R_{short} = 100mΩ、T_A = 25°C	D	100 時間	30	0

9.1.7 熱に関する情報

電流の出力時、TPS1HA08-Q1 は消費電力により発熱します。図 9-2 に、指定された長さの 1W パルス印加時のデバイス温度を特定するために使用できる過渡熱インピーダンス曲線を示します。

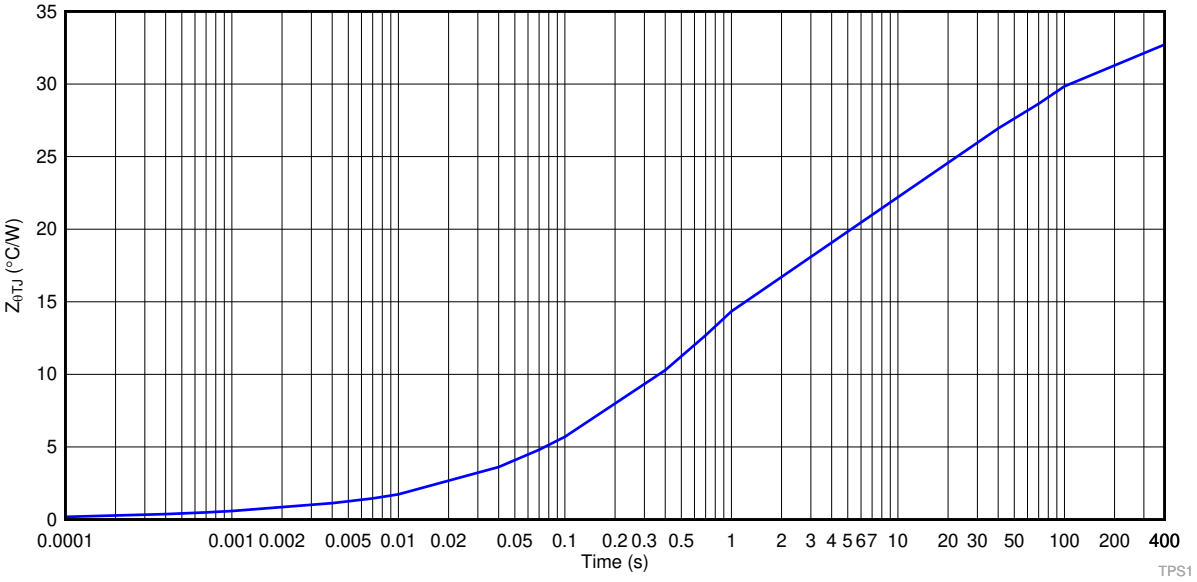


図 9-2. 過渡熱抵抗

9.2 代表的なアプリケーション

このアプリケーション例では、TPS1HA08-Q1 デバイスを使用して、シート ヒーターなどの抵抗性ヒーター負荷に電力を供給する方法を示します。図 9-3 に、抵抗性シート ヒーターを負荷として使用する代表的なアプリケーションを示します。このドキュメントでは、この種のアプリケーションの基本を解説していますが、より詳細な説明については、TI の『スマート パワー スイッチ シート ヒーターのリファレンス デザイン』を参照してください。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

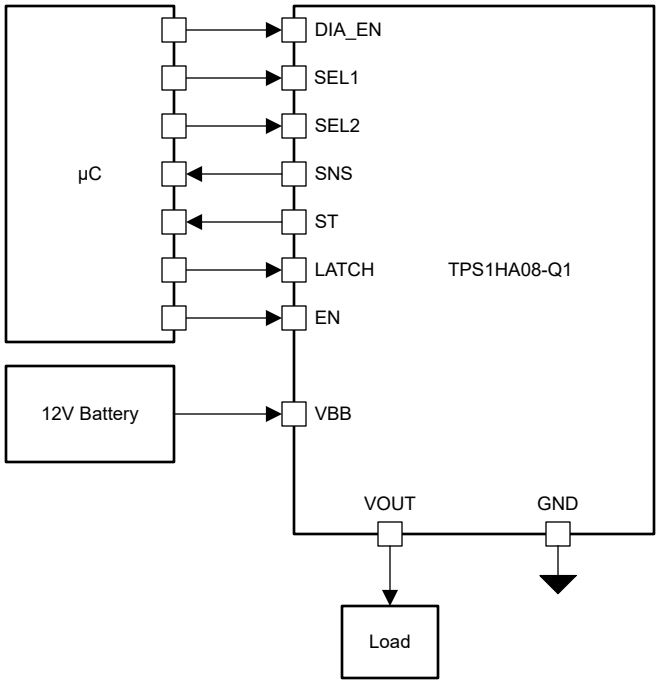


図 9-3. ヒーター負荷に電力を供給するブロック図

9.2.1 設計要件

この設計例では、表 9-4 に示すパラメータを使用します。

表 9-4. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
V_{BB}	12.8V
ヒーター負荷	最大 90W
負荷電流センス	100mA ～ 20A
周辺温度	85°C
$R_{\theta JA}$	32.8°C/W (PCB に依存)

9.2.2 詳細な設計手順

9.2.2.1 熱に関する検討事項

最大負荷電力条件下での DC 電流は約 7.03A です。スイッチでの消費電力は、式 9 で計算されます。R_{ON} は最大仕様から、20mΩ と想定しています。実際には、R_{ON} は小さくなります。

$$P_{FET} = I^2 \times R_{ON} \quad (9)$$

$$P_{FET} = (7.03A)^2 \times 20m\Omega = 0.988W \quad (10)$$

式 11 と「仕様」セクションの $R_{\theta JA}$ 値を使用して、デバイスの接合部温度を計算します。

$$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P_{FET} \quad (11)$$

$$T_J = 85°C + 32.8°C/W \times 0.988W = 117.4°C$$

TPS1HA08-Q1 デバイスの最大接合部温度定格は、T_J = 150°C です。上記の計算例に基づき、デバイス温度は最大定格を下回っています。

9.2.2.2 診断

抵抗性加熱負荷が切断されている場合 (ヒーターの誤動作)、アラートが必要です。開放負荷検出は、スイッチ イネーブルの状態で、TPS1HA08-Q1 デバイスの電流センス機能により実行できます。または、診断機能が有効なオフ状態の開放負荷条件下では、SNS ピンの電流はフォルト電流となり、これをセンス電圧の測定値から検出することができます。

9.2.2.2.1 R_{ISNS} の値を選択

表 9-5 に、このアプリケーションにおける負荷電流センスの要件を示します。K_{SNS} 値はデバイスに対して規定されており、仕様セクションに記載されています。

表 9-5. R_{SNS} 計算パラメータ

パラメータ	数値の例
電流センス比 (K_{SNS})	4600
診断可能な最大負荷電流	20A
診断可能な最小負荷電流	50mA
フルスケール ADC 電圧	5V
ADC の分解能	10 ビット

20A という負荷電流測定要件は、20A の電流制限値まで電流を検出できることを示しており、一方で 100mA という低水準の測定能力により、低い負荷電流の正確な測定が可能となります。

R_{SNS} の抵抗値は、V_{SNS} の診断可能な最大負荷電流が、フルスケール ADC の約 90% になるように選択する必要があります。この設計では、90% を超える ADC 値はフォルトと見なされます。また、R_{SNS} の抵抗値は、最小の診断可能な負荷電流で、V_{SNS} が ADC の 1LSB を下回らないようにします。例で与えられた値では、1kΩ のセンス抵抗は、表 9-6 に示す両方の要件を満たします。

表 9-6. V_{SNS} の計算

負荷 (A)	センス比	I_{SNS} (mA)	R_{SNS} (Ω)	V_{SNS} (V)	5V ADC の %
0.050	4600	0.011	1000	0.011	0.22%
20.000	4600	4.348	1000	4.348	87%

9.2.3 アプリケーション曲線

図 9-4 に、マイコン がイネーブル パルスを供給して抵抗性素子の加熱を開始したときのこのアプリケーションにおける TPS1HA08-Q1 の動作を示します。EN ピンが High になるとすぐに負荷電流が流れ始め、SNS ピンが出力電流を測定します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

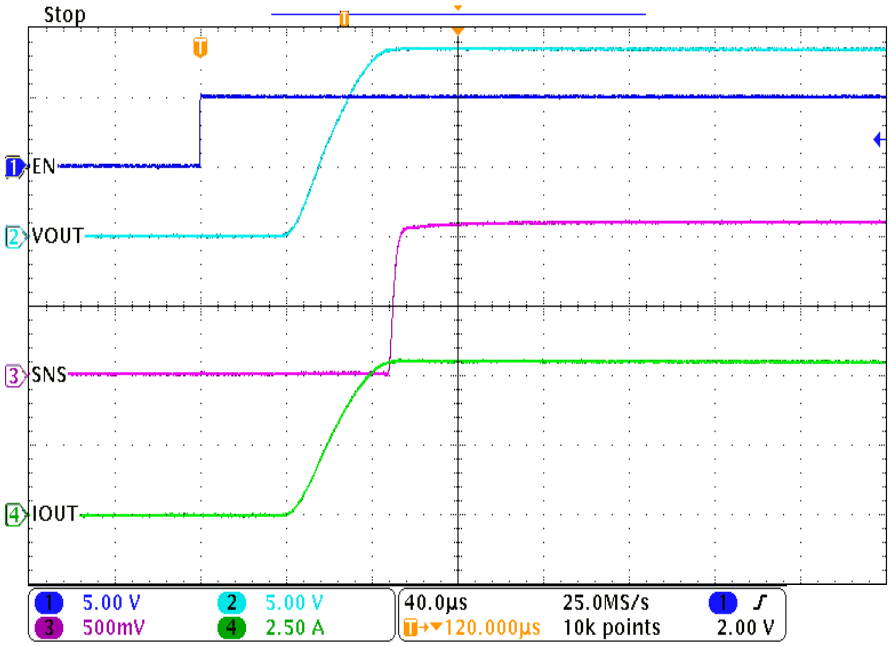


図 9-4. ヒーター ターンオン時間

TPS1HA08-Q1 は、SNS ピンの電圧を測定することで、負荷電流の値をシステム マイコンへフィードバックできます。図 9-5 は、シート ヒーターが全負荷に近づき、I_{OUT} が 1A の低負荷電流から 5A の負荷電流に急上昇した場合、負荷ステップが SNS ピンに反映されることを示しています。

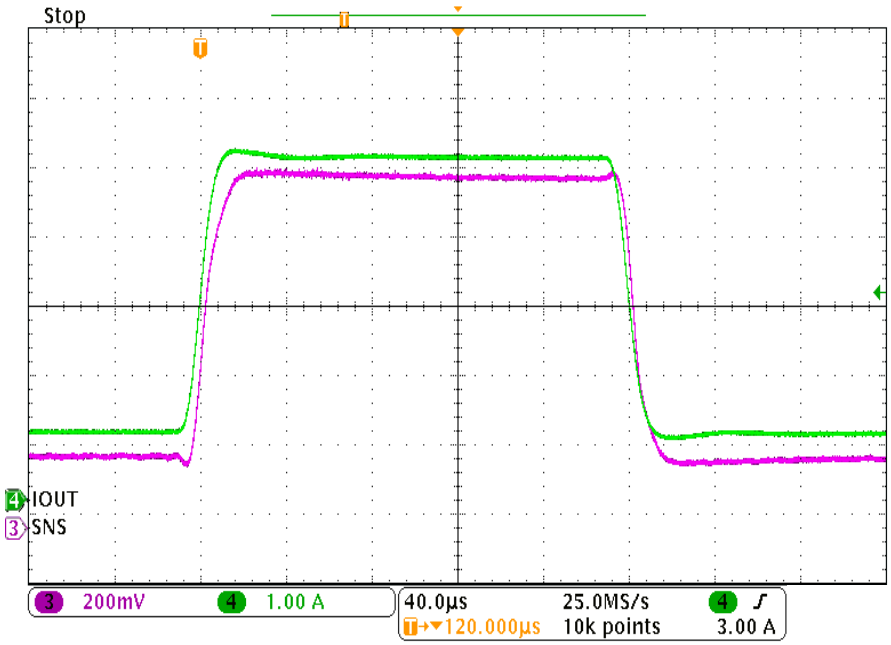


図 9-5. ヒーター負荷ステップ時の SNS の応答

この種のアプリケーションで共通する懸念事項の 1 つは、加熱素子が意図せずに接続を失い、開放負荷状態が生じる可能性があることです。この場合、TPS1HA08-Q1 は負荷が解除されたことを認識し、マイコン に FLT を通知するように設計されています。図 9-6 に、負荷が接続されなくなった場合の TPS1HA08-Q1 の動作を示します。DIAG_EN ピンが有

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

効になるとすぐに、SNS 出力は High になり、$\overline{ST}$ 出力は Low になります。これらのピンを監視することで、マイコンはフォルトを認識して、メンテナンスが必要であることをユーザーに通知できます。

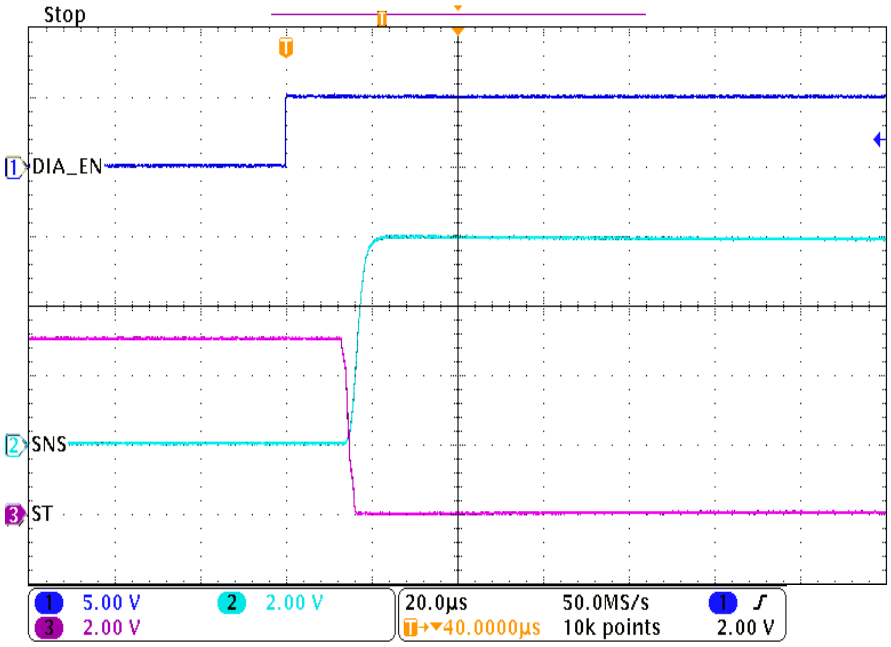


図 9-6. 加熱素子が接続されていない場合の開放負荷検出

重要な点として、TPS1HA08-Q1 では、短絡イベントが発生した場合にもシステムを保護することが挙げられます。図 9-7 に、短絡状態でデバイスが有効化されたときの動作を示します。これがデバイス オプション C を使用している場合は、過熱イベントに達するまで、電流は電流制限 I_{CL} にクランプされ、その後でシャットダウンします。このようにして、短絡発生時も制御不能な過電流からシステムを保護できます。

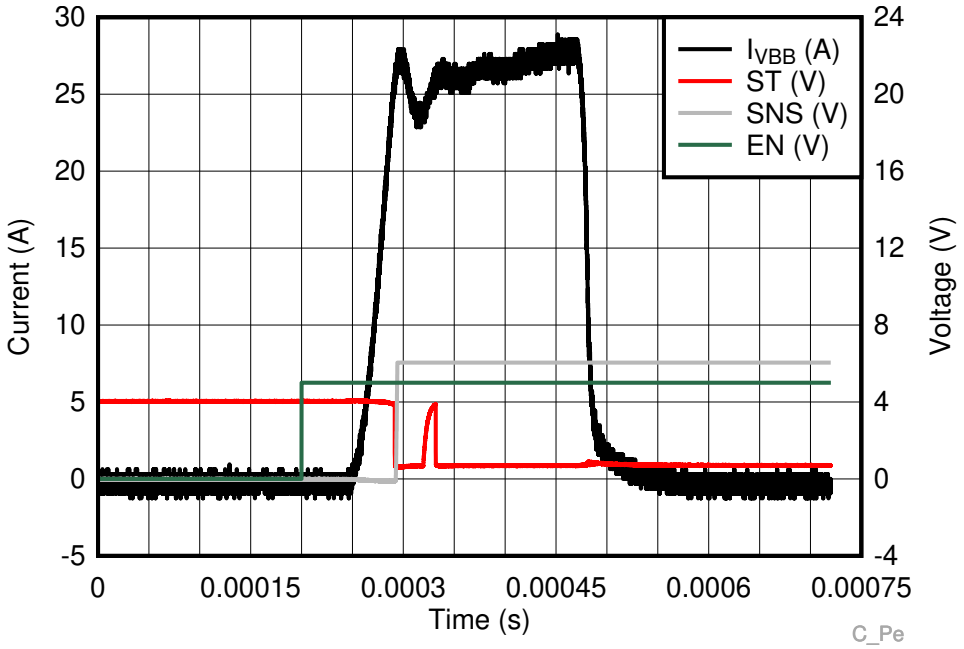


図 9-7. 短絡発生時の過電流動作

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.3 電源に関する推奨事項

この TPS1HA08-Q1 は、12V の車載システムで動作するように設計されています。公称電源電圧範囲は 8V ～ 18V です。また、デバイスは、この範囲を超える電圧過渡に耐えるよう設計されています。公称電圧範囲外で動作する場合、デバイスは通常の機能動作を示します。しかし、パラメータ仕様は検証されていません。

表 9-7. 動作電圧範囲

V_{BB} 電圧範囲	注
3V ～ 8V	コールド クランクやスタート/ストップなどの過渡状態における機能動作は規定されていますが、一部のパラメータ仕様は適用されない場合があります。デバイスは、125°C までの完全な短絡保護機能を備えています。
8V ～ 18V	公称電源電圧。すべてのパラメータ仕様が適用されます。デバイスは、125°C までの完全な短絡保護機能を備えています。
18V ～ 40V	ジャンプスタートや負荷ダンプなどの過渡状態における機能動作は規定されていますが、一部のパラメータ仕様は適用されない場合があります。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

最適な熱性能を得るためには、露出パッドを大きな銅箔面に接続してください。以下の例に示されているように、PCB の最上層では、ベタをパッドの寸法を超えて広げることができます。これに加えて、TI は PCB 内層の 1 つか最下層に V_{BB} プレーンを配置することを推奨します。ビアを通じて、これらのプレーンを最上層の V_{BB} ベタに接続する必要があります。

TPS1HA08-Q1 は、6 つの V_{OUT} ピンを備えています。すべての V_{OUT} ピンは、PCB 上で互いに短絡する必要があります。また、レイアウトでは、電流パスがデバイスの両側で対称になるようにする必要があります。パスが対称でないと、パワー FET の両端に電流が拡散する際に不均衡が発生します。これは、電流センス測定の精度に影響を及ぼす可能性があります。

9.4.2 レイアウト例

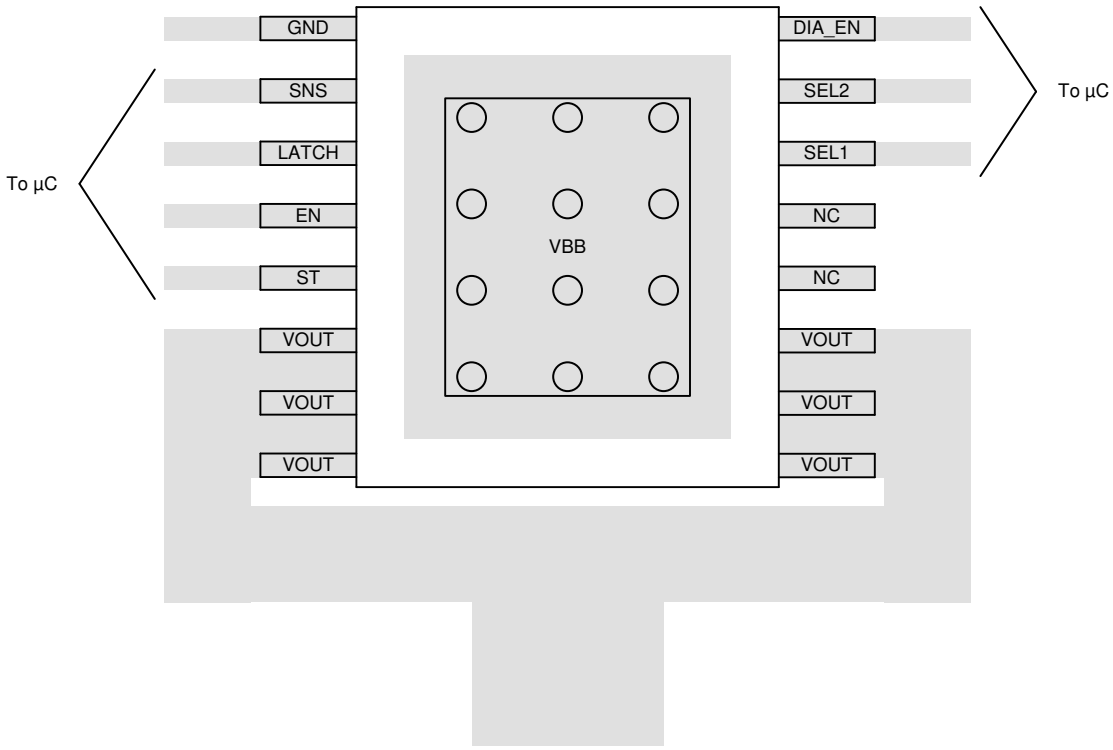


図 9-8. PWP のレイアウト例

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 デバイス サポート

10.1.1 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、TI の『スマート ハイサイド スイッチで誘導性、容量性、およびライティング負荷を駆動する方法』アプリケーション ノート
- テキサス インスツルメンツ、『スマート パワー スイッチの短絡信頼性試験』アプリケーション ノート
- テキサス インスツルメンツ、TI の『スマート パワー スイッチ シート ヒーターのリファレンス デザイン』
- テキサス インスツルメンツ、『ハイサイド スイッチのバッテリ逆接続保護』アプリケーション ノート

10.2 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。

10.3 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。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 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。

11 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 E (June 2026) to Revision F (October 2026)	Page
• セクション 8.3.1.2.2 を更新	26

Changes from Revision D (December 2019) to Revision E (June 2026)	Page
• ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新	1
• 「特長」セクションに機能安全の箇条書き副項目へのリンクを追加	1
• 誘導性および容量性負荷の駆動を更新	27

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

12 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)
TPS1HA08AQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08A
TPS1HA08AQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08A
TPS1HA08BQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08B
TPS1HA08BQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08B
TPS1HA08CQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08C
TPS1HA08CQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08C
TPS1HA08DQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08D
TPS1HA08DQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08D
TPS1HA08EQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08E
TPS1HA08EQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) | 16	3000 | LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HA08E

(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.

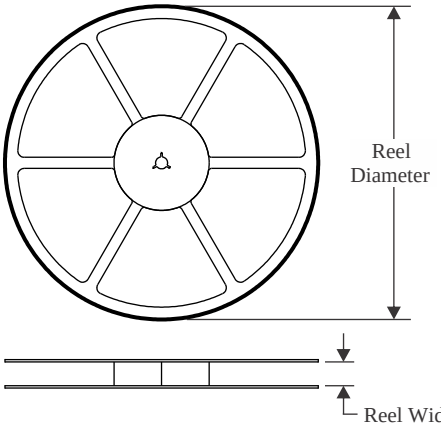
Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. 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.

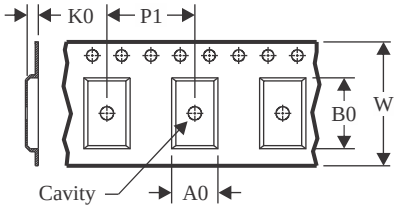
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

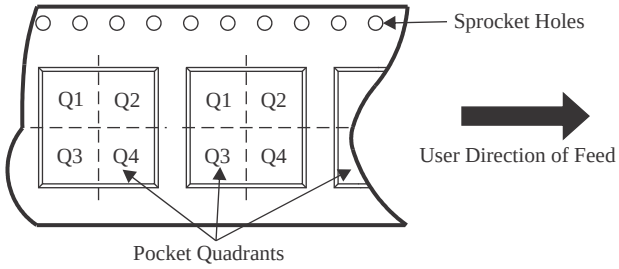


TAPE DIMENSIONS



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

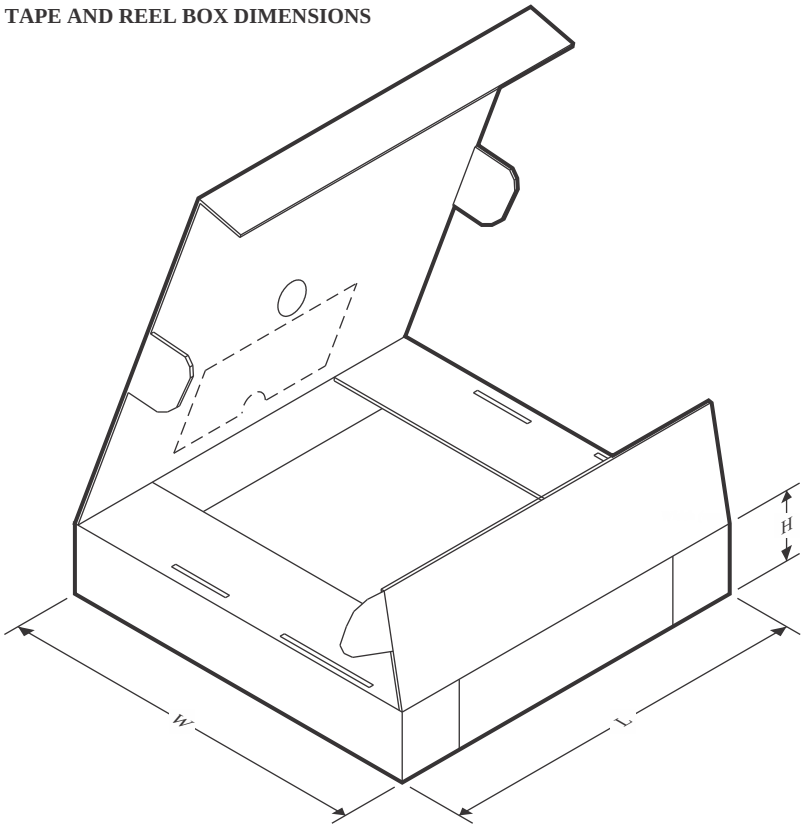
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TPS1HA08AQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HA08BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HA08CQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HA08DQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HA08EQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

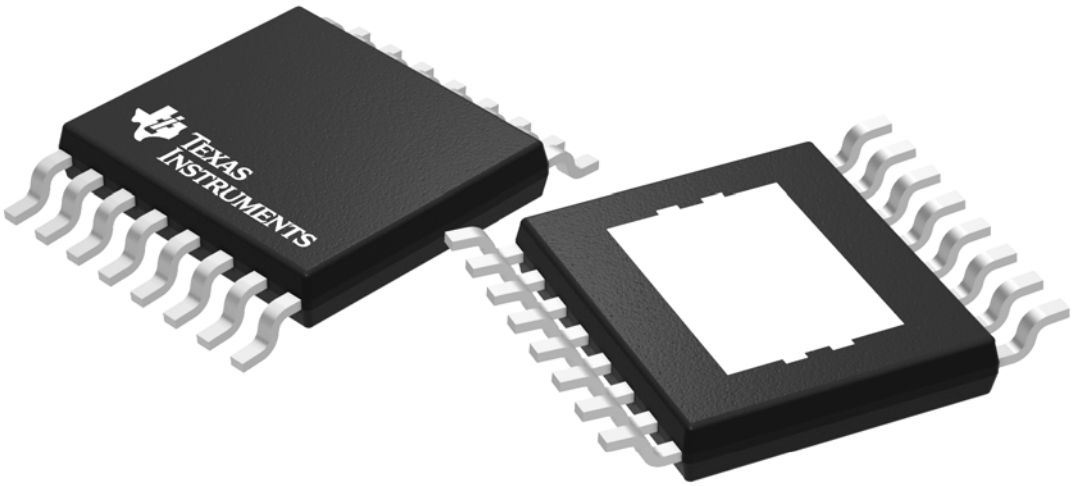


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS1HA08AQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HA08BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HA08CQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HA08DQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HA08EQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0

PWP 16 PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



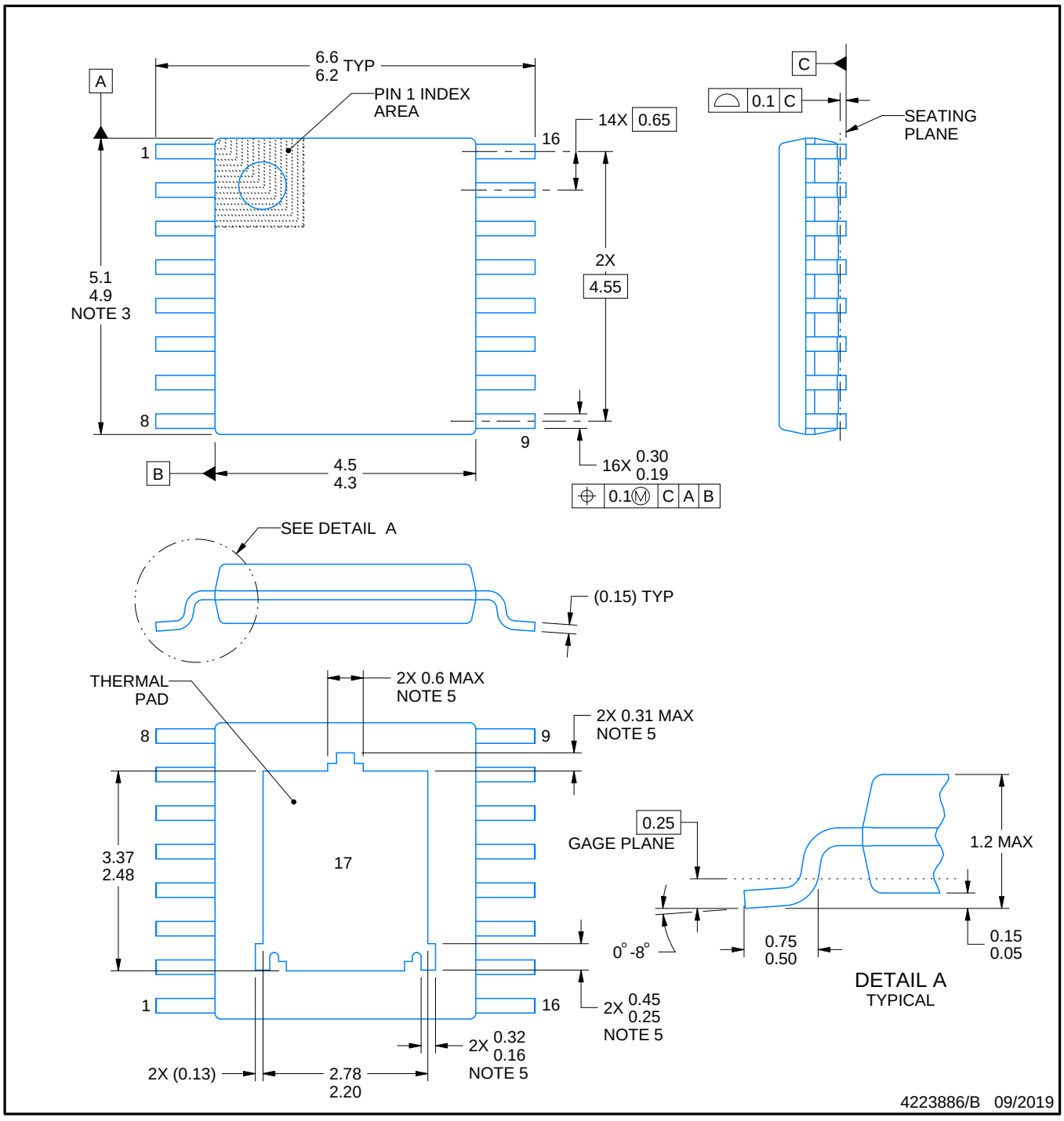
Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

PACKAGE OUTLINE

PWP0016M

PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

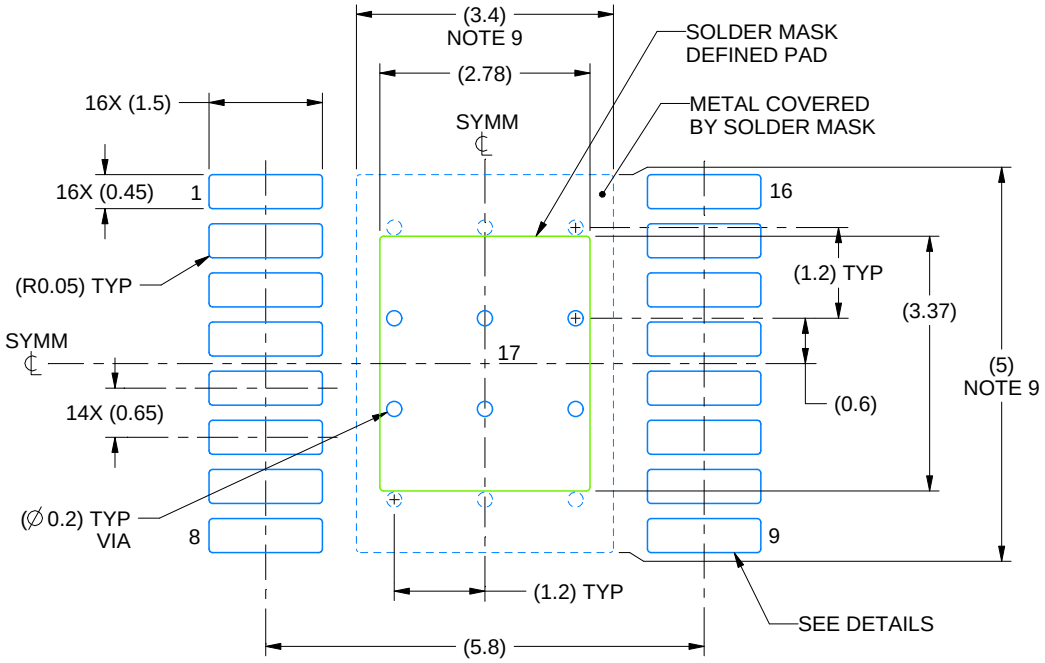
SMALL OUTLINE PACKAGE



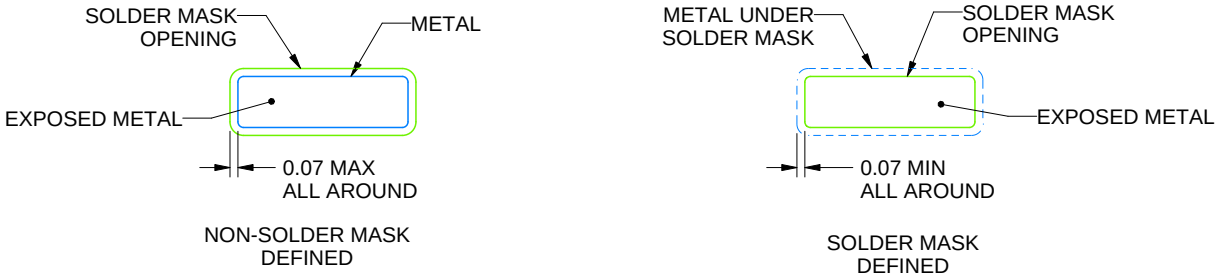
PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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: 10X

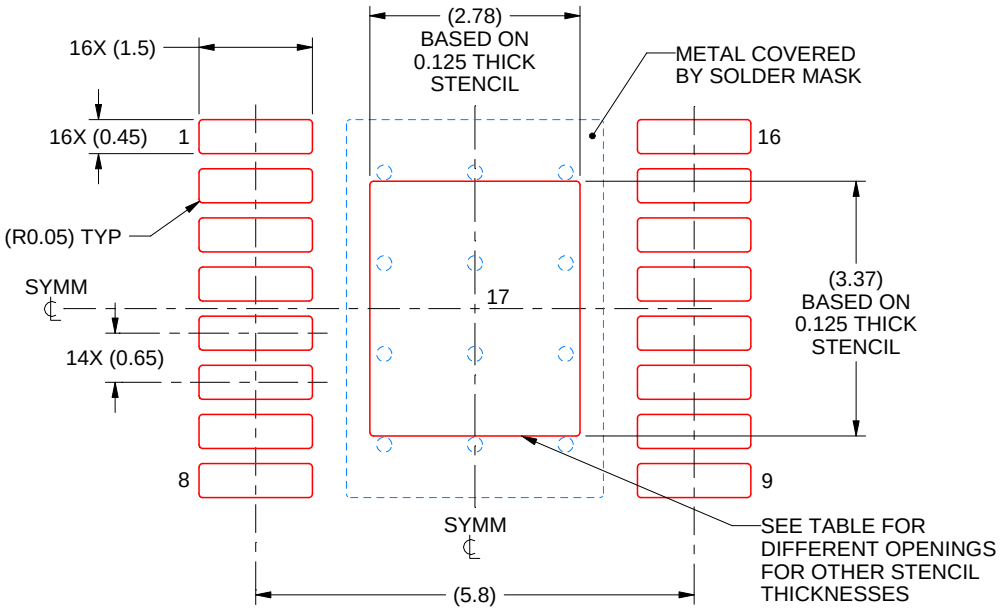


SOLDER MASK DETAILS

4223886/B 09/2019

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: 10X

STENCIL THICKNESS	SOLDER STENCIL OPENING
0.1	3.11 X 3.77
0.125	2.78 X 3.37 (SHOWN)
0.15	2.54 X 3.08
0.175	2.35 X 2.85

4223886/B 09/2019

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