

TPS3851-Q1 高精度電圧スーパーバイザ、ウォッチドッグ・タイマ内蔵

1 特長

- 以下の結果で AEC-Q100 認定済み:
 - デバイス温度グレード 1: 動作時周囲温度範囲 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$
 - デバイス HBM ESD 分類レベル 2
 - デバイス CDM ESD 分類レベル C4B
- 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
- 入力電圧範囲: $V_{DD} = 1.6\text{V} \sim 6.5\text{V}$
- 0.8% の電圧スレッシュホールド精度
- 低い消費電流: $I_{DD} = 10\mu\text{A}$ (標準値)
- ウォッチドッグのタイムアウトをユーザーがプログラム可能
- 高精度のウォッチドッグおよびリセット タイマを製造時にプログラム可能
- マニュアルリセット入力 ($\overline{\text{MR}}$)
- オープンドレイン出力
- 高精度の低電圧監視
 - $1.8\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の共通レールをサポート
 - 4% および 7% の低電圧スレッシュホールドを利用可能
 - 0.5% のヒステリシス
- ウォッチドッグのディスエーブル機能
- 小型 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 、8 ピン VSON パッケージで供給

2 アプリケーション

- サラウンド・ビュー・システムの ECU
- 車両占有検出センサ
- ADAS ドメイン・コントローラ
- 車載用 DC/DC コンバータ
- 車載用フロント・カメラ
- 車載センタ情報ディスプレイ

3 説明

TPS3851-Q1 は、高精度の電圧スーパーバイザとプログラム可能なウォッチドッグ タイマを組み合わせた製品です。TPS3851-Q1 のコンパレータは、 V_{DD} ピンの低電圧 (V_{ITN}) スレッシュホールドについて 0.8% の精度を実現します ($-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$)。また、TPS3851-Q1 には低電圧スレッシュホールドの正確なヒステリシスも内蔵されており、許容誤差の厳しいシステムに理想的です。スーパーバイザの $\overline{\text{RESET}}$ 遅延は 15% の精度で、高精度の遅延タイミングです。

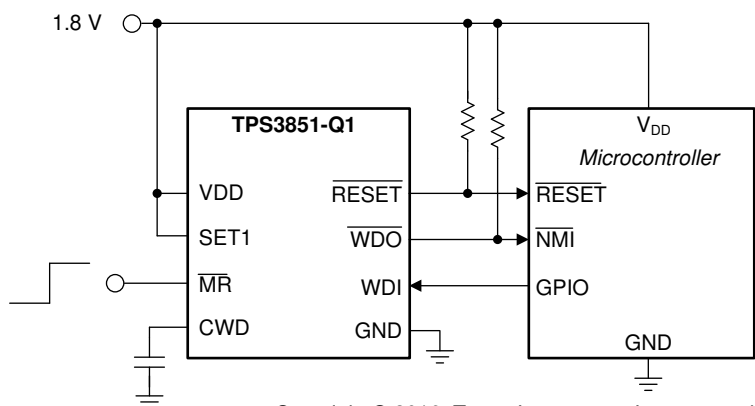
TPS3851-Q1 にはプログラム可能なウォッチドッグ タイマが内蔵されており、広範なアプリケーションに使用できます。専用ウォッチドッグ出力 ($\overline{\text{WDO}}$) により分解能が向上し、フォルト状況の性質を判定するために役立ちます。ウォッチドッグのタイムアウトは、外付けのコンデンサ、または工場でプログラムされるデフォルトの遅延設定によりプログラム可能です。ウォッチドッグはロジックピンによりディスエーブルできるため、開発プロセスにおいて望ましくないウォッチドッグのタイムアウトを回避できます。

TPS3851-Q1 は、小型 $3.00\text{mm} \times 3.00\text{mm}$ の 8 ピン VSON パッケージで提供されています。TPS3851-Q1 はウェットアップ フランクを採用し、光学検査を容易に行えます。

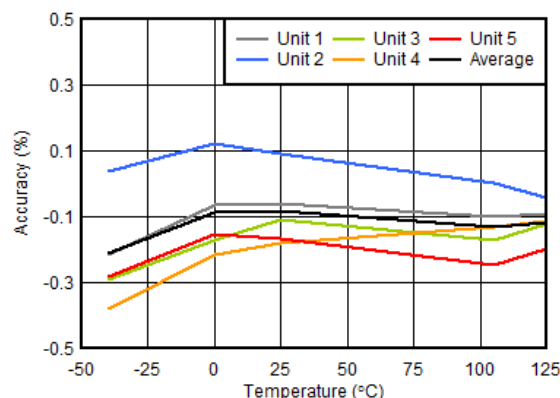
製品情報

部品番号	パッケージ (1)	本体サイズ (公称) (2)
TPS3851-Q1	VSON (8)	$3.00\text{mm} \times 3.00\text{mm}$

- 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。
- パッケージサイズ (長さ \times 幅) は公称値であり、該当する場合はピンを含みます。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated



完全に統合されたマイコン スーパーバイザ回路

低電圧スレッシュホールド (V_{ITN}) の精度と温度との関係



目次

1 特長	1	6.4 デバイスの機能モード	15
2 アプリケーション	1	7 アプリケーションと実装	16
3 説明	1	7.1 アプリケーション情報.....	16
4 ピン構成および機能	3	7.2 代表的なアプリケーション.....	19
5 仕様	4	7.3 電源に関する推奨事項.....	21
5.1 絶対最大定格.....	4	7.4 レイアウト.....	22
5.2 ESD 定格.....	4	8 デバイスおよびドキュメントのサポート	23
5.3 推奨動作条件.....	4	8.1 デバイス サポート.....	23
5.4 熱に関する情報.....	5	8.2 ドキュメントのサポート.....	23
5.5 電気的特性.....	5	8.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	23
5.6 タイミング要件.....	6	8.4 サポート・リソース.....	23
5.7 タイミング図.....	7	8.5 商標.....	23
5.8 代表的特性.....	8	8.6 静電気放電に関する注意事項.....	23
6 詳細説明	12	8.7 用語集.....	24
6.1 概要.....	12	9 改訂履歴	24
6.2 機能ブロック図.....	12	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報	24
6.3 機能説明.....	12		

4 ピン構成および機能

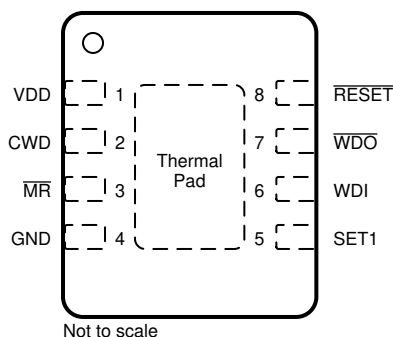


図 4-1. DRB パッケージ
3mm × 3mm、8 ピン VSON
上面図

表 4-1. ピンの機能

名称	番号	I/O	説明
CWD	2	I	プログラム可能なウォッチドッグ タイムアウト入力。ウォッチドッグ タイムアウトは、このピンとグラウンドの間にコンデンサを接続することで設定します。10kΩ 抵抗を介して V _{DD} に接続するか、未接続のままにすると、プリセットされたウォッチドッグ タイムアウトを選択できます。「 CWD 機能 」セクションを参照してください。 TPS3851-Q1 は、標準タイミングまたは拡張タイミングの式 1 または式 2 を使用して、ウォッチドッグのタイムアウトを決定します。
GND	4	—	グラウンドピン
MR	3	I	手動のリセットピン。このピンがロジック low になると、RESET が発行されます。このピンは内部でプルアップされています。MR がデアサート (high) された後、RESET は固定のリセット遅延 (t _{RST}) 時間の間 low に維持されます。
RESET	8	O	リセット出力。1kΩ から 100kΩ への抵抗を使用して、RESET を適切なプルアップ電圧レール (V _{PU}) に接続します。V _{DD} が低電圧スレッシュホールド (V _{ITN}) を下回ると、RESET は low になります。V _{DD} が通常の動作範囲内になると、RESET タイムアウト カウンタが開始されます。完了すると、RESET は high になります。スタートアップ時は、規定されたパワーオンリセット (POR) 電圧 (V _{POR}) より下で RESET 状態が未定義です。POR を上回ると、RESET は low になり、監視対象の電圧が適切な動作範囲内 (V _{ITN} + V _{HYST} を上回る) になり、RESET タイムアウトが完了するまでの間、low のまま維持されます。
SET1	5	I	ロジック入力。SET1 ピンをグラウンドに接続すると、ウォッチドッグ タイマがディセーブルになります。SET1 および CWD は、ウォッチドッグ タイムアウトを選択します。 SET1 セクションを参照してください。
VDD	1	I	電源電圧ピン。ノイズの多いシステムでは、0.1μF のバイパス コンデンサを接続することを推奨します。
WDI	6	I	ウォッチドッグ入力。タイムアウト (t _{WD}) が経過する前に、WDI で立ち下がりエッジが発生する必要があります。ウォッチドッグを使用していない場合、SET1 ピンを使用してウォッチドッグをディセーブルできます。RESET または WDO が low (アサート) のとき、およびウォッチドッグがディセーブルのとき、WDI は無視されます。ウォッチドッグがディセーブルの場合、WDI は未接続のままにできず、VDD または GND のいずれかに駆動する必要があります。
WDO	7	O	ウォッチドッグ出力。WDO は 1kΩ から 100kΩ への抵抗によって、適切なプルアップ電圧レール (V _{PU}) に接続します。ウォッチドッグ タイムアウトが発生すると、WDO が low になります (アサートされます)。WDO は、RESET が High の場合にのみアサートされます。ウォッチドッグ タイムアウトが発生すると、設定された RESET タイムアウト遅延 (t _{RST}) の間 WDO low になります (アサートされます)。RESET が low になると、WDO は高インピーダンス状態になります。
サーマル パッド	—	—	サーマル パッドは大面積のグラウンド プレーンに接続します。サーマル パッドは内部的に GND に接続されています。

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
電源電圧範囲	VDD	-0.3	7	V
出力電圧範囲	RESET, WDO	-0.3	7	V
電圧範囲	SET1, WDI, MR	-0.3	7	V
	CWD	-0.3	V _{DD} + 0.3 ⁽³⁾	
出力ピンの電流	RESET, WDO		±20	mA
入力電流 (すべてのピン)			±20	mA
連続総許容損失		を参照してください。 セクション 5.4		
温度	動作時の接合部温度、T _J ⁽²⁾	-40	150	°C
	自由気流での動作温度、T _A ⁽²⁾	-40	150	
	保存、T _{stg}	-65	150	

- (1) 絶対最大定格を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらはあくまでもストレス定格であり、「推奨動作条件」に示されている条件を超える当該の条件またはその他のいかなる条件下での、デバイスの正常な動作を保証するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。
- (2) このデバイスの消費電力は低いため、T_J = T_A と想定できます。
- (3) 絶対最大定格は V_{DD} + 0.3V または 7.0V のどちらか小さい方です。

5.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD) 静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 準拠 ⁽¹⁾	±4000	V
	デバイス帯電モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	±1000	

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

5.3 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	標準値	最大値	単位
V _{DD}	電源ピンの電圧	1.6		6.5	V
V _{SET1}	SET1 ピンの電圧	0		6.5	V
C _{CWD}	ウォッチドッグ タイミング コンデンサ	0.1 ^{(1) (2)}		1000 ^{(1) (2)}	nF
CWD	VDD へのプルアップ抵抗	9	10	11	kΩ
R _{PU}	プルアップ抵抗、RESET, WDO	1	10	100	kΩ
I _{RESET}	RESET ピン電流			10	mA
I _{WDO}	ウォッチドッグ出力電流			10	mA
T _J	接合部温度	-40		125	°C

- (1) 0.1nF または 1000nF の C_{CWD} コンデンサを使用した標準タイミングを使用すると、t_{WD(typ)} はそれぞれ 0.704ms または 3.23 秒となります。
- (2) 0.1nF または 1000nF の C_{CWD} コンデンサを使用した拡張タイミングを使用すると、t_{WD(typ)} はそれぞれ 62.74ms または 77.45 秒となります。

5.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS3851-Q1	単位
		DRB (VSON)	
		8 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	47.7	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	51.5	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	22.2	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	1.3	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	22.3	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	4.3	°C/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 レポートを参照してください。

5.5 電気的特性

動作温度範囲 $V_{ITN} + V_{HYST} \leq V_{DD} \leq 6.5V$ において $-40^{\circ}C \leq T_A$ 、 $T_A \leq 125^{\circ}C$ (特に記述のない限り)、オープンドレインのプルアップ抵抗は各出力で 10kΩ、代表値は $T_J = 25^{\circ}C$ で測定

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位	
一般的な特性						
V _{DD} ^{(1) (2) (3)}	電源電圧	1.6		6.5	V	
I _{DD}	電源電流		10	19	μA	
リセットの機能						
V _{POR} ⁽²⁾	パワーオンリセット電圧	I _{RESET} = 15μA、V _{OL(MAX)} = 0.25V		0.8	V	
V _{UVLO} ⁽¹⁾	低電圧誤動作防止 (UVLO) 電圧		1.35		V	
V _{ITN}	低電圧スレッシュホールド精度、RESET に入る	V _{DD} 立ち下がり	V _{ITN} - 0.8%	V _{ITN} + 0.8%		
V _{HYST}	ヒステリシス電圧	V _{DD} 立ち上がり	0.2%	0.5%	0.8%	
I _{MR}	MR ピン内部プルアップ電流	V _{MR} = 0V	500	620	700	nA
ウィンドウ機能						
I _{CWD}	CWD ピンの充電電流	CWD = 0.5V	347	375	403	nA
V _{CWD}	CWD ピンのスレッシュホールド電圧		1.196	1.21	1.224	V
V _{OL}	RESET、WDO 出力 Low	V _{DD} = 5V、I _{SINK} = 3mA		0.4		V
I _D	RESET、WDO 出力リーク電流、オープン ドレイン	V _{DD} = V _{ITN} + V _{HYST} 、 V _{RESET} = V _{WDO} = 6.5V		1		μA
V _{IL}	Low レベル入力電圧 (MR、SET1)			0.25		V
V _{IH}	High レベル入力電圧 (MR、SET1)		0.8			V
V _{IL(WDI)}	Low レベル入力電圧 (WDI)			0.3 × V _{DD}		V
V _{IH(WDI)}	High レベル入力電圧 (WDI)		0.8 × V _{DD}			V

- (1) V_{DD} が V_{UVLO} を下回ると、RESET が Low に駆動されます。
 (2) V_{DD} が V_{POR} を下回ると、RESET と WDO が未定義の状態になります。
 (3) 電源がオンのとき、RESET が V_{DD} と相関する前に、少なくとも 300μs の間、V_{DD} は最低 1.6V である必要があります。

5.6 タイミング要件

動作温度範囲 $V_{ITN} + V_{HYST} \leq V_{DD} \leq 6.5V$ において $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A$, $T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$ (特に記述のない限り)、オープンドレインのプルアップ抵抗は各出力で $10k\Omega$ 、代表値は $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ で測定

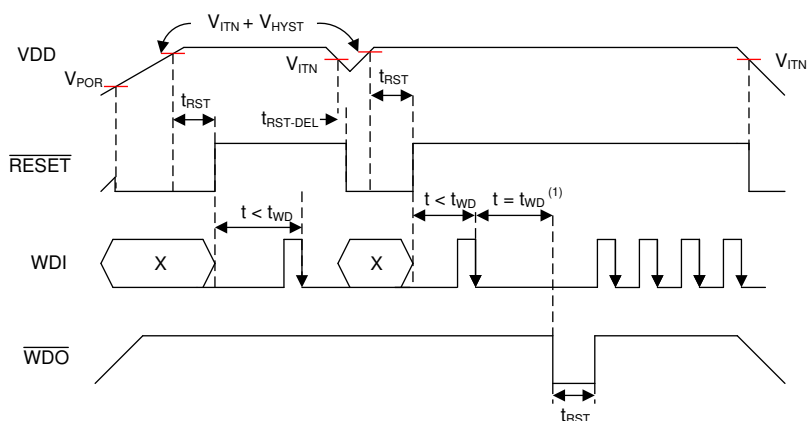
		最小値	公称値	最大値	単位
一般					
t_{INIT}	CWD ピンの評価期間 ⁽¹⁾		381		μs
	$\overline{\text{MR}}$, SET1 ピンの最小パルス幅		1		μs
	スタートアップ遅延 ⁽³⁾		300		μs
リセットの機能					
t_{RST}	リセットのタイムアウト期間	170	200	230	ms
$t_{RST-DEL}$	V_{DD} から $\overline{\text{RESET}}$ までの遅延	$V_{DD} = V_{ITN} + V_{HYST} + 2.5\%$	35		μs
		$V_{DD} = V_{ITN} - 2.5\%$	17		
t_{MR-DEL}	$\overline{\text{MR}}$ から $\overline{\text{RESET}}$ までの遅延		200		ns
ウィンドウ機能					
t_{WD}	ウォッチドッグのタイムアウト ⁽³⁾	CWD = NC, SET1 = 0 ⁽²⁾	ウォッチドッグはディセーブル		
		CWD = NC, SET1 = 1 ⁽²⁾	1360	1600	1840 ms
		CWD = $10k\Omega \sim V_{DD}$, SET1 = 0 ⁽²⁾	ウォッチドッグはディセーブル		
		CWD = $10k\Omega \sim V_{DD}$, SET1 = 1 ⁽²⁾	170	200	230 ms
$t_{WD-setup}$	デバイスが WDI の変化に応答するために必要なセットアップ時間		150		μs
	最小 WDI パルス幅		50		ns
t_{WD-del}	WDI から $\overline{\text{WDO}}$ までの遅延		50		ns

(1) セクション 7.1.1.2 を参照してください。

(2) SET1 = 0 は $V_{SET1} < V_{IL}$ を意味し、SET1 = 1 は $V_{SET1} > V_{IH}$ を意味します。

(3) 固定ウォッチドッグ タイミングは、標準バージョンと拡張バージョンの両方に対応しています。

5.7 タイミング図



A. 図 5-2 を参照して WDI のタイミング要件についてはください。

図 5-1. タイミング図

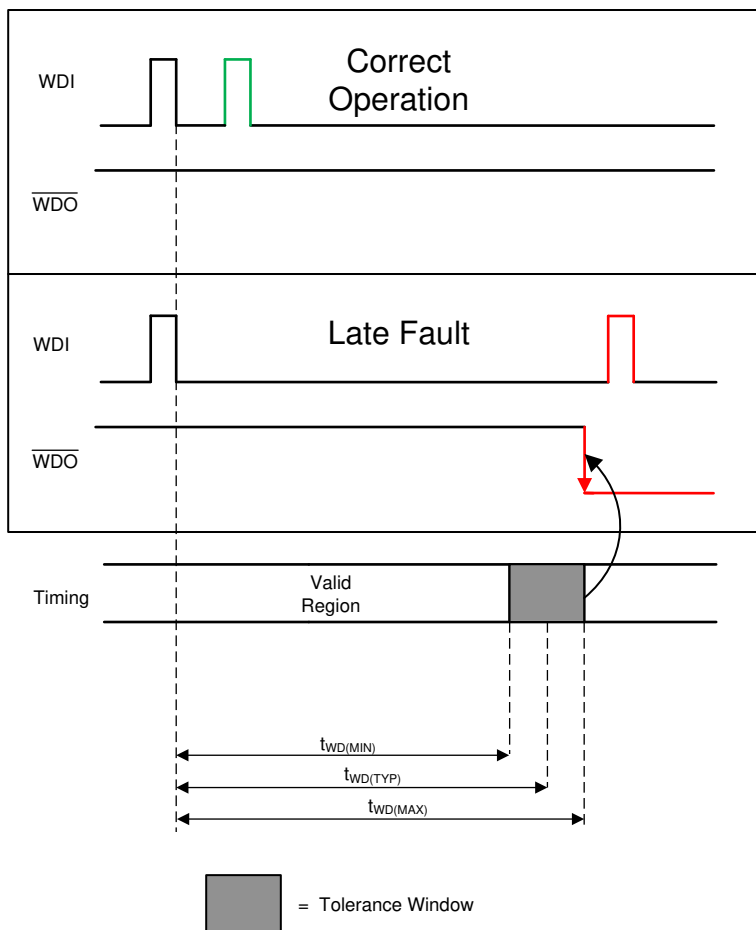


図 5-2. ウォッチドッグのタイミング図

5.8 代表的特性

すべての代表的特性の曲線は、25°C が $1.6\text{V} \leq V_{DD} \leq 6.5\text{V}$ で測定 (他の注記がない限り)

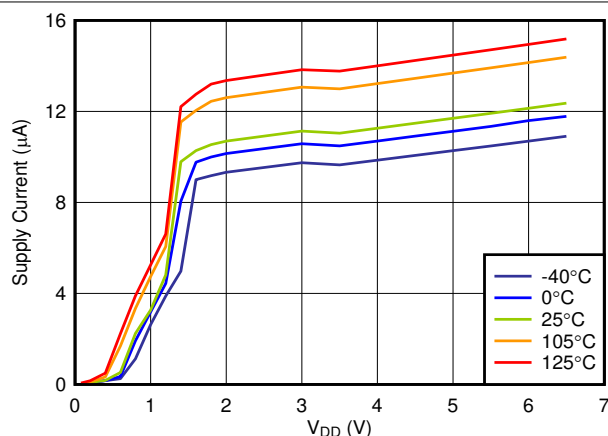


図 5-3. 消費電流と V_{DD} との関係

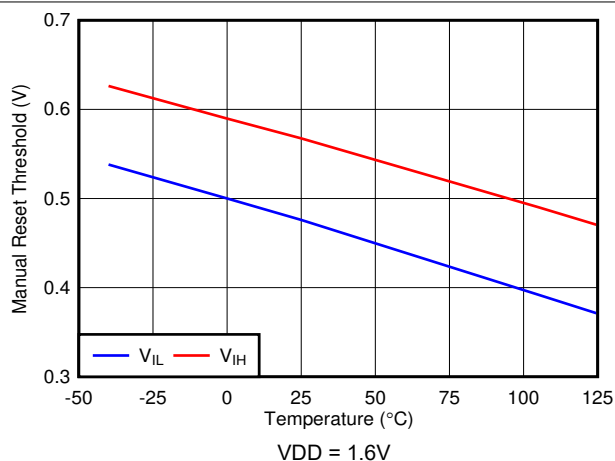


図 5-4. $\overline{\text{MR}}$ スレッシュホールドと温度との関係

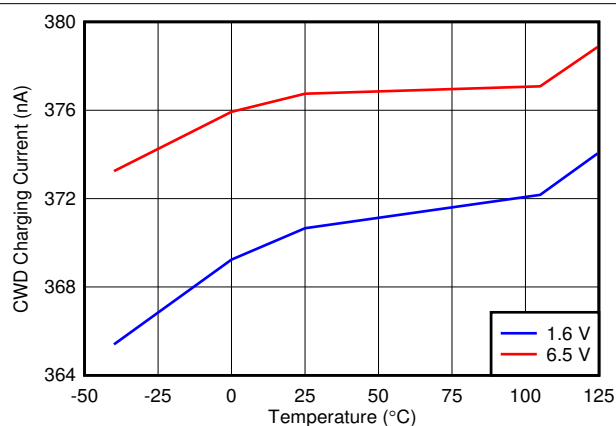


図 5-5. CWD 充電電流と温度との関係

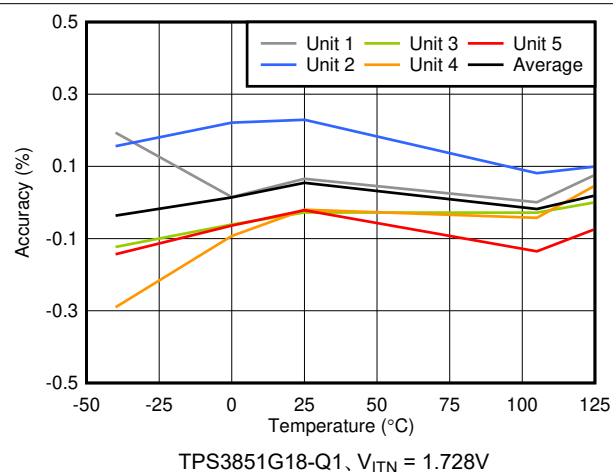


図 5-6. $V_{ITN} + V_{HYST}$ の精度と温度との関係

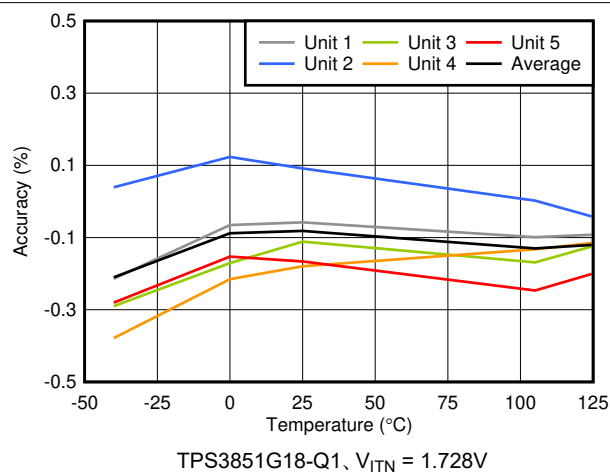


図 5-7. V_{ITN} 精度と温度との関係

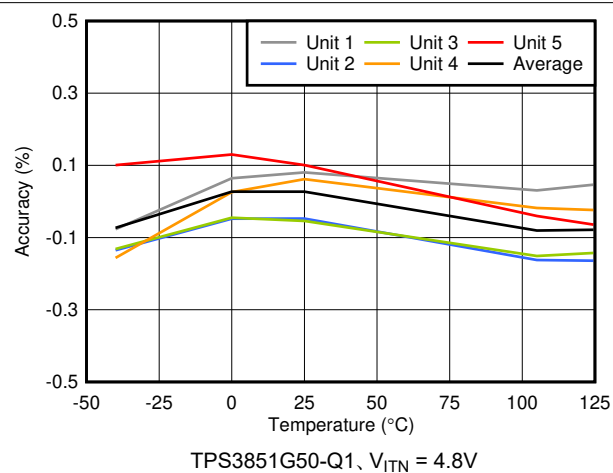


図 5-8. $V_{ITN} + V_{HYST}$ の精度と温度との関係

5.8 代表的特性 (続き)

すべての代表的特性の曲線は、25°C が $1.6V \leq V_{DD} \leq 6.5V$ で測定 (他の注記がない限り)

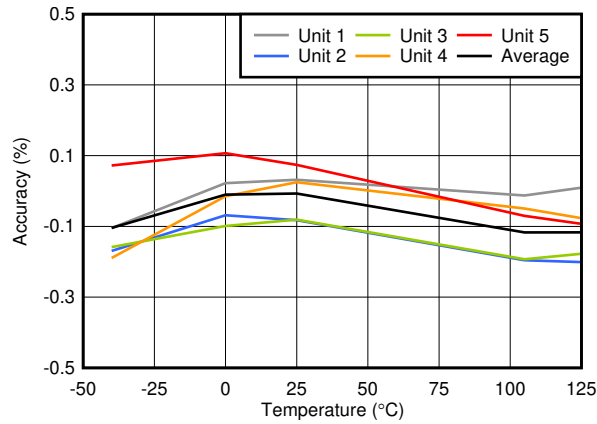
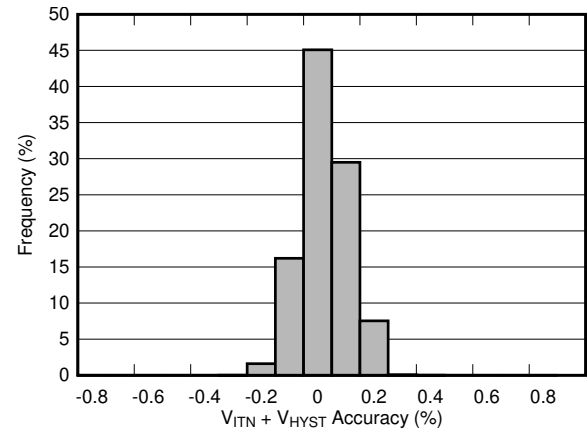
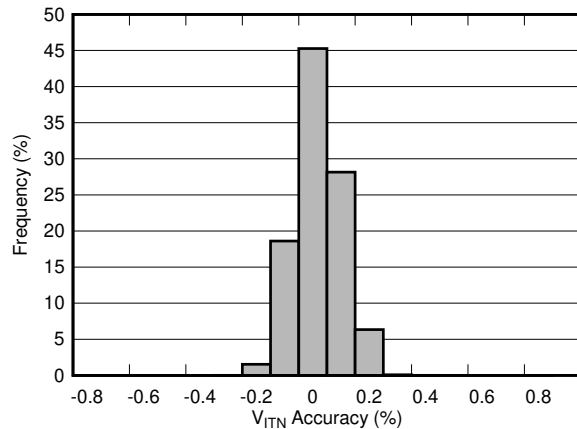


図 5-9. V_{ITN} 精度と温度との関係



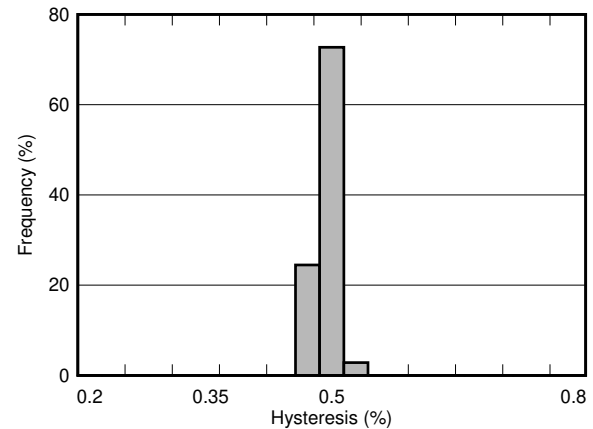
G および H バージョンを含む。1.8V、2.5V、3.0V、3.3V、5V のスレッショルド。合計ユニット = 36,627

図 5-10. $V_{ITN} + V_{HYST}$ 精度ヒストグラム



G および H バージョンを含む。1.8V、2.5V、3.0V、3.3V、5V のスレッショルド。合計ユニット = 36,627

図 5-11. V_{ITN} 精度ヒストグラム



G および H バージョンを含む。1.8V、2.5V、3.0V、3.3V、5V のスレッショルド。合計ユニット = 36,627

図 5-12. ヒステリシスのヒストグラム

5.8 代表的特性 (続き)

すべての代表的特性の曲線は、25°C が $1.6\text{V} \leq \text{VDD} \leq 6.5\text{V}$ で測定 (他の注記がない限り)

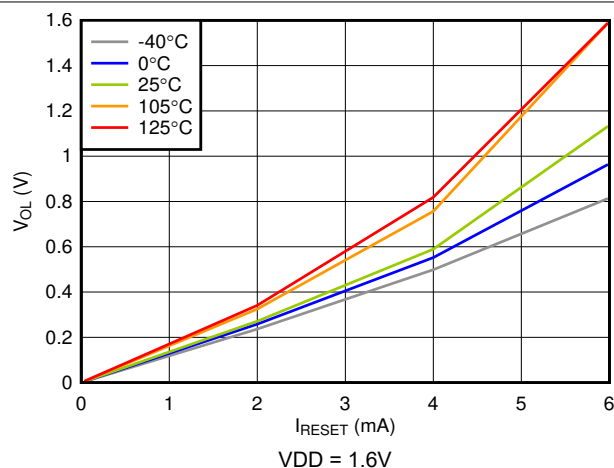


図 5-13. 低レベル RESET 電圧と RESET 電流との関係

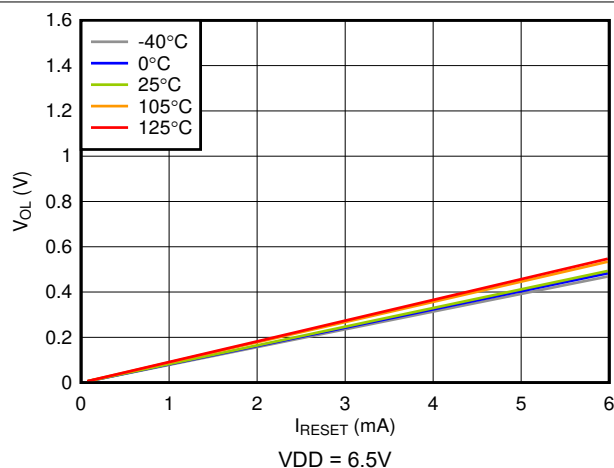
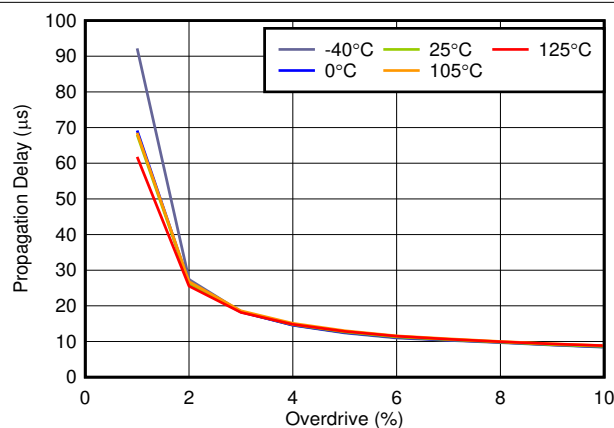
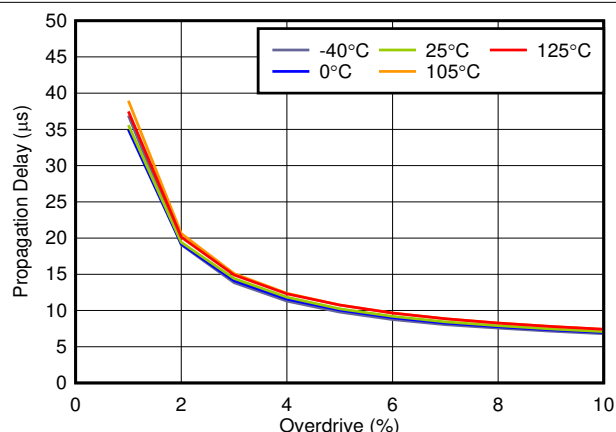


図 5-14. 低レベル RESET 電圧と RESET 電流との関係



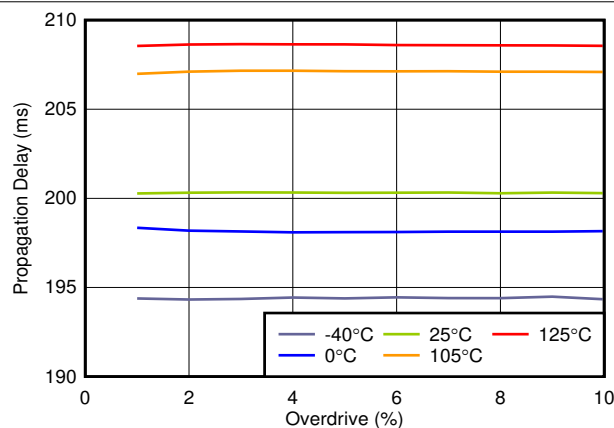
TPS3851G18-Q1 低電圧になります

図 5-15. 伝搬遅延とオーバードライブとの関係



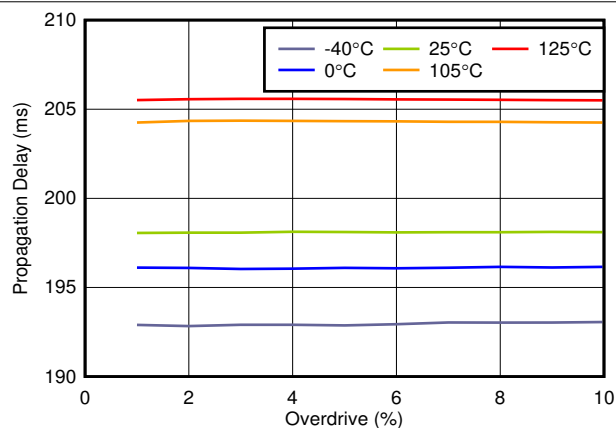
TPS3851G50-Q1 低電圧になります

図 5-16. 伝搬遅延とオーバードライブとの関係



TPS3851G18-Q1 は低電圧を終了します

図 5-17. 伝搬遅延 t_{RST} とオーバードライブとの関係



TPS3851G50-Q1 は低電圧を終了します

図 5-18. 伝搬遅延 t_{RST} とオーバードライブとの関係

5.8 代表的特性 (続き)

すべての代表的特性の曲線は、25°C が $1.6V \leq VDD \leq 6.5V$ で測定 (他の注記がない限り)

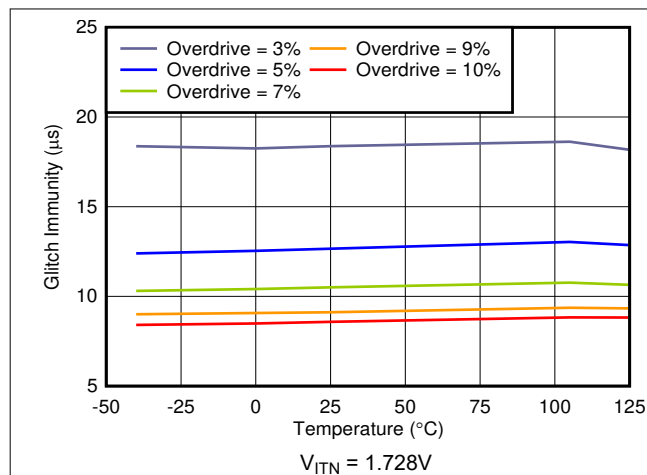


図 5-19. 高から低へのグリッチ耐性と温度との関係

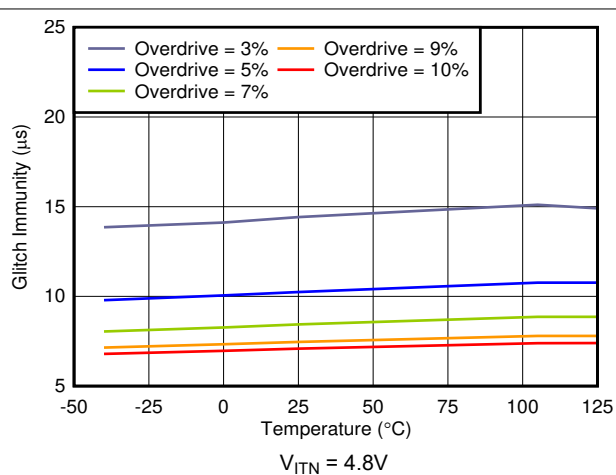


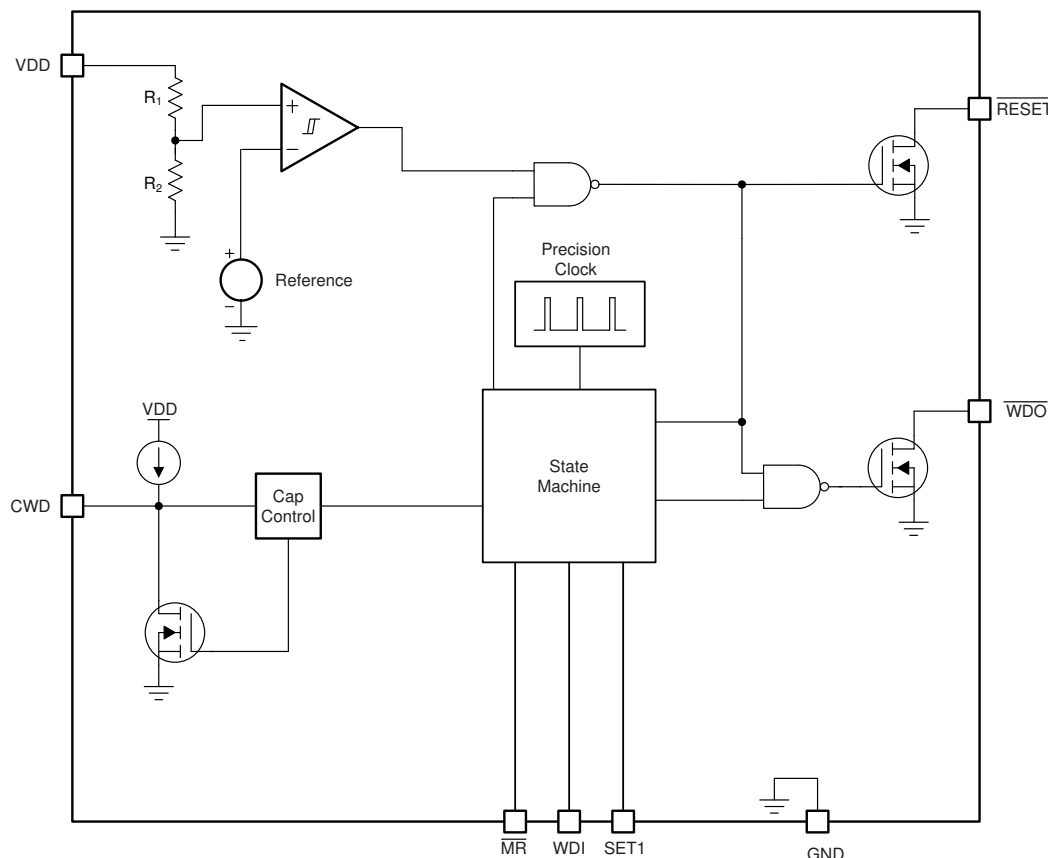
図 5-20. 高から低へのグリッチ耐性と温度との関係

6 詳細説明

6.1 概要

TPS3851-Q1 は高精度の電圧スーパーバイザで、ウォッチドッグ タイマが内蔵されています。このデバイスには、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ の規定温度範囲にわたって 0.8% の精度を達成するスレッシュホールドを持つ高精度低電圧監視回路が内蔵されています。また、TPS3851-Q1 にはスレッシュホールドの正確なヒステリシスが組み込まれており、マイクロプロセッサまたはシステム オン チップ (SoC) の最小電源電圧許容誤差に達する前に、電圧監視回路が確実に **RESET** を行う必要がある、許容誤差の厳しいシステムと一緒に使用するのに最適です。ウォッチドッグ タイミング規格と拡張タイミングには、2 つのオプションがあります。標準タイミングを取得するには、TPS3851Xyy (y)S-Q1 を使用し、拡張タイミングには TPS3851Xyy (y)E-Q1 を使用します。

6.2 機能ブロック図



$$R_1 + R_2 = 4.5\text{M}\Omega.$$

6.3 機能説明

6.3.1 RESET

$1\text{k}\Omega \sim 100\text{k}\Omega$ のプルアップ抵抗を介して **RESET** を V_{PU} に接続します。 V_{DD} が負のスレッシュホールド電圧 (V_{ITN}) を上回ると、**RESET** は high のままになります (デアサート)。 V_{DD} が負のスレッシュホールド (V_{ITN}) を下回ると、**RESET** がアサートされ、**RESET** ピンが低インピーダンスに駆動されます。 V_{DD} が $V_{ITN} + V_{HYST}$ を上回ると、遅延回路がイネーブルになり、指定されたリセット遅延期間 (t_{RST}) にわたって **RESET** を low に保持します。リセット遅延が経過すると、**RESET** ピンはハイ インピーダンス状態に移行し、プルアップ抵抗を使用して **RESET** を high に保持します。他のデバイスを正しいインターフェイス電圧で接続できるように、プルアップ抵抗を適切な電圧レールに接続する必要があります。適切な電圧レベルを維持するためには、プルアップ抵抗の値を選択する際に配慮が必要になります。プルアップ抵抗の値は、出力論理 low 電圧 (V_{OL})、容量性負荷、リーク電流 (I_D)、および **RESET** ピン I_{RESET} を流れる電流によって決定されます。

6.3.2 マニュアル リセット \overline{MR}

マニュアル リセット (\overline{MR}) 入力により、プロセッサや他のロジック回路でリセットを開始できます。 \overline{MR} がロジック low になると、 \overline{RESET} がアサートされます。 \overline{MR} がロジック high に戻り、 V_{DD} が $V_{ITN} + V_{HYST}$ を上回ると、リセット遅延時間 (t_{RST}) 後に \overline{RESET} がデアサートされます。 \overline{MR} が外部から制御されていない場合は、 \overline{MR} ピンが内部でプルアップされているため、 \overline{MR} を V_{DD} に接続するか、フローティングのままにすることができます。

6.3.3 UV 障害検出

TPS3851-Q1 は、1.8V ~ 5V の一般的なレールについて低電圧検出機能を備えています。この電圧は、デバイスの入力レールで監視されます。 V_{DD} が V_{ITN} を下回ると、 \overline{RESET} がアサートされます (low に駆動)。

図 6-1 は、 V_{DD} が $V_{ITN} + V_{HYST}$ を上回ると、 t_{RST} 後に \overline{RESET} がデアサートされることを示します。内部コンパレータには、ヒステリシスが組み込まれており、ある程度のノイズ耐性を確保し、安定した動作を維持します。大半の場合必要ではありませんが、ノイズの多いアプリケーションでは、 V_{DD} ピンの近くに 1nF ~ 100nF のバイパス コンデンサを配置して、監視対象の信号の過渡電圧に対する感度を低減する方法が優れたアナログ設計手法といえます。

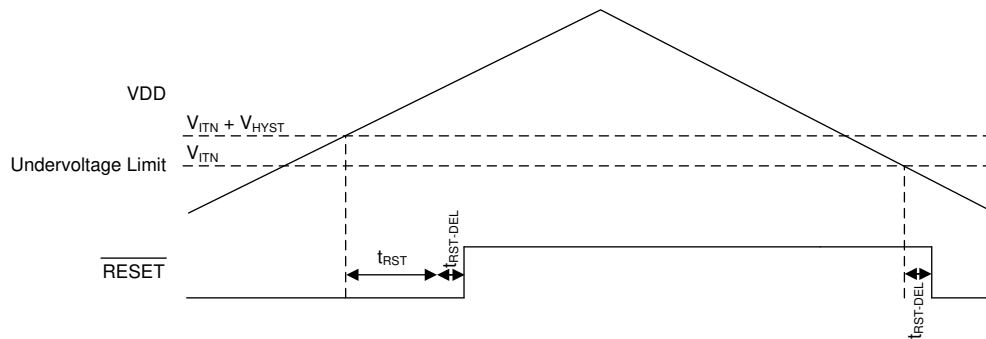


図 6-1. 低電圧の検出

6.3.4 ウォッチドッグ モード

このセクションには、ウォッチドッグの動作モードに関する説明が含まれています。

6.3.4.1 CWD

CWD ピンを使用すると、高精度かつ工場出荷時にプログラム可能なウォッチドッグ タイミングと、ユーザーがプログラム可能なウォッチドッグ タイミングの両方の機能をユーザーに提供できます。TPS3851-Q1 は、ウォッチドッグ タイマを設定するための 3 つの方法を備えています。コンデンサを CWD ピンに接続し、 V_{DD} にプルアップ抵抗を接続して、CWD ピンを未接続のままにすることです。CWD ピンの構成は、 V_{DD} が有効領域 ($V_{ITN} + V_{HYST} < V_{DD}$) に入るたびにデバイスによって評価されます。このピン評価は、CWD ピンに接続されているオプションを決定する内部ステート マシンによって制御されます。このイベントシーケンスは通常、CWD ピンが未接続のままになっているか、抵抗を介してプルアップされたか、コンデンサへ接続されているかを判断するのに 381 μ s (t_{NIT}) を受け取ります。CWD ピンを V_{DD} にプルアップする場合は、10k Ω 抵抗が必要です。

6.3.4.2 ウォッチドッグ入力 WDI

WDI は、 \overline{WDO} 出力を制御するウォッチドッグタイマ入力です。WDI 入力は、入力信号の立ち下がりエッジによってトリガされます。ウォッチドッグ タイマが正常に機能していることを確認するために、常に $t_{WD(min)}$ の前に WDI パルスを発行します。この領域でパルスが発行された場合、 \overline{WDO} はアサートされていません。そうしないと、デバイスは \overline{WDO} をアサートし、 \overline{WDO} ピンを低インピーダンス状態にします。

ウォッチドッグ入力 (WDI) はデジタル ピンです。 I_{DD} が上昇しないようにするには、常に WDI ピンを V_{DD} または GND に駆動してください。ピンを中間電圧に接続すると、デジタル論理ゲートのアーキテクチャで電源電流 (I_{DD}) が増加する可能性があります。 \overline{RESET} がアサートされると、ウォッチドッグはディセーブルになり、WDI へのすべての信号が無視されます。 \overline{RESET} がアサートされなくなると、デバイスは通常動作を再開し、WDI の信号を無視しなくなります。ウォッチドッグが

ディセーブルの場合は、WDI ピンを VDD または GND に駆動します。図 6-2 に、 $\overline{\text{WDO}}$ がトリガされて low にプルされるのを防止するために WDI パルスが発行される有効な領域を示します。

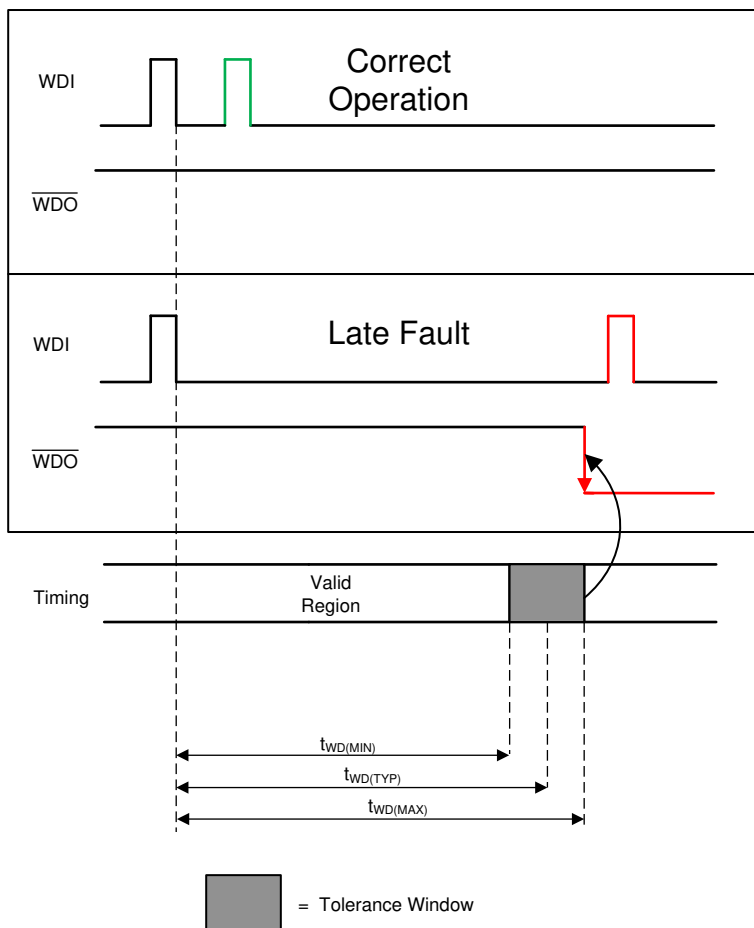


図 6-2. ウォッチドッグのタイミング図

6.3.4.3 ウォッチドッグ出力 $\overline{\text{WDO}}$

TPS3851-Q1 にはウォッチドッグ タイマがあり、独立したウォッチドッグ出力 ($\overline{\text{WDO}}$) があります。独立したウォッチドッグ出力により、システム全体をリセットせずに、ウォッチドッグ タイミングでフォルトを柔軟にフラグできます。 $\overline{\text{RESET}}$ がアサートされていない (High) とき、 $\overline{\text{WDO}}$ 信号は通常動作を維持します。アサートされると、 $\overline{\text{WDO}}$ は t_{RST} の間 low に維持されます。 $\overline{\text{RESET}}$ 信号がアサート (low) されると、 $\overline{\text{WDO}}$ ピンはハイ インピーダンス状態に移行します。 $\overline{\text{RESET}}$ がアサート解除されると、ウォッチドッグ タイマは通常動作に復帰します。

6.3.4.4 SET1

SET1 ピンは、ウォッチドッグ タイマをイネーブルおよびディセーブルにできます。SET1 が GND に設定されると、ウォッチドッグ タイマはディセーブルされ、WDI は無視されます。ウォッチドッグ タイマがディセーブルの場合は、WDI ピンを GND または VDD に駆動して、I_{DD} が上昇しないようにします。SET1 がロジック high のとき、ウォッチドッグは通常動作します。SET1 ピンは動的に変更できますが、ウォッチドッグがディセーブルからイネーブルになる場合、図 6-3 に示すように、150μs のセットアップ時間が発生し、ウォッチドッグが WDI の変更に応答しません。

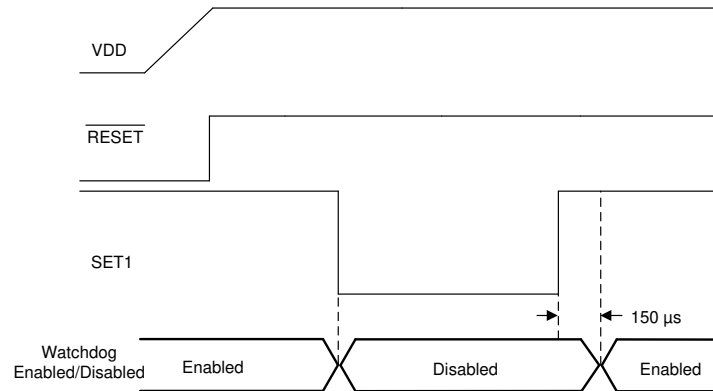


図 6-3. ウォッチドッグのイネーブル / ディセーブル

6.4 デバイスの機能モード

表 6-1 に、TPS3851-Q1 の機能モードを纏めたものです。

表 6-1. デバイスの機能モード

V _{DD}	WDI	WDO	RESET
V _{DD} < V _{POR}	—	—	未定義
V _{POR} ≤ V _{DD} < V _{DD(min)}	無視	High	Low
V _{DD(min)} ≤ V _{DD} ≤ V _{ITN} + V _{HYST} ⁽¹⁾	無視	High	Low
V _{DD} > V _{ITN} ⁽²⁾	t _{PULSE} < t _{WD(min)} ⁽³⁾	High	High
V _{DD} > V _{ITN} ⁽²⁾	t _{PULSE} > t _{WD(min)} ⁽³⁾	Low	High

- (1) V_{DD} が V_{ITN} + V_{HYST} を上回るまでのみ有効です。
(2) V_{DD} が V_{ITN} + V_{HYST} を上回った後でのみ有効です。
(3) t_{pulse} は WDI の立ち下がりエッジ間の時間です。

6.4.1 V_{DD} が V_{POR} を下回る (V_{DD} < V_{POR})

V_{DD} が V_{POR} を下回ると、RESET は未定義で、high または low のいずれかになります。RESET の状態は、RESET ピンに発生している負荷に大きく依存します。

6.4.2 パワー オン リセット超、V_{DD(min)} 未満 (V_{POR} ≤ V_{DD} < V_{DD(min)})

V_{DD} の電圧が V_{DD(min)} 未満で V_{POR} 以上の場合、RESET 信号がアサートされます (ロジック low)。RESET がアサートされると、デバイスに入力されている WDI 信号に関係なく、ウォッチドッグ出力 WDO は高インピーダンス状態になります。

6.4.3 通常動作 (V_{DD} ≥ V_{DD(min)})

V_{DD} が V_{DD(min)} 以上の場合、RESET 信号は V_{DD} によって決まります。RESET がアサートされると、WDO は高インピーダンス状態に移行します。その後、プルアップ抵抗を介して WDO が high にプルアップされます。

7 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。

7.1 アプリケーション情報

以下のセクションでは、最終アプリケーションの要件に応じた適切なデバイス実装について詳しく説明します。

7.1.1 CWD 機能

TPS3851-Q1 は、ウォッチドッグ タイマを設定するための 3 つの方法を備えています。コンデンサを CWD ピンに接続し、VDD にプルアップ抵抗を接続して、CWD ピンを未接続のままにすることです。図 7-1 に、3 つのオプションすべての回路図を示します。このピンが 10kΩ プルアップ抵抗経由で VDD に接続されているか、未接続 (高インピーダンス) のままになっている場合、出荷時にプログラムされたウォッチドッグ タイムアウトがイネーブルになります (セクション 7.1.1.1 セクションを参照)。それ以外の場合は、CWD ピンとグラウンドの間にコンデンサを配置することで、ウォッチドッグ タイムアウトを調整できます。

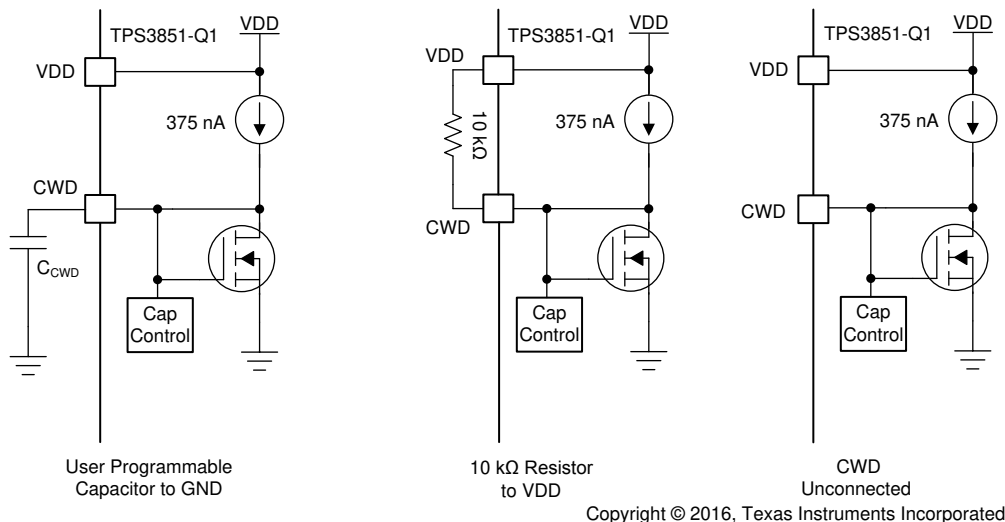


図 7-1. CWD 充電回路

7.1.1.1 出荷時にプログラムされたタイミング オプション

工場出荷時にプログラム済みのタイミング オプションを使用する場合 (表 7-1 を参照)、CWD ピンを未接続にするか、10kΩ プルアップ抵抗を経由して VDD にプルアップする必要があります。これらのオプションを使用すると、高精度で 15% 精度のウォッチドッグ タイミングを実現できます。

表 7-1. 出荷時にプログラムされたウォッチドッグ タイミング

入力		標準および延長タイミング WDT (t_{WD})			単位
CWD	SET1	最小値	標準値	最大値	
NC	0	ウォッチドッグはディセーブル			
NC	1	1360	1600	1840	ms
10kΩ から VDD へ	0	ウォッチドッグはディセーブル			
10kΩ から VDD へ	1	170	200	230	ms

7.1.1.2 調整可能なキャパシタ タイミング

コンデンサを CWD ピンに接続すると、コンデンサのタイミングを調整できます。C_{CWD} にコンデンサが接続されている場合、375nA の定電流源が V_{CWD} = 1.21V になるまで CWD を充電します。表 7-2 に、式 2、式 1 と SET1 ピンを使用して t_{WD} を計算する方法を示します。TPS3851-Q1 は、式 1 と 式 2 に示す式によってウォッチドッグ タイムアウトを決定します。ここで、C_{CWD} はナノファラッド、t_{WD} はミリ秒です。

$$t_{WD(standard)} (ms) = 3.23 \times C_{CWD} (nF) + 0.381 (ms) \quad (1)$$

$$t_{WD(extended)} (ms) = 77.4 \times C_{CWD} (nF) + 55 (ms) \quad (2)$$

TPS3851-Q1 は、100pF と 1μF の間にある C_{CWD} コンデンサを使用して設計およびテストされています。式 1 および 式 2 は理想的なコンデンサ用です。コンデンサの許容誤差は、デバイスの実際のタイミングによって異なります。タイミングを正確なものにするため、COG 誘電体で製造されたセラミック コンデンサを使用してください。C_{CWD} コンデンサを使用する場合は、式 1 を使用して標準タイミングの t_{WD} を設定できます。延長タイミングの t_{WD} を計算するには、式 2 を使用します。表 7-3 に、標準タイミングと延長タイミングの両方に理想的なコンデンサを使用して計算された t_{WD} の最小値と最大値を示します。

表 7-2. プログラム可能な CWD タイミング

入力		標準タイミング WDT (t _{WD})			延長タイミング WDT (t _{WD})			単位
CWD	SET1	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	
C _{CWD}	0	ウォッチドッグはディセーブル			ウォッチドッグはディセーブル			
C _{CWD}	1	t _{WD(std)} × 0.905	t _{WD(std)} ⁽¹⁾	t _{WD(std)} × 1.095	t _{WD(ext)} × 0.905	t _{WD(ext)} ⁽²⁾	t _{WD(ext)} × 1.095	ms

- (1) 理想的なコンデンサを使用して 式 1 から計算されます。
(2) 理想的なコンデンサを使用して 式 2 から計算されます。

表 7-3. 一般的な理想コンデンサ値の t_{WD} 値

C _{CWD}	標準タイミング WDT (t _{WD})			延長タイミング WDT (t _{WD})			単位
	最小値 ⁽¹⁾	標準値	最大値 ⁽¹⁾	最小値 ⁽¹⁾	標準値	最大値 ⁽¹⁾	
100pF	0.637	0.704	0.771	56.77	62.74	68.7	ms
1nF	3.268	3.611	3.954	119.82	132.4	144.98	ms
10nF	29.58	32.68	35.79	750	829	908	ms
100nF	292.7	323.4	354.1	7054	7795	8536	ms
1μF	2923	3230	3537	70096	77455	84814	ms

- (1) 最小値と最大値は、理想的なコンデンサを使用して計算されています。

7.1.2 オーバードライブ電圧

$\overline{\text{RESET}}$ の強制は 2 つの条件に依存します。1 つは、振幅 V_{DD} がトリップ ポイントを超えていること (ΔV_1 と ΔV_2) と、電圧がトリップ ポイントを超えている時間 (t_1 と t_2) です。電圧がトリップ ポイントをわずかに下回る時間が長い場合、 $\overline{\text{RESET}}$ がアサートされ、出力は **low** に駆動されます。ただし、 V_{DD} が数ナノ秒にわたってトリップポイントをわずかに下回る場合、 $\overline{\text{RESET}}$ はアサートされず、出力は **high** のままになります。 $\overline{\text{RESET}}$ がアサートされるまでに必要な時間の長さは、 V_{DD} がトリップ ポイントを下回る量を増やすことで変更できます。 V_{DD} がトリップ ポイントを 10% 下回った場合、コンパレータの応答に必要な時間は非常に短く、それによりトリップ ポイント電圧をかくろうじて下回る場合よりもはるかに短時間で $\overline{\text{RESET}}$ のアサートが行われます。オーバードライブのパーセンテージの計算方法を、式 3 に示します。

$$\text{Overdrive} = |(V_{DD} / V_{ITX}) - 1| \times 100\% \quad (3)$$

式 3 で、 V_{ITX} はスレッシュホールドのトリップ ポイントに対応しています。 V_{DD} が正のスレッシュホールドを上回っている場合は、 $V_{ITN} + V_{HYST}$ を使用します。 V_{ITN} は、 V_{DD} が負のスレッシュホールドを下回るときに使用されます。図 7-2 で、 t_1 と t_2 は V_{DD} がスレッシュホールドを超える時間に対応します。 V_{ITN} および $V_{ITN} + V_{HYST}$ の伝搬遅延とオーバードライブとの関係を 図 5-16 および 図 5-18 に示します。

TPS3851-Q1 はオーバードライブ電圧曲線のため、 V_{DD} の短い正および負の過渡に比較的耐性があります。

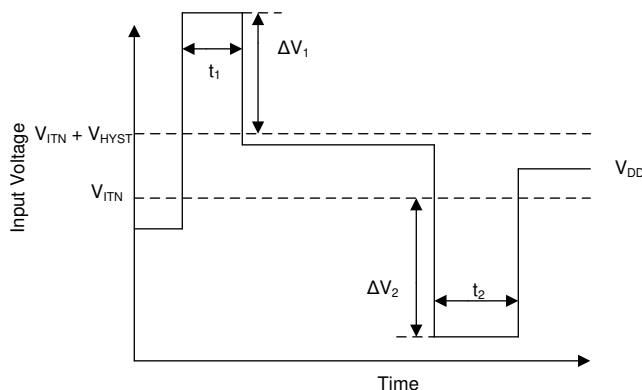


図 7-2. オーバードライブ電圧

7.2 代表的なアプリケーション

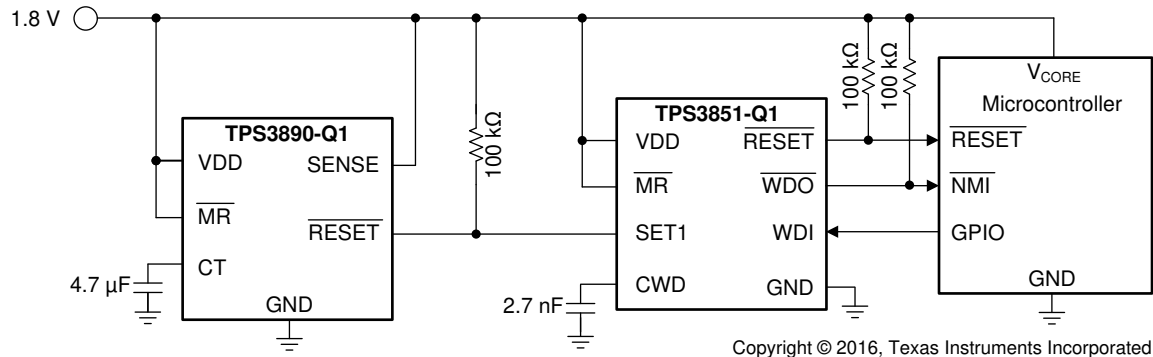


図 7-3. マイクロコントローラの電源電圧とウォッチドッグ監視の監視

7.2.1 設計要件

パラメータ	設計要件	設計結果
初期化期間のウォッチドッグはディセーブル	ウォッチドッグ タイマはロジックがイネーブルになるまで、ウォッチドッグを 5 秒間ディセーブルに維持する必要があります	5.02 秒 (標準値)
出力ロジック電圧	1.8V CMOS	1.8V CMOS
監視対象レール	1.8V、5% のスレッショルド	ワーストケース $V_{ITN} = 1.714V - 4.7\%$
ウォッチドッグのタイムアウト	10ms、標準値	$t_{WD(min)} = 7.3ms$, $t_{WD(TYP)} = 9.1ms$, $t_{WD(max)} = 11ms$
最大デバイス消費電流	50µA	RESET または WDO がアサートされている場合は 37µA ⁽¹⁾

(1) TPS3851G18S-Q1 の消費電流のみを含みます。

7.2.2 詳細な設計手順

7.2.2.1 1.8V レールを監視する

低電圧コンパレータにより、1.8V ~ 5.0V のコモンレールに対する正確な電圧監視が可能です。このアプリケーションでは、レールで許容される変動のわずか 5% で、レールを非常に厳しく監視する必要があります。この要件を確実に満たすために、-4% しきい値には TPS3851G18S-Q1 が選択されます。 V_{ITN} のワーストケースを計算するには、精度も考慮する必要があります。 V_{ITN} のワーストケースのオフセット誤差は、式 4 で計算することができます。

$$V_{ITN(Worst\ Case)} = V_{ITN(typ)} \times 0.992 = 1.8 \times 0.96 \times 0.992 = 1.714V \quad (4)$$

7.2.2.2 RESET および WDO プルアップ抵抗の計算

図 7-4 に、RESET 回路にオープン ドレイン構成を使用する TPS3851-Q1 を示します。FET がオフになると、抵抗によってトランジスタのドレインが VDD にプルアップされ、FET がオンになると、FET のドレインがグランドにプルダウンされて、実質的に分圧抵抗を形成します。この分圧器の抵抗は、V_{OL} が最大値未満になるよう選択する必要があります。適切なプルアップ抵抗を選択するには、プルアップ電圧 (V_{PU})、RESET ピンに推奨される最大電流 (I_{RESET})、V_{OL} の 3 つの仕様を考慮する必要があります。最大 V_{OL} は 0.4V です。これは、作成する実効分圧抵抗によって I_{RESET} を 0.4V 未満にできるようにし、10mA 未満に維持する必要があることを意味します。この例では、V_{PU} が 1.8V の場合、I_{RESET} を許容される最大消費電流である 50μA 未満に維持するように抵抗を選択する必要があります。この仕様を確実に満たすため、RESET または WDO がアサートされたときに最大 18μA をシンクする 100kΩ のプルアップ抵抗値が選択されています。図 5-13 に示すように、RESET の電流は 18μA で、low レベル出力電圧はほぼゼロです。

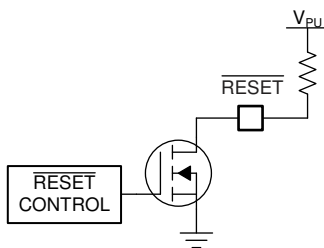


図 7-4. RESET オープン ドレインの構成

7.2.2.3 ウォッチドッグの設定

図 7-1 に示すように、ウォッチドッグ タイマを設定するには 3 つのオプションがあります。このアプリケーションの設計仕様には、プログラマブル タイミング オプション (CWD に外付けコンデンサを接続) が必要です。コンデンサを CWD ピンに接続すると、標準タイミングバージョンではウォッチドッグタイマが式 1 によって制御されます。ただし、このタイミング要件を満たすことができるのは標準バージョンのみです。式 1 は理想的なコンデンサに対してのみ有効です。温度ディレーティングまたは電圧ディレーティングは個別に考慮する必要があります。

$$C_{CWD} \text{ (nF)} = (t_{WD} \text{ (ms)} - 0.0381) / 3.23 = (10 - 0.381) / 3.23 = 2.97 \text{ nF} \quad (5)$$

2.9nF に最も近い標準コンデンサ値は 2.7nF です。C_{CWD} コンデンサに 2.7nF を選択すると、次の最小タイミング パラメータが得られます。

$$t_{WD(MIN)} = 0.905 \times t_{WD(TYP)} = 0.905 \times (3.23 \times 2.7 + 0.381) = 8.24 \text{ ms} \quad (6)$$

$$t_{WD(MAX)} = 1.095 \times t_{WD(TYP)} = 1.095 \times (3.23 \times 2.7 + 0.381) = 9.97 \text{ ms} \quad (7)$$

コンデンサの許容誤差は、t_{WD(MIN)} と t_{WD(MAX)} にも影響を及ぼします。高精度を実現するために、セラミック COG 誘電体コンデンサを選定します。2.7nF の場合、COG コンデンサは許容誤差 5% ですぐに利用可能です。この選択により、t_{WD(MIN)} が 5% 減少し、t_{WD(MAX)} が 5% 増加し、それぞれ 7.34ms と 11ms となります。適切な機能性を確保するには、t_{WD(min)} より前に立ち下がりエッジを発行する必要があります。図 7-6 は、5ms の周期の WDI 信号により WDO がアサートされないことを示しています。

7.2.2.4 初期化期間中はウォッチドッグは無効になる

多くの場合、初期化期間を確保するために、起動中にウォッチドッグをディセーブルにする必要があります。初期化期間が終了すると、ウォッチドッグ タイマが再びオンになり、TPS3851-Q1 によるマイクロコントローラの監視が可能になります。この設定を実現するには、SET1 を GND から開始する必要があります。このデザインで、SET1 は、TPS3890-Q1 スーパーバイザで制御されています。このアプリケーションでは、VDD も監視するために TPS3890-Q1 を選択します。これは、VDD が V_{ITN} を上回るまでの間、TPS3890-Q1 の RESET が low に維持されることを意味します。VDD が立ち上がり、TPS3890-Q1 の CT コンデンサを使用して遅延時間を調整できます。この方法では、RESET 遅延を最小 25 μ s から最大 30 秒に調整できます。この設計では、ウォッチドッグ タイマがイネーブルになるまでに、標準的な遅延として 5 秒が必要です。CT コンデンサの計算 (TPS3890-Q1 データシートを参照) から 4.67 μ F の理想的な容量が求められ、最も近い標準セラミック コンデンサの値として 4.7 μ F が得られます。4.7 μ F コンデンサを CT から GND に接続するとき、標準遅延時間は 5 秒です。図 7-5 に、ウォッチドッグがディセーブルのとき、WDO 出力は high のままであることを示します。ただし、SET1 が high になり、WDI 信号が存在しない場合、WDO のアサートが開始されます。TPS3890-Q1 の詳細については、TPS3890-Q1 のデータシートをご覧ください。

7.2.3 グリッチの耐性

図 7-8 は、VDD が 1.8V で開始されたときに 7% オーバードライブでの TPS3851G18S-Q1 の高から低へグリッチ耐性を示しています。この曲線は、RESET がアサートされる前に、VDD が少なくとも 6 μ s の間スレッショルドを下回ることができることを示しています。

7.2.4 アプリケーション曲線

特に記述のない限り、アプリケーション曲線は $T_A = 25^\circ\text{C}$ で測定。

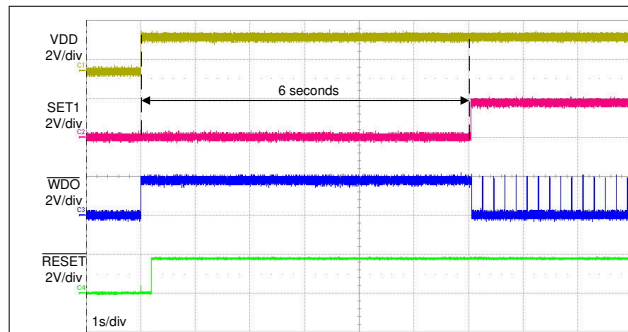


図 7-5. WDI 信号を使用しないスタートアップ

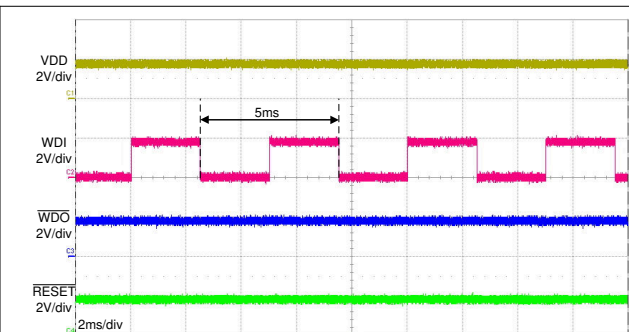


図 7-6. 代表的な WDI 信号

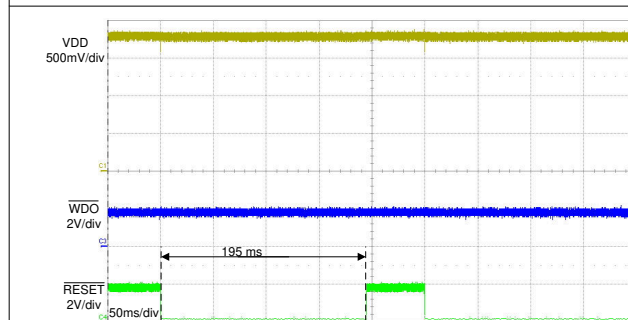


図 7-7. 代表的な RESET 遅延

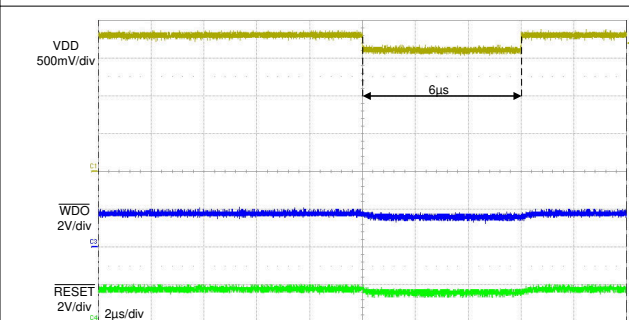


図 7-8. 高いレベルから低いグリッチ耐性

7.3 電源に関する推奨事項

このデバイスは、1.6V～6.5V の入力電源電圧範囲で動作するように設計されています。このデバイスには入力電源コンデンサは必要ありませんが、入力電源にノイズが多い場合は、VDD ピンと GND ピンの間に 0.1 μ F コンデンサを配置するのがアナログ手法として適切です。

7.4 レイアウト

7.4.1 レイアウトのガイドライン

- VDD ピンへの接続が低インピーダンスであることを確認します。適切なアナログ設計手法では、 $0.1\mu\text{F}$ のセラミック コンデンサを VDD ピンのできるだけ近くに配置することが推奨されます。
- C_{CWD} コンデンサまたはプルアップ抵抗を使用する場合は、これらの部品を CWD ピンのできるだけ近くに配置します。CWD ピンを未接続のままにする場合は、ピンの寄生容量を最小限に抑えるようにしてください。
- プルアップ抵抗は、RESET と WDO のできるだけ近くに配置します。

7.4.2 レイアウト例

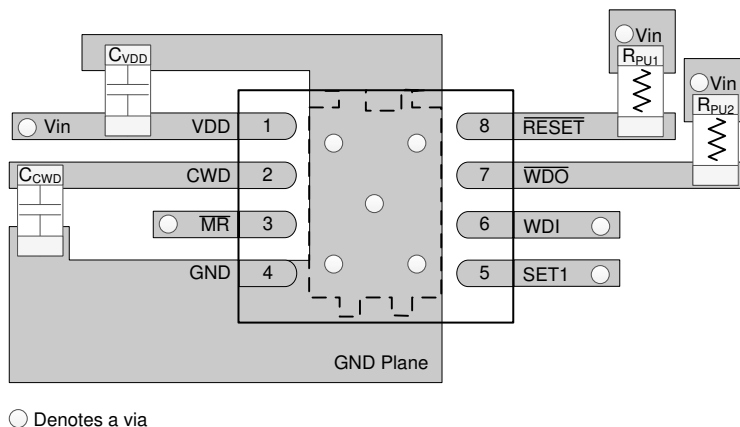


図 7-9. TPS3851-Q1 の推奨レイアウト

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

8.1 デバイス サポート

8.1.1 デバイスの命名規則

表 8-1. デバイスの命名規則

説明	項目表記	値
TPS3851-Q1 (ウォッチドッグ付きの高精度スーパーバイザ)	—	—
X (公称スレッショルド: 監視対象の公称電圧の百分率)	G	$V_{ITN} = -4\%$
	H	$V_{ITN} = -7\%$
yy(y) (監視対象の公称電圧のオプション)	18	1.8V
	25	2.5V
	30	3.0V
	33	3.3V
	50	5.0V
z (ウォッチドッグの公称タイムアウト時間)	S	$t_{WD} (ms) = 3.23 \times C_{WD} (nF) + 0.381 (ms)$
	E	$t_{WD} (ms) = 77.4 \times C_{WD} (nF) + 55.2 (ms)$

8.2 ドキュメントのサポート

8.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- 『TPS3890-Q1 遅延をプログラム可能な、低静止電流で精度 1% のスーパーバイザ』
- 『TPS3851EVM-780 評価基板』

8.3 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。

8.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

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

8.5 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。

8.6 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。

8.7 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。

9 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 (September 2021) to Revision B (July 2025)	Page
・ 「機能安全対応」の「C」を大文字表記.....	1
・ ピンの機能で、MR ピンの内部プルアップ情報を更新.....	3

Changes from Revision * (March 2017) to Revision A (September 2021)	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
・ 「ウォッチドッグ タイムアウトおよびウォッチドッグ リセット遅延の温度範囲全体にわたる精度:±15%」を削除.....	1
・ 「機能安全対応」の箇条書き項目を追加.....	1
・ 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
・ 分かりやすくするために「VDD ピンの」を追加.....	1
・ ESD 定格を更新.....	4
・ I_{CWD} の最小値と最大値の仕様を更新.....	5
・ V_{CWD} の最小値と最大値の仕様を更新.....	5
・ t_{INIT} の脚注を追加.....	6
・ t_{WDU} の最小および最大境界値をそれぞれ 0.85 と 1.15 から 0.905 と 1.095 に更新.....	17
・ すべてのコンデンサの t_{WDU} の最小値および最大値を更新.....	17
・ 式 6 および 7 を更新し、それぞれ 0.85 および 1.15 を 0.905 および 1.095 に置き換え.....	20

10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

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

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS3851G18EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851DF
TPS3851G18EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851DF
TPS3851G18SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851DE
TPS3851G18SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851DE
TPS3851G25EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851EF
TPS3851G25EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851EF
TPS3851G25SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851EE
TPS3851G25SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851EE
TPS3851G30EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851FF
TPS3851G30EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851FF
TPS3851G30SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851FE
TPS3851G30SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851FE
TPS3851G33EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851GF
TPS3851G33EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851GF
TPS3851G33SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851GE
TPS3851G33SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851GE
TPS3851G50EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851HF
TPS3851G50EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851HF
TPS3851G50SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851HE
TPS3851G50SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851HE
TPS3851H18EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851LF
TPS3851H18EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851LF
TPS3851H18SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851LE
TPS3851H18SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851LE
TPS3851H25EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851MF
TPS3851H25EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851MF
TPS3851H25SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851ME
TPS3851H25SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851ME
TPS3851H30EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851NF

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)
TPS3851H30EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851NF
TPS3851H30SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851NE
TPS3851H30SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851NE
TPS3851H33EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851PF
TPS3851H33EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851PF
TPS3851H33SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851PE
TPS3851H33SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851PE
TPS3851H50EQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851RF
TPS3851H50EQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851RF
TPS3851H50SQDRBRQ1	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851RE
TPS3851H50SQDRBRQ1.A	Active	Production	SON (DRB) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	851RE

⁽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.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TPS3851-Q1 :

- Catalog : [TPS3851](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS3851G18EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G18SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G25EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G25SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G30EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G30SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G33EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G33SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G50EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851G50SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H18EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H18SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H25EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H25SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H30EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H30SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

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
TPS3851H33EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H33SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H50EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
TPS3851H50SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS3851G18EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G18SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G25EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G25SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G30EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G30SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G33EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G33SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G50EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851G50SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H18EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H18SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H25EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H25SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H30EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H30SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H33EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H33SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS3851H50EQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0
TPS3851H50SQDRBRQ1	SON	DRB	8	3000	367.0	367.0	35.0

DRB 8

GENERIC PACKAGE VIEW

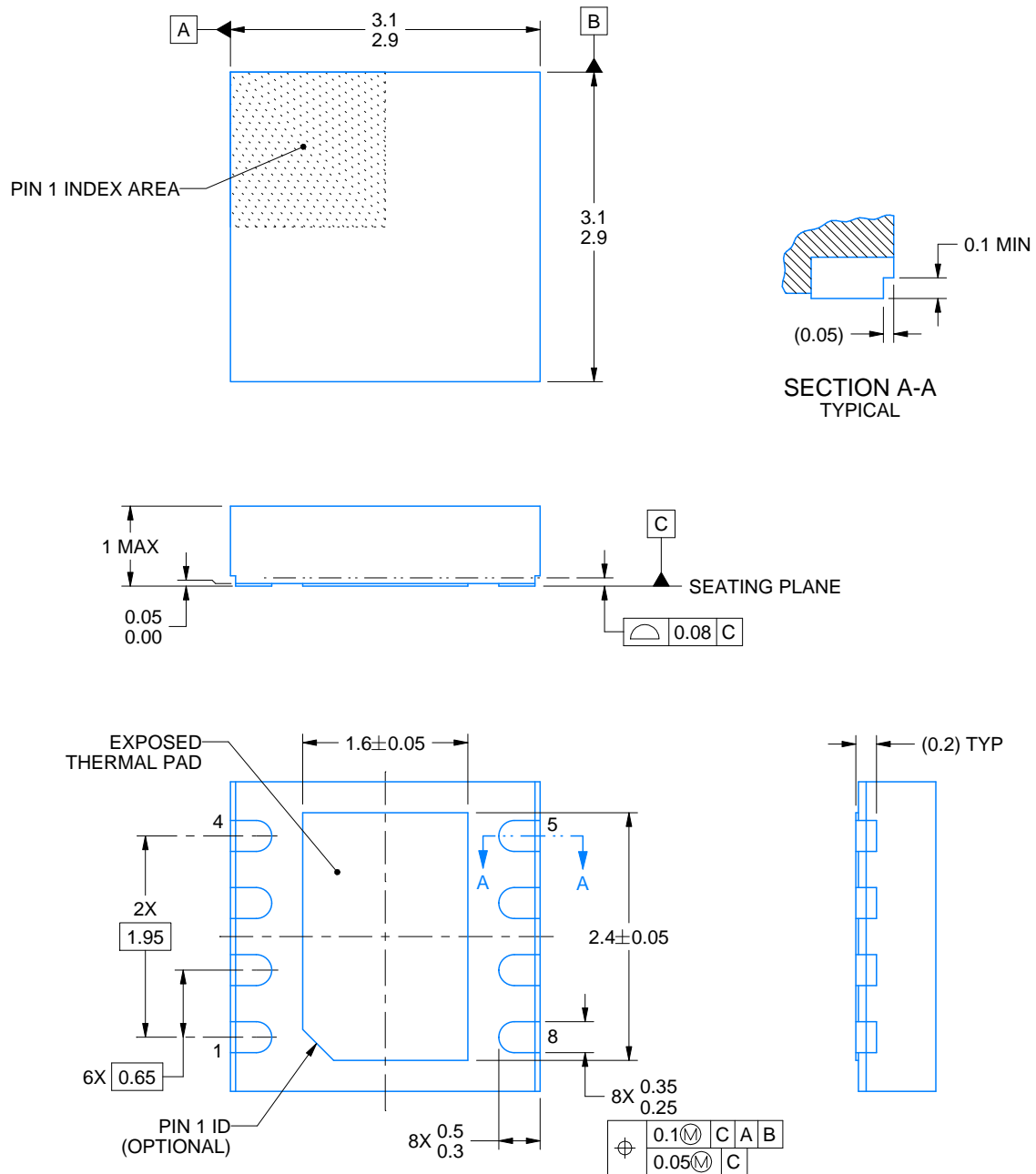
VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



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

4203482/L



4222121/C 10/2016

NOTES:

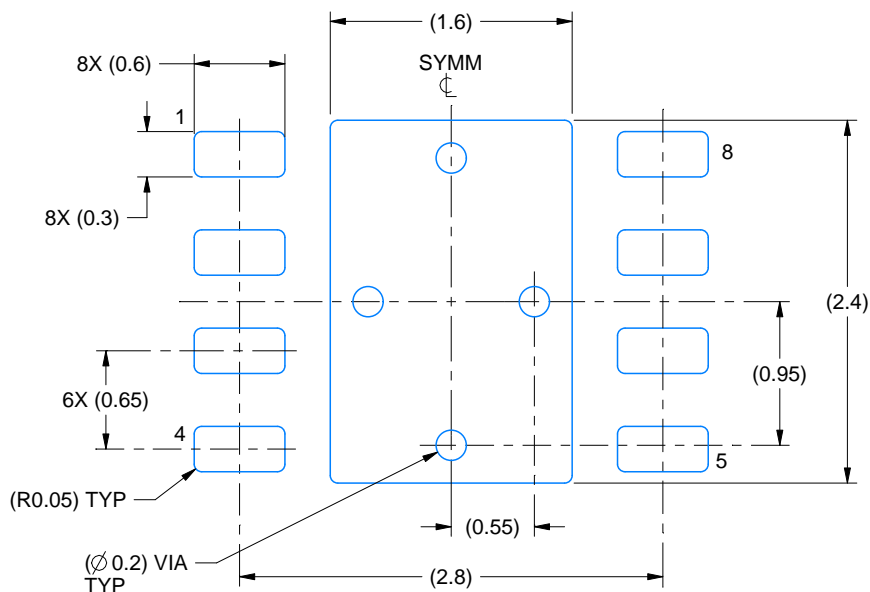
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

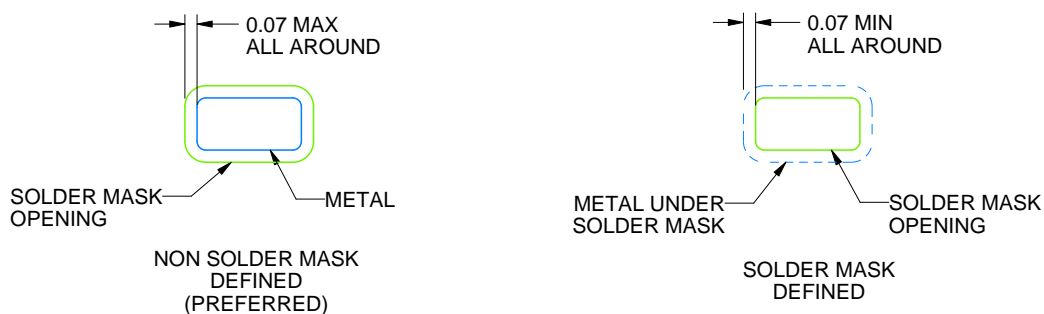
DRB0008F

VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4222121/C 10/2016

NOTES: (continued)

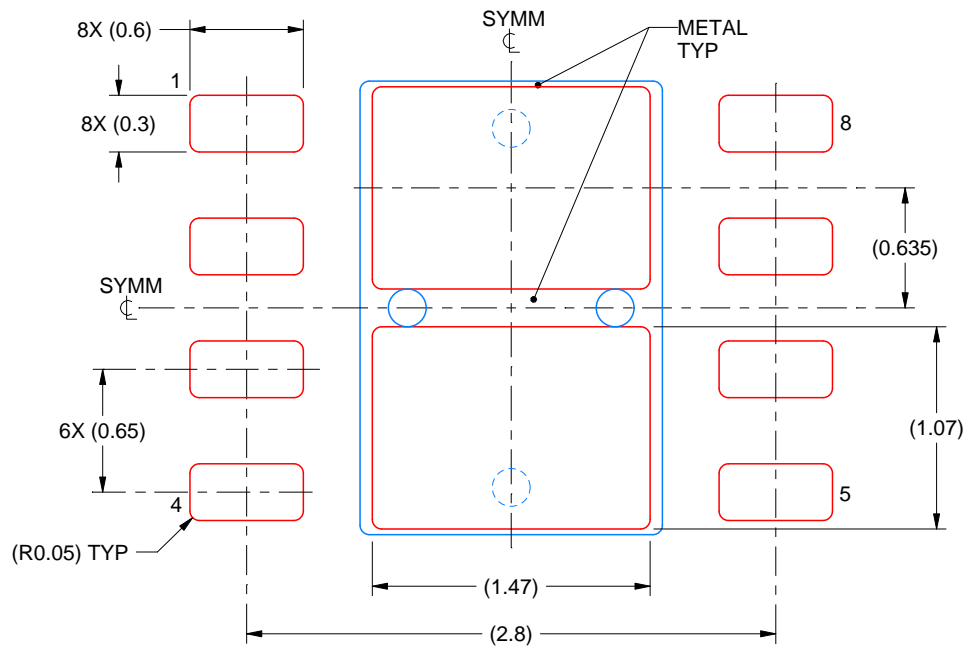
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DRB0008F

VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



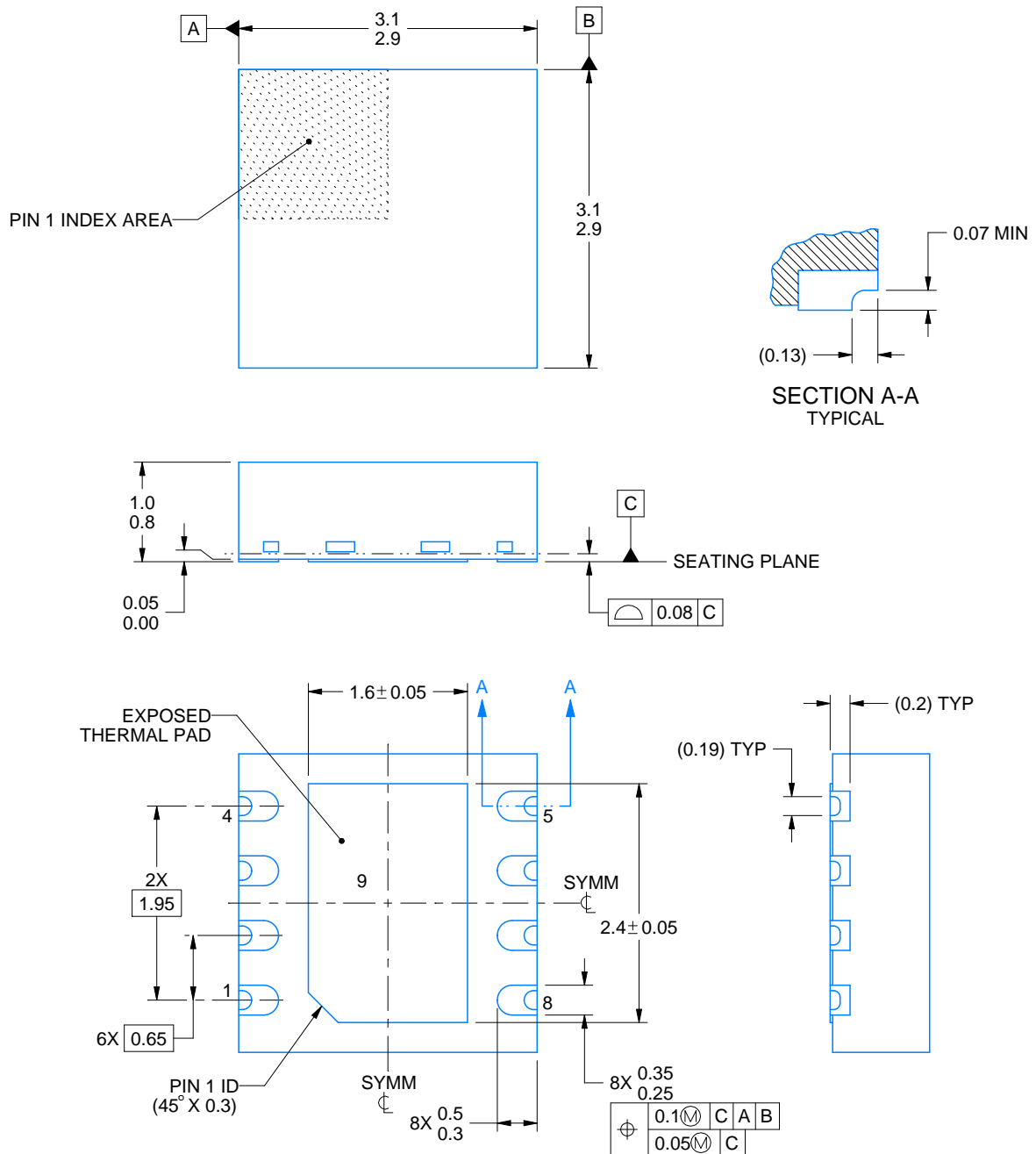
SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
82% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE:25X

4222121/C 10/2016

NOTES: (continued)

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



4227074/D 08/2022

NOTES:

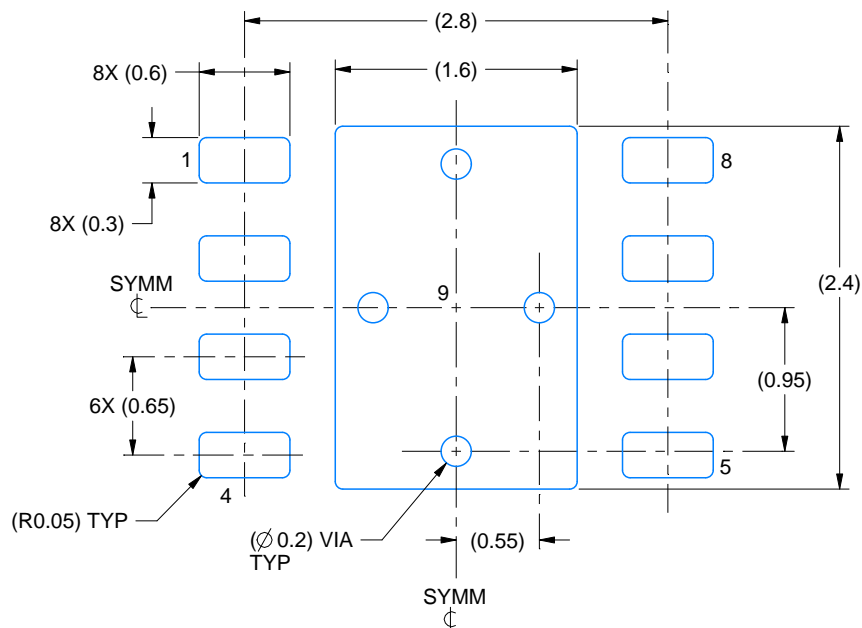
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

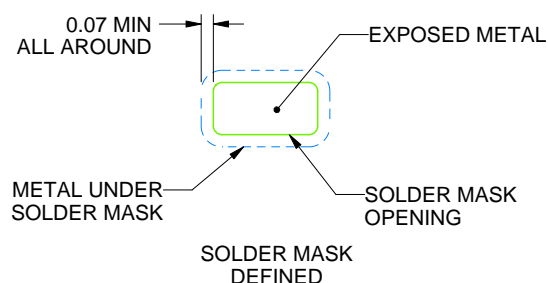
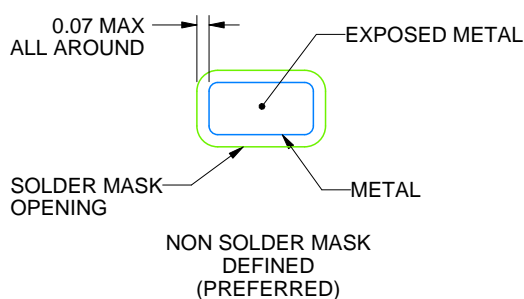
DRB0008K

VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4227074/D 08/2022

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).

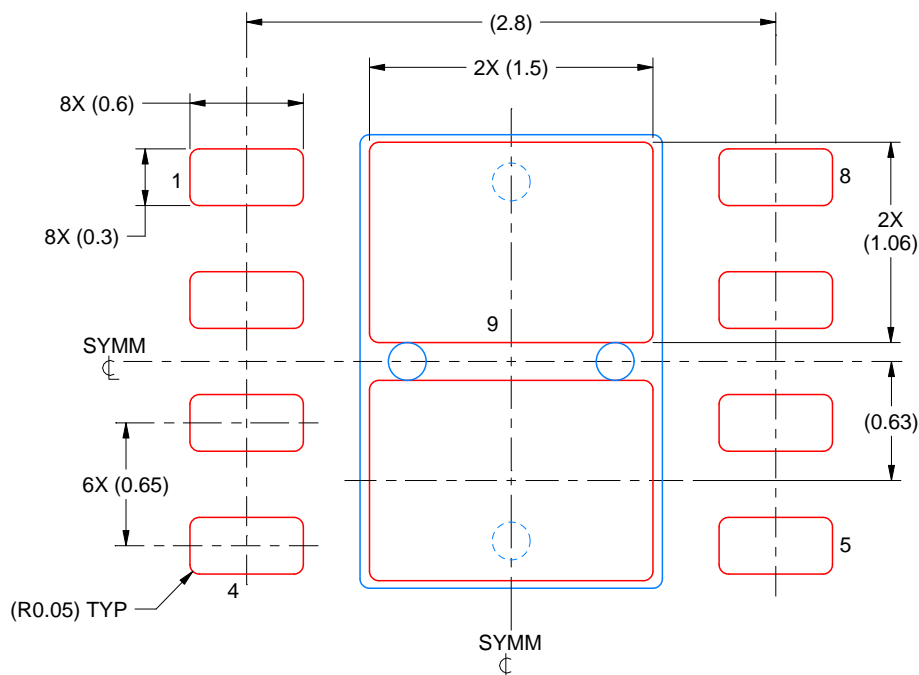
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DRB0008K

VSON - 1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:
80% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE:25X

4227074/D 08/2022

NOTES: (continued)

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

重要なお知らせと免責事項

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します。

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

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

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

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月