

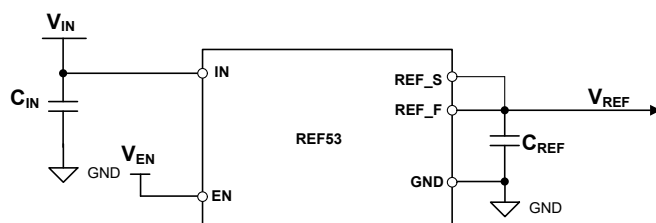
REF53-Q1 4ppm/°C のドリフト (最大値)、3ppm_{p-p} 1/f ノイズ、85μA 電流、30mA 負荷電流、高精度電圧リファレンス

1 特長

- 低温度ドリフト係数: 4ppm/°C (最大値)
- 低い静止電流: 85μA (標準値)
- 低ノイズ
 - 0.1Hz ~ 10Hz: 3ppm_{p-p}
 - 10Hz ~ 1kHz: 3ppm_{rms}
- 高精度: ±0.04% 以下
- 小型: SOT-23-THN-6 DDC パッケージ
- 多様なアプリケーションに適した設計:
 - 最大入力電圧: 18V
 - 出力電流: +30mA/-10mA
 - 電圧オプション: 1.2V, 1.25V, 1.8V, 2.048V, 2.5V, 3V, 3.3V, 4.096V, 4.5V, 5V
- すべての設計要件に適合:
 - 1μF ~ 50μF の出力低 ESR コンデンサで安定
 - 高 PSRR: 1kHz 時に 85dB
 - 仕様温度範囲: -40°C ~ +125°C
 - 動作温度範囲: -55°C ~ +125°C

2 アプリケーション

- フィールドトランスミッタ
- PLC アナログ I/O モジュール
- 電力監視
- 医療用画像処理
- 単軸と多軸のサーボドライブ
- 病院の患者ケア
- 電気メータ
- バッテリ マネージメント システム
- 車載用カメラ
- LIDAR
- HEV/EV の OBC (オンボード チャージャ) と DC/DC コンバータ



基本的な接続図

3 説明

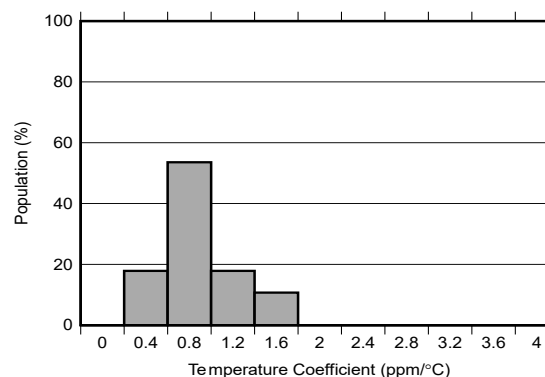
REF53-Q1 は、低電力、低ノイズ、かつ低ドリフトの電圧リファレンス デバイスのファミリです。REF53-Q1 ファミリは 150μA の最大消費電流で、-40°C ~ 125°C の温度範囲で低温度ドリフト係数 (4ppm/°C)、低ノイズ (2ppm_{p-p})、高精度 (±0.04%) を実現します。REF53-Q1 は、優れた負荷およびライン レギュレーションを備えており、高精度アプリケーションの厳しい性能要件を満たすのに役立ちます。このデバイス ファミリは、高分解能データ コンバータおよび AFE のコンパニオン デバイスとして設計されています。このデバイスは、TI の REF34、REF34-Q1 デバイスファミリとピン互換性を持つ、パフォーマンスを向上させたデバイスです。

REF53-Q1 は、最大 18V の広い供給電圧範囲に対応しています。これはまた、電源 IC が故障した場合にもデバイスを保護します。REF53-Q1 デバイスは、最大 30mA の負荷電流をサポートしています。広い負荷電流をサポートしていることにより、REF53-Q1 を電源として高精度センサに直接接続することが可能になります。REF53-Q1 は、-40°C ~ +125°C の広い温度範囲で動作が規定されています。この広い温度範囲により、さまざまな産業または車載用アプリケーションでの動作が可能になっています。

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 (3)
REF53-Q1	SOT-23-THN (6)	2.9mm × 2.8mm
	SOIC (8) (2)	4.9mm × 6mm
	VSSOP (8) (2)	3mm × 4.9mm

- (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) 開発中パッケージです。
- (3) 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。



温度ドリフトの分布



目次

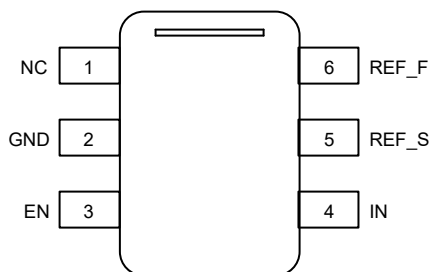
1 特長.....	1	8.1 概要.....	15
2 アプリケーション.....	1	8.2 機能ブロック図.....	15
3 説明.....	1	8.3 機能説明.....	15
4 デバイス比較表.....	3	8.4 デバイスの機能モード.....	15
5 ピン構成および機能.....	4	9 アプリケーションと実装.....	17
6 仕様.....	5	9.1 使用上の注意.....	17
6.1 絶対最大定格.....	5	9.2 代表的なアプリケーション.....	17
6.2 ESD 定格.....	5	9.3 電源に関する推奨事項.....	19
6.3 推奨動作条件.....	5	9.4 レイアウト.....	19
6.4 熱に関する情報.....	5	10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	21
6.5 電気的特性 REF53-Q1	6	10.1 ドキュメントのサポート.....	21
6.6 代表的特性.....	8	10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	21
7 パラメータ測定情報.....	10	10.3 サポート・リソース.....	21
7.1 温度ドリフト.....	10	10.4 商標.....	21
7.2 長期安定性.....	10	10.5 静電気放電に関する注意事項.....	21
7.3 ノイズ性能.....	11	10.6 用語集.....	21
7.4 熱ヒステリシス.....	13	11 改訂履歴.....	21
7.5 半田付けの熱による変動.....	13	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	21
7.6 消費電力.....	14	12.1 テープおよびリール情報.....	22
8 詳細説明.....	15	12.2 メカニカル データ.....	24

4 デバイス比較表

製品 ⁽¹⁾			V _{REF}
SOT-23-THN (6) ⁽²⁾	SOIC (8) ⁽³⁾	VSSOP (8) ⁽³⁾	
REF53120AQDDCRQ1	REF53120AQDRQ1	REF53120AQDGKRQ1	1.2V
REF53125AQDDCRQ1	REF53125AQDRQ1	REF53125AQDGKRQ1	1.25V
REF53180AQDDCRQ1	REF53180AQDRQ1	REF53180AQDGKRQ1	1.8V
REF53205AQDDCRQ1	REF53205AQDRQ1	REF53205AQDGKRQ1	2.048V
REF53250AQDDCRQ1	REF53250AQDRQ1	REF53250AQDGKRQ1	2.5V
REF53300AQDDCRQ1	REF53300AQDRQ1	REF53300AQDGKRQ1	3V
REF53330AQDDCRQ1	REF53330AQDRQ1	REF53330AQDGKRQ1	3.3V
REF53410AQDDCRQ1	REF53410AQDRQ1	REF53410AQDGKRQ1	4.096V
REF53450AQDDCRQ1	REF53450AQDRQ1	REF53450AQDGKRQ1	4.5V
REF53500AQDDCRQ1	REF53500AQDRQ1	REF53500AQDGKRQ1	5.0V

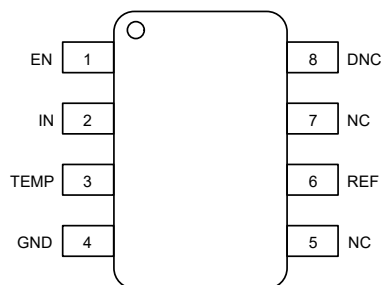
- (1) リリース済みで注文可能な製品については、[セクション 12](#) を参照してください。
- (2) 製品プレビュー。サンプルについては、お近くのテキサス・インスツルメンツのサポートにお問い合わせください。
- (3) パッケージのプレビュー。

5 ピン構成および機能



Not to scale

図 5-1. DDC
6 ピン THIN SOT23
 上面図



Not to scale

図 5-2. D、DGK
8 ピン SOIC、VSSOP
 上面図

表 5-1. ピンの機能

名称	ピン		タイプ	説明
	DDC	D、DGK		
NC	1	5.7	接続なし	内部接続なし。ピンはフローティングのままにするか、GND に接続できます。
GND	2	4	グラウンド	グラウンド接続:
EN	3	1	入力	デバイス イネーブル制御。Low レベル入力は、リファレンス出力をデイスエーブルし、デバイスはシャットダウン モードに移行します。デバイスは、駆動電圧が 1.6V を超えるか、EN ピンをフローティングのままにすることでイネーブルにできます。
IN	4	2	電源	入力供給電圧の接続最良の性能を得るために、最小 0.1μF のデカップリングコンデンサをグラウンドに接続してください。
REF_S	5		出力	基準電圧出力センス接続。負荷の近くの REF_F に接続します。
REF_F	6		出力	基準電圧出力強制接続。最高の性能を得るため、1μF ~ 50μF のコンデンサをグラウンドとの間に接続します。
TEMP		3	出力	温度モニタ用ピン。温度に依存する出力電圧を示します
REF		6	出力	リファレンス電圧出力最高の性能を得るため、1μF ~ 50μF のコンデンサをグラウンドとの間に接続します。
DNC		8	接続禁止	これらのピンはフローティングのままにしてください。

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
入力電圧	V _{IN}	-0.3	20	V
	EN	-0.3	V _{IN} + 0.3	V
出力電圧	V _{REF_S} , V _{REF_F}	-0.3	5.5	V
出力短絡電流	I _{SC}		80	mA
接合部温度	(T _J max)		150	°C

(1) 「絶対最大定格」外での操作は、デバイスに恒久的な損傷を引き起こす可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗に示す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」の範囲外で使用情况、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。

6.2 ESD 定格

			値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠、すべてのピン ⁽¹⁾	±2000	V
V _(ESD)	静電放電	デバイス帯電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 に準拠、すべてのピン ⁽²⁾	±500	V

(1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

(2) JEDEC ドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

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	公称値	最大値	単位
V _{IN}	入力電圧	V _{REF} + 0.2 ⁽¹⁾		18	V
EN	イネーブル ピン電圧	0		V _{IN}	V
I _{REF}	出力電流	-10		30	mA
T _A	動作時周囲温度	-40	25	125	°C

(1) V_{REF} < 1.8V の場合、最小電源電圧は 1.71V です。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		REF53-Q1	REF53-Q1	REF53-Q1	単位
		DGK (VSSOP)	D (SOIC)	DDC (SOT-23-THN)	
		8 ピン	8 ピン	6 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗			154.4	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗			93.6	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗			61.9	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ			37.6	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ			61.8	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗			該当なし	°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 ノートを参照してください。

6.5 電気的特性 REF53-Q1

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ 、 $C_{\text{REF}} = 1\mu\text{F}$ および $V_{\text{IN}}^{(1)} = (V_{\text{REF}} + 0.5\text{V})$ 、 $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
出力電圧						
V _{REF}	出力電圧	REF53120		1.2		V
		REF53125		1.25		
		REF53180		1.8		
		REF53205		2.048		
		REF53250		2.5		
		REF53300		3		
		REF53330		3.3		
		REF53410		4.096		
		REF53450		4.5		
		REF53500		5		
初期精度		すべての電圧オプション	-0.04		0.04	%
ノイズ						
e _{npp}	低い周波数ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		3		ppm _{p-p}
e _n	出力電圧ノイズ	f = 10Hz～1kHz		3		ppm _{rms}
出力電圧の温度ドリフト						
dV _{REF} /dT	温度ドリフト	T _A = -40°C ～ 125°C		2	4	ppm/°C
ラインレギュレーション						
ΔV _{REF} (ΔV _I)	ラインレギュレーション	V _{IN} = (V _{REF} + 0.5V) ～ 18V、 T _A = -40°C ～ 125°C		3	15	ppm/V
PSRR	電源除去比	100hz の場合		85		dB
ロードレギュレーション						
ΔV _{REF} (ΔI _L)	ソース時ロードレギュレーション	0 < I _{REF} < 30mA、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V		10	15	ppm/mA
		0 < I _{REF} < 30mA、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V、 T _A = -40°C ～ 125°C			30	
	シンク時ロードレギュレーション	-10mA < I _{REF} < 0、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V		20	30	
		-10mA < I _{REF} < 0、V _{IN} = V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V、 T _A = -40°C ～ 125°C			50	
短絡電流						
I _{SC}	短絡電流	V _{REF} = 0V		40		mA
熱ヒステリシス						
	SOT-23-THN	サイクル 1		75		ppm
		サイクル 2		9		
長期安定性						
	SOT-23-THN	0～1000 時間		25		ppm
		1000～2000 時間		25		
ターンオンのセトリングタイム						
ターンオンのセトリングタイム		0.1% まで、C _{REF} = 1μF		1		ms
容量性負荷						
C _{IN}	安定した入力コンデンサ範囲	-40°C < T _A < 125°C		0.1		μF
C _{REF}	安定した出力コンデンサ範囲	-40°C < T _A < 125°C		1	50	μF

6.5 電気的特性 REF53-Q1 (続き)

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ 、 $C_{\text{REF}} = 1\mu\text{F}$ および $V_{\text{IN}}^{(1)} = (V_{\text{REF}} + 0.5\text{V})$ 、 $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電源						
V _S	電源電圧	注を参照 ⁽¹⁾	V _{REF} + 0.2		18	V
V _{EN}	イネーブル ピン電圧	アクティブ モード (EN = 1)	1.6			
		シャットダウン モード (EN = 0)			0.5	
I _{EN}		V _{EN} = V _{IN} = 18V		400		nA
シャットダウン電流		V _{EN} = 0、−40°C <T _A < 125°C			6	μA
静止電流		−40°C <T _A < 125°C		85	150	
温度範囲						
仕様範囲			−40		125	°C
動作範囲			−55		125	

- (1) $V_{\text{REF}} < 1.8\text{V}$ 、 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ の場合、最小電源電圧は 1.71V です。
(2) $V_{\text{REF}} < 1.8\text{V}$ 、 $I_{\text{REF}} = \pm 10\text{mA}$ の場合、最小電源電圧は $1.71\text{V} + 0.75\text{V}$ です

6.6 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{EN} = V_{REF} + 0.5\text{V}$ 、 $I_L = 0\text{mA}$ 、 $C_{REF} = 10\mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = 0.1\mu\text{F}$ 、 $V_{REF} = 1.25\text{V}$ (特に記述のない限り)

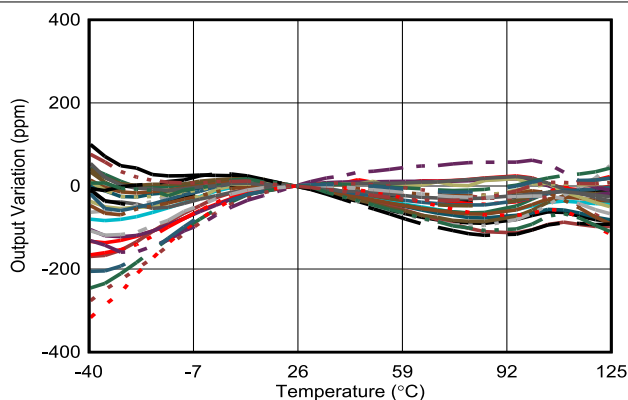


図 6-1. 出力電圧と周囲温度との関係

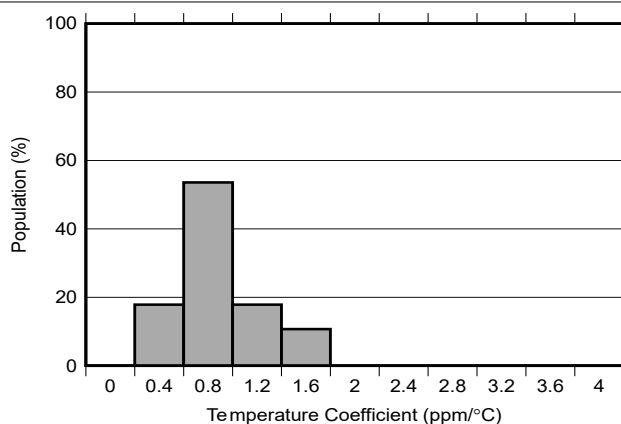


図 6-2. 温度ドリフトの分布

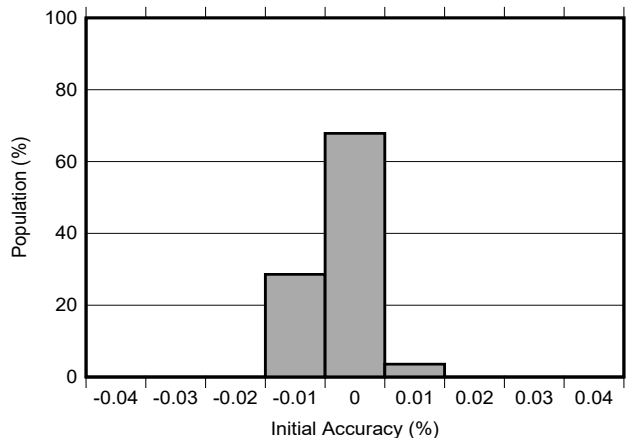


図 6-3. 精度の分散

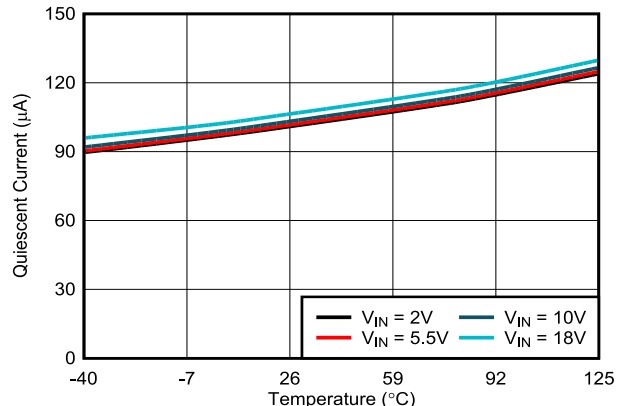


図 6-4. 静止電流と温度との関係

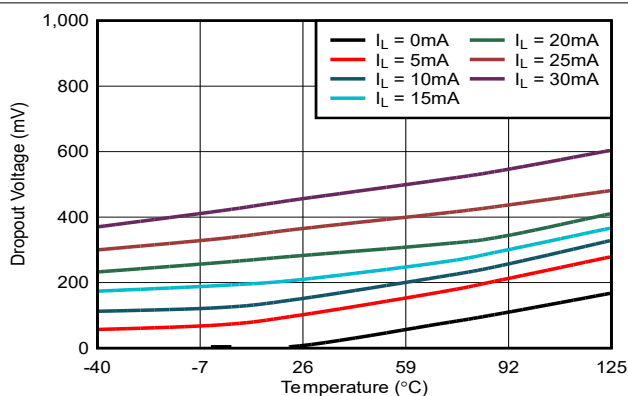


図 6-5. ドロップアウト電圧と温度との関係 ($V_{REF} = 5\text{V}$)

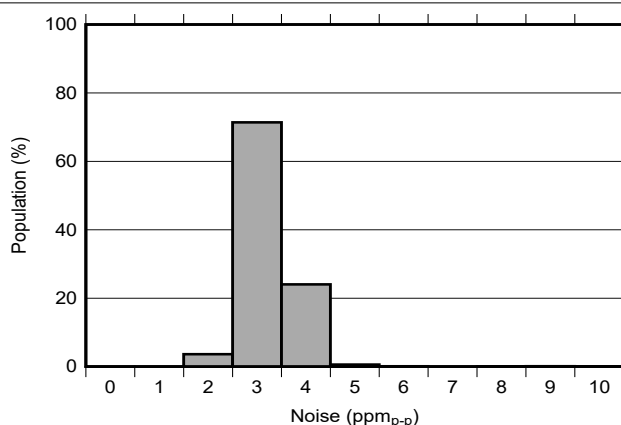


図 6-6. 0.1Hz~10Hz の電圧ノイズ分布

6.6 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{EN} = V_{REF} + 0.5\text{V}$ 、 $I_L = 0\text{mA}$ 、 $C_{REF} = 10\mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = 0.1\mu\text{F}$ 、 $V_{REF} = 1.25\text{V}$ (特に記述のない限り)

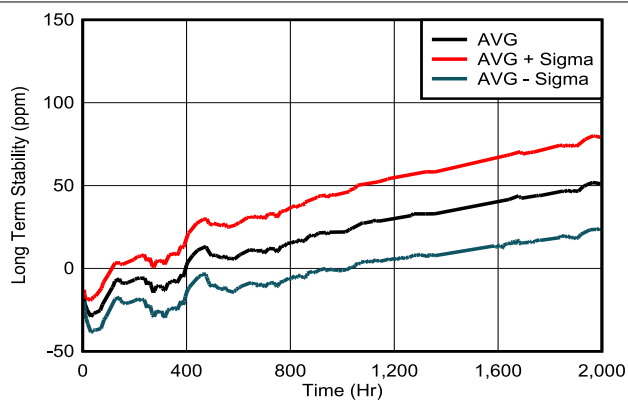


図 6-7. 長期安定性 (最初の 2000 時間)

7 パラメータ測定情報

7.1 温度ドリフト

REF53-Q1 は、出力電圧の温度ドリフトを最小限に抑えるように設計され、テストされています。これは、温度に対する出力電圧の変化として定義されます。出荷されるすべてのユニットは複数の温度でテストされ、製品がデータシートの仕様を満たしていることを確認します。温度係数はボックス方式を使用して計算され、動作温度範囲全体にわたる公称出力電圧の最小 / 最大制限によってボックスが形成されます。REF53-Q1 デバイスの最大温度係数は、-40°C ~ 125°C で 4ppm/°C です。このボックス方式では、温度誤差の限界が規定されますが、テスト対象デバイスの正確な形状とスロープは規定されません。低い温度ドリフトを実現するための温度曲率補正により、温度ドリフトは非線形であると予想されます。ボックス法の詳細については、Analog Design Journal で [高精度電圧リファレンス](#) の解説を参照してください。ボックス法の方程式は [式 1](#) に示されています。

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{\text{REF(MAX)}} - V_{\text{REF(MIN)}}}{V_{\text{REF(25°C)}} \times \text{Temperature Range}} \right) \times 10^6 \quad (1)$$

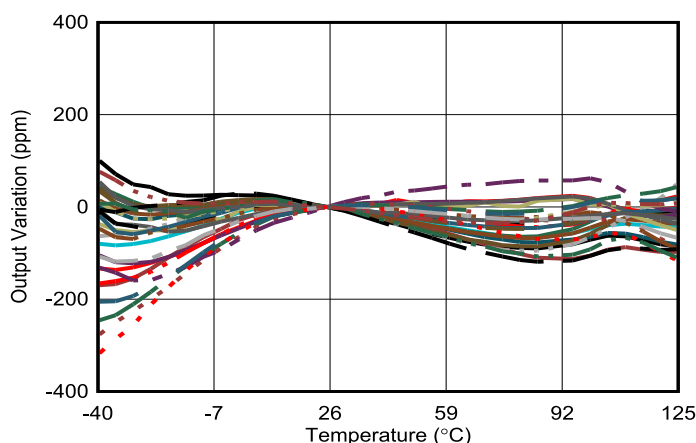


図 7-1. 出力電圧と周囲温度との関係

7.2 長期安定性

長期安定性は、あらゆる高精度アプリケーションにおけるシリーズ電圧リファレンスにとって重要な性能パラメータです。これは、参照電圧の時間に伴う変動として定義されます。長期安定性の値は、標準的な PCB 製造プロセスを反映した典型的なセットアップでテストされます。基板は標準的な FR4 材料で作成され、デバイス周辺には特別な切り込みや溝がなく、PCB の機械的ストレスを緩和するためのバーニングプロセスも行われません。これらの条件は、実際の使用シナリオおよび一般的な製造技術を反映しています。

長期安定性テストでは、長期安定性ドリフトのみが測定されるように十分に注意を払います。基板は、オイル・バス内で 35°C±0.02°C に維持されます。オイルバスは、時間の経過とともにデバイス全体で温度が一定であることを確認します。測定は、キャリブレーションされた 8.5 桁のマルチメーターを使用して 30 分ごとに行われます。

長期安定性の代表的特性は、時間経過による偏差として表されます。[図 7-2](#) は、REF53-Q1 V_{REF} の標準ドリフト値が 0 ~ 1,000 時間で 25ppm であることを示します。

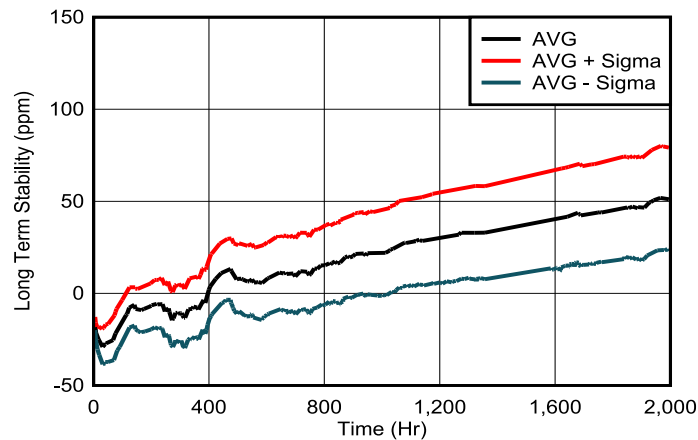


図 7-2. 長期安定性 – TSOT -2000 時間 (V_{REF})

7.3 ノイズ性能

7.3.1 $1/f$ ノイズ

$1/f$ ノイズはフリッカーノイズとも呼ばれ、主に低周波数帯で支配的です。REF53-Q1 データシートは、 $1/f$ ノイズが最大電力である 0.1Hz ~ 10Hz の周波数帯域に対応するフリッカー ノイズを規定しています。 $1/f$ ノイズは非常に低い値であるため、関心のある周波数は、非常に低いノイズフロアを持つ精密なバンド フィルタを通じて増幅およびフィルタリングされます (図 7-3 を参照)。

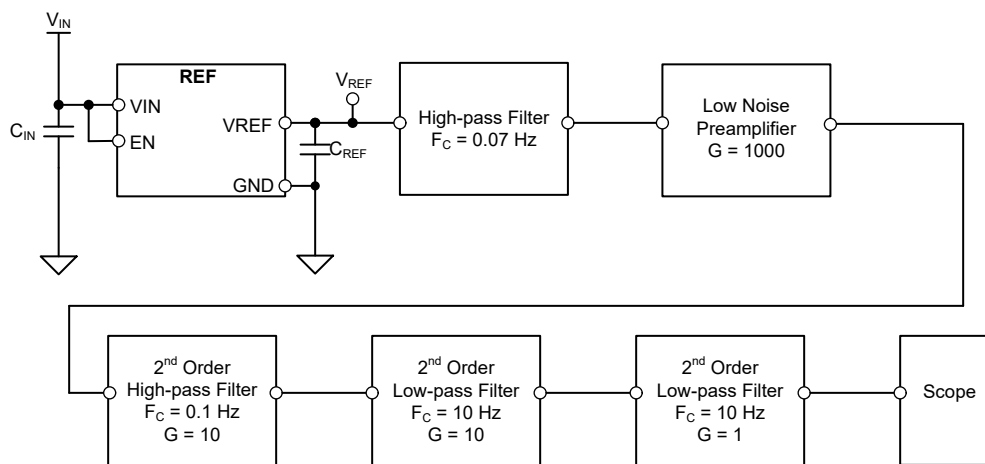


図 7-3. $1/f$ ノイズテストの設定

図 7-4 は、各デバイスについて 1,000 以上のサンプルが取得された複数のデバイスのフリッカー ノイズの典型的な分布を示しています。

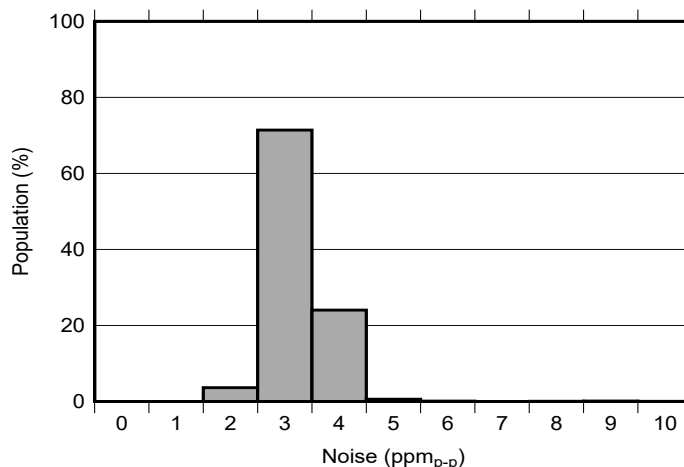


図 7-4. 0.1Hz ~ 10Hz の電圧ノイズ分布

7.3.2 広帯域ノイズ

広帯域ノイズまたはホワイト・ノイズはスペクトル全体で平坦であり、内部バンドギャップ・リファレンスの帯域幅によって制限されます。広帯域ノイズの測定は、REF53-Q1 の出力をハイパス フィルタリングし、図 7-5 に示すようにスペクトル アナライザで結果を測定して行われます。ハイパス フィルタを使用して REF53-Q1 の DC 成分を除去し、増幅します。ノイズ帯域幅分析を最大化するために、小さいゲインの 2 段を使用しています。

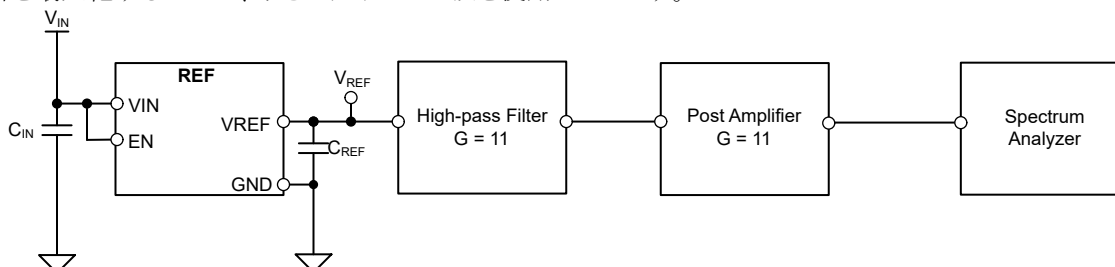


図 7-5. 広帯域ノイズテスト構成

図 7-6 に、REF53-Q1 の代表的なホワイト ノイズフロアを示します。

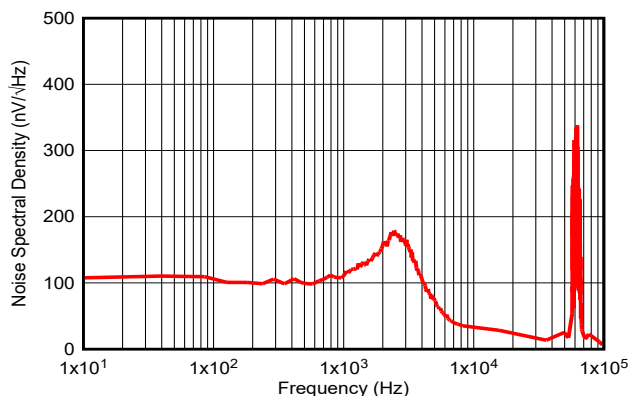


図 7-6. 10Hz ~ 100kHz のノイズ性能 ($C_{REF} = 10\mu F$)

7.4 熱ヒステリシス

熱ヒステリシスは、実際のアプリケーションと同様に REF53-Q1 を PCB に半田付けして測定します。デバイスの熱ヒステリシスは、デバイスを 25°C で動作させ、定格温度範囲をサイクリングした後に 25°C に戻した際の出力電圧の変化として定義されます。最初の熱サイクルは 図 7-7 に示されており、2 回目のサイクルは 図 7-8 に示されています。最初のサイクル後に REF53250CDR がセトリングするための熱ヒステリシス。ヒステリシスは式 2 で表します。

$$V_{\text{HYST}} = \left(\frac{|V_{\text{PRE}} - V_{\text{POST}}|}{V_{\text{NOM}}} \right) \times 10^6 \text{ (ppm)} \quad (2)$$

ここで、

- V_{HYST} =熱ヒステリシス (ppm 単位)
- V_{NOM} =指定された出力電圧
- V_{PRE} =25°Cのプリ温度サイクルで測定された出力電圧
- V_{POST} = デバイスを 25°C から定格温度範囲でサイクリングし、25°C に戻した後に測定された出力電圧

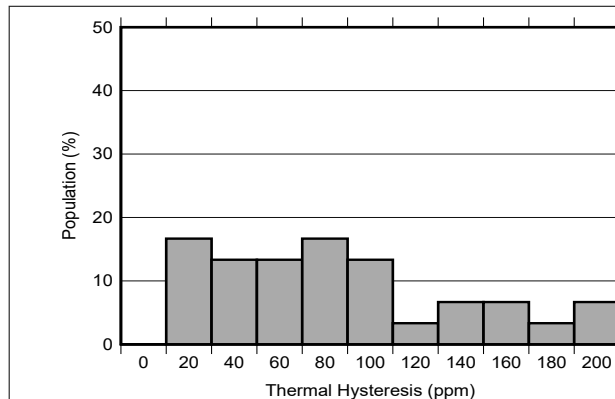


図 7-7. 熱ヒステリシスの分布 - サイクル 1

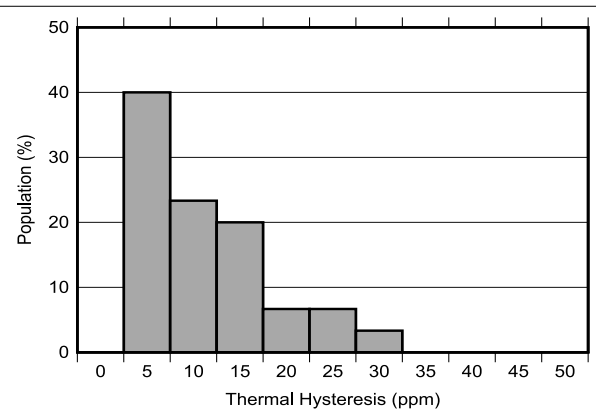


図 7-8. 熱ヒステリシスの分布 - サイクル 2

7.5 半田付けの熱による変動

REF53-Q1 のパッケージ素材の熱膨張係数は PCB 素材とは異なります。係数が異なると、ハンダ付け中に部品が加熱され、その後冷却されたときに、デバイス ダイでストレスが変化します。リフローによる熱衝撃とデバイスダイのストレス変化は、出力電圧のシフトを引き起こし、製品の初期精度が低下します。この誤差が発生する一般的な原因は、リフローの半田付けです。影響を定量化するために、32 台のデバイスを鉛フリー半田ペーストを使用してプリント基板に半田付けし、ペースト メーカーが推奨するリフロー条件でこの効果を示しました。図 7-9 にリフロー プロファイルを示します。プリント基板は FR4 素材で構成されています。基板の厚さは 1.65mm、面積は 137mm × 168mm です。

「Sn-Pb 共晶アセンブリ」または「Pb フリーアセンブリ」に関する推奨リフロー条件については、JEDEC J-STD-020 標準を参照してください。

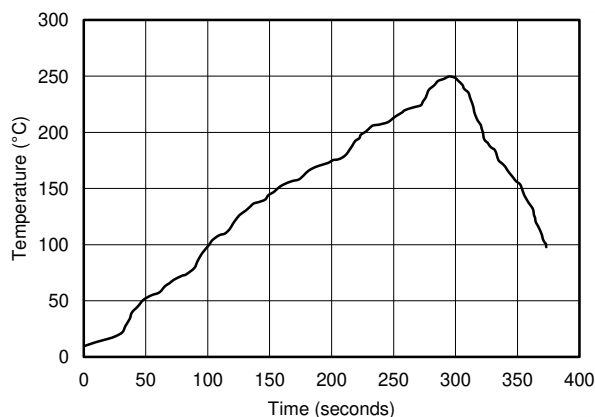


図 7-9. リフロー プロファイル

参照出力電圧はリフロー工程の前後で測定されます。半田のシフトは、プリント基板のサイズ、厚さ、材料によって異なります。注意すべき重要な点は、図 7-10 は 1 つのリフロー条件にさらされた際の典型的なシフトを示しています。両面に表面実装部品があるプリント基板では、複数回のリフローにさらされることが一般的であり、これが出力電圧にさらなるシフトを引き起こします。PCB が複数回のリフローにさらされる場合、デバイスは最後の工程で半田付けする必要があります。これにより、熱ストレスへの影響を最小限に抑えることができます。

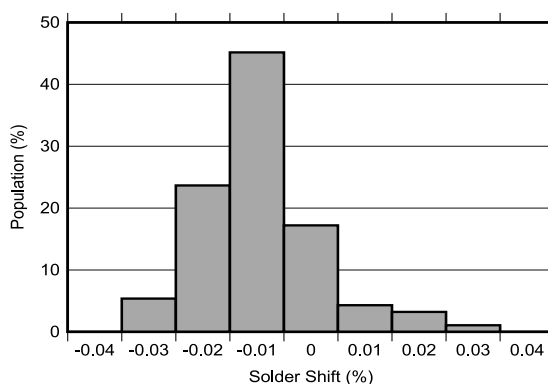


図 7-10. はんだシフト

7.6 消費電力

REF53-Q1 電圧リファレンスは、定格入力電圧範囲全体にわたって、最大 30mA のソース電流と最大 10mA のシンク電流の負荷電流を供給できます。ただし、周囲温度が高いアプリケーションで使用する場合、デバイスが最大消費電力定格を超えないように、入力電圧と負荷電流を注意深く監視する必要があります。デバイスの最大消費電力は、式 3 で計算できます。

$$T_J = T_A + P_D \times R_{\theta JA} \quad (3)$$

ここで、

- P_D はデバイスの電力損失を示します
- T_J はデバイスの接合温度を示します
- T_A は周囲温度
- $R_{\theta JA}$ はパッケージの接合から空気までの熱抵抗を示します

この関係が原因で、高温条件で許容される負荷電流は、デバイスの最大電流ソース能力よりも小さくなる可能性があります。最大電力定格の範囲外でデバイスを動作させないでください。この値を超えると、早期の障害や、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。

8 詳細説明

8.1 概要

REF53-Q1 は、高精度のシリアル電圧リファレンスのファミリで、初期電圧精度と、時間と温度の変化に応じたドリフトが非常に優れた設計を採用しており、低消費電力で優れたノイズを実現します。図 8-1 は、基本的なバンドギャップトポロジを示す REF53-Q1 の概略ブロック図です。

8.2 機能ブロック図

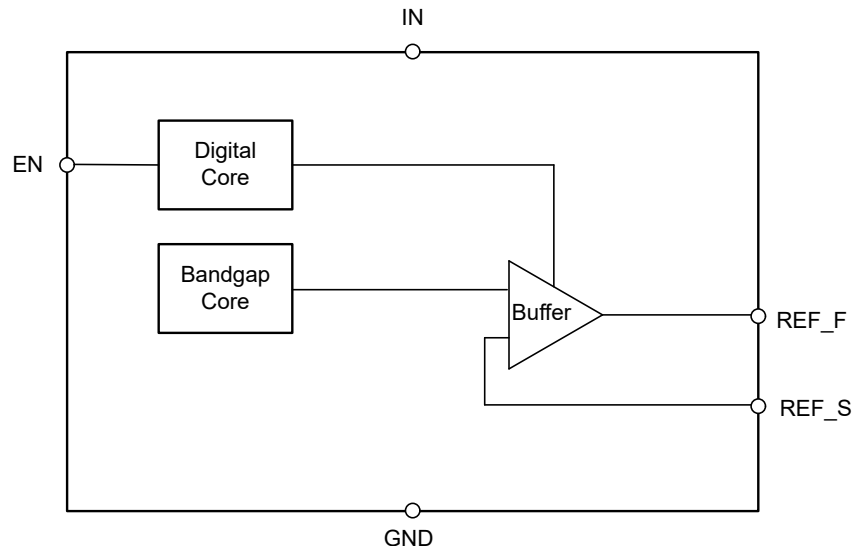


図 8-1. REF53-Q1 機能ブロック図

8.3 機能説明

8.3.1 EN ピン

EN ピンの電圧が 1.6V を上回るか、EN ピンがフローティングのままになると、REF53-Q1 の出力はアクティブ状態になります。REF53-Q1 のイネーブル機能は、低静止電流 (I_Q) を実現するように設計されています。EN ピンの電圧が IN ピンの電圧よりも低い場合、EN ピンから電流は流れません。通常の動作では、デバイスはアクティブ モードである必要があります。REF53-Q1 は、EN ピンを低く引くことでシャットダウン モードに移行できます。シャットダウンモードでは、デバイスの出力が無効になり、静止電流が $6\mu A$ に減少します。EN ピンは V_{IN} 供給電圧よりも高く引かないでください。論理高および論理低の電圧レベルについては、電気特性表を参照してください。

8.4 デバイスの機能モード

8.4.1 基本的な接続

図 8-2 に、REF53-Q1 の一般的な接続を示します。TI では、 $(C_{IN}) > 0.1\mu F$ の電源バイパス コンデンサを推奨します。 $1\mu F \sim 50\mu F$ の出力コンデンサ (C_{REF}) を REF_F と GND の間に接続する必要があります。REF_S 端子を負荷の近くの V_{REF} に接続します。REF_S トレースが外部ノイズ源の近くになく、抵抗が低いことを確認します。出力の安定性を確保するため、 C_{REF} の等価直列抵抗 (ESR) 値は、 $10m\Omega \sim 400m\Omega$ にする必要があります。

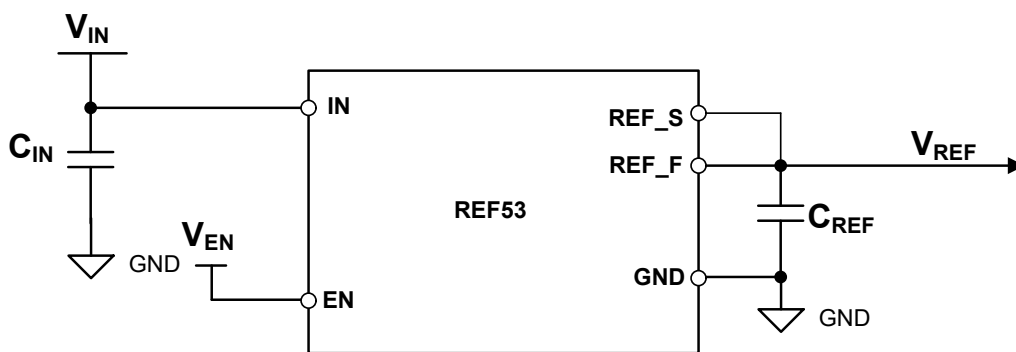


図 8-2. 基本的な接続

9 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI 部品の仕様に含まれるものではなく、TI は、その精度も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

9.1 使用上の注意

REF53-Q1 は、低消費電力で高精度が求められるアプリケーション向けに設計されています。REF53-Q1 は温度ドリフトとノイズが低いため、高精度データ コンバータに最適で、最善のゲインドリフトと分解能を実現します。

9.2 代表的なアプリケーション

9.2.1 基本的な電圧リファレンス接続

図 9-1 は、REF53-Q1 リファレンスの基本構成を示しています。バイパスコンデンサ C_{IN} と出力コンデンサ C_{REF} は、セクション 9.2.1.2 のガイドラインに従って接続してください。

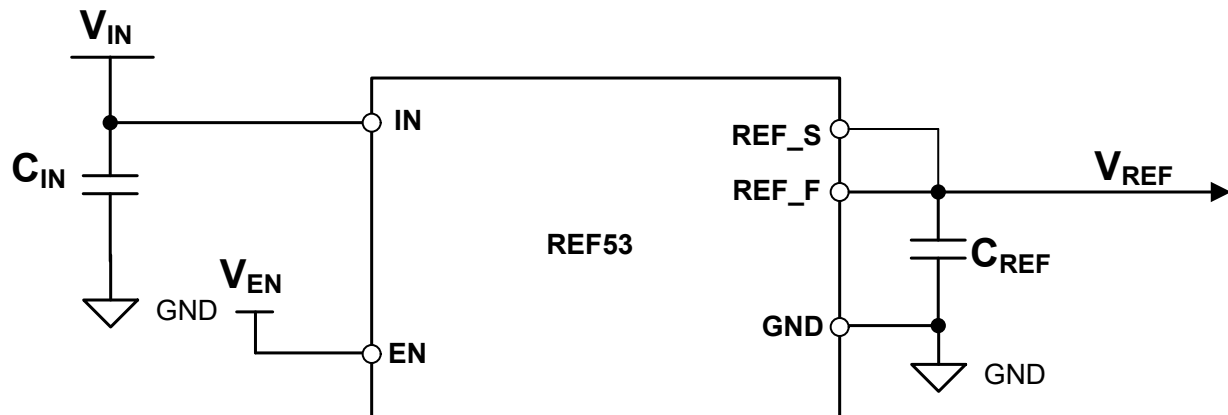


図 9-1. 基本的なリファレンス接続

9.2.1.1 設計要件

設計例に基づいて、詳細な設計手順を説明します。この設計例では、表 9-1 に記載されているパラメータを入力パラメータとして使用します。

表 9-1. 設計例のパラメータ

設計パラメータ	値
入力電圧、 V_{IN}	3V
入力コンデンサ	0.1 μ F
出力コンデンサ	10 μ F

9.2.1.2 詳細な設計手順

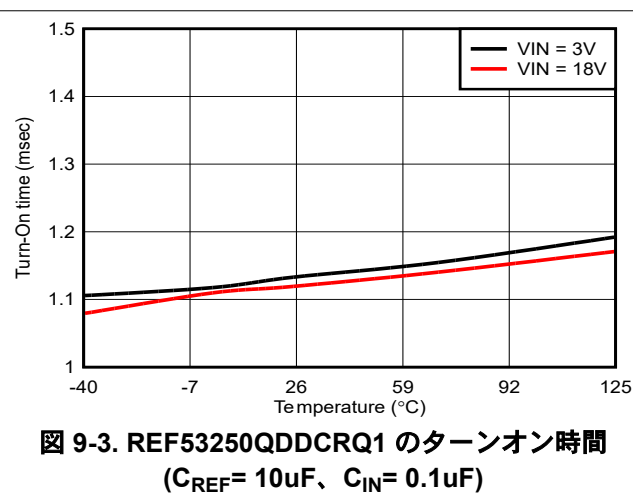
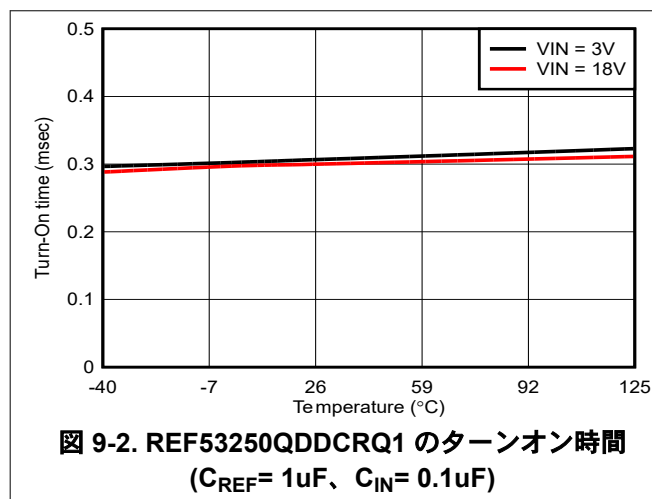
バルク キャパシタ (0.1 μ F ~ 10 μ F) は、供給電圧が変動するアプリケーションにおいて過渡応答を改善するために電源に接続する必要があります。デバイスに近い V_{IN} ピンには、追加の 0.1 μ F コンデンサを接続し、高周波の供給ノイズをバイパスします。

出力には、安定した出力を提供するために、低 ESR (最大 1 Ω) の 1 μ F ~ 50 μ F のコンデンサを接続する必要があります。超低ノイズ アプリケーションでは、圧電効果のため、X7R およびその他の MLCC コンデンサに特別な注意が必要です。

す。多層セラミックコンデンサ (MLCC) の圧電性特性は、機械的振動に起因する μV 範囲ノイズを発生させ、REF53-Q1 のノイズを支配する可能性があります。システムで圧電効果がどのように探求できるかについての詳細は、[応力誘起アウトバースト](#)を参照してください。[セラミックコンデンサのマイクロフォニックス\(パート 1\)](#) および [ストレス誘起アウトバースト: セラミックコンデンサにおけるマイクロフォニックス\(パート 2\)](#)。ノイズに敏感なアプリケーションでは、デザイナーはフィルムコンデンサを使用する必要があります。TI では、REF53-Q1 リファレンスを負荷のできるだけ近くに配置し、トレース抵抗による IR ドロップを最小限に抑えることを推奨しています。

図 9-2 に、REF53-Q1 のターンオン時間応答を示します。REF53-Q1 ファミリのターンオン時間は、リファレンス ピンのコンデンサによって異なります。出力コンデンサを大きくするとデバイスの負荷過渡性能が改善されますが、これによりターンオン時間も長くなります。図 9-3 に、 $C_{\text{REF}} = 10\mu\text{F}$ でのターンオン時間が 1 ミリ秒まで増加することを示します。

9.2.1.3 アプリケーション曲線



9.2.2 定電流リファレンス

センサへのバイアス供給、LED 駆動、バッテリー充電など複数のアプリケーションでは、高精度の定電流ソースが必要です。REF53-Q1 デバイスは、高精度性能、広い入力電圧範囲への対応、複数の出力電圧オプションを備えており、定電流ソースとして設定するための各種アプリケーションレベル要件を満たしています。

図 9-4 に、定電流ソースとして設定した REF53-Q1 を示します。REF53-Q1 は、デバイス GND が負荷を駆動するフローティング デバイスとして設定されています。REF53-Q1 の高精度電圧リファレンスと外部の高精度抵抗は、「I」で示す入力電源から定電流を引き込みます。負荷を流れる実効電流は、REF53-Q1 デバイスの静止電流とプログラムされた値 I の組み合わせです。REF53-Q1 の広い VIN 電圧範囲に対応しているため、定電流精度を維持しながら、負荷全体で広い電圧変動を許容できます。

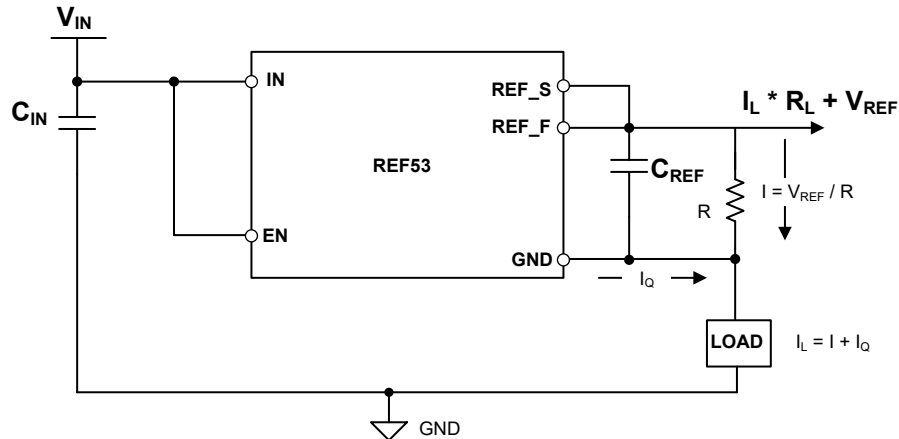


図 9-4. 定電流ソースとしての REF53-Q1 構成

表 9-2 に、図 9-4 の設計で測定された結果を示します。

表 9-2. 定電流ソースの結果

V _{REF}	R	電流の計算値	測定電流 (
1.25V	1.4kΩ	0.978mA	0.998mA
1.25V	127Ω	9.93mA	9.98mA
1.25V	62Ω	20.24mA	20.33mA

9.3 電源に関する推奨事項

REF53-Q1 ファミリのリファレンスは、低ドロップアウト電圧を特徴としています。これらのリファレンスは、出力電圧からわずか 250mV 上の供給電圧で、室温において 5mA の出力電流条件下で動作します。0.1μF ~ 10μF の範囲の電源バイパス コンデンサをお勧めします。REF53-Q1 ファミリーは非常に優れた PSRR を備えているため、設計者にとってクリーンな電源の要件を緩和できます。

起動中、出力コンデンサが原因で REF53-Q1 の入力電流が大きくなる瞬間が発生する可能性があります。入力電流は、一時的に短絡電流 (I_{SC}) まで上昇する可能性があります。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

- 電源バイパス コンデンサは、電源とグラウンドのピンにできるだけ近づけて配置します。このバイパス コンデンサの推奨値は 0.1μF ~ 10μF です。必要に応じて、ノイズが多い、またはインピーダンスが高い電源を補償するため、デカップリング容量を追加します。最小のコンデンサをデバイスの最も近くに配置します。
- 出力は、1μF ~ 100μF の低 ESR コンデンサでデカップリングする必要があります。
- トレースを介して REF_S (sense) を REF_F (force) ピンに外部で接続します。これらの配線は、負荷ポイントの近くで接続します。センス信号パスが低抵抗であり、基板上でノイズを発生させるデバイスにさらされていないことを確認します。

9.4.2 レイアウト例

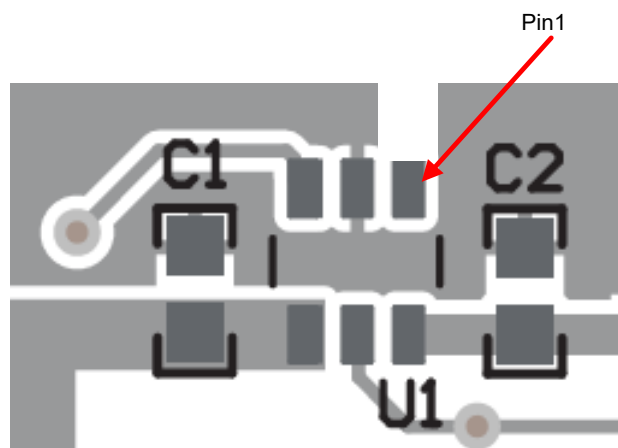


図 9-5. THIN SOT パッケージのレイアウト例

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 ドキュメントのサポート

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、『[データ・コンバータ用の電圧リファレンス設計ヒント](#)』
- テキサス・インスツルメンツ、『[Voltage Reference Selection Basics](#)』(英語)

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。

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

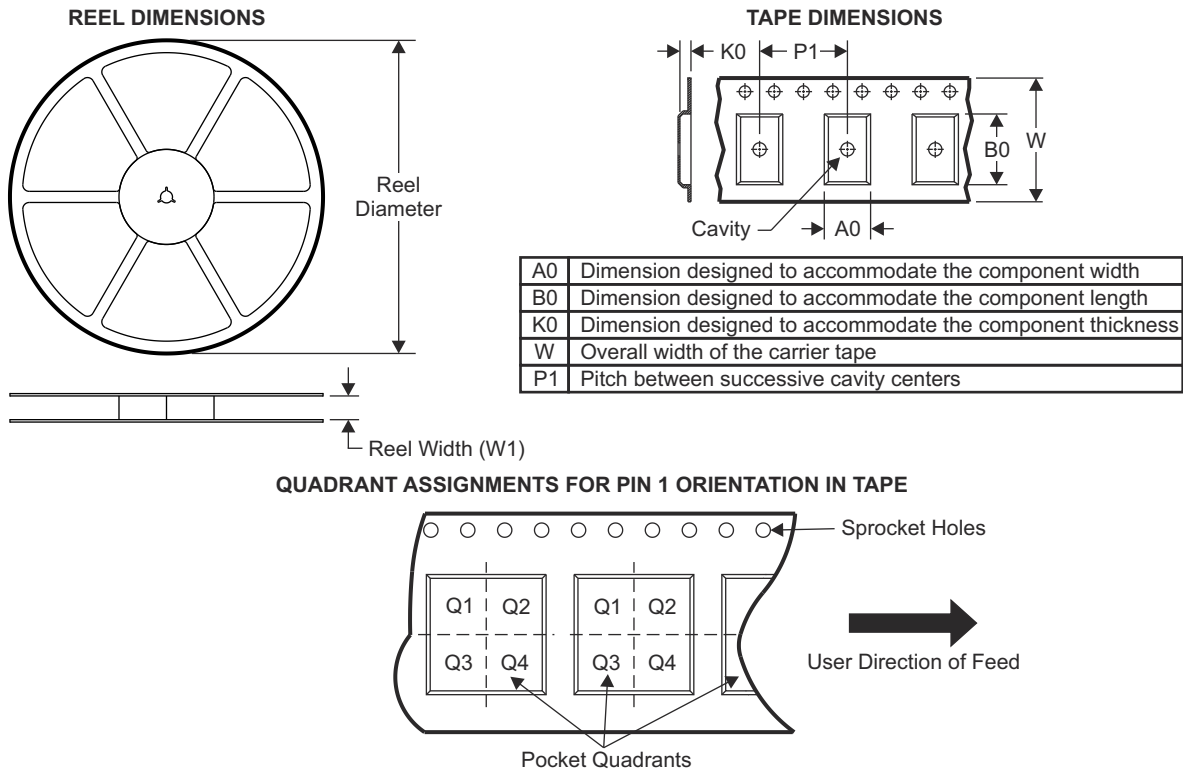
資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

日付	改訂	注
August 2026	*	初版リリース

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

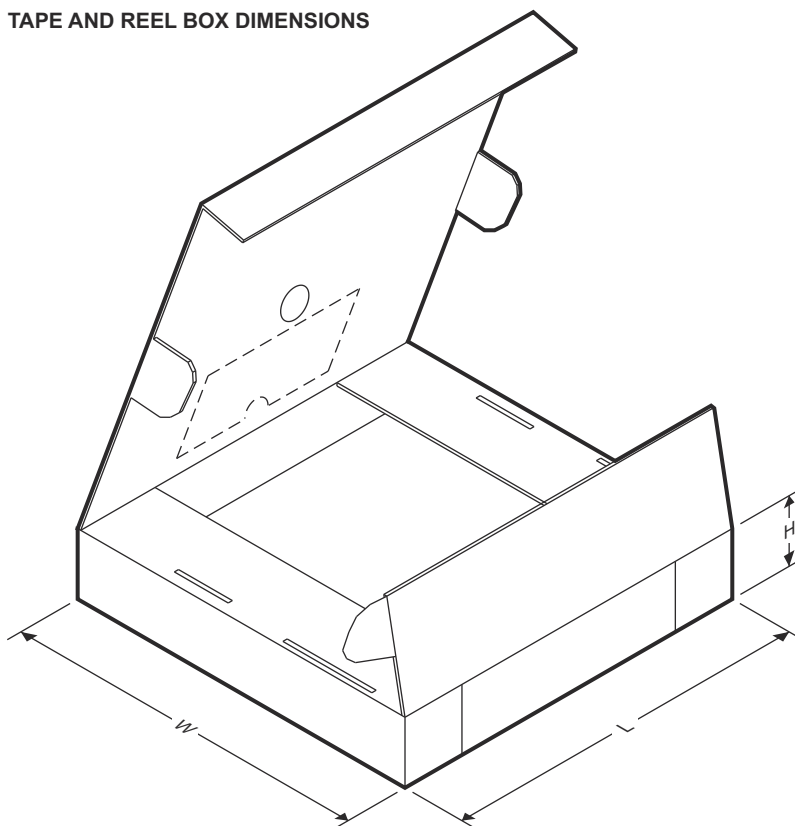
以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

12.1 テープおよびリール情報



デバイス	パッケージ タイプ	パッケージ 図	ピン	SPQ	リール 直径 (mm)	リール 幅 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	ピン 1 の 象限
REF53-Q1	SOT-23- THIN	DDC	6	3000	179.0	8.4	3.2	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	長さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)
REF53-Q1	SOT-23- THIN	DDC	6	3000	213.0	191.0	35.0

ADVANCE INFORMATION

12.2 メカニカル データ

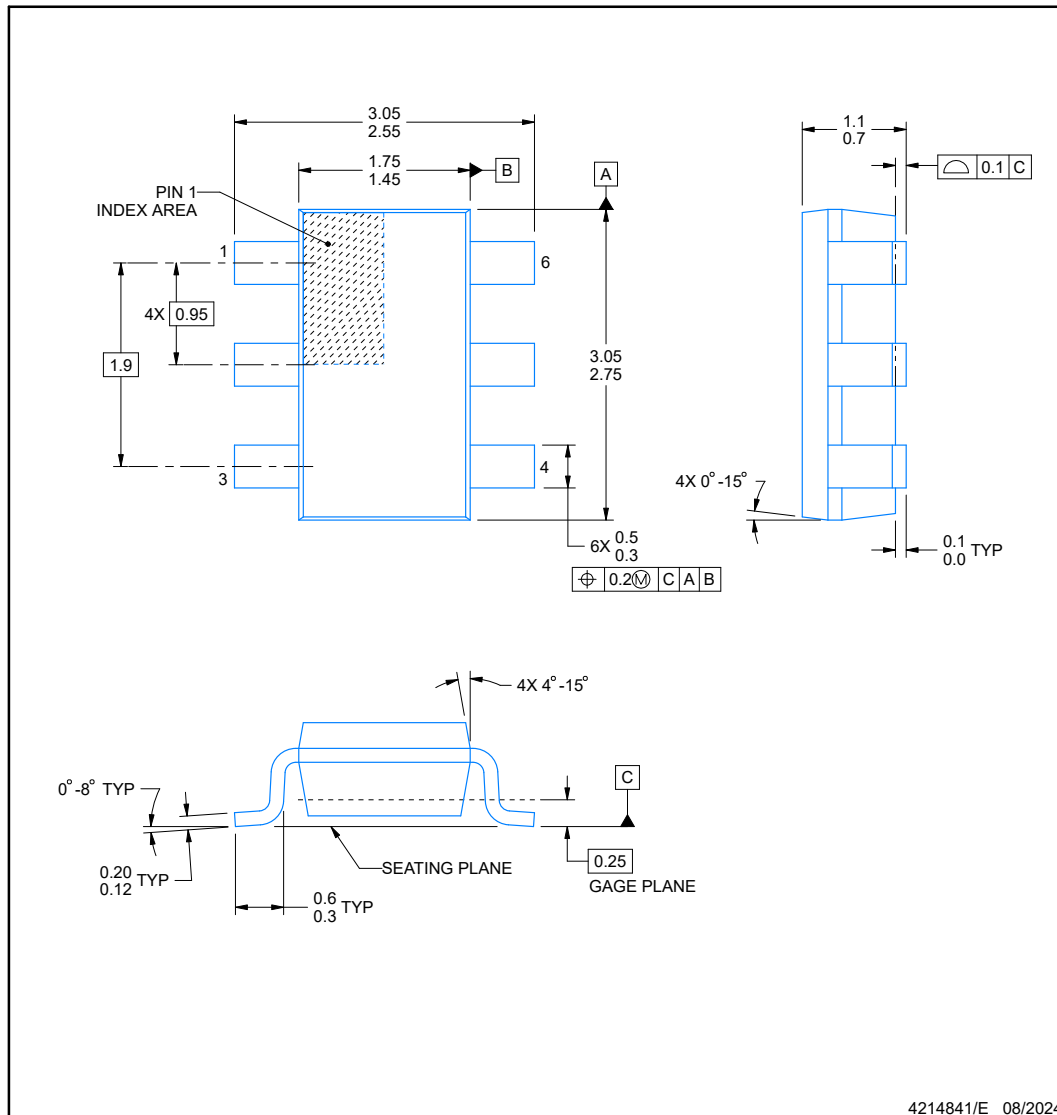
PACKAGE OUTLINE

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



DDC0006A



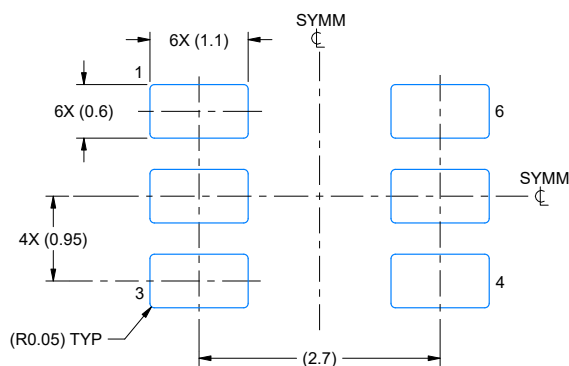
NOTES:

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. Reference JEDEC MO-193.

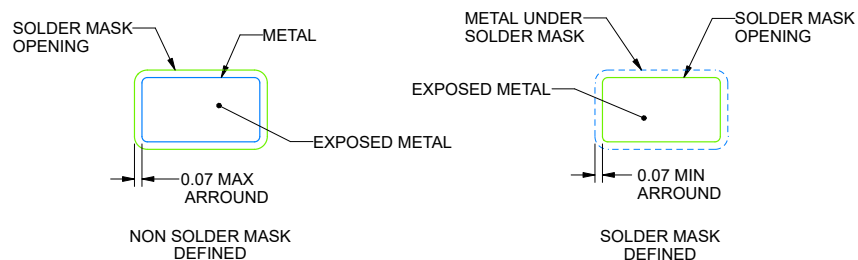
DDC0006A

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPLODED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDERMASK DETAILS

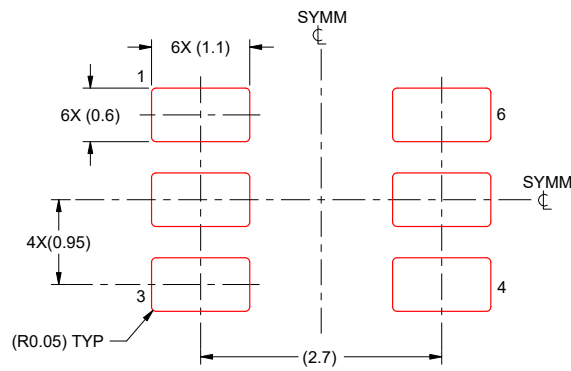
4214841/E 08/2024

NOTES: (continued)

4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN**DDC0006A****SOT-23 - 1.1 max height**

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 THICK STENCIL
 SCALE:15X

4214841/E 08/2024

NOTES: (continued)

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

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)
PREF53125AQDDCRQ1	Active	Preproduction	SOT-23-THIN (DDC) 6	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	

- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

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

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みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

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

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) 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