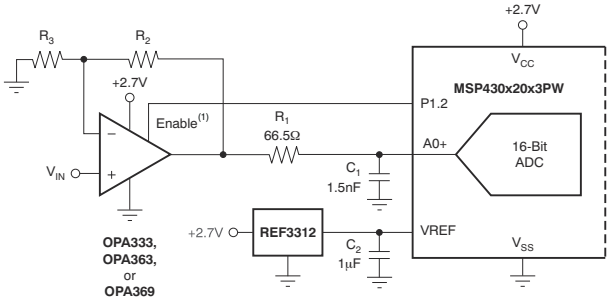
REF33xx 3.9µA、SC70-3、SOT-23-3、UQFN-8、30ppm/°C ドリフト電圧リファレンス

1 特長

- 超小型パッケージ: SC70-3、SOT-23-3、UQFN-8
- 低い消費電流:3.9µA (標準値)
- 極低ドロップアウト電圧: 110mV (標準値)
- 大出力電流:±5mA
- 低い温度ドリフト:30ppm/°C (最大値)
- 高い初期精度:±0.15% (最大値)
- 0.1Hz～10Hz のノイズ: 35µV$_{PP}$ (REF3312)
- 電圧オプション:1.2V、1.8V、2.5V、3V、3.3V

2 アプリケーション

- 携帯機器
- タブレット、スマートフォン
- ハード ディスク ドライブ
- センサ モジュール
- データ アクイジション システム
- 医療用機器
- 試験用機器



高電圧信号チェーンにおける REF3312

3 説明

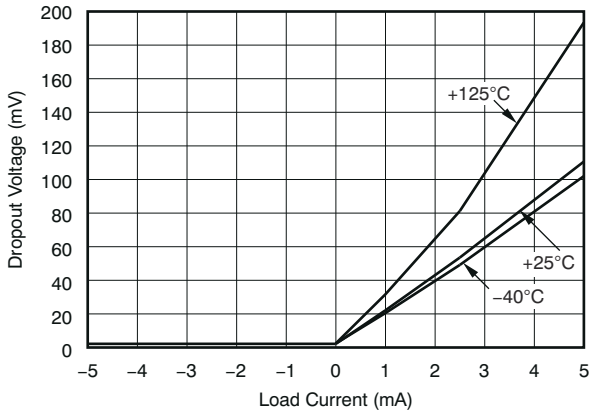
REF33xx は、低消費電力、高精度、低ドロップアウトの電圧リファレンス ファミリで、小型パッケージの SC70-3 と SOT-23-3、および 1.5mm x 1.5mm の UQFN-8 パッケージで供給されます。REF33xx はサイズが小さく、低消費電力 (最大 5µA) で、携帯用やおよびバッテリ駆動のアプリケーションに最適です。

REF33xx は、通常の負荷条件において、指定されている出力電圧を 180mV 上回る電源電圧で動作できます。ただし、最小電源電圧が 1.7V である REF3312 はこれに該当しません。いずれのモデルも、動作温度範囲の仕様は -40°C～+125°Cです。

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)
REF33xx	DBZ (SOT-23、3)	2.92mm × 2.37mm
	DCK (SC70、3)	2.00mm × 2.10mm
	RSE (UQFN、8)	1.50mm × 1.50mm

(1) 詳細については、セクション 12 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。



ドロップアウト電圧と負荷電流との関係

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 デバイスの比較.....3
5 ピン構成および機能.....4
6 仕様.....5
6.1 絶対最大定格.....5
6.2 ESD 定格.....5
6.3 推奨動作条件.....5
6.4 熱に関する情報.....5
6.5 電気的特性.....6
6.6 代表的特性.....8
7 パラメータ測定情報.....11
7.1 熱ヒステリシス.....11
8 詳細説明.....12
8.1 概要.....12
8.2 機能ブロック図.....12
8.3 機能説明.....12
8.4 デバイスの機能モード.....13
9 アプリケーションと実装.....14
9.1 使用上の注意.....14
9.2 代表的なアプリケーション.....14
9.3 電源に関する推奨事項.....19
9.4 レイアウト.....19
10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....21
10.1 ドキュメントのサポート.....21
10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....21
10.3 サポート・リソース.....21
10.4 商標.....21
10.5 静電気放電に関する注意事項.....21
10.6 用語集.....21
11 改訂履歴.....21
12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....22

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 デバイスの比較

製品名	説明
REF3312	1.25V
REF3318	1.8V
REF3320	2.048V
REF3325	2.5V
REF3330	3.0V
REF3333	3.3V

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 ピン構成および機能

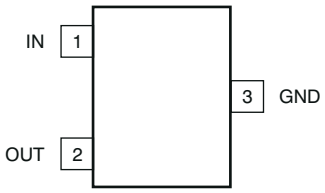


図 5-1. REF3312、REF3318、REF3320、REF3325、REF3330、REF3333DBZ パッケージ、DCK パッケージ SOT-23-3、SC70-3 (上面図)

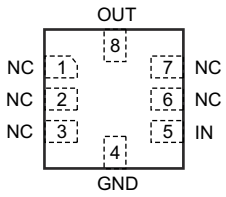


図 5-2. REF3312、REF3318、REF3320、REF3325、REF3330、REF3333RSE パッケージ UQFN-8 (上面図)

表 5-1. ピンの機能

ピン			説明
名称	DBZ、DCK	RSE	
GND	3	4	グランド
IN	1	5	入力電源電圧
NC	—	1、2、3、6、7	未接続
OUT	2	8	出力電圧

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 仕様

6.1 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
電圧	入力電圧		7.5	V
	出力電圧		5	
電流	出力短絡 I_{SC} (2)		180	mA
温度	動作	-50	150	°C
	接合部、T_J		150	
	保存、T_{stg}	-65	150	

(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」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
(2) このデータシートの「電源に関する推奨事項」セクションを参照してください。

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 準拠(1)	±4000	V
	荷電デバイス モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 準拠(2)	±1000	
	マシン モデル (MM)	±200	

(1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
(2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

6.3 推奨動作条件

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。

		最小値	公称値	最大値	単位
V_{IN}	電源入力電圧(1)	V_{OUT} + 0.2		5.5	V
I_{OUT}	出力電流範囲	-5		5	mA

(1) REF3312 の最小電源電圧は 1.7V です。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)		REF33xx		REF3325、REF3330	単位
		DCK (SC70)	DBZ (SOT-23)	RSE (UQFN)	
		3 ピン	3 ピン	8 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	279.7	313.1	61.2	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	136.3	144.0	32.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	56.9	109.3	16.0	°C/W
ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	11.0	18.2	1.3	°C/W
ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	56.1	107.9	16.0	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	該当なし	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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性

T_A = 25°C 時、V_{IN} = 5V、I_{LOAD} = 0mA (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
REF3312 (1.25 V)						
V_{OUT}	出力電圧			1.25		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		35		μV_{PP}
REF3318 (1.8 V)						
V_{OUT}	出力電圧			1.8		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		50		μV_{PP}
REF3320 (2.048 V)						
V_{OUT}	出力電圧			2.048		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		55		μV_{PP}
REF3325 (2.5 V)						
V_{OUT}	出力電圧			2.5		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		70		μV_{PP}
REF3330 (3.0 V)						
V_{OUT}	出力電圧			3.0		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		84		μV_{PP}
REF3333 (3.3 V)						
V_{OUT}	出力電圧			3.3		V
	初期精度		-0.15%		0.15%	
	出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz～10Hz		92		μV_{PP}
REF33xx (REF3312、REF3320、REF3325、REF3330、REF3333、REF3340)						
dV_{OUT}/dT	出力電圧の温度ドリフト	-40°C ～ 85°C		9	30	ppm/°C
		-40°C ～ 125°C		8	30	
$\Delta V_{O(\Delta VI)}$	ライン レギュレーション	V_{IN} = V_{OUT} + 200mV ～ 5.5V(1)	-50	6	50	ppm/V
		0°C ～ +70°C		6		
		-40°C ～ 85°C		8		
		-40°C ～ 125°C		30		
$\Delta V_{O(\Delta IL)}$	負荷レギュレーション	V_{IN} = V_{OUT} + 200mV(1)	-50	6	50	ppm/mA
		I_{LOAD} = ±5mA、0°C ～ 70°C		10		
		-40°C ～ 85°C		20		
		-40°C ～ 125°C		20		
	長期安定性 (3)	25°C で 0h ～ 1000h		55		ppm
dT	熱ヒステリシス(2)			90		ppm

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性 (続き)

T_A = 25°C 時、V_{IN} = 5V、I_{LOAD} = 0mA (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{IN} – V_{OUT}$	最小ドロップアウト電圧(1)	I_{LOAD} = ±5mA		110	160	mV
		0°C ～ 70°C		120		
		-40°C ～ 85°C		135		
		-40°C ～ 125°C		180		
		I_{LOAD} = ±2mA、-40°C ～ 85°C			70	
I_{SC}	短絡電流	ソースとシンク		35		mA
	容量性負荷		0.1		10	µF
	ターンオンのセトリング タイム	C_L = 1µF で 0.1% まで		2		ms
電源						
V_S	規定電圧範囲		V_{OUT} + 0.2(1)		5.5	V
	動作電圧範囲	I_{LOAD} = 0mA		V_{OUT} + 0.005	5.5	V
I_Q	電流			3.9	5	µA
		-40°C ～ 85°C		4.4	6.5	
		-40°C ～ 125°C		4.8	8.5	
温度						
T_A	仕様範囲		-40		125	°C
	動作範囲		-50		150	

(1) REF3312 の最小電源電圧は 1.7V です。
(2) 熱ヒステリシス測定の手順については、「熱ヒステリシス」セクションで詳細に説明します。
(3) 長期安定性の数値は、時間の経過に伴って減少します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 代表的特性

T_A = 25℃ で、V_{IN} = 5V、REF3325 を代表的特性の測定に使用 (特に記述のない限り)。

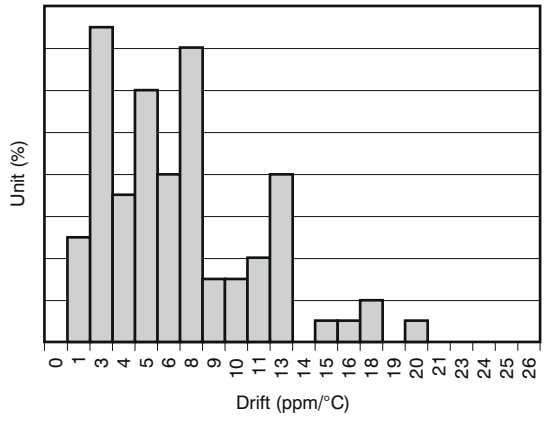


図 6-1. 温度ドリフト

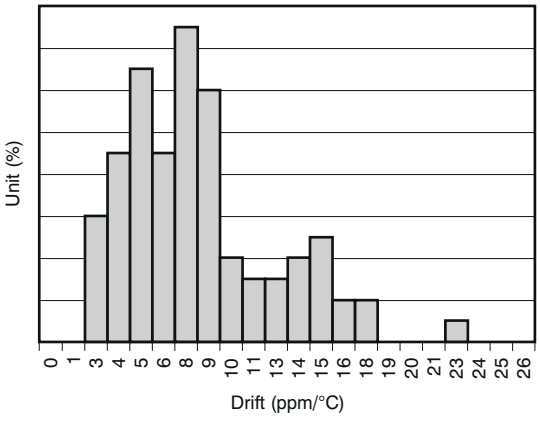


図 6-2. 温度ドリフト

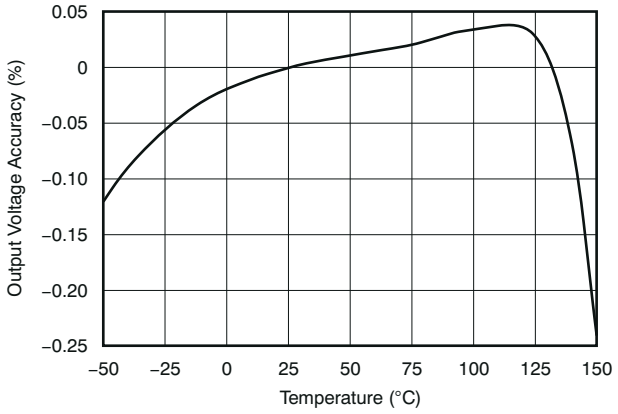


図 6-3. 出力電圧精度と温度との関係

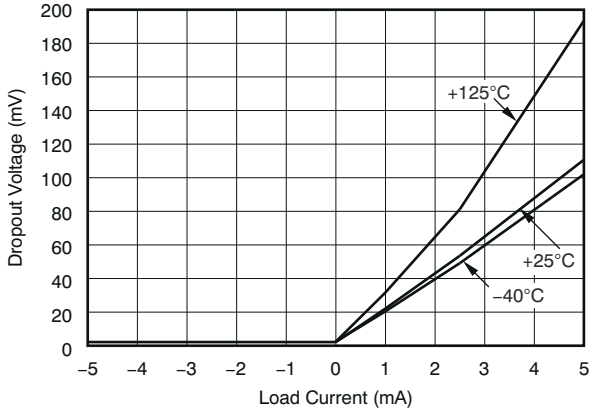


図 6-4. ドロップアウト電圧と負荷電流との関係

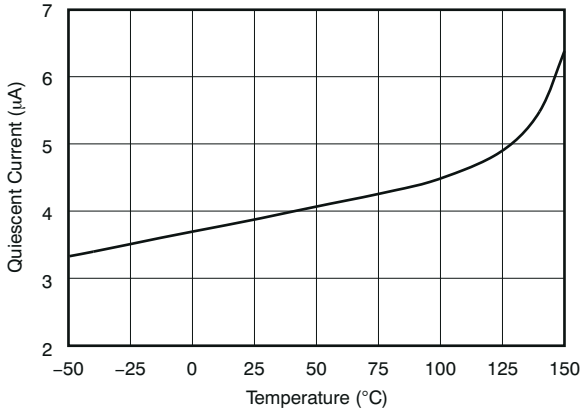


図 6-5. 静止電流と温度との関係

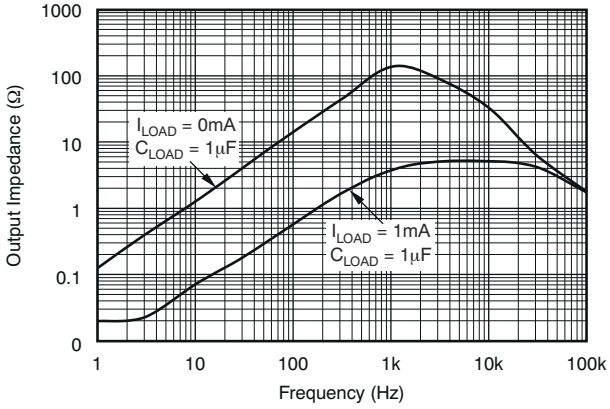


図 6-6. 出力インピーダンス 対 周波数

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 代表的特性 (続き)

T_A = 25℃ で、V_{IN} = 5V、REF3325 を代表的特性の測定に使用 (特に記述のない限り)。

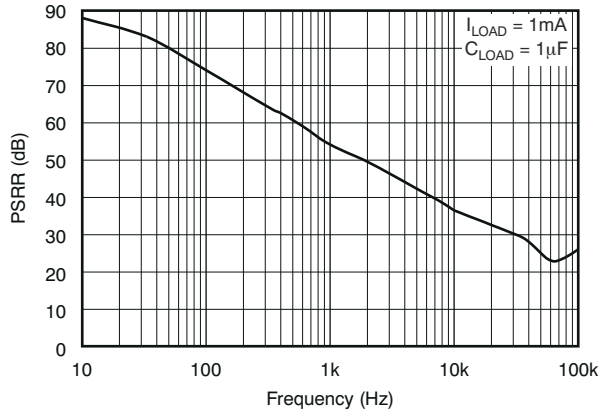


図 6-7. 電源除去比と周波数との関係

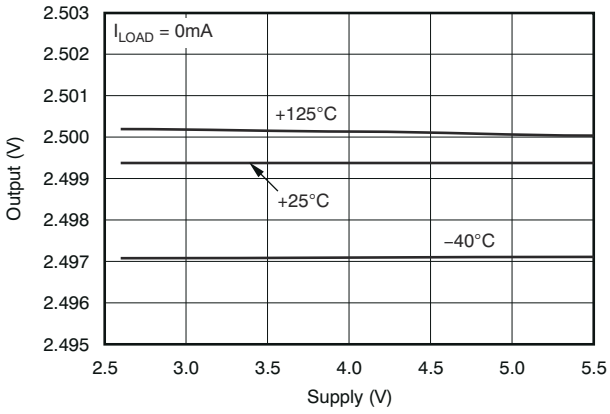


図 6-8. 出力　対　電源

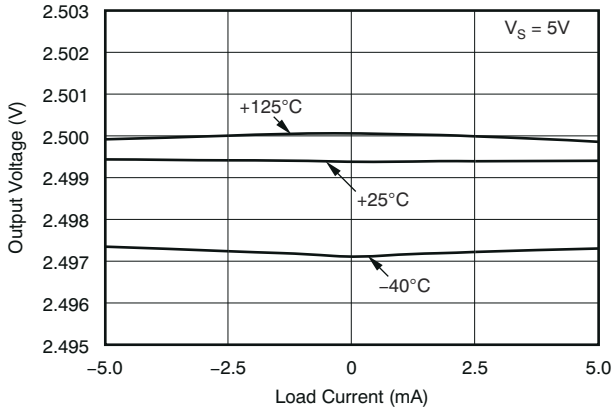
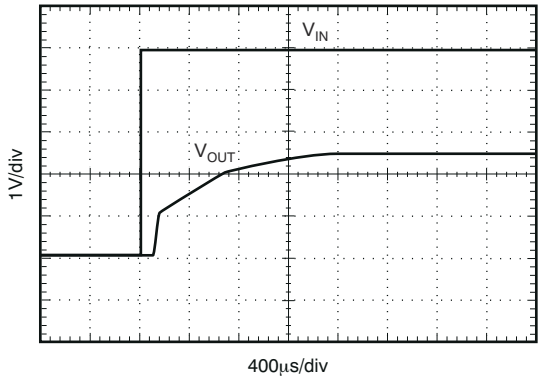


図 6-9. 出力電圧 対 負荷電流



CL = 1µF スタートアップ

図 6-10. ステップ応答

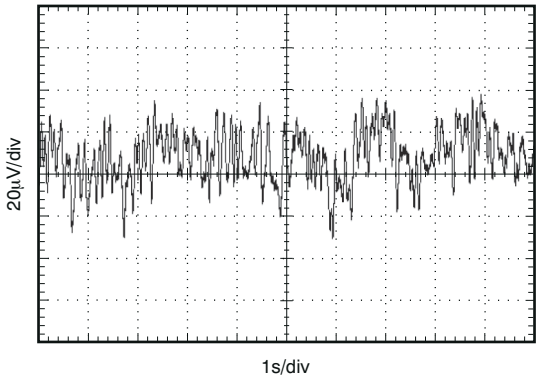
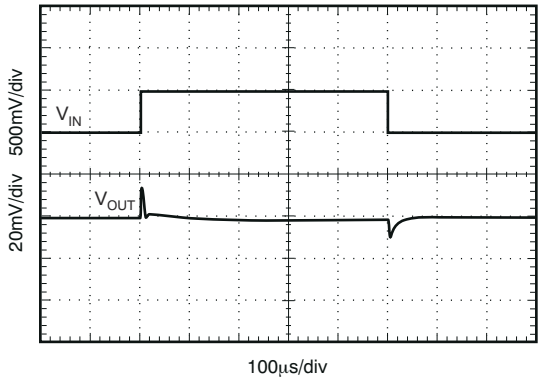


図 6-11. 0.1Hz～10Hz のノイズ

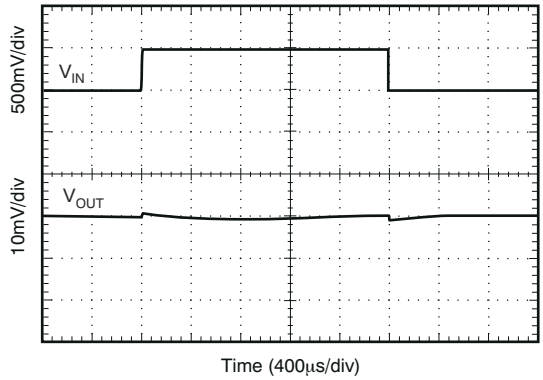


CL = 1µF、IOUT = 0mA

図 6-12. ライン トランジェント

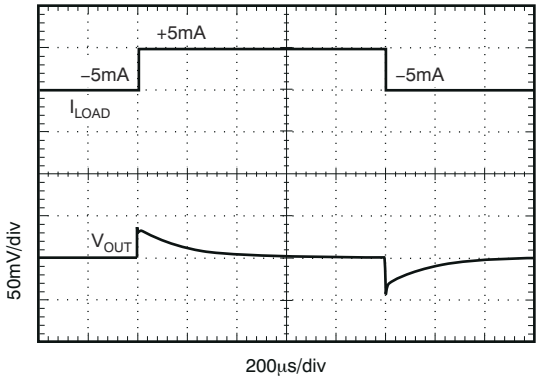
6.6 代表的特性 (続き)

T_A = 25℃ で、V_{IN} = 5V、REF3325 を代表的特性の測定に使用 (特に記述のない限り)。



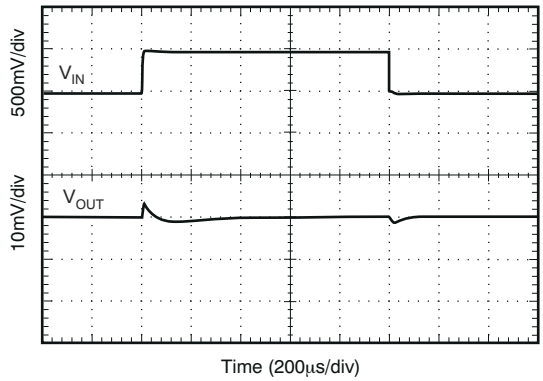
C_{LOAD} = 10µF、I_{OUT} = 0mA

図 6-13. ライン トランジェント



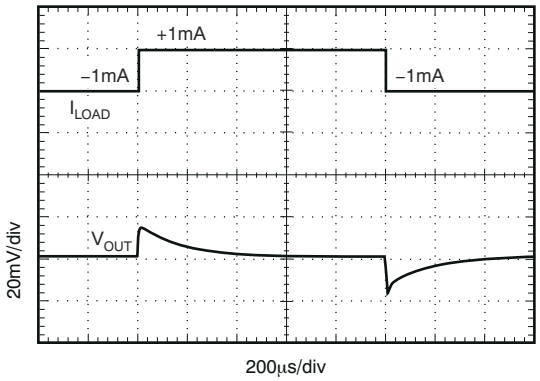
C_L = 1µF、±5mA 出力パルス

図 6-14. 負荷過渡応答



C_{LOAD} = 10µF、I_{OUT} = 1mA

図 6-15. ライン トランジェント



C_L = 1µF、±1mA 出力パルス

図 6-16. 負荷過渡応答

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 パラメータ測定情報

7.1 熱ヒステリシス

REF33xx の熱ヒステリシスは、デバイスを 25℃ で動作させ、規定温度範囲内でデバイスのサイクルを実行してから 25℃ に戻るときの、出力電圧の変化として定義されます。熱ヒステリシスは、式 1 のように表すことができます。

$$V_{HYST} = \left(\frac{|V_{PRE} - V_{POST}|}{V_{NOM}} \right) \times 10^6 (ppm) \quad (1)$$

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℃ 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℃ から -40℃ ～ 125℃ の仕様温度範囲でサイクルし、25℃ に戻した後に測定された出力電圧

8 詳細説明

8.1 概要

REF33xx は、極めて低いドロップアウト電圧、優れた初期電圧精度、高い出力電流を実現するよう特別に設計された、低消費電力の高精度バンドギャップ電圧リファレンスのファミリです。REF33xx の簡略ブロック図については、「機能ブロック図」セクションを参照してください。REF33xx の一般的な接続を、図 8-1 に示します。1µF ～ 10µF の範囲の電源バイパス コンデンサが推奨されます。出力の安定性を確立するため、出力の総容量性負荷は 0.1µF ～ 10µF の範囲までにする必要があります。

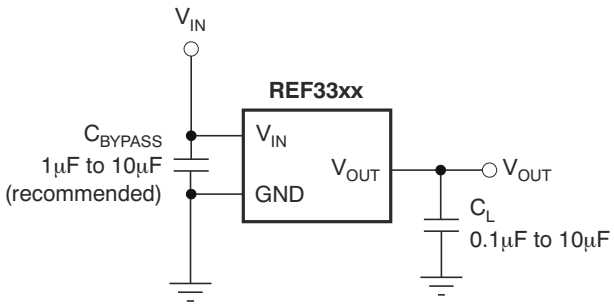
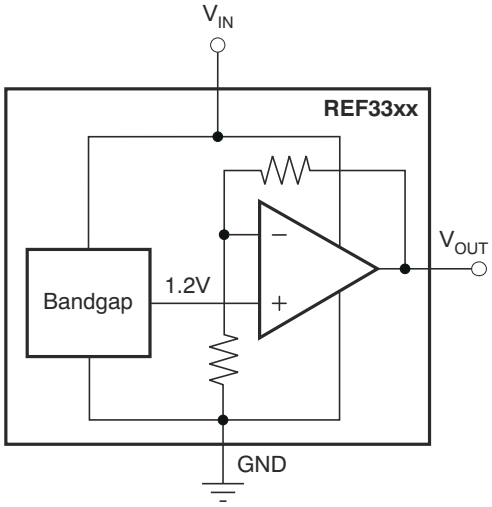


図 8-1. 基本的な接続

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

8.3.1 起動時間

REF33xx は高度な起動回路を備えています。起動時間は負荷 (0.1µF ～ 10µF) にほぼ依存しません。起動時には、電流昇圧回路により出力電圧が強制的に生成されます。プリセット電圧に達すると、REF33xx は出力回路の 2 段目に切り替わり、出力電圧を正確に設定します。図 8-2 に、3 つの異なる容量性負荷に対する REF3325 の起動時間を示します。3 つのすべての場合において、出力電圧は 2ms 以内に安定します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

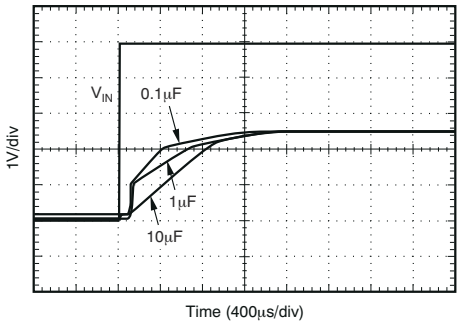


図 8-2. 起動時間

8.3.2 低温度ドリフト

REF33xx はドリフト誤差が最小限になるように設計されています。ドリフト誤差は、温度に対する出力電圧の変化として定義されています。ドリフトは、式 2 に記載されているボックス方式を使用して計算されます。

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{OUTMAX} - V_{OUTMIN}}{V_{OUT} \times \text{Temperature Range}}\right) \times 10^6 (\text{ppm}) \quad (2)$$

8.3.3 消費電力

REF33xx ファミリは、指定された入力電圧範囲にわたって ±5mA の電流負荷を供給することが規定されています。デバイスの温度は、式 3 に従って上昇します。

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

ここで、

- T_J = 接合部温度 (°C)
- T_A = 周囲温度 (°C)
- P_D = 消費電力 (W)

$$= V_{IN} \times I_Q + (V_{IN} - V_{OUT}) I_{OUT} \quad (4)$$

- $R_{\theta JA}$ = 接合部から周囲への熱抵抗 (°C/W)

REF33xx の接合部温度は、絶対最大定格の 150°Cを超えないようにしてください。

8.3.4 ノイズ性能

REF33xx ファミリの各製品の標準的な 0.1Hz ～ 10Hz の電圧ノイズを、「電気的特性」表に示します。出力電圧と動作温度に応じて、ノイズ電圧が上昇します。出力ノイズ レベルを向上させるには、追加のフィルタリングを使用してください。必ず、出力インピーダンスによって出力電圧の精度が低下していないことを確認してください。

8.4 デバイスの機能モード

REF33xx は、IN ピンの電圧が V_{OUT} + 0.2V を上回るとオンになります。最小電源電圧が 1.7V である REF3312 はこれに該当しません。REF33xx の最大入力電圧は 5.5V です。1µF ～ 10µF の範囲の電源バイパス コンデンサを使用してください。出力の安定性を確保するため、出力の総容量性負荷は 0.1µF ～ 10µF までにする必要があります。

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

REF33xx は、極めて低いドロップアウト電圧、優れた初期電圧精度、高い出力電流を実現するよう特別に設計された、低消費電力の高精度バンドギャップ電圧リファレンスのファミリです。SC70-3、SOT-23-3、UQFN-8 は非常に小型であるため、これらのリファレンスは、スペースに制約のあるアプリケーションに最適です。次のセクションで一般的なアプリケーションを取り上げます。

9.2 代表的なアプリケーション

9.2.1 バイポーラ信号チェーン構成における REF3312

図 9-1 の回路は、低消費電力のリファレンス / コンディショニング回路で構成されています。この回路は、MSP430™ に内蔵されている A/D コンバータ (ADC) などの単一電源、低消費電力の 16 ビット ΔΣ ADC の適切な入力範囲内で、バイポーラ入力電圧を減衰させてレベル シフトします。高精度のリファレンス回路を使用して、入力信号のレベル シフト、ADC リファレンス電圧の供給、低消費電力アナログ回路用の安定した電源電圧の生成を行います。低消費電力でゼロドリフトのオペアンプ回路を使用して、入力信号を減衰およびレベル シフトします。

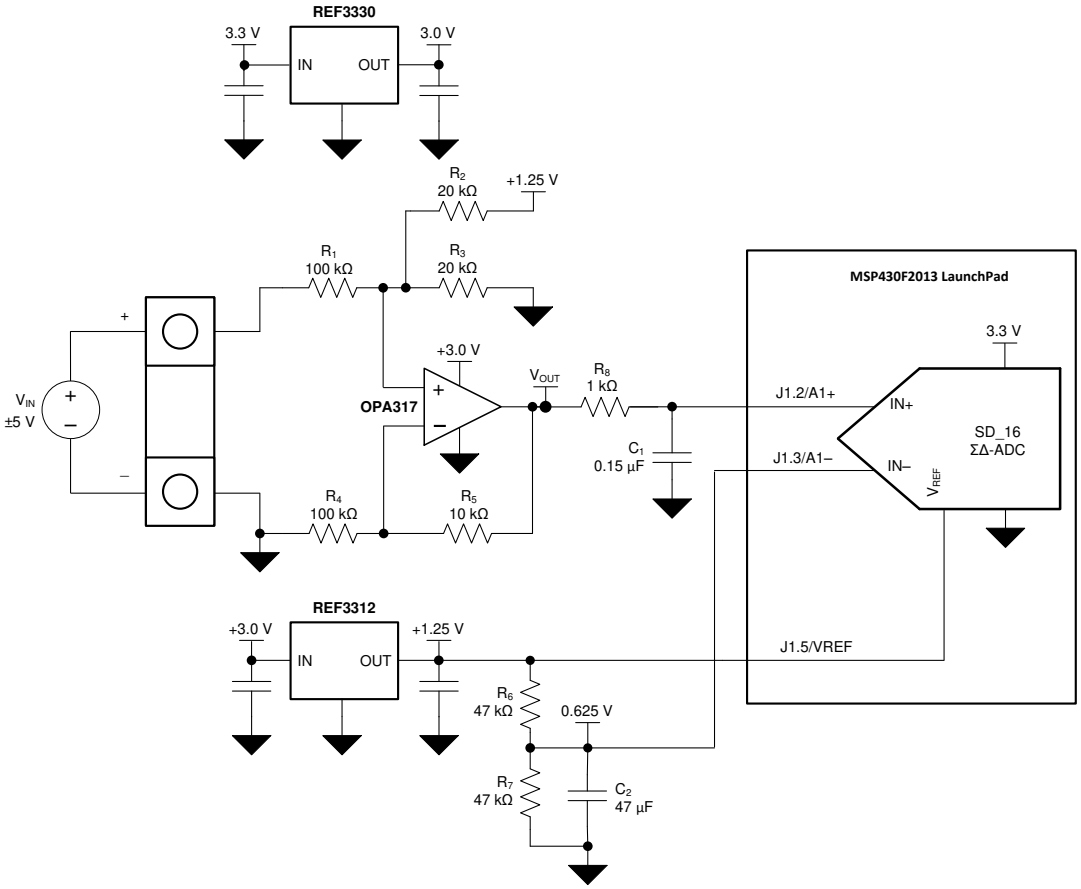


図 9-1. バイポーラ信号チェーン構成

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.1 設計要件

設計要件は次のとおりです。

- 電源電圧:3.3V
- 最小入力電圧:±6V
- 規定入力電圧:±5V
- ADC 基準電圧:1.25V

9.2.1.2 詳細な設計手順

図 9-1 に、MSP430 の ADC 入力と完全な入力コンディショニング回路を示す、この設計の概略回路図を示します。この ADC はバイポーラ測定用に構成されており、最終的な変換結果は ADC の正入力 A1+ と負入力 A1- の間の差動電圧 V_{DIFF} です。グランドを基準とするバイポーラ入力信号は、出力が $V_{REF}/2$ にバイアスされ、差動電圧が ADC の $\pm V_{REF}/2$ の入力範囲内になるように、オペアンプによってレベルシフトおよび減衰される必要があります。オペアンプ回路の伝達関数は式 5 に単純化されます。

$$A1+ = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right)V_{REF} + \left(\frac{R_2 \parallel R_3}{R_1}\right)V_{IN} \quad (5)$$

ここで、

- $R_1 = R_4$
- $R_5 = R_2 \parallel R_3$

負の ADC 入力 A1- に印加される電圧は、R6 と R7 で形成される抵抗分圧器に基づいており、R6 = R7 に設定することで $V_{REF}/2$ に設定されます (式 6 を参照)。

$$A1- = \left(\frac{R_7}{R_6 + R_7}\right)V_{REF} = \frac{V_{REF}}{2} \quad (6)$$

9.2.1.2.1 オペアンプ レベル シフト設計

電圧 R_2、R_3、V_{REF} の比によって、差動入力が 0V のときのオペアンプ出力の電圧が決まります。式 7 に示すように、V_{IN} = 0V のとき V_{OUT} が電圧 $V_{REF}/2$ に等しくなるように部品を選択します。

$$A1+ = \frac{V_{REF}}{2} = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right)V_{REF} \quad (7)$$

ここで、

- V_{IN} = 0V
- $R_2 = R_3$

式 8 に示すように、式 5 で $R_3 = R_2$ に設定して、R_5 の値を求めます。

$$R_5 = \left(\frac{R_2 \times R_2}{R_2 + R_2}\right) = \frac{{R_2}^2}{2 \times R_2} = \frac{R_2}{2} \quad (8)$$

9.2.1.2.2 差動入力アッテネータ設計

V_{DIFF} は、式 9 に示すように 2 つの入力の差です。

$$V_{DIFF} = (A1+) - (A1-) = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right)V_{REF} + \left(\frac{R_2 \parallel R_3}{R_1}\right)V_{IN} - \frac{V_{REF}}{2} \quad (9)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

R_3 と R_2 の比が R_7 と R_6 の比に等しい場合、式 9 は単純化されて式 11 になります。

つまり、次の場合:

$$\left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right)V_{REF} = \left(\frac{R_7}{R_6 + R_7}\right)V_{REF} = \frac{1}{2}V_{REF} \quad (10)$$

その後:

$$V_{DIFF} = \left(\frac{R_2 \parallel R_3}{R_1}\right)V_{IN} \quad (11)$$

フルスケールの正または負の入力電圧 VIN_MAX について、A1+ に最大値 V_{DIFF} と等しい値を設定して、R_1、R_2、R_3 の比を決定します (式 12 を参照)。

$$A1+ = V_{DIFF_MAX} = \left(\frac{R_2 \parallel R_3}{R_1}\right)V_{IN_MAX} \quad (12)$$

R_2 は R_3 と等しいため、式 12 が $R_2/2$ に単純化されて、式 13 になります。

$$V_{DIFF_MAX} = \left(\frac{R_2}{2 \times R_1}\right)V_{IN_MAX} \quad (13)$$

9.2.1.2.3 入力フィルタリング

どちらの入力も、1 次ローパスのアンチ エイリアシング フィルタを備えており、ADC に印加する入力信号の帯域幅とノイズが制限されます。A1+ フィルタは R_8 と C_1 で構成されます。式 14 はカットオフ周波数 -3dB の式です。

$$f_{-3dB_A1+} = \frac{1}{2 \times \pi \times R_8 \times C_1} \quad (14)$$

A1- 入力フィルタは、C_2、および、抵抗 R_6 と R_7 の並列接続によって構成されています (式 15 を参照)。

$$f_{-3dB_A1-} = \frac{1}{2 \times \pi \times \left(\frac{R_6}{2}\right) \times C_2} \quad (15)$$

9.2.1.2.4 部品選定

9.2.1.2.4.1 基準電圧

高精度・低消費電力電圧リファレンスの REF33xx シリーズは、MSP430 の低消費電力と相性が良く、精度目標を達成することもできます。MSP430F2013 の 16 ビット コンバータは、表 9-1 に示すように、1V ～ 1.5V の外部リファレンス電圧 (標準リファレンス入力は 1.25V) を許容します。

表 9-1. SD16_A、外部リファレンス入力 (MSP430F20x3)

パラメータ (1)		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{REF(I)}$	入力電圧範囲	VCC = 3V、SD16REFON = 0	1	1.25	1.5	V
$I_{REF(I)}$	入力電流	VCC = 3V、SD16REFON = 0			50	nA

(1) 電源電圧が推奨範囲内で、自由気流の動作温度範囲内のとき (特に記述のない限り)。

REF3312 は、MSP430 ADC に適した必要な 1.25V リファレンス電圧を供給します。「電気的特性」に示す REF3312 出力の精度は、システム全体の精度に直接影響するため、対象の未調整誤差目標よりも低くする必要があります。REF3312 の最大初期精度仕様 ±0.15% は、未調整誤差設計目標である 0.15% と等しいため、この設計での誤差バジェットの大半を基準精度に割り当てる必要があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

MSP430 に電力を供給する 3.3V システムの電源電圧は、他のデバイスに電力を供給することもできるため、レギュレーションやノイズの問題が発生する可能性があります。REF3330 は、オペアンプ、REF3312、その他の低消費電力アナログ回路で使用される高精度で安定した 3.0V 出力を生成します。REF33xx シリーズは、V_{OUT} + 200mV のドロップ出力電圧に対応します。したがって、入力電源が 3.2V を上回っている限り、REF3330 は安定化した 3.0V 出力を生成します。REF33xx シリーズの出力電流は、図 6-9 に示すように ±5mA に指定されていますが、REF3312 と低消費電力オペアンプにはこれで十分です。

9.2.1.2.4.2 オペ アンプ

OPA317 オペアンプを使用する理由は、低いオフセット電圧、低いオフセット電圧ドリフト、CMRR、低消費電力です。OPA317 の DC 仕様は、テキサス・インスツルメンツの『低オフセット、レール ツー レール I/O オペアンプ高精度カタログ』のデータシートに記載されており、これは www.ti.com からダウンロードできます。100µV の最大オフセットはフルスケール信号のわずか 0.001% しか占めず、低ドリフトにより温度ドリフトの影響が低減されます。したがって、すでに説明したように、この設計の誤差のほとんどは、基準精度と受動部品の公差によるものです。

9.2.1.2.5 入力減衰とレベル シフト

この設計では、差動電圧が±V_{REF}/2 または ±0.625V の入力範囲内に収まるようにするために、バイポーラの ±5V 入力の減衰とレベルシフトを行う必要があります。オペアンプの出力精度と ADC 入力の精度は、電源レールや V_{REF} 電圧付近で劣化する可能性があるため、この出力は、0.125V ～ 1.125V、または、±5V の入力に対して ±0.5V を生成するように設計されています。このように出力をスケーリングすることで、許容入力範囲も ±6V に拡大され、アンダースケール電圧とオーバースケール電圧の測定と保護が可能になります。

式 16 に示すように、±5V の入力を ±0.5V の差動電圧にスケーリングするには式 13 を使用します。

$$0.5V = \left(\frac{R_2}{2 \times 100k\Omega}\right) \times 5V \tag{16}$$

ここで、

- $R_1 = R_4 = 100k\Omega$

この設計では、R_1 と R_4 が入力インピーダンスの大部分を占めるため、これらが 100kΩ に設定されています。より大きな値を選択して、入力ノイズを犠牲にして入力インピーダンスを大きくすることもできます。

R_2 と R_3 の値として 20kΩ を選択した場合、R_5 の値は式 17 のように算出されます。

$$R_5 = \left(\frac{R_2}{2}\right) \times 10k\Omega \tag{17}$$

ここで、

- $R_2 = R_3 = 20k\Omega$

A1- が V_{REF} /2 と等しい場合、R_6 は R_7 と等しくなければなりません。ADC の入力を駆動するのに十分なインピーダンスを確保しつつ、消費電力を抑えるために、47kΩ の抵抗を 2 つ使用しています。

9.2.1.2.6 入力フィルタリング

MSP430 の ADC は、オーバーサンプリング レート (OSR) 256 で 1.1MHz の SMCLK から約 4.3kHz のサンプル レートを実現するように構成されています。入力信号帯域幅を制限するため、入力フィルタのカットオフ周波数は 1kHz に設定されます (式 19 を参照)。R_8 は、ローパス フィルタの容量性負荷から絶縁するため 1kΩ になっており、これによって安定性に関する懸念が緩和されます。

$$f_{-3dB_A1+} = 1kHz = \frac{1}{2 \times \pi \times R_8 \times C_1} \tag{18}$$

ここで、

$$C_1 = \frac{1}{2 \times \pi \times 1k\Omega \times 1kHz} = 159nF \quad (19)$$

C_1 を 150nF まで下げて標準値にします。

デルタ シグマ (ΔΣ) コンバータの A1- 入力はバッファされていないため、内部サンプリング コンデンサに電荷を供給するには大容量のコンデンサが必要です。47µF コンデンサを選択すると、式 20 に示すカットオフ周波数が得られます。

$$f_{-3dB_A1-} = \frac{1}{2 \times \pi \times \left(\frac{R_6}{2}\right) \times C_2} = 0.144Hz \quad (20)$$

このような低周波カットオフに耐えられないために起動時間が長くなるアプリケーションでは、A1- 入力を別の OPA317 とともにバッファし、低入力コンデンサで ADC 入力を適切に駆動させます。

9.2.1.2.7 受動品の許公差と素材

抵抗 R_1、R_2、R_3、R_4、R_5、R_6、R_7 は回路の制度に直接影響します。未調整の精度目標 0.2% を満たすために使用されている抵抗は 0.1% です。差動アンプ回路の構造に対して 0.1% の抵抗を選択して、60dB 以上の同相除去比 (CMRR) を実現します。

9.2.1.3 アプリケーション曲線

9.2.1.3.1 DC 性能

回路の DC 性能の測定値と誤差の計算値をそれぞれ図 9-2 と図 9-3 に示します。指定された ±5V の入力範囲にわたって 2 点ゲインとオフセット較正を適用することで較正された誤差を図 9-4 に示します。較正されていない結果は、138µV または 0.0138%FSR の誤差を示しています。単純な 2 点較正で較正された結果は、±5V の規定入力範囲で 5µV または 0.0005%FSR の誤差を示しています。

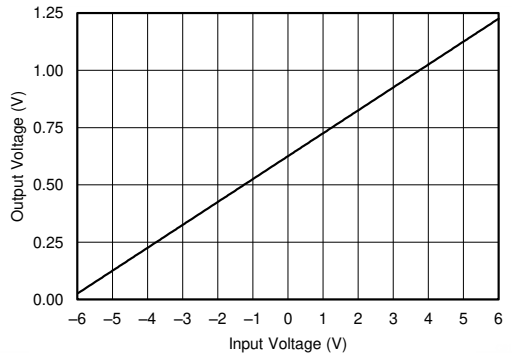


図 9-2. ±6V 入力で測定された DC 伝達関数

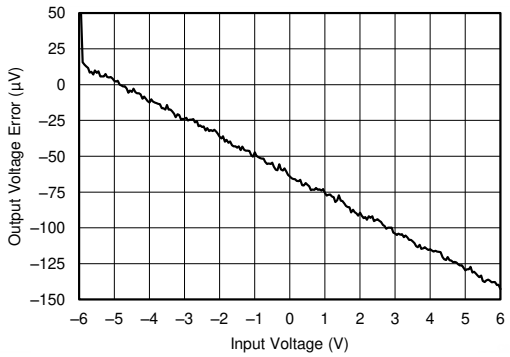


図 9-3. ±6V 入力で測定された出力誤差

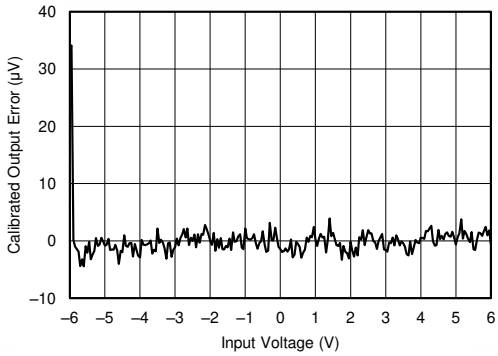


図 9-4. ±6V 入力で較正された出力誤差

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.3.2 AC 性能

減衰回路とレベルシフト回路の AC 伝達関数を図 9-5 に示します。

図 9-6 に示すように、低周波 AC CMRR 性能で測定された値は 62dB です。

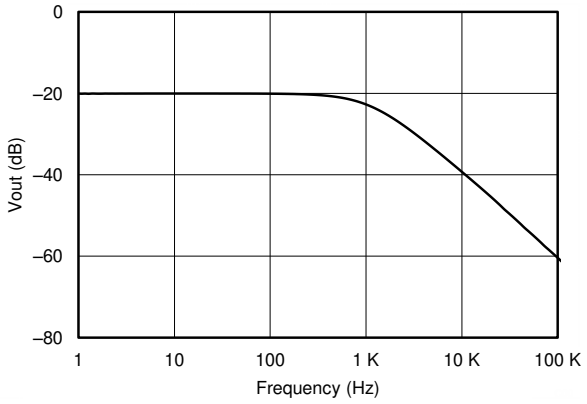


図 9-5. 測定された AC 伝達関数

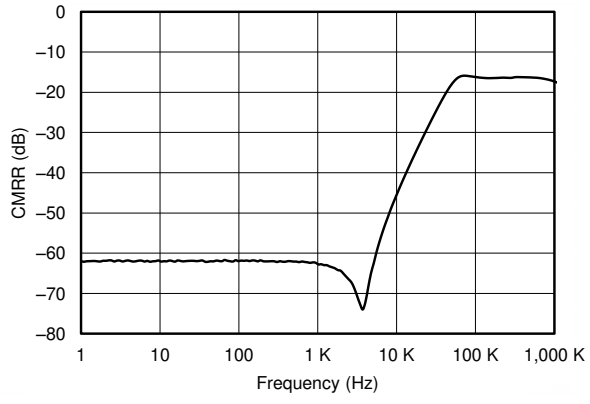


図 9-6. AC CMRR の測定結果

9.3 電源に関する推奨事項

REF33xx ファミリの電圧リファレンスの特長は、非常に低いドロップアウト電圧です (REF3312 を除く)。REF3312 の最小入力電圧要件は 1.7V です。これらのリファレンスは、電源電圧が出力電圧を 110mV 上回っており、負荷が 5mA (標準) である状態で機能動作します。有負荷状態については、「代表的特性」の図 6-4 に、標準的なドロップアウト電圧と負荷の関係を示したグラフを示します。

REF33xx が容量性負荷に接続されているときに、IN ピンに接続された電源電圧が急速に移動すると、OUT ピン経由で逆電圧が REF33xx に放出される可能性があります。この電圧が 5V 以下であれば、REF33xx に損傷を与えることはありません。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

この設計で最適な性能を実現するため、標準的なプリント基板 (PCB) レイアウト ガイドラインに従ってください。これには、すべての IC の近くで行う適切なデカップリングや、大きな銅箔を使用した電源とグランドの適切な接続についても記載されています。MSP430 LaunchPad™ に直接接続するコネクタを含めた PCB サイズを選択します。

図 9-7 に、REF33xx を使用したデータ アクイジション システムの PCB レイアウトの例を示します。

主な検討事項は次のとおりです。

- REF33xx の安定性を確保するため、IN ピンにはバイパス用として低 ESR の 1µF セラミック コンデンサを、OUT ピンには 0.1µF ～ 10µF のセラミック コンデンサを接続してください。
- デバイスの仕様に従って、システム内の他のアクティブ デバイスをデカップリングします。
- グランド プレーンを使用すると熱が分散されて EMI ノイズを拾いにくくなります。
- 外付け部品は、可能な限りデバイスに近く配置します。この構成により、寄生誤差 (ゼーベック効果など) の発生を防止できます。
- ADC へのバイアス接続とリファレンス電圧の間のパターン長を最小限に抑えて、ノイズのピックアップを低減します。
- デジタル パターンと並行して敏感なアナログ パターンを配線しないでください。デジタル パターンとアナログ パターンはできるだけ交差しないようにします。どうしても必要な場合には、直角に交差させます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.4.2 レイアウト例

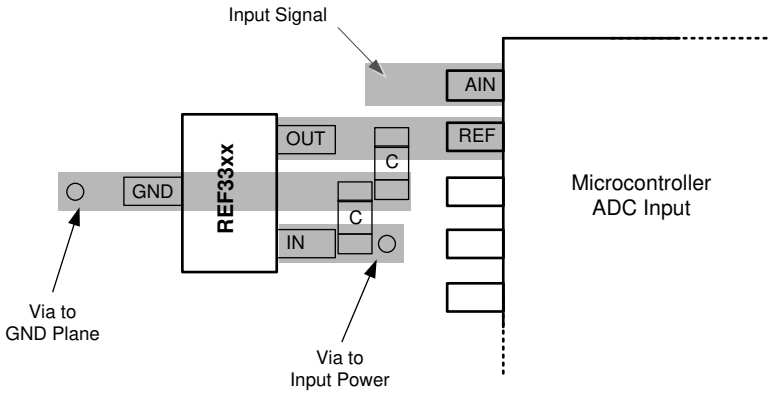


図 9-7. レイアウト例

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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

- テキサス インスツルメンツ、『1.8V、700nA、ゼロクロスオーバ、レール ツー レール I/O オペアンプ』データシート
- テキサス インスツルメンツ、『1.8V、7MHz、90dB CMRR、単一電源、レール・ツー・レール I/O オペアンプ』データシート
- テキサス インスツルメンツ、『高速、高精度、ゲイン 0.2、レベル変換機能搭載、差動アンプ』データシート
- テキサス インスツルメンツ、『OPAx333 1.8V、マイクロパワー、CMOS オペアンプ、ゼロドリフト シリーズ』データシート

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

LaunchPad™ and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks 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 H (August 2019) to Revision I (April 2026)	Page
• 文書全体にわたって表、図、式、クロスリファレンスの採番方法を更新	1
• デバイス REF3312、REF3318、REF3320、REF3325、REF3330、REF3333 を TI.com の REF33 プロダクト フォルダに移動させ、データシートのヘッダーを更新	1
• 「製品情報」表を「パッケージ情報」に変更	1

Changes from Revision G (December 2016) to Revision H (August 2019)	Page
• 「推奨動作条件」セクションの最大動作電流値を変更	5

• 表のタイトルを REF33xx (REF3312、REF3320、REF3325、REF3330、REF3333、REF3340) に変更..... 6

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)
REF3312AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDBZT1G4	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDBZT1G4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33A
REF3312AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIDCKR1G4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIDCKR1G4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R12
REF3312AIRSER	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3312AIRSER.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3312AIRSERG4	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3312AIRSERG4.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3312AIRSET	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3312AIRSET.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	5G
REF3318AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDBZTG4	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDBZTG4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33B
REF3318AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18
REF3318AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18
REF3318AIDCKRG4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18
REF3318AIDCKRG4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18
REF3318AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18

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)
REF3318AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R18
REF3320AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDBZT1G4	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDBZT1G4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33C
REF3320AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3320AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3320AIDCKRG4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3320AIDCKRG4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3320AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3320AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R20
REF3325AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDBZR1G4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDBZR1G4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33D
REF3325AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIDCKR1G4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIDCKR1G4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R25
REF3325AIRSER	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	GN
REF3325AIRSER.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	GN
REF3325AIRSERG4	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	GN
REF3325AIRSERG4.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	GN
REF3330AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E
REF3330AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E

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)
REF3330AIDBZRG4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E
REF3330AIDBZRG4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E
REF3330AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E
REF3330AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33E
REF3330AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIDCKR1G4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIDCKR1G4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R30
REF3330AIRSER	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	EN
REF3330AIRSER.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	EN
REF3330AIRSERG4	Active	Production	null (null) |	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	EN
REF3330AIRSERG4.A	Active	Production	UQFN (RSE) | 8	5000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	EN
REF3333AIDBZR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDBZR.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDBZRG4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDBZRG4.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDBZT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDBZT.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33F
REF3333AIDCKR	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33
REF3333AIDCKR.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33
REF3333AIDCKRG4	Active	Production	null (null) |	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33
REF3333AIDCKRG4.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33
REF3333AIDCKT	Active	Production	null (null) |	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33
REF3333AIDCKT.A	Active	Production	SC70 (DCK) | 3	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R33

(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.

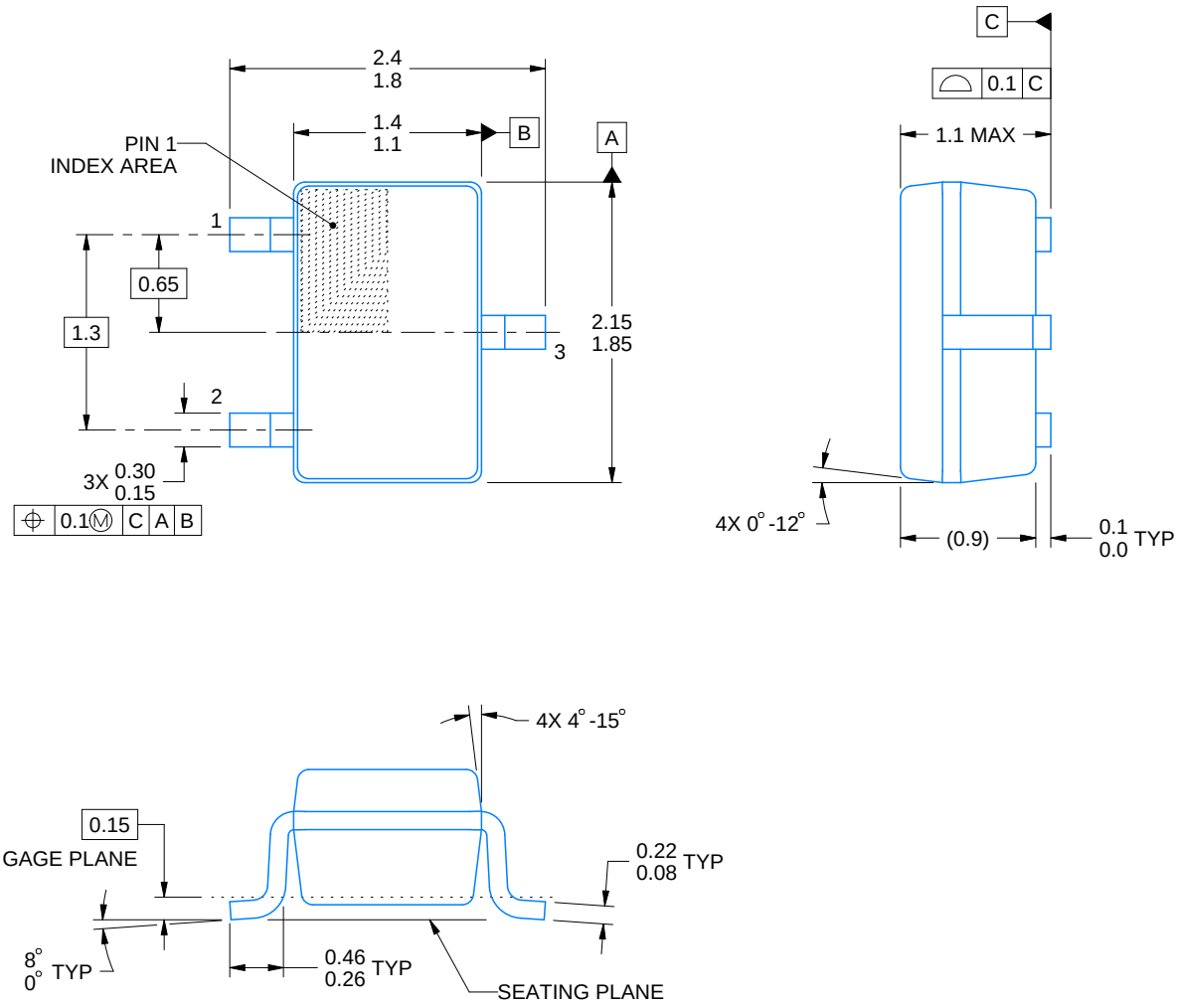
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

PACKAGE OUTLINE

DCK0003A

SOT-SC70 - 1.1 max height

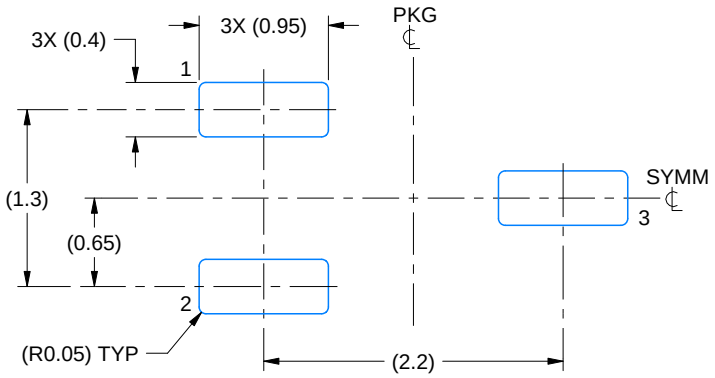
SMALL OUTLINE TRANSISTOR SC70



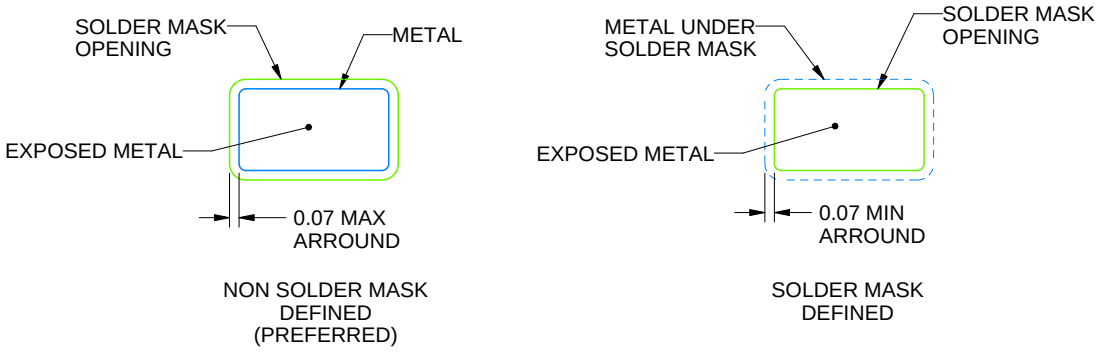
4220745/F 11/2024

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25mm per side



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:18X

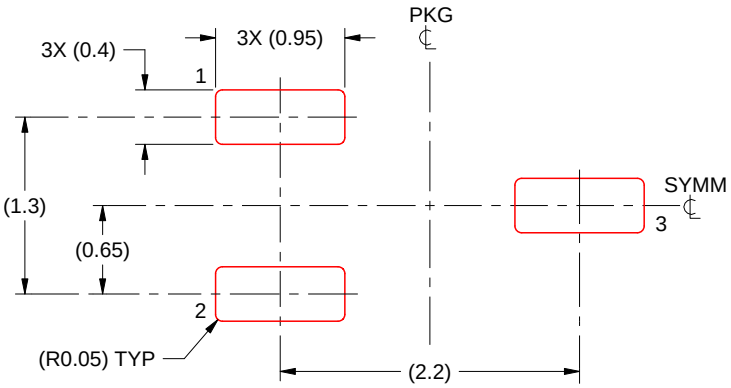


SOLDER MASK DETAILS

4220745/F 11/2024

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.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 THICK STENCIL
SCALE:18X

4220745/F 11/2024

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.

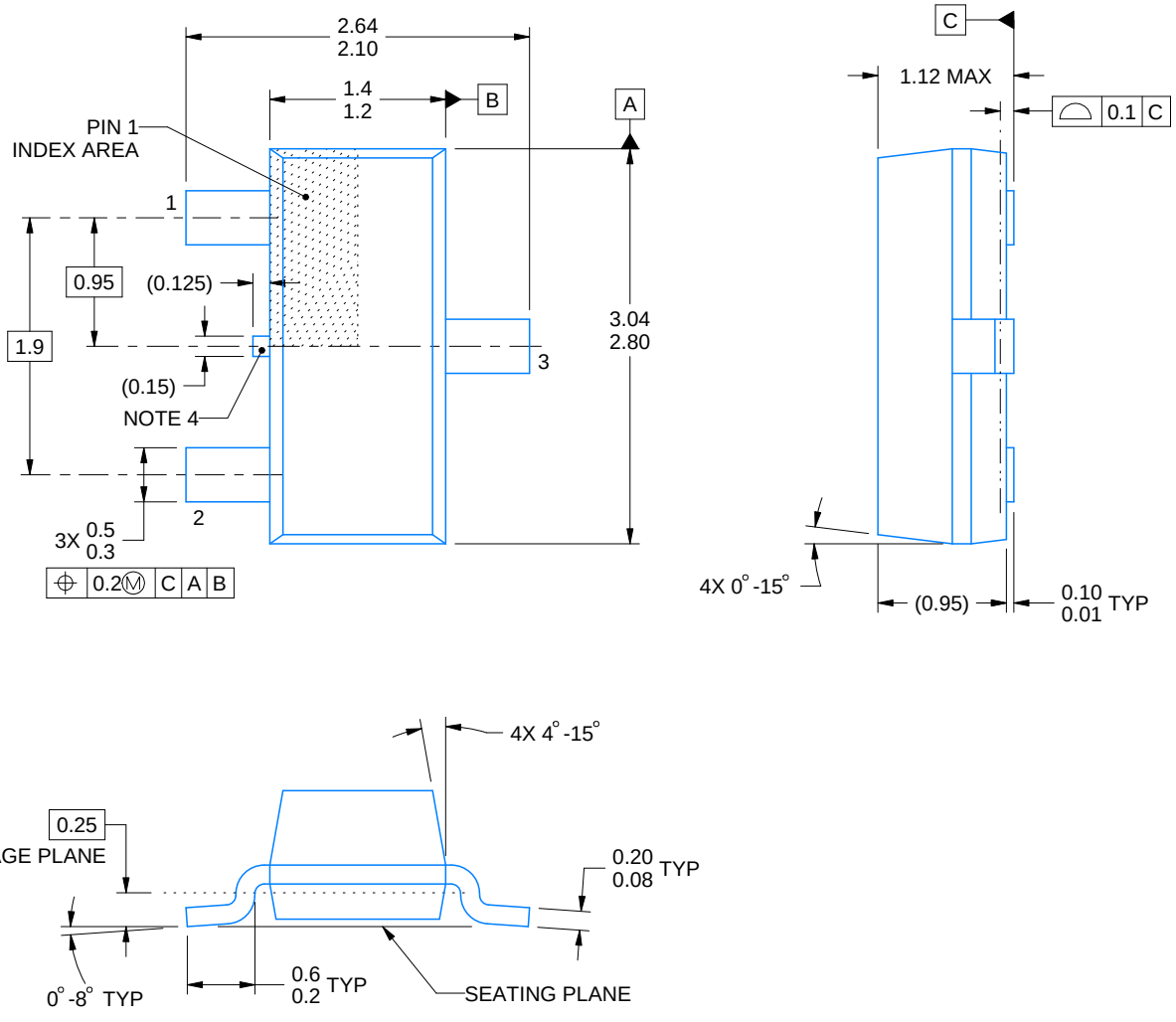
PACKAGE OUTLINE

DBZ0003A



SOT-23 - 1.12 mm max height

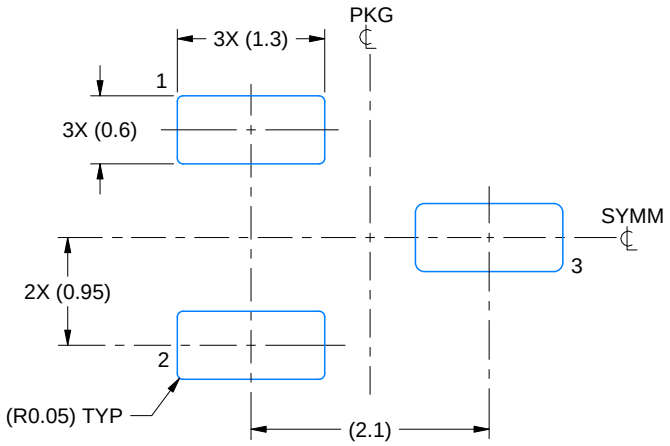
SMALL OUTLINE TRANSISTOR



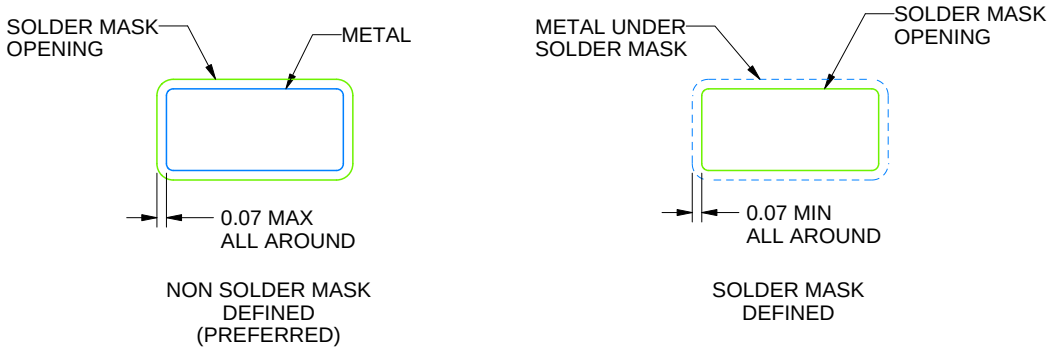
4214838/F 08/2024

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC registration TO-236, except minimum foot length.
4. Support pin may differ or may not be present.
5. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25mm per side



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:15X

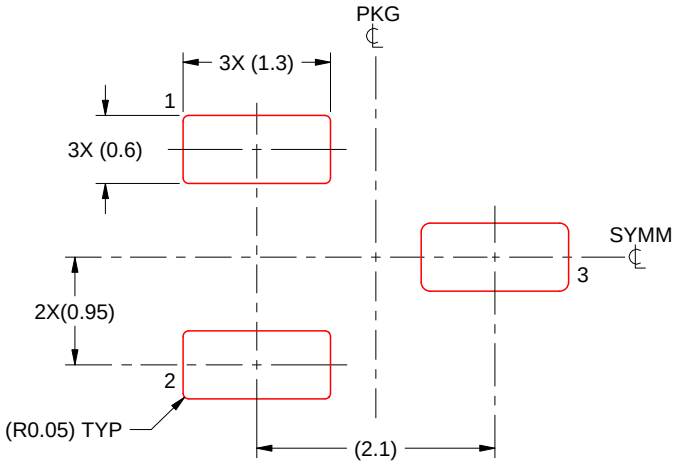


SOLDER MASK DETAILS

4214838/F 08/2024

NOTES: (continued)

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



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

4214838/F 08/2024

NOTES: (continued)

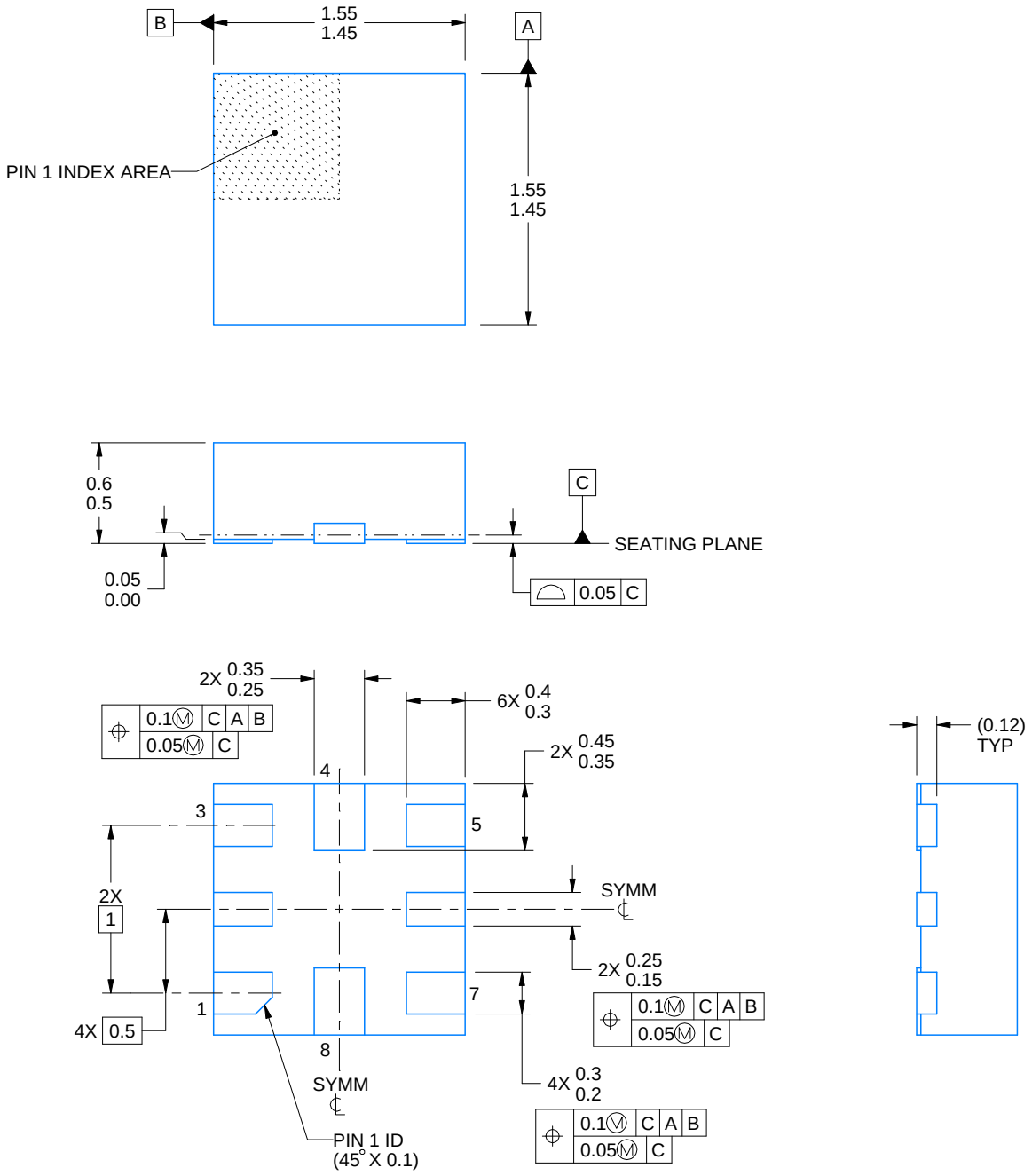
7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

RSE0008A

PACKAGE OUTLINE

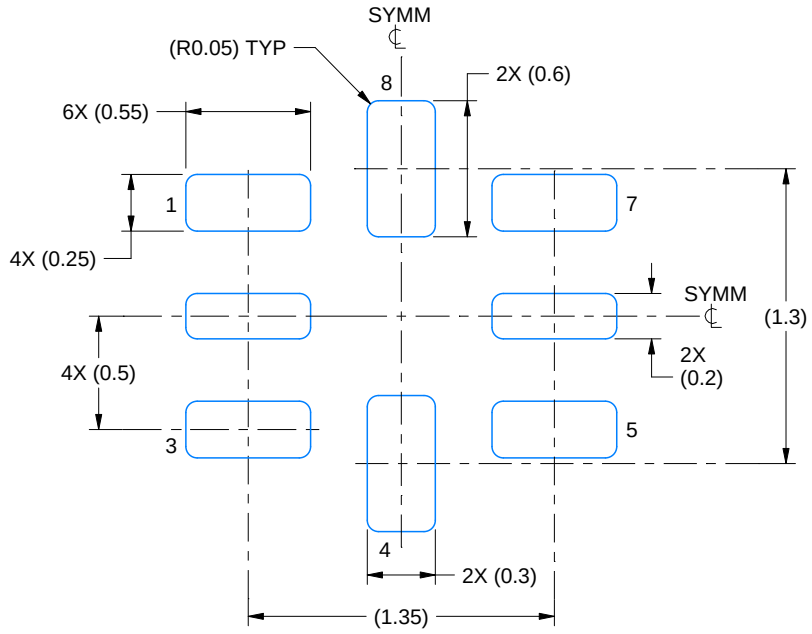
UQFN - 0.6 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

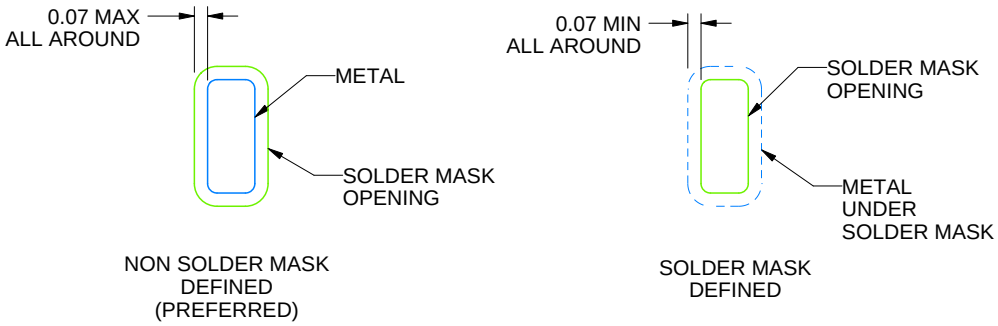


NOTES:

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.



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:30X

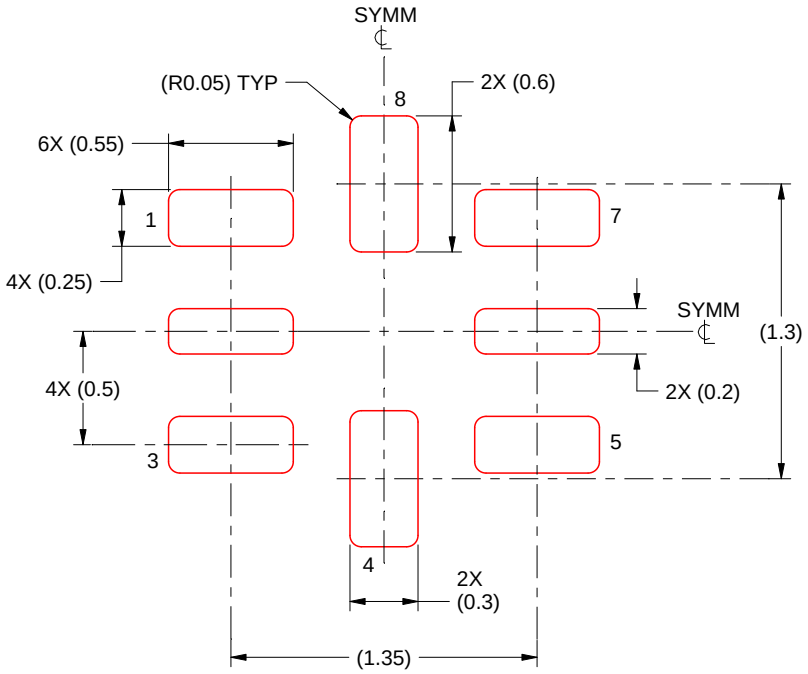


SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4220323/B 03/2018

NOTES: (continued)

3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICKNESS
SCALE: 30X

4220323/B 03/2018

NOTES: (continued)

5. 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