

4ppm/°C、100μA、SOT23-6 シリーズ電圧リファレンス

1 特長

- 優れた温度ドリフト性能:
 - 0°C から +125°C について 7ppm/°C (最大値)
 - -40°C から +125°C について 20ppm/°C (最大値)
- 超小型パッケージ: SOT23-6
- 大出力電流: ±10mA
- 高精度: 0.01%
- 低い静止電流: 110μA
- 低いドロップアウト: 5mV

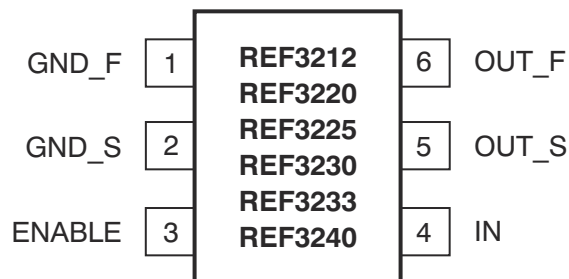
2 アプリケーション

- 携帯機器
- データアキュイジションシステム
- 医療用機器
- 試験用機器

3 説明

REF32xx は低ドリフト、マイクロパワー、低ドロップアウト、高精度の電圧リファレンスファミリで、SOT23-6 パッケージで供給されます。

REF32xx は小型かつ低消費電力 (最大 130μA) で、携帯用やおよびバッテリー駆動のアプリケーションに最適な選択肢です。このリファレンスは、負荷があらゆる容量性負荷で安定します。



REF32xx は、無負荷条件下において、出力電圧よりわずかに 5mV 高い電源電圧で動作できます。いずれのモデルも、-40°C ~ +125°C という広い動作温度範囲で規定されています。

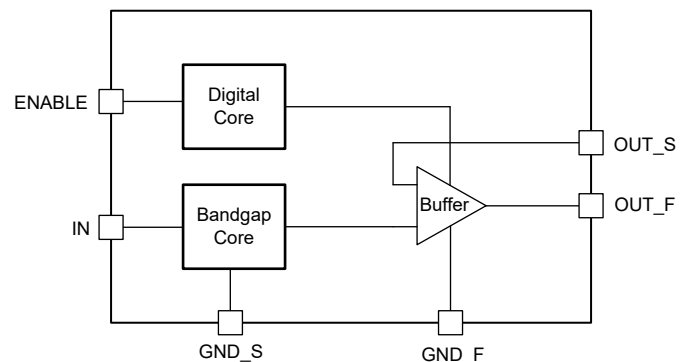
パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
REF3212	DBV (SOT-23, 6)	2.9mm × 2.8mm
REF3220		
REF3225		
REF3230		
REF3233		
REF3240		

- (1) 詳細については、[セクション 10](#) 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。

利用可能な出力電圧

製品名	電圧
REF3212	1.25V
REF3220	2.048V
REF3225	2.5V
REF3230	3.0V
REF3233	3.3V
REF3240	4.096V



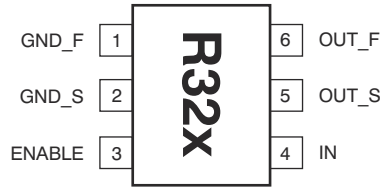
REF32 の機能ブロック図



目次

1 特長.....	1	6.4 デバイスの機能モード.....	14
2 アプリケーション.....	1	7 アプリケーションと実装.....	15
3 説明.....	1	7.1 使用上の注意.....	15
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.....	15
5 仕様.....	4	8 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	18
5.1 絶対最大定格.....	4	8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	18
5.2 ESD 定格.....	4	8.2 サポート・リソース.....	18
5.3 電気的特性.....	4	8.3 商標.....	18
5.4 代表的特性.....	7	8.4 静電気放電に関する注意事項.....	18
6 詳細説明.....	11	8.5 用語集.....	18
6.1 概要.....	11	9 改訂履歴.....	18
6.2 機能ブロック図.....	13	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	20
6.3 機能説明.....	13		

4 ピン構成および機能



REF32xx のピン 1 の位置は、パッケージ マーキングの向きを [図 4-1](#) に示すように決定します。

図 4-1. DBV パッケージ、SOT23-6 (上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン		タイプ	説明
名称	番号		
イネーブル	3	デジタル 入力	このピンはデバイスを有効化 / 無効化します
GND_F	1	アナログ 出力	デバイスのグラウンド接続
GND_S	2	アナログ 入力	負荷でのグラウンド センス
IN	4	アナログ 入力	正電源電圧
OUT_F	6	アナログ 出力	リファレンス電圧の出力
OUT_S	5	アナログ 入力	負荷側のセンス接続

5 仕様

5.1 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)

	REF32xx	単位
入力電圧	+7.5	V
出力短絡	連続	
動作温度	-55~+135	°C
保存温度	-65~+150	°C
接合部温度	+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」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

5.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD) 静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠(1)	4	kV
	デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠(2)	1	
	マシン モデル (MM)	400	V

(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。

5.3 電気的特性

太字の制限値は、記載された温度範囲に適用されます。

At T_A = +25°C, I_{LOAD} = 0mA, V_{IN} = 5V、(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
REF3212 (1.25 V)					
出力電圧 V _{OUT}		1.2475	1.25	1.2525	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz~10Hz		17		μV _{PP}
電圧ノイズ	f = 10Hz~10kHz		24		μV _{RMS}
REF3220 (2.048 V)					
出力電圧 V _{OUT}		2.044	2.048	2.052	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz~10Hz		27		μV _{PP}
電圧ノイズ	f = 10Hz~10kHz		39		μV _{RMS}
REF3225 (2.5 V)					
出力電圧 V _{OUT}		2.495	2.50	2.505	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	f = 0.1Hz~10Hz		33		μV _{PP}
電圧ノイズ	f = 10Hz~10kHz		48		μV _{RMS}
REF3230 (3 V)					

5.3 電気的特性 (続き)

太字の制限値は、記載された温度範囲に適用されます。
At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$, (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
出力電圧 V_{OUT}		2.994	3	3.006	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	$f = 0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$		39		μV_{PP}
電圧ノイズ	$f = 10\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$		57		μV_{RMS}
REF3233 (3.3 V)					
出力電圧 V_{OUT}		3.293	3.3	3.307	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	$f = 0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$		43		μV_{PP}
電圧ノイズ	$f = 10\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$		63		μV_{RMS}
REF3240 (4.096 V)					
出力電圧 V_{OUT}		4.088	4.096	4.104	V
初期精度		-0.2	0.01	0.2	%
ノイズ					
出力電圧ノイズ	$f = 0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$		53		μV_{PP}
電圧ノイズ	$f = 10\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$		78		μV_{RMS}
REF3212/REF3220/REF3225/REF3230/REF3233/REF3240					
出力電圧の温度ドリフト dV_{OUT}/dT					
	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		4	7	ppm/ $^\circ\text{C}$
	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		10.5	20	ppm/ $^\circ\text{C}$
長期安定性	0 ~ 1000h		55		ppm
ラインレギュレーション	$V_{\text{OUT}} + 0.05^{(1)} \leq V_{\text{IN}} \leq 5.5\text{V}$	-65	15	+65	ppm/V
ロードレギュレーション ⁽³⁾ $dV_{\text{OUT}}/dI_{\text{LOAD}}$					
ソース	$0\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 10\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 250\text{mV}^{(1)}$	-40	3	40	$\mu\text{V}/\text{mA}$
シンク	$-10\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 0\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 100\text{mV}^{(1)}$	-60	20	60	$\mu\text{V}/\text{mA}$
熱ヒステリシス ⁽²⁾ dT					
最初のサイクル			100		ppm
追加サイクル			25		ppm
ドロップアウト電圧 ⁽¹⁾ $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		5	50	mV
出力電流 I_{LOAD}	$V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 250\text{mV}^{(1)}$	-10		10	mA
短絡電流 I_{SC}					
ソース			50		mA
シンク			40		mA
ターンオンのセトリングタイム	0.1% まで, $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ 刻み, $C_L = 0$		60		μs
イネーブル/シャットダウン ⁽⁴⁾					
	V_L	I シャットダウン モード時のリファレンス	0	0.7	V
	V_H	リファレンスがアクティブ	1.5	V_{IN}	V

5.3 電気的特性 (続き)

太字の制限値は、記載された温度範囲に適用されます。
 At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$, (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
電源	$I_L = 0$				
電圧 V_{IN}		$V_{\text{OUT}} + 0.05^{(1)}$		5.5	V
電流 I_Q	ENABLE > 1.5V		110	130	μA
過熱	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		125	145	μA
シャットダウン I_S	ENABLE < 0.7V		0.1	1	μA
温度範囲					
規定		-40		+125	$^\circ\text{C}$
動作		-55		+135	$^\circ\text{C}$
保存		-65		+150	$^\circ\text{C}$
熱抵抗、SOT23-6 θ_{JA}			200		$^\circ\text{C/W}$

- (1) REF3212 の最小電源電圧は 1.8V です。
- (2) 熱ヒステリシスの手順については、[セクション 7](#) で詳細に説明されています。
- (3) ロードレギュレーションでは、フォースラインとセンスラインを使用しています。詳細については、[セクション 6.3.4](#) を参照してください。
- (4) 入力電圧の立ち上がり時間が 2ms 以下の場合、イネーブルピンと IN ピンを互いに接続できます。立ち上がり時間が 2ms を超える場合は、[セクション 6.1.1](#) を参照してください。

5.4 代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{Load}} = 0\text{mA}$ 、 $V_{\text{IN}} = +5\text{V}$ の電源条件で、REF3225 を使用して代表的特性を測定 (特に記述のない限り)。

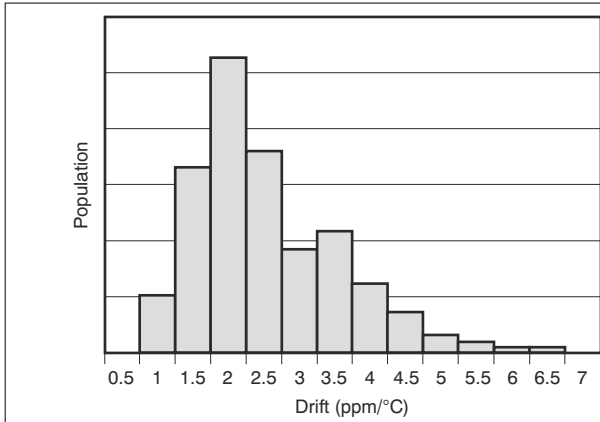


図 5-1. 温度ドリフト (0°C ~ +125°C)

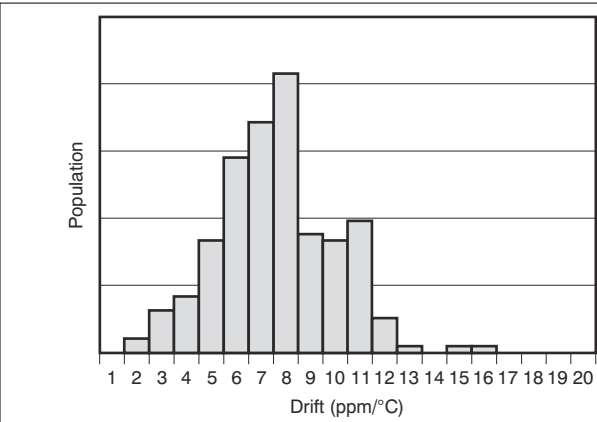


図 5-2. 温度ドリフト (-40°C ~ +125°C)

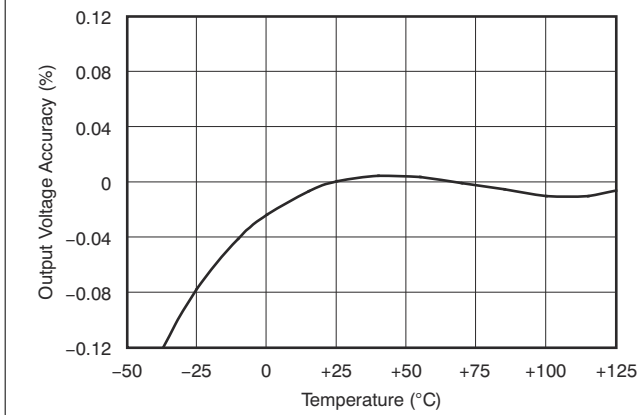


図 5-3. 出力電圧精度と温度との関係

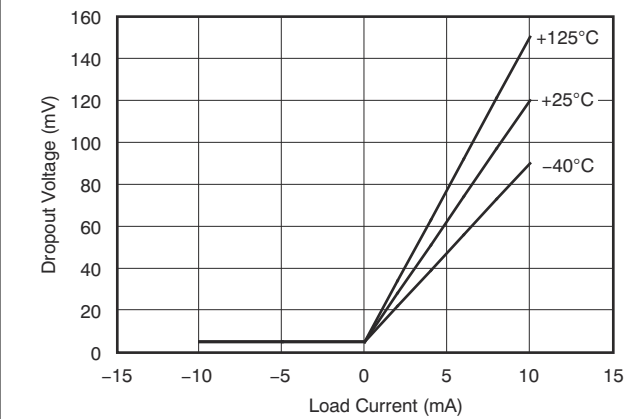


図 5-4. ドロップアウト電圧と負荷電流との関係

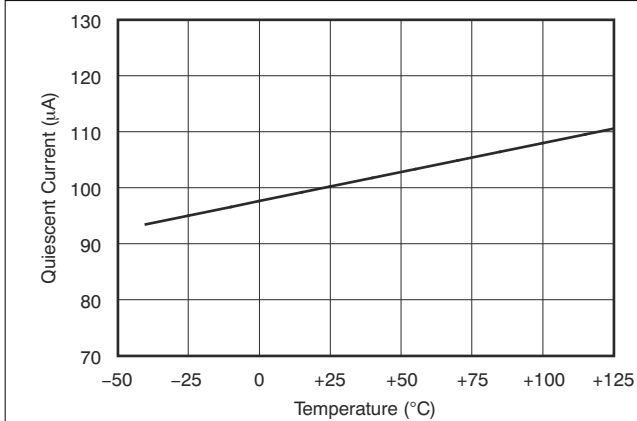


図 5-5. 静止電流と温度との関係

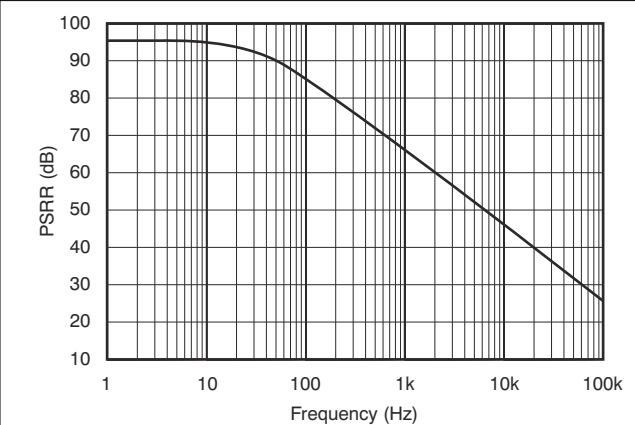


図 5-6. 電源除去比と周波数との関係

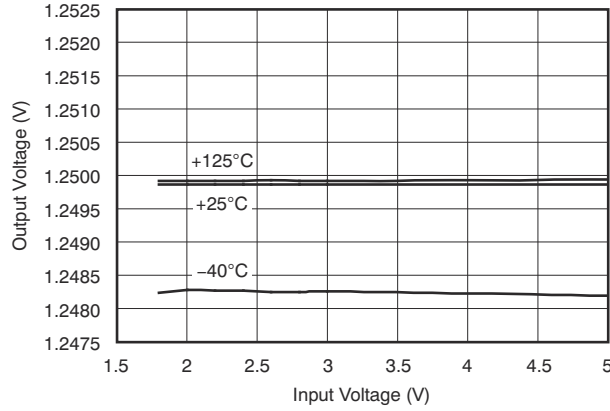


図 5-7. 出力電圧と入力電圧との関係 (REF3212)

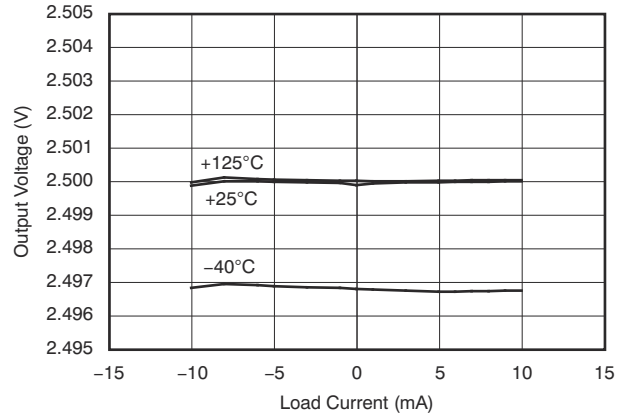


図 5-8. 出力電圧 対 負荷電流

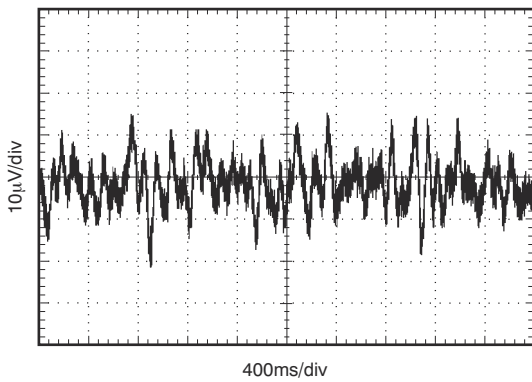


図 5-9. 0.1Hz~10Hz のノイズ

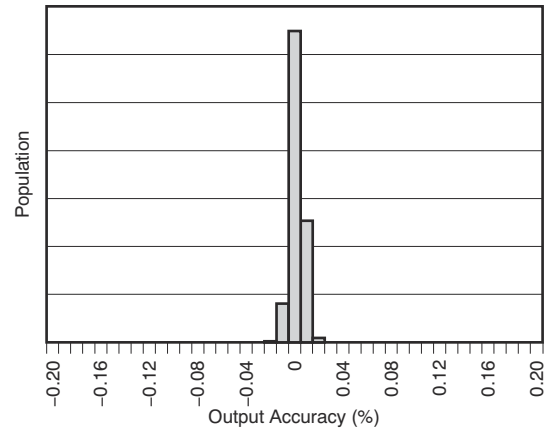


図 5-10. 出力電圧の初期精度

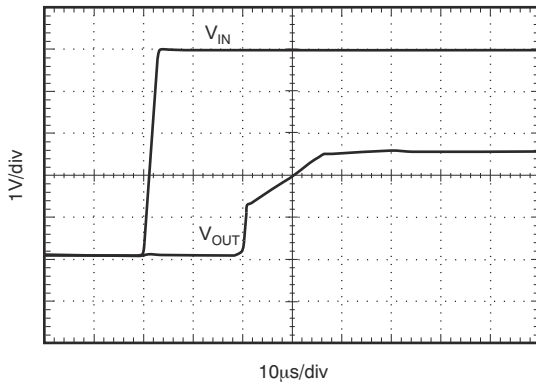


図 5-11. ステップ応答 $C_L = 0\text{pF}$ 、5V スタートアップ

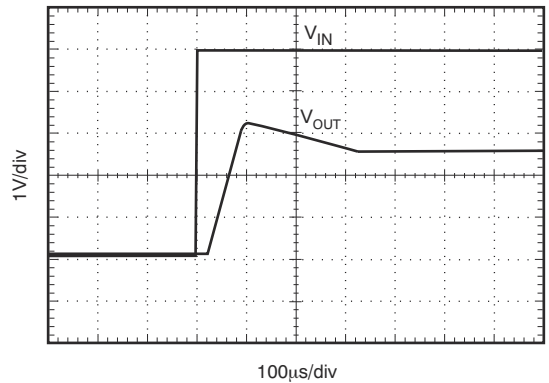


図 5-12. ステップ応答 $C_L = 1\mu\text{F}$

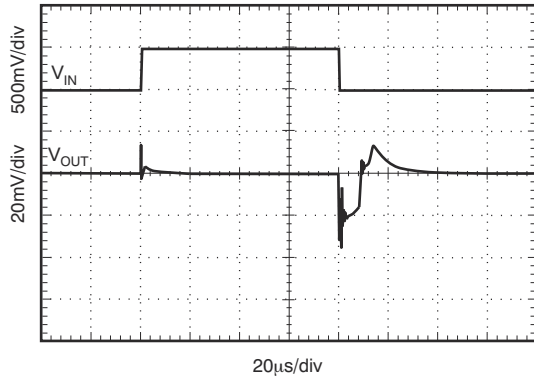


図 5-13. ライン過渡 $C_L = 0\text{pF}$

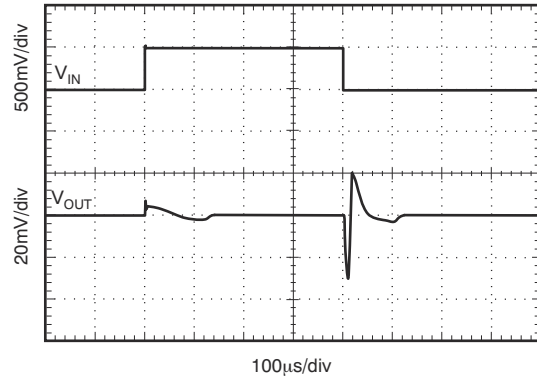


図 5-14. ライン過渡 $C_L = 10\mu\text{F}$

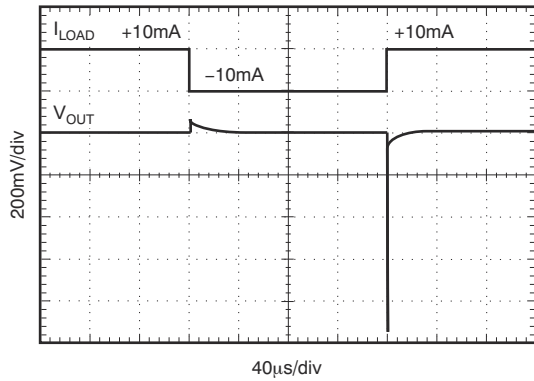


図 5-15. 負荷過渡 $C_L = 0\text{pF}$ 、 $\pm 10\text{mA}$ 出力パルス

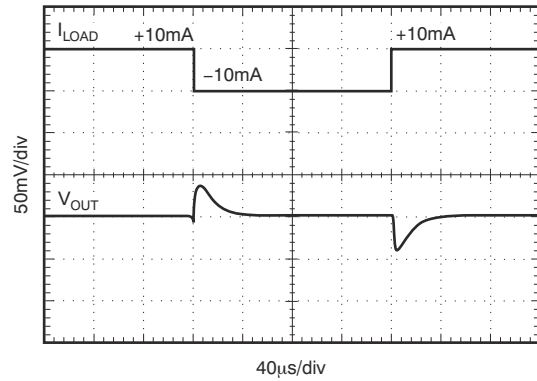


図 5-16. 負荷過渡 $C_L = 1\mu\text{F}$ 、 $\pm 10\text{mA}$ 出力パルス

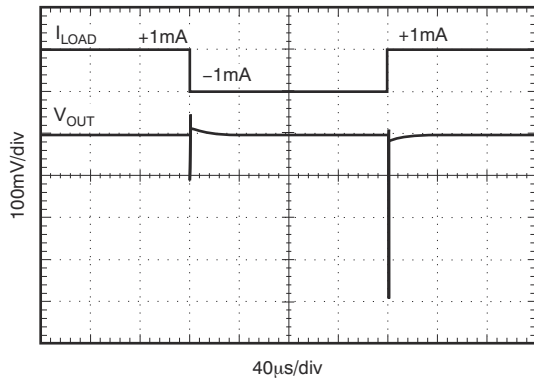


図 5-17. 負荷過渡 $C_L = 0\text{pF}$ 、 $\pm 1\text{mA}$ 出力パルス

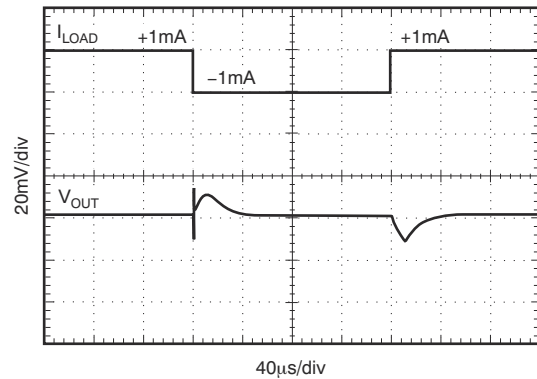


図 5-18. 負荷過渡 $C_L = 1\mu\text{F}$ 、 $\pm 1\text{mA}$ 出力パルス

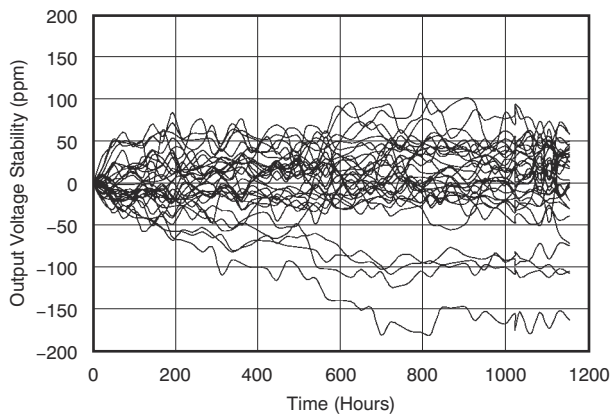


図 5-19. 長期安定性 (32 時間)

6 詳細説明

6.1 概要

REF32xx は、直列、CMOS、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。図 6-1 に、基本的なバンドギャップトポロジを示します。トランジスタ Q_1 および Q_2 は、 Q_1 の電流密度が Q_2 の電流密度より高くなるようにバイアスされます。2 つベース エミッタ電圧の差 ($V_{be1} - V_{be2}$) は、正の温度係数を持ち、抵抗 R_1 の両端間で強制されます。この電圧が増幅され、負の温度係数を持つ Q_2 のベース エミッタ電圧に加算されます。その結果、出力電圧は事実上温度に依存しません。

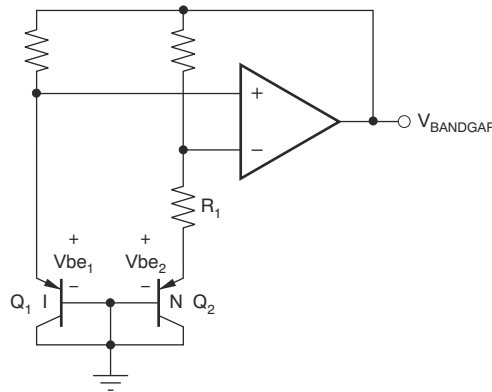


図 6-1. バンドギャップ リファレンスの概略回路図

6.1.1 電源電圧

REF32xx ファミリのリファレンスは、非常に低いドロップアウト電圧を特長としています。最小電源電圧要件が 1.8V の REF3212 を除き、これらのリファレンスは、無負荷状態では出力電圧をわずか 5mV 上回る電源で動作可能です。有負荷状態については、標準的なドロップアウト電圧と負荷との関係をセクション 5.4 に示します。

REF32xx は静止電流が 110 μ A と低く、温度範囲全体での最大静止電流はわずか 145 μ A です。図 6-2 に示すように、静止電流の変化は、通常は電源電圧範囲全体で 2 μ A 未満です。

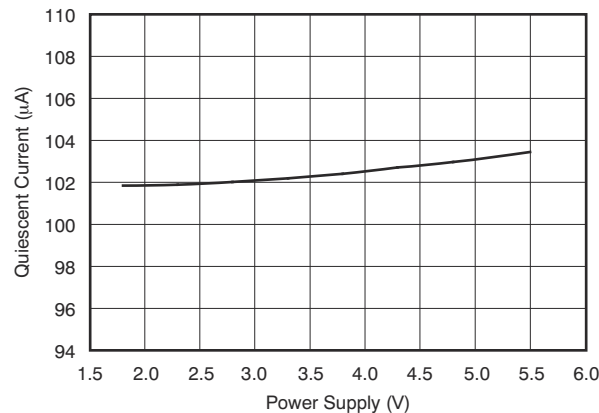


図 6-2. 電源電流と電源電圧との関係

電源電圧が規定のレベルを下回ると、REF32xx は瞬間的に標準の静止電流よりも大きな電流を引き込むことがあります。この瞬間的な電流引き込みは、高速の立ち上がりエッジと低出力インピーダンスの電源を使用することで防ぐことができます。

IN ピンとイネーブル ピンを互いに接続したときに最適なスタートアップを実現するには、入力電圧の立ち上がり時間を 2ms 以下に維持してください。立ち上がり時間が 2ms を超える場合は、IN ピンの電圧が最小動作電圧に達するまで、イ

ネーブルピンを 0.7V 未満に維持する必要があります。イネーブルピンの電圧を制御する方法の 1 つは、[図 6-3](#) に示すような RC フィルタを追加することです。RC フィルタは、入力ピンの電圧が最小動作電圧に達するまで、イネーブルピンの電圧をスレッシュホールド電圧よりも低く維持する必要があります。

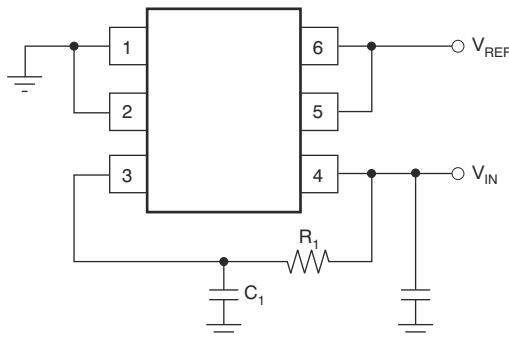


図 6-3. REF32xx イネーブルピンを制御するアプリケーション回路

[図 6-3](#) の RC フィルタは、REF3240 の出発点として使用できます。R₁ および C₁ の値は、入力電圧が 4.15V に達した後でイネーブルピンの電圧が 0.7V に達するように算出されており、[表 6-1](#) にその値が記載されています。4.096V 以外の出力電圧オプションの場合は、RC フィルタをより高速に実装できます。

表 6-1. REF3240 の推奨 R₁ 値および C₁ 値

立ち上がり時間	R ₁ 値	C ₁ 値
2ms	150kΩ	100nF
5ms	150kΩ	220nF
10ms	330kΩ	220nF
20ms	390kΩ	330nF
50ms	680kΩ	470nF
100ms	680kΩ	1000nF

本書では、立ち上がり時間は、指数関数的入力信号が最終電圧の 90% に達するまでの時間として定義されます。たとえば、[表 6-1](#) に示す 2ms の値は、終了値が 5V の場合に有効です。

入力電圧の波形が異なる場合や、終了値が 5V でない場合、最小ドロップアウト電圧に達するまでの時間を使って、IN ピンとイネーブルピンを互いに接続できるかどうかを決定する必要があります。[表 6-2](#) に、これらの時間を示します。

表 6-2. 最小ドロップアウト電圧時間

デバイス	時間
REF3212	0.4ms
REF3220	0.5ms
REF3225	0.7ms
REF3230	0.9ms
REF3233	1.0ms
REF3240	1.6ms

注

EN ピンのリーク電流は数 nA の範囲内なので、ほとんどのアプリケーションにおいては、このリーク電流を無視して問題ありません。

6.2 機能ブロック図

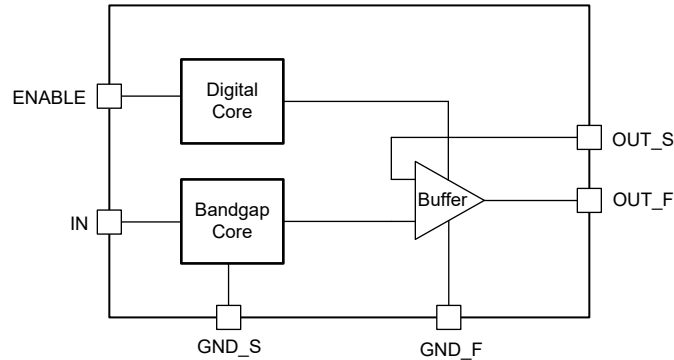


図 6-4. REF32 の機能ブロック図

6.3 機能説明

6.3.1 熱ヒステリシス

REF32xx の熱ヒステリシスは、デバイスを +25°C 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°C に戻るときの、出力電圧の変化として定義され、次のように表すことができます。

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

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°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 -40°C ~ +125°C の規定温度範囲でサイクルし、+25°C に戻した後に測定された出力電圧

6.3.2 温度ドリフト

REF32xx は、ドリフト誤差を最小限に抑えるように設計されています。ドリフト誤差は、温度変化に対する出力電圧の変化として定義されます。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。

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

REF32xx は、0°C ~ +125°C の範囲で標準ドリフト係数 4ppm/°C を実現します。これは多くのアプリケーションで使用される主要な温度範囲です。産業用温度範囲の -40°C ~ +125°C では、REF32xx ファミリのドリフトは標準値 10.5ppm/°C まで増加します。

6.3.3 ノイズ性能

図 5-9 に、0.1Hz ~ 10Hz の標準的な電圧ノイズを示します。出力電圧と動作温度に応じて、REF32xx のノイズ電圧が上昇します。出力ノイズ レベルを低減するため、追加のフィルタリングを行うこともできますが、出力インピーダンスによって AC パフォーマンスが低下しないよう十分に確認してください。

6.3.4 ロードレギュレーション

ロードレギュレーションは、負荷電流の変化による出力電圧の変化として定義されます。REF32xx のロードレギュレーションは、図 6-5 に示すように、フォース/センス接点を使用して測定します。

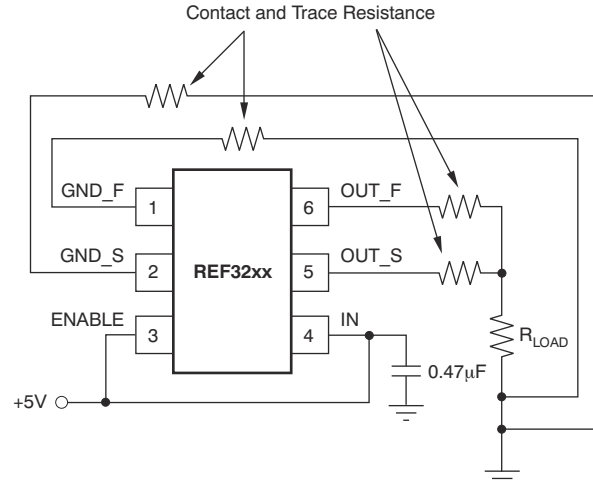


図 6-5. REF32xx の正確なロード レギュレーション

フォースラインとセンスラインを使用すると、接触抵抗やトレース抵抗の影響を効果的に排除でき、負荷側で正確な電圧を実現できます。負荷にフォースラインとセンスラインを接続することで、REF32xx は接触抵抗とトレース抵抗を補償します。これは、負荷で実際に供給される電圧を測定および調整するためです。

GND_S ピンは、ESD 保護ダイオードを経由してデバイスの内部グラウンドに接続されます。このような接続により、これらのダイオードが意図せず導通するのを防ぐため、GND_S ピンと GND_F ピンの間の最大差動電圧は、200mV 未満に維持する必要があります。

6.4 デバイスの機能モード

6.4.1 シャットダウン

REF32xx は、イネーブル / シャットダウン ピンを Low にすることで、低消費電力モードに設定できます。シャットダウンモードでは、REF32xx の出力が、グラウンドへの抵抗性負荷になります。負荷の値はモデルによって異なり、約 100kΩ から 400kΩ までの範囲です。

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となります。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 使用上の注意

REF32xx は負荷コンデンサを必要とせず、どのような容量性負荷でも安定して動作します。図 7-1 に、REF32xx の動作に必要な標準的な接続を示しています。電源バイパス コンデンサには、常に $0.47\mu\text{F}$ を推奨します。

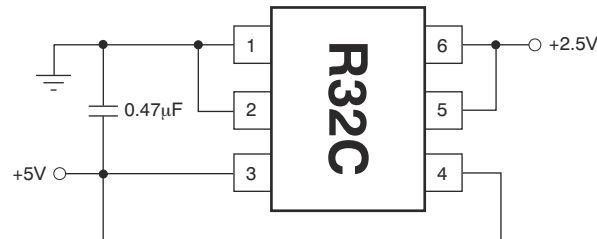


図 7-1. REF3225 の標準的な動作接続

7.1.1 長期安定性

長期安定性とは、基準電圧の出力電圧の数か月または数年にわたる変化を意味します。標準特性曲線の長期安定性から明らかにわかるように、この影響は時間の経過に伴って減少します。REF32xx の標準ドリフト値は、0 ~ 1000 時間で 55ppm です。このパラメータは、1000 時間の間、30 ユニートを一定の間隔で測定することによって特性評価されます。

7.2 代表的なアプリケーション

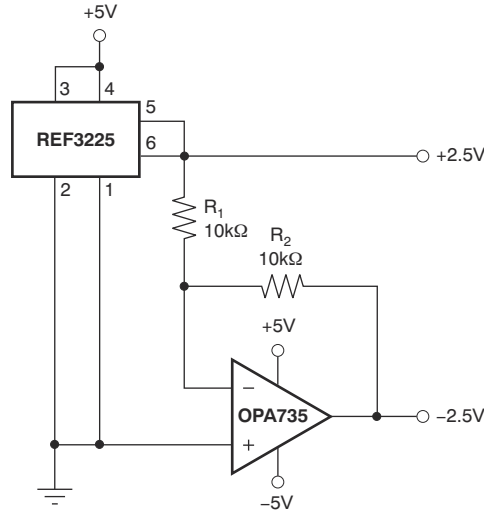
7.2.1 詳細な設計手順

7.2.1.1 負のリファレンス電圧

負および正のリファレンス電圧を必要とするアプリケーションでは、REF32xx および OPA735 を使用して、5V 電源からデュアル電源のリファレンス電圧を供給できます。図 7-2 に REF3225 を使用して $\pm 2.5\text{V}$ の電源リファレンス電圧を供給する例を示します。REF32xx の低ドリフト性能は、OPA735 の低オフセット電圧とゼロドリフトを補完し、分割電源アプリケーション向けの高精度なソリューションとなります。R₁ と R₂ の温度係数が一致するよう注意してください。

7.2.1.2 データ収集

データ アクイジション システムには多くの場合、精度を維持するために安定した電圧リファレンスが必要です。REF32xx ファミリーは、安定性と、ほとんどのマイクロコントローラやデータ コンバータに適した幅広い電圧を特長としています。図 7-3、図 7-4、および図 7-5 に、は基本的なデータ収集システムを示しています。



バイパスコンデンサは表示されていません。

図 7-2. REF3225 と OPA735 を組み合わせて正および負の基準電圧を生成

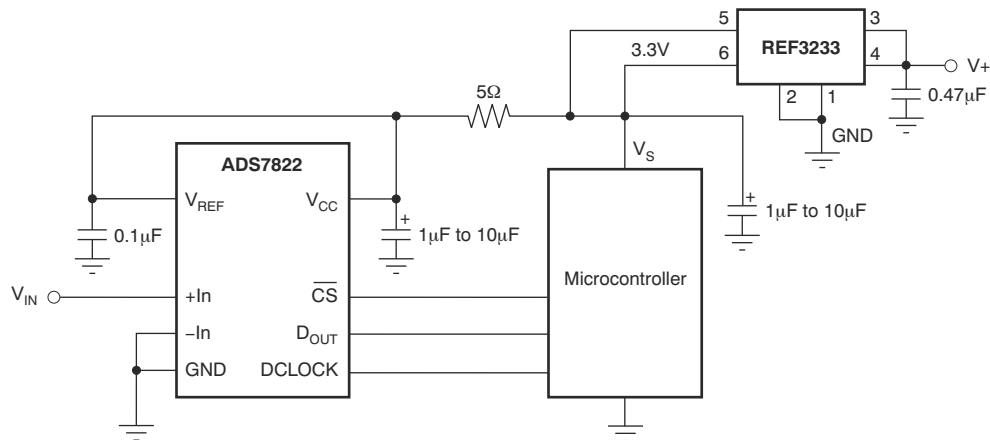


図 7-3. 基本的なデータ収集システム 1

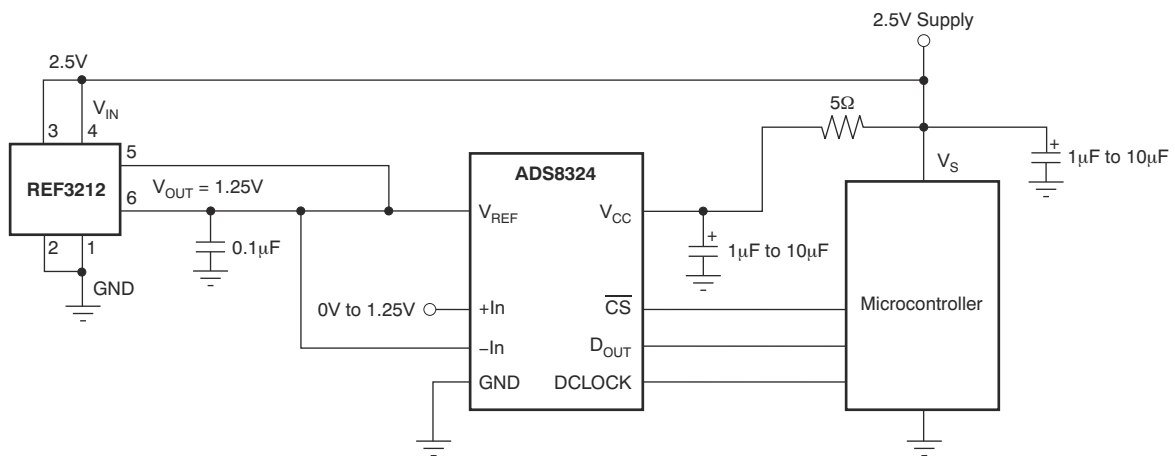


図 7-4. 基本的なデータ収集システム 2

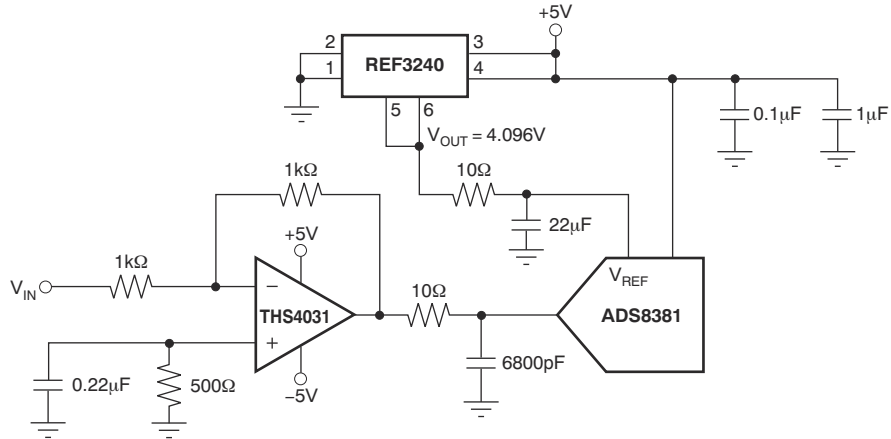


図 7-5. REF3240 は、ADS8381 を駆動するための高精度リファレンスを提供します

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアを以下で紹介いたします。

8.1 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。

8.2 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。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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 C (July 2011) to Revision D (April 2026)	Page
• ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新.....	1
• 低静止電流を以下のように更新: 100µA から 110µA.....	1
• 静止電流を以下のように更新: 120µA から 130µA.....	1
• 静電放電データを「絶対最大定格」から「ESD 定格」に移動	4
• ESD 定格を追加.....	4
• 静止電流の標準値と最大値を 10µA 増加.....	4
• 静止電流の値を 10µA 増加.....	11

Changes from Revision B (February 2006) to Revision C (July 2011)	Page
• イネーブル / シャットダウン パラメータに注記を追加.....	4
• リファレンスがアクティブな状態でのイネーブル / シャットダウンの最小電圧を $(0.75 \times V_{IN})$ から 1.5 に変更.....	4
• 電流テスト条件を $(0.75 \times V_{IN})$ から (1.5V) に変更.....	4
• 「電源電圧」セクションにテキスト、2 つの表、1 つの図を追加.....	11
• 図 6-5 のピン 3 を SHDN からイネーブルに変更 (誤字).....	13
• 「ロードレギュレーション」セクションに段落を追加.....	13

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。

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)
REF3212AIDBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3212AIDBVR.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3212AIDBVT	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3212AIDBVT.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3212AIDBVT1G4	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3212AIDBVT1G4.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32A
REF3220AIDBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3220AIDBVR.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3220AIDBVT	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3220AIDBVT.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3220AIDBVT1G4	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3220AIDBVT1G4.B	Active	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32B
REF3225AIDBVR	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32C
REF3225AIDBVR.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32C
REF3225AIDBVT	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32C
REF3225AIDBVT.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32C
REF3230AIDBVR	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32D
REF3230AIDBVR.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32D
REF3230AIDBVT	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32D
REF3230AIDBVT.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32D
REF3233AIDBVR	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32E
REF3233AIDBVR.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32E
REF3233AIDBVT	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32E
REF3233AIDBVT.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32E
REF3240AIDBVR	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32F
REF3240AIDBVR.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32F
REF3240AIDBVT	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32F
REF3240AIDBVT.B	NRND	Production	SOT-23 (DBV) 6	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	R32F

(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 REF3212, REF3220, REF3225, REF3230, REF3240 :

- Enhanced Product : [REF3212-EP](#), [REF3220-EP](#), [REF3225-EP](#), [REF3230-EP](#), [REF3240-EP](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Enhanced Product - Supports Defense, Aerospace and Medical Applications

TAPE AND REEL INFORMATION

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
REF3212AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3212AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3212AIDBVT1G4	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3220AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3220AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3220AIDBVT1G4	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3225AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3225AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3230AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3230AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3233AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3233AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3240AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3
REF3240AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	178.0	9.0	3.23	3.17	1.37	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
REF3212AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3212AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3212AIDBVT1G4	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3220AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3220AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3220AIDBVT1G4	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3225AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3225AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3230AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3230AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3233AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3233AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0
REF3240AIDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	445.0	220.0	345.0
REF3240AIDBVT	SOT-23	DBV	6	250	445.0	220.0	345.0

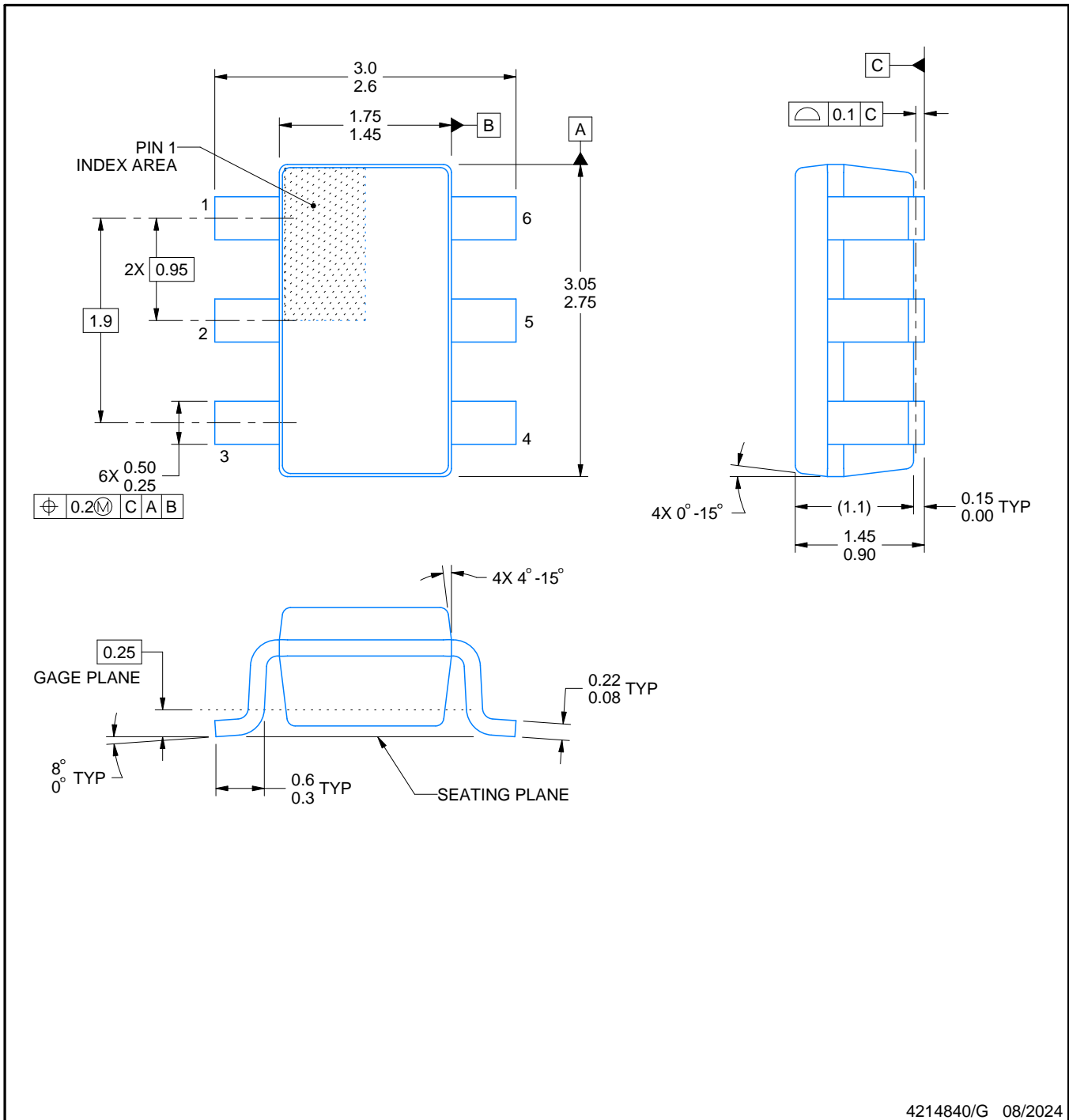


DBV0006A

PACKAGE OUTLINE

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



4214840/G 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. Body dimensions do not include mold flash or protrusion. Mold flash and protrusion shall not exceed 0.25 per side.
4. Leads 1,2,3 may be wider than leads 4,5,6 for package orientation.
5. Reference JEDEC MO-178.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

DBV0006A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDER MASK DETAILS

4214840/G 08/2024

NOTES: (continued)

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

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DBV0006A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



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

4214840/G 08/2024

NOTES: (continued)

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

重要なお知らせと免責事項

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

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

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