OPA4277-SP 耐放射線特性、高精度オペアンプ

1 特長

- QMLV 認定済み:5962-16209
  - 総吸収線量 (TID) 50krad(Si) までの放射線耐性保証 (RHA)
  - ELDRS フリー (『放射線耐性についてのレポート』を参照)
  - LET = 85MeV-cm^2/mg までのシングル イベント ラッチアップ (SEL) 耐性
- 非常に小さいオフセット電圧:20µV (標準値)
- 非常に低いドリフト:±0.15µV/°C (標準値)
- 高いオープン ループ ゲイン:134dB (標準値)
- 大きい同相除去:140dB (標準値)
- 高い電源電圧変動除去比:130dB (標準値)
- 幅広い電源電圧範囲:±2V ～ ±18V
- 低い静止電流:790µA /アンプ (標準値)
- 業界標準のクワッド オペアンプ ピン配置を持つ 14 ピン CFP で供給

2 アプリケーション

- 衛星用電源システム (EPS)
- コマンドとデータの処理
- 光学画像処理ペイロード
- 実験室およびフィールド向け計測機器
- 人工衛星の温度および位置センシング
- 高精度航空宇宙アプリケーションおよび科学用アプリケーション:
  - トランスデューサ アンプ
  - ブリッジ アンプ
  - ひずみゲージ アンプ
  - 高精度積分器

3 説明

OPA4277-SP 高精度オペアンプは、業界標準の LM124-SP の代替製品です。ノイズが改善され、入力オフセット電圧が 2 桁も低下しています。非常に低い入力オフセット電圧およびドリフト、低いバイアス電流、高い同相除去比、高い電源電圧除去比といった特長があります。

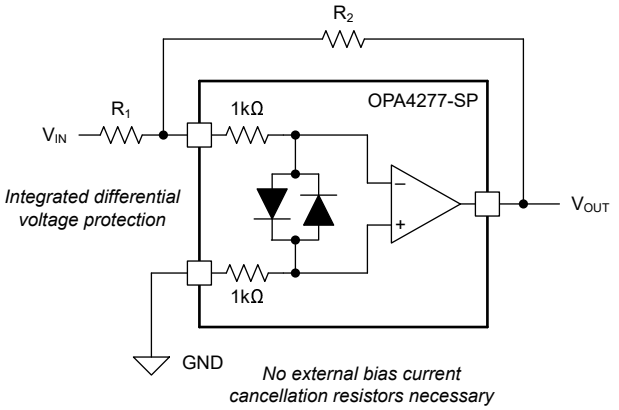
OPA4277-SP は ±2～±18V の電源で動作し、非常に優れた性能を発揮します。ほとんどのオペアンプは 1 つの電源電圧でのみ動作が規定されているのに対して、OPA4277-SP 高精度オペアンプは複数の実アプリケーションに対応して規定されており、±5～±15V の電源電圧範囲に対して単一の制限が適用されます。アンプが指定の制限までスイングしても、高い性能が維持されます。

OPA4277-SP は簡単に使用でき、一部のオペアンプに見られる位相反転や過負荷の問題は発生しません。デバイスはユニティ ゲイン安定で、広い範囲の負荷状況にわたって優れた動的動作を実現します。OPA4277-SP は完全に独立した回路を使用しているため、オーバードライブまたは過負荷時でも、クロストークが最小限に抑えられ、チャネル間の相互干渉が発生しません。

製品情報

部品番号	グレード	パッケージ (1)
5962L1620901VYC	50krad(Si) ELDRS フリー	14 リードの CFP (HFR)
5962L1620901VXA		28 リードの CDIP (JDJ)
5962L1620901V9A		KGD(2)
5962-1620901VYC	非 RHA(3)	14 リードの CFP (HFR)
OPA4277HFR/EM	エンジニアリング サンプル (4)	14 リードの CFP (HFR)

(1) 詳細については、セクション 10 を参照してください。
(2) KGD = 既知の良好なダイ
(3) デバイスは QML クラス V の全フローに従って処理されますが、放射線耐性保証のためのスクリーニングは行われていません。
(4) これらのユニットは、エンジニアリング評価のみを目的としており、標準とは異なるフローに従って処理されています。これらのユニットは、認定、量産、放射線テスト、航空での使用には適していません。これらの部品は、MIL に規定されている温度範囲 -55℃～+125℃、または動作寿命の全体にわたる性能を保証されていません。



概略回路図

このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール (機械翻訳) を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 ピン構成および機能.....3
4.1 ベア ダイの情報.....5
5 仕様.....6
5.1 絶対最大定格.....6
5.2 ESD 定格.....6
5.3 推奨動作条件.....6
5.4 熱に関する情報.....6
5.5 電気的特性.....7
5.6 代表的特性.....11
6 詳細説明.....15
6.1 概要.....15
6.2 機能ブロック図.....15
6.3 機能説明.....15
6.4 デバイスの機能モード.....16
7 アプリケーションと実装.....17
7.1 アプリケーション情報.....17
7.2 代表的なアプリケーション.....17
7.3 電源に関する推奨事項.....18
7.4 レイアウト.....19
8 デバイスおよびドキュメントのサポート.....20
8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....20
8.2 サポート・リソース.....20
8.3 商標.....20
8.4 静電気放電に関する注意事項.....20
8.5 用語集.....20
9 改訂履歴.....20
10 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....21

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 ピン構成および機能

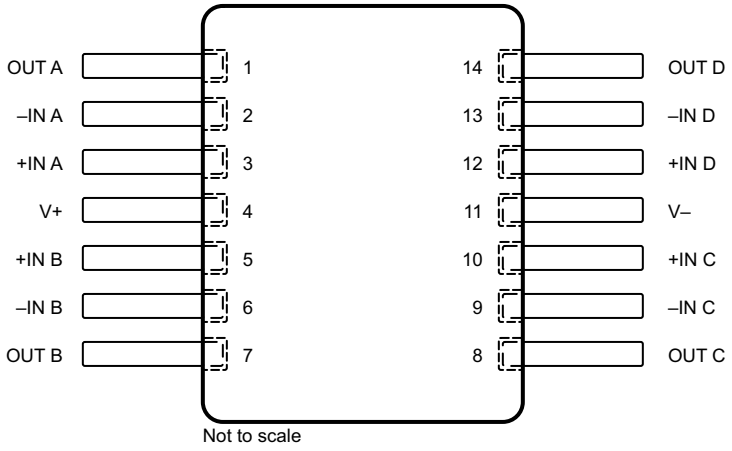


図 4-1. HFR パッケージ、14 ピン CFP (上面図)

表 4-1. ピンの機能：CFP

ピン		タイプ	説明
番号	名称		
1	OUT A	出力	チャネル A の出力
2	-IN A	入力	チャネル A の反転入力
3	+IN A	入力	チャネル A の非反転入力
4	V+	—	正 (最高) 電源
5	+IN B	入力	チャネル B の非反転入力
6	-IN B	入力	チャネル B の反転入力
7	OUT B	出力	チャネル B の出力
8	OUT C	出力	チャネル C の出力
9	–IN C	入力	チャネル C の反転入力
10	+IN C	入力	チャンネル C の非反転入力
11	V-	—	負 (最低) 電源
12	+IN D	入力	チャンネル D の非反転入力
13	–IN D	入力	チャンネル D の反転入力
14	OUT D	出力	チャネル D の出力

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

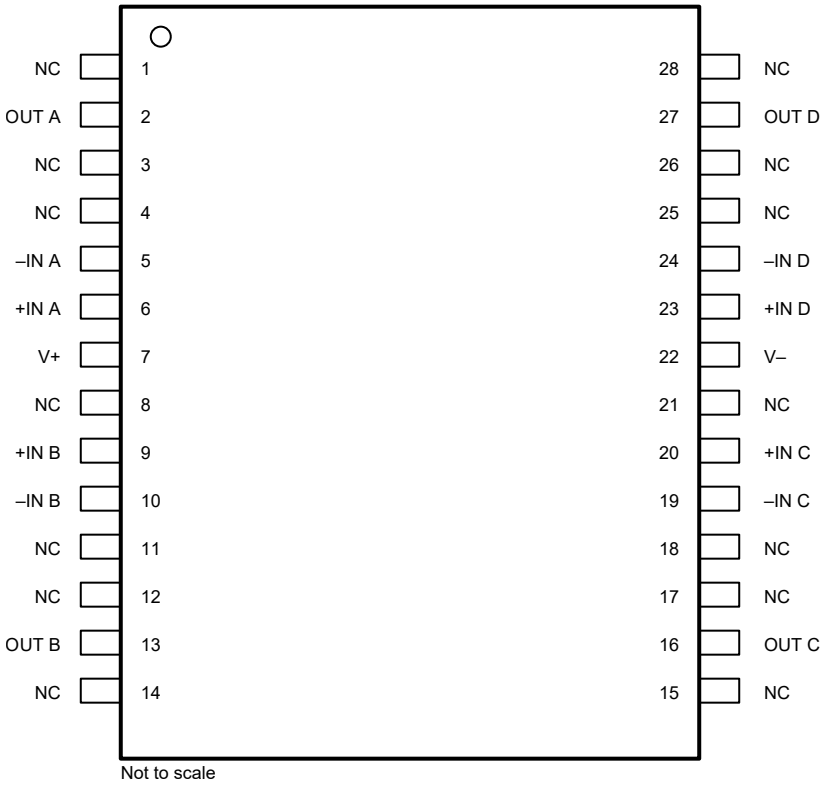


図 4-2. JDJ パッケージ、28 ピン CDIP (上面図)

表 4-2. ピンの機能： CDIP

ピン		タイプ	説明
番号	名称		
1、3、4、8、11、12、14、15、17、18、21、25、26、28	NC	—	未接続
2	OUT A	出力	チャネル A の出力
5	-IN A	入力	チャネル A の反転入力
6	+IN A	入力	チャネル A の非反転入力
7	V+	—	正 (最高) 電源
9	+IN B	入力	チャネル B の非反転入力
10	-IN B	入力	チャネル B の反転入力
13	OUT B	出力	チャネル B の出力
16	OUT C	出力	チャネル C の出力
19	–IN C	入力	チャネル C の反転入力
20	+IN C	入力	チャンネル C の非反転入力
22	V-	—	負 (最低) 電源
23	+IN D	入力	チャンネル D の非反転入力
24	–IN D	入力	チャンネル D の反転入力
27	OUT D	出力	チャネル D の出力

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4.1 ベア ダイの情報

ダイの厚さ	裏面仕上げ	裏面 電位	ボンディング パッド メタライゼーション構造	ボンディング パッド の厚さ
15mils	シリコン (バックグラインド加工)	負 (最低) 電源	AlCu (0.5%)	990nm ～ 1210nm

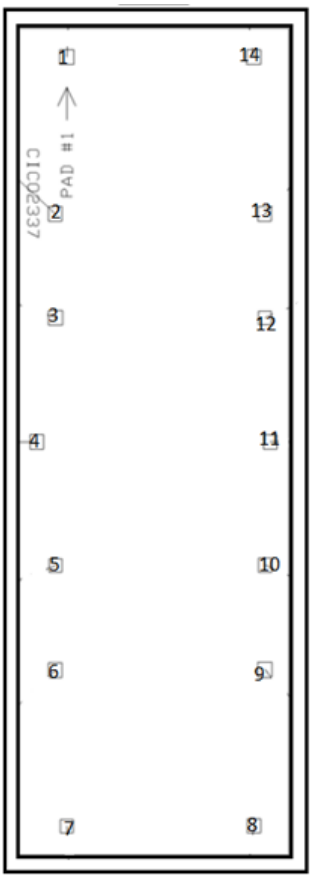


表 4-3. ボンディング パッドの座標 (単位 µ)

パッド(1)		タイプ	説明	X 最小	Y 最小	X 最大	Y 最大
番号	名称						
1	OUT A	出力	チャネル A の出力	1791.042	7290.340	1901.751	7401.049
2	-IN A	入力	チャネル A の反転入力	1701.719	6111.536	1807.397	6217.213
3	+IN A	入力	チャネル A の非反転入力	1701.719	5326.505	1812.429	5437.215
4	V+	—	正 (最高) 電源	1555.784	4390.507	1661.461	4498.700
5	+IN B	入力	チャネル B の非反転入力	1706.752	3462.057	1807.397	3562.702
6	-IN B	入力	チャネル B の反転入力	1701.719	2671.994	1807.397	2777.671
7	OUT B	出力	チャネル B の出力	1796.074	1498.222	1896.719	1598.867
8	OUT C	出力	チャネル C の出力	3278.071	1498.222	3383.748	1603.900
9	–IN C	入力	チャネル C の反転入力	3362.361	2671.994	3473.071	2782.704
10	+IN C	入力	チャンネル C の非反転入力	3367.393	3462.057	3473.071	3567.734
11	V-	—	負 (最低) 電源	3407.651	4391.765	3513.329	4497.442
12	+IN D	入力	チャンネル D の非反転入力	3367.393	5331.537	3468.038	5432.182
13	–IN D	入力	チャンネル D の反転入力	3362.361	6111.536	3468.038	6217.213
14	OUT D	出力	チャネル D の出力	3273.039	7290.340	3383.748	7401.049

(1) サブストレートは、負電源 (最も低い電位の電源) である V– にバイアスする必要があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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)

		最小値	最大値	単位
V_S	電源電圧、V_S = (V+) - (V-)		36	V
	入力電圧	(V–) – 0.7	(V+) + 0.7	V
	出力短絡	連続		
	動作温度	-55	125	°C
	接合部温度		150	°C
	リード温度 (半田付け、10 秒)		300	°C
T_{stg}	保存温度	-55	125	°C

(1) 『*絶対最大定格*』を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらはあくまでもストレス定格であり、『*推奨動作条件*』に示されている条件を超える当該の条件またはその他のいかなる条件下での、デバイスの正常な動作を保証するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。

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 に準拠、すべてのピン (1)	±2000	V
		マシン モデル (MM)	±100	

(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。

5.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	最大値	単位
	デュアル電源電圧	±2	±18	V
	試験電源電圧(1)	±5	±15	V
T_J	動作時接合部温度	-55	125	°C

(1) SEL 耐性は、30V の電源バイアス電圧で評価。詳細については、*OPA4277-SP 高精度オペアンプのシングルイベント効果試験報告書*を参照してください。

5.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)		OPA4277-SP		単位
		HFR (CFP)	JDJ (CDIP)	
		14 ピン	28 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	26.7	66.3	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	9.4	19.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	10.4	35.9	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	4.6	12.8	°C/W
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	10.2	34.1	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	2.9	3.8	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、*『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション レポート*を参照してください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性

T_J = 25℃、V_S = ±5V ～ ±15V および R_L = 2kΩ (特に記述のない限り)。放射線照射後の仕様は、エンジニアリングサンプルを含む非 RHA グレードには適用されません。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
オフセット電圧						
V_{OS}	入力オフセット電圧	T_J = 25℃、放射線照射前後		±20	±65	μV
		T_J = –55℃ ～ +125℃、放射線照射前			±140	
dV_{OS}/d_T	入力オフセット電圧の温度ドリフト	T_J = –55℃ ～ +125℃、放射線照射前		±0.15		μV/℃
	入力オフセット電圧の長期安定性			0.2		μV/mo
PSRR	電源除去比	V_S =±2V ～ ±18V、 T_J = 25°C、放射線照射前後		±0.3	±1	μV/V
		V_S = ±2V ～ ±18V、 T_A = –55°C ～ +125°C			±1	
	チャネル セパレーション	DC		0.1		μV/V
入力バイアス電流						
I_B	入力バイアス電流	T_J = -55°C ～ +125°C			±17.5	nA
		T_J = 25°C、放射線照射前後			±17.5	
I_{OS}	入力オフセット電流	T_J = -55°C ～ +125°C			±17.5	nA
		T_J = 25°C、放射線照射前後			±17.5	
ノイズ						
	入力電圧ノイズ	f = 0.1～10Hz		0.22		$μV_{pp}$
	入力電圧ノイズ密度	f = 10Hz		12		nV/√Hz
		f = 100Hz		8		
		f = 1kHz		8		
		f = 10kHz		8		
i_n	入力ノイズ電流密度	f = 1kHz		0.2		fA/√Hz
入力電圧						
V_{CM}	同相電圧範囲	T_J = 25°C、放射線照射前後	(V–) + 2		(V+) – 2	V
CMRR	同相除去比	(V–) + 2V < V_{CM} < (V+) – 2V、 T_J = 25°C、放射線照射前後、JDJ パッケージおよび KGD	114	140		dB
		(V–) + 2V < V_{CM} < (V+) – 2V、 T_J = –55°C ～ +125°C、 JDJ パッケージおよび KGD	114			
		(V–) + 2V < V_{CM} < (V+) – 2V、 T_J = 25°C、放射線照射前後、HFR パッケージ	100	121		
		(V–) + 2V < V_{CM} < (V+) – 2V、 T_J = –55°C ～ +125°C、HFR パッケージ	100			
入力インピーダンス						
	差動			100 || 3		MΩ || pF
	同相	(V-) + 2V < V_{CM} < (V+) - 2V		250 || 3		GΩ || pF
周波数応答						
GBW	ゲイン帯域幅積			1		MHz
SR	スルーレート			0.8		V/μs

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

T_J = 25℃、V_S = ±5V ～ ±15V および R_L = 2kΩ (特に記述のない限り)。放射線照射後の仕様は、エンジニアリングサンプルを含む非 RHA グレードには適用されません。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
	セトリング タイム	0.1%、10V ステップ、V_S =±15V、G = 1		14		µs
		0.01%、10V ステップ、V_S =±15V、G = 1		16		
THD + N	全高調波歪み + ノイズ	1kHz、G = 1、V_O = 3.5Vrms		0.002%		

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.5 電気的特性 (続き)

T_J = 25℃、V_S = ±5V ～ ±15V および R_L = 2kΩ (特に記述のない限り)。放射線照射後の仕様は、エンジニアリングサンプルを含む非 RHA グレードには適用されません。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
開ループ ゲイン						
A_{OL}	開ループ電圧ゲイン	V_O = (V-) + 0.5V ～ (V+) - 1.2V、R_L = 10kΩ		140		dB
		V_O = (V–) + 1.5V ～ (V+) – 1.5V、R_L = 2kΩ、T_J = 25°C、放射線照射前後、JDJ パッケージおよび KGD	118	134		
		V_O = (V–) + 1.5V ～ (V+) – 1.5V、R_L = 2kΩ、T_J = –55°C ～ +125°C、JDJ パッケージおよび KGD	118	134		
		V_O = (V–) + 1.5V ～ (V+) – 1.5V、R_L = 2kΩ、T_J = 25°C、放射線照射前後、HFR パッケージ	100	123		
		V_O = (V–) + 1.5V ～ (V+) – 1.5V、R_L = 2kΩ、T_J = –55°C ～ +125°C、HFR パッケージ	100	123		
		V_O = (V–) + 3.4V ～ (V+) – 3.4V、R_L = 600Ω、V_S = ±7V、T_J = 25°C、放射線照射前後、JDJ パッケージ および KGD	118	134		
		V_O = (V–) + 3.4V ～ (V+) – 3.4V、R_L = 600Ω、V_S = ±7V、T_J = –55°C ～ +125°C、JDJ パッケージ および KGD	118	134		
		V_O = (V–) + 3.4V ～ (V+) – 3.4V、R_L = 600Ω、V_S = ±7V、T_J = 25°C、放射線照射前後、HFR パッケージ	90	114		
		V_O = (V–) + 3.4V ～ (V+) – 3.4V、R_L = 600Ω、V_S = ±7V、T_J = –55°C ～ +125°C、HFR パッケージ	90	114		
出力						
V_O	出力電圧	R_L = 10kΩ、T_J = 25°C、放射線照射前後	(V–) + 0.5		(V+) – 1.2	V
		R_L = 10kΩ、T_J = –55°C ～ +125°C	(V–) + 0.5		(V+) – 1.2	
		R_L = 2kΩ、T_J = 25°C、放射線照射前後	(V–) + 1.5		(V+) – 1.5	
		R_L = 2kΩ、T_J = –55°C ～ +125°C	(V–) + 1.5		(V+) – 1.5	
		T_J = 25°C、R_L = 600Ω、放射線照射前後	(V–) + 3.4		(V+) – 3.4	
		R_L = 600Ω、V_S = ±7V、T_J = –55°C ～ +125°C	(V–) + 3.4		(V+) – 3.4	
I_{SC}	短絡電流			±35		mA
C_{LOAD}	容量性負荷駆動能力	f = 350kHz、I_O = 0mA	*セクション 5.6* を参照してください。			
電源						

5.5 電気的特性 (続き)

T_J = 25℃、V_S = ±5V ～ ±15V および R_L = 2kΩ (特に記述のない限り)。放射線照射後の仕様は、エンジニアリングサンプルを含む非 RHA グレードには適用されません。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_Q	アンプごとの静止電流	I_O = 0mA、T_J = 25°C、放射線照射前後		±790	±850	μA
		I_O = 0mA、T_J = -55°C ～ +125°C			±900	

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.6 代表的特性

T_J = 25°C、V_S = ±15V、R_L = 2kΩ、放射線照射前の状態で測定 (特に記述のない限り)

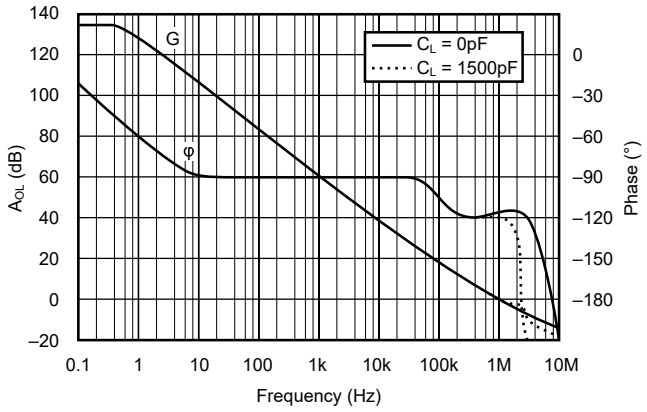


図 5-1. 開ループ ゲインおよび位相と周波数との関係

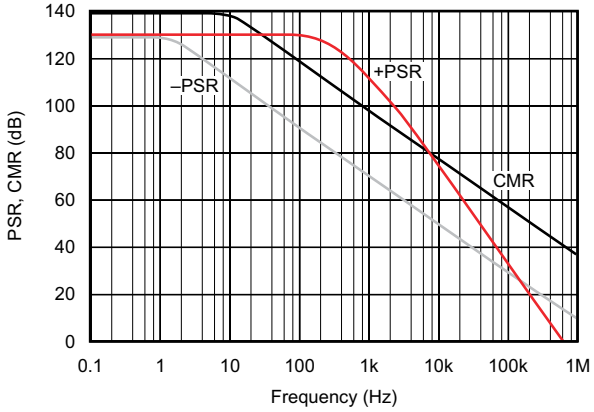


図 5-2. 電源および同相除去比と周波数との関係

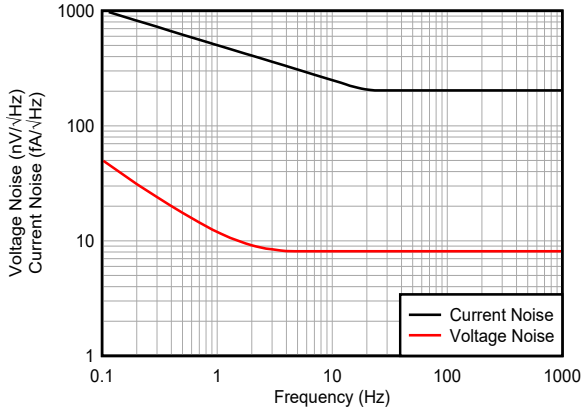
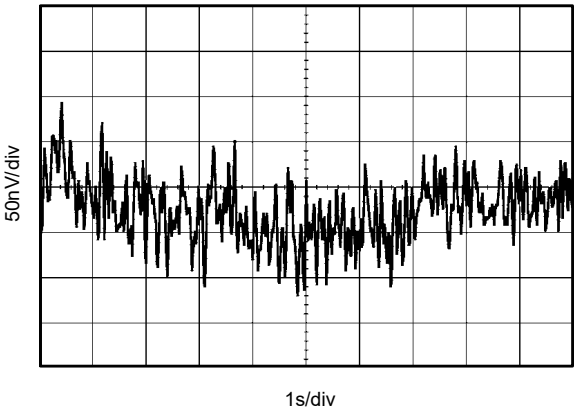
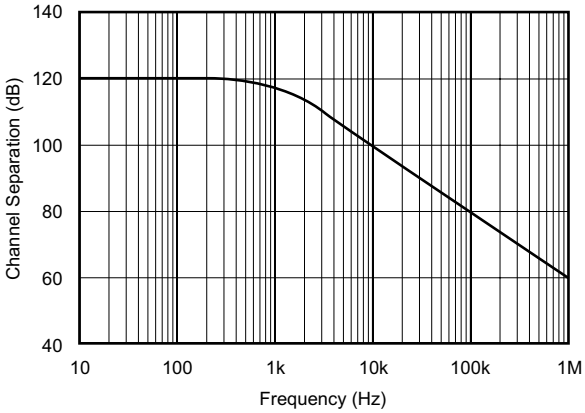


図 5-3. 入力ノイズおよび電流のノイズ スペクトラム密度と周波数との関係



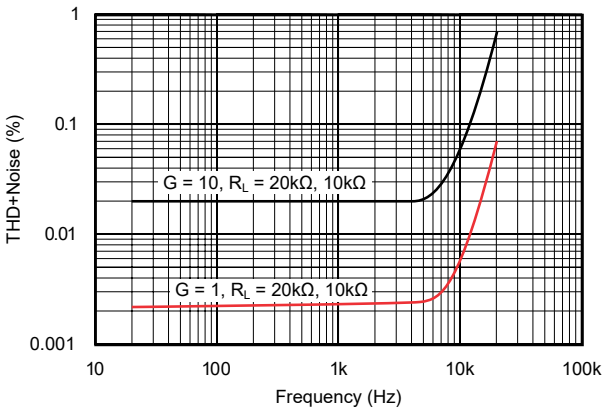
ノイズ信号は、0.1Hz ～ 10Hz の帯域幅に制限

図 5-4. 入力ノイズ電圧と時間との関係



G = 1、チャネル A ～ D または B ～ C で測定、
その他の組み合わせでも、同等またはそれ以上の除去特性が得られる

図 5-5. チャネル セパレーションと周波数との関係



V_{OUT} = 3.5Vrms

図 5-6. 全高調波歪 + ノイズと周波数との関係

5.6 代表的特性 (続き)

T_J = 25°C、V_S = ±15V、R_L = 2kΩ、放射線照射前の状態で測定 (特に記述のない限り)

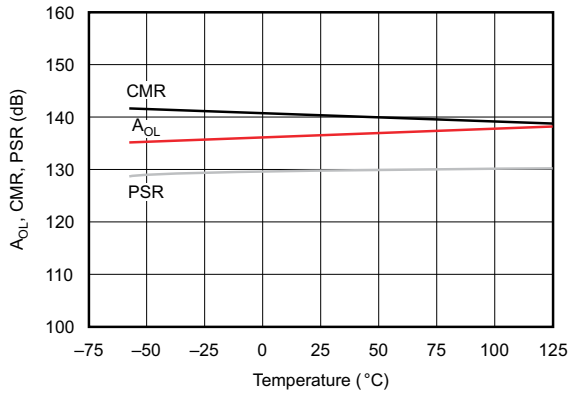
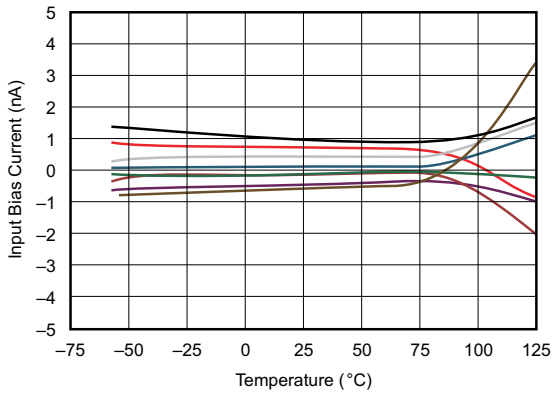


図 5-7. A_{OL}、CMR、PSR と温度との関係



曲線は、代表的な量産ユニットの特性を示す

図 5-8. 入力バイアス電流と温度との関係

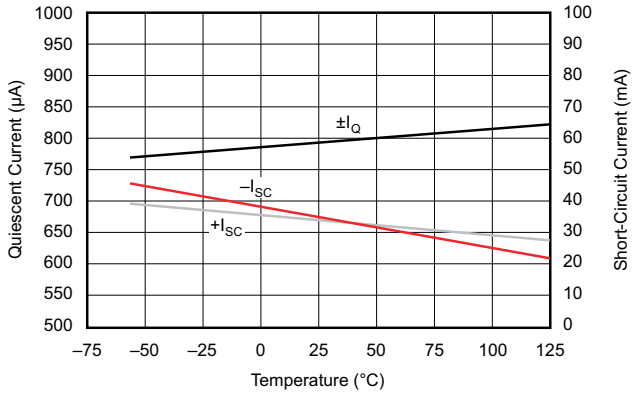
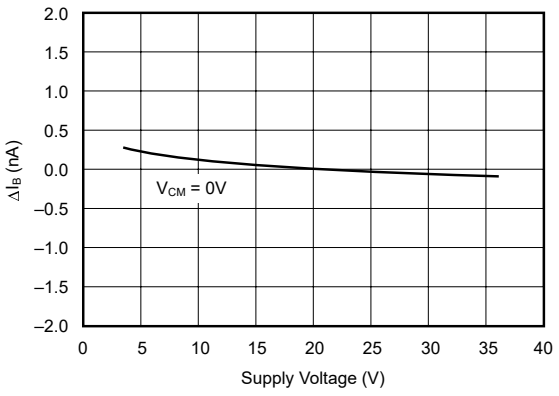
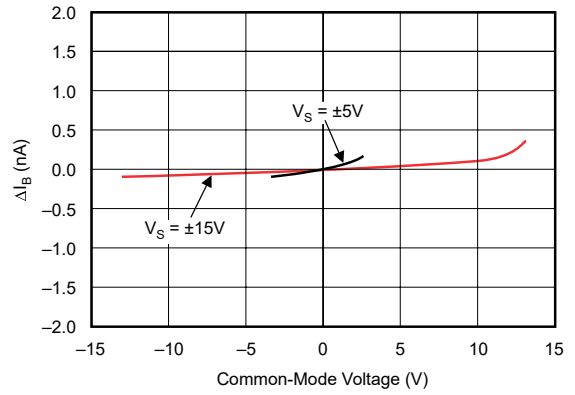


図 5-9. 静止電流および短絡電流と温度との関係



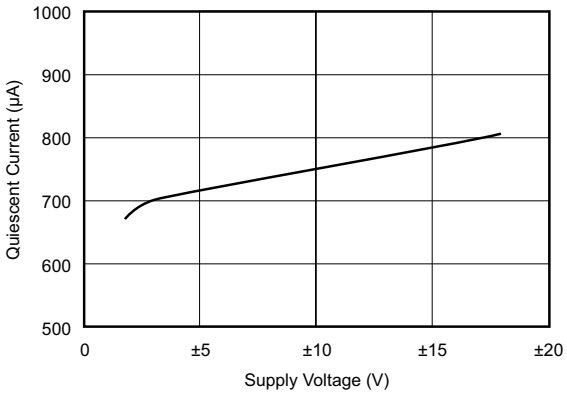
曲線は、V_S =±10V (+20V) に対するバイアス電流の正規化変化を示し、典型的な I_B は V_S =±10V で –0.5nA ～ 0.5nA の範囲

図 5-10. 入力バイアス電流の変化と電源電圧との関係



曲線は、V_{CM} = 0V に対するバイアス電流の正規化変化を示し、典型的な I_B は V_{CM} = 0V で –0.5nA ～ 0.5nA の範囲

図 5-11. 入力バイアス電流の変化と同相電圧との関係



アンプ 1 個あたり

図 5-12. 静止電流と電源電圧との関係

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.6 代表的特性 (続き)

T_J = 25°C、V_S = ±15V、R_L = 2kΩ、放射線照射前の状態で測定 (特に記述のない限り)

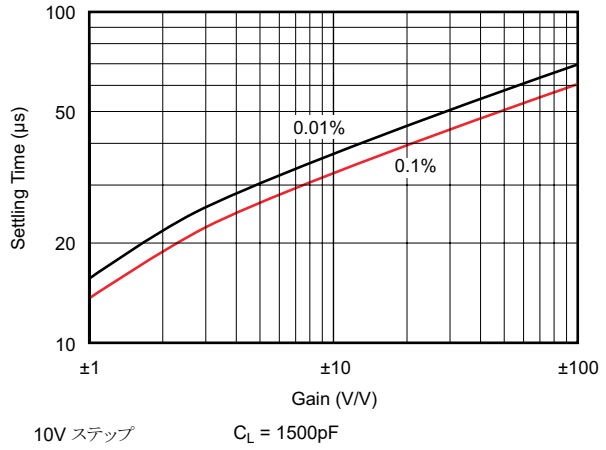


図 5-13. セトリング タイムと閉ループ ゲインとの関係

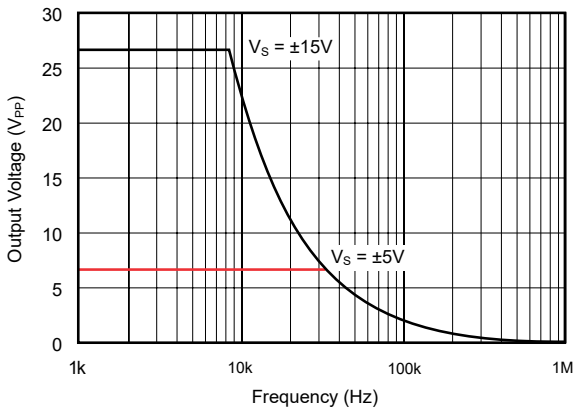


図 5-14. 最大出力電圧と周波数との関係

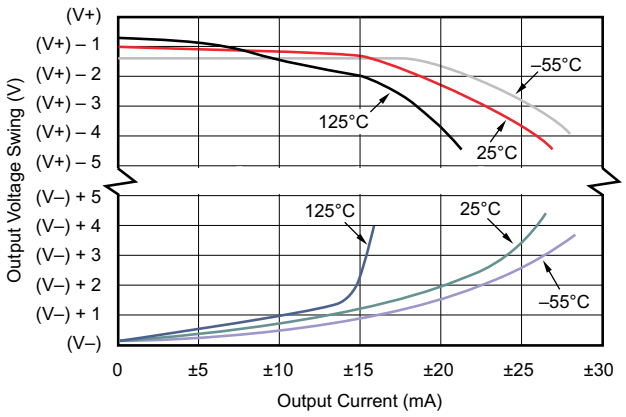


図 5-15. 出力電圧スイングと出力電流との関係

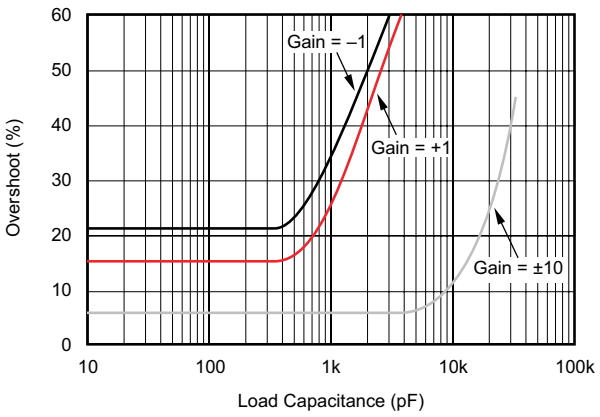


図 5-16. 小信号のオーバーシュートと負荷容量との関係

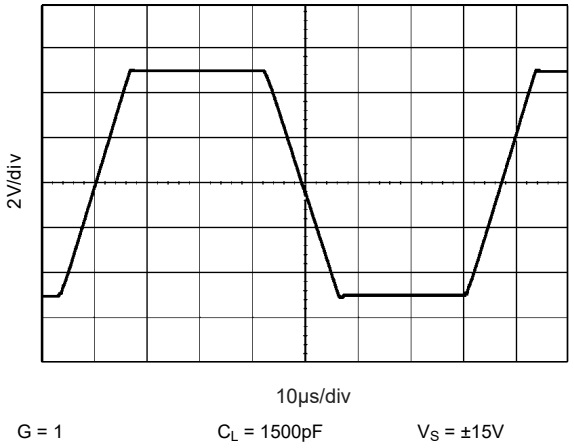


図 5-17. 大信号ステップ応答

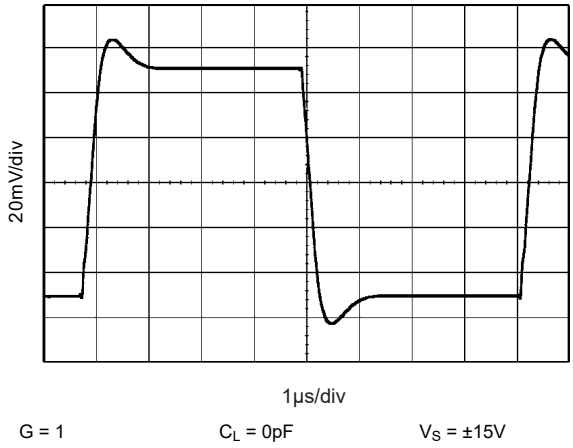


図 5-18. 小信号ステップ応答

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.6 代表的特性 (続き)

T_J = 25°C、V_S = ±15V、R_L = 2kΩ、放射線照射前の状態で測定 (特に記述のない限り)

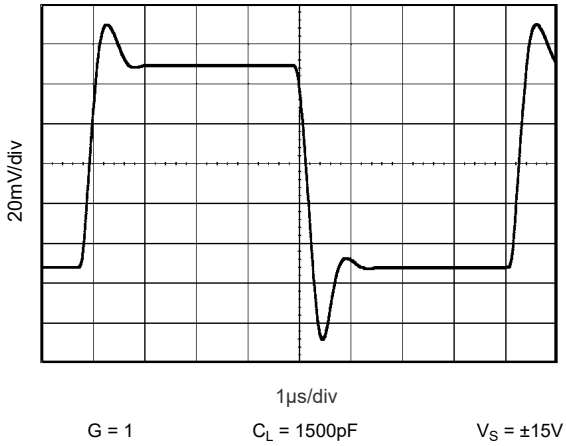


図 5-19. 小信号ステップ応答

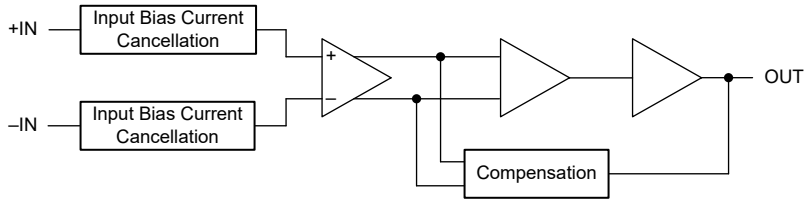
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 詳細説明

6.1 概要

OPA4277-SP 高精度オペアンプは、業界標準の LM124-SP の代替製品です。OPA4277-SP は、ノイズを改善、出力電圧スイングを拡大、半分の静止電流で 2 倍の速度を実現します。非常に低い入力オフセット電圧およびドリフト、低いバイアス電流、高い同相除去比、高い電源電圧除去比といった特長があります。

6.2 機能ブロック図



6.3 機能説明

OPA4277-SP は ±2～±18V の電源で動作し、非常に優れた性能を発揮します。ほとんどのオペアンプは 1 つの電源電圧でのみ動作が規定されているのに対して、OPA4277-SP 高精度オペアンプは複数の実アプリケーションに対応して規定されており、±5～±15V の電源電圧範囲に対して単一の制限が適用されます。アンプが指定の制限までスイングしても、高い性能が維持されます。初期オフセット電圧が非常に低いため (最大 ±50μV)、ユーザーによる調整は通常必要ありません。

6.3.1 入力保護

OPA4277-SP の入力は、1kΩ の直列入力抵抗とダイオード クランプで保護されています。入力は、±30V の差動入力に損傷なしで耐えることができます。保護ダイオードは、入力がオーバードライブされたときに導通します。流れる電流により、ユニティ ゲイン安定を利用するアプリケーションのスルーイング動作に悪影響を及ぼす可能性がありますが、オペアンプに損傷を与えることはありません。

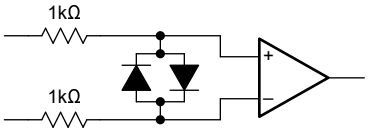
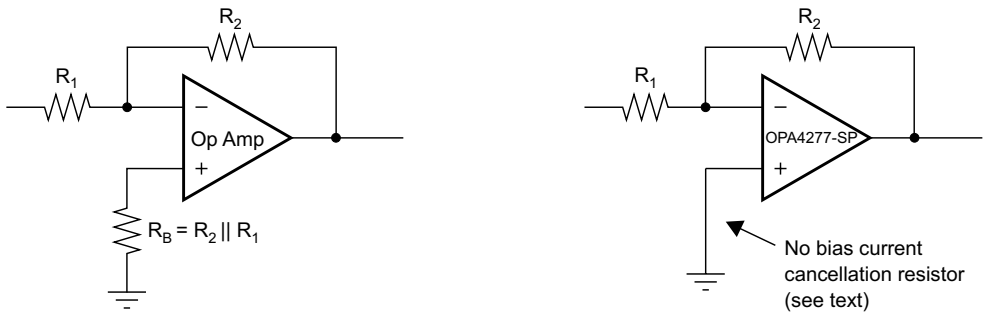


図 6-1. OPA4277-SP 入力保護

6.3.2 入力バイアス電流のキャンセル

OPA4277-SP の入力段のベース電流は、同等で逆のキャンセル回路によって内部的に補償されます。結果として得られる入力バイアス電流は、入力段のベース電流とキャンセル電流の差になります。この残留入力バイアス電流は、正にも負にもなる可能性があります。

この方法でバイアス電流がキャンセルされると、入力バイアス電流と入力オフセット電流はほぼ同じ大きさになります。その結果、他のオペアンプでよく行われるようなバイアス電流キャンセル抵抗を使用する必要がありません。図 6-2 (a) は、外付けバイアス電流キャンセル抵抗を備えた従来のオペアンプを示し、(b) は外付けバイアス電流キャンセル抵抗を必要としない OPA4277-SP を示しています。入力バイアス電流誤差をキャンセルするために抵抗を追加すると、逆にオフセット電圧やノイズが増加する可能性があることに注意してください。



(a)

Conventional op amp with external bias current cancellation resistor.

(b)

OPA4277-SP with no external bias current cancellation resistor.

Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

図 6-2. 入力バイアス電流のキャンセル

6.4 デバイスの機能モード

OPA4277-SP には単一の機能モードがあり、電源電圧 (V+) – (V–) 4V 以上 36V 以下のときに動作します。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 アプリケーション情報

OPA4277-SP はユニティ ゲインで安定しており、出力に予期しない位相反転が発生しないため、幅広いアプリケーションで容易に使用できます。ノイズが多い、またはハイインピーダンスの電源を使用するアプリケーションでは、デバイスのピンの近くにデカップリング コンデンサが必要です。通常は、0.1µF のコンデンサが適しています。

7.2 代表的なアプリケーション

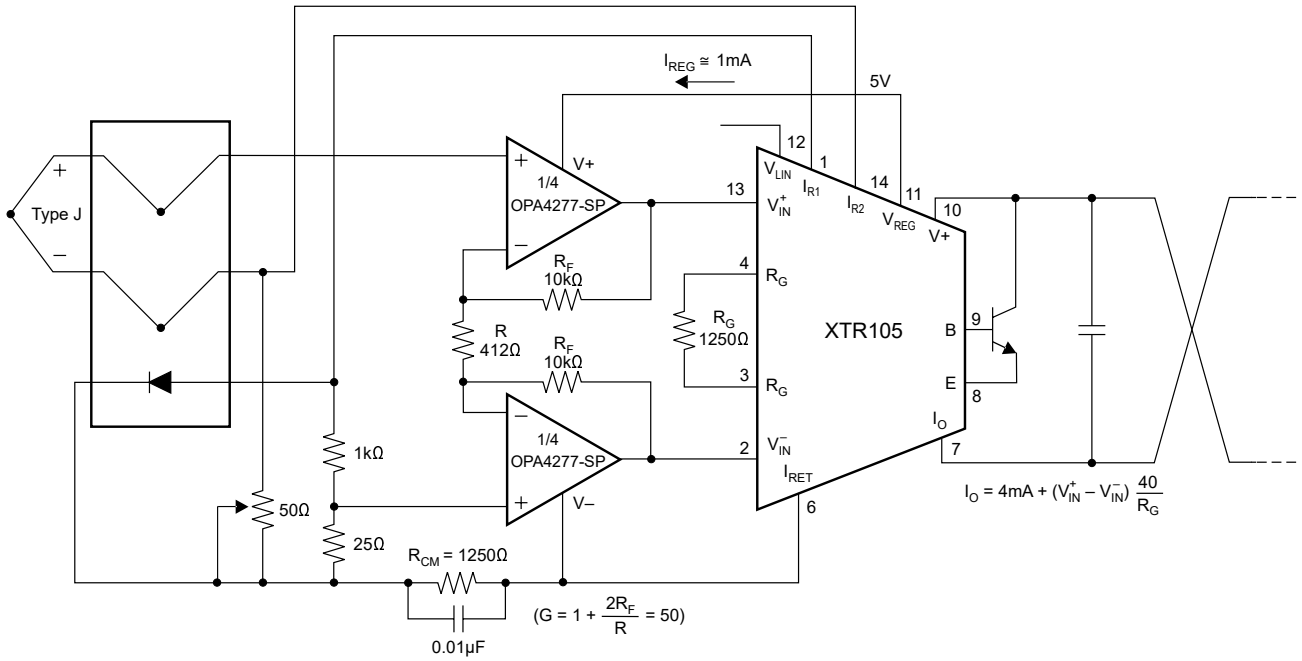


図 7-1. ダイオードの冷接点補償を使用した熱電対の低オフセット、低ドリフト ループ測定

7.2.1 設計要件

図 7-1 に示すダイオードによるコールドジャンクション補償を備えた熱電対の低オフセットおよび低ドリフトの測定ループでは、ゲイン 50 が必要です。

7.2.2 詳細な設計手順

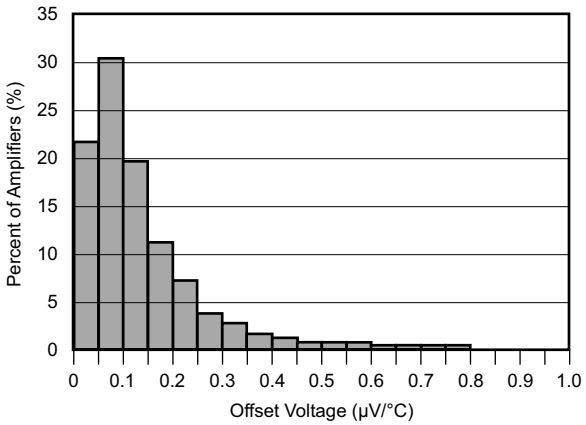
式 1 により、ゲイン 50 に必要な抵抗値を算出します。表 7-1 に、設計パラメータの一覧を示します。

$$G = 1 + \frac{2R_F}{R} = 50 \quad (1)$$

表 7-1. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
R_F	10kΩ
R	412 Ω

7.2.3 アプリケーション曲線



T_J = 25℃、V_S = ±15V、R_L = 2kΩ

パッケージ ユニットの代表的な構成 (シングル、デュアル、クワッドを含む)

図 7-2. ウォームアップ時のオフセット電圧ドリフト

7.3 電源に関する推奨事項

OPA4277-SP は ±2～±18V の電源で動作し、非常に優れた性能を発揮します。ほとんどのオペアンプは単一の電源電圧で仕様が定められていますが、OPA4277-SP は実際のアプリケーションを想定して仕様が定められており、±5V ～ ±15V の電源電圧範囲全体で単一の制限値が適用されます。したがって、電源電圧 V_S = ±10V で動作させても、±15V 電源を使用した場合と同じ仕様性能が得られます。さらに、主要なパラメータは、–55℃～ +125℃の温度範囲で仕様が定められています。ほとんどの動作は、動作電圧範囲全体 (±2V ～ ±18V) にわたっても変わりません。動作電圧や温度によって大きく変化するパラメータは、『*代表特性*』のセクションに示されています。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 レイアウト

7.4.1 レイアウトのガイドライン

OPA4277-SP は、非常に低いオフセット電圧とドリフトを実現しています。最高の性能を実現するには、回路レイアウトと機械的条件を最適化してください。オフセット電圧とドリフトは、オペアンプ入力の小さな熱電気電位によって低下する可能性があります。異なる金属を接続すると熱電位が発生し、OPA4277-SP の最終的な性能が低下する可能性があります。両方の入力端子の電位を等しくすることで、これらの熱電位を打ち消します。

- 2 つの入力端子に接続する熱容量は同程度にします。
- 熱源を、重要な入力回路からできるだけ離れた場所に配置します。
- オペアンプおよび入力回路を、冷却ファンなどの空気流から遮蔽します。

7.4.2 レイアウト例

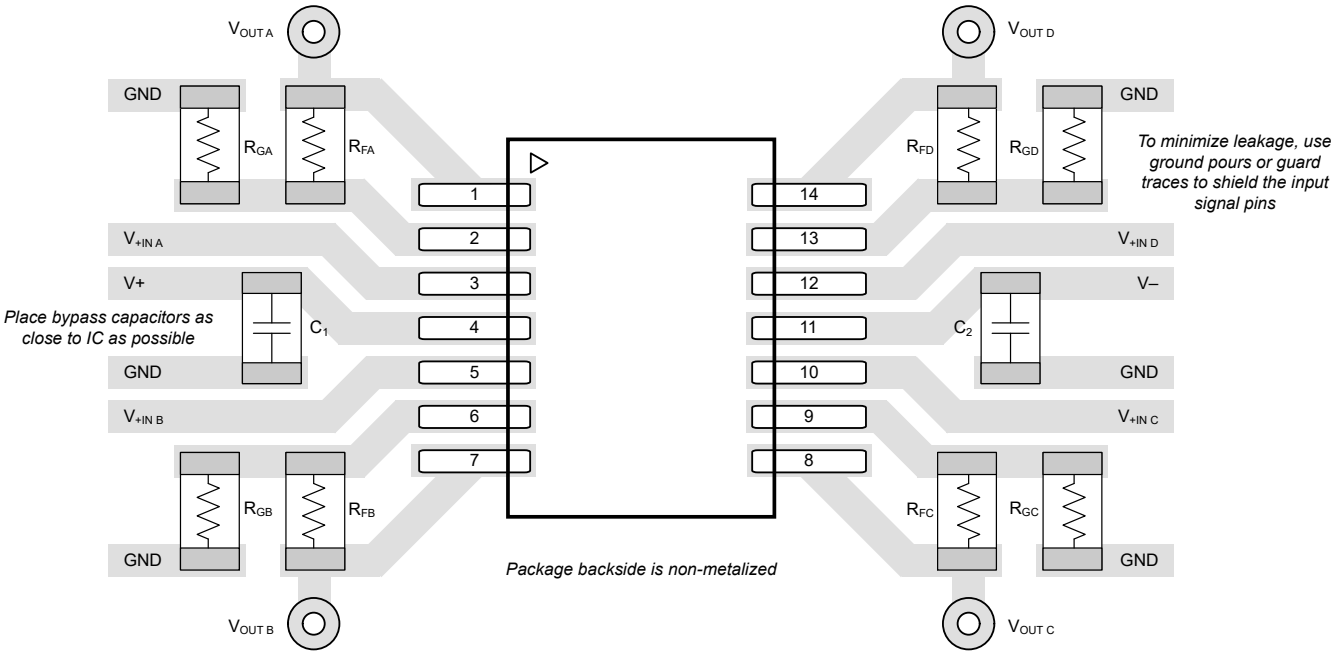


図 7-3. 基板レイアウト例

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

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。

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 B (November 2024) to Revision C (October 2025) **Page**

- 『*デバイス情報*』に非 RHA グレードの 5962-1620901VYC デバイスを追加 1
- JDJ (CDIP) パッケージのピン名を +VS から V+、–VS から V- に変更し、他パッケージとの表記を統一 3
- 『*推奨動作条件*』の表に脚注を追加し、SEL 耐性が 30V 電源で特性評価されていることを明確化 6
- 『*電気的特性*』に、放射線照射後の仕様が非 RHA グレードの注文品には適用されないことを示す注記を追加 7
- 誤記修正のため、A_{OL} の試験条件中の (V_{O+}) を V+ に、($V_{O–}$) を V–に変更 7

Changes from Revision A (January 2019) to Revision B (November 2024) **Page**

- ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新 1
- 「特長」で値が標準値であることを明確化 1
- 「特長」で、アンプごとの標準静止電流を 800µA から 790µA に変更 1
- 「アプリケーション」で関連する最終製品の一覧を更新 1
- 「概略回路図」を更新し、入力保護回路を表示 1
- 表 5-1『*ピンの機能:(CDIP)*』*ピン 9、10、23、24 の記述を正しい内容に更新* 3
- 表 5-1『*ピンの機能:(CDIP)*』*ピン 19 および 20 の記述を正しい内容に更新* 3
- 図 5-1『*JDJ パッケージ、28 ピン CDIP (上面図)*』のピン 19 および 20 の誤ったピン名を修正 3
- 『*熱に関する情報*』で、JDJ パッケージの $R_{\theta JB}$、ψ_{JT}、ψ_{JB} のパラメータ値を変更し、$R_{\theta JC(bot)}$ の熱特性値を追加 6

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

- 「熱に関する情報」に HFR パッケージを追加 6
- 『*電気的特性*』の「vs time」の特性において、パラメータ表記を「入力オフセット電圧」から「入力オフセット電圧の長期安定性」に修正..... 7
- 『*電気的特性*』で、PSRR のパラメータ表記を「入力オフセット電圧」から「電源除去比」に変更..... 7
- 『*電気的特性*』において、CMRR および AOL パラメータの説明を修正し、JDJ パッケージおよび KGD を明記するとともに、一部の試験条件が放射線照射前後の両方に適用されることを明確化..... 7
- 『*電気的特性*』に HFR パッケージ用の CMRR 最小値 100dB、および典型値 121dB を追加..... 7
- 『*電気的特性*』に、HFR パッケージ用 AOL の最小仕様 (2kΩ 負荷時 100dB、600Ω 負荷時 90dB) および典型仕様 (2kΩ 負荷時 123dB、600Ω 負荷時 114dB) を追加..... 7
- 『*電気的特性*』から「規定電圧」と「動作電圧」の仕様を削除 (既に「*推奨動作条件*」に記載されているため)..... 7
- 図 6-3『*入力ノイズおよび電流のノイズ スペクトラム密度と周波数との関係*』から重複するタイトルを削除..... 11
- 『*機能ブロック図*』を更新し、入力バイアス電流のキャンセルおよび補償の機能ブロックを追加..... 15
- 『*デバイスの機能モード*』の説明に最小有効電源電圧を追加し、最大電源電圧が 36V まで許容されることを明確化 16
- パッケージ製品の特性を正確に反映するため、『*レイアウトのガイドライン*』からサーマルパッドに関する推奨事項を削除..... 19
- 図 8-3『*基板レイアウトの例*』を、汎用オペアンプ EVM レイアウトからデバイス固有のレイアウトに変更..... 19

Changes from Revision * (December 2016) to Revision A (January 2019) **Page**

- 『*特長*』を変更..... 1
- 新しいデバイス パッケージを追加..... 1
- 『*ピン構成および機能*』を更新..... 3
- 『*推奨動作条件*』の表を更新..... 6
- 図 6-3『*入力ノイズおよび電流のノイズ スペクトラム密度と周波数との関係*』を更新..... 11

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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
5962-1620901VYC	Active	Production	CFP (HFR) | 14	25 | TUBE	Yes	AU	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-1620901VYC OPA4277-SP
5962L1620901V9A	Last Time Buy	Production	XCEPT (KGD) | 0	36 | JEDEC TRAY (5+1)	Yes	Call TI	N/A for Pkg Type	-55 to 125	
5962L1620901V9A.A	Last Time Buy	Production	XCEPT (KGD) | 0	36 | JEDEC TRAY (5+1)	Yes	Call TI	N/A for Pkg Type	-55 to 125	
5962L1620901VXA	Last Time Buy	Production	CDIP SB (JDJ) | 28	12 | TUBE	Yes	Call TI	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962L1620901VX A OPA4277-SP
5962L1620901VXA.A	Last Time Buy	Production	CDIP SB (JDJ) | 28	12 | TUBE	Yes	Call TI	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962L1620901VX A OPA4277-SP
5962L1620901VYC	Last Time Buy	Production	CFP (HFR) | 14	25 | TUBE	Yes	AU	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962L1620901VYC OPA4277-SP
5962L1620901VYC.A	Last Time Buy	Production	CFP (HFR) | 14	25 | TUBE	Yes	AU	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962L1620901VYC OPA4277-SP
OPA4277HFR/EM	Active	Production	CFP (HFR) | 14	25 | TUBE	Yes	AU	N/A for Pkg Type	25 to 25	OPA4277HFR/EM EVAL ONLY

(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.

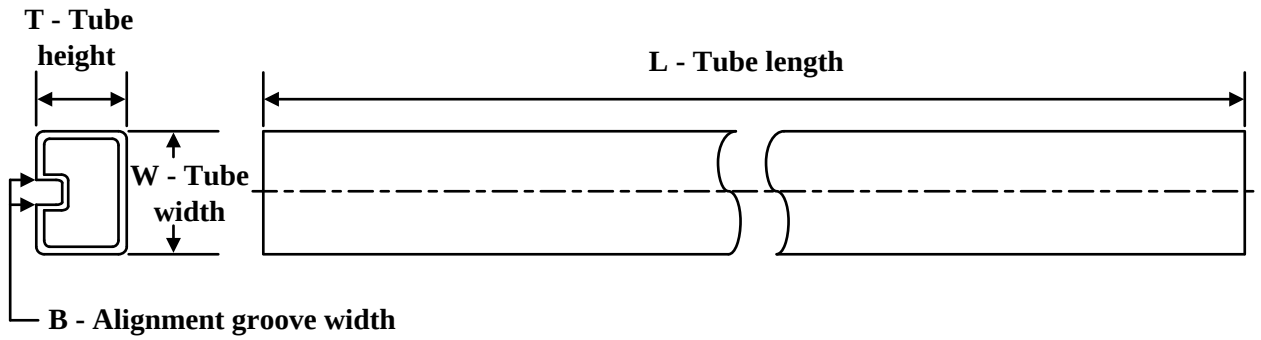
OTHER QUALIFIED VERSIONS OF OPA4277-SP :

- Catalog : OPA4277
- Enhanced Product : OPA4277-EP

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product
- Enhanced Product - Supports Defense, Aerospace and Medical Applications

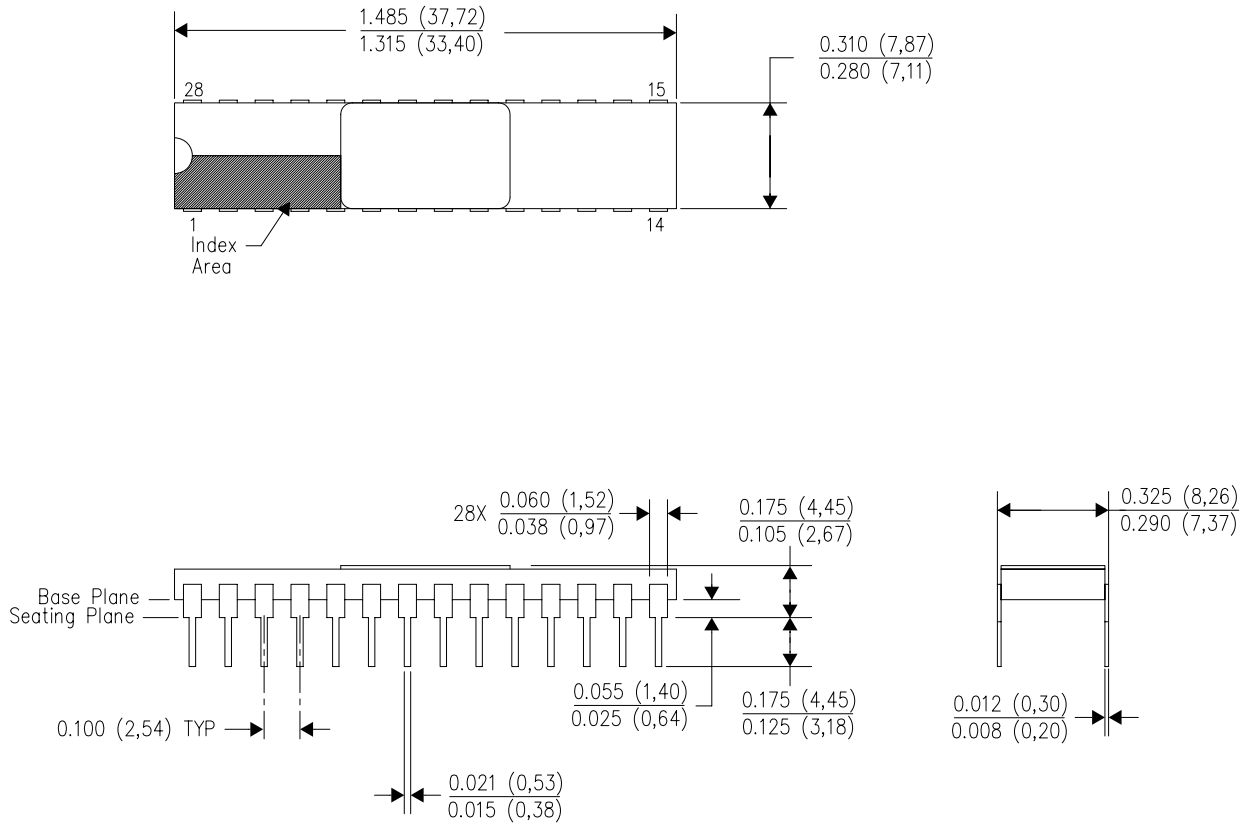
TUBE



*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (µm)	B (mm)
5962-1620901VYC	HFR	CFP (HSL)	14	25	506.98	26.16	6220	NA
5962L1620901VXA	JDJ	CDIP SB	28	12	506.98	15.24	12290	NA
5962L1620901VXA.A	JDJ	CDIP SB	28	12	506.98	15.24	12290	NA
5962L1620901VYC	HFR	CFP (HSL)	14	25	506.98	26.16	6220	NA
5962L1620901VYC.A	HFR	CFP (HSL)	14	25	506.98	26.16	6220	NA

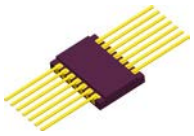
JDJ (R–CDIP–T28) CERAMIC DUAL IN–LINE PACKAGE



4202646–3/B 07/10

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Ceramic quad flatpack with flat leads brazed to non–conductive tie bar carrier.
D. This package is hermetically sealed with a metal lid.
E. The leads are gold plated and can be solderdipped.
F. Leads not shown for clarity purposes.
G. Lid and heat sink are connected to GND leads.

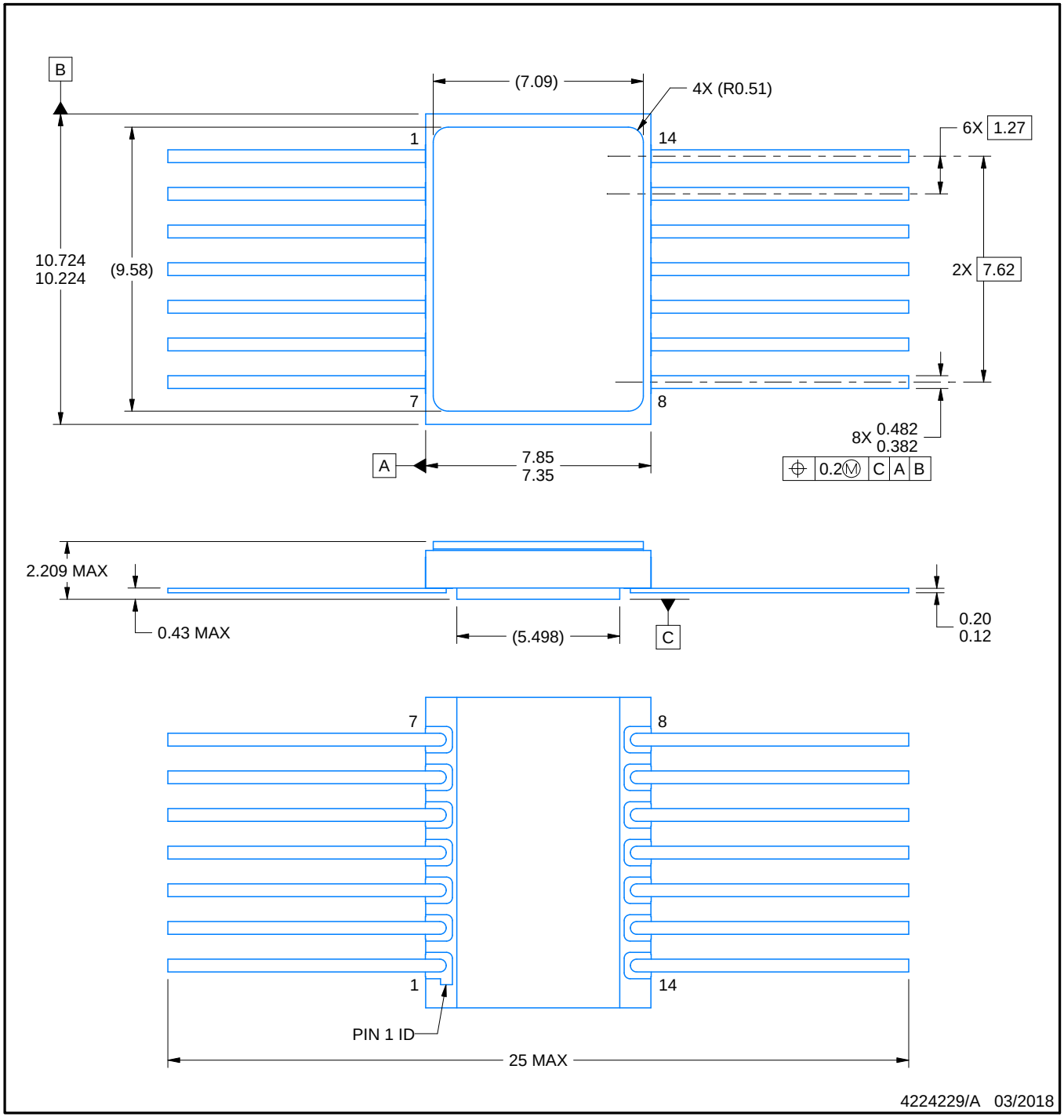
HFR0014A



PACKAGE OUTLINE

CFP - 2.209 mm max height

CERAMIC FLATPACK



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This package is hermetically sealed with a metal lid. The lid is not connected to any lead.
4. The leads are gold plated.

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