

# AD8276/AD8277

## 特長

- 電源を超える広い入力範囲
- 堅固な入力過電圧保護機能
- 低電源電流: チャンネルあたり最大 200  $\mu$ A
- 低消費電力:  $V_S = 2.5$  V で 0.5 mW
- 帯域幅: 550 kHz
- CMRR: 最小 86 dB、DC~10 kHz
- 低オフセット電圧ドリフト: 最大  $\pm 2$   $\mu$ V/ $^{\circ}$ C (B グレード)
- 低ゲイン・ドリフト: 最大 1 ppm/ $^{\circ}$ C (B グレード)
- 強化されたスルーレート: 1.1 V/ $\mu$ s
- 広い電源範囲:
  - 単電源動作: 2 V~36 V
  - 両電源動作:  $\pm 2$  V~ $\pm 18$  V

## アプリケーション

- 電圧計測とモニタリング
- 電流計測とモニタリング
- 差動出力計装アンプ
- ポータブル機器、バッテリー駆動機器
- テスト機器と計測機器

## 概要

AD8276/AD8277 は、高性能と低消費電力を必要とする、電源に厳しいアプリケーションでの高精度シグナル・コンディショニングを対象とする汎用のユニティ・ゲイン・ディファレンス・アンプです。優れた同相モード除去比 (86 dB) と広い帯域幅を提供すると同時に電源レールを超える信号を増幅します。内蔵抵抗は、優れたゲイン精度と高い CMRR を得るようにレーザ・トリムされています。また、極めて低いゲイン・ドリフト温度特性を持っています。

このアンプの同相モード範囲は電源電圧のほぼ 2 倍であるため、これらのアンプは広い同相モード電圧範囲を必要とする単電源アプリケーションに最適です。入力の内部抵抗と ESD 回路では、オペアンプに対する過電圧保護機能も提供しています。

AD8276/AD8277 はユニティ・ゲイン安定です。両デバイスはディファレンス・アンプとしての使用に対して最適化されていますが、 $G = -1, +1, +2$  の高精度シングルエンド構成で接続することもできます。AD8276/AD8277 は、小型かつ低価格で、ディスクリット代替品より優れた性能を持つ統合高精度ソリューションを提供します。

AD8276/AD8277 は、単電源 (2.0 V~36 V) または両電源 ( $\pm 2$  V~ $\pm 18$  V) で動作します。最大静止電源電流はチャンネルあたり 200  $\mu$ A であるため、バッテリー駆動のシステムとポータブル・システムに最適です。

## 機能ブロック図

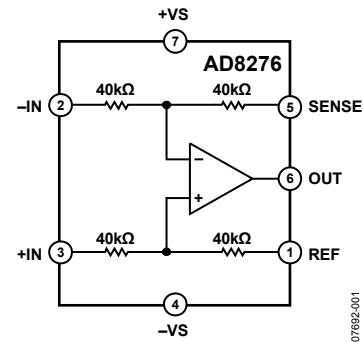


図 1. AD8276

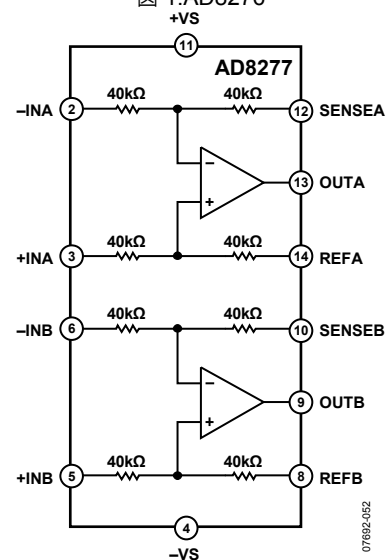


図 2. AD8277

表 1. 差動アンプの分類

Low Distortion	High Voltage	Current Sensing <sup>1</sup>	Low Power
AD8270	AD628	AD8202 (U)	AD8276
AD8271	AD629	AD8203 (U)	AD8277
AD8273		AD8205 (B)	AD8278
AD8274		AD8206 (B)	
AMP03		AD8216 (B)	

<sup>1</sup> U = 単方向, B = 双方向

AD8276 は省スペースの 8 ピン MSOP パッケージを、AD8277 は 14 ピン SOIC パッケージをそれぞれ採用しています。両デバイスの性能は -40 $^{\circ}$ C~+85 $^{\circ}$ C の工業温度範囲で規定し、RoHS に準拠しています。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。  
※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。  
©2009–2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

## 目次

特長.....	1	回路説明.....	14
アプリケーション.....	1	AD8276/AD8277 の駆動.....	14
概要.....	1	入力電圧範囲.....	14
機能ブロック図.....	1	電源.....	15
改訂履歴.....	2	アプリケーション情報.....	16
仕様.....	3	構成.....	16
絶対最大定格.....	5	差動出力.....	16
熱抵抗.....	5	電流源.....	17
最大消費電力.....	5	電圧と電流のモニタリング.....	17
短絡電流.....	5	計装アンプ.....	18
ESD の注意.....	5	RTD.....	18
ピン配置およびピン機能説明.....	6	外形寸法.....	19
代表的な性能特性.....	8	オーダー・ガイド.....	20
動作原理.....	14		

## 改訂履歴

### 4/10—Rev. A to Rev. B

Changes to Figure 53.....	18
Updated Outline Dimensions.....	19

### 7/09—Rev. 0 to Rev. A

Added AD8277.....	Universal
Changes to Features Section.....	1
Changes to General Description Section.....	1
Added Figure 2; Renumbered Sequentially.....	1
Changes to Specifications Section.....	3
Changes to Figure 3 and Table 5.....	5
Added Figure 5 and Table 7; Renumbered Sequentially.....	7
Changes to Figure 10.....	8

Changes to Figure 34.....	12
Added Figure 36.....	13
Changes to Input Voltage Range Section.....	14
Changes to Power Supplies Section and Added Figure 40.....	15
Added to Figure 40.....	15
Changes to Differential Output Section.....	16
Added Figure 47 and Changes to Current Source Section.....	17
Added Voltage and Current Monitoring Section and Figure 49.....	17
Moved Instrumentation Amplifier Section and Added RTD Section.....	18
Changes to Ordering Guide.....	20

### 5/09—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $V_S = \pm 5\text{ V} \sim \pm 15\text{ V}$ 、 $V_{REF} = 0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 10\text{ k}\Omega$  (グラウンドへ接続)、 $G = 1$  のディファレンス・アンプ構成。

表 2.

Parameter	Conditions	G = 1						Unit
		Grade B			Grade A			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
INPUT CHARACTERISTICS								
System Offset <sup>1</sup>	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		100	200		100	500	$\mu\text{V}$
vs. Temperature					200			500
Average Temperature Coefficient	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		0.5	2		2	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
vs. Power Supply	$V_S = \pm 5\text{ V}$ to $\pm 18\text{ V}$			5			10	$\mu\text{V}/\text{V}$
Common-Mode Rejection Ratio (RTI)	$V_S = \pm 15\text{ V}$ , $V_{CM} = \pm 27\text{ V}$ , $R_S = 0\ \Omega$	86			80			dB
Input Voltage Range <sup>2</sup>		$-2(V_S + 0.1)$		$+2(V_S - 1.5)$	$-2(V_S + 0.1)$		$+2(V_S - 1.5)$	V
Impedance <sup>3</sup>								
Differential			80			80		k $\Omega$
Common Mode			40			40		k $\Omega$
DYNAMIC PERFORMANCE								
Bandwidth			550			550		kHz
Slew Rate		0.9	1.1		0.9	1.1		V/ $\mu\text{s}$
Settling Time to 0.01%	10 V step on output, $C_L = 100\text{ pF}$			15			15	$\mu\text{s}$
Settling Time to 0.001%				16			16	$\mu\text{s}$
Channel Separation	$f = 1\text{ kHz}$		130			130		dB
GAIN								
Gain Error			0.005	0.02		0.01	0.05	%
Gain Drift	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			1			5	ppm/ $^\circ\text{C}$
Gain Nonlinearity	$V_{OUT} = 20\text{ V p-p}$			5			10	ppm
OUTPUT CHARACTERISTICS								
Output Voltage Swing <sup>4</sup>	$V_S = \pm 15\text{ V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$-V_S + 0.2$		$+V_S - 0.2$	$-V_S + 0.2$		$+V_S - 0.2$	V
Short-Circuit Current Limit			$\pm 15$			$\pm 15$		mA
Capacitive Load Drive			200			200		pF
NOISE <sup>5</sup>								
Output Voltage Noise	$f = 0.1\text{ Hz}$ to $10\text{ Hz}$		2			2		$\mu\text{V p-p}$
	$f = 1\text{ kHz}$		65	70		65	70	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
POWER SUPPLY								
Supply Current <sup>6</sup>				200			200	$\mu\text{A}$
vs. Temperature	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			250			250	$\mu\text{A}$
Operating Voltage Range <sup>7</sup>		$\pm 2$		$\pm 18$	$\pm 2$		$\pm 18$	V
TEMPERATURE RANGE								
Operating Range		-40		+125	-40		+125	$^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> 入力バイアスとオフセット電流誤差を含みます—RTO (出力換算)。

<sup>2</sup> 入力電圧範囲も絶対最大入力電圧または出力振幅により制限されます。詳細については、動作原理のセクションの入力電圧範囲のセクションを参照してください。

<sup>3</sup> 内蔵抵抗は比が一致するように調整済みで、絶対精度は $\pm 20\%$ です。

<sup>4</sup> 出力電圧振幅は電源と温度により変化します。詳細については、図 18～図 21 を参照してください。

<sup>5</sup> アンプの電圧および電流ノイズおよび内蔵抵抗のノイズを含みます。

<sup>6</sup> 電源電流は電源電圧と温度により変化します。詳細については、図 22～図 24 を参照してください。

<sup>7</sup>  $-V_S = -0.5\text{ V}$  および  $+V_S = +2\text{ V}$  のような不平衡電源の両電源を使うことができます。正電源レールは負電源およびリファレンス電圧より少なくとも  $2\text{ V}$  高い必要があります。

特に指定がない限り、 $V_S = +2.7\text{ V} \sim \pm 5\text{ V}$ 、 $V_{REF}$  = 電源中心、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 10\text{ k}\Omega$  (電源中心へ接続)、 $G = 1$  ディファレンス・アンプ構成。

表 3.

Parameter	Conditions	G = 1						Unit
		Grade B			Grade A			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
INPUT CHARACTERISTICS								
System Offset <sup>1</sup>	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		100	200		100	500	$\mu\text{V}$
vs. Temperature					200			500
Average Temperature Coefficient	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		0.5	2		2	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
vs. Power Supply	$V_S = \pm 5\text{ V}$ to $\pm 18\text{ V}$			5			10	$\mu\text{V}/\text{V}$
Common-Mode Rejection Ratio (RTI)	$V_S = 2.7\text{ V}$ , $V_{CM} = 0\text{ V}$ to $2.4\text{ V}$ , $R_S = 0\ \Omega$	86			80			dB
	$V_S = \pm 5\text{ V}$ , $V_{CM} = -10\text{ V}$ to $+7\text{ V}$ , $R_S = 0\ \Omega$	86			80			dB
Input Voltage Range <sup>2</sup>		$-2(V_S + 0.1)$		$+2(V_S - 1.5)$	$-2(V_S + 0.1)$		$+2(V_S - 1.5)$	V
Impedance <sup>3</sup>								
Differential			80			80		k $\Omega$
Common Mode			40			40		k $\Omega$
DYNAMIC PERFORMANCE								
Bandwidth			450			450		kHz
Slew Rate			1.0			1.0		V/ $\mu\text{s}$
Settling Time to 0.01%	8 V step on output, $C_L = 100\text{ pF}$ , $V_S = 10\text{ V}$		5			5		$\mu\text{s}$
Channel Separation	$f = 1\text{ kHz}$		130			130		dB
GAIN								
Gain Error			0.005	0.02		0.01	0.05	%
Gain Drift	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			1			5	ppm/ $^\circ\text{C}$
OUTPUT CHARACTERISTICS								
Output Swing <sup>4</sup>	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	$-V_S + 0.1$		$+V_S - 0.15$	$-V_S + 0.1$		$+V_S - 0.15$	V
Short-Circuit Current Limit			$\pm 10$			$\pm 10$		mA
Capacitive Load Drive			200			200		pF
NOISE <sup>5</sup>								
Output Voltage Noise	$f = 0.1\text{ Hz}$ to $10\text{ Hz}$		2			2		$\mu\text{V p-p}$
	$f = 1\text{ kHz}$		65			65		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
POWER SUPPLY								
Supply Current <sup>6</sup>	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$			200			200	$\mu\text{A}$
Operating Voltage Range		2.0		36	2.0		36	V
TEMPERATURE RANGE								
Operating Range		-40		+125	-40		+125	$^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> 入力バイアスとオフセット電流誤差を含みます—RTO (出力換算)。

<sup>2</sup> 入力電圧範囲も絶対最大入力電圧または出力振幅により制限されます。詳細については、動作原理のセクションの入力電圧範囲のセクションを参照してください。

<sup>3</sup> 内蔵抵抗は比が一致するように調整済みですが、絶対精度は $\pm 20\%$ です。

<sup>4</sup> 出力電圧振幅は電源と温度により変化します。詳細については、図 18～図 21 を参照してください。

<sup>5</sup> アンプの電圧および電流ノイズおよび内蔵抵抗のノイズを含みます。

<sup>6</sup> 電源電流は電源電圧と温度により変化します。詳細については、図 23～図 24 を参照してください。

## 絶対最大定格

表 4.

Parameter	Rating
Supply Voltage	$\pm 18\text{ V}$
Maximum Voltage at Any Input Pin	$-V_S + 40\text{ V}$
Minimum Voltage at Any Input Pin	$+V_S - 40\text{ V}$
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Specified Temperature Range	$-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$
Package Glass Transition Temperature ( $T_G$ )	$150^\circ\text{C}$

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## 熱抵抗

表 5の $\theta_{JA}$ 値は、4層のJEDEC規格ボードを自然空冷で使用した場合です。

表 5.

Package Type	$\theta_{JA}$	Unit
8-Lead MSOP	135	$^\circ\text{C}/\text{W}$
8-Lead SOIC	121	$^\circ\text{C}/\text{W}$
14-Lead SOIC	105	$^\circ\text{C}/\text{W}$

## 最大消費電力

AD8276/AD8277のパッケージ内での安全な最大消費電力は、チップのジャンクション温度( $T_J$ )上昇により制限されます。約 $150^\circ\text{C}$ のガラス転位温度で、プラスチックの属性が変わります。この温度規定値を一時的に超えた場合でも、パッケージからチップに加えられる応力が変化して、アンプのパラメータ性能を永久的にシフトさせてしまうことがあります。 $150^\circ\text{C}$ のジャンクション温度を長時間超えると、故障の原因になることがあります。

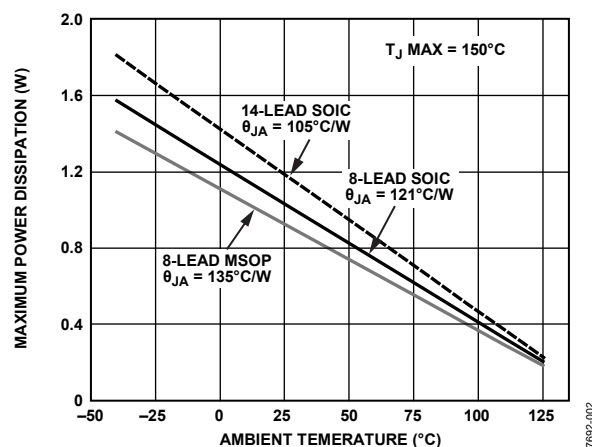


図 3. 周囲温度対最大消費電力

## 短絡電流

AD8276/AD8277は、出力電流を制限する短絡保護機能を内蔵しています(詳細については、図 25参照)。短絡状態自体はデバイスに損傷を与えませんが、この状態で発生する熱により、デバイスの最大ジャンクション温度を超えることがあるため、信頼性に悪影響を与えます。図 3と図 25、および電源電圧とデバイスの周囲温度の知識の組み合わせを使って、短絡によりデバイスが最大ジャンクション温度を超えるか否かを知ることができます。

## ESDの注意



ESD(静電放電)の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術であるESD保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置およびピン機能説明

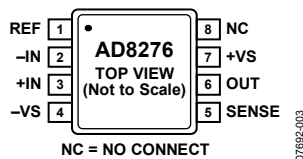


図 4. AD8276 の 8 ピン MSOP ピン配置

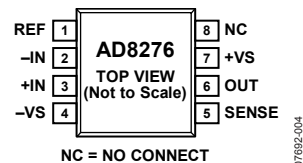


図 5. AD8276 の 8 ピン SOIC ピン配置

表 6. AD8276 のピン機能説明

ピン番号	記号	説明
1	REF	リファレンス電圧入力。
2	-IN	反転入力。
3	+IN	非反転入力。
4	-VS	負電源。
5	SENSE	検出端子。
6	OUT	出力。
7	+VS	正電源。
8	NC	未接続。

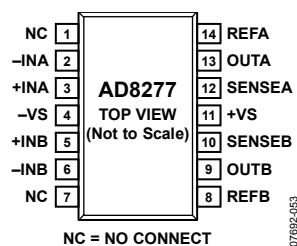


図 6.AD8277 の 14 ピン SOIC ピン配置

表 7.AD8277 のピン機能説明

ピン番号	記号	説明
1	NC	未接続。
2	-INA	チャンネル A 反転入力。
3	+INA	チャンネル A 非反転入力。
4	-VS	負電源。
5	+INB	チャンネル B 非反転入力。
6	-INB	チャンネル B 反転入力。
7	NC	未接続。
8	REFB	チャンネル B リファレンス電圧入力。
9	OUTB	チャンネル B 出力。
10	SENSEB	チャンネル B 検出端子。
11	+VS	正電源。
12	SENSEA	チャンネル A 検出端子。
13	OUTA	チャンネル A 出力。
14	REFA	チャンネル A リファレンス電圧入力。

## 代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_S = \pm 15\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 10\text{ k}\Omega$  (グラウンドへ接続)、 $G = 1$  のディファレンス・アンプ構成。

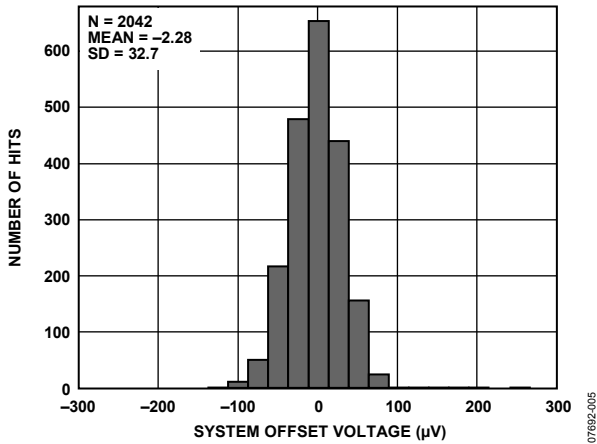


図 7. システム・オフセット電圧の分布

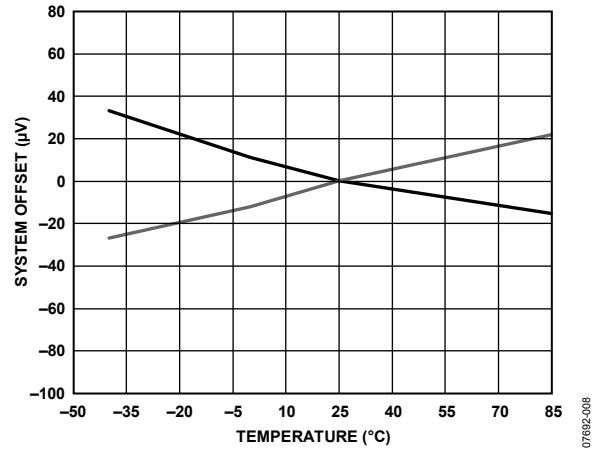


図 10. システム・オフセットの温度特性、25°C で正規化

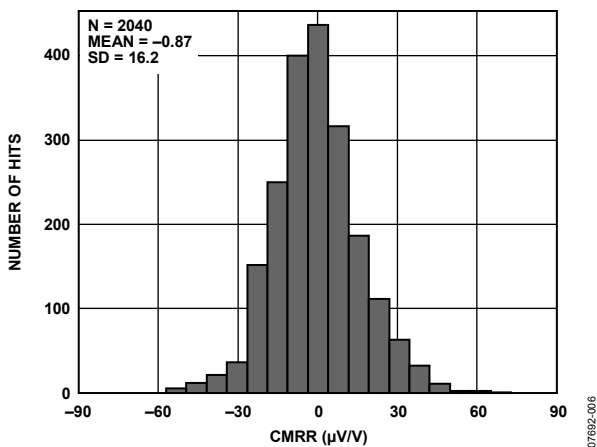


図 8. 同相モード除去比の分布

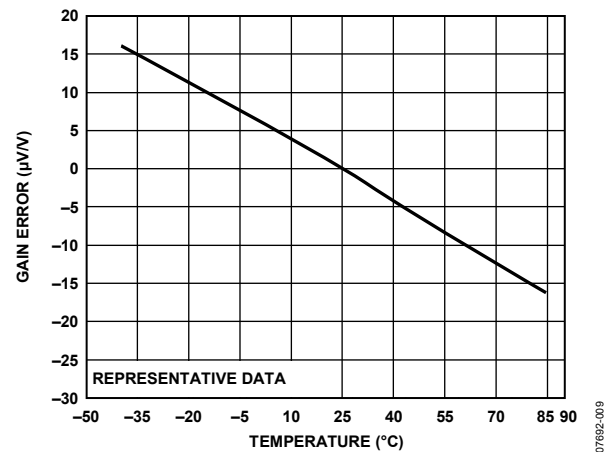


図 11. ゲイン誤差の温度特性、25°C で正規化

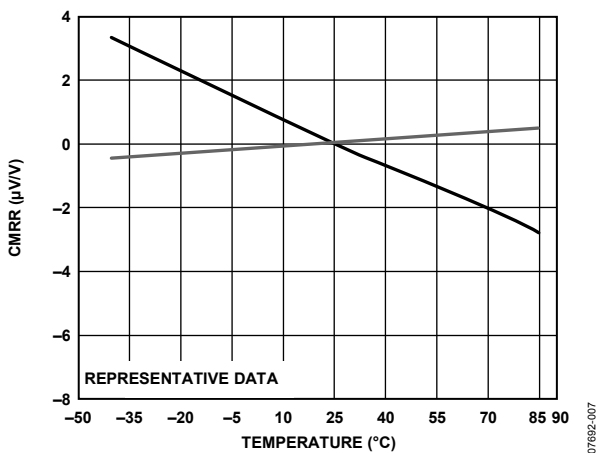


図 9. CMRR の温度特性、25°C で正規化

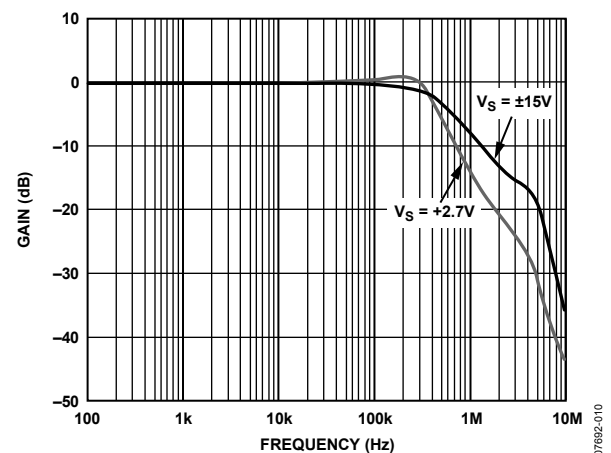


図 12. ゲインの周波数特性、 $V_S = \pm 15\text{ V}$ 、 $+2.7\text{ V}$



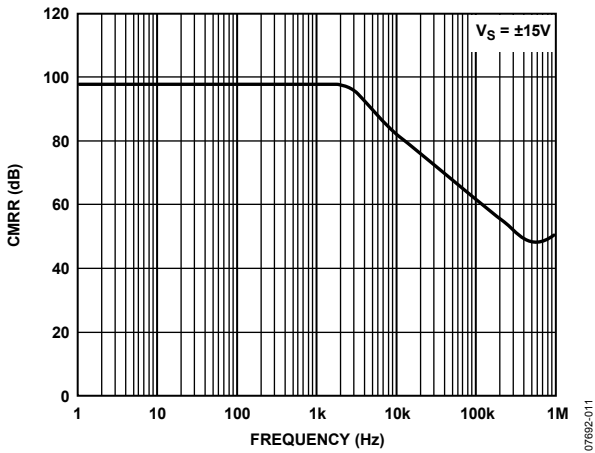


図 13. CMRR の周波数特性

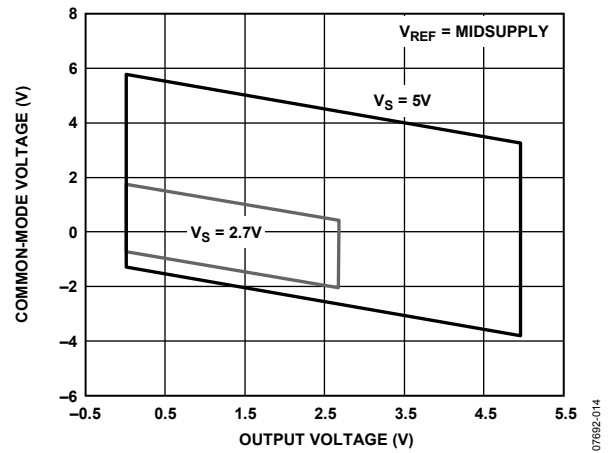


図 16. 出力電圧対入力同相モード電圧  
5 V 電源と 2.7 V 電源、 $V_{REF}$  = 電源中心

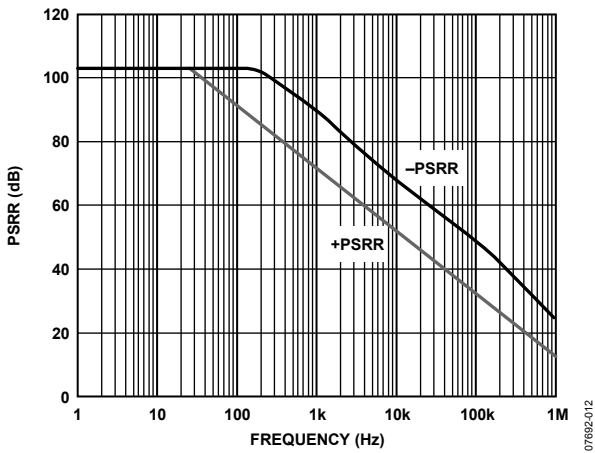


図 14. PSRR の周波数特性

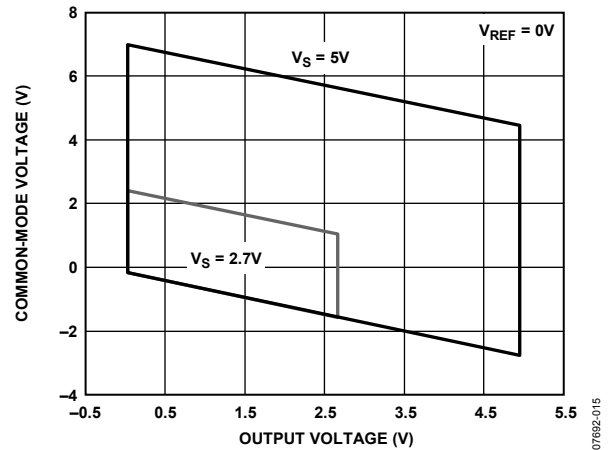


図 17. 出力電圧対入力同相モード電圧、5 V 電源と 2.7 V 電源、 $V_{REF} = 0V$

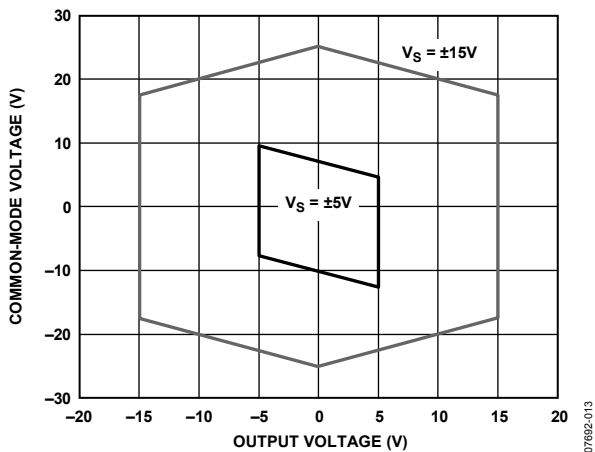


図 15. 出力電圧対入力同相モード電圧  
±15 V 電源と ±5 V 電源

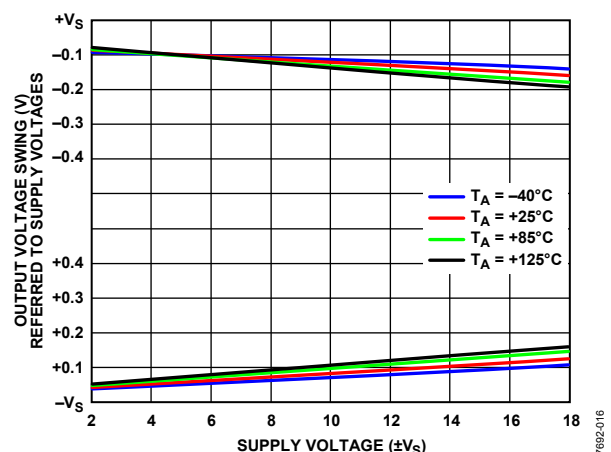


図 18. 様々な温度でのチャンネルあたりの  
電源電圧対出力電圧振幅  
 $R_L = 10\text{ k}\Omega$

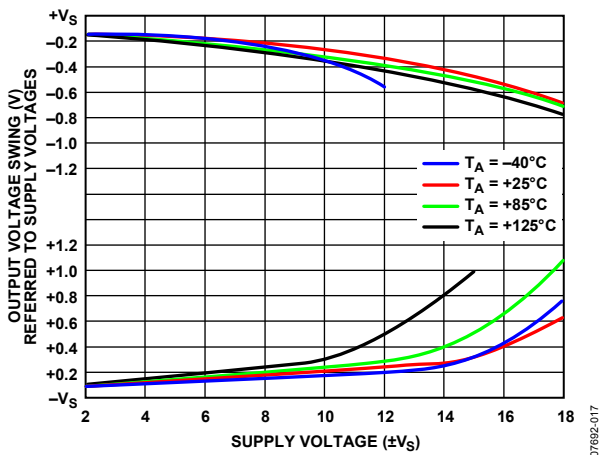


図 19. 様々な温度でのチャンネルあたりの電源電圧対出力電圧振幅、 $R_L = 2\text{ k}\Omega$

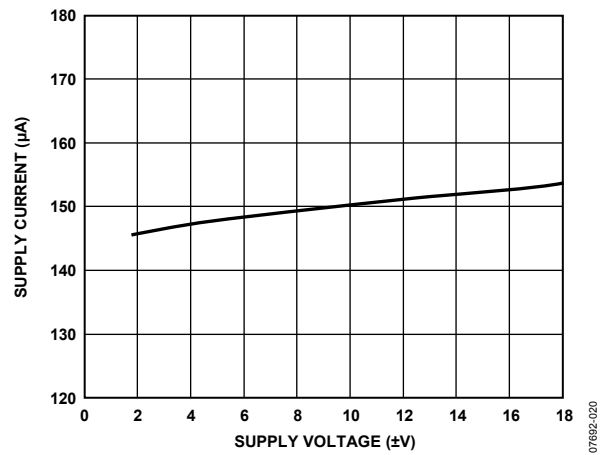


図 22. 両電源電圧対チャンネルあたりの電源電流、 $V_{IN} = 0\text{ V}$

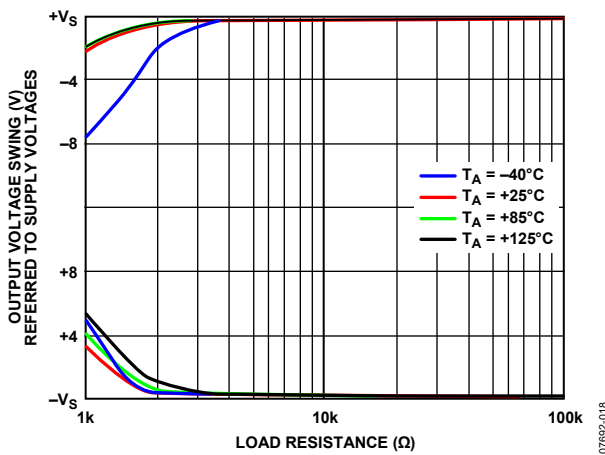


図 20. 様々な温度での  $R_L$  対出力電圧振幅、 $V_S = \pm 15\text{ V}$

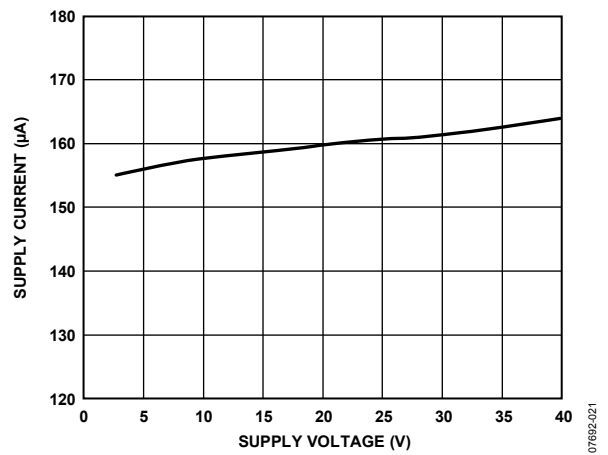


図 23. 単電源電圧対チャンネルあたりの電源電流  
 $V_{IN} = 0\text{ V}$ 、 $V_{REF} = 0\text{ V}$

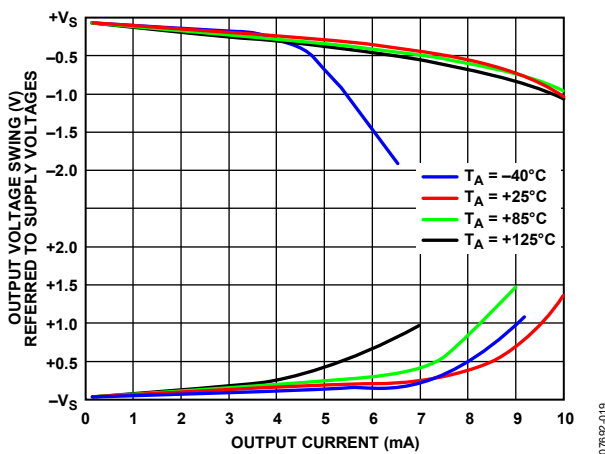


図 21. 様々な温度での  $I_{OUT}$  対出力電圧振幅、 $V_S = \pm 15\text{ V}$

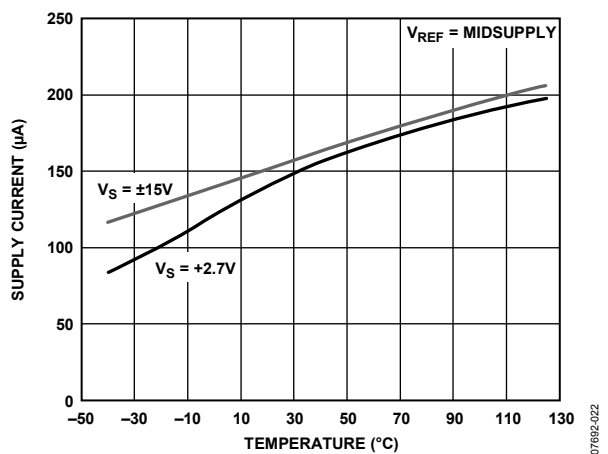


図 24. チャンネルあたりの電源電流の温度特性

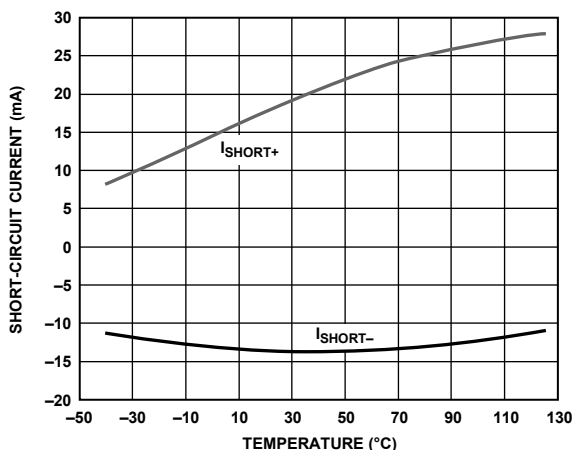


図 25. チャンネルの短絡電流の温度特性

07692-023

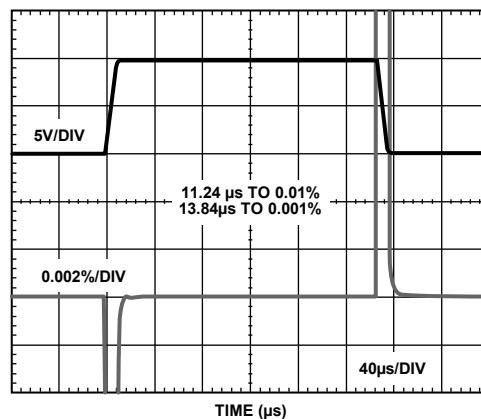


図 28. 大信号パルス応答とセトリング・タイム  
10 V ステップ、 $V_S = \pm 15 V$

07692-028

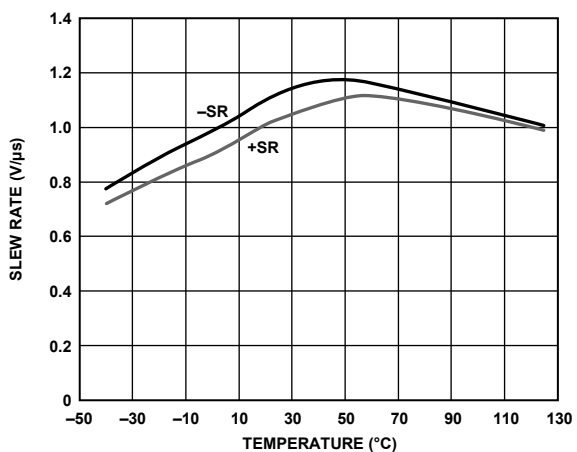


図 26. スルーレートの温度特性、 $V_{IN} = 20 V$  p-p、1 kHz

07692-024

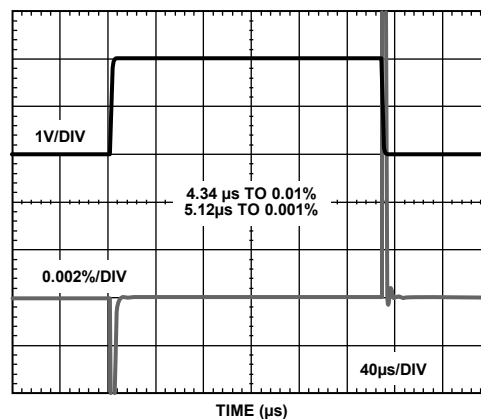


図 29. 大信号パルス応答とセトリング・タイム  
2 V ステップ、 $V_S = 2.7 V$

07692-027

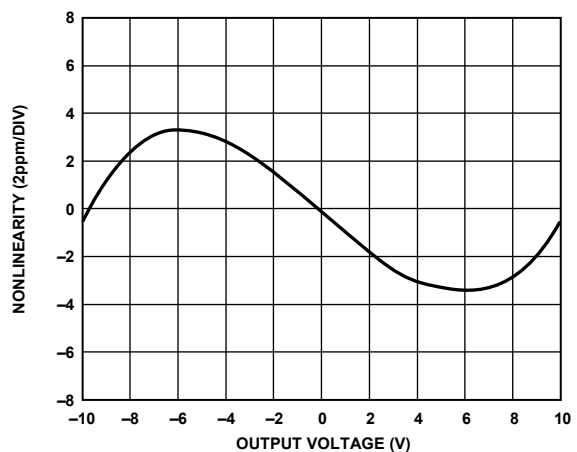


図 27. ゲイン非直線性、 $V_S = \pm 15 V$ 、 $R_L \geq 2 k\Omega$

07692-025

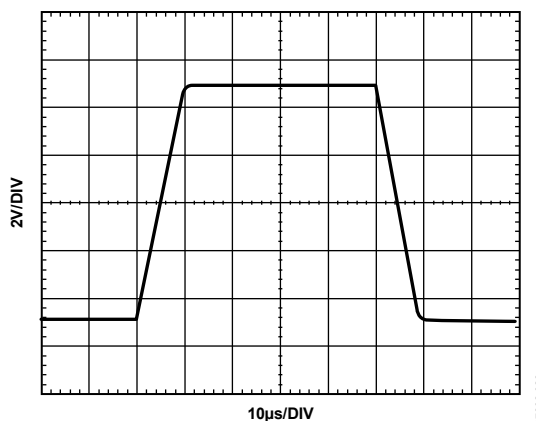


図 30. 大信号ステップ応答

07692-028

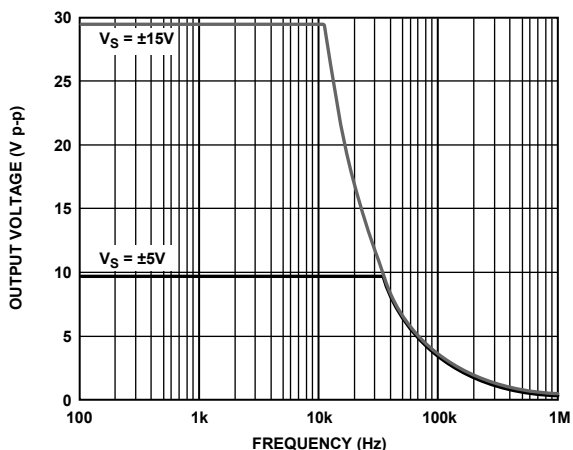


図 31.最大出力電圧の周波数特性、 $V_S = \pm 15V$ 、 $\pm 5V$

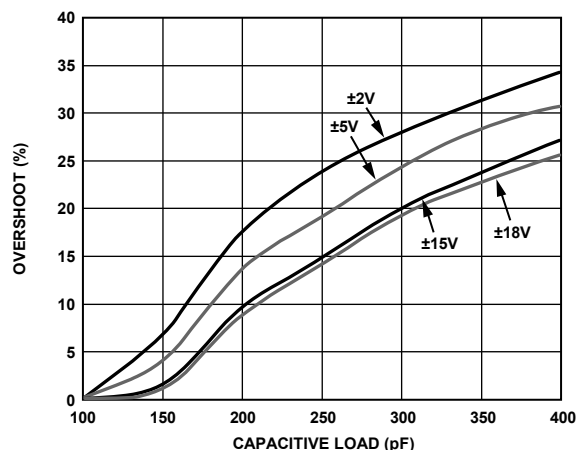


図 34.容量負荷对小信号オーバーシュート、 $R_L \geq 2k\Omega$

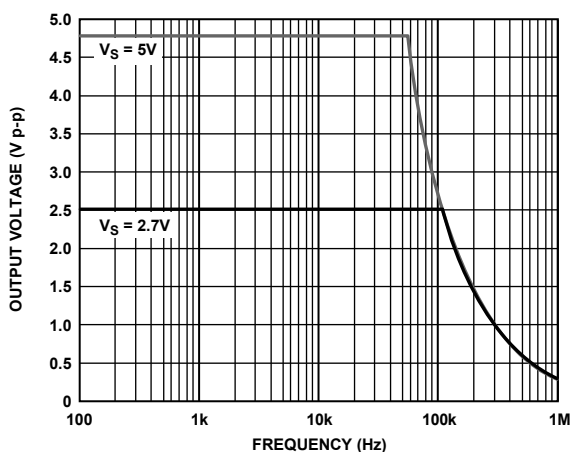


図 32.最大出力電圧の周波数特性、 $V_S = 5V$ 、 $2.7V$

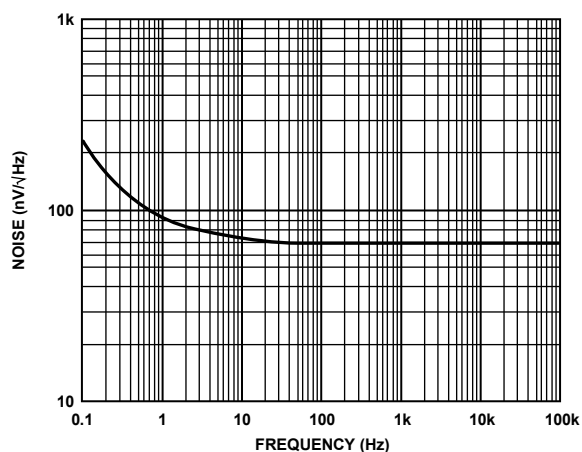


図 35.電圧ノイズ密度の周波数特性

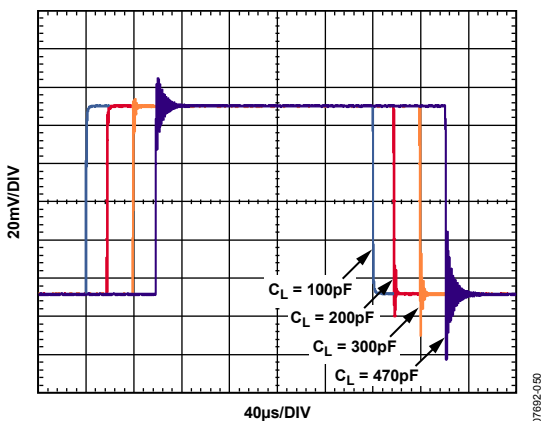


図 33.様々な容量負荷での小信号ステップ応答

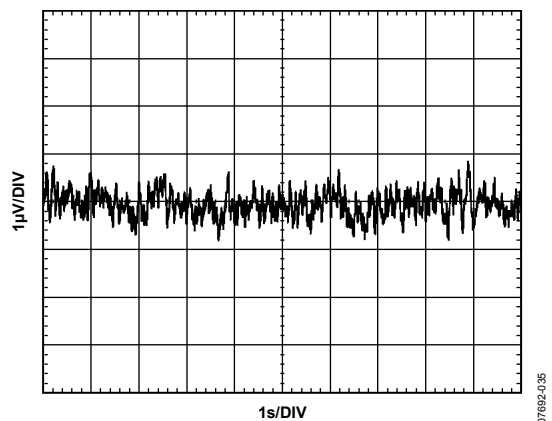


図 36.0.1 Hz~10 Hz の電圧ノイズ

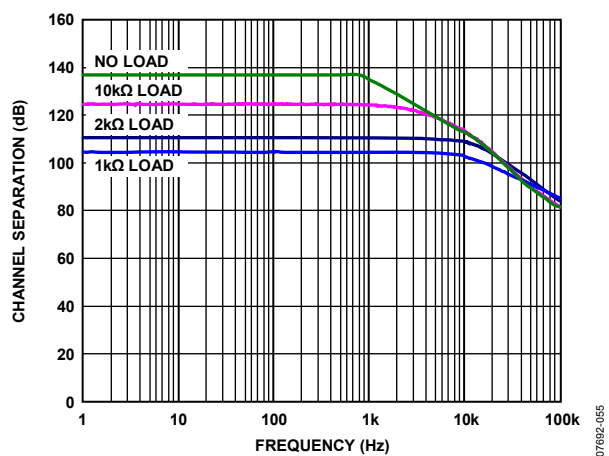


図 37. チャンネル・セパレーション

## 動作原理

### 回路説明

AD8276/AD8277 の各チャンネルは、低消費電力低ノイズのオペアンプとレーザ・トリムされた 4 個の内蔵抵抗から構成されています。これらの抵抗を外部で接続して、ディファレンス、非反転、反転などの多様なアンプ構成を行うことができます。AD8276/AD8277 の内蔵抵抗を利用して、ディスクリート・デザインに比べて、小型、低価格、優れた AC 性能/DC 性能などの利点を提供します。

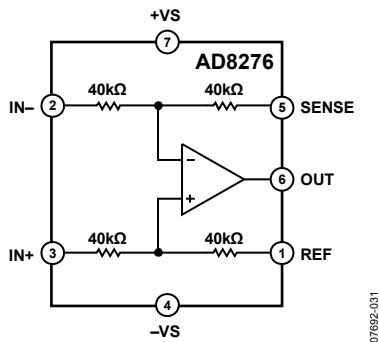


図 38.機能ブロック図

### DC性能

オペアンプ回路の多くのDC性能は、周辺の抵抗精度に依存します。重ね合わせの原理を使って代表的なディファレンス・アンプ回路を解析すると、図 39に示すように、出力電圧は次のようになります。

$$V_{OUT} = V_{IN+} \left( \frac{R2}{R1 + R2} \right) \left( 1 + \frac{R4}{R3} \right) - V_{IN-} \left( \frac{R4}{R3} \right)$$

この式は、AD8276/AD8277 のゲイン精度と同相モード除去比が主に抵抗比の一致により決定されることを示しています。1 個の抵抗に 0.1% の不一致があっても、 $G = 1$  のディファレンス・アンプで CMRR が 66 dB に低下します。

ディファレンス・アンプの出力電圧式は次のように簡素化されま

$$V_{OUT} = \frac{R4}{R3} (V_{IN+} - V_{IN-})$$

ただし、抵抗の次の比が一致する場合です。

$$\frac{R2}{R1} = \frac{R4}{R3}$$

AD8276/AD8277 の抵抗は正確に一致するようにレーザ・トリムされています。このため、AD8276/AD8277 はディスクリート・ソリューションに比べて優れた性能を提供し、広い温度範囲でも優れた CMRR、ゲイン精度、ゲイン・ドリフトが可能になっています。

### AC性能

部品サイズとパターン長は、PCB と比べると IC 内でははるかに小さいため、対応する寄生要素も小さくなります。このため、AD8276/AD8277 の AC 性能は良くなります。例えば、AD8276/AD8277 オペアンプの正と負の入力ピンは、意図的に外部ピンに接続されていません。これらのノードを PCB ボードのパターンに接続しないことにより、容量を小さく維持することができるので、周波数に対するループ安定性と同相モード除去比を向上させることができます。

### AD8276/AD8277 の駆動

AD8276/AD8277 の駆動は、低インピーダンス・ソース(例えば別アンプ)から行うように注意する必要があります。数 kΩ のソース抵抗であっても抵抗比のバランスが損なわれることがあるため、AD8276/AD8277 のゲイン精度と同相モード除去比が大幅に低下します。すべての構成で入力抵抗は数 kΩ あるため、AD8276/AD8277 はソースからの高電流駆動を必要としないので、駆動が容易になります。

### 入力電圧範囲

AD8276/AD8277 は、電源レールより大きな入力電圧を測定することができます。内蔵抵抗により電圧を分圧して内蔵オペアンプに入力するため、オペアンプ入力に対する保護機能も提供しています。図 39 に、ディファレンス・アンプ構成で分圧が機能する例を示します。AD8276/AD8277 が正しく測定するためには、内蔵オペアンプの入力ノードでの入力電圧は、正電源レールから 1.5 V 下側にあり、かつ負電源レールより 0.1 V 上側にある必要があります。詳細については、電源のセクションを参照してください。

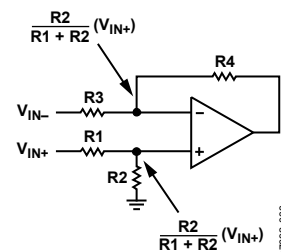


図 39.差動アンプ構成での電圧分割

AD8276/AD8277 は入力に ESD ダイオードを内蔵して、過電圧保護機能を提供しています。この機能により外付け保護回路の追加が不要になり、システムを強固にすることができるので、システム・デザインが簡素化されます。

デバイスのすべての入力の電圧範囲は、 $+V_S - 40 \text{ V} \sim -V_S + 40 \text{ V}$  です。例えば、 $\pm 10 \text{ V}$  電源で、入力電圧は最大  $\pm 30 \text{ V}$  が可能です。 $+V_S - 40 \text{ V} \sim -V_S + 40 \text{ V}$  の入力限界を超えないように注意して、デバイスに対する損傷を避ける必要があります。

## 電源

AD8276/AD8277 は非常に広い範囲の電源電圧で極めて優れた動作をします。適切なセットアップ条件下では、2 V~36 V の単電源で動作することができます。

最適性能を得るためには、内部オペアンプのバイアスを正しく行うようセットアップ条件に注意する必要があります。オペアンプの内部入力端子は正しく動作するために十分な電圧ヘッドルームを持つ必要があります。デバイスの正しい動作のためには、正電源レールとオペアンプ入力端子の間に少なくとも 1.5 V が必要です。この関係は次式で表されます。

$$\frac{R1}{R1 + R2} V_{REF} < +V_S - 1.5 \text{ V}$$

例えば、 $+V_S = 2 \text{ V}$  単電源で動作し、 $V_{REF} = 0 \text{ V}$  の場合、図 40 から、オペアンプの入力端子は 0 V にバイアスされて、1.5 V 以上のヘッドルームを必要とすることが判ります。ただし、同じ条件で  $V_{REF} = 1 \text{ V}$  の場合、オペアンプの入力端子は 0.5 V にバイアスされるため、必要とされる 1.5 V ヘッドルームに一致します。このセットアップでは、非反転入力で実用的な電圧振幅を確保することができません。このため、電源電圧を高くするか、または  $V_{REF}$  を低くして正しい動作に戻す必要があります。

AD8276/AD8277 は単電源と両電源で仕様が規定されていますが、不平衡電源でも使うことができます(例えば  $-V_S = -5 \text{ V}$ 、 $+V_S = 20 \text{ V}$ )。2つの電源の差を 36 V 以下に維持する必要があります。正電源レールは負電源およびリファレンス電圧より少なくとも 2 V 高い必要があります。

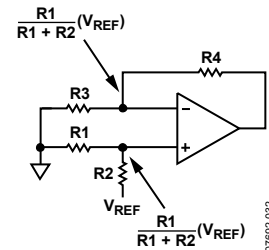


図 40. 内蔵オペアンプ入力に十分な電圧ヘッドルームを確保

AD8276/AD8277 の電源には安定な DC 電圧を使用してください。電源ピンのノイズは性能に悪影響を与えることがあります。0.1  $\mu\text{F}$  のバイパス・コンデンサを各電源ピンとグラウンドの間に、各電源ピンのできるだけ近くに接続する必要があります。また、10  $\mu\text{F}$  のタンタル・コンデンサも各電源とグラウンドの間に接続する必要があります。このコンデンサは電源ピンから離れて配置することができ、他の高精度 IC と共用することができます。

## アプリケーション情報

### 構成

AD8276/AD8277では複数の構成が可能です(図42～図46参照)。これらのすべての構成は、内蔵の一致した抵抗に依存しているため、優れたゲイン精度とゲイン・ドリフトが得られます。図43に、非反転入力で電源中心をリファレンス電圧としたディファレンス・アンプとしてのAD8276/AD8277を示します。AD8276/AD8277をレベル・シフタとして使い、これは電源中心をリファレンスとする単電源アプリケーションに適しています。

他の入力の場合と同様に、リファレンスを低インピーダンス・ソースから駆動して、内部抵抗比を維持する必要があります。低消費電力低ノイズのOP1177をリファレンスとして使用した例を図41に示します。

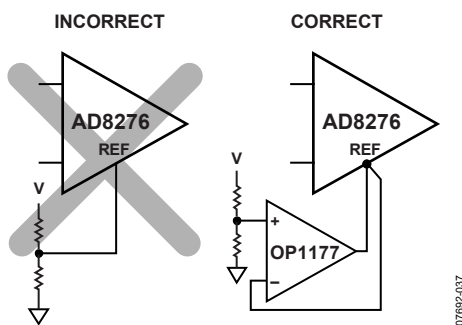


図41. REFピンの駆動

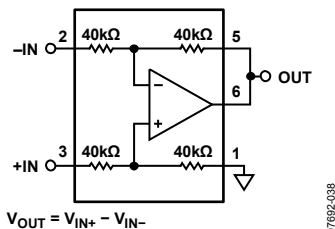


図42. ディファレンス・アンプ、ゲイン = 1

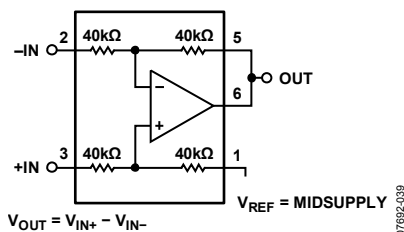


図43. ディファレンス・アンプ、ゲイン = 1、リファレンス = 電源中心

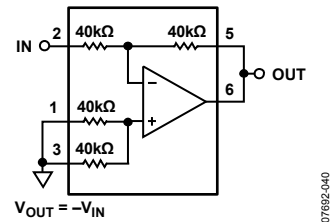


図44. 反転アンプ、ゲイン = -1

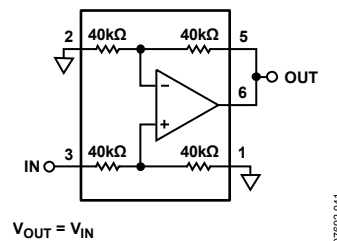


図45. 非反転アンプ、ゲイン = 1

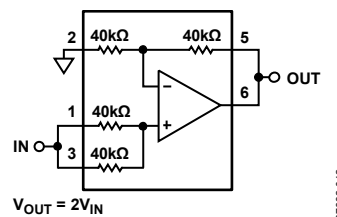


図46. 非反転アンプ、ゲイン = 2

### 差動出力

差動A/Dコンバータへの入力のように、性能を向上させるため差動信号を必要とするシステムがあります。図47に、AD8226計装アンプからのシングルエンド出力を差動信号へ変換する際のAD8276/AD8277の使い方を示します。AD8276の反転入力の内蔵抵抗は一致しているため、差動信号を発生する際のゲイン精度は高くなります。特に単電源で動作する場合または電源変動がある環境で、非反転入力抵抗を同相モード電圧を電源中心に正確に設定し追従させる分圧器として使うことができます。非反転入力抵抗を短絡させて、適切なバイアス電圧に設定することもできます。図47に示す $V_{BIAS} = V_{CM}$ ノードは、ピンに接続されていないのでAD8276の内部であることを注意してください。

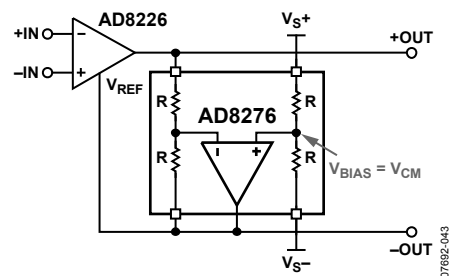


図47. 同相モード電圧リファレンスに電源トラッキング機能が付いた差動出力



AD8226 の差動出力電圧と同相モード電圧は次式で表されます。

$$V_{DIFF\_OUT} = V_{+OUT} - V_{-OUT} = Gain_{AD8226} \times (V_{+IN} - V_{-IN})$$

$$V_{CM} = (V_{S+} - V_{S-})/2 = V_{BIAS}$$

詳細については、AD8226 データシートを参照してください。

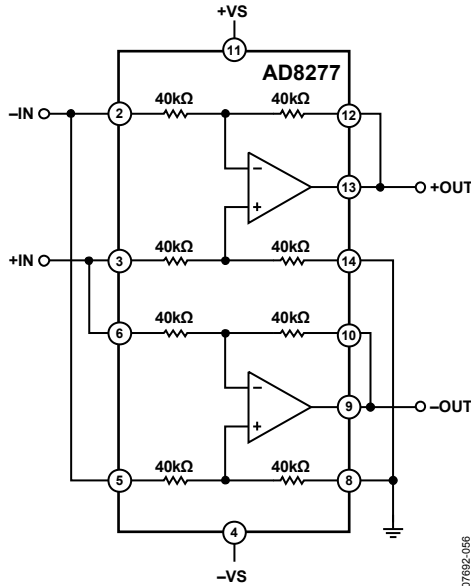


図 48. AD8277 の差動出力構成

AD8277 の 2 個のディファレンス・アンプを使って差動出力を構成することができます(図 48 参照)。この差動出力構成は、ストレイン・ゲージの励起やシングルエンド/差動変換のような種々のアプリケーションに適しています。差動出力電圧はゲイン=2 で、次式で表されます。

$$V_{DIFF\_OUT} = V_{+OUT} - V_{-OUT} = 2 \times (V_{+IN} - V_{-IN})$$

## 電流源

AD8276 ディファレンス・アンプは、電圧/電流コンバータの一部または高精度定電流源として使うことができます(図 49)。AD8276 のような統合高精度ソリューションを使うと、ディスクリット・ソリューションに比べて、優れた省スペース、ゲイン精度、温度ドリフトの利点が得られます。誤差と温度ドリフトを小さくするため内蔵抵抗は厳しく一致させています。外付け抵抗 R1 と R2 が一致しない場合、システム内で大きな誤差原因になるため、性能を維持するため高精度抵抗の使用が推奨されます。ADR821 は高精度リファレンス電圧と内蔵オペアンプを提供するため、これもシグナル・チェーンの誤差を小さくします。

AD8276 は高い電流出力を可能にするレール to レール出力機能を持っています。

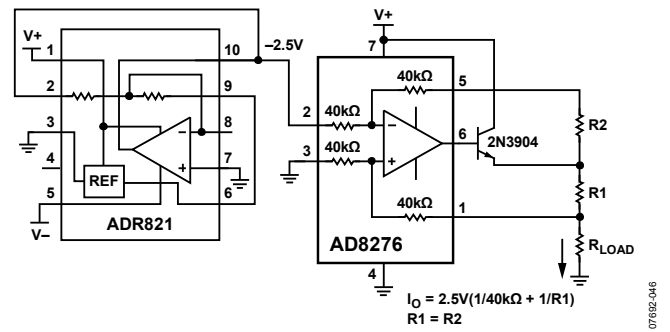


図 49. 定電流源

## 電圧と電流のモニタリング

電圧と電流のモニタリングは、電力ラインの計測、電力ラインの保護、モーター・コントロール・アプリケーション、バッテリー・モニタリングのアプリケーションで重要です。AD8276/AD8277 を使って、システム内の電圧と電流をモニタリングすることができます(図 50 参照)。AD8276/AD8277 によりモニタされる信号が危険レベルを上回るか下回ると、回路イベントがトリガされて、状況を直すか、または警告を発生させることができます。

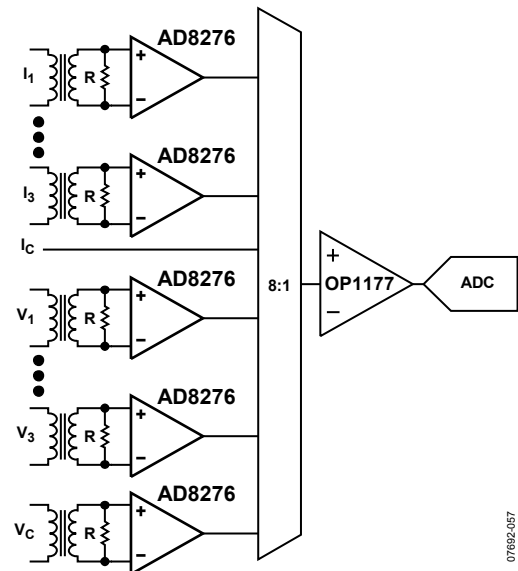


図 50. AD8276 を使用した 3 相電力ライン保護での電圧と電流のモニタリング

図 50 に、3 相電源の電圧と電流のモニタでの AD8276 の使用方法例を示します。I<sub>1</sub> ~ I<sub>3</sub> は各相でモニタ対象となる電流で、V<sub>1</sub> ~ V<sub>3</sub> は各相でモニタ対象となる電圧です。I<sub>c</sub> と V<sub>c</sub> は共通すなわちゼロ・ラインです。カプラーまたはトランスが電力ラインをフロントエンド回路へインターフェースして、減衰、アイソレーション、保護機能を提供します。

電流モニタリング側では、電流トランス (CT) が電力ラインの電流をステップダウンさせて、高電圧と高電流ラインからフロントエンド回路をアイソレーションします。各ディファレンス・アンプの入力間にはシャント抵抗があり、これにより電流を電圧へ変換します。抵抗値は、カプラーまたはトランスの特性と AD8276 の入力電圧範囲により決定されます。

電圧モニタリング側では、ポテンシャル・トランス (PT) を使って、カップリングと電流アイソレーションを提供します。PT は電力ラインの負荷となり、また電圧を測定可能なレベルへステップダウンさせます。AD8276 は電源電圧のほぼ 2 倍の入力電圧を許容し、同時に内蔵 ESD ダイオードによる入力保護機能も提供するため、強固なシステムの構築に役立ちます。

AD8276 は電力ラインの電圧と電流をモニタするだけでなく、入力に現れる非常に高い同相モード電圧を除去することもできます。また、AD8276 は入力電圧で差動/シングルエンド変換も行います。AD8276 の 80 kΩ の差動入力インピーダンスは、入力信号の負荷にならないほどの十分な大きさです。

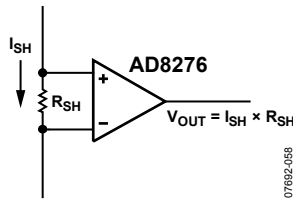


図 51. AD8276 によるシャント抵抗を使用した電流モニタリング

図 51 に、小さいシャント抵抗を通して電流をモニタする際の AD8276 の使い方を示します。これは、モーター・コントロール (電流検出) やバッテリー・モニタリングのような電源クリティカルなアプリケーションで有効です。

## 計装アンプ

AD8276/AD8277 を低消費電力低価格の計装アンプのビルディング・ブロックとして使うことができます。計装アンプは高いインピーダンス入力と高い同相モード除去比を提供します。AD8276 とアナログ・デバイセズの低消費電力アンプ (表 8 参照) の組み合わせは、電源クリティカルなシステムに適する高精度で電力効率の高い電圧計測ソリューションを提供します。

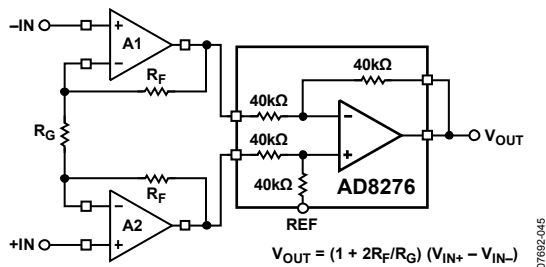


図 52. 低消費電力高精度計装アンプ

表 8. 低消費電力オペアンプ

Op Amp (A1, A2)	Features
AD8506	Dual micropower op amp
AD8607	Precision dual micropower op amp
AD8617	Low cost CMOS micropower op amp
AD8667	Dual precision CMOS micropower op amp

デュアル・オペアンプは一致した性能を持ち温度に対して互いに追従するため、ハイ・インピーダンス入力に対してはデュアル・オペアンプを使うことが望まれます。AD8276 ディファレンス・アンプは、各入力オペアンプが互いに一致している場合これらからの同相モード誤差を相殺させます。計装アンプの差動ゲイン精度は、各入力帰還抵抗 ( $R_F$ ) 間の一致度に比例します。計装アンプの CMRR は、差動ゲインが高くなると大きくなりますが  $(1 + 2R_F/R_G)$ 、ゲインが高くなると同相モード電圧範囲が小さくなります。この構成で正しく動作させるためには両電源を使う必要があることに注意してください。

デザインのアイデアと考慮事項については *A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers* を参照してください。

## RTD

抵抗温度検出器 (RTD) は、工業用制御システムでリモート測定されます。RTD をコントローラへ接続する配線長により、大きなコストと計測値への抵抗誤差が加わります。AD8276 ディファレンス・アンプは、リモート 3 線式 RTD システムで配線抵抗から発生する誤差の測定で有効であり、配線から発生する誤差を相殺させることができます。優れたゲイン・ドリフトにより、広い温度範囲で正確な計測と安定な性能を提供します。

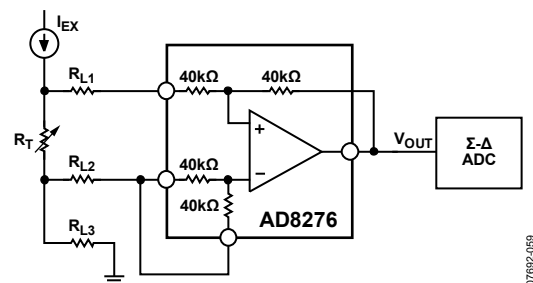


図 53.3 線式 RTD ケーブルの抵抗誤差の測定

## 外形寸法

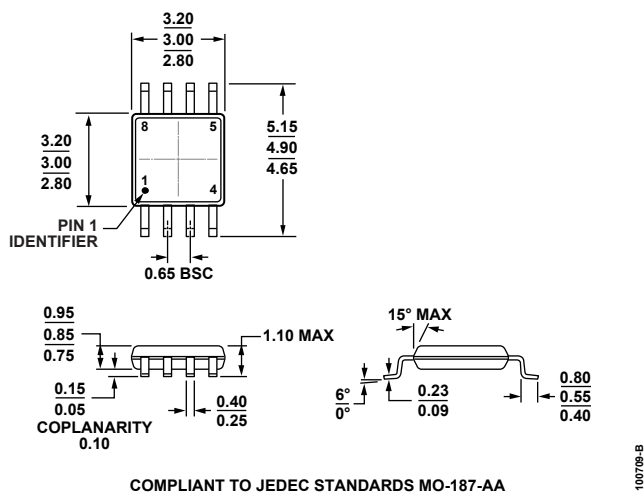


図 54.8 ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ [MSOP] (RM-8)  
寸法: mm

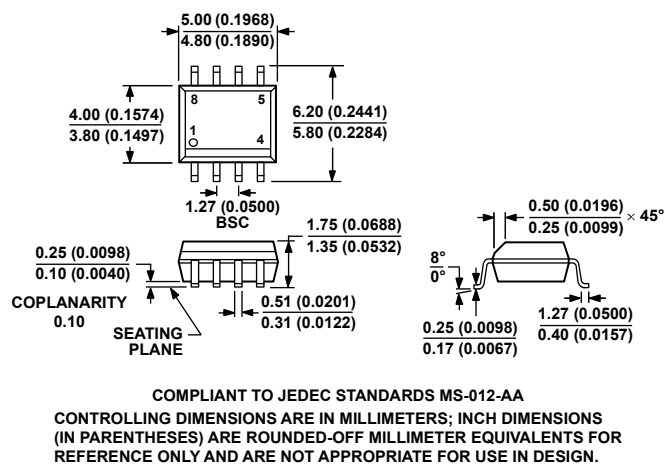
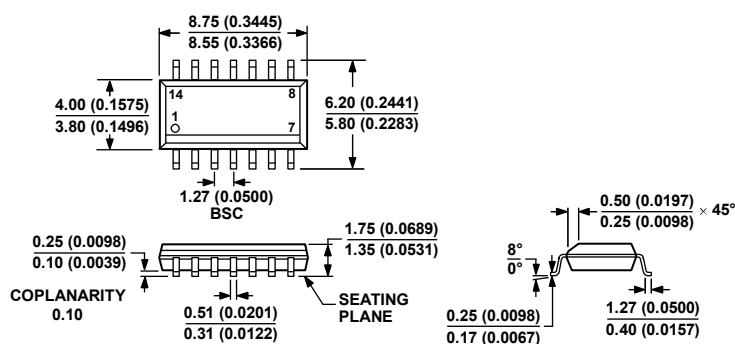


図 55.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ [SOIC\_N] ナローボディ (R-8)  
寸法: mm (インチ)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AB  
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS  
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR  
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

060806-A

図 56.14 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ [SOIC\_N]  
 ナローボディ (R-14)  
 寸法: mm (インチ)

## オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
AD8276ARMZ	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP	RM-8	H1P
AD8276ARMZ-R7	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP, 7" Tape and Reel	RM-8	H1P
AD8276ARMZ-RL	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP, 13" Tape and Reel	RM-8	H1P
AD8276ARZ	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8276ARZ-R7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-8	
AD8276ARZ-RL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N, 13" Tape and Reel	R-8	
AD8276BRMZ	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP	RM-8	H1Q
AD8276BRMZ-R7	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP, 7" Tape and Reel	RM-8	H1Q
AD8276BRMZ-RL	-40°C to +85°C	8-Lead MSOP, 13" Tape and Reel	RM-8	H1Q
AD8276BRZ	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
AD8276BRZ-R7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-8	
AD8276BRZ-RL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N, 13" Tape and Reel	R-8	
AD8277ARZ	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
AD8277ARZ-R7	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-14	
AD8277ARZ-RL	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N, 13" Tape and Reel	R-14	
AD8277BRZ	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
AD8277BRZ-R7	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-14	
AD8277BRZ-RL	-40°C to +85°C	14-Lead SOIC_N, 13" Tape and Reel	R-14	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。