

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4

特長

- 高速スルーレート：20V/ μ s
- 高速セトリング時間
- 低いオフセット電圧：1.70mV (max)
- バイアス電流：40pA (max)
- $\pm 4 \sim \pm 18$ Vの電源動作
- 低い電圧ノイズ：16nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- ユニティ・ゲイン安定性
- +V_Sを含む同相電圧
- 広い帯域幅：5MHz

アプリケーション

- リファレンス・ゲイン/バッファ
- レベル・シフト/ドライブ
- アクティブ・フィルタ
- 電源ラインの監視/制御
- 電流/電圧の検出または監視
- データ・アクイジション
- サンプル&ホールド回路
- 積分器

概要

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4は、バイアス電流がきわめて低い、低消費電力、高精度のJFET入力オペアンプです。高い入力インピーダンス、低い入力バイアス電流、広い帯域幅、高速スルーレート、高速セトリング時間を持っているため、A/D変換入力の駆動やA/Dコンバータ出力のバッファに最適です。入力同相電圧には正電源が含まれており、ハイサイドのシグナル・コンディショニングに最適です。

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4のその他のアプリケーションには、電子計測器、ATEの増幅、バッファリング、積分器回路、計装器品質のフォトダイオード増幅、高速高精度フィルタ（PLLフィルタを含む）があります。これらのオペアンプには、リファレンス・バッファ、レベル・シフト、制御用I/Oインターフェース、電源制御、モニタリング機能などのユーティリティ機能も備わっています。

ピン配置

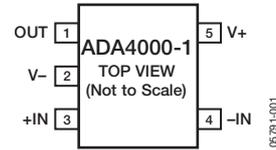


図1. 5ピンTSOT (UJ-5)

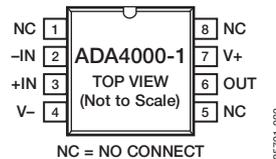


図2. 8ピンSOIC (R-8)

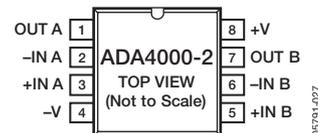


図3. 8ピンSOIC (R-8)



図4. 8ピンMSOP (RM-8)

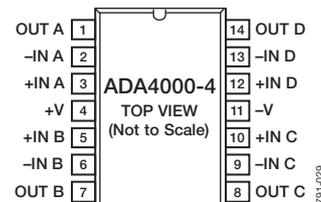


図5. 14ピンSOIC (R-14)

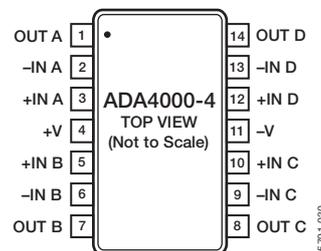


図6. 14ピンTSSOP (RU-14)

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。
© 2007 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

REV. 0

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 / 〒105-6891 東京都港区海岸1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル
電話03(5402)8200
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪MTビル2号
電話06(6350)6868

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4

目次

特長	1	電源シーケンシング	5
アプリケーション	1	ESDに関する注意	5
概要	1	代表的な性能特性	6
ピン配置	1	アプリケーション	10
改訂履歴	2	出力の位相反転と入力ノイズ	10
仕様	3	容量負荷の駆動	10
電気的特性	3	セtring時間	11
絶対最大定格	5	外形寸法	12
熱抵抗	5	オーダー・ガイド	14

改訂履歴

5/07—Revision 0: Initial Version

仕様

電気的特性

特に指定のない限り、 $V_S = \pm 15.0V$ 、 $V_{CM} = V_S/2V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

表1

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
INPUT CHARACTERISTICS						
Offset Voltage	V_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		0.2	1.70	mV
Input Bias Current	I_B	$-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$		5	40	pA
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			170	pA
Input Offset Current	I_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		2	40	pA
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$			80	pA
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			500	pA
Input Voltage Range	IVR		-11		+15	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$-11 V \leq V_{CM} \leq +15 V$	80	100		dB
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		100		dB
Open-Loop Gain	A_{VO}	$R_L = 2 k\Omega$, $V_O = \pm 10 V$	100	110		dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		2		$\mu V/^\circ C$
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage High	V_{OH}	$R_L = 2 k\Omega$ to ground	13.60	13.90		V
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	13.40			V
Output Voltage Low	V_{OL}	$R_L = 2 k\Omega$ to ground		-13.4	-13.0	V
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			-12.80	V
Short-Circuit Current	I_{SC}			± 28		mA
POWER SUPPLY						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_S = \pm 4.0 V$ to $\pm 18.0 V$	82	92		dB
Supply Current/Amplifier	I_{SY}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		1.35	1.65	mA
					1.80	mA
DYNAMIC PERFORMANCE						
Slew Rate	SR	$V_I = 10 V$, $R_L = 2 k\Omega$		20		V/ μs
Gain Bandwidth Product	GBP			5		MHz
Phase Margin	Φ_M			60		Degrees
NOISE PERFORMANCE						
Voltage Noise	$e_{n\ p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		1		μV p-p
Voltage Noise Density	e_n	$f = 1 kHz$		16		nV/ \sqrt{Hz}
Current Noise Density	i_n	$f = 1 kHz$		0.01		pA/ \sqrt{Hz}
INPUT IMPEDANCE						
Differential Mode	$(R C)_{IN-DIFF}$			10 4		$G\Omega pF$
Common Mode	$(R C)_{IN-CM}$			10 ³ 5.5		$G\Omega pF$

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4

特に指定のない限り、 $V_S = \pm 5V$ 、 $V_{CM} = V_S/2V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

表2

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
INPUT CHARACTERISTICS						
Offset Voltage	V_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		0.20	1.70	mV
Input Bias Current	I_B	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			3.0	mV
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$		5	40	pA
Input Offset Current	I_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			170	pA
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		2	3	nA
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$				40
Input Voltage Range	IVR	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	-1.5		500	pA
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$-1.5 V \leq V_{CM} \leq +3.5 V$	72	80		V
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		80		dB
Open-Loop Gain	A_{VO}	$R_L = 2 k\Omega$, $V_O = \pm 2.5 V$	106	114		dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		2		$\mu V/^\circ C$
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage High	V_{OH}	$R_L = 2 k\Omega$ to ground	4.0	4.20		V
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	3.80			V
Output Voltage Low	V_{OL}	$R_L = 2 k\Omega$ to ground		-3.45	-3.20	V
		$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$			-3.00	V
Short-Circuit Current	I_{SC}			± 28		mA
POWER SUPPLY						
Supply Current/Amplifier	I_{SY}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		1.25	1.65	mA
					1.80	mA
DYNAMIC PERFORMANCE						
Slew Rate	SR	$V_I = 10 V$, $R_L = 2 k\Omega$		20		V/ μs
Gain Bandwidth Product	GBP			5		MHz
Phase Margin	Φ_M			55		Degrees
NOISE PERFORMANCE						
Voltage Noise	$e_{n\ p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		1		μV p-p
Voltage Noise Density	e_n	$f = 1 kHz$		16		nV/ \sqrt{Hz}
Current Noise Density	i_n	$f = 1 kHz$		0.01		pA/ \sqrt{Hz}
INPUT IMPEDANCE						
Differential Mode	$(R C)_{IN-DIFF}$			10 4		G Ω pF
Common Mode	$(R C)_{IN-CM}$			10 ³ 5.5		G Ω pF

絶対最大定格

表3

Parameter	Rating
Supply Voltage	±18 V
Input Voltage	±V supply
Differential Input Voltage	±V supply
Output Short-Circuit Duration to GND	Indefinite
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
Junction Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°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みを指定するものであり、この仕様の動作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ることがあります。

熱抵抗

θ_{JA} は最悪の条件、すなわち回路ボードに表面実装パッケージをハンダ付けした状態で規定しています。

表4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Unit
5-Lead TSOT (UJ-5)	172.92	61.76	°C/W
8-Lead SOIC (R-8)	112.38	61.6	°C/W
8-Lead MSOP (RM-8)	141.9	43.7	°C/W
14-Lead SOIC (R-14)	88.2	56.3	°C/W
14-Lead TSSOP (RU-14)	114	23.3	°C/W

電源シーケンシング

入力信号の受信と同時にその前に、オペアンプの電源電圧を設定する必要があります。これが不可能な場合は、入力電流を10mAに制限する必要があります。

ESDに関する注意



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。

代表的な性能特性

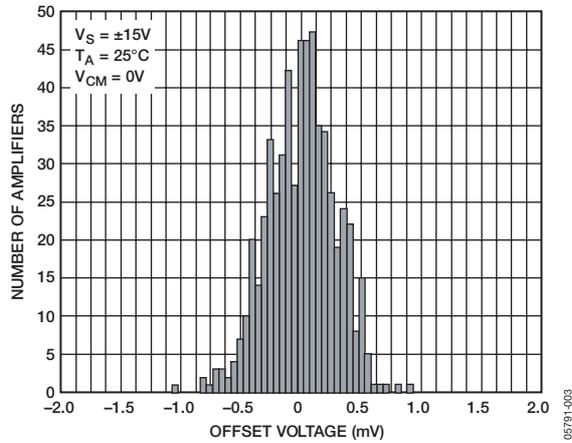


図7. 入力オフセット電圧の分布 ($V_S = \pm 15V$)

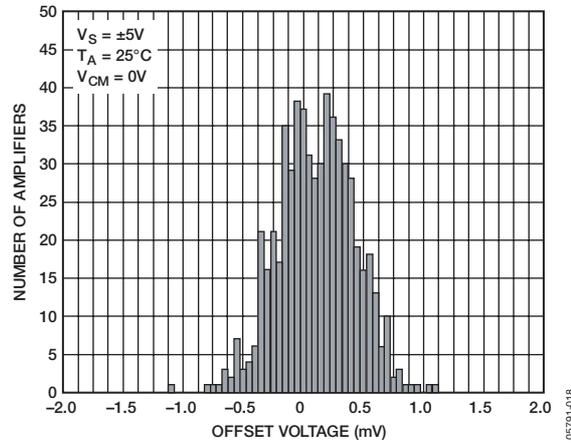


図10. 入力オフセット電圧の分布 ($V_S = \pm 5V$)

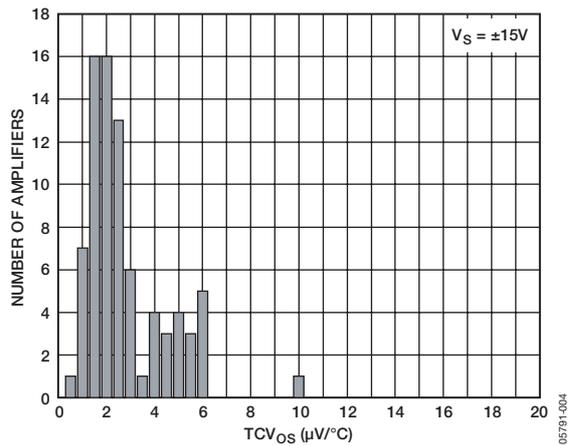


図8. オフセット電圧ドリフトの分布 ($V_S = \pm 15V$)

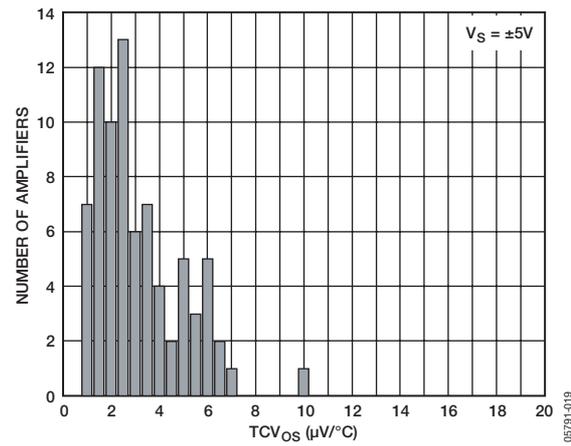


図11. オフセット電圧ドリフトの分布 ($V_S = \pm 5V$)

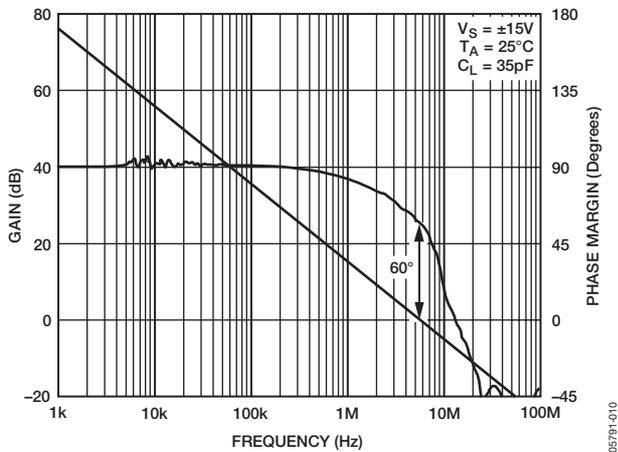


図9. オープンループ・ゲインと位相マージンの周波数特性 ($V_S = \pm 15V$)

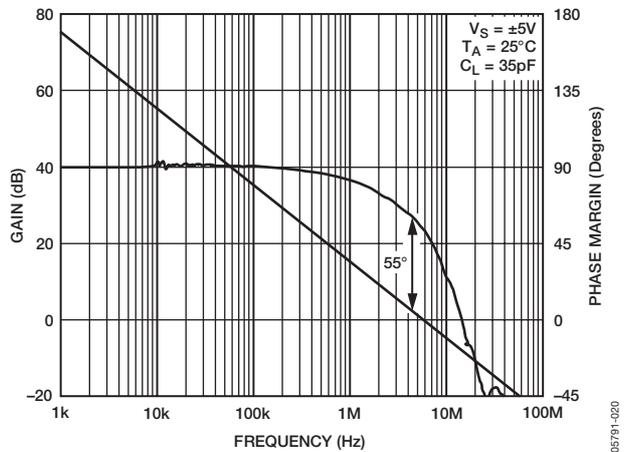


図12. オープンループ・ゲインと位相マージンの温度特性 ($V_S = \pm 5V$)

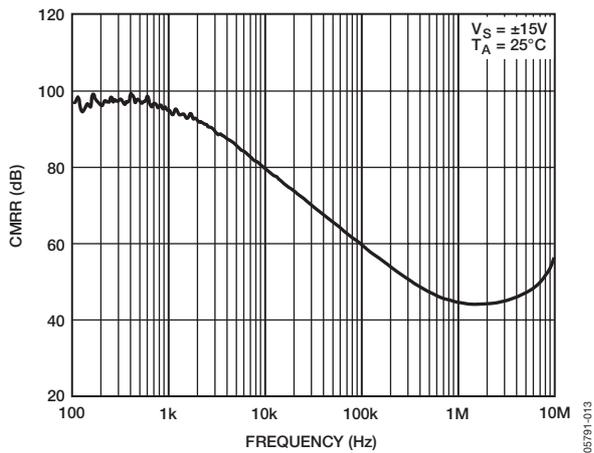


図13. 同相ノイズ除去比の周波数特性 ($V_S = \pm 15V$)

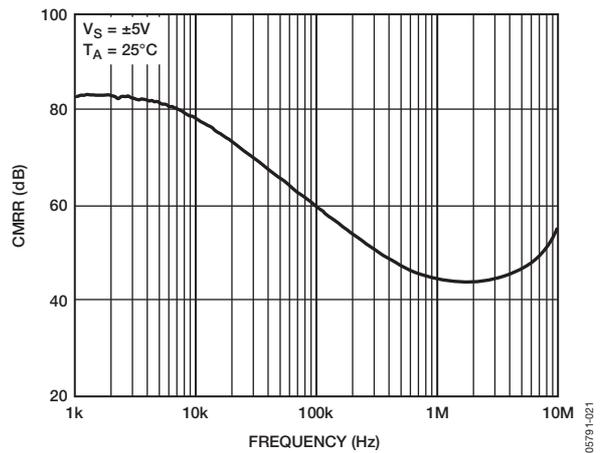


図16. 同相ノイズ除去比の周波数特性 ($V_S = \pm 5V$)

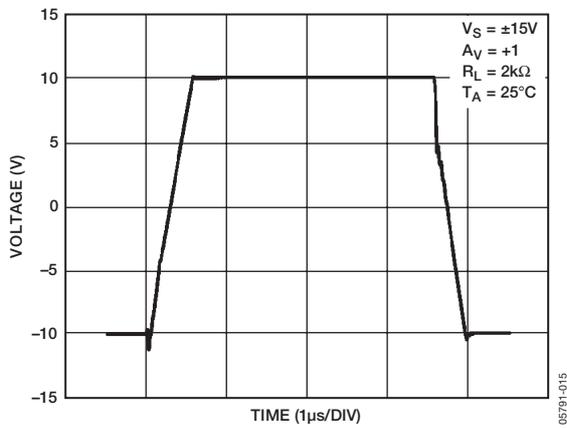


図14. 大信号過渡応答 ($V_S = \pm 15V$)

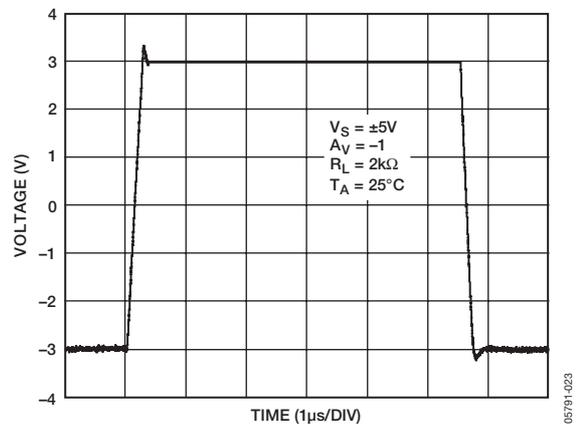


図17. 大信号過渡応答 ($V_S = \pm 5V$)

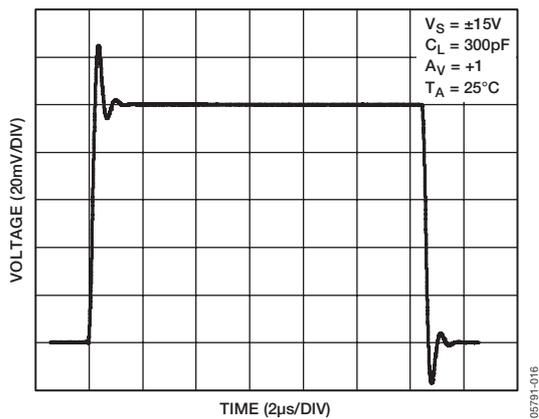


図15. 小信号過渡応答 ($V_S = \pm 15V$)

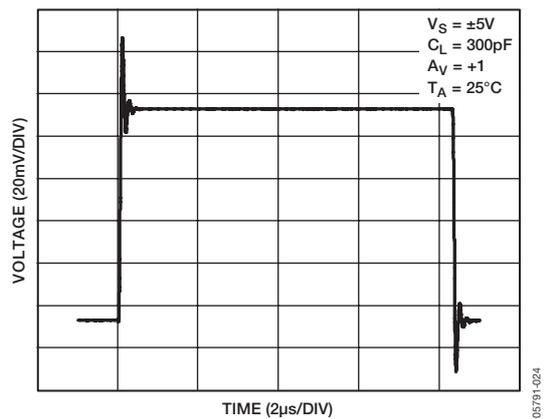


図18. 小信号過渡応答 ($V_S = \pm 5V$)

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4

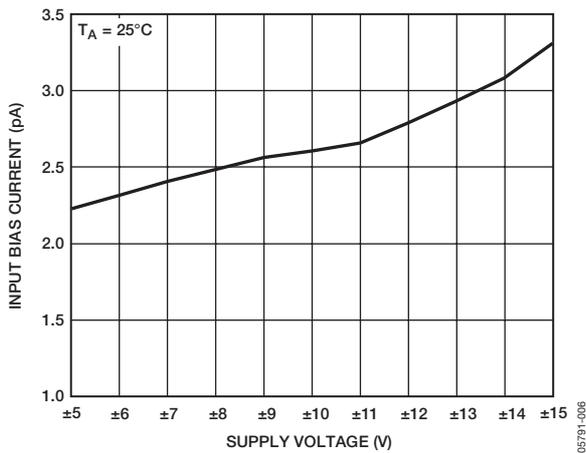


図19. 電源電圧 対 入力バイアス電流

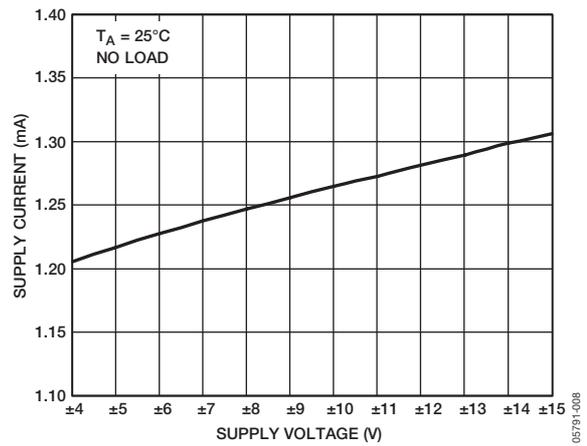


図22. 電源電圧 対 電源電流

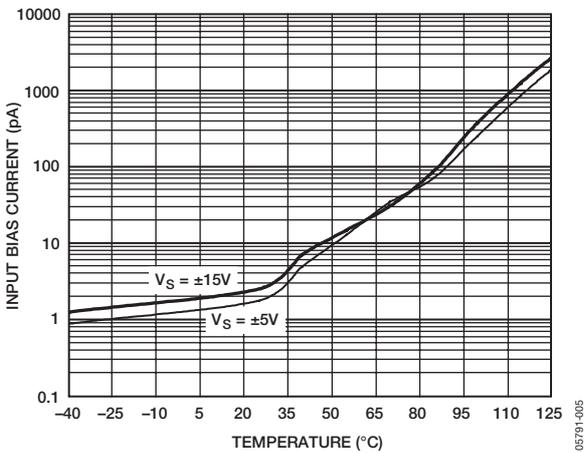


図20. 入力バイアス電流の温度特性

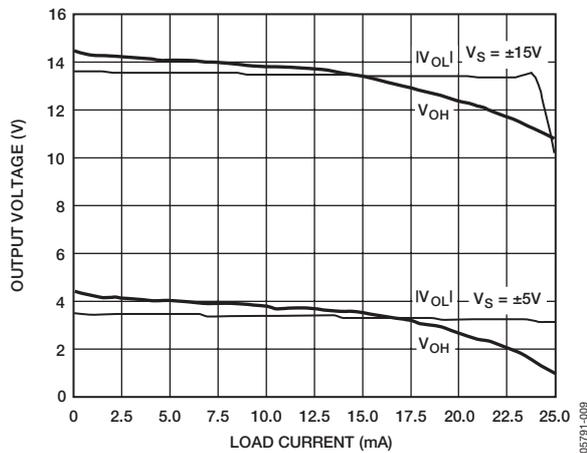


図23. 負荷電流 対 出力電圧

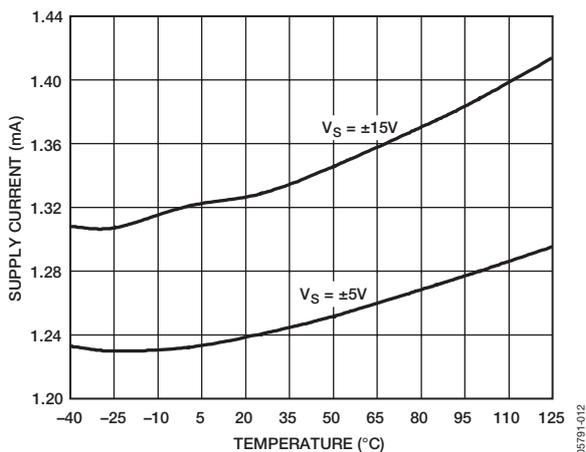


図21. 電源電流の温度特性

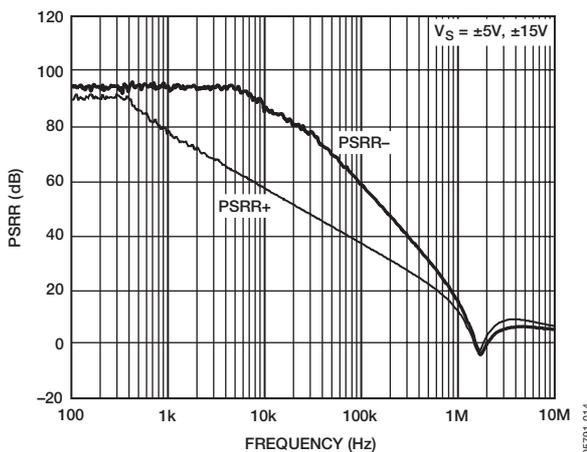


図24. PSRRの周波数特性

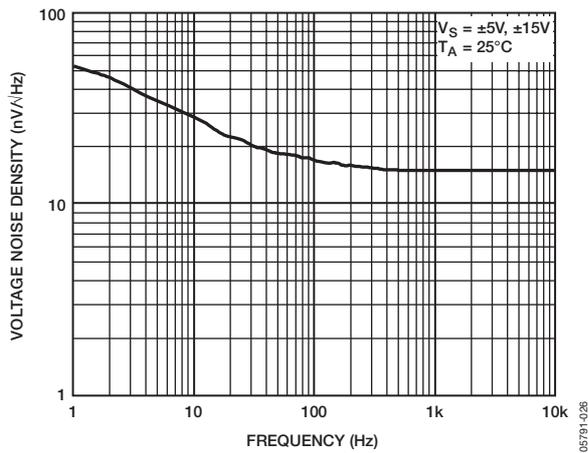


図25. 電圧ノイズ密度の周波数特性

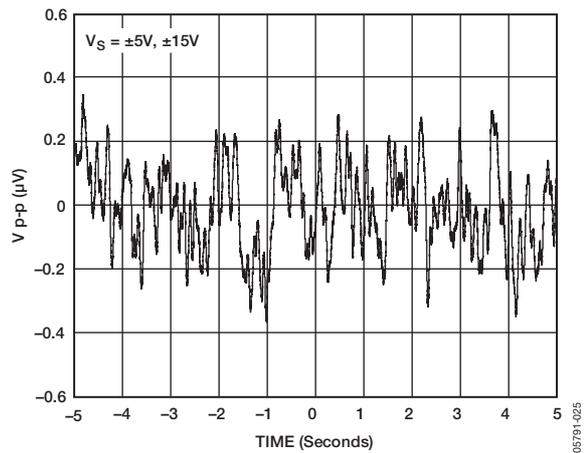


図28. 0.1~10Hz入力電圧ノイズ

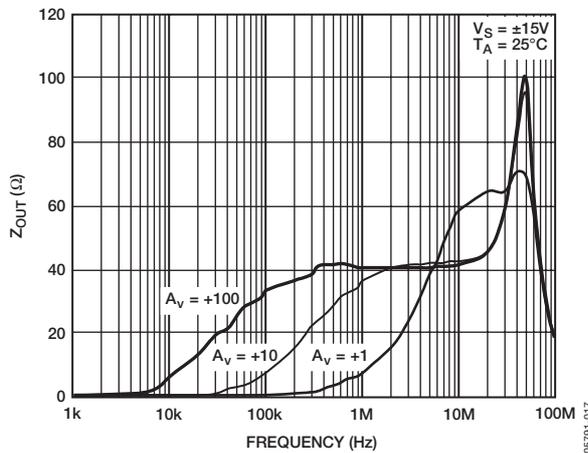


図26. 出力インピーダンスの周波数特性

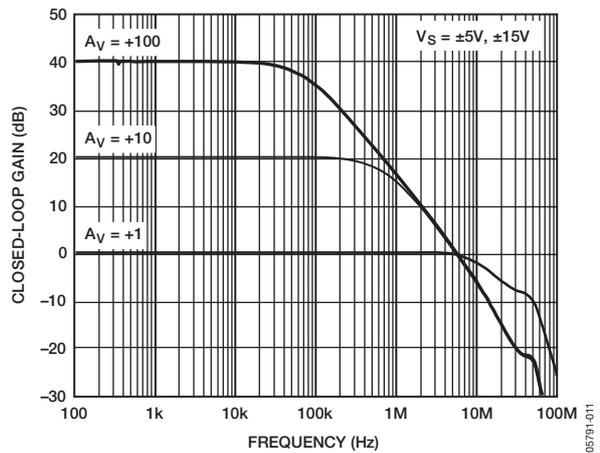


図29. クローズドループ・ゲインの周波数特性

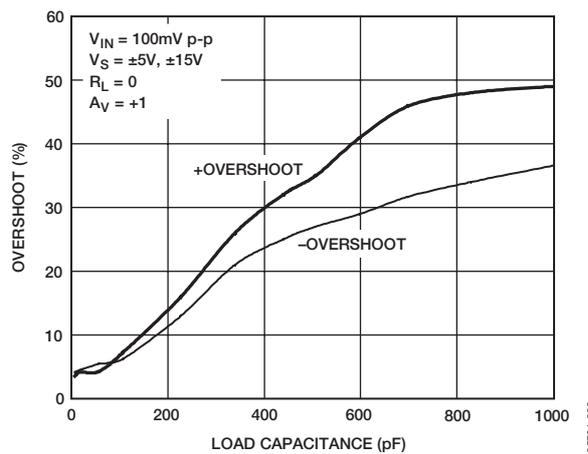


図27. 負荷容量 対 オーバーシュート

アプリケーション

出力の位相反転と入力ノイズ

位相反転とは、アンプの伝達関数の極性が変化することです。アンプの入力に入力された電圧が最大同相電圧を超えると、位相反転が発生することがあります。アンプのゲインを1に設定すると、位相が反転します。

大部分のJFETアンプは、入力と同相入力を超えると入力信号の位相を反転します。位相反転は、ADA4000-xファミリーの一時的な動作です。同相電圧に戻ることによって、正常な動作に復帰します。この現象は入力段の飽和に起因しており、これによってドレイン/ゲート間のダイオードが順方向にバイアスされます。非反転アプリケーションでは、アンプの入力信号と非反転端子の間に1本の直列抵抗を挿入するだけで簡単にこの問題を解決できます。この抵抗の追加によってアンプのトータル入力ノイズが増えるため、抵抗の値はアプリケーションによって異なります。回路のトータル・ノイズ密度は、次の式から得られます。

$$e_{nTOTAL} = \sqrt{e_n^2 + (i_n R_s)^2 + 4kTR_s}$$

ここで、

e_n は、アンプの入力電圧ノイズ密度です。

i_n は、アンプの入力電流ノイズ密度です。

R_s は、非反転端子に接続した信号源抵抗の値です。

k は、ボルツマン定数 (1.38×10^{-23} J/K) です。

T は、ケルビン単位の周囲温度です ($T = 273 + ^\circ\text{C}$)。

一般に、大きな電流がアンプに流入しないように入力電流を5mA未満に制限することが行われています。

容量負荷の駆動

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4は、反転構成でも非反転構成でも、すべてのゲインで安定しています。これらのアンプは1000pFの容量負荷を駆動できますが、ユニティ・ゲインの設定が変動することはありません。

ただし、大部分のアンプと同様に、ユニティ・ゲインの設定で比較的大きな容量負荷を駆動する場合は、過度のオーバーシュートとリングングが生じることがあります。スナバ・ネットワークを使用すると、この問題を簡単に解決できます (図30を参照)。

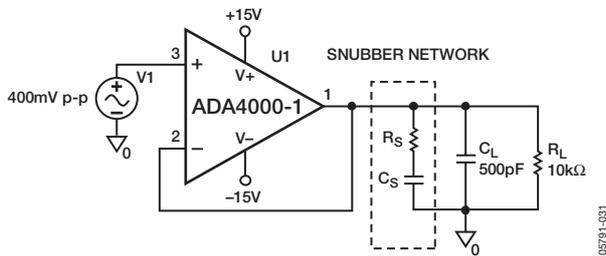


図30. スナバ・ネットワークの構成

この補償方法は、 R_s が帰還ネットワークの外部にあるため出力の振幅が小さくならず、ゲイン精度が変化しない点で優れています。回路の容量負荷に応じて R_s と C_s の値が変化するため、最適な値は経験的に決めることができます。図31のオシロスコープ画像は、400mVのパルスに反応するADA4000-xファミリーの出力です。この回路はユニティ・ゲインの設定で、容量負荷として500pFと10k Ω を並列に接続しています。

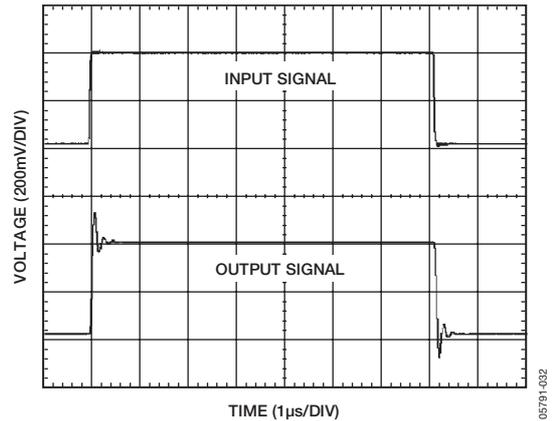


図31. スナバ・ネットワークを使用しない場合の容量負荷の駆動

スナバ回路を使用すると、同じ容量負荷でオーバーシュートが30%から6%に削減します。図32に示すように、リングングはほぼなくなります。この回路では R_s が41 Ω 、 C_s が10nFです。

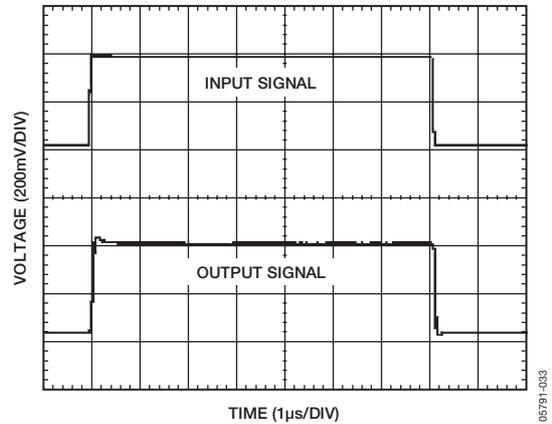


図32. スナバ・ネットワークを使用する場合の容量負荷

セトリング時間

セトリング時間とは、アンプの出力が最終値の一定の割合に達し、そこに落ち着くまでの所要時間です。データ・アキュイジション・システムで重要なパラメータとなります。大部分のバイポーラDACコンバータは電流出力であるため、電流を電圧に変換するために外部オペアンプが必要です。このため、アンプのセトリング時間は出力信号の全セトリング時間に影響します。全セトリング時間の近似値は、次の式で求めることができます。

$$t_s \text{ Total} = \sqrt{(t_s \text{ DAC})^2 + (t_s \text{ AMP})^2}$$

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4は、1.2 μ s未満でその最終値の0.1%以内にセトリングします。図34の構成回路を使用して、セトリング時間のテストを実施しています。

図33のセトリング時間の測定では、入力信号は10V、出力は誤差信号です。

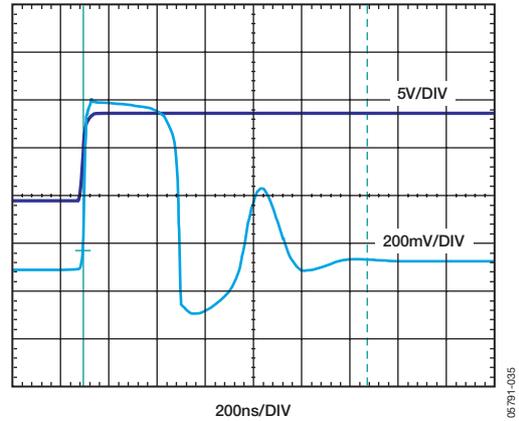


図33. 疑似加算ノード法を用いたセトリング時間の測定

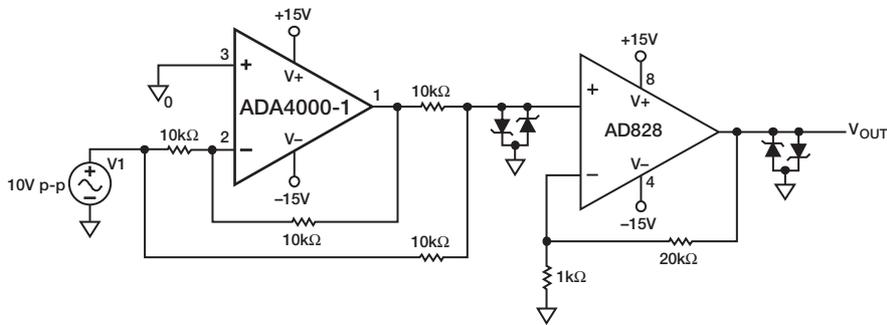
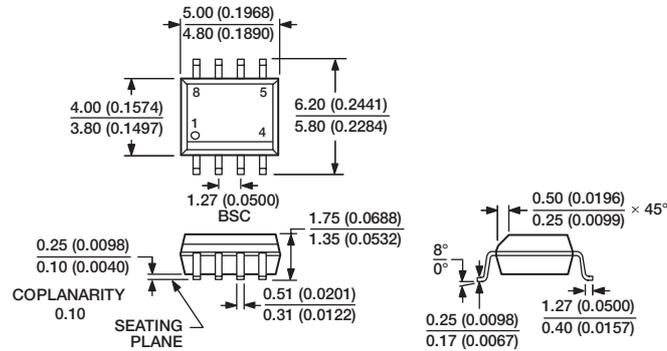


図34. セトリング時間のテスト回路

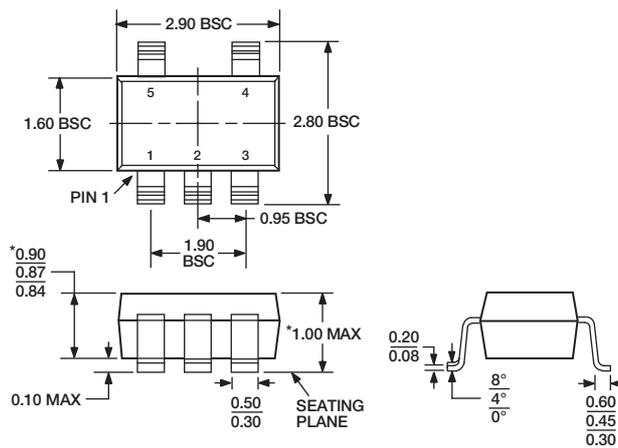
外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA
 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.

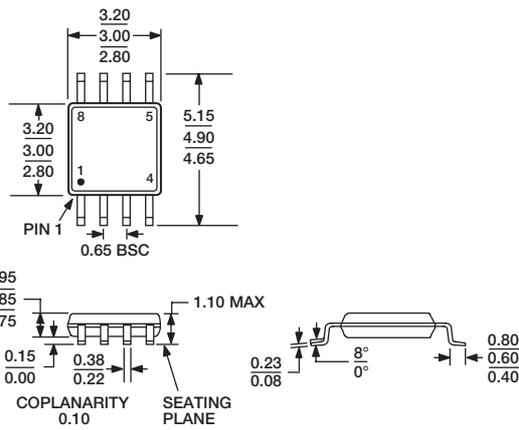
012407A

図35. 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)
 寸法単位：mm (インチ)



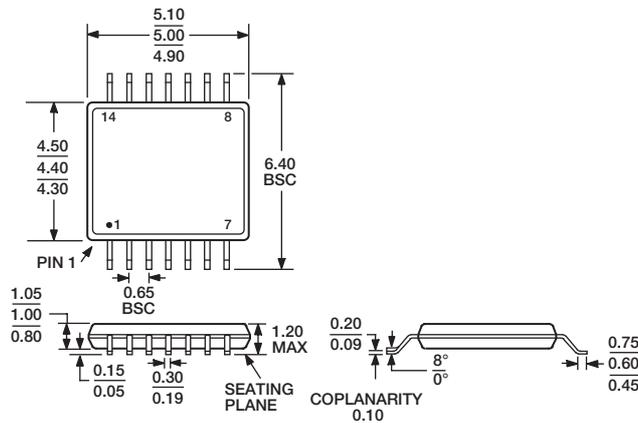
*COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-193-AB WITH
 THE EXCEPTION OF PACKAGE HEIGHT AND THICKNESS.

図36. 5ピン薄型スモール・アウトライン・トランジスタ・パッケージ [TSOT]
 (UJ-5)
 寸法単位：mm



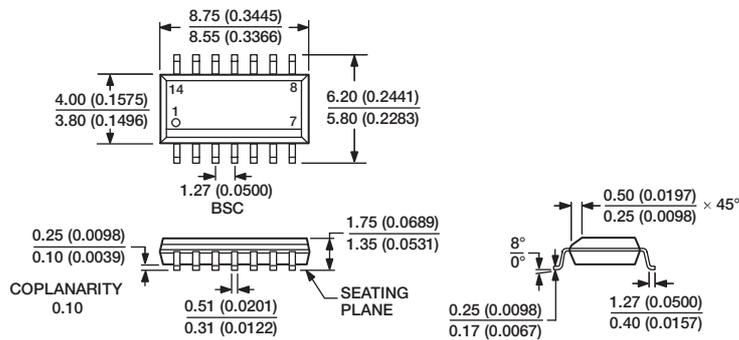
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

図37. 8ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ [MSOP] (RM-8)
寸法単位：mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-153-AB-1

図38. 14ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ [TSSOP] (RU-14)
寸法単位：mm



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.

図39. 14ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ [SOIC_N] (R-14)
寸法単位：mm (インチ)

069006-A

ADA4000-1/ADA4000-2/ADA4000-4

オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
ADA4000-1ARZ ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-1ARZ-R7 ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-1ARZ-RL ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-1AUJZ-R2 ¹	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A14
ADA4000-1AUJZ-R7 ¹	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A14
ADA4000-1AUJZ-RL ¹	-40°C to +125°C	5-Lead TSOT	UJ-5	A14
ADA4000-2ARZ ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-2ARZ-R7 ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-2ARZ-RL ¹	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADA4000-2ARMZ-R2 ¹	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A1H
ADA4000-2ARMZ-RL ¹	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A1H
ADA4000-4ARZ ¹	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
ADA4000-4ARZ-R7 ¹	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
ADA4000-4ARZ-RL ¹	-40°C to +125°C	14-Lead SOIC_N	R-14	
ADA4000-4ARUZ ¹	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	
ADA4000-4ARUZ-RL ¹	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	

¹ Z=RoHS準拠製品

D05791-0-5/07(0)-J