



# 10 $\mu$ A、レール to レール I/O、ゼロ入力クロスオーバー歪みアンプ

## データシート

## ADA4505-1/ADA4505-2/ADA4505-4

### 特長

PSRR: 100 dB (最小値)

CMRR: 105 dB (代表値)

非常に小さい電源電流: アンプあたり 10  $\mu$ A (最大値)

単電源動作: 1.8 V ~ +5 V または両電源動作:  $\pm 0.9$  V ~  $\pm 2.5$  V

レール to レールの入力および出力

最大オフセット電圧: 3 mV

非常に小さい入力バイアス電流: 0.5 pA (代表値)

### アプリケーション

圧力センサーと位置センサー

リモート・セキュリティ

医療用モニタ

バッテリー駆動の民生機器

障害検出器

### 概要

ADA4505-1/ADA4505-2/ADA4505-4 は、それぞれシングル、デュアル、クワッドのマイクロパワー・アンプで、レール to レールの入力振幅と出力振幅を特長とし、1.8 V ~ 5 V の単電源または  $\pm 0.9$  V ~  $\pm 2.5$  V の両電源で動作します。

新しい回路技術を採用したこれらの低価格アンプは、ゼロ入力クロスオーバー歪み (優れた PSRR と CMRR 性能) と非常に小さいバイアス電流を提供し、アンプあたり 10  $\mu$ A 未満の電源電流で動作します。

ADA4505-x アンプは、この機能の組み合わせによって、バッテリーの全寿命にわたって電源電圧の変動により発生する誤差が最小化され、レール to レール入力のオペアンプであるにもかかわらず高い CMRR が維持されるため、バッテリー駆動のアプリケーションに最適な選択肢になっています。

バッテリー駆動のリモート・センサー、ハンドヘルド計測機器、民生機器、障害検出器 (煙、火災、ガスなど)、患者モニタでは、この ADA4505-x アンプの機能を活用することができます。

ADA4505-x ファミリーは、 $-40^{\circ}\text{C}$  ~  $+85^{\circ}\text{C}$  の工業温度範囲および  $-40^{\circ}\text{C}$  ~  $+125^{\circ}\text{C}$  の拡張工業温度範囲の両方で仕様が規定されています。シングル・アンプの ADA4505-1 は、5 ピン SOT-23 小型パッケージと 6 ボール WLCSP パッケージを採用しています。デュアル・アンプの ADA4505-2 は、標準の 8 ピン MSOP パッケージと 8 ボール WLCSP パッケージを採用しています。クワッド・アンプの ADA4505-4 は、14 ピン TSSOP パッケージと 14 ボール WLCSP パッケージを採用しています。

ADA4505-x ファミリーは、同じく 1.8 V ~ 5 V の単電源または  $\pm 0.9$  V ~  $\pm 2.5$  V の両電源で動作する [AD8505/AD8506/AD8508](#) などの、アナログ・デバイセズが提供するゼロ・クロスオーバー・オペアンプ・シリーズの 1 つです。

### ピン配置

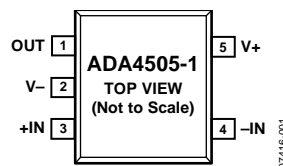


図 1.5 ピン SOT-23 (RJ-5)



図 2.8 ピン MSOP (RM-8)

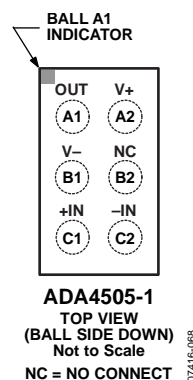


図 3.6 ボール WLCSP (CB-6-7)

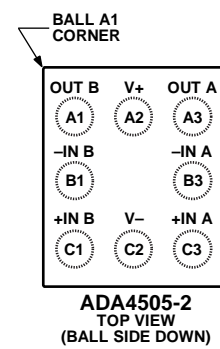


図 4.8 ボール WLCSP (CB-8-2)

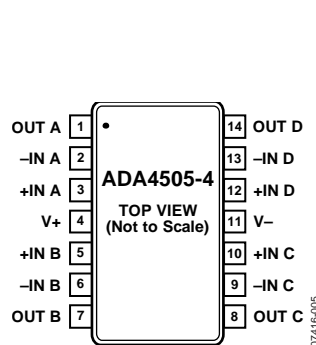


図 5.14 ピン TSSOP (RU-14)

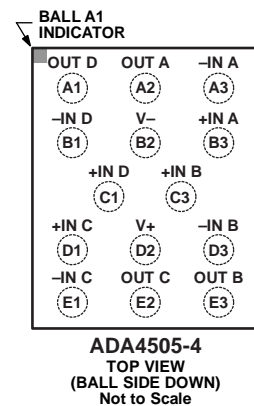


図 6.14 ボール WLCSP (CB-14-1)

Rev. D

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

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 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

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、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は 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。

## 目次

特長	1
アプリケーション	1
概要	1
ピン配置	1
改訂履歴	2
仕様	3
電気的特性—1.8 V 動作	3
電気的特性—5 V 動作	4
絶対最大定格	5
熱抵抗	5

ESD の注意	5
代表的な性能特性	6
動作原理	14
アプリケーション情報	16
パルス酸素濃度計電流源	16
グルコース・モニタ用 4 極 ローパス・バターワース・フィルタ	17
外形寸法	18
オーダー・ガイド	21

## 改訂履歴

### 7/10—Rev. C to Rev. D

Added 6-Ball WLCSP, ADA4505-1	Universal
Moved Electrical Characteristics—1.8 V Operation Section	3
Changes to Large Signal Voltage Gain Parameter, Table 1	3
Moved Electrical Characteristics—5 V Operation Section	4
Changes to Large Signal Voltage Gain Parameter, Table 2	4
Changes to Thermal Resistance Section and Table 4	5
Updated Outline Dimensions	18
Changes to Ordering Guide	21

### 7/09—Rev. B to Rev. C

Added 5-Lead SOT-23 (ADA4505-1)	Throughout
Changes to Supply Current per Amplifier Parameter, Table 1	3
Changes to Supply Current per Amplifier Parameter, Table 2	4
Changes to Figure 26 and Figure 29	9
Changes to Figure 31 and Figure 34	10
Changes to Figure 42 and Figure 45	12
Added Figure 49 and Figure 51; Renumbered Sequentially	13
Updated Outline Dimensions	18
Changes to Ordering Guide	20

### 2/09—Rev. A to Rev. B

Added 14-Ball WLCSP (ADA4505-4)	Throughout
Changes to Thermal Resistance Section	5
Changes to Figure 17, Figure 18, Figure 20, and Figure 21	8
Changes to Figure 42 and Figure 45	12
Updated Outline Dimensions	18
Changes to Ordering Guide	20

### 10/08—Rev. 0 to Rev. A

Added 8-Ball WLCSP (ADA4505-2) and 14-Lead TSSOP (ADA4505-4)	Throughout
Change to Features Section	1
Added Figure 2 and Figure 3; Renumbered Sequentially	1
Changes to Table 1	3
Changes to Table 2	4
Changes to Thermal Resistance Section	5
Changes to Figure 22 and Figure 25	9
Changes to Figure 40 and Figure 43	12
Deleted Figure 46 and Figure 48; Renumbered Sequentially	13
Change to Theory of Operation Section	14
Changes to Figure 52	16
Change to Four-Pole Low-Pass Butterworth Filter for Glucose Monitor Section	17
Updated Outline Dimensions	18
Changes to Ordering Guide	19

### 7/08—Revision 0: Initial Version

## 仕様

## 電気的特性—1.8 V 動作

特に指定のない限り、 $V_{SY} = 1.8\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_{SY}/2$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 100\text{ k}\Omega$  (GNDへ接続)。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT CHARACTERISTICS</b>						
Offset Voltage	$V_{OS}$	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 1.8\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.5	3	mV
Input Bias Current	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.5	2	pA
Input Offset Current	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.05	1	pA
Input Voltage Range		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0		1.8	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 1.8\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	85	100		dB
Large Signal Voltage Gain	$A_{VO}$	$0.05\text{ V} \leq V_{OUT} \leq 1.75\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	85	115		dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		2.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Resistance	$R_{IN}$			220		G $\Omega$
Input Capacitance Differential Mode	$C_{INDM}$			2.5		pF
Input Capacitance Common Mode	$C_{INCM}$			4.7		pF
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>						
Output Voltage High	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	1.78	1.79		V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	1.78			V
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V_{SY}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	1.65	1.75		V
Output Voltage Low	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_{SY}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		2	5	mV
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V_{SY}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		12	25	mV
Short-Circuit Limit	$I_{SC}$	$V_{OUT} = V_{SY}$ or GND		$\pm 3.8$		mA
<b>POWER SUPPLY</b>						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{SY} = 1.8\text{ V}$ to $5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	100	110		dB
Supply Current per Amplifier	$I_{SY}$	$V_{OUT} = V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	100			dB
ADA4505-1				10	11.5	$\mu\text{A}$
ADA4505-2/ADA4505-4				7	10	$\mu\text{A}$
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			15	$\mu\text{A}$
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			15	$\mu\text{A}$
<b>DYNAMIC PERFORMANCE</b>						
Slew Rate	SR	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		6.5		mV/ $\mu\text{s}$
Gain Bandwidth Product	GBP	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		50		kHz
Phase Margin	$\Phi_M$	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		52		Degrees
<b>NOISE PERFORMANCE</b>						
Voltage Noise	$e_n$ p-p	$f = 0.1\text{ Hz}$ to $10\text{ Hz}$		2.95		$\mu\text{V}$ p-p
Voltage Noise Density	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		65		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		20		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

## 電气的特性—5 V 動作

特に指定のない限り、 $V_{SY} = 5\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_{SY}/2$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 100\text{ k}\Omega$  (GNDへ接続)。

表 2.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT CHARACTERISTICS</b>						
Offset Voltage	$V_{OS}$	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.5	3	mV
Input Bias Current	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.5	2	pA
					50	pA
Input Offset Current	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.05	1	pA
					25	pA
					130	pA
Input Voltage Range		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0		5	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	90	105		dB
			90			dB
			85			dB
Large Signal Voltage Gain	$A_{VO}$	$0.05\text{ V} \leq V_{OUT} \leq 4.95\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	105	120		dB
			100			dB
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Resistance	$R_{IN}$			220		G $\Omega$
Input Capacitance Differential Mode	$C_{INDM}$			2.5		pF
Input Capacitance Common Mode	$C_{INCM}$			4.7		pF
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>						
Output Voltage High	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.98	4.99		V
			4.98			V
			4.9	4.95		V
			4.9			V
Output Voltage Low	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $V_{SY}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		2	5	mV
					5	mV
				10	25	mV
					25	mV
Short-Circuit Limit	$I_{SC}$	$V_{OUT} = V_{SY}$ or GND		$\pm 40$		mA
<b>POWER SUPPLY</b>						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{SY} = 1.8\text{ V}$ to $5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	100	110		dB
			100			dB
			95			dB
Supply Current per Amplifier ADA4505-1	$I_{SY}$	$V_{OUT} = V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		9	10.5	$\mu\text{A}$
					15	$\mu\text{A}$
				7	10	$\mu\text{A}$
					15	$\mu\text{A}$
ADA4505-2/ADA4505-4	$I_{SY}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$				$\mu\text{A}$
						$\mu\text{A}$
						$\mu\text{A}$
<b>DYNAMIC PERFORMANCE</b>						
Slew Rate	SR	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		6		mV/ $\mu\text{s}$
Gain Bandwidth Product	GBP	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		50		kHz
Phase Margin	$\Phi_M$	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $G = 1$		52		Degrees
<b>NOISE PERFORMANCE</b>						
Voltage Noise	$e_n$ p-p	$f = 0.1\text{ Hz}$ to $10\text{ Hz}$		2.95		$\mu\text{V}$ p-p
Voltage Noise Density	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		65		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		20		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

## 絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
Supply Voltage	5.5 V
Input Voltage	$\pm V_{SY} \pm 0.1$ V
Input Current <sup>1</sup>	$\pm 10$ mA
Differential Input Voltage <sup>2</sup>	$\pm V_{SY}$
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, 60 sec)	300°C

<sup>1</sup> 入力ピンには、電源ピンへのクランプ・ダイオードが付いています。

<sup>2</sup> 入力信号が電源レールを 0.1 V 超えるときは、入力電流を 10 mA 以下に制限する必要があります。

<sup>3</sup> 差動入力電圧は 5 V または電源電圧のいずれか小さい方に制限されます。

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、この仕様の動作の節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

$\theta_{JA}$  は最悪の条件、すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスのエクスポーズド・パッドを回路ボードにハンダ付けした状態で規定しています。表 4 に、特に指定がない限り、4 層(2S2P) JEDEC 標準熱テスト・ボードの熱シミュレーション値を示します。

表 4.

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Unit
5-Lead SOT-23 (RJ-5)	190	92	°C/W
6-Ball WLCSP (CB-6-7)	105	2.6	°C/W
8-Lead MSOP (RM-8)	142	45	°C/W
8-Ball WLCSP (CB-8-2)	82	N/A	°C/W
14-Lead TSSOP (RU-14)	112	35	°C/W
14-Ball WLCSP (CB-14-1)	64	N/A	°C/W

## 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。

代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

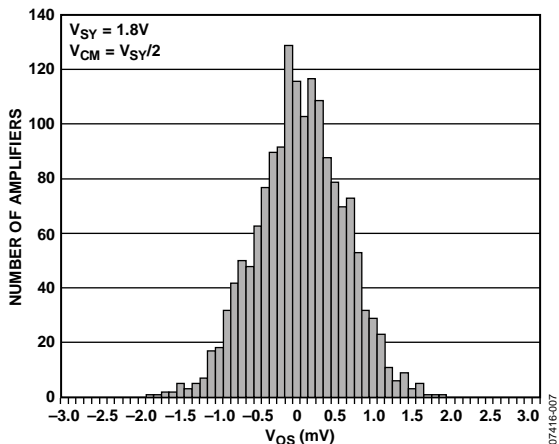


図 7. 入力オフセット電圧の分布

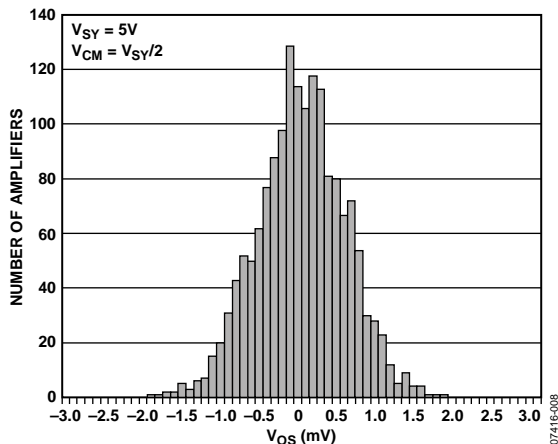


図 10. 入力オフセット電圧の分布

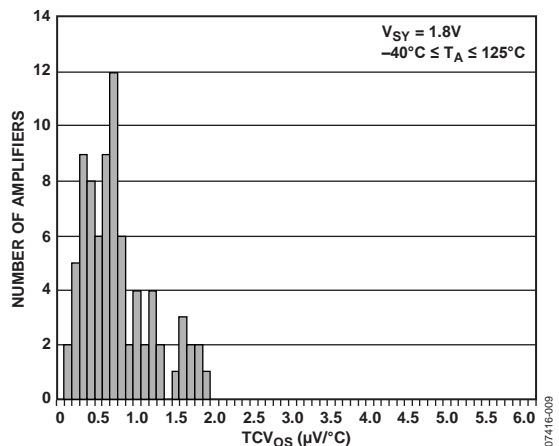


図 8. 入力オフセット電圧ドリフトの分布

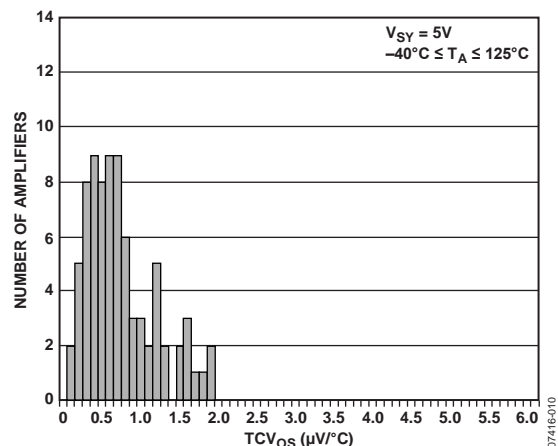


図 11. 入力オフセット電圧ドリフトの分布

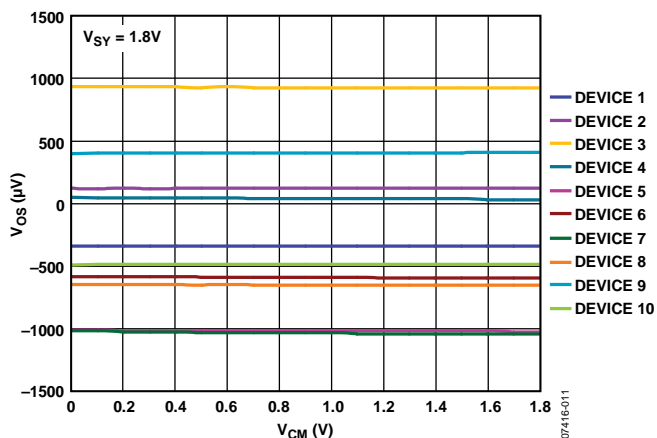


図 9. コモンモード電圧 対 入力オフセット電圧

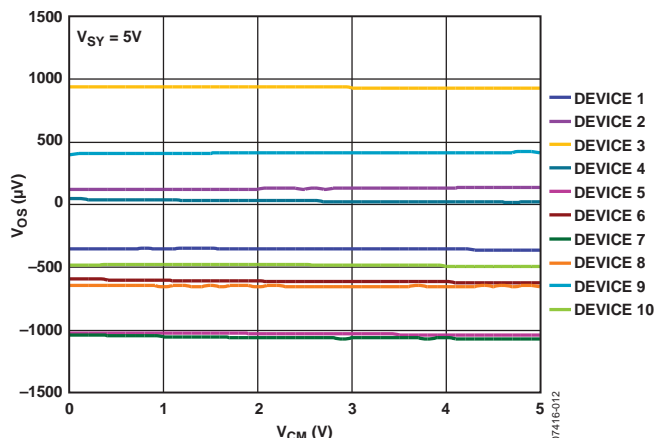


図 12. コモンモード電圧 対 入力オフセット電圧

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

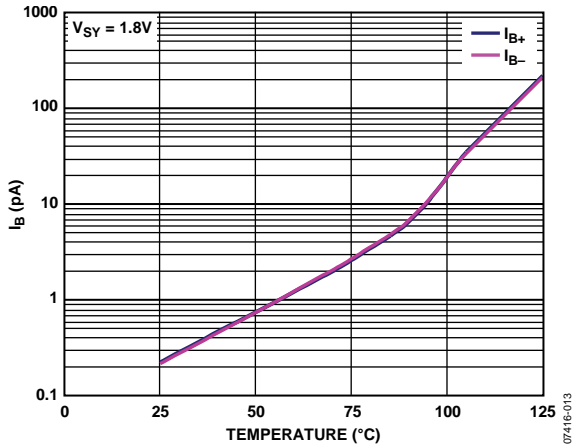


図 13. 入力バイアス電流の温度特性

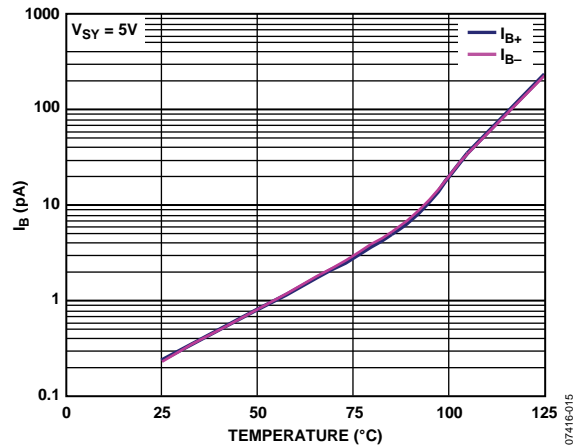


図 16. 入力バイアス電流の温度特性

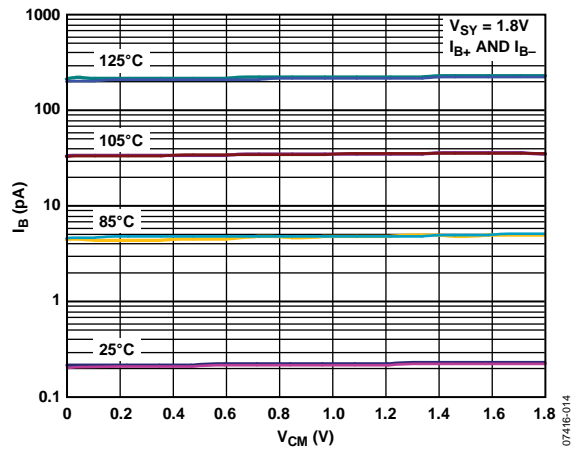


図 14. コモンモード電圧および温度 対 入力バイアス電流

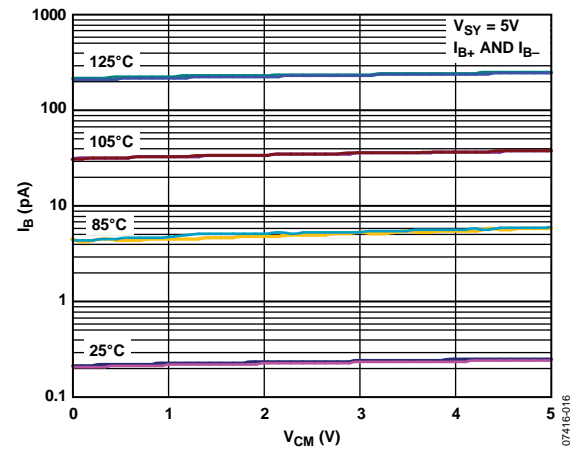


図 17. コモンモード電圧および温度 対 入力バイアス電流

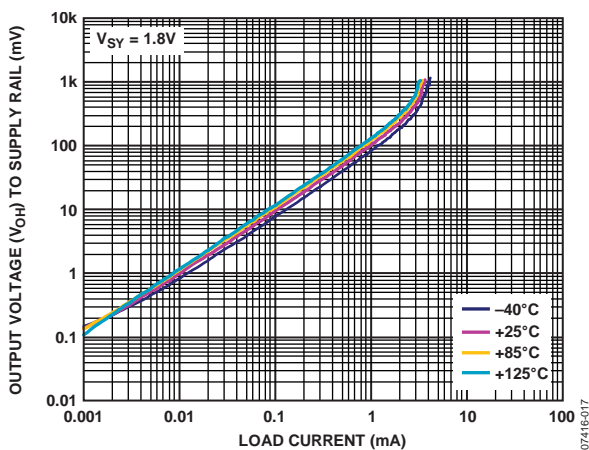


図 15. 負荷電流および温度 対 電源レールに対する出力電圧 ( $V_{OH}$ )

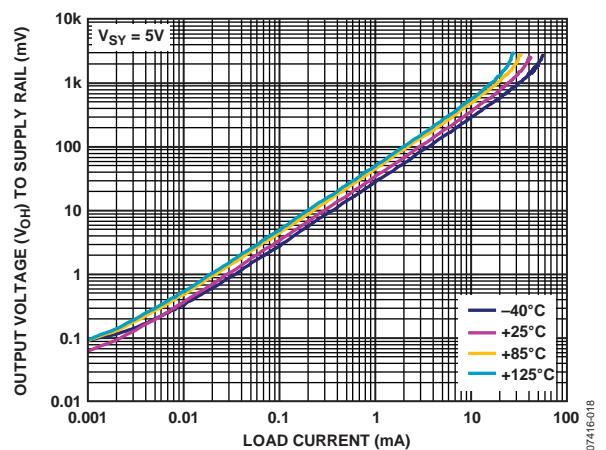


図 18. 負荷電流および温度 対 電源レールに対する出力電圧 ( $V_{OH}$ )

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

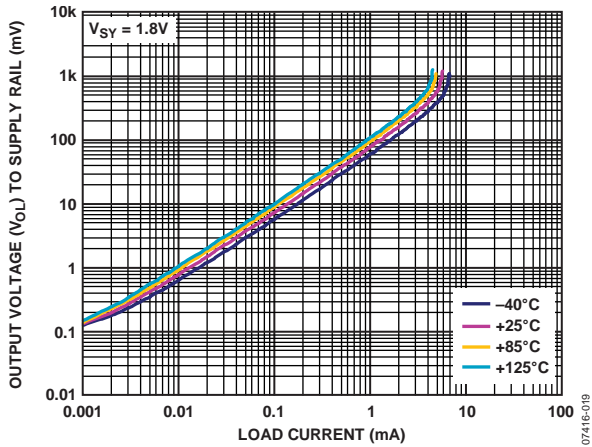


図 19. 負荷電流および温度 対 電源レールに対する出力電圧 ( $V_{OL}$ )

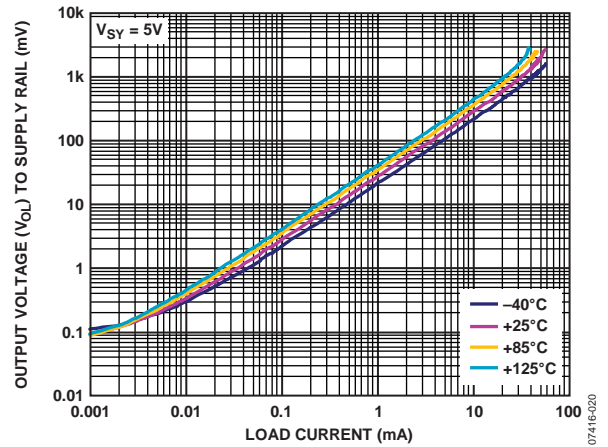


図 22. 負荷電流および温度 対 電源レールに対する出力電圧 ( $V_{OL}$ )

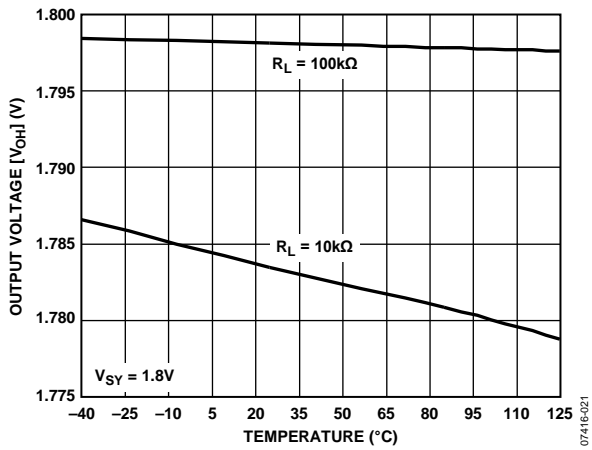


図 20. 出力電圧 ( $V_{OH}$ ) の温度特性

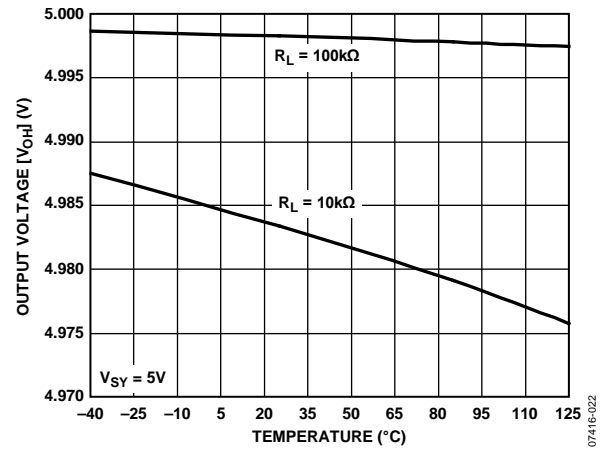


図 23. 出力電圧 ( $V_{OH}$ ) の温度特性

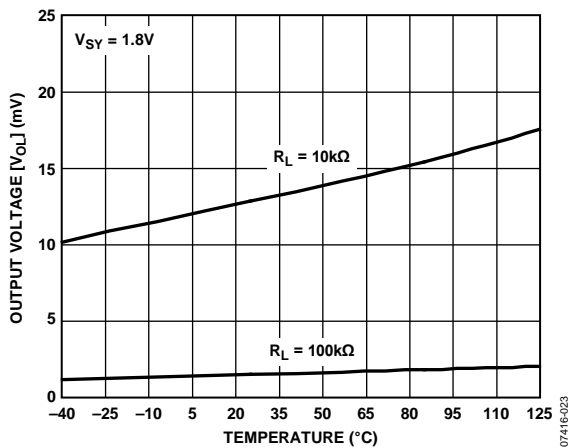


図 21. 出力電圧 ( $V_{OL}$ ) の温度特性

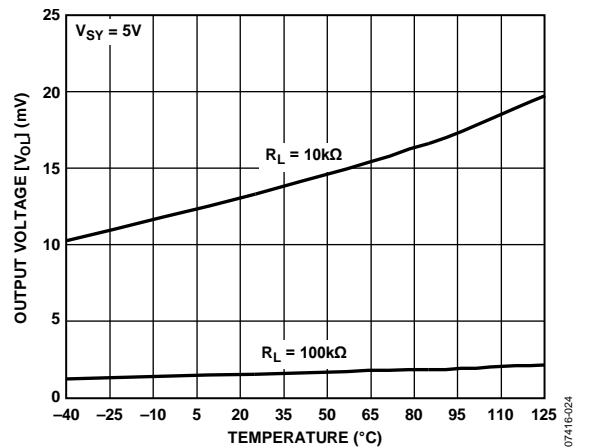


図 24. 出力電圧 ( $V_{OL}$ ) の温度特性



特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

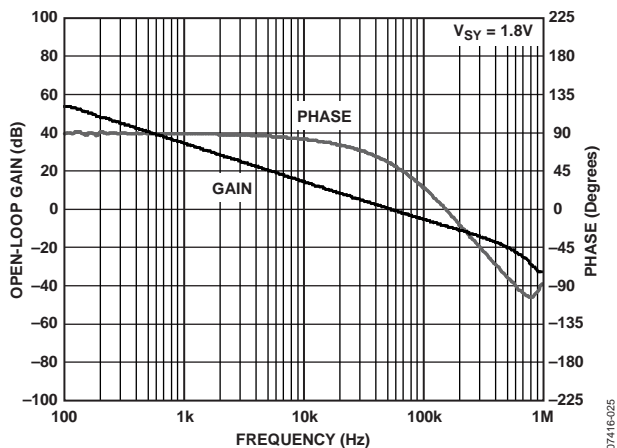


図 25. オープンループ・ゲインおよび位相の周波数特性

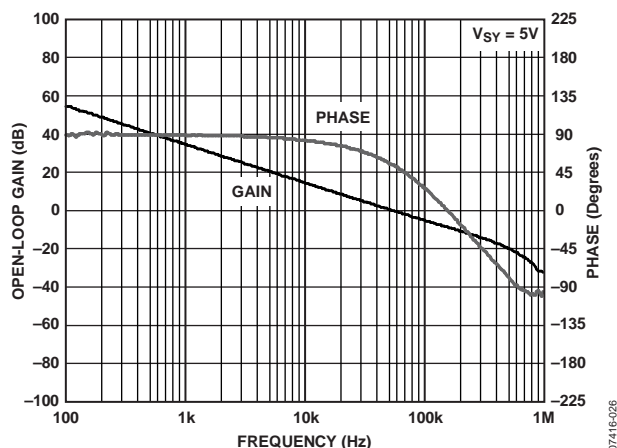


図 28. オープンループ・ゲインおよび位相の周波数特性

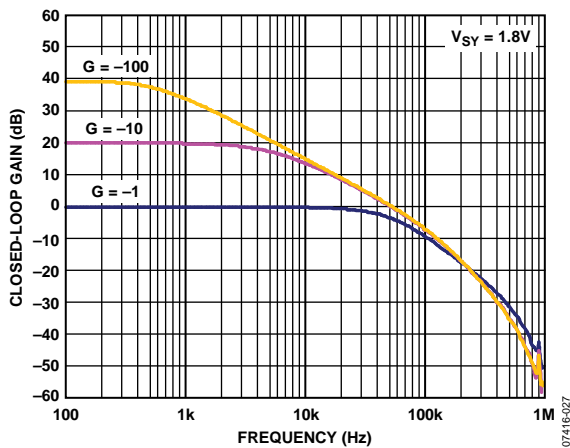


図 26. クローズドループ・ゲインの周波数特性

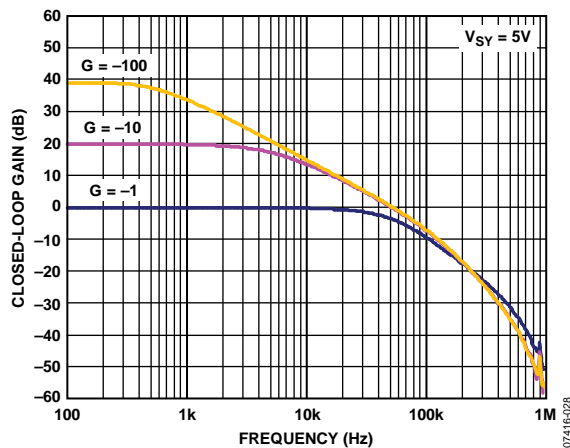


図 29. クローズドループ・ゲインの周波数特性

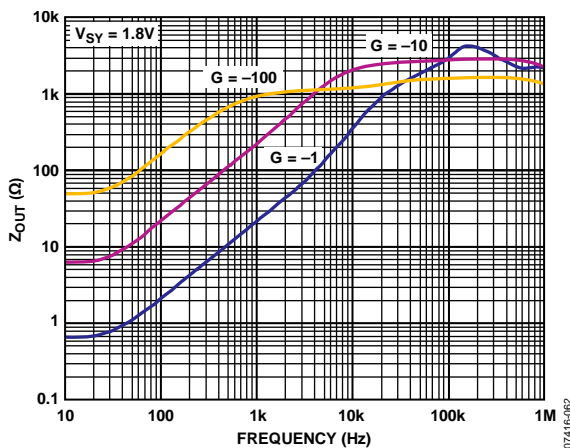


図 27. 出カインピーダンスの周波数特性

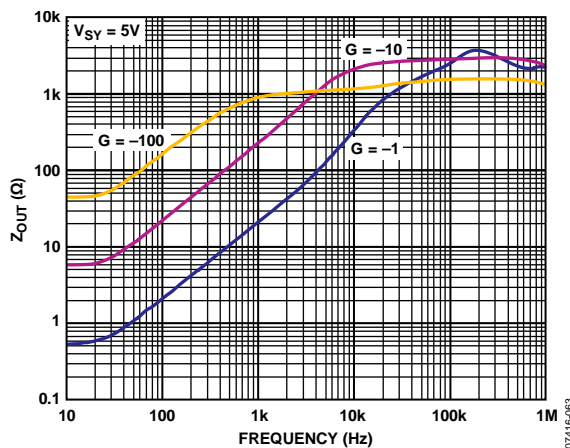


図 30. 出カインピーダンスの周波数特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

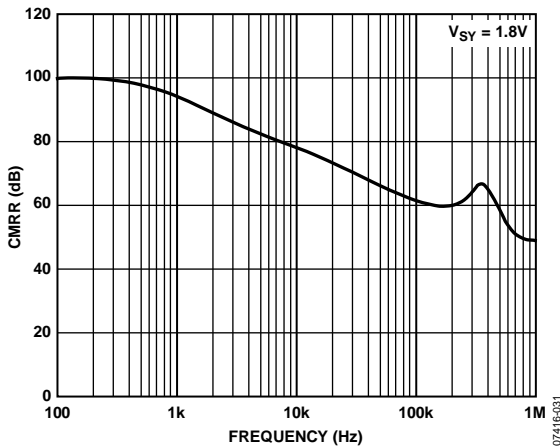


図 31. CMRR の周波数特性

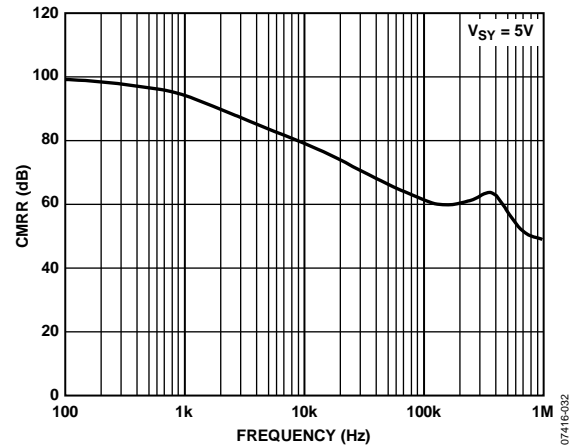


図 34. CMRR の周波数特性

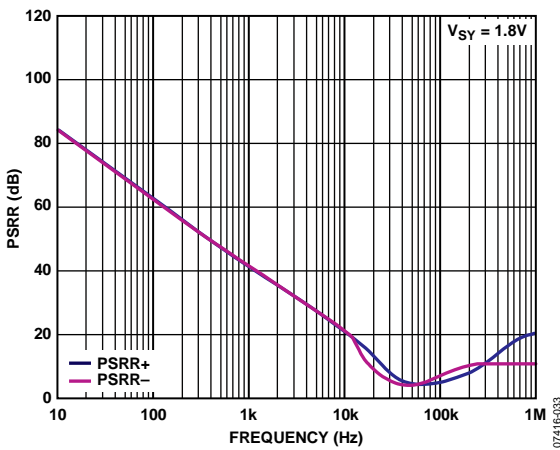


図 32. PSRR の周波数特性

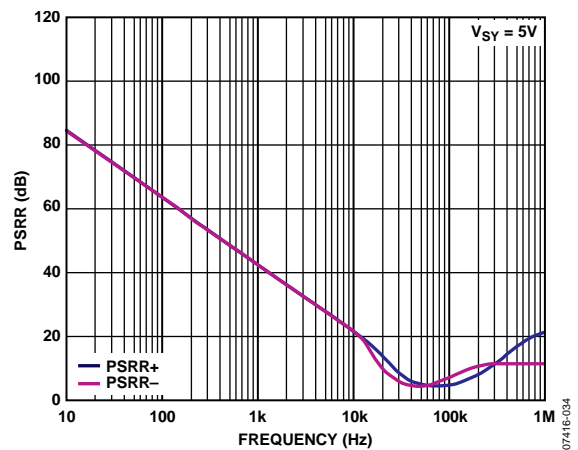


図 35. PSRR の周波数特性

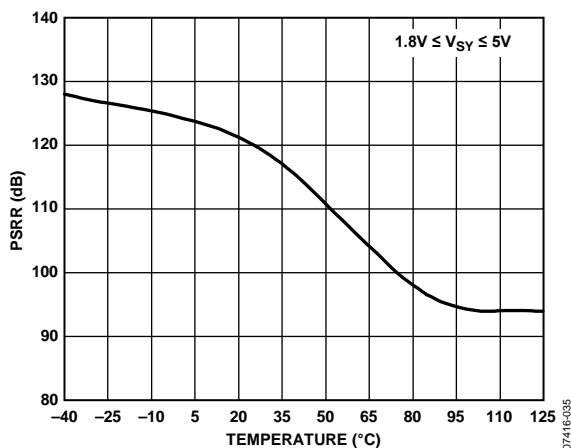


図 33. PSRR の温度特性

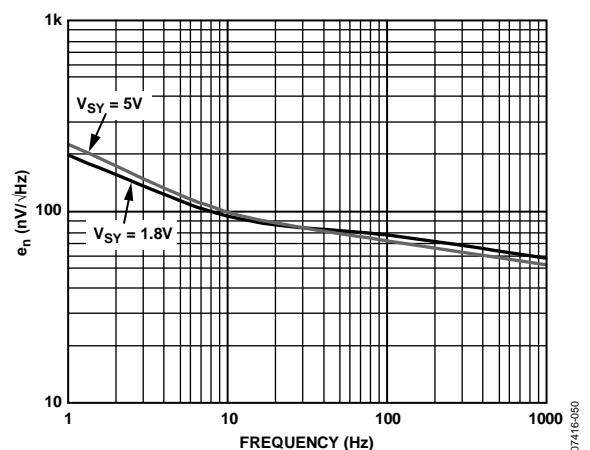


図 36. 電圧ノイズ密度の周波数特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

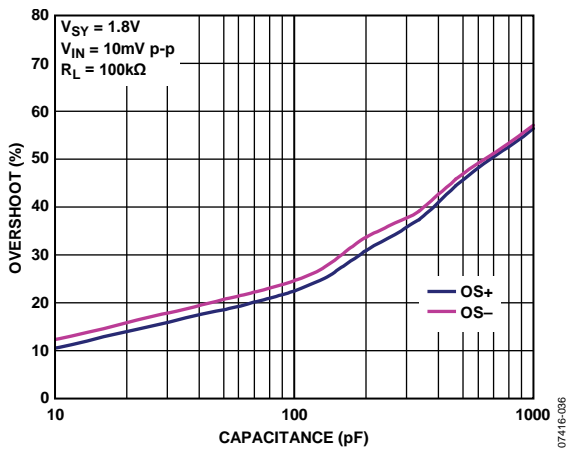


図 37. 負荷容量 対 小信号オーバーシュート

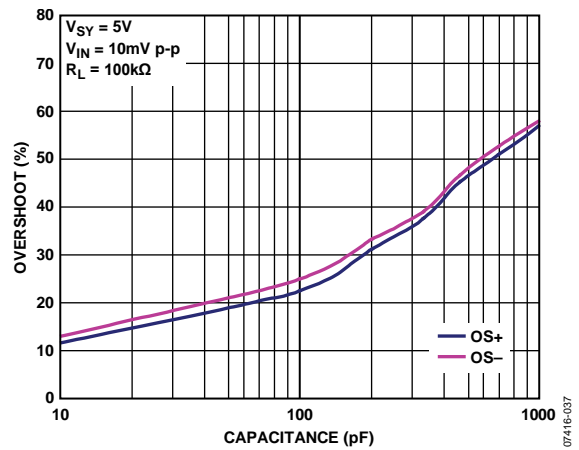


図 40. 負荷容量 対 小信号オーバーシュート

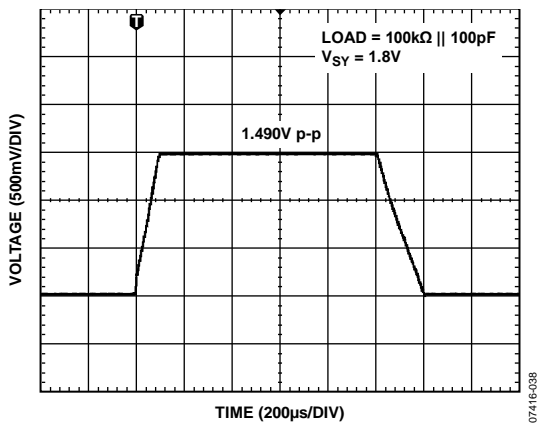


図 38. 大信号過渡応答

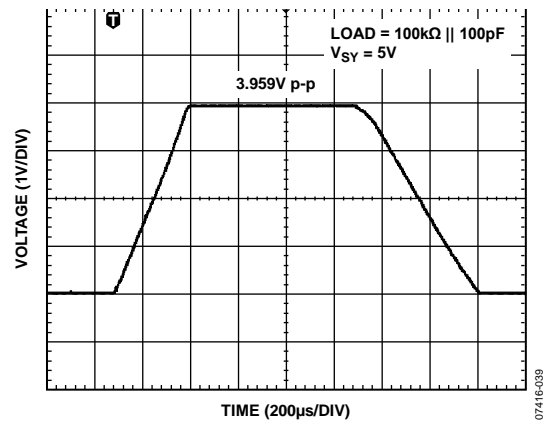


図 41. 大信号過渡応答

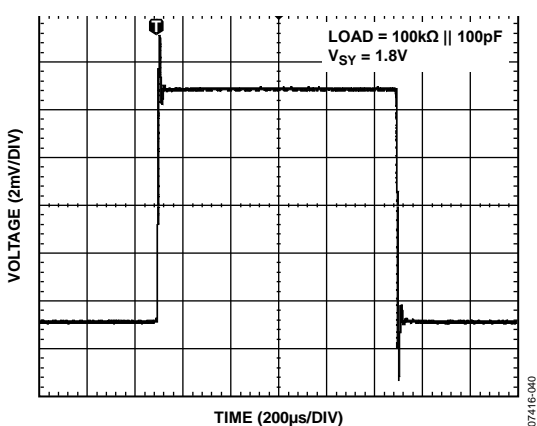


図 39. 小信号過渡応答

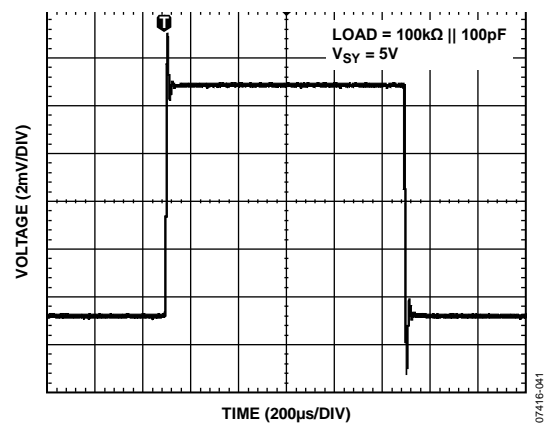


図 42. 小信号過渡応答

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

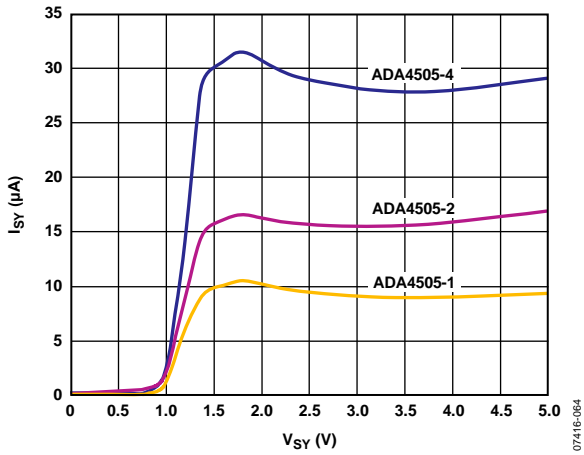


図 43. 電源電圧 対 電源電流

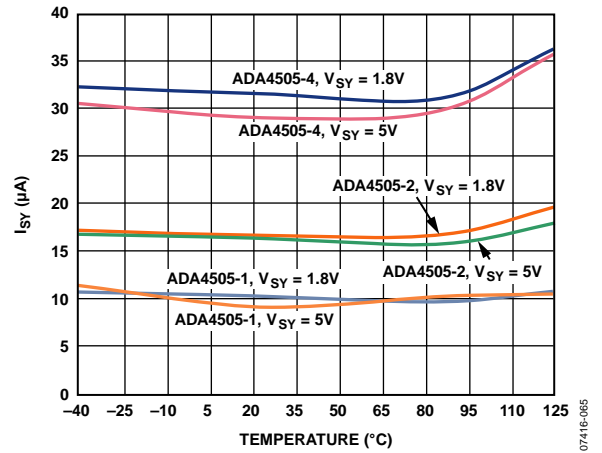


図 46. 総合電源電流の温度特性

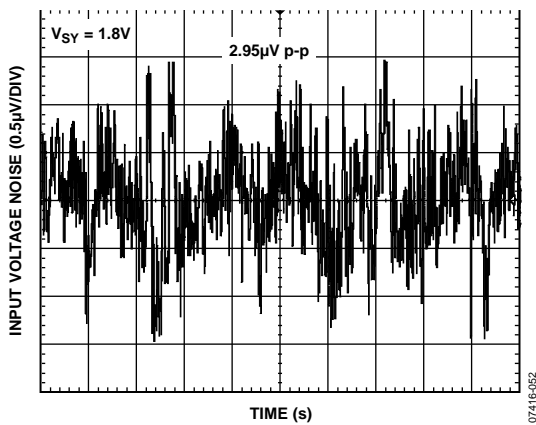


図 44. 入力電圧ノイズ、0.1 Hz ~ 10 Hz のノイズ

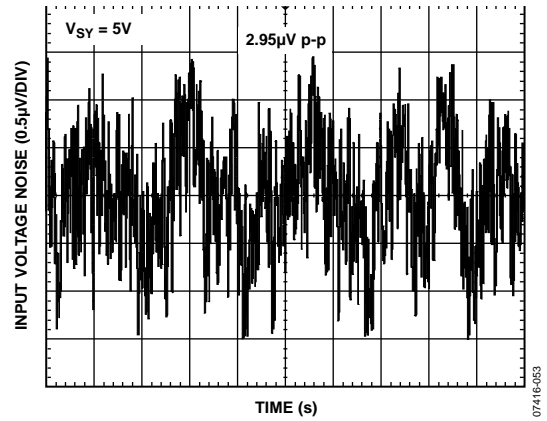


図 47. 入力電圧ノイズ、0.1 Hz ~ 10 Hz のノイズ

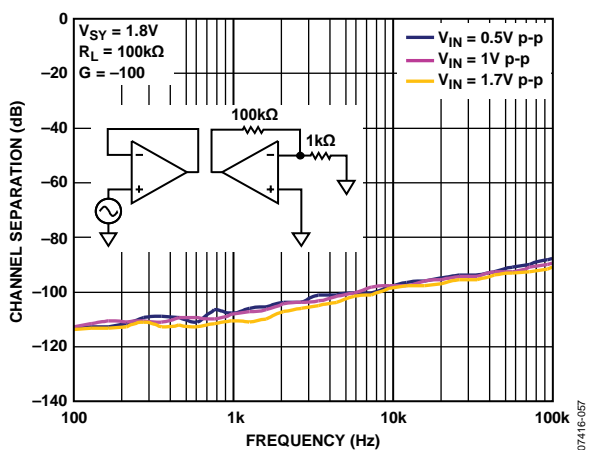


図 45. チャンネル・セパレーションの周波数特性

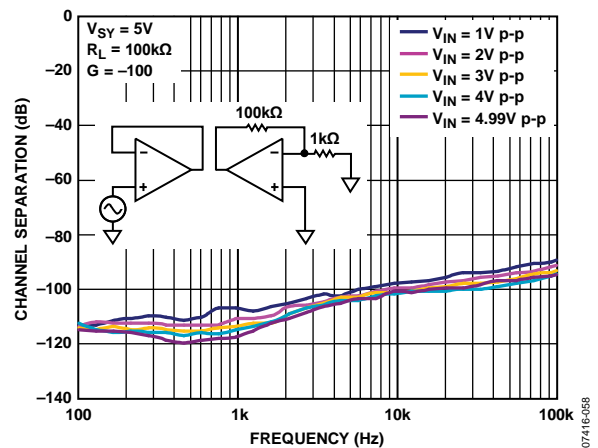


図 48. チャンネル・セパレーションの周波数特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

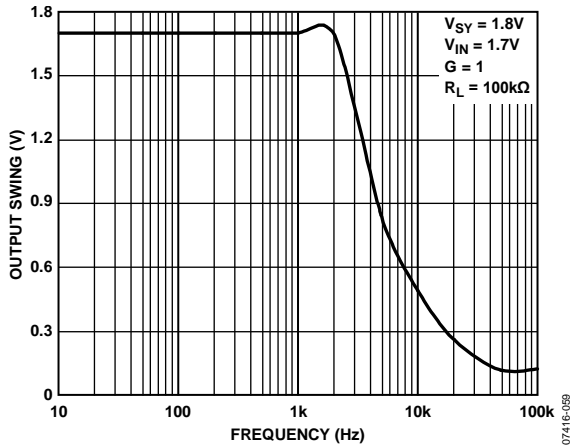


図 49. 出力振幅の周波数特性

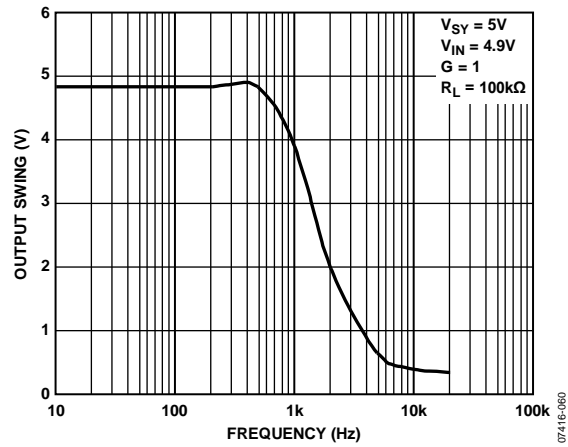


図 51. 出力振幅の周波数特性

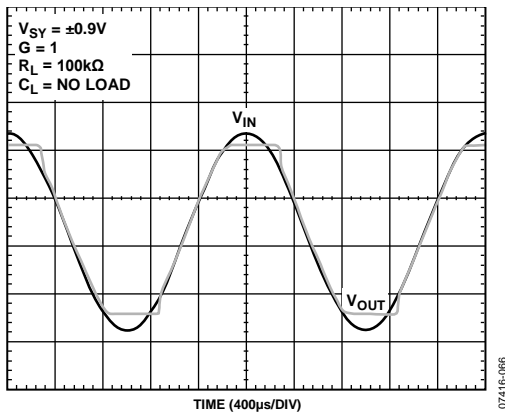


図 50. 位相反転なし

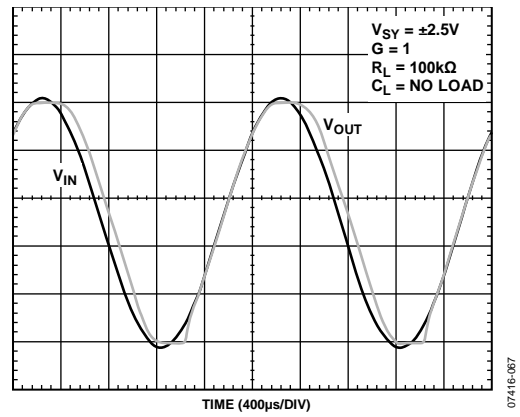


図 52. 位相反転なし

## 動作原理

ADA4505-1/ADA4505-2/ADA4505-4 は、消費電流、PSRR、CMRR、ゼロ・クロスオーバー歪みの性能を最適化するように設計され、すべてを小型パッケージに内蔵したユニティ・ゲインで安定な CMOS レール to レール入力/出力オペアンプです。標準的な  $500\mu\text{V}$  のオフセット電圧、 $0.1\text{ Hz} \sim 10\text{ Hz}$  で  $2.95\mu\text{V}$  の低いピーク to ピーク電圧ノイズ、 $1\text{ kHz}$  で  $65\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  の電圧ノイズ密度を特長としています。

低電圧バッテリー駆動のアプリケーションでは、バッテリー電圧の経時低下とレール to レール入力段での歪みの 2 つの主要な問題があります。ADA4505-x アンプはこれらの問題を解決するために設計されました。

バッテリー駆動のアプリケーションでは、IC への電源電圧はバッテリーの電圧です。残念ながら、バッテリー電圧は負荷を通して放電するため低下します。このバッテリー寿命を通して高精度な測定を必要とするアプリケーションでは、解決策として電圧レギュレータを使ってオペアンプをパワーアップさせることもあります。標準バッテリー・セルを使った設計では、オペアンプはバッテリー寿命を通して約  $3.2\text{ V} \sim 1.8\text{ V}$  の電源電圧変動に直面します。これは、一般的なオペアンプの最小  $70\text{ dB}$  の PSRR の場合、入力換算オフセット誤差が約  $440\mu\text{V}$  であることを意味します。同じアプリケーションで最小  $100\text{ dB}$  の PSRR を持つ ADA4505-x を使用すると、誤差はわずか  $14\mu\text{V}$  になります。この誤差をキャリブレーションすること、またはオペアンプ電源に外付け電圧レギュレータを使用することは可能ですが、これらのソリューションではシステム・コストと複雑さが増してしまいます。ADA4505-x アンプは、コスト増、つまり誤差除去回路の追加なしでこの問題を解決します。

バッテリー駆動のアプリケーションでの 2 つ目の問題は、標準のレール to レール入力段で発生する歪みです。CMOS の非レール to レール入力段 (シングル差動対) を使うと、入力電圧が電源ラインから約 1 個分の  $V_{GS}$  (ゲート - ソース間電圧) だけ離れた電圧に制限されてしまいます。通常動作での  $V_{GS}$  は一般に  $1\text{ V}$  を超えるため、シングル差動対の入力段を使うオペアンプは低電源電圧を使用する場合、許容入力電圧範囲が大幅に制限されます。この制限により、もともと非レール to レール入力のオペアンプの使用を目的としたアプリケーションの数が限定されてしまいます。この問題を解決するため、通常はデュアル差動対入力段が使用されますが (図 53 参照)、この技術には欠点があります。

コモンモード電圧が上限側にある場合には、一方の差動対が入力信号を増幅し、コモンモード電圧が下限側にある場合には、他方の差動対が入力信号を増幅します。この方法では 2 個の差動対を適切に動作させる制御回路も必要です。残念ながら、この回路では非常に顕著な望ましくない問題が発生します。すなわち、一方の入力段がターンオフし、他方がターンオンする範囲を信号レベルが通過する際に、顕著な歪みが発生します (図 54 参照)。

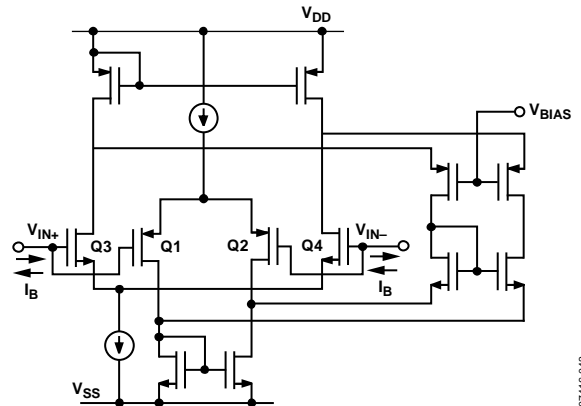


図 53. デュアル差動対入力段の代表的なオペアンプ (2 個の PMOS トランジスタ (Q1 と Q2) で入力電圧範囲下限側を、2 個の NMOS トランジスタ (Q3 と Q4) で上限側を、それぞれ構成)

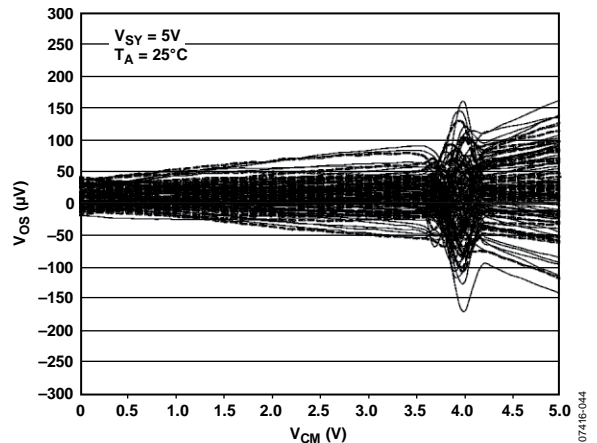


図 54. デュアル差動対入力段オペアンプの代表的なコモンモード電圧応答 対 入力オフセット電圧 (5V 電源、グラフあたり製品約 100 個の結果を表示)

この歪みにより、クロスオーバー歪み領域を回避する非現実的な方法を採用することになるため、オペアンプのコモンモード・ダイナミック・レンジを狭くしてしまいます。ADA4505-x ファミリーは、入力差動対に電源を供給するチャージ・ポンプを内蔵することにより、このクロスオーバー歪み問題を解決しています。チャージ・ポンプはバッテリー電圧より高い電源電圧を発生するため、2 つ目の差動対を使用することなく、入力段で広い範囲の入力信号電圧を処理することができるようになります。この解決策を使用すると、歪みなしで入力電圧が一方の電源限界から他方の電源限界まで変化することができるため、オペアンプのコモンモード・ダイナミック・レンジが回復します。

チャージ・ポンプは、任意の周波数でのスイッチング・ノイズ成分 (アンプ帯域幅の内側と上側) が熱ノイズ・フロアより大幅に小さくなるように慎重に設計されています。したがって、スプリアスフリー・ダイナミック・レンジ (SFDR) は、入力信号と熱ノイズまたはフリッカ・ノイズのみによって制限されます。入力信号とスイッチング・ノイズの間の相互変調は発生しません。

図 55 に、チャージ・ポンプを内蔵するオペアンプの代表的なフロントエンド・セクションを示します。

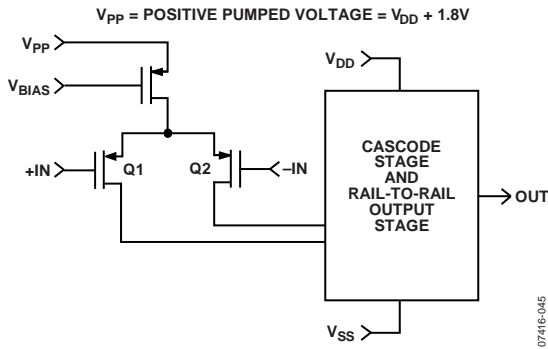


図 55. チャージ・ポンプを内蔵するオペアンプの代表的なフロントエンド・セクション

図 56 は、10 個のデバイスの入力共通モード電圧 対 入力オフセット電圧を示す図 12 のうちの 2 個のデバイスの代表的な応答を示したものです。図 56 は、デュアル差動対入力段オペアンプの代表的な共通モード電圧応答 対 入力オフセット電圧を示す図 54 と比較しやすいように拡大されています。

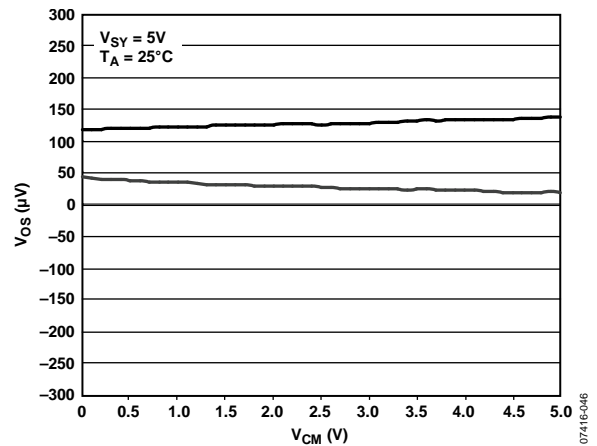


図 56. 入力共通モード電圧応答 対 入力オフセット電圧 (5 V 電源、製品 2 個の結果を表示)

この解決策は、CMRR 性能を大幅に向上させます。たとえば、入力変化が 2.5 V 電源レールでレール to レールである場合、CMRR が最小 70 dB のデバイスを使うと、入力換算誤差は 790  $\mu$ V になります。CMRR が最小 52 dB の別のデバイスでは、誤差は 6.3 mV になります。

CMRR が最小 90 dB の ADA4505-x ファミリーでは、誤差はわずか 79  $\mu$ V になります。PSRR 誤差の場合と同様に、この誤差を小さくする複雑な方法がありますが、ADA4505-x ファミリーは回路を不要に複雑にする、つまりコストを増加させることなくこの問題を解決します。

## アプリケーション情報

## パルス酸素濃度計電流源

パルス酸素濃度計は、酸素飽和ヘモグロビン (Hb) のパーセント値と患者の脈拍数を連続的に測定する際に使われる非侵襲性の医療用機器です。酸素を運ぶヘモグロビン (オキシヘモグロビン) は赤外線 (IR) 領域のスペクトルを吸収し、酸素を運ばないヘモグロビン (デオキシヘモグロビン) は可視光の赤色 (R) を吸収します。パルス酸素濃度測定では、2 個の LED (計測アルゴリズムの複雑さによってはそれ以上) を内蔵するクリップと光センサー (フォトダイオード) を患者の指または耳たぶに装着します。一方の LED は赤い光 (600 nm ~ 700 nm) を、他方の LED は近 IR (800 nm ~ 900 nm) 領域の光を、それぞれ放出します。クリップは、ケーブルでプロセッサ・ユニットに接続します。各 LED は、2 個の電流源 (各 LED 専用) により高速で順番に励起されます。この電流源の DC レベルはメーカーの要件に基づき駆動される LED によって異なり、検出器は各 LED から組織を通過して送られる光を同期してキャプチャします。

赤色 LED と赤外線 LED を駆動する DC 電流源の設計例を図 57 に示します。これらの DC 電流源を使うと、62.5 mA と 101 mA の電流がそれぞれ赤色 LED と赤外線 LED に流れます。まず、バッテリー寿命を延ばすため、LED は必要な場合のみ駆動します。SPDT アナログ・スイッチ ADG733 の 1/3 を、1.25 V の電圧リファレンスと各電流回路の接続/切断に使っています。LED を駆動する際には、ADR1581 の 1.25 V 電圧リファレンスは ADA4505-2 の半分を使ってバッファされ、非反転入力にこの電圧が加わると、オペアンプ出力が (負帰還により) あるレベルに維持されます。このレベルにより反転入力为非反転ピンに追従します。このため、1.25 V が電流源抵抗 ( $R1 = 20 \Omega$  または  $R5 = 12.4 \Omega$ ) に並列に加えられ、オペアンプ出力が N-MOSFET IRLMS2002 の Q1 または Q2 をターンオンさせたときに、62.5 mA または 101 mA の電流が赤色 LED または赤外線 LED に流れます。

ADA4505-2 の半分、ADR1581、ADG733 の最大合計静止電流は、それぞれ 15  $\mu$ A、70  $\mu$ A、1  $\mu$ A であり、回路の合計消費電流は 86  $\mu$ A (430  $\mu$ W の消費電力) になります。これは、バッテリー駆動のシステムに適した値です。設計全体の精度と温度ドリフトを改善する必要がある場合、より正確で小さい温度係数ドリフトの電圧リファレンスと電流源抵抗を使用します。C3 と C4 は U1 の安定性向上のため、R3 と R7 は U1 反転ピンに電流制限機能を持たせるため、R2 と R6 は N-MOSFET がターンオンする際の立ち上がり時間を長くするため、それぞれ使用しています。これらの要素は不要なこともあり、ベンチ調整が必要なこともあります。

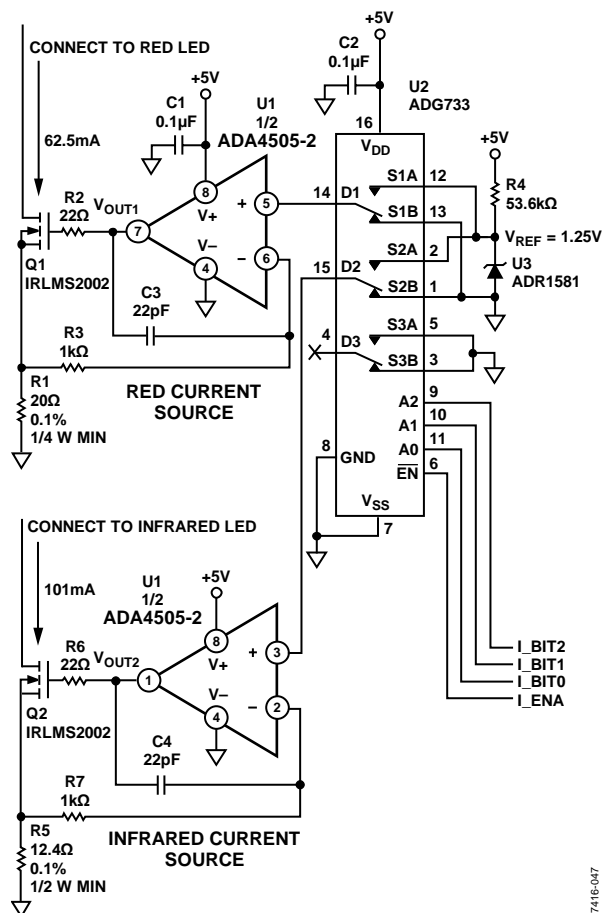


図 57. パルス酸素濃度計の赤色 LED と赤外線 LED の電流源、電圧リファレンス・デバイスのバッファに ADA4505-2 を使用



**グルコース・モニタ用 4 極 ローパス・バターワース・フィルタ**

グルコースのモニタリング方法には、 $2\ \mu\text{m} \sim 2.5\ \mu\text{m}$  範囲の赤外光の分光吸収法、反射分光測光法、グルコース酸化酵素による電気化学的ストリップを使った電流滴定タイプがあります。電流滴定タイプでは一般に、リファレンス電極、制御電極、作業電極の3つの電極を使います。これは非常に古くから広く採用されている技術ですが、 $0.1\ \text{Hz} \sim 10\ \text{Hz}$  で  $2.95\ \mu\text{V}$  の低いピークtoピーク電圧ノイズと  $1\ \text{kHz}$  で  $65\ \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  の電圧ノイズ密度の ADA4505-x ファミリーを使うことで、S/N 比と再現性を向上させることができます。

もう1つの考慮事項は、 $3.3\ \text{V}$  のバッテリーで動作させることです。グルコース信号電流は一般に  $3\ \mu\text{A}$  未満のフル・スケールであるため、I/V コンバータが必要とする入力バイアス電流は小さい値です。ADA4505-x ファミリーは、入力バイアス電流の周囲温度での代表値が  $0.5\ \text{pA}$ 、最大値が  $2\ \text{pA}$  であるため、優れた選択肢です。

外来ノイズを除去するため、グルコース・メータ・デバイスに  $80\ \text{Hz} \sim 100\ \text{Hz}$  のカットオフ周波数を持つローパス・フィルタが必要です。これにはシンプルな2極または4極のバターワース・フィルタを使用することができます。帯域幅が  $50\ \text{kHz} \sim 500\ \text{kHz}$  の低消費電力オペアンプが適しています。GBP が  $50\ \text{kHz}$  で消費電流の代表値が  $7\ \mu\text{A}$  の ADA4505-x ファミリーは、これらの要件を満たしています。前に1極ローパス・フィルタが付いた4極バターワース・フィルタの回路設計を図58に示します。 $3.3\ \text{V}$  のバッテリーを使用した場合、周囲温度でのこの設計の総合消費電力の代表値は  $198\ \mu\text{W}$  になります。

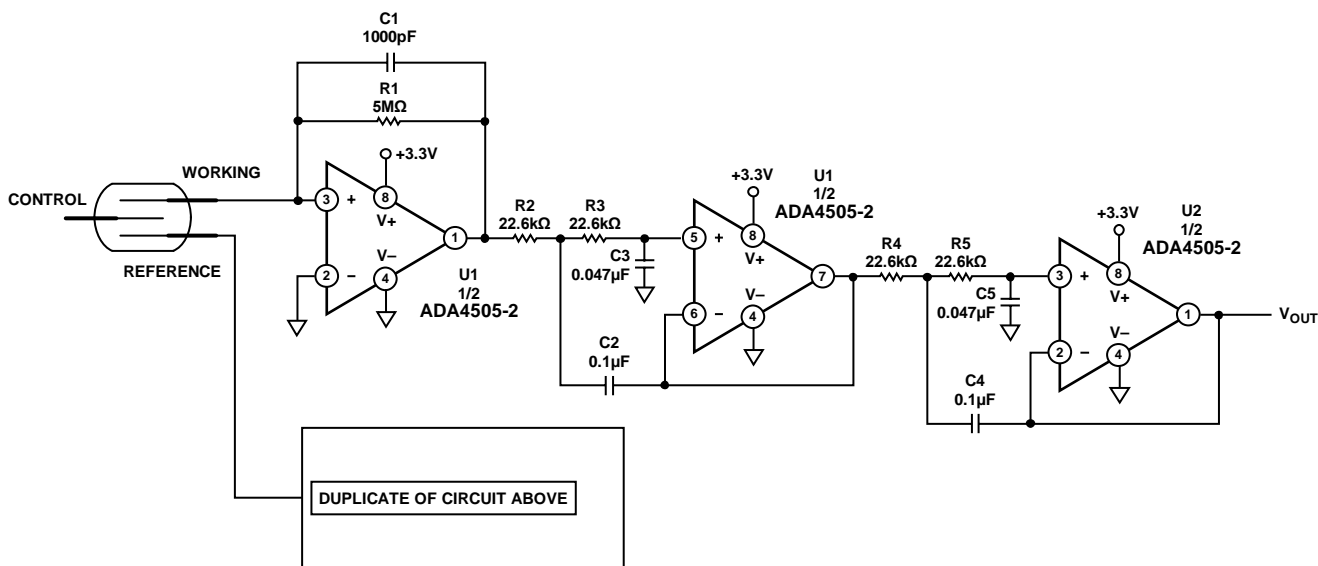


図 58. グルコース・メータで使用できる 4 極バターワース・フィルタ

07416-048

外形寸法

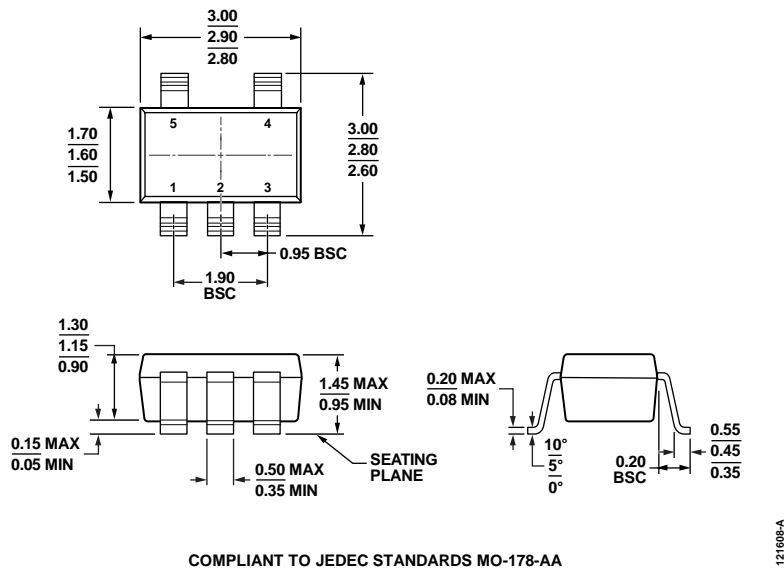


図 59.5 ピン・スモール・アウトライン・トランジスタ・パッケージ [SOT-23] (RJ-5)  
寸法: mm

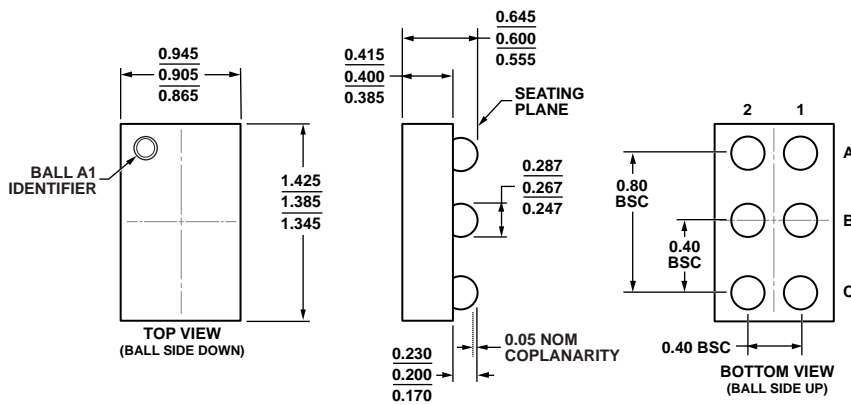


図 60.6 ボール・ウェハー・レベル・チップ・スケール・パッケージ [WLCSP] (CB-6-7)  
寸法: mm

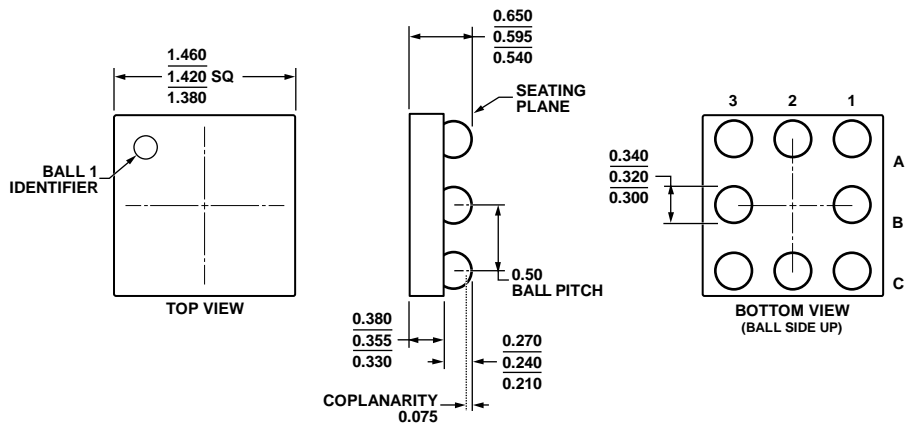
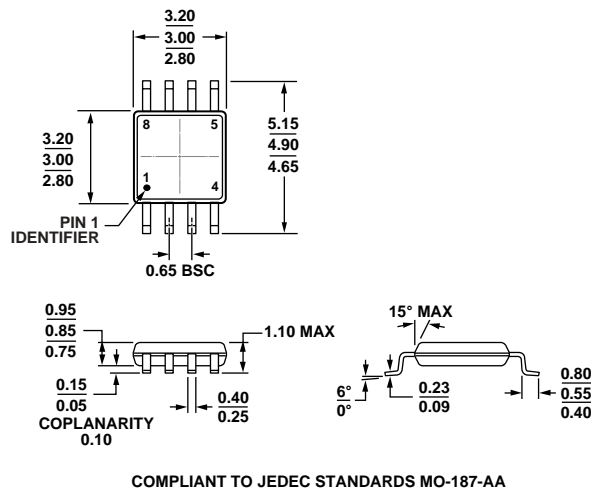
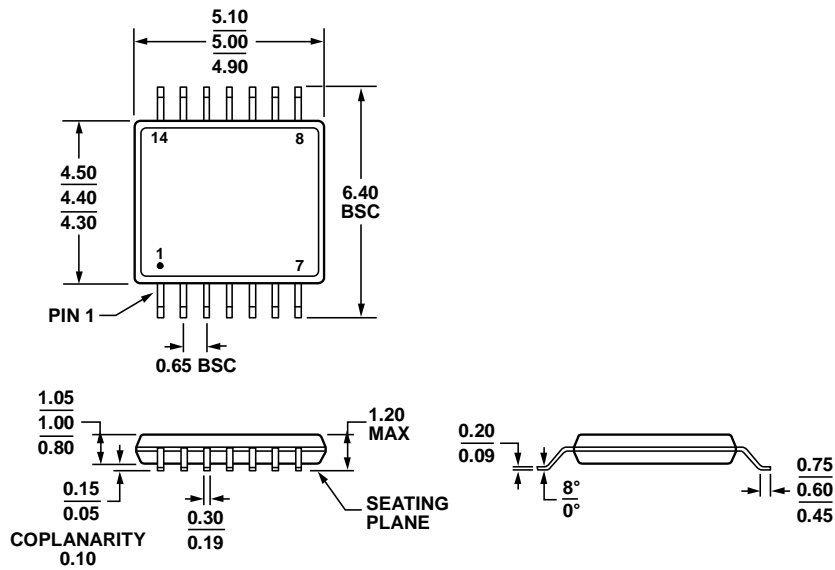


図 61.8 ボール・ウェハー・レベル・チップ・スケール・パッケージ [WLCSP] (CB-8-2)  
寸法: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

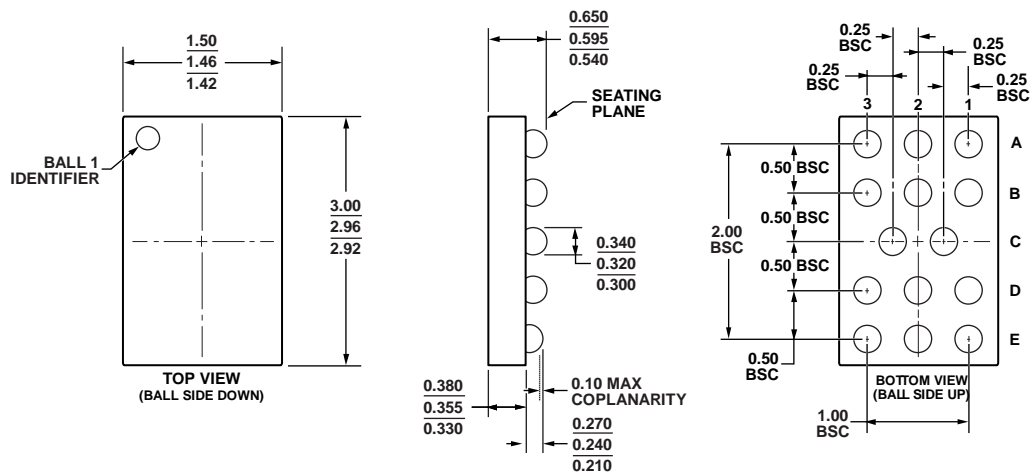
図 62.8 ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ [MSOP] (RM-8)  
寸法: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-153-AB-1

061908-A

図 63.14 ピン薄型シュリンク・スモール・アウトライン・パッケージ [TSSOP] (RU-14)  
寸法: mm



061208-A

図 64.14 ボール・ウェハー・レベル・チップ・スケール・パッケージ [WLCSP] (CB-14-1)  
寸法: mm

## オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
ADA4505-1ARJZ-R2	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	A2D
ADA4505-1ARJZ-RL	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	A2D
ADA4505-1ARJZ-R7	-40°C to +125°C	5-Lead SOT-23	RJ-5	A2D
ADA4505-1ACBZ-R7	-40°C to +125°C	6-Ball WLCSP	CB-6-7	A2F
ADA4505-1ACBZ-RL	-40°C to +125°C	6-Ball WLCSP	CB-6-7	A2F
ADA4505-2ACBZ-RL	-40°C to +125°C	8-Ball WLCSP	CB-8-2	A21
ADA4505-2ACBZ-R7	-40°C to +125°C	8-Ball WLCSP	CB-8-2	A21
ADA4505-2ARMZ	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A21
ADA4505-2ARMZ-RL	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	A21
ADA4505-4ARUZ	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	
ADA4505-4ARUZ-RL	-40°C to +125°C	14-Lead TSSOP	RU-14	
ADA4505-4ACBZ-RL	-40°C to +125°C	14-Ball WLCSP	CB-14-1	A2A
ADA4505-4ACBZ-R7	-40°C to +125°C	14-Ball WLCSP	CB-14-1	A2A

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。

ノート

ノート

ノート