

LMP2231

*LMP2231 Single Micropower, 1.6V, Precision Operational Amplifier with CMOS
Inputs*



Literature Number: JAJSAW5

LMP2231 シングル

1.8V 超低消費電力高精度 CMOS 入力オペアンプ

概要

LMP2231 は、バッテリー駆動のアプリケーション用に設計されたシングル超低消費電力の高精度アンプです。1.8 ~ 5.0V で保証された電源電圧範囲と、わずか 18 μ W の待機時消費電力により、携帯システムのバッテリー寿命が長くなります。LMP2231 は LMP[®] 高精度アンプ・ファミリ製品です。高インピーダンスの CMOS 入力により、計測機器やその他のセンサ・インタフェース・アプリケーションに最適となっています。

LMP2231 は、最大オフセット電圧が 150 μ V、最大オフセット電圧ドリフトが 0.4 μ V/ に加え、わずか \pm 20fA の低バイアス電流です。このような高精度の仕様により、LMP2231 はシステムの精度や安定性を長く維持するのに最適となっています。

LMP2231 には、電源電圧から 15mV での出力フルスイング振幅が備わっており、それによってシステムのダイナミック・レンジが広がります。コモンモード入力電圧範囲が負電源から 200mV 下まで広がっているので、LMP2231 はグラウンド付近の信号を検出する単一電源アプリケーションに適しています。

LMP2231 は 5ピン SOT23 と 8ピン SOIC パッケージで提供されます。

本製品のデュアル仕様およびクワッド仕様も提供しています。デュアルの LMP2232 は 8ピン SOIC と MSOP パッケージで提供されます。クワッドの LMP2234 は 14ピン SOIC と TSSOP パッケージで提供されます。

特長

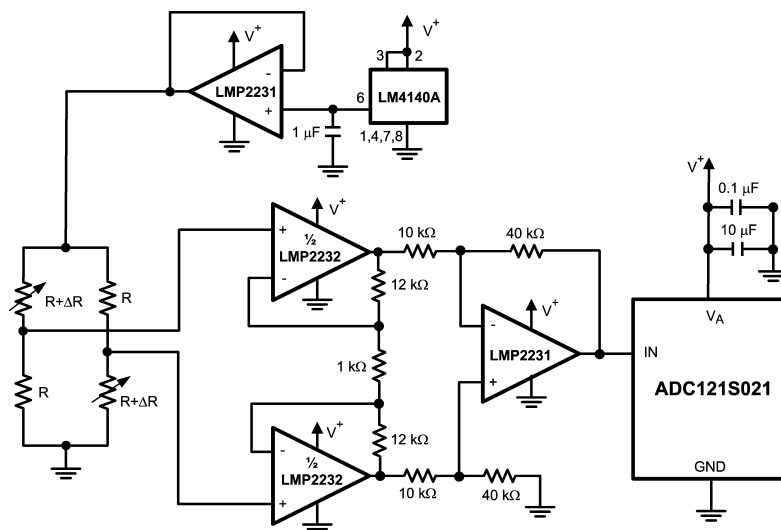
(特記のない限り $V_S = 5V$ (typ))

電源電流	10 μ A
動作電圧範囲	1.6V ~ 5.5V
低 TCV_{OS}	\pm 0.4 μ V/ (max)
V_{OS}	\pm 150 μ V (max)
入力バイアス電流	20fA
PSRR	120dB
CMRR	97dB
開ループ・ゲイン	120dB
ゲイン帯域幅積	130kHz
スルーレート	58V/ms
入力電圧ノイズ, $f = 1kHz$	60nV/ Hz
温度範囲	- 40 ~ + 125

アプリケーション

- 高精度計装アンプ
- バッテリー駆動医療用計測機器
- 高インピーダンス・センサ
- 歪みゲージ用ブリッジ増幅器
- 熱電対用増幅器

代表的なアプリケーション



Strain Gauge Bridge Amplifier

LMP[®] はナショナル セミコンダクターの登録商標です。

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

接合部温度 (Note 3)

150

実装温度

赤外線または対流方式 (20 秒)

+ 235

ESD 耐圧 (Note 2)

人体モデル	2000V
マシン・モデル	100V
差動入力電圧	± 300mV
電源電圧 ($V_S = V^+ - V^-$)	6V
入出力ピン電圧	$V^+ + 0.3V$, $V^- - 0.3V$
保存温度範囲	- 65 ~ + 150

動作定格 (Note 1)

動作温度範囲 (Note 3)	- 40 ~ + 125
電源電圧 ($V_S = V^+ - V^-$)	1.6V ~ 5.5V
パッケージ熱抵抗 (θ_{JA})(Note 3)	
5ピン SOT23	160.6 /W
8ピン SOIC	116.2 /W

5V DC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1M$ に対して適用されます。
太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			±10	±150 ±230	µV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift	LMP2231A		±0.3	±0.4	µV/°C
		LMP2231B		±0.3	±2.5	
I_{BIAS}	Input Bias Current			0.02	±1 ±50	pA
I_{OS}	Input Offset Current			5		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 4V$	81 80	97		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$1.6V \leq V^+ \leq 5.5V$ $V^- = 0V$, $V_{CM} = 0V$	83 83	120		dB
CMVR	Common Mode Voltage Range	CMRR ≥ 80 dB CMRR ≥ 79 dB	-0.2 -0.2		4.2 4.2	V
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = 0.3V$ to $4.7V$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	110 108	120		dB
V_O	Output Swing High	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$		17	50 50	mV from either rail
	Output Swing Low	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$		17	50 50	
I_O	Output Current (Note 7)	Sourcing, V_O to V^- $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$	27 19	30		mA
		Sinking, V_O to V^+ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$	17 12	22		
I_S	Supply Current			10	16 18	µA

5V AC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1M$ に対して適用されます。
太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
GBW	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		130		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = +1$	Falling Edge	33 32	58	V/ms
			Rising Edge	33 32	48	
θ_m	Phase Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		78		deg
G_m	Gain Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		27		dB

5V AC 電気的特性 (Note 4) (つづき)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		60		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz		2.3		μV_{PP}
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		10		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 100\text{ Hz}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.002		%

3.3V DC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 3.3\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			± 10	± 160 ± 250	μV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift	LMP2231A		± 0.3	± 0.4	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMP2231B		± 0.3	± 2.5	
I_{BIAS}	Input Bias Current			0.02	± 1 ± 50	pA
I_{OS}	Input Offset Current			5		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 2.3\text{V}$	79 77	92		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$1.6\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ $V^- = 0\text{V}$, $V_{CM} = 0\text{V}$	83 83	120		dB
CMVR	Common Mode Voltage Range	CMRR $\geq 78\text{ dB}$ CMRR $\geq 77\text{ dB}$	-0.2 -0.2		2.5 2.5	V
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = 0.3\text{V}$ to 3V $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	108 107	120		dB
V_O	Output Swing High	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$		14	50 50	mV from either rail
	Output Swing Low	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$		14	50 50	
I_O	Output Current (Note 7)	Sourcing, V_O to V^- $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$	11 8	14		mA
		Sinking, V_O to V^+ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$	8 5	11		
I_S	Supply Current			10	15 16	μA

3.3V AC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 3.3\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
GBW	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		128		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = +1$, $C_L = 20\text{ pF}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$	Falling Edge		58	V/ms
			Rising Edge		48	
θ_m	Phase Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		76		deg
G_m	Gain Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		26		dB
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		60		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz		2.4		μV_{PP}
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		10		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 100\text{ Hz}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.003		%

2.5V DC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 2.5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			± 10	± 190 ± 275	μV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift	LMP2231A		± 0.3	± 0.4	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMP2231B		± 0.3	± 2.5	
I_{BIAS}	Input Bias Current			0.02	± 1.0 ± 50	pA
I_{OS}	Input Offset Current			5		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 1.5\text{V}$	77 76	91		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$1.6\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ $V^- = 0\text{V}$, $V_{CM} = 0\text{V}$	83 83	120		dB
CMVR	Common Mode Voltage Range	CMRR ≥ 77 dB CMRR ≥ 76 dB	-0.2 -0.2		1.7 1.7	V
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = 0.3\text{V}$ to 2.2V $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	104 104	120		dB
V_O	Output Swing High	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$		12	50 50	mV from either rail
	Output Swing Low	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$		13	50 50	
I_O	Output Current (Note 7)	Sourcing, V_O to V^- $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$	5 4	8		mA
		Sinking, V_O to V^+ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$	3.5 2.5	7		
I_S	Supply Current			10	14 15	μA

2.5V AC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 2.5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
GBW	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		128		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = +1$, $C_L = 20\text{ pF}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$	Falling Edge		58	V/ms
			Rising Edge		48	
θ_m	Phase Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		74		deg
G_m	Gain Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		26		dB
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		60		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz		2.5		μV_{PP}
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		10		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 100\text{ Hz}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.005		%

1.8V DC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 1.8\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			± 10	± 230 ± 325	μV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift	LMP2231A		± 0.3	± 0.4	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMP2231B		± 0.3	± 2.5	
I_{BIAS}	Input Bias Current			0.02	± 1.0 ± 50	pA
I_{OS}	Input Offset Current			5		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 0.8\text{V}$	76 75	92		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$1.6\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ $V^- = 0\text{V}$, $V_{CM} = 0\text{V}$	83 83	120		dB
CMVR	Common Mode Voltage Rang	CMRR ≥ 76 dB CMRR ≥ 75 dB	-0.2 0		1.0 1.0	V
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = 0.3\text{V}$ to 1.5V $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	103 103	120		dB
V_O	Output Swing High	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$		12	50 50	mV from either rail
	Output Swing Low	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$		13	50 50	
I_O	Output Current (Note 7)	Sourcing, V_O to V^- $V_{IN}(\text{diff}) = 100\text{ mV}$	2.5 2	5		mA
		Sinking, V_O to V^+ $V_{IN}(\text{diff}) = -100\text{ mV}$	2 1.5	5		
I_S	Supply Current			10	14 15	μA

1.8V AC 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、以下の規格値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 1.8\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$ に対して適用されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
GBW	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		127		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = +1$, $C_L = 20\text{ pF}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$	Falling Edge		58	V/ms
			Rising Edge		48	
θ_m	Phase Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		70		deg
G_m	Gain Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		25		dB
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		60		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz		2.4		μV_{PP}
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		10		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 100\text{ Hz}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.005		%

Note 1: 「絶対最大定格」とは、デバイスが破壊する可能性のあるリミット値をいいます。動作定格とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能を保証するものではありません。仕様および試験条件の保証値に関しては「電気的特性」を参照ください。

Note 2: 人体モデル適用規格 MIL-STD-883、Method 3015.7 マシン・モデル適用規格 JESD22-A115-A (ESD MM std. of JEDEC) 電場 (界) 誘導帯電モデル適用規格 JESD22-C101-C (ESD FICDM std. of JEDEC)

Note 3: 最大消費電力は、 $T_{J(MAX)}$ 、 J_A の関数として求めることができます。任意の周囲温度での最大許容電力損失は、 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / J_A$ です。すべての数値は、プリント基板に直接ハンダ付けしたパッケージを対象とします。

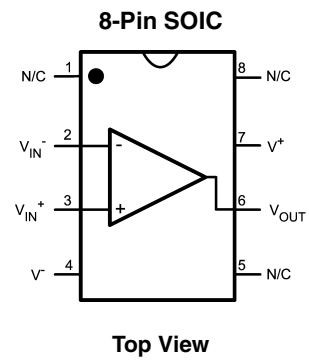
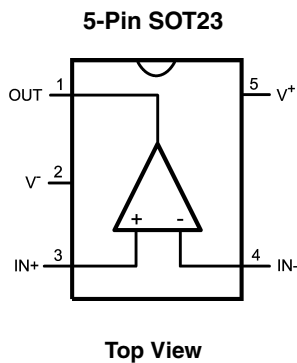
Note 4: 「電気的特性」の値は、記載温度の工場出荷試験条件にのみ適用されます。工場試験条件で生じる自己発熱は、 $T_J = T_A$ となる程度にきわめてわずかです。「電気的特性」には、自己発熱により $T_J > T_A$ となる条件下で保証されるパラメータ性能値は記載されていません。「絶対最大定格」に記載されている接合部温度上限を超えるとデバイスに物理的または電気的な恒久的損傷を与えるおそれがあります。

Note 5: 代表 (typ) 値は特性評価時におけるパラメータの標準 (norm) を表します。実際の代表値は、経時的に変化するとともに、アプリケーションや構成にも依存します。この代表値はテストされた値ではなく、出荷済みの製品材料に対する保証値ではありません。

Note 6: すべてのリミット値は、試験、統計分析、または設計のいずれかにより保証されています。

Note 7: 短絡試験は瞬時開ループ試験の 1 つです。

ピン配置図

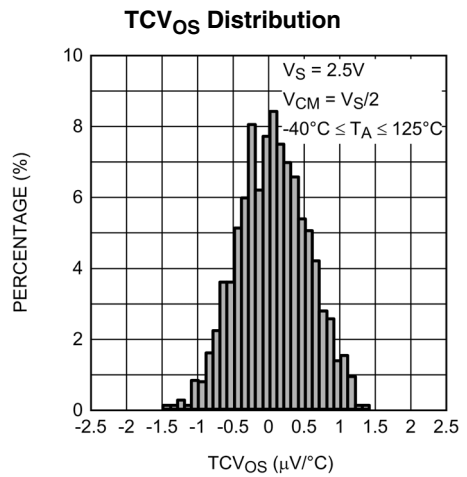
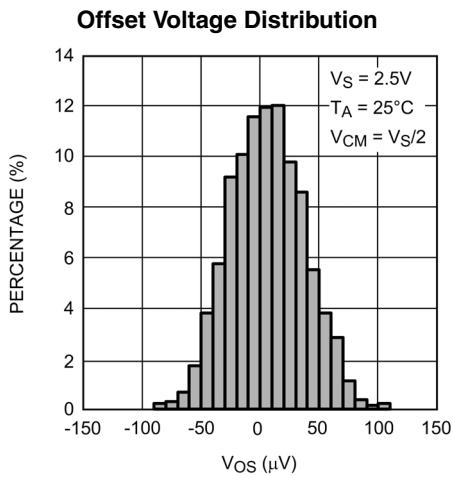
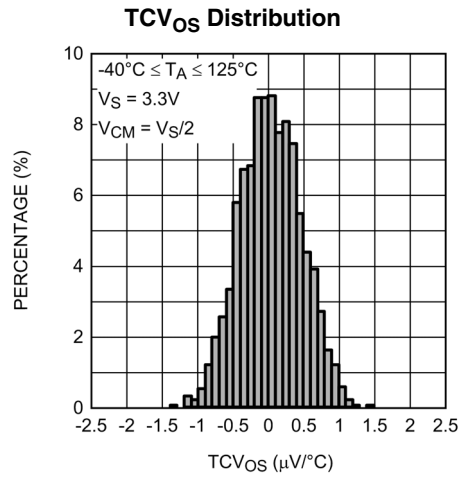
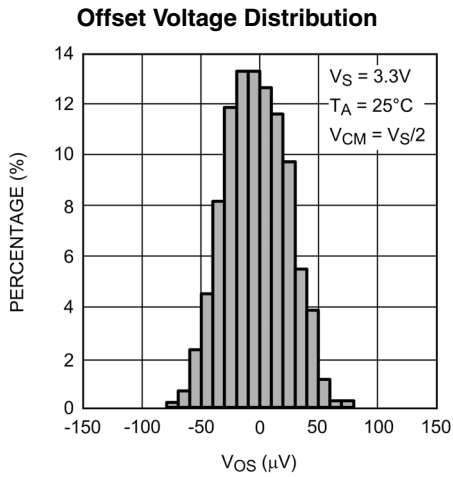
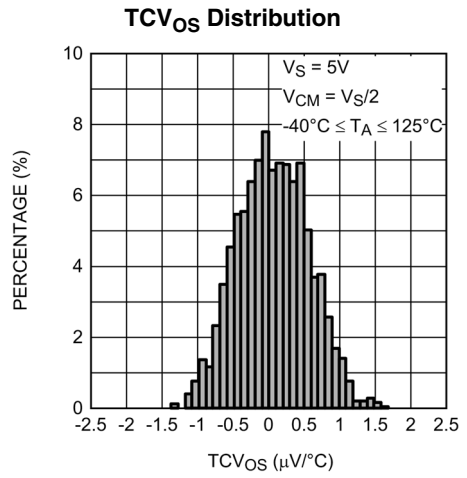
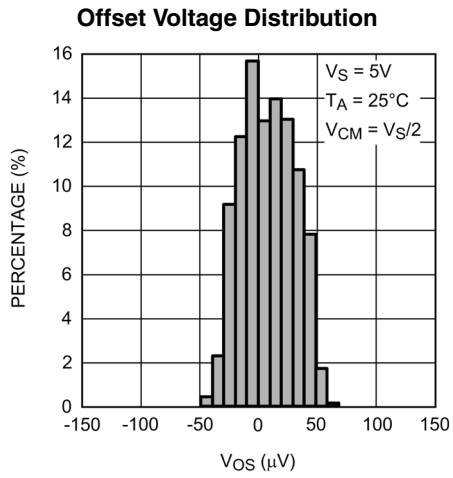


製品情報

Package	Part Number	Temperature Range	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing	
5-Pin SOT23	LMP2231AMF	-40°C to 125°C	AL5A	1k Units Tape and Reel	MF05A	
	LMP2231AMFE			250 Units Tape and Reel		
	LMP2231AMFX			3k Units Tape and Reel		
	LMP2231BMF		AL5B	1k Units Tape and Reel		
	LMP2231BMFE		250 Units Tape and Reel			
	LMP2231BMFX		3k Units Tape and Reel			
8-Pin SOIC	LMP2231AMA		LMP2231AMA	95 Units/Rail	M08A	
	LMP2231AMAE			250 Units Tape and Reel		
	LMP2231AMAX			2.5k Units Tape and Reel		
	LMP2231BMA			LMP2231BMA		95 Units/Rail
	LMP2231BMAE					250 Units Tape and Reel
	LMP2231BMAX					2.5k Units Tape and Reel

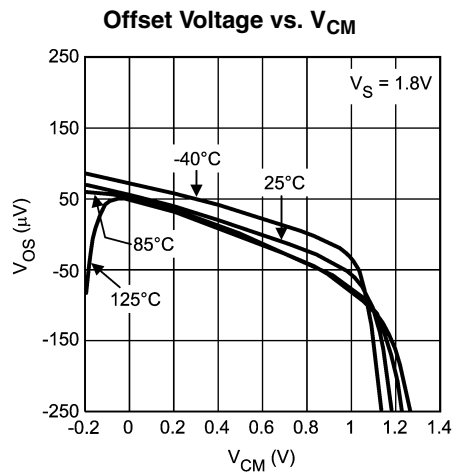
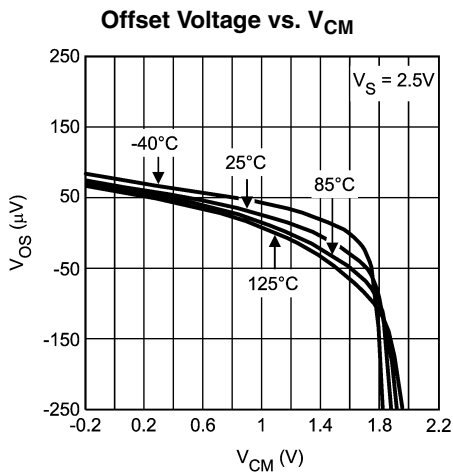
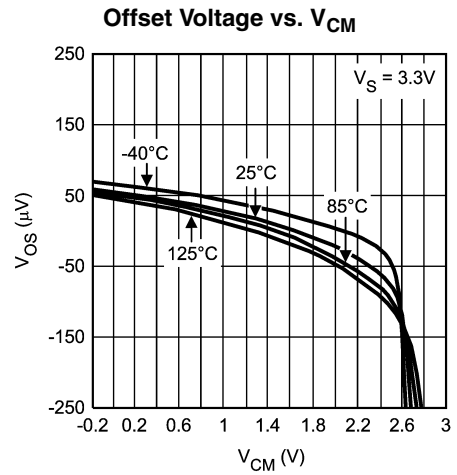
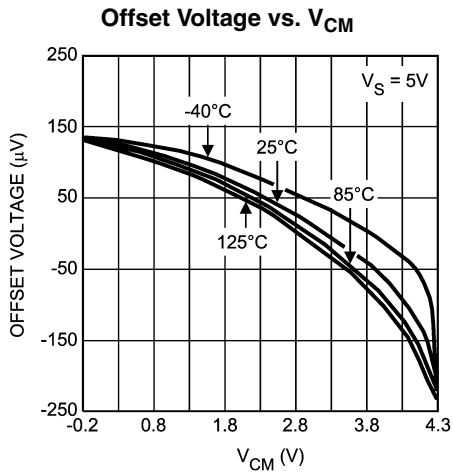
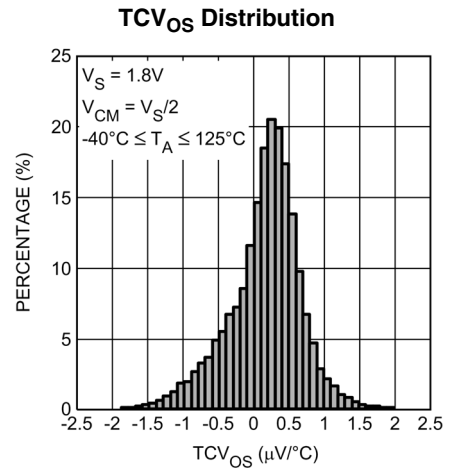
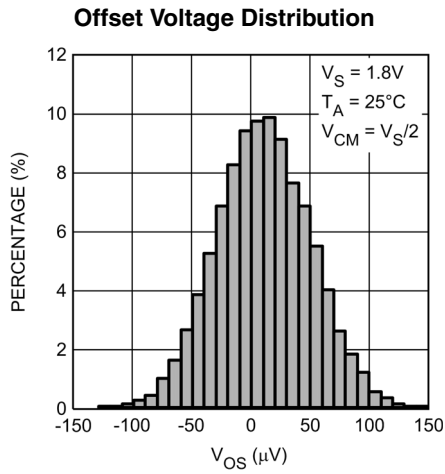
代表的な性能特性

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。



代表的な性能特性 (つづき)

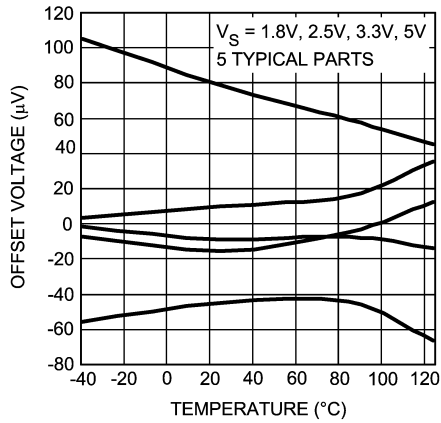
特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。



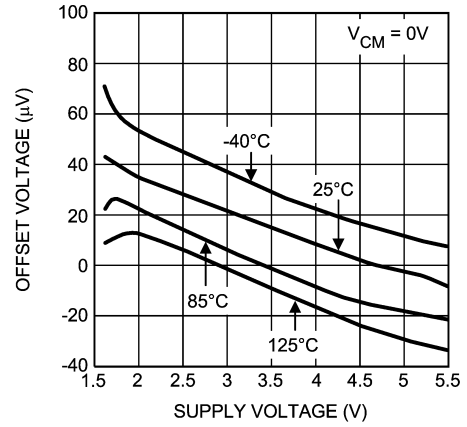
代表的な性能特性 (つぎ)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。

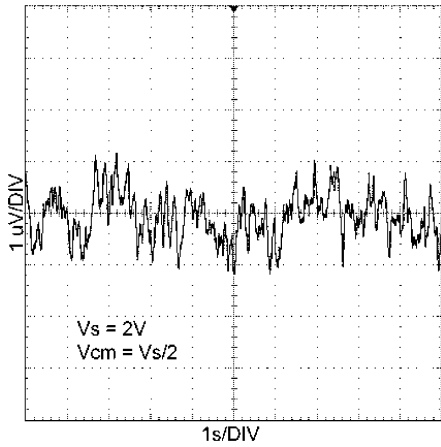
Offset Voltage vs. Temperature



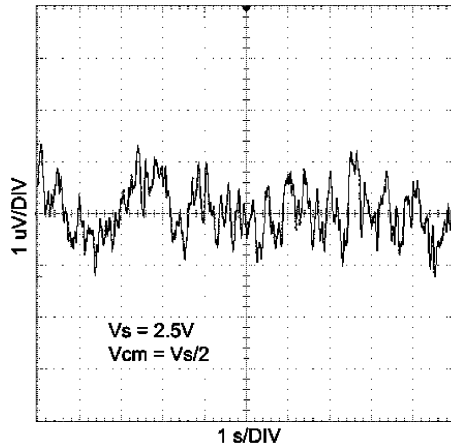
Offset Voltage vs. Supply Voltage



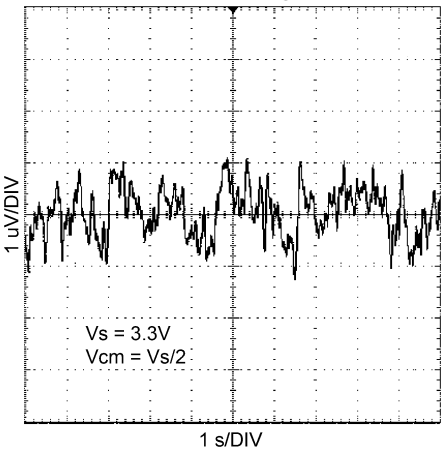
Time Domain Voltage Noise



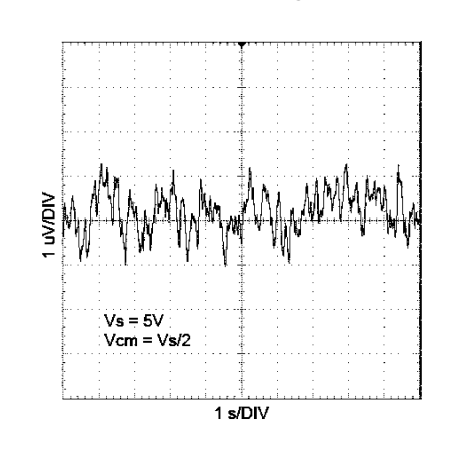
Time Domain Voltage Noise



Time Domain Voltage Noise

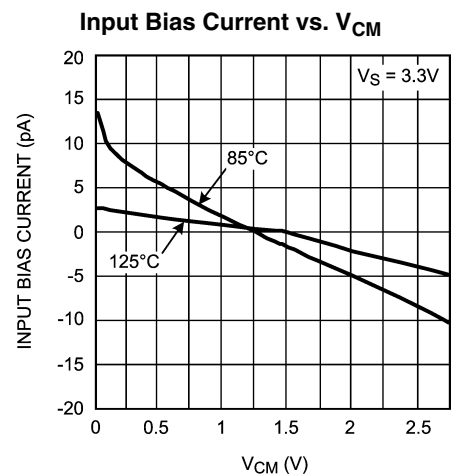
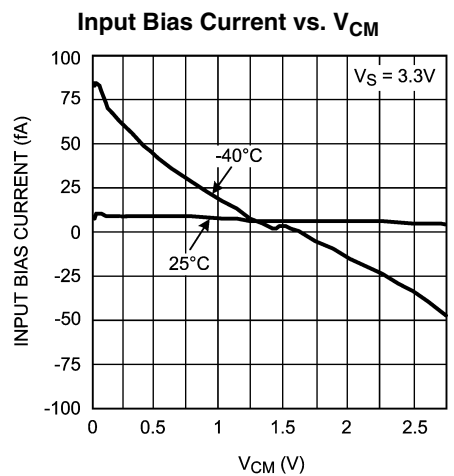
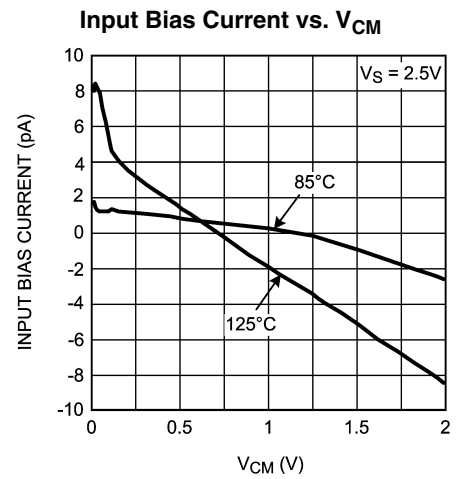
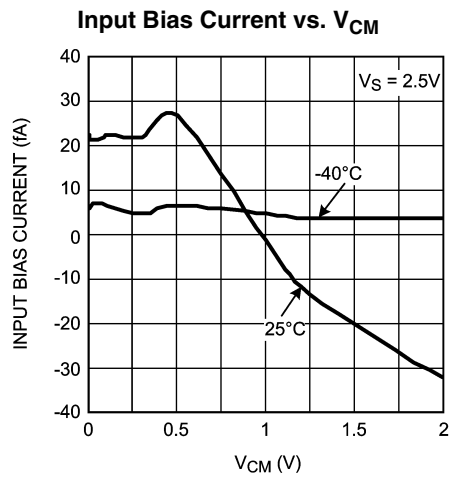
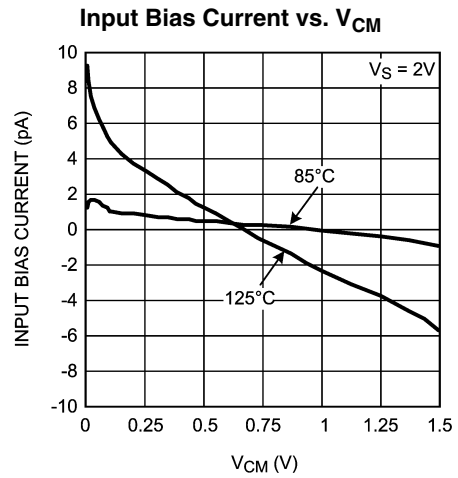
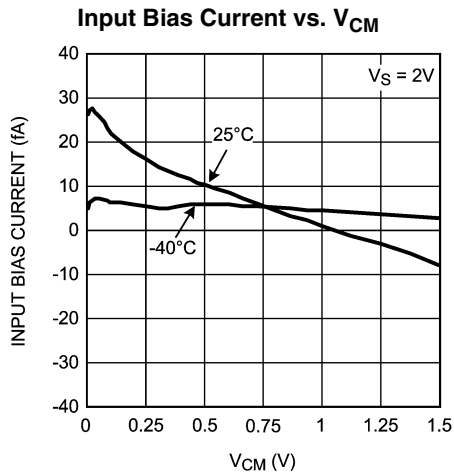


Time Domain Voltage Noise



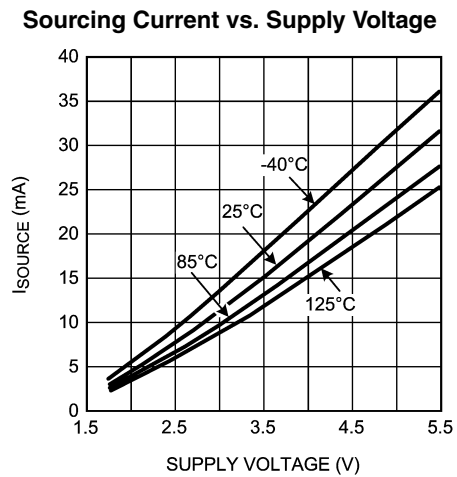
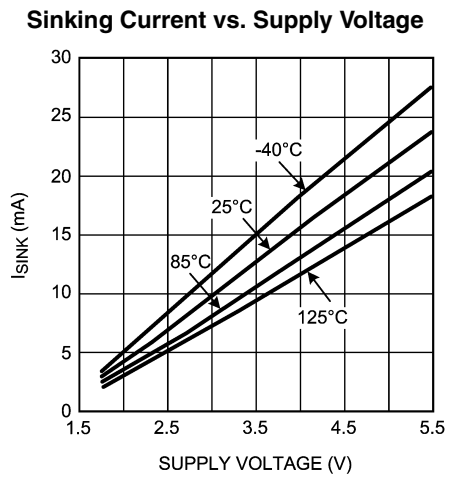
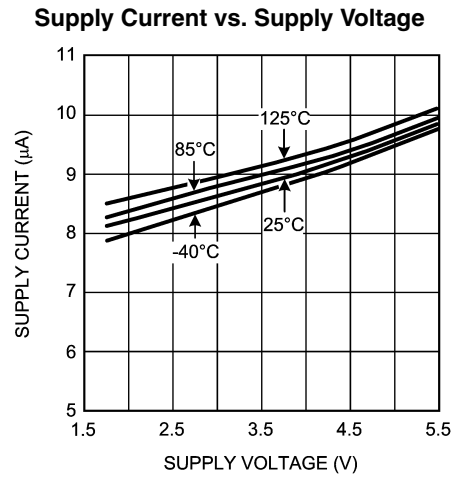
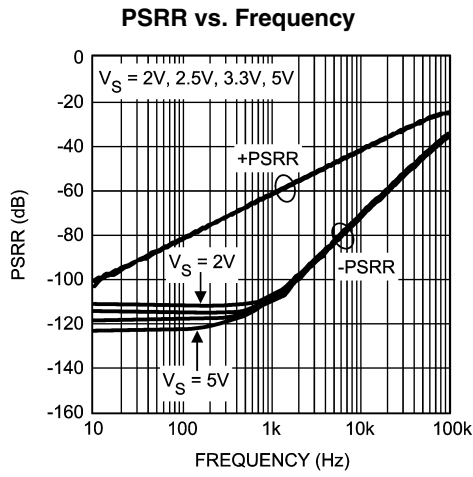
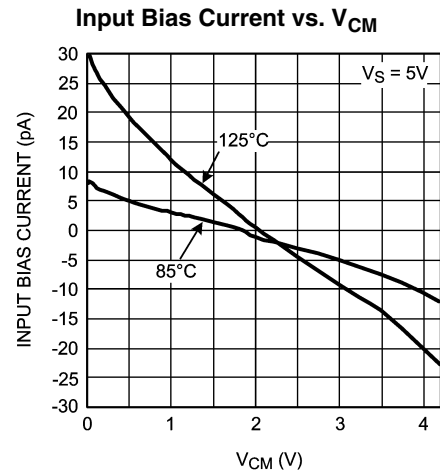
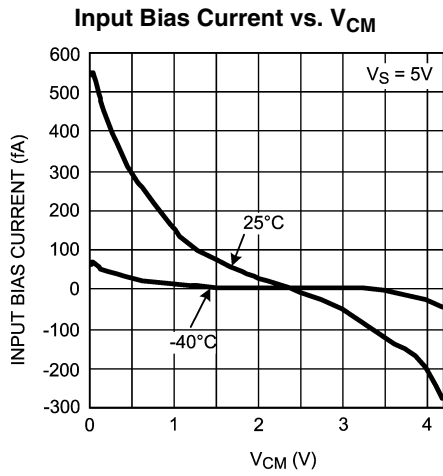
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。



代表的な性能特性 (つづき)

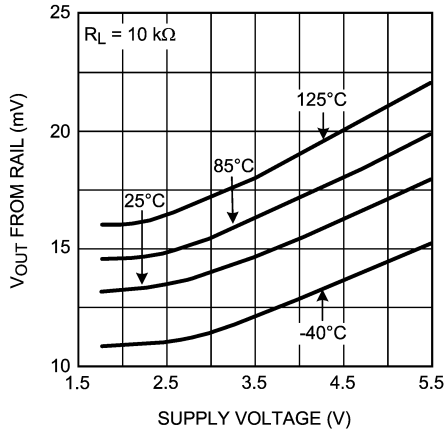
特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。



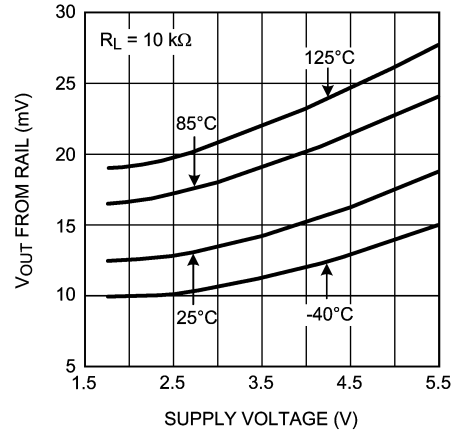
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。

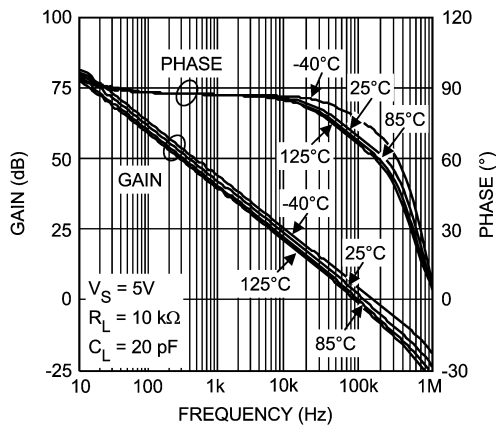
Output Swing High vs. Supply Voltage



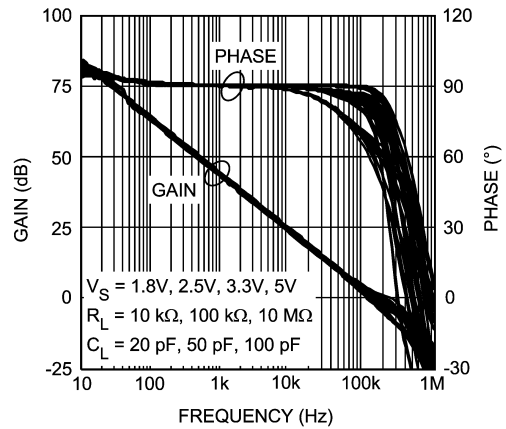
Output Swing Low vs. Supply Voltage



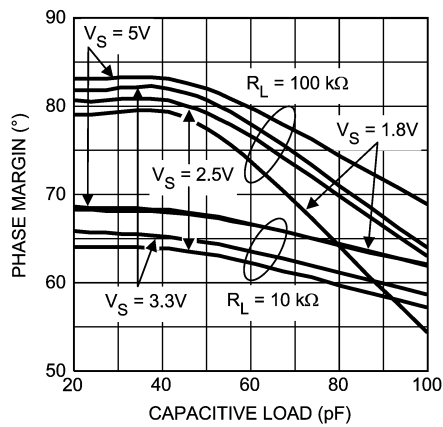
Open Loop Frequency Response



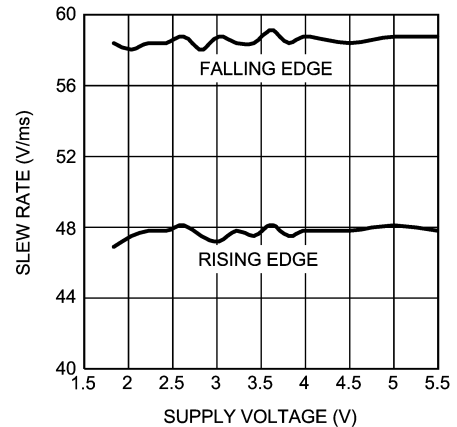
Open Loop Frequency Response



Phase Margin vs. Capacitive Load



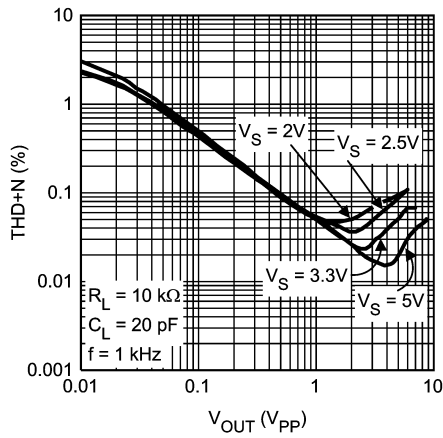
Slew Rate vs. Supply Voltage



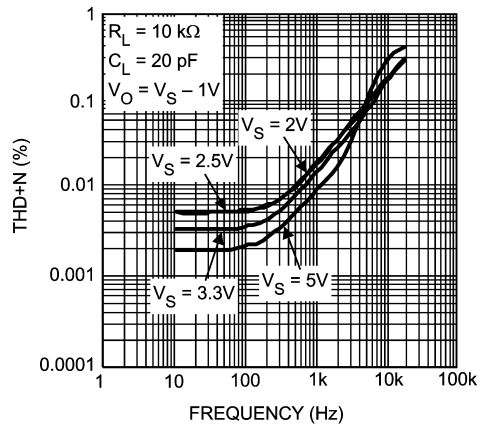
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。

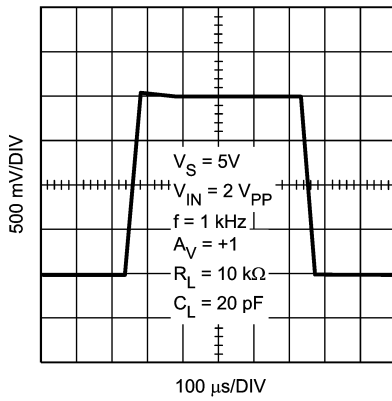
THD+N vs. Amplitude



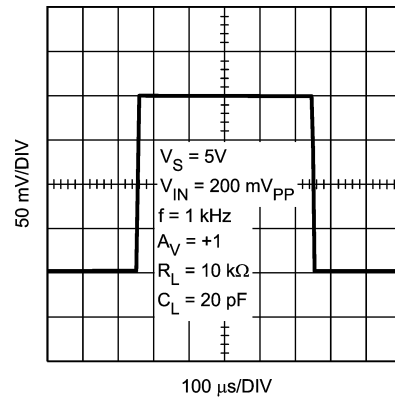
THD+N vs. Frequency



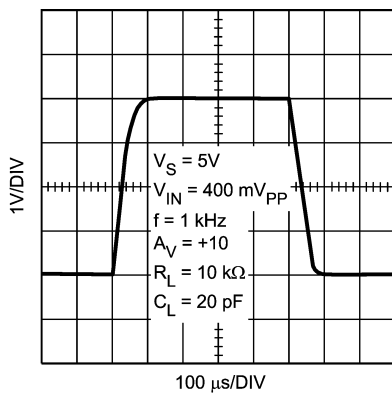
Large Signal Step Response



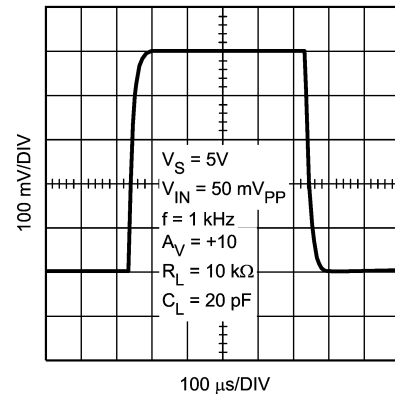
Small Signal Step Response



Large Signal Step Response

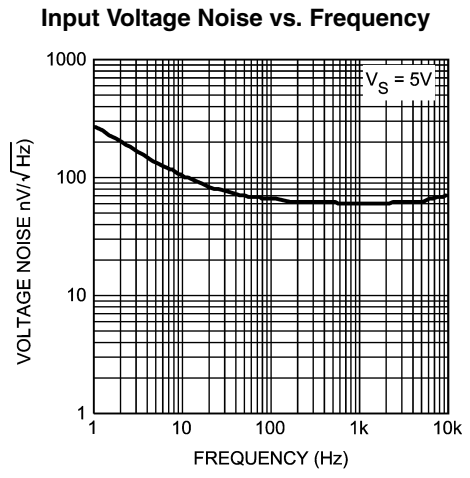
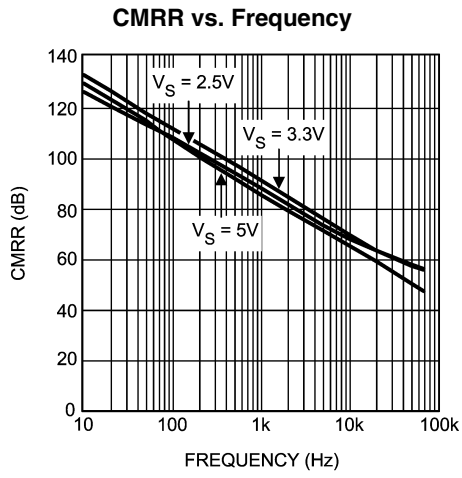


Small Signal Step Response



代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 、ただし $V_S = V^+ - V^-$ 。



アプリケーション情報

LMP2231

LMP2231 は、低オフセット電圧、低オフセット電圧ドリフト、高ゲインを提供し、消費電流がチャネルあたり10 μ A のシングルCMOS 高精度アンプです。

LMP2231 は消費電流がわずか 10 μ A の超低消費電力のオペアンプです。超低消費電力のオペアンプはバッテリー駆動システムの動作時間を延ばし、エネルギーに限界のあるシステムにおいてその消費量を減らします。1.8 ~ 5.0V で保証された電源電圧範囲と超低電源電流という2つの方向から、バッテリー動作時間の延長を図っています。1.8V ~ 5.0V に電源電圧範囲が広がったおかげで、バッテリー電圧が公称値から 1.8V まで低下したときでもオペアンプは動作します。また、消費電力が小さくなった分、バッテリー寿命が長くなります。

LMP2231 の入力換算オフセット電圧は、室温でわずか $\pm 150\mu$ V (max) です。このオフセットは、全温度範囲にわたって $\pm 230\mu$ V 未満で保証されています。オフセット電圧がこのように最小限に抑えられ、TCV_{OS} がわずか 0.3 μ V/ (typ) と非常に低いことで、高精度アプリケーションにおいて信号の検出と増幅がより正確に行えます。

わずか ± 20 fA と低い入力バイアス電流により、LMP2231 は高インピーダンスのセンサ・アプリケーションで優れた性能を発揮します。アンプのバイアス電流はセンサのソース抵抗を流れ、この電流によって生じた電圧はアンプ入力上のノイズ電圧として現れます。低入力バイアス電流により、LMP2231 は高インピーダンス・センサとインタフェースしますが、その間に発生する電圧ノイズは無視できる程度のもので、したがって LMP2231 は、高インピーダンス・センサとのインタフェース時に優れた信号忠実度と高い SN 比を提供します。

ナショナル セミコンダクターは高精度アンプと高精度アンプが担うマーケット・セグメントに全力を傾注しています。高精度アプリケーションや誤差配分が制限されたアプリケーションに応えるため、技術サポートや幅広い特性データを提供しています。

- 40 ~ + 125 と広い温度範囲で動作電圧範囲が 1.8V ~ 5.5V であることから、LMP2231 は温度条件が広範囲な低電圧の高精度アプリケーションにとって優れた選択肢となっています。

LMP2231 は実装面積の小さい 5 ピン SOT23 と 8 ピン SOIC パッケージで提供されます。これらの小型パッケージは、面積の制約を受ける PC 基板および携帯エレクトロニクス機器向けの理想的ソリューションです。

総ノイズの影響

LMP2231 は入力バイアス電流と入力電流ノイズが非常に低く、低入力電圧ノイズの超低消費電力アンプです。そのため、このアンプは高インピーダンスのセンサ・アプリケーションで使用する回路に最適な選択肢となっています。

Figure 1 に、ノイズ源抵抗の関数として表した LMP2231 の代表的入力ノイズの値を示します。

e_n は入力換算電圧ノイズ、

e_i は入力換算電流ノイズによるノイズ源抵抗の両端間の電圧降下すなわち $e_i = R_S \cdot i_n$ 、

e_t はノイズ源抵抗の熱ノイズ、

e_{ni} は入力ノイズの総ノイズを表します。

ここで

$$e_{ni} = \sqrt{e_n^2 + e_i^2 + e_t^2}$$

LMP2231 の入力電流ノイズは非常に小さいので、現実的にはあり得ない 300M を超えるほどノイズ源抵抗が大きくない限り、入力電流ノイズが総ノイズにおいて支配的要素となることはありません。Figure 1 から明らかなように、 R_S の値が小さいとき総ノイズはアンプの入力電圧ノイズによって支配されます。 R_S が 100k を超えると、支配的なノイズ要素は R_S の熱ノイズになります。前述したように、電流ノイズは実用的アプリケーションにおいて支配的なノイズ要素とはなりません。

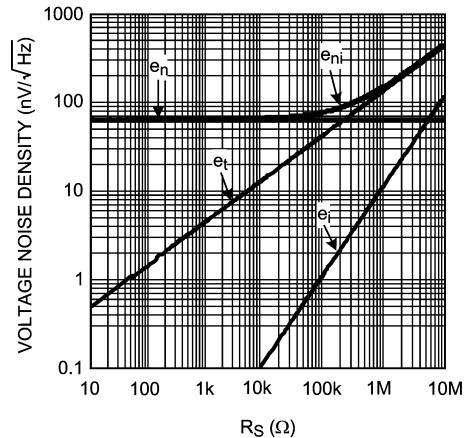


FIGURE 1. Total Input Noise

電圧ノイズ低減

LMP2231 の入力電圧ノイズは 60nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ です。この値は超低消費電力のアンプでも非常に低いものですが、この入力電圧ノイズは Figure 2 のように N 個のアンプを並列に配置することでさらに低減できます。この回路の出力における総電圧ノイズは、この並列の組合せで使用されているアンプ数の平方根で除算して求めます。これは各アンプが独立したノイズ源となっているためであり、独立したノイズ源のノイズ平均は独立したノイズ源の直交和をノイズ源の数で割って求めます。同一のアンプが N 個あるとすれば、次の式で表されます。

$$\begin{aligned} \text{REDUCED INPUT VOLTAGE NOISE} &= \frac{1}{N} \sqrt{e_{n1}^2 + e_{n2}^2 + \dots + e_{nN}^2} \\ &= \frac{1}{N} \sqrt{N e_n^2} = \frac{\sqrt{N}}{N} e_n \\ &= \frac{1}{\sqrt{N}} e_n \end{aligned}$$

Figure 2 にこの入力電圧ノイズ低減回路の回路図を示します。代表的な抵抗値は次の通りです。 $R_G = 10$ 、 $R_F = 1k$ 、 $R_O = 1k$ 。

アプリケーション情報 (つづき)

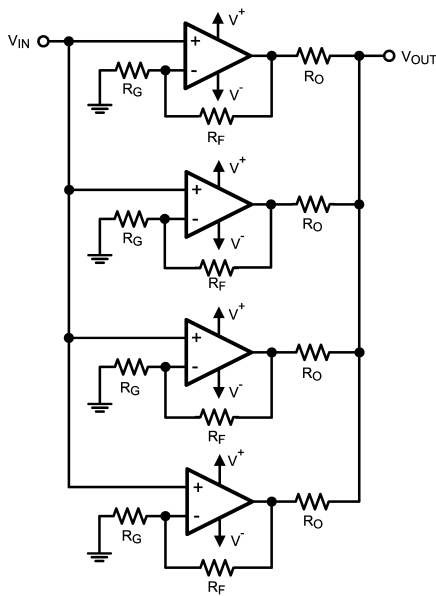


FIGURE 2. Noise Reduction Circuit

高精度計装アンプ

アンプを使用して微小信号を測定する際には、アンプの入力インピーダンス、入力信号全域に対するゲイン、およびアンプの各入力側のゲインのそれぞれに十分な配慮が必要です。これは、2入力系統の入力信号差のみが重要で、同相信号はノイズと考えられるためです。古くから知られるソリューションは計装アンプです。計装アンプは有限で正確、かつ安定したゲインを持っています。入力インピーダンスはきわめて高く、出力インピーダンスはきわめて低くなっています。さらに、差動信号のみに応答するように、非常に高いCMRR特性を備えます。代表的な計装アンプを Figure 3 に示します。

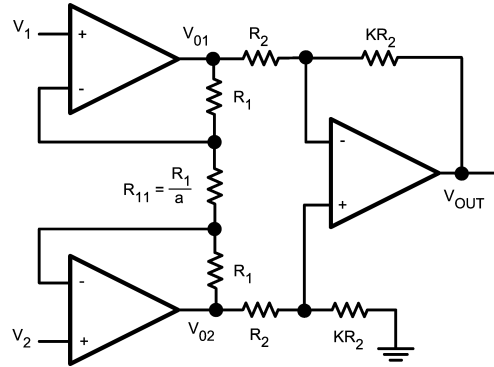


FIGURE 3. Instrumentation Amplifier

このアンプは2段で構成されています。最終段、すなわち出力段は差動アンプです。初段の2個のアンプ、すなわち入力段は、理想的な条件では入力を分離するバッファとして動作します。しかし実際にはアンプの不整合により、完全なフォロフ回路を構成することはあり得ません。2系統のアンプ間にバランス抵抗が挿入されている理由はそのためです。初段と出力段のゲインの積が計装アンプの総合ゲインになります。理想的にはCMRRは無限となります。しかし出力段は抵抗の不整合により、ゼロではない微小な同相ゲインを持ちます。

回路の入力段の各抵抗には同じ電流が流れます。その理由は、LMP2231の入力インピーダンスが高く入力バイアス電流が小さいためです。

$$\text{GIVEN: } I_{R_1} = I_{R_{11}} \quad (1)$$

オームの法則により、

$$\begin{aligned} V_{O1} - V_{O2} &= (2R_1 + R_{11}) I_{R_{11}} \\ &= (2a + 1) R_{11} \cdot I_{R_{11}} \\ &= (2a + 1) V_{R_{11}} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし

$$V_{R_{11}} = V_1 - V_2 \quad (3)$$

ゆえに、

$$V_{O1} - V_{O2} = (2a + 1)(V_1 - V_2) \quad (4)$$

以上から計装アンプの出力は、

$$\begin{aligned} V_O &= \frac{KR_2}{R_2} (V_{O2} - V_{O1}) \\ &= -K (V_{O1} - V_{O2}) \end{aligned} \quad (5)$$

式4を代入すると、

$$V_O = -K(2a + 1)(V_1 - V_2) \quad (6)$$

これから、計装アンプのゲインは

$$-K(2a + 1)$$

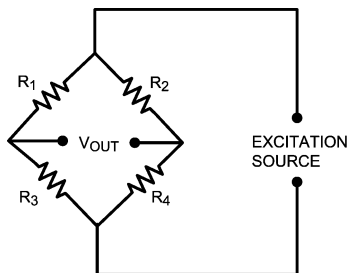
a = 12、K = 4と置くと、この回路の代表的な値が得られます。総合ゲインは - 100 となります。

アプリケーション情報 (つぎ)

歪みゲージ用単一電源ブリッジ増幅器

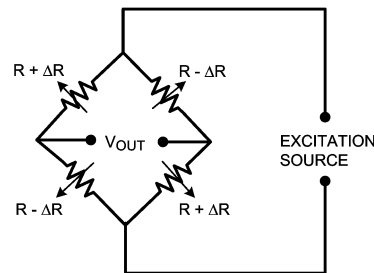
歪みゲージは、力や圧力の測定によく使用される電気素子です。歪みゲージは、以前に較正したスケール上の偏差として測定される未知の力を受けます。圧力も、しばしば同じ技術によって測定されます。ただし圧力の場合は、適切なトランスデューサを使用して力に変換する必要があります。歪みゲージは、しばしば圧力または曲げに対する感度の高い抵抗となります。センス抵抗の値は、数十 から数百 k までの範囲にわたります。歪みゲージに力が加わった結果として変化する抵抗の値は、総抵抗値の 1% 程度です。このように小さい抵抗の変化を測定するには、正確で信頼性の高いシステムが必要です。ブリッジ構成は、このような測定において信頼性の高い方法を提供します。

ブリッジ・センサは、四角形状に接続された 4 個の抵抗からなります。対角線の 1 本で電圧源または電流源が使用されてブリッジを励起しますが、そのときもう 1 本の対角線上にある電圧検出器が出力電圧を測定します。



(a)

$$V_{OUT} = \frac{\frac{R_3}{R_1} - \frac{R_4}{R_2}}{\left(1 + \frac{R_3}{R_1}\right)\left(1 + \frac{R_4}{R_2}\right)} \times V_{SOURCE}$$



(b)

$$V_{OUT} = \frac{\Delta R}{R} \times V_{SOURCE}$$

FIGURE 4. Bridge Sensor

計装アンプは、ブリッジ・センサとのインタフェースに最適です。ブリッジ・センサは、大きなコモンモード入力電圧がある場合にしばしば非常に小さな差動信号を感知します。計装アンプはこのコモンモード信号を除去します。

Figure 5 に歪みゲージのブリッジ・アンプを示します。このアプリケーションでは、LMP2231 アンプの 1 つが LM4140 の高精度出力電圧のバッファに使用されています。LM4140A は高精度な電

ブリッジは主にゼロ回路として使用するが、差動電圧の測定に使用します。ブリッジは、隣接する 2 つの抵抗値の比率が等しい場合に電圧を出力しません。このことがゼロ回路の測定に使用されます。これらは特に、電気化学的要素やヒューマン・インタフェースが関係する帰還システムで使用されます。ゼロ・システムは歪みゲージなどのアクティブ抵抗を強制して、測定されるパラメータに影響を与えることによりブリッジのバランスをとります。

多くのセンサ・アプリケーションでは、少なくとも 1 つの抵抗が可変抵抗かセンサです。このアクティブな要素の初期値からのずれが、測定量の変化を示すものとして測定されます。出力電圧の変化がセンサ値の変化を表します。センサ値の変化は非常に小さいことが多いので、出力電圧の大きさも微々たるものです。したがって増幅後も信号忠実度が変わらないように、広範囲で非常に高精度な増幅回路が必要です。

ブリッジの感度は、励起電圧の変化に対する最大予測出力の変化の比率です。

Figure 4 (a) に代表的なブリッジ・センサを、Figure 4 (b) に 4 個のセンサからなるブリッジを示します。Figure 4 (b) の R はセンス抵抗の公称値であり、R からのずれは測定される量に比例します。

圧基準です。LMP2231 の他の 3 個のアンプは、計装アンプを構成しています。この計装アンプは、LMP2231 の高い CMRR と低い V_{OS} および TCV_{OS} を活かして、ブリッジ・センサの出力によって生じた小さい差動信号を正確に増幅します。増幅された信号は、12 ビットの A/D コンバータである ADC121S021 へ入力されます。この回路は、5V の単一電源電圧で動作します。

アプリケーション情報 (つづき)

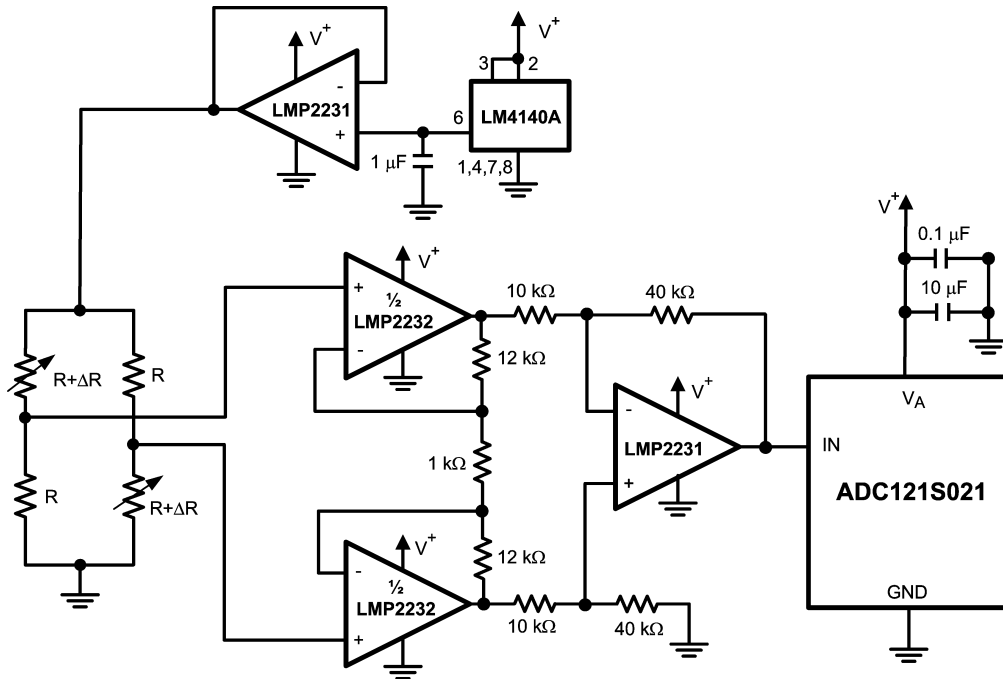


FIGURE 5. Strain Gauge Bridge Amplifier

携帯用ガス検知センサ

ガス・センサは工業用および医療用の多様なアプリケーションで使用されています。このセンサは、採取した空気の中で感知された特定のガスの割合に比例して電流を発生させます。この電流が負荷抵抗を通り、その結果生じる電圧降下が測定されます。感知されたガスの量とセンサの感度に応じて、出力電流は数十 μA から数 mA までの範囲にわたります。ガス・センサのデータシートには、負荷抵抗の推奨値が指定されていたり、選択する負荷抵抗の範囲に関する助言が記載されていることがあります。

酸素センサは、空気の質や患者へ送られる酸素をモニタする必要がある場合に使用されます。新鮮な空気には 20.9% の酸素が含まれています。採取した空気に 18% 未満の酸素が含まれていない場合は、危険とみなされます。また酸素センサは、酸素が必ず欠乏する環境での工業用アプリケーションにも使用されます。一例として、食品の真空パック工程が挙げられます。酸素センサは主に 2 つのカテゴリに分けられます。1 つは酸素が豊富に存在する場所 (空気中や酸素タンクの近くなど) での酸素を感知するもの、もう 1 つは ppm 単位のごく微量な酸素を感知するものです。

Figure 6 に、酸素検知器の出力信号を増幅するのに使用される代表的回路を示します。LMP2231 は消費電流がわずか $10\mu\text{A}$ 、また最小 1.8V の電源電圧で動作するため、このアプリケーションに最適です。このアプリケーションは空気中の酸素を感知します。酸素センサは、負荷抵抗を通して既知の電流を出力します。この値は、採取した空気に含まれている酸素の量に応じて変化します。酸素センサは通常、特定の負荷抵抗値を推奨したり、許容される負荷抵抗値の範囲を指定します。酸素センサの寿命は通常 1 ~ 2 年です。超低消費電力の LMP2231 を使用するとオペアンプの使用電力を最小限に抑えられるので、バッテリー寿命が延びることになります。回路設計に含まれている他の部品によっては、バッテリーの寿命も酸素センサの寿命が終わるまで続くことがあります。LMP2231 をこのアプリケーションに最適にしているそのほかの要因として、超低オフセット電圧、低 TCV_{OS} 、低入力バイアス電流、低 CMRR、低 PSRR などの高精度仕様が挙げられます。

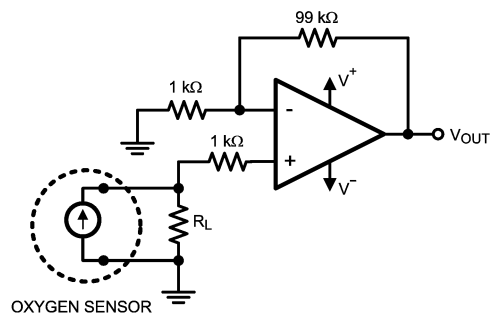
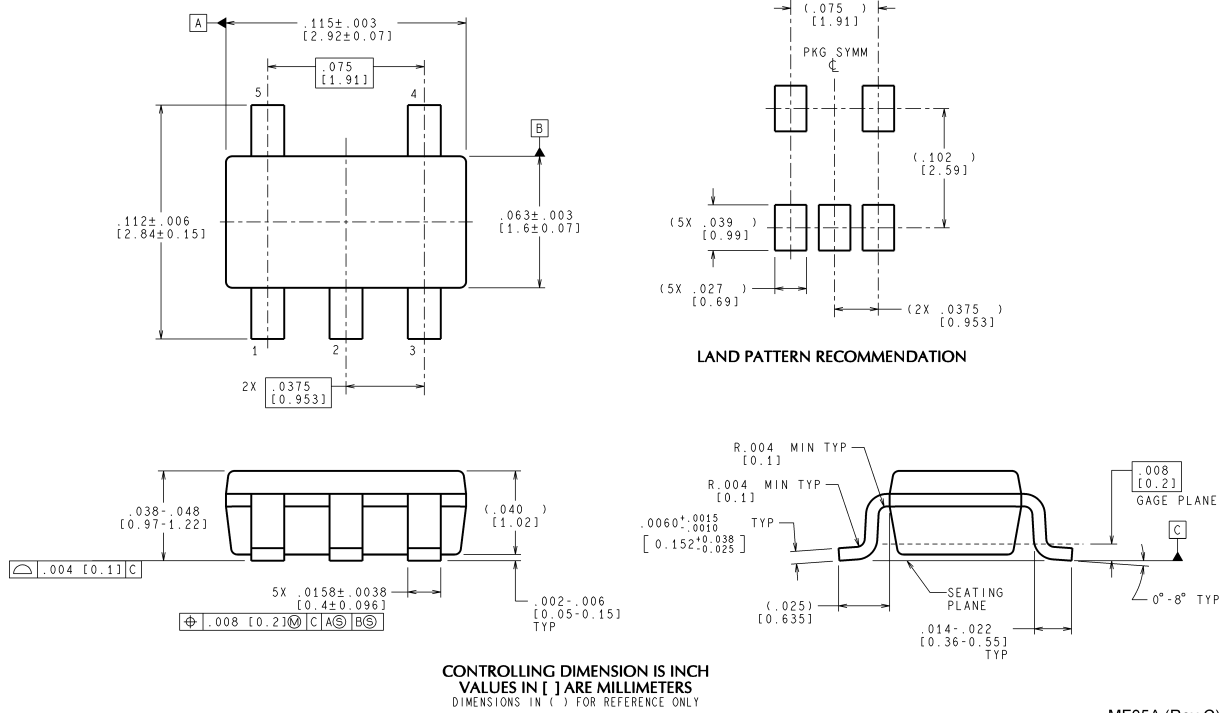


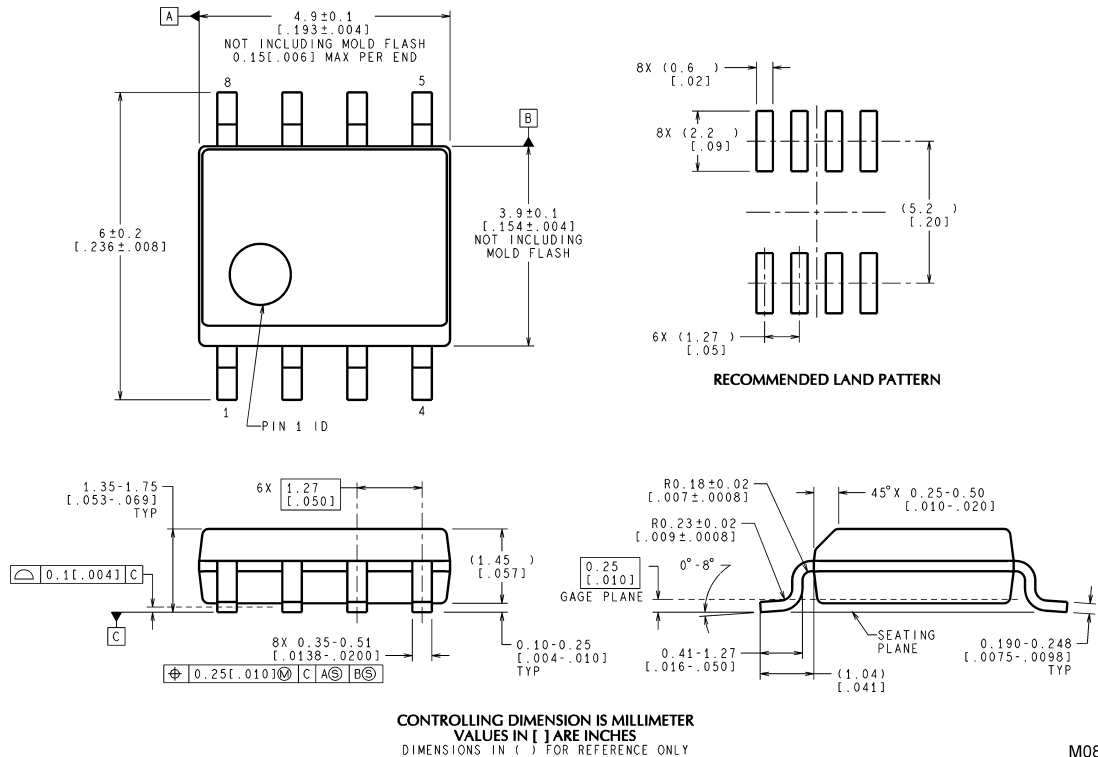
FIGURE 6. Precision Oxygen Sensor

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



5-Pin SOT23
NS Package Number MF0A5

MF05A (Rev C)



8-Pin SOIC
NS Package Number M08A
単位は millimeters

M08A (Rev L)

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2008 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは承認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されてもありません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されてもありません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上