

LMP2021,LMP2022

LMP2021/LMP2022 Zero Drift, Low Noise, EMI Hardened Amplifiers



Literature Number: JAJAS4

LMP2021/LMP2022

ゼロ・ドリフト、低ノイズ、耐 EMI アンプ

概要

LMP2021 (シングル) および LMP2022 (デュアル) は、極めて低い入力オフセット電圧、ほぼゼロに近い入力オフセット電圧ドリフト、非常に低い入力電圧ノイズ、非常に高い開ループ・ゲインを実現した高精度オペアンプです。どちらも LMP™ 高精度ファミリの一員であり、計測用およびセンサ・インタフェースに最適です。

LMP2021/LMP2022 は、入力オフセット電圧ドリフトがわずか $0.004 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 、入力オフセット電圧は $0.4 \mu\text{V}$ です。これにより、高精度アプリケーションで高い精度を実現します。

独自に開発した連続補正回路を採用しているため、高い CMRR と PSRR を実現、 $1/f$ ノイズ成分を除去し、多くの回路でキャリブレーションが不要になります。

入力電圧ノイズがわずか 260nV_{pp} ($0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$) で、 $1/f$ ノイズ成分がないため、LMP2021/LMP2022 は産業用の高精度計量器などの低周波アプリケーションに適しています。入力バイアス電流が 23pA と低いため、試験機器や計測機器の他、非侵襲性医療機器といった高ソース・インピーダンス回路で優れた選択肢となります。160dB と非常に高い開ループ・ゲインのため、高ゲイン・アプリケーションにおけるゲイン誤差を大幅に取り除くことができます。極めて高い DC 精度と非常に低いノイズを実現した、LMP2021/LMP2022 はポジション・センサ、ブリッジ・センサ、圧力センサ、医療機器、その他非常に低い誤差率が求められる高精度アプリケーションに理想的です。

LMP2021 は 5 ピンの SOT23 と 8 ピンの SOIC パッケージで提供されます。LMP2022 は、8 ピンの MSOP と 8 ピンの SOIC パッケージで提供されます。

特長

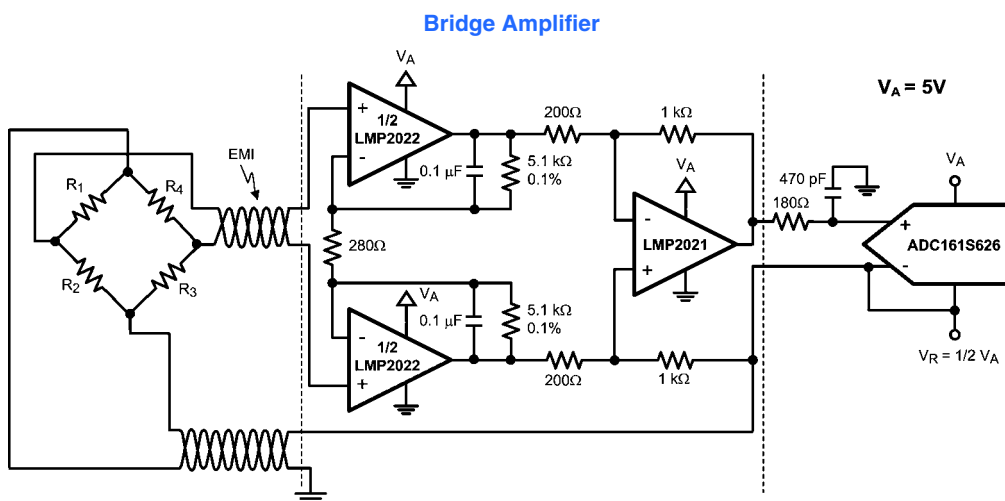
(代表値、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$)

■ 入力オフセット電圧 (typ)	- $0.4 \mu\text{V}$
■ 入力オフセット電圧 (max)	$\pm 5 \mu\text{V}$
■ 入力オフセット電圧ドリフト (typ)	- $0.004 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
■ 入力オフセット電圧ドリフト (max)	$\pm 0.02 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
■ 入力電圧ノイズ、 $A_V = 1000$	$11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
■ 開ループ・ゲイン	160dB
■ CMRR	139dB
■ PSRR	130dB
■ 電源電圧範囲	2.2V ~ 5.5V
■ 消費電流 (アンプあたり)	1.1mA
■ 入力バイアス電流	$\pm 25\text{pA}$
■ GBW	5MHz
■ スルーレート	$2.6\text{V}/\mu\text{s}$
■ 動作温度範囲	- $40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$
■ 5ピンの SOT-23、8ピンの MSOP、8ピンの SOIC パッケージ	

アプリケーション

- 高精度計装アンプ
- バッテリ駆動計測機器
- 熱電対用増幅器
- ブリッジ・アンプ

代表的なアプリケーション



LMP2021/LMP2022 は最大 24 ビットの精度のシステムをサポートします。

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。

ESD 耐圧 (Note 2)

人体モデル	2,000V
マシン・モデル	200V
帯電モデル	1000V

V_{IN} 差動電圧	$\pm V_S$
電源電圧 ($V_S = V^+ - V^-$)	6.0V

その他のピン	$V^+ + 0.3V$ 、 $V^- - 0.3V$
--------	--------------------------------

V^+ または V^- への出力回路短絡時間 (Note 3)	5 秒
--	-----

保存周囲温度範囲	- 65 °C ~ 150 °C
----------	------------------

接合部温度 (Note 4)

150 °C (max)

ハンダ付け情報

赤外線または対流方式 (20 秒)	235 °C
流動ハンダ付けリード温度 (10 秒)	260 °C

動作定格 (Note 1)

周囲温度範囲	- 40 °C ~ 125 °C
--------	------------------

電源電圧 ($V_S = V^+ - V^-$)	2.2V ~ 5.5V
----------------------------	-------------

パッケージ熱抵抗 (θ_{JA})		
5 ピン SOT-23		164 °C /W
8 ピン SOIC (LMP2021)		106 °C /W
8 ピン SOIC (LMP2022)		106 °C /W
8 ピン MSOP		217 °C /W

2.5V 電気的特性 (Note 5)

特記のない限り、すべてのリミット値は $T_A = 25\text{ °C}$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $R_L > 10k\Omega \sim V^+ / 2$ で保証されます。**太字**のリミット値は、全動作温度範囲に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			-0.9	± 5 ± 10	μV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift (Note 8)			0.001	± 0.02	$\mu V / ^\circ C$
I_B	Input Bias Current			± 23	± 100 ± 300	pA
I_{OS}	Input Offset Current			± 57	± 200 ± 250	pA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$-0.2V \leq V_{CM} \leq 1.7V$ $0V \leq V_{CM} \leq 1.5V$	105 102	141		dB
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	Large Signal CMRR ≥ 105 dB Large Signal CMRR ≥ 102 dB	-0.2 0		1.7 1.5	V
EMIRR	Electro-Magnetic Interference Rejection Ratio (Note 9)	IN+ and IN-	$V_{RF-PEAK} = 100\text{ mV}_P$ (-20 dBV _P) $f = 400\text{ MHz}$	40		dB
	$V_{RF-PEAK} = 100\text{ mV}_P$ (-20 dBV _P) $f = 900\text{ MHz}$		48			
	$V_{RF-PEAK} = 100\text{ mV}_P$ (-20 dBV _P) $f = 1800\text{ MHz}$		67			
	$V_{RF-PEAK} = 100\text{ mV}_P$ (-20 dBV _P) $f = 2400\text{ MHz}$		79			
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.5V \leq V^+ \leq 5.5V$, $V_{CM} = 0$	115 112	130		dB
		$2.2V \leq V^+ \leq 5.5V$, $V_{CM} = 0$	110	130		
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$ $V_{OUT} = 0.5V$ to $2V$	124 119	150		dB
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$ $V_{OUT} = 0.5V$ to $2V$	120 115	150		

2.5V 電気的特性 (Note 5)(つづき)

特記のない限り、すべてのリミット値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 2.5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega \sim V^+ / 2$ で保証されます。太字のリミット値は、全動作温度範囲に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
V_{OUT}	Output Swing High	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		38	50 70	mV from either rail
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		62	85 115	
	Output Swing Low	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		30	45 55	
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		58	75 95	
I_{OUT}	Linear Output Current	Sourcing, $V_{OUT} = 2\text{V}$	30	50		mA
		Sinking, $V_{OUT} = 0.5\text{V}$	30	50		
I_S	Supply Current	Per Amplifier		0.95	1.10 1.37	mA
SR	Slew Rate (Note 10)	$A_V = +1$, $C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ $V_O = 2 V_{PP}$		2.5		V/ μs
GBW	Gain Bandwidth Product	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		5		MHz
G_M	Gain Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		10		dB
Φ_M	Phase Margin	$C_L = 20\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		60		deg
C_{IN}	Input Capacitance	Common Mode		12		pF
		Differential Mode		12		
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 0.1\text{ kHz}$ or 10 kHz , $A_V = 1000$		11		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 0.1\text{ kHz}$ or 10 kHz , $A_V = 100$		15		
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz		260		nV _{PP}
		0.01 Hz to 10 Hz		330		
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		350		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
t_r	Recovery time	to 0.1%, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $A_V = -50$, $V_{OUT} = 1.25 V_{PP}$ Step, Duration = 50 μs		50		μs
CT	Cross Talk	LMP2022, $f = 1\text{ kHz}$		150		dB

5V 電気的特性 (Note 5)

特記のない限り、すべてのリミット値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega \sim V^+ / 2$ で保証されます。太字のリミット値は、全動作温度範囲に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
V_{OS}	Input Offset Voltage			-0.4	± 5 ± 10	μV
TCV_{OS}	Input Offset Voltage Drift (Note 8)			-0.004	± 0.02	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current			± 25	± 100 ± 300	pA
I_{OS}	Input Offset Current			± 48	± 200 ± 250	pA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$-0.2\text{V} \leq V_{CM} \leq 4.2\text{V}$ $0\text{V} \leq V_{CM} \leq 4.0\text{V}$	120 115	139		dB
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	Large Signal CMRR $\geq 120\text{ dB}$ Large Signal CMRR $\geq 115\text{ dB}$	-0.2 0		4.2 4.0	V

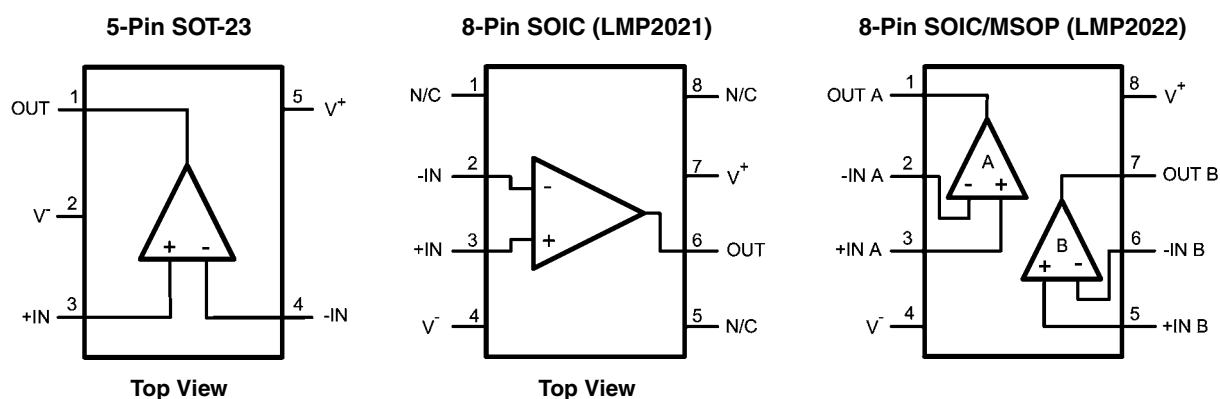
5V 電気的特性 (Note 5)(つづき)

特記のない限り、すべてのリミット値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{CM}} = V^+ / 2$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega \sim V^+ / 2$ で保証されます。太字のリミット値は、全動作温度範囲に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
EMIRR	Electro-Magnetic Interference Rejection Ratio (Note 9)	$V_{\text{RF-PEAK}} = 100 \text{ mV}_p (-20 \text{ dBV}_p)$ $f = 400 \text{ MHz}$		58		dB
		$V_{\text{RF-PEAK}} = 100 \text{ mV}_p (-20 \text{ dBV}_p)$ $f = 900 \text{ MHz}$	IN+ and IN-	64		
		$V_{\text{RF-PEAK}} = 100 \text{ mV}_p (-20 \text{ dBV}_p)$ $f = 1800 \text{ MHz}$		72		
		$V_{\text{RF-PEAK}} = 100 \text{ mV}_p (-20 \text{ dBV}_p)$ $f = 2400 \text{ MHz}$		82		
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.5\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$, $V_{\text{CM}} = 0$	115 112	130		dB
		$2.2\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$, $V_{\text{CM}} = 0$	110	130		
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V}$ to 4.5V	125 120	160		dB
		$R_L = 2 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$ $V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V}$ to 4.5V	123 118	160		
V_{OUT}	Output Swing High	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		83	135 170	mV from either rail
		$R_L = 2 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		120	160 204	
	Output Swing Low	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		65	80 105	
		$R_L = 2 \text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		103	125 158	
I_{OUT}	Linear Output Current	Sourcing, $V_{\text{OUT}} = 4.5\text{V}$	30	50		mA
		Sinking, $V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V}$	30	50		
I_S	Supply Current	Per Amplifier		1.1	1.25 1.57	mA
SR	Slew Rate (Note 10)	$A_V = +1$, $C_L = 20 \text{ pF}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ $V_O = 2 V_{\text{PP}}$		2.6		V/ μs
GBW	Gain Bandwidth Product	$C_L = 20 \text{ pF}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$		5		MHz
G_M	Gain Margin	$C_L = 20 \text{ pF}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$		10		dB
Φ_M	Phase Margin	$C_L = 20 \text{ pF}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$		60		deg
C_{IN}	Input Capacitance	Common Mode		12		pF
		Differential Mode		12		
e_n	Input-Referred Voltage Noise Density	$f = 0.1 \text{ kHz}$ or 10 kHz , $A_V = 1000$		11		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 0.1 \text{ kHz}$ or 10 kHz , $A_V = 100$		15		
	Input-Referred Voltage Noise	0.1 Hz to 10 Hz Noise		260		nV _{PP}
0.01 Hz to 10 Hz Noise			330			
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1 \text{ kHz}$		350		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
t_r	Input Overload Recovery time	to 0.1%, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $A_V = -50$, $V_{\text{OUT}} = 2.5 V_{\text{PP}}$ Step, Duration = 50 μs		50		μs
CT	Cross Talk	LMP2022, $f = 1 \text{ kHz}$		150		dB

- Note 1:** 絶対最大定格とは、デバイスに破壊が発生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、特定の性能リミット値を保証するものではありません。保証されている仕様およびその試験条件については、「電気的特性」の表を参照してください。
- 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。電場（界）誘導帯電モデル適用規格 JESD22-C101-C。
- Note 3:** パッケージの消費電力に注意してください。
- Note 4:** 最大消費電力は、最大接合部温度 $T_{J(max)}$ 、接合部 - 周囲温度間熱抵抗 θ_{JA} 、周囲温度 T_A により決まります。ある周囲温度での最大許容消費電力 P_D は $(T_{J(max)} - T_A) / \theta_{JA}$ です。すべての数値はプリント基板に直接ハンダ付けされたパッケージに適用されます。
- Note 5:** 「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。
- Note 6:** 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 7:** 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 8:** 最低温度から最高温度までの V_{OS} の変化量を、温度変化量の合計値で割ると、オフセット電圧の温度ドリフトを求めることができます。
- Note 9:** EMI 除去比は $EMIRR = 20 \text{Log} (V_{RF-PEAK} / \Delta V_{OS})$ で定義されます。
- Note 10:** 規格値は立ち上がりスルーレートと立ち下がりスルーレートとの平均値で、90% ~ 10% で測定されます。

ピン配置図

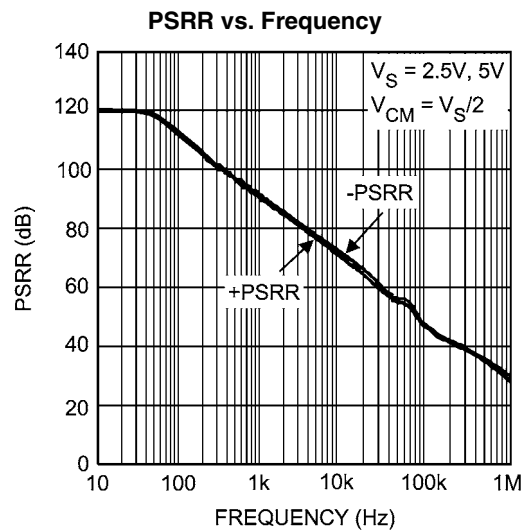
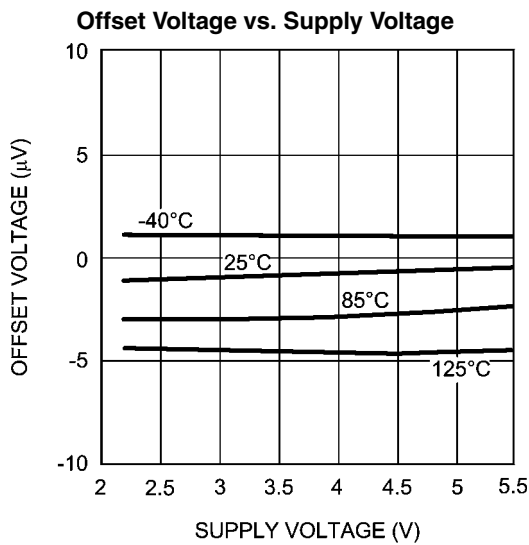
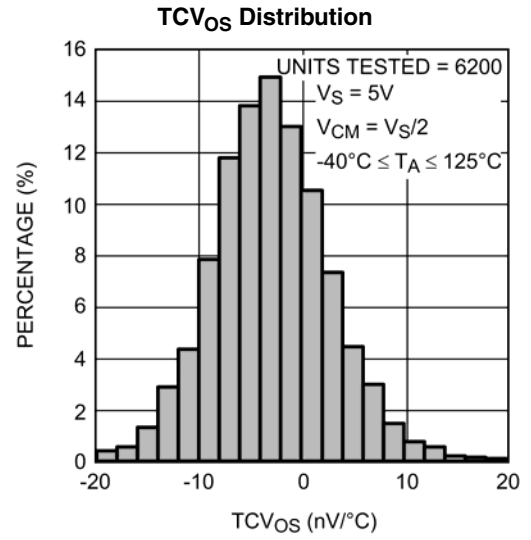
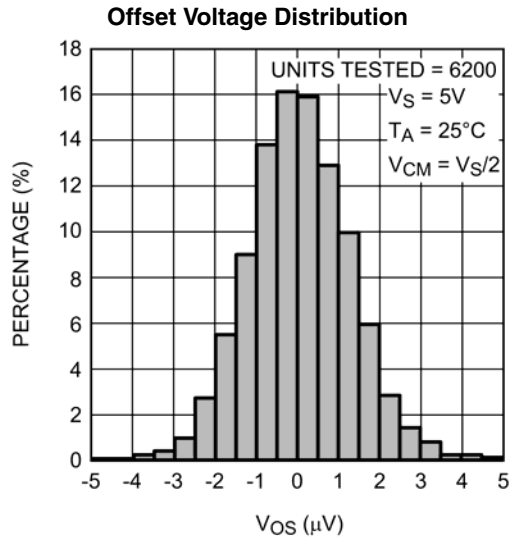
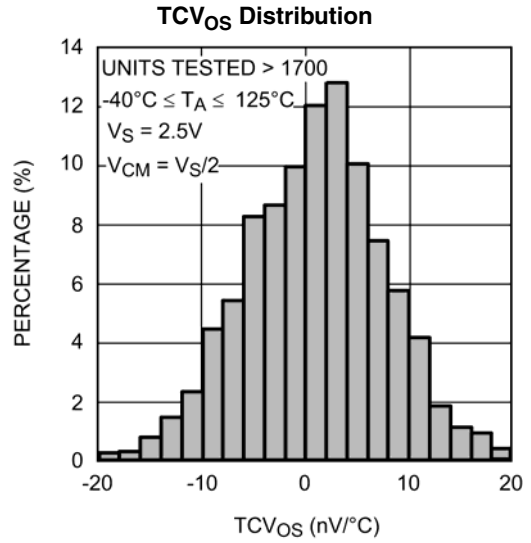
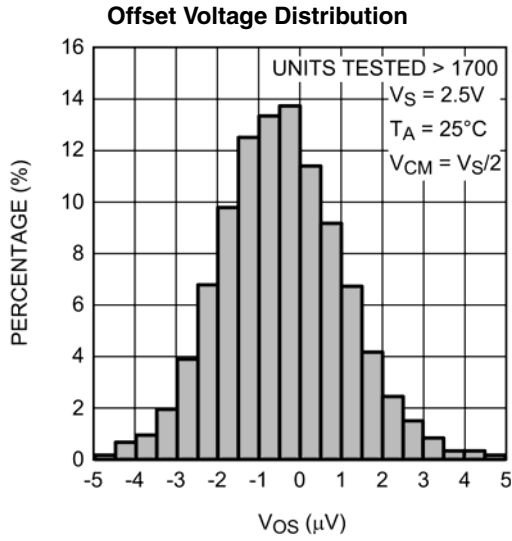


製品情報

Package	Part Number	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing
5-Pin SOT-23	LMP2021MF	AF5A	1k Units Tape and Reel	MF05A
	LMP2021MFE		250 Units Tape and Reel	
	LMP2021MFX		3k Units Tape and Reel	
8-Pin SOIC	LMP2021MA	LMP2021MA	95 Units/Rail	M08A
	LMP2021MAX	LMP2022MA	2.5k Units Tape and Reel	
	LMP2022MA		95 Units/Rail	
	LMP2022MAX	2.5k Units Tape and Reel		
8-Pin MSOP	LMP2022MM	AV5A	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LMP2022MME		250 Units Tape and Reel	
	LMP2022MMX		3.5k Units Tape and Reel	

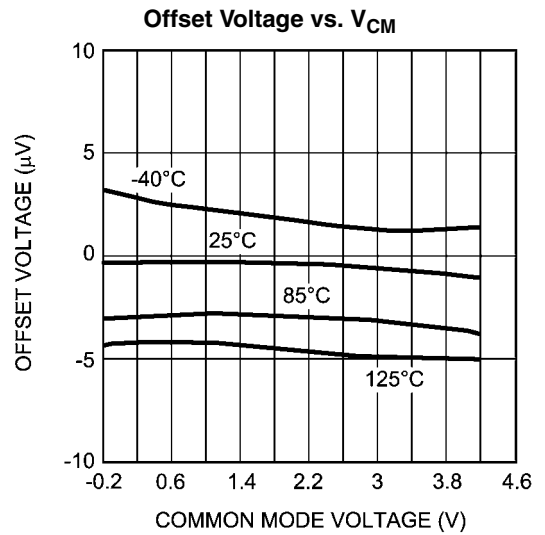
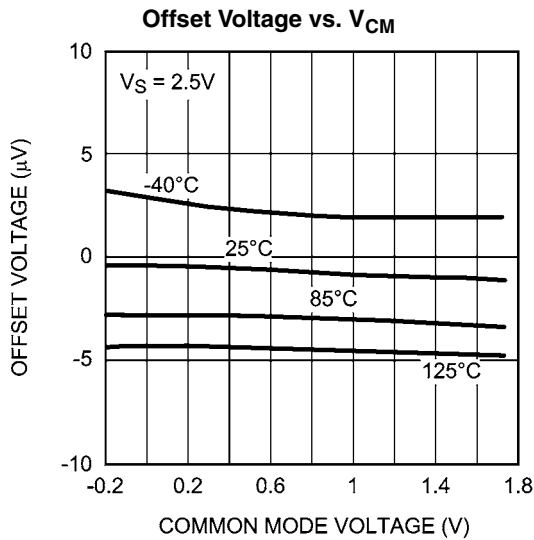
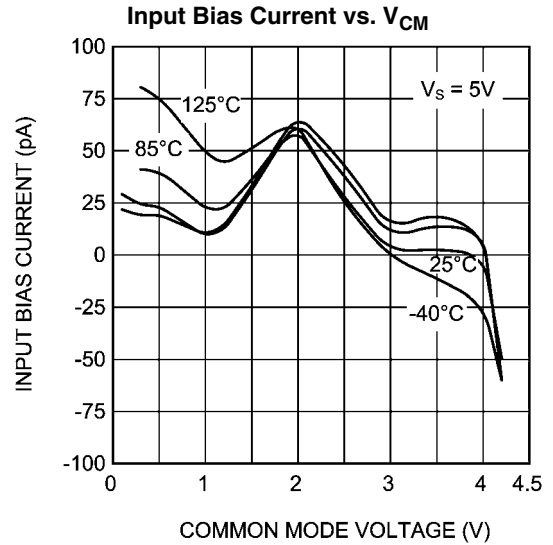
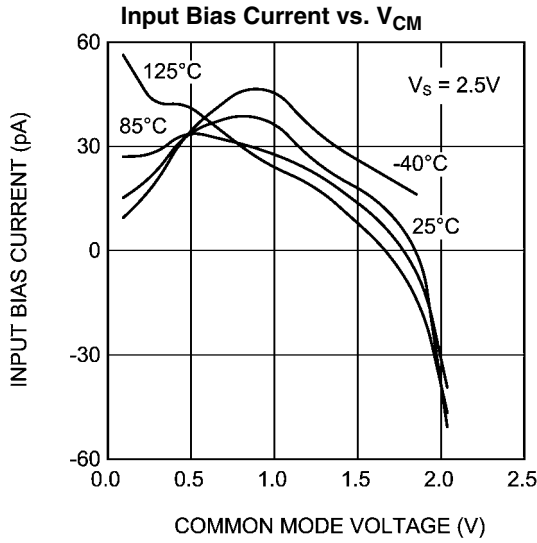
代表的な性能特性

特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$

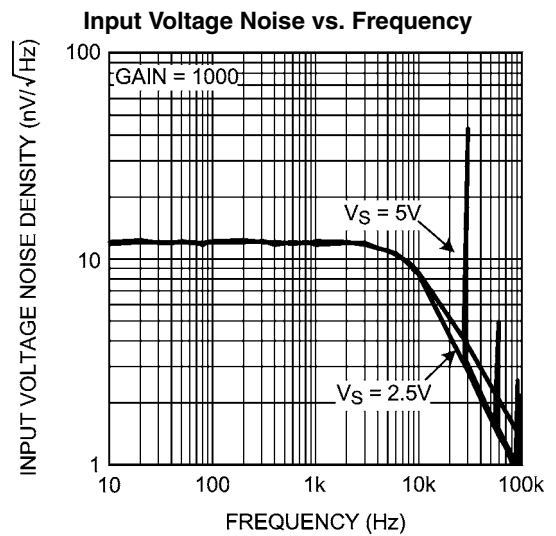
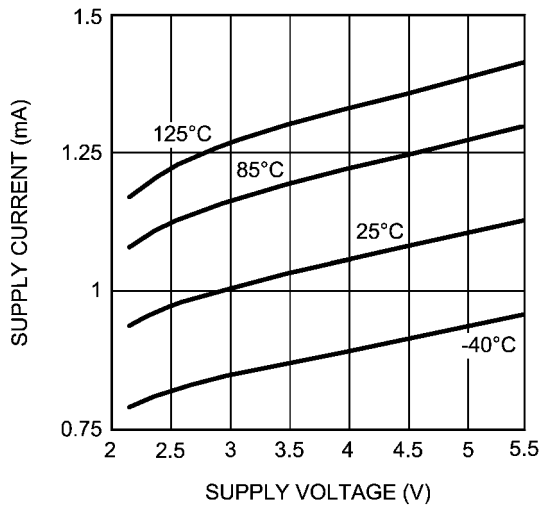


代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$

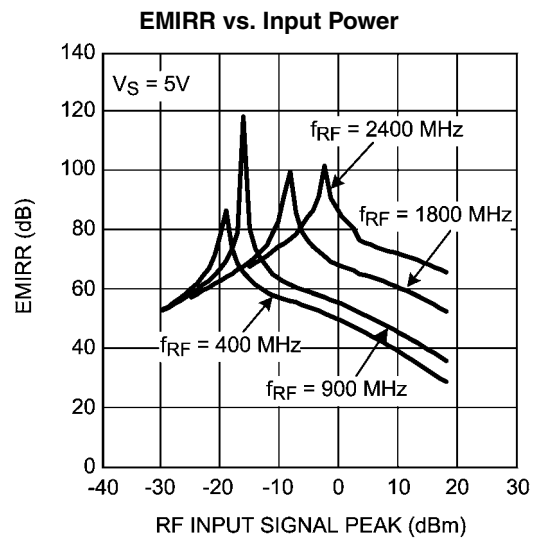
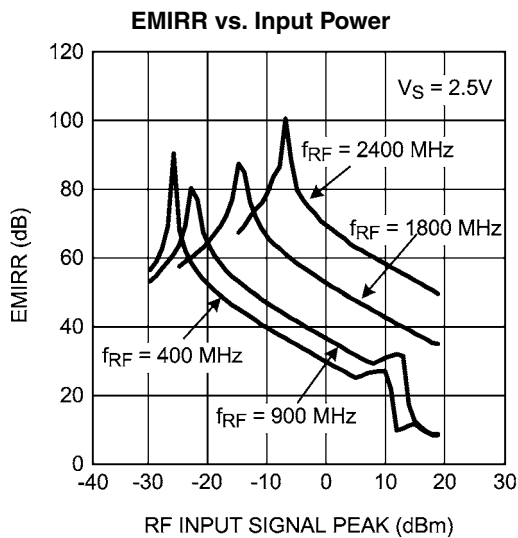
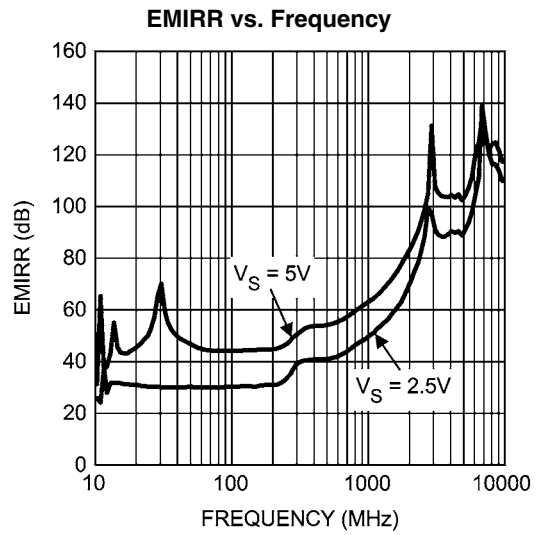
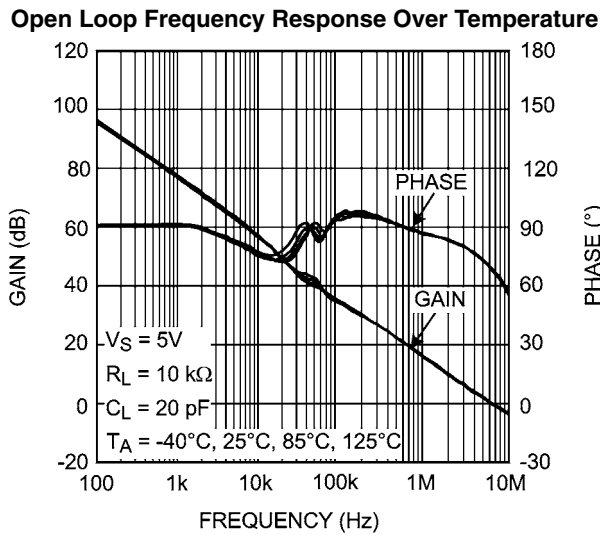
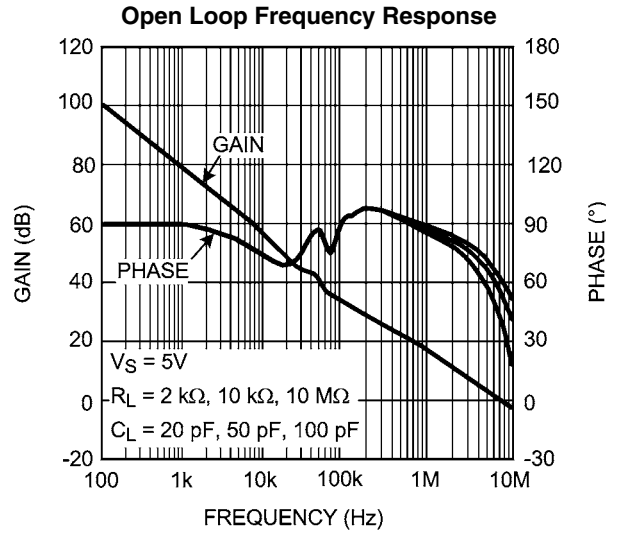
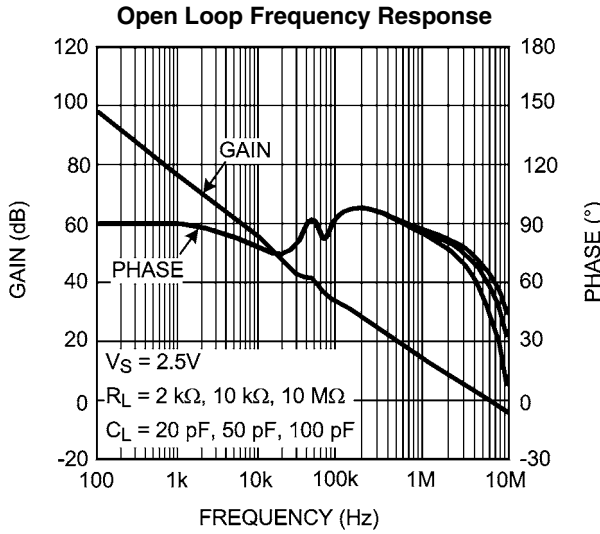


Supply Current vs. Supply Voltage (Per Amplifier)



代表的な性能特性 (つづき)

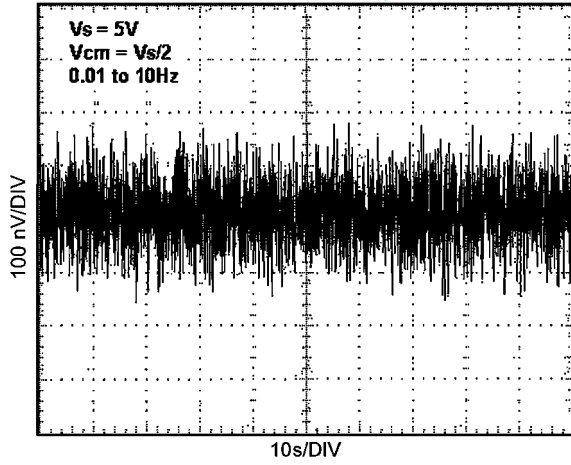
特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$



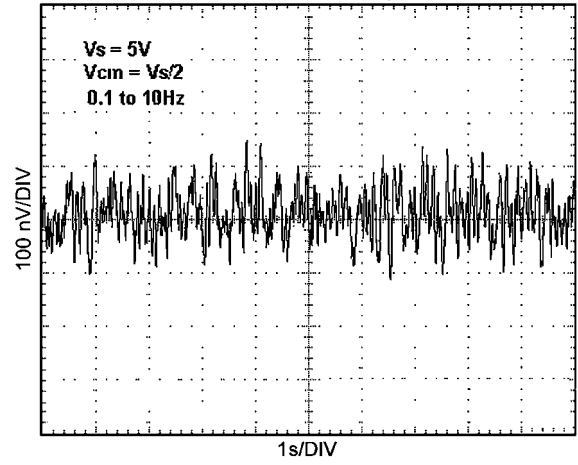
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$

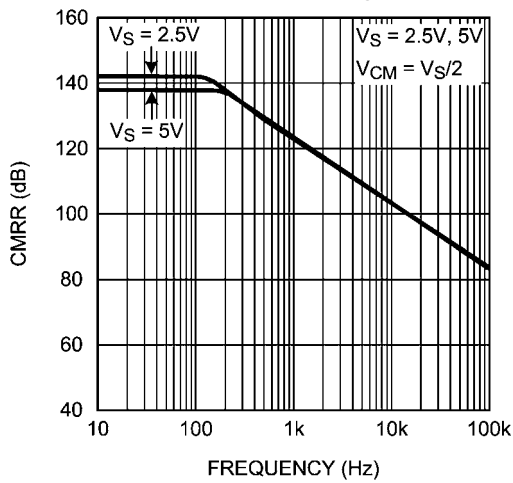
Time Domain Input Voltage Noise



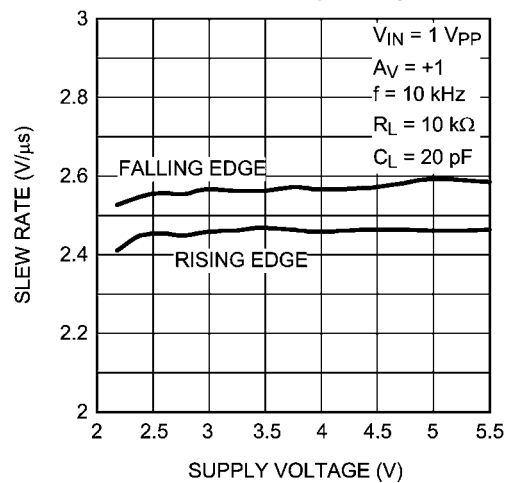
Time Domain Input Voltage Noise



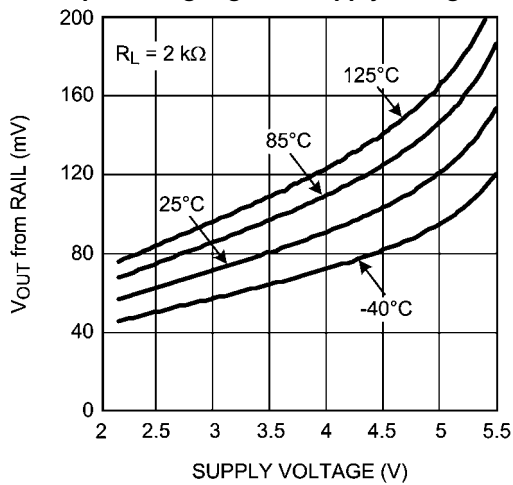
CMRR vs. Frequency



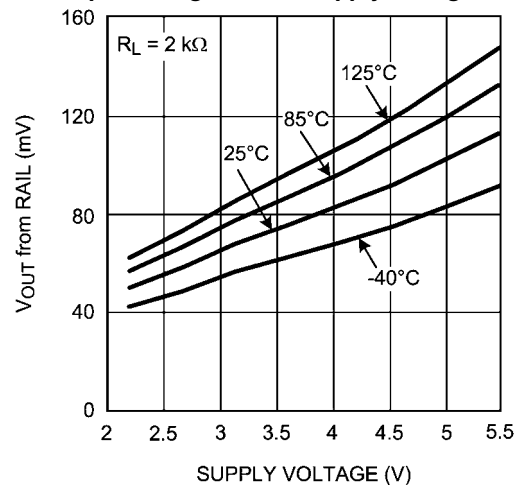
Slew Rate vs. Supply Voltage



Output Swing High vs. Supply Voltage

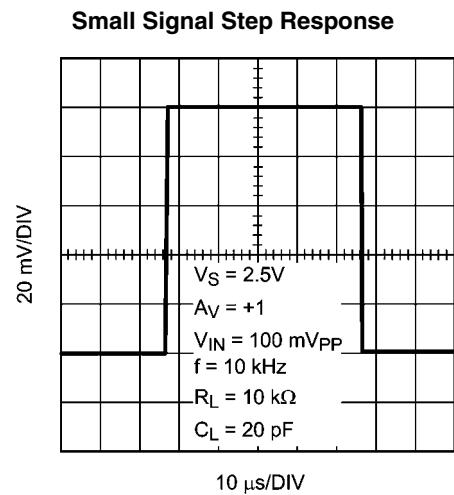
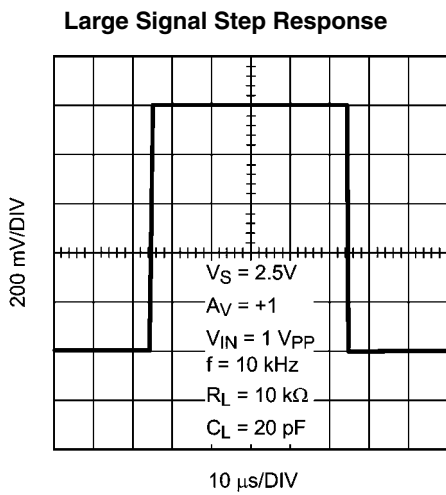
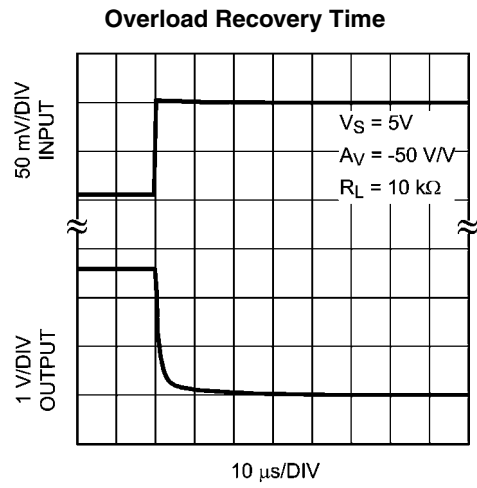
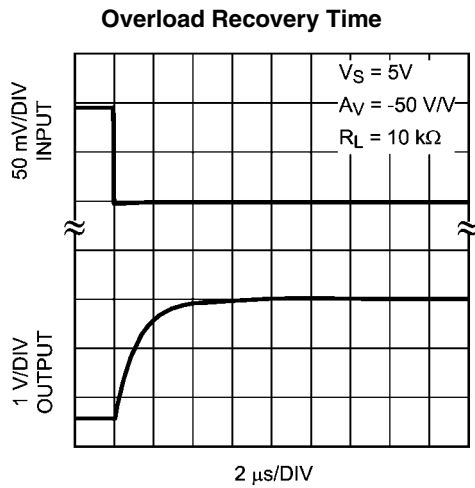
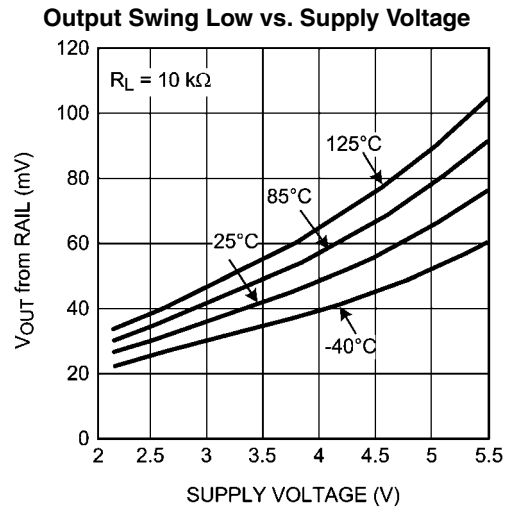
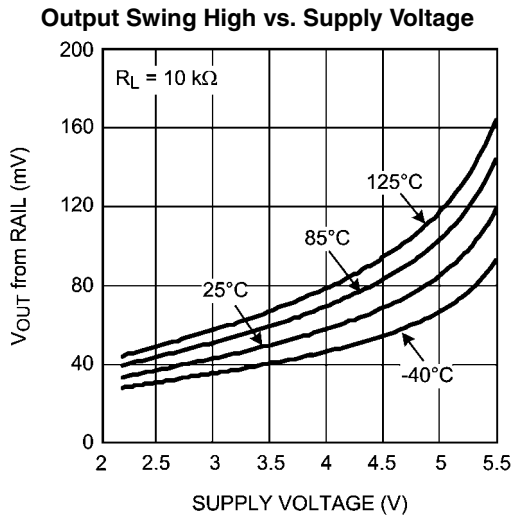


Output Swing Low vs. Supply Voltage



代表的な性能特性 (つづき)

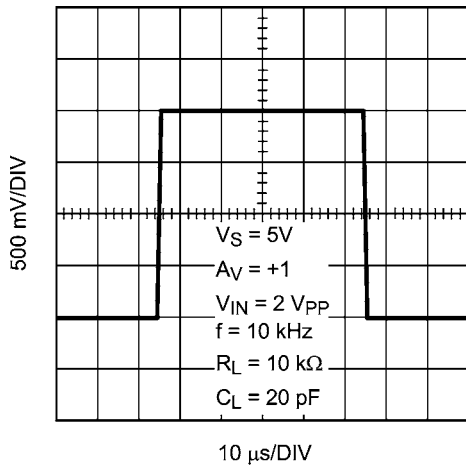
特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$



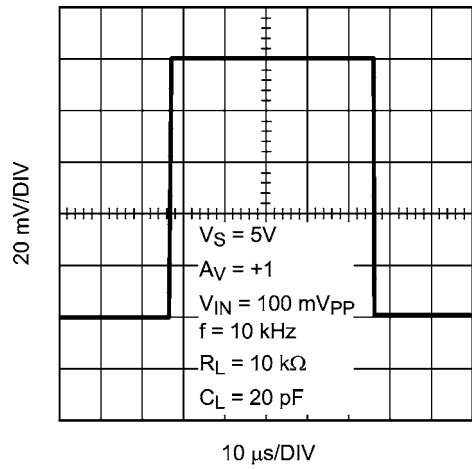
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、各値は次のとおりです。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L > 10\text{k}\Omega$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$

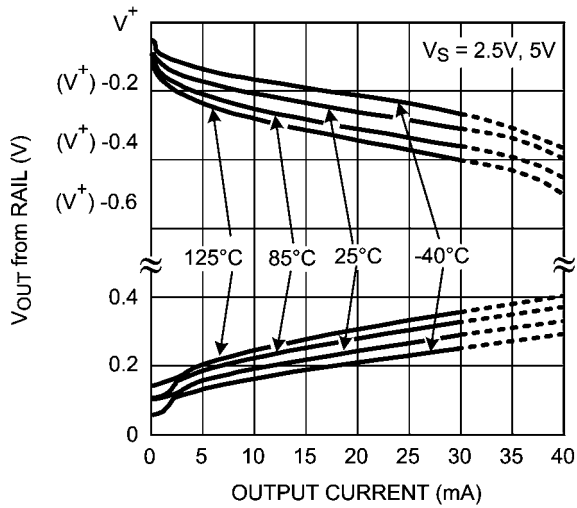
Large Signal Step Response



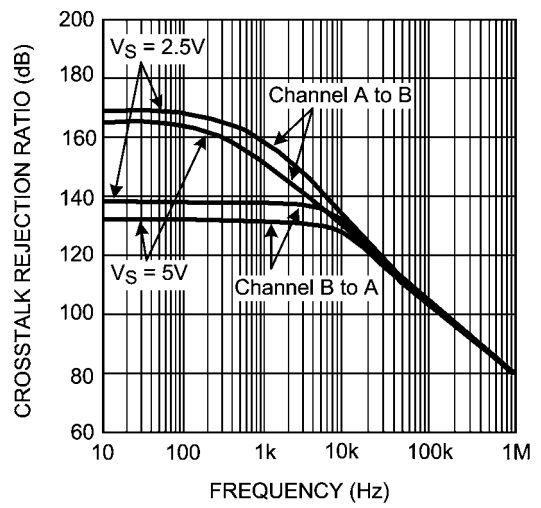
Small Signal Step Response



Output Voltage vs. Output Current



Cross Talk Rejection Ratio vs. Frequency (LMP2022)



アプリケーション情報

LMP2021/LMP2022

LMP2021 (シングル) および LMP2022 (デュアル) は、極めて低いオフセット電圧、極めて低いオフセット電圧ドリフト、 $1/f$ を除去した非常に低い入力電圧ノイズ、広い電源電圧範囲を備えた高精度オペアンプです。LMP2021/LMP2022 は EMI 抑制回路を内蔵しているため、無線周波数信号やその他の妨害がある場合でも性能が大幅に向上しています。

LMP2021/LMP2022 は独自に開発した手法により、入力オフセット誤差電圧を測定し、連続的に補正します。LMP2021/LMP2022 は、DC 入力オフセット電圧の最大値が $\pm 5 \mu\text{V}$ で、入力オフセット電圧ドリフトの最大値が $0.02 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ です。LMP2021/LMP2022 の入力電圧ノイズは 1000V/V の電圧ゲイン時に $11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 未満で、フリッカ・ノイズ成分もありません。このため、多くの増幅が必要で、入力信号の振幅が非常に小さい高精度の低周波アプリケーションに LMP2021/LMP2022 は理想的です。

独自に開発した入力オフセット補正回路により、LMP2021/LMP2022 は非常に高い CMRR 特性および PSRR 特性を実現できます。160dB の開ループ電圧ゲイン、142dB の CMRR、130dB の PSRR、さらにわずか $-0.4 \mu\text{V}$ の極めて低い入力オフセット電圧、わずか $-0.004 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ の入力オフセット電圧ドリフト、 $0.1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$ でわずか 260nV_{pp} の入力電圧ノイズを実現する LMP2021/LMP2022 は、高ゲイン・トランスデューサ・アンプ、ADC バッファ・アンプ、DAC の I-V 変換などをはじめとする、高い精度や安定度が要求されるアプリケーションに最適です。この他にも、出力フルスイング、 1.1mA の低消費電流 (アンプあたり)、 5MHz のゲイン帯域幅積といった利点があります。

LMP2021/LMP2022 は $2.2\text{V} \sim 5.5\text{V}$ の広い電源電圧範囲で動作するため、バッテリー駆動型のポータブル・アプリケーションに最適です。LMP2021 は 5 ピンの SOT23 と 8 ピンの SOIC パッケージで提供されます。LMP2022 は、8 ピンの MSOP と 8 ピンの SOIC パッケージで提供されます。

EMI 抑制

携帯電話、Bluetooth、Wi-Fi 信号が広く普及し、無線通信機を内蔵した感知システムが急増したことで、高精度シグナル・パスを設計する上で、電磁干渉 (EMI) が常に重要な検討事項になっています。RF 信号はオペアンプの帯域外にあります。RF キャリアをオンとオフで切り替えたときに、オペアンプの DC オフセットが変動されることがあります。また、一般的な RF 変調方式によっては、ダウンコンバートされた成分が誘導されることもあります。このように加えられた DC オフセットや誘導された信号が所定の信号で増幅され、これにより測定結果が損なわれます。LMP2021/LMP2022 はフィルタが内蔵されているため、入力および電源ピンにおけるこうした好ましくない RF 信号を除去でき、高精度シグナル・パスのインテグリティが保証されます。

ツイストペア・ケーブルおよびアクティブ・フロントエンドの共通モード除去は低周波ノイズ ($60\text{Hz} \sim 50\text{Hz}$ の電源) には効果的ですが、RF 干渉には効果を発揮しません。Figure 12 にこれを示します。PCB トレースが数センチであっても、センサの配線がアンプのすぐ近くにあると、 1GHz もの RF を拾ってしまうことがあります。LMP2021/LMP2022 は EMI フィルタを内蔵しているため、外部のシールドおよびフィルタの必要性が低減または除去され、システムの堅牢性を高めることができます。高い EMIRR は RF 干渉の除去の向上を意味します。EMIRR の詳細は AN-1698 を参照してください。

入力電圧ノイズ

LMP2021/LMP2022 の入力電圧ノイズ密度には $1/f$ コーナーがなく、帰還ネットワークを使用するかどうかによって値が異なります。LMP2021/LMP2022 のこの特性が、他のベンダから現在提供されている製品とこのファミリの違いです。特に、LMP2021/LMP2022 の閉ループ電圧ゲインが上がると、入力電圧ノイズ密度が下がります。オペアンプの閉ループ電圧ゲインが 1000 の場合、LMP2021/LMP2022 の入力電圧ノイズは $11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 未満です。入力信号が小さいほど、高い電圧ゲインが必要になります。入力信号が小さい場合は、入力電圧ノイズが低い方が有利で、高い SN 比を実現できます。

Figure 1 に、閉ループ・ゲインが上がったときの LMP2021/LMP2022 の入力電圧ノイズを示します。

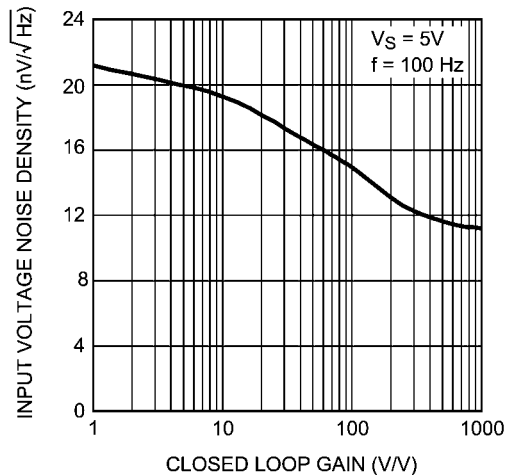


FIGURE 1. Input Voltage Noise Density decreases with Gain

Figure 2 に、入力電圧ノイズ密度に $1/f$ 成分がないことが示されています。

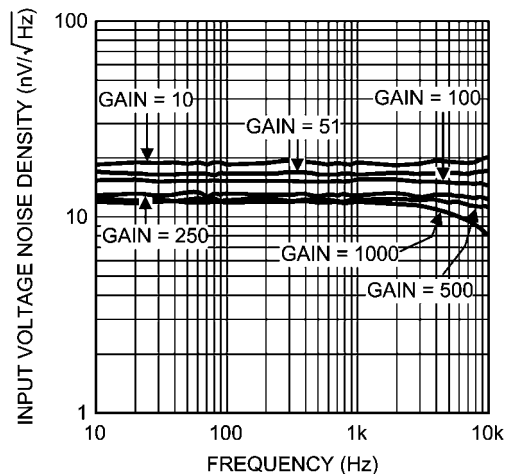


FIGURE 2. Input Voltage Noise Density with no $1/f$

入力信号がさらに小さく、低い誤差率が求められる高精度アプリケーションになるほど、入力電圧ノイズが低減され、 $1/f$ ノイズがないことで、より柔軟な回路設計が可能になります。

アプリケーション情報 (つづき)

フィルタによるノイズの低減の実現

LMP2021/LMP2022 は入力電圧ノイズが低く、 $1/f$ ノイズがないため、ノイズの影響を受けやすい設計を伴う多くのアプリケーションに適しています。LMP2021/LMP2022 で単純なフィルタ処理を行うことで、高周波ノイズを除去できます。Figure 3 は、これを実現した単純な回路を示したものです。

Figure 3 において、 C_F と、 C_F および R_F に起因するフィルタのコーナー周波数によって、全体のノイズが低減されます。

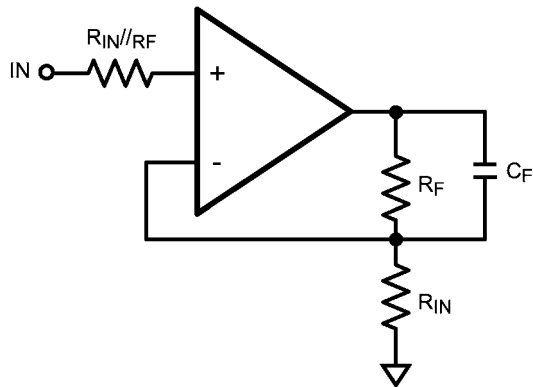


FIGURE 3. Noise Reducing Filter for Lower Gains

ノイズ要求がさらに厳しいアプリケーションでノイズ・フロアの低減を実現するには、オペアンプの出力に対して増幅段の後に単純なフィルタを追加できます。Figure 4 に、この目的を達成した単純な回路の回路図を示します。LMV771 などの低ノイズ・アンプを使用すれば、LMP2021/LMP2022 の出力に単一ポールのローパス・フィルタを作成できます。LMP2021/LMP2022 の入力信号がすでにかなり高いゲインを達成しているとき、LMV771 の入力電圧ノイズの影響は実際にはそれほど顕著でなく、フィルタ・アンプ (この回路の場合は LMV771) のノイズ特性が支配的な要因になることはありません。

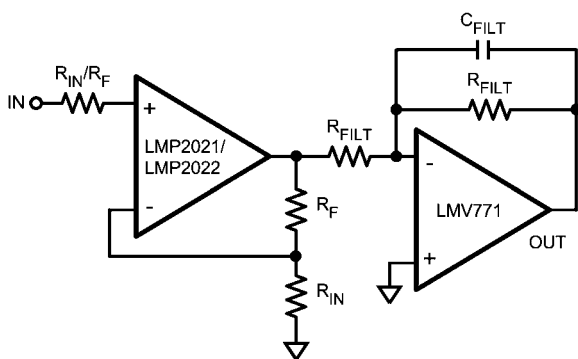


FIGURE 4. Enhanced Filter to Further Reduce Noise at Higher Gains

Figure 4 の回路を使用すると、Figure 3 の回路を使用したときに見られる非線形のフィルタ帯域幅依存性を除去できるという利点があります。Figure 3 ~ 4 の回路のノイズ特性の差が顕著になるのは、ゲインが高い場合だけです。電圧ゲインが $10V/V$ 以下の場合、2 つの回路のノイズ特性に差はありません。

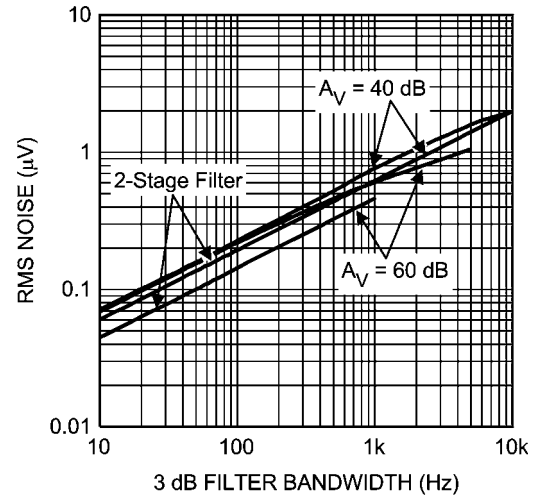


FIGURE 5. RMS Input Referred Noise vs. Frequency

Figure 5 に、ゲインが $100V/V$ と $1000V/V$ のときの Figure 3 と Figure 4 の両方のフィルタの合計入力換算ノイズと $3dB$ コーナーの対比を示します。この測定値および Figure 3 の回路の使用では、 $R_F = 49.7k\Omega$ と $R_{IN} = 497\Omega$ です。 C_F の値は、所望の $3dB$ フィルタ・コーナー周波数を実現するために変更されています。Figure 4 の回路の場合、 $R_F = 49.7k\Omega$ および $R_{IN} = 497\Omega$ 、 $R_{FILT} = 49.7k\Omega$ で、 C_{FILT} は所望の $3dB$ フィルタ・コーナー周波数を実現するために変更されています。Figure 5 は、この 2 つの回路の RMS ノイズを比較したものです。Figure 5 に示すように、Figure 4 の回路で測定された RMS ノイズの方が値が小さく、より線形になっています。

デジタル・アキュイジション・システム

分解能が 16 ビット ~ 24 ビットの高分解能 ADC は、それを駆動するアンプのノイズの制限を受けることがあります。回路構成、使用する抵抗の値、アンプに現れるソース・インピーダンスがアンプのノイズに影響を及ぼします。アンプの出力における総ノイズは、ホワイト・ノイズや広帯域ノイズ、 $1/f$ ノイズ、熱ノイズ、電流ノイズといったノイズ源のいずれかにより左右されます。医療用計測機器などの低周波アプリケーションでは、ソース・インピーダンスは通常低いため、電流ノイズが結合されても、総ノイズに大きな影響を及ぼすことはありません。しかし、多くのアプリケーションにとって $1/f$ ノイズやフリッカ・ノイズは重要であるため、LMP2021/LMP2022 のような自動補正機能付きの安定化アンプを使用することで、総ノイズを低減させます。

Table 1 に、他社製品 A と比較した、LMP2021/LMP2022 の入力および出力換算 RMS ノイズ値をまとめてあります。これまでに述べたように、LMP2021/LMP2022 のこの優れたノイズ特性は、増幅段の後に単純なローパス・フィルタを追加することで、さらなる向上が可能です。

Figure 4 に示すように、フィルタを追加することの効果は、ゲインの高いアプリケーションの場合に発揮されます。このため、ゲインが 10 では、Figure 3 の回路の結果だけが示されます。LMP2021/LMP2022 の RMS 入力ノイズを他社製品 A の入力ノイズ特性と比較してみましょう。他社製品 A の RMS 入力ノイズは、フィルタを追加しても追加しなくても変わりません。

アプリケーション情報 (つづき)

Table 1: RMS Input Noise Performance

Amplifier Gain (V/V)	System Bandwidth Requirement (Hz)	RMS Input Noise (nV)		
		LMP2021/LMP2022		Competitor A
		Figure 3 Circuit	Figure 4 Circuit	Figures 4, 3 Circuit
10	100	229	*	300
	1000	763	*	1030
100	100	229	196	300
	1000	763	621	1030
1000	10	71	46	95
	100	158	146	300
	1000	608	462	1030

* $A_V = 10V/V$ では、ノイズ測定値に大きな違いは見られない

入力バイアス電流

LMP2021/LMP2022 のバイアス電流は、オートゼロ回路の入力にダイナミックな過渡電流が発生するため、従来のアンプとは様子が異なります。入力バイアス電流は、入力オートゼロ回路の充電電流および放電電流の影響を受けます。その段からシグナルまたはソースされる電流の量は、入力インピーダンスの組み合わせ (抵抗と容量) と、このインピーダンスの 2 つの入力間のバランスとマッチングによって決まります。この電流がオートゼロ回路に組み込まれ、見かけ上の「バイアス電流」に変動を発生させます。このため、「バイアス電流と入力インピーダンス」が見かけ上相互作用していることとなります。LMP2021/LMP2022 では、入力抵抗インピーダンスが $1G\Omega$ である場合、入力バイアス電流の変動は最大 $40pA$ になります。この入力バイアスの変動は、入力の容量性インピーダンスの変化に起因します。入力バイアス電流は入力インピーダンスに依存するため、エンド回路や付随する浮遊容量の知識がないと、実際のバイアス電流を推定することは困難です。

Figure 6 に、LMP2021/LMP2022 の入力バイアス電流と現在市販されている他社製の別のアンプの入力バイアス電流を示します。ここからわかるように、LMP2021/LMP2022 バイアス電流の変動は、他のベンダが提供している他のチョップ方式やオートゼロのアンプの場合よりもはるかに低くなっています。

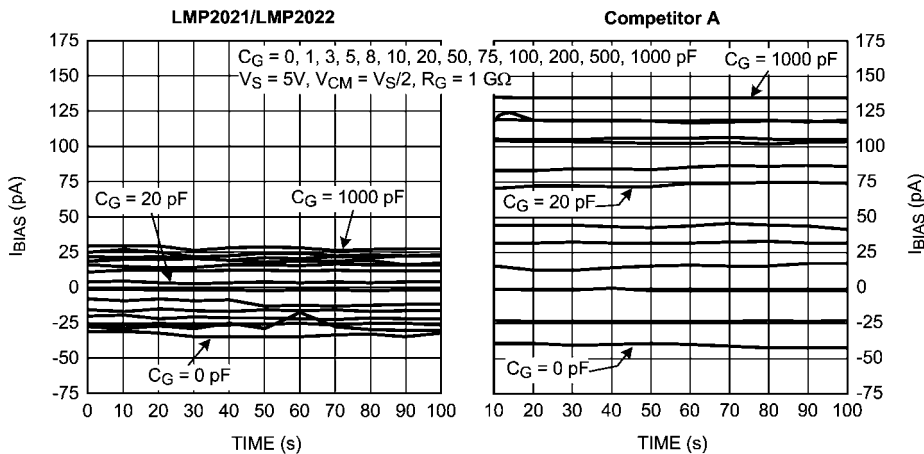


FIGURE 6. Input Bias Current of LMP2021/LMP2022 is lower than Competitor A

入力バイアス電流の低減

「入力バイアス電流」で説明したように、LMP2021/LMP2022 のようなオートゼロ・アンプの入力バイアス電流は、入力インピーダンスおよび帰還インピーダンスに伴い変動します。特定の入力抵抗 (センサ抵抗) の値が判明すれば、電流の低減につながる容量値を選択することで、この一定の入力抵抗について入力バイアス電流を最適化できます。Figure 7 に、LMP2021/LMP2022 の入力バイアス電流と入力インピーダンスの比較を示します。このテストの R_G (入力抵抗) の値は $1G\Omega$ です。この入力抵抗値を使用し、 $22pF$ の並列容量を回路に配置した場合、入力バイアス電流はほぼ $0pA$ になります。Figure 7 を使用すれば、他のセンサ抵抗についてもコンデンサの値を外挿できます。このためには、LMP2021/LMP2022 の入力に現れる総インピーダンスを Figure 7 に基づいて算出する必要があります。 R_G の値がわかれば、非反転の入力バイアス電流である正のバイアス電流値を低減させる C_G を算出できます。

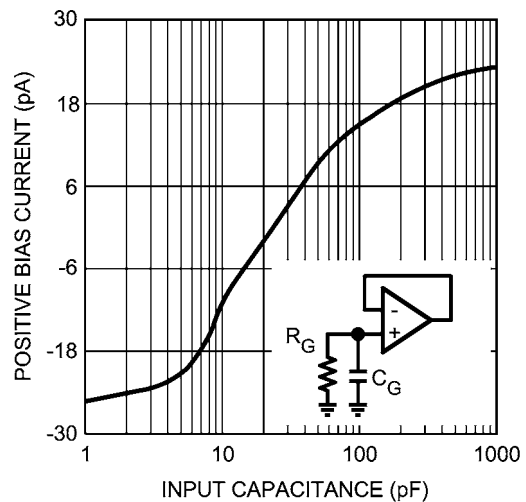


FIGURE 7. Input Bias Current vs. C_G with $R_G = 1 G\Omega$

アプリケーション情報 (つづき)

典型的な I-V コンバータでは、DC オフセット電流とバイアス電流、さらに帰還抵抗を介して印加された信号を加えた合計が出力電圧になります。従来の入力段では、反転入力容量が回路に影響を及ぼすことはほとんどありません。この影響が生じるのは、通常、セトリング・タイムと誘電体吸収時間で、無視しても問題ありません。ただし、オートゼロ・アンプでは、入力容量の影響が出力に別の条件を加えることとなります。つまり、出力でのベースラインの測定が入力容量に依存することになります。このための入力容量には、回路の浮遊容量およびあらゆる入力ケーブル容量が含まれます。パルスのデューティ・サイクルおよび振幅はその時点の補正に応じて局部的に異なるため、容量性オフセットにわずかな変動が見られます。抵抗インピーダンスと容量性インピーダンス両方が入力間で整合した場合に入力電流は最も小さくなります。入力容量のバランスを取ることで、影響を軽減できます。入力インピーダンスのバランスを取るための簡単な方法は、容量を帰還抵抗と並列に追加することです。このように帰還容量を追加すれば、バイアス電流が低減され、オペアンプの安定性を高められます。Figure 8 に、 R_F が $1\text{ G}\Omega$ に設定されている場合の LMP2021/LMP2022 の入力バイアス電流を示します。Figure 8 からわかるように、 C_F の最適値を選択することで、入力バイアス電流の低減につながります。

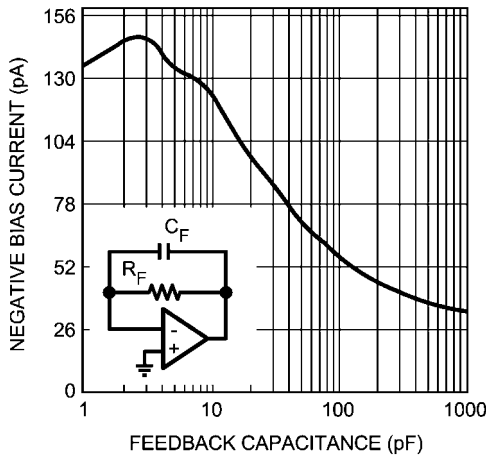


FIGURE 8. Input Bias Current vs. C_F with $R_F = 1\text{ G}\Omega$

回路におけるバイアス電流の影響の概算値を、次式により求めることができます。

$$A_V \cdot I_{BIAS+} + Z_S - I_{BIAS-} \cdot Z_F$$

A_V はシステムの閉ループ・ゲイン、 I_{BIAS+} と I_{BIAS-} はそれぞれ正と負のバイアス電流を表します。こうしたバイアス電流の平均値は、通常、製品のデータシートに示されています。 I_{BIAS+} と I_{BIAS-} が個別に指定されていない場合は、データシートのグラフまたは表に示されている I_{BIAS} 値を使用して、計算を行ってください。

Figure 12 に示されているアプリケーション回路では、各 LMP2022 アンプのゲインは 18 です。ブリッジのセンサ・インピーダンスが $500\ \Omega$ の場合、上記の式により、LMP2022 アンプの出力におけるバイアス電流に起因する合計誤差は 200 nV 未満になります。

センサ・インピーダンス

センサ抵抗、つまり LMP2021/LMP2022 の入力に接続している抵抗は、自動補正入力段に現れる合計インピーダンスに影響します。

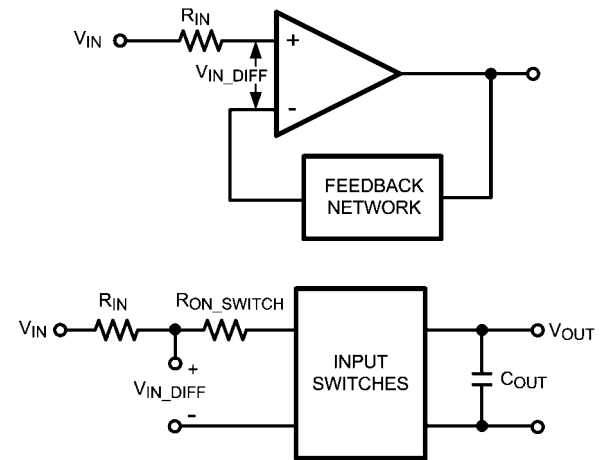


FIGURE 9. AUTO CORRECTING INPUT STAGE MODEL

Figure 9 に示すように、 R_{IN} と $R_{ON-SWITCH}$ を加えた和が、補正サイクル時に C_{OUT} と一緒にローパス・フィルタを構成します。 R_{IN} が大きくなれば、このフィルタの時定数も大きくなり、その結果、出力信号が遅くなり、LMP2021/LMP2022 の開ループ・ゲイン A_{VOL} の低減を招く恐れがあります。高インピーダンス・センサやその他高い抵抗が LMP2021/LMP2022 の入力に接続されている場合の A_{VOL} のこうした低減を防ぐには、コンデンサをこの入力抵抗と並列に配置します。これを Figure 10 に示します。

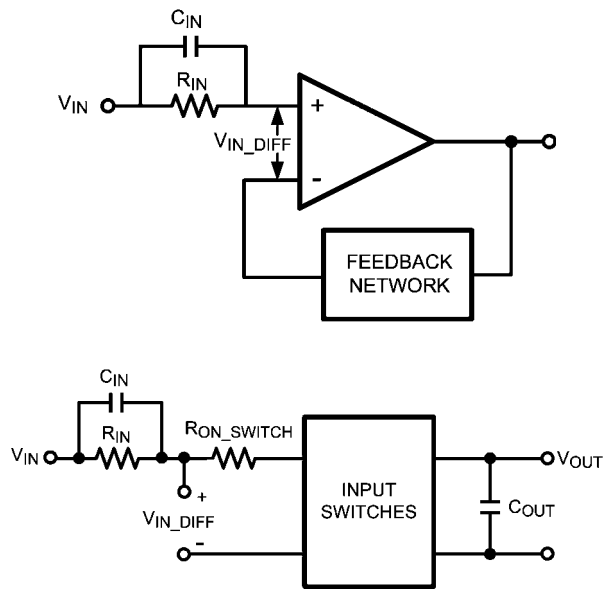


FIGURE 10. Sensor Impedance with Parallel Capacitance

アプリケーション情報 (つづき)

Figure 10 の C_{IN} により、ローパス・フィルタにゼロが加えられ、LMP2021/LMP2022 の A_{VOL} の低減を抑えることができます。これを実現するための代替回路を Figure 11 に示します。

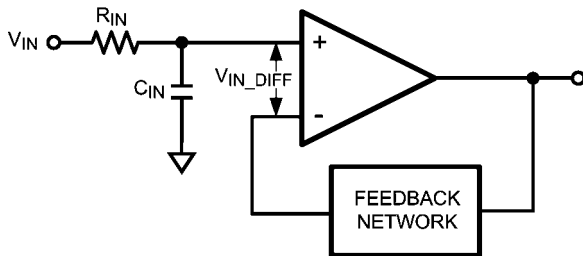


FIGURE 11. Alternative Sensor Impedance Circuit

高速入力に対する過渡応答

連続オートゼロ補正回路を内蔵しているため、 $1/f$ ノイズが除去され、オフセット電圧およびオフセット電圧ドリフトを大幅に低減できます。 $1/f$ ノイズ、オフセット電圧、オフセット電圧ドリフト、これらはすべて、周波数が非常に低い場合に発生する事象です。センサ信号の切り替えが遅い場合、この補正はトランスペアレントで行われます。40mV/ μ s よりも速い出力変動をもたすような励起の場合は、正弦波と階段状の2つの観点でさらに考慮が必要になります。

正弦波入力では、 $\pm 2.5V$ 電源で出力がフルスイングで振幅している場合、オートゼロ回路は 2.55kHz よりも上に歪みを生じさせます。出力振幅がこれよりも小さければ、下表に示すように、オートゼロのスルー制限がなくても高い周波数を増幅できます。20kHz より高い信号が影響を受けることはありませんが、通常、オートゼロ回路からのエイリアシングを除去するため、閉ループ帯域幅は 20kHz 以下に抑えてください。

$V_{OUT-PEAK}$ (V)	$f_{MAX-SINE WAVE}$ (kHz)
0.32	20
1	6.3
2.5	2.5

感知システムへの妨害に起因するものなど、階段状の入力の場合は、オートゼロのスルーレート制限は長いランピングおよびセトリング・タイムとして現れ、100 μ s まで続きます。

差動ブリッジ・センサ

圧力センサや計量器など、さまざまなアプリケーションでブリッジ・センサが使用されています。ブリッジ・センサでは、通常、差動出力信号は非常に小さいものです。このため、ADC に供給する前に、信号を正確に増幅する必要があります。これまでに述べたように、システム全体の精度を維持するには、ADC ドライバとして使用するオペアンプの精度が重要です。

LMP2021/LMP2022 は、その高い DC 精度により、ブリッジ・センサで使用するのに理想的です。LMP2021/LMP2022 は、入力オフセット電圧および入力オフセット電圧ドリフトが非常に低くなっています。LMP2021/LMP2022 の開ループ・ゲインは 160dB です。

LMP2021/LMP2022 では EMI 除去フィルタが内蔵されているため、信号に混入する EMI 干渉を抑制でき、システム全体の性能の向上につながります。

Figure 12 の回路は、LMP2021/LMP2022 を使用した一般的なブリッジ・センサのシグナル・バス・ソリューションを示したものと

です。ブリッジ・センサは、一般的なブリッジの抵抗の少なくとも 1 つ、最大 4 つすべてを、外部ステイミユラスに応じて抵抗が変動するセンサに置き換えることで作成されます。4 つのセンサを使用すると、出力ダイナミック・レンジを拡大するという利点が得られます。抵抗性圧力センサ 1 つの代表的な出力電圧は、ブリッジ励起電圧 1V あたり、2mV です。センサを 4 つ使用した場合のブリッジの出力は、1V あたり 8mV になります。このシステムのブリッジ電圧は、アナログ電源電圧の 1/2 で、ADC161S626 の基準電圧である 2.5V に選択されます。この励起電圧では、ブリッジの差動出力信号が $2.5V * 8mV = 20mV$ になります。この 20mV 信号は、ADC のダイナミック入力レンジに合わせて、アンプで正確に増幅する必要があります。このためには、ADC161S626 の前に LMP2022 を 1 つと LMP2021 を 1 つ使用します。この 20mV 信号の増幅は 2 段階構成で実現され、計装アンプを使用します。Figure 12 の LMP2022 が、ブリッジ・センサの差動出力の両側をゲイン 18 だけ増幅します。ブリッジ・センサの測定は、通常、最大数十 Hz まで行われます。LMP2022 に 300Hz のフィルタを配置すると、この回路から高周波ノイズを除去できます。このフィルタは、LMP2022 アンプの帰還経路にコンデンサを 2 つ配置することで作成します。ゲイン 18 で LMP2022 を使用すると、オペアンプ、ひいてはシステムの入力換算電圧ノイズを除去できます。また、このゲインにより、ノイズ特性を損なうことなく、LMP2022 で信号を直接フィルタリングできます。その後、LMP2022 の 2 つのアンプの差動出力が、差動アンプとして構成されている LMP2021 に供給されます。この段のゲインは 5 で、システム全体のゲインは $(18*2 + 1)*5 = 185$ になります。LMP2021 の CMRR 値は高く、139 です。この高い CMRR により、ブリッジによってもたらされるコモンモード信号が除去され、システムのパフォーマンス向上が可能になります。全体のゲインが 185 であるので、20mV 差動入力信号は最大 3.7V 増幅されます。これには、アンプの出力振幅と ADC の入力ダイナミック・レンジが使用されます。

こうして増幅された信号が ADC161S626 に供給されます。ADC161S626 は 16 ビット、50kSPS ~ 250kSPS の 5V ADC です。この構成で ADC161S626 のビット数を最大限に使用するには、2.5V の基準電圧を使用します。この 2.5V の基準電圧は、ブリッジ・センサおよび ADC の反転入力を駆動するためにも使用されます。この 3 つの箇所と同じ電圧源を使用することで、電圧源に起因する誤差が軽減され、システム全体の誤差を軽減できます。

このシステムでは、最大 20mV まで可能なブリッジ・センサの出力信号を ADC のフルスケールに正確に増幅した後でデジタル化し、その後の処理を行います。LMP2021/LMP2022 により、システムへもたらされる誤差は最小限に抑えられ、コモンモード信号と高周波ノイズを除去することで、信号品質の向上が実現されます。

アプリケーション情報 (つづき)

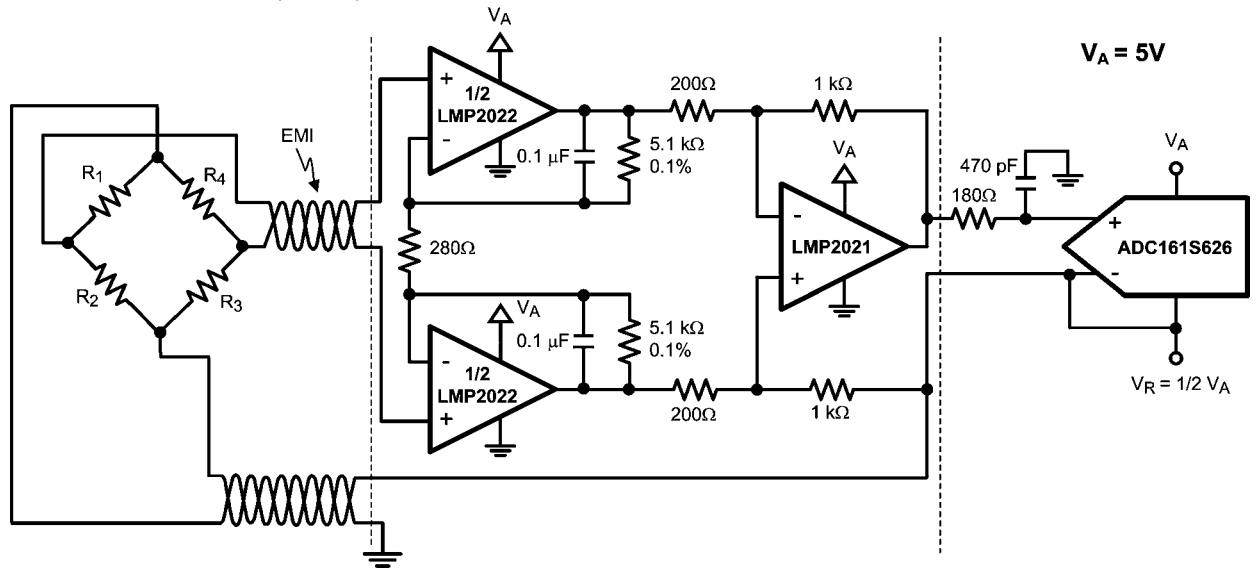
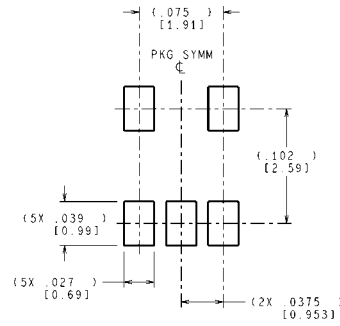
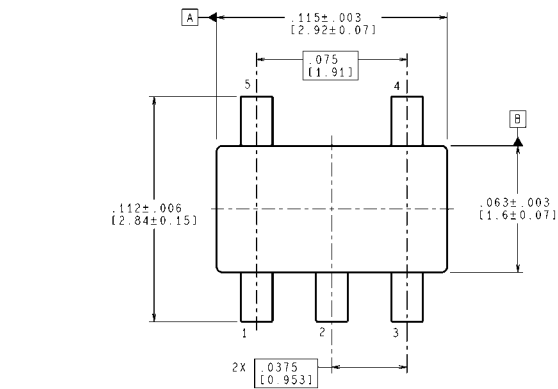
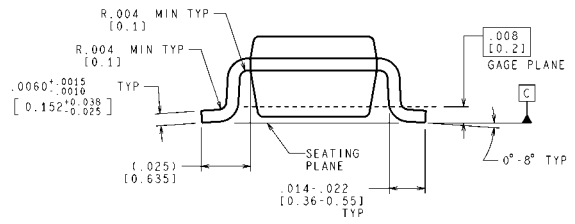
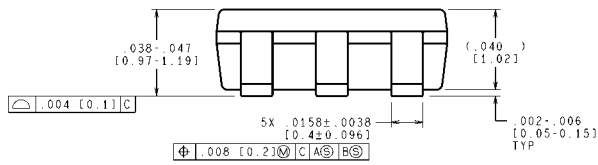


FIGURE 12. LMP2021/LMP2022 used with ADC161S626

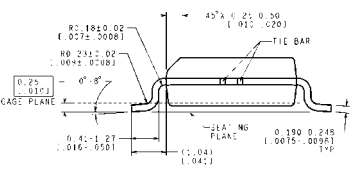
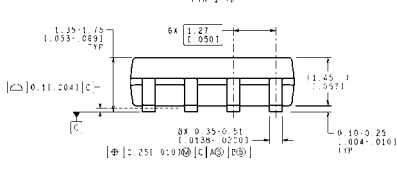
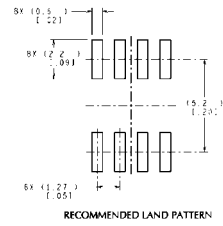
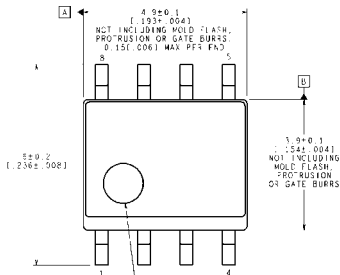
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



LAND PATTERN RECOMMENDATION



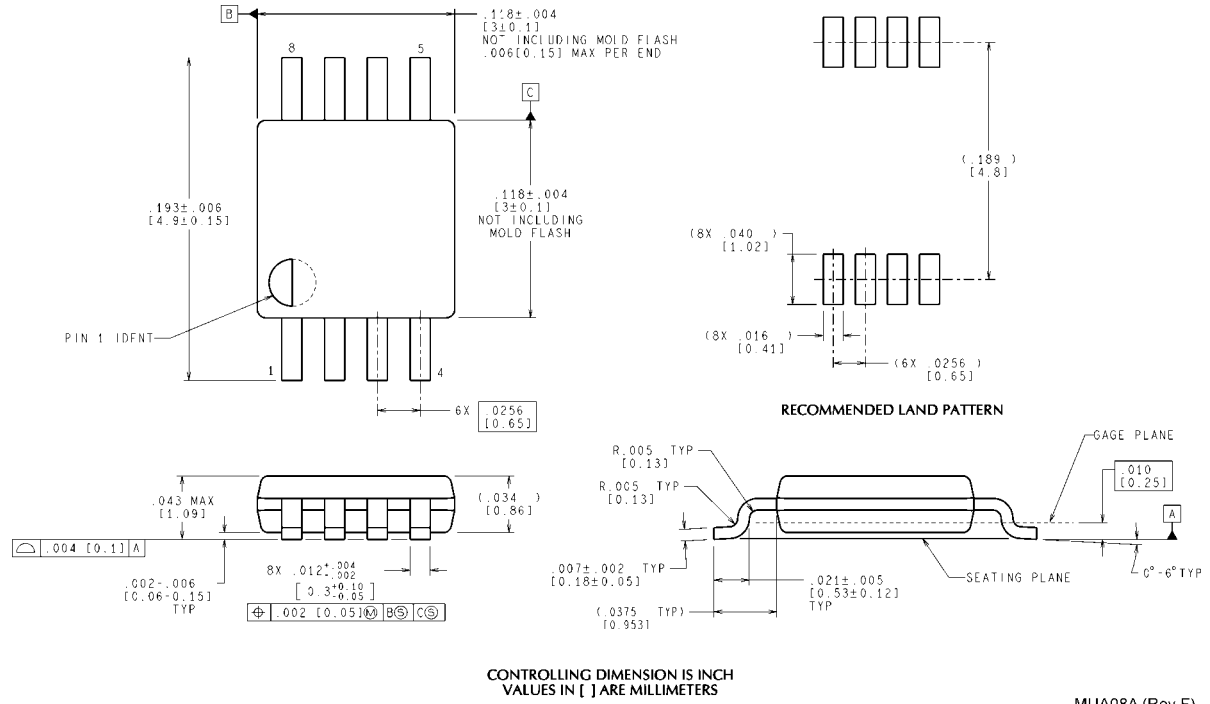
5-Pin SOT-23
NS Package Number MF05A



CONTROLLING DIMENSION IS MILLIMETER
VALUES IN [] ARE INCHES
DIMENSIONS IN [] FOR STEEPENED ON *

M08A (Rev M)

8-Pin SOIC
NS Package Number M08A



CONTROLLING DIMENSION IS INCH
VALUES IN [] ARE MILLIMETERS

8-Pin MSOP
NS Package Number MUA08A

MUA08A (Rev F)

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を負いかねます。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か使用、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 © 2011 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/

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。

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、保証もしくは是認するということの意味しません。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おられません。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おられません。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 © 2012, 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。）

- 直射日光があたる状態で保管・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