

# LMV796,LMV797

*LMV796/LMV796Q/LMV797 17 MHz, Low Noise, CMOS Input, 1.8V Operational Amplifiers*



Literature Number: JAJSAJ3

## LMV796/LMV797

### 17MHz、低ノイズ、CMOS 入力 1.8V オペアンプ

#### 概要

LMV796 (シングル)/LMV797 (デュアル) の低ノイズ、CMOS 入力オペアンプは、消費電流がわずか 1.15mA (LMV796) ながら、5.8nV/√Hz の低入力電圧ノイズ密度を実現しています。LMV796/LMV797 は、ユニティ・ゲインにおいても安定して動作するオペアンプで、ゲイン帯域幅は 17MHz です。電圧範囲は 1.8V ~ 5.5V の単一電源によって動作します。LMV796/LMV797 は、いずれも 600 の負荷を駆動し、60mA の電流供給できるフルスイング出力段を備えています。

LMV796 ファミリーは、低電圧および低ノイズのシステムで最適性能を発揮するように設計されています。数フェムトアンペア・レンジの入力バイアス電流 (typ) と、グラウンドを含む入力同相電圧範囲を備えた CMOS 入力段により、LMV796/LMV797 は低電力センサ・アプリケーションに最適です。

LMV796/LMV797 はナショナル セミコンダクターの先進の VIP50 プロセスによって製造され、それぞれ 5 ピン SOT23 パッケージと 8 ピン MSOP パッケージとして提供されます。

#### 特長

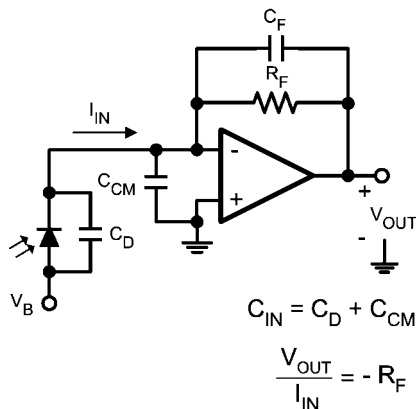
(特記のない限り 5V (typ) 電源)

入力換算電圧ノイズ	5.8nV/√Hz
入力バイアス電流	100fA
ユニティ・ゲイン帯域幅	17MHz
消費電流 (チャンネルあたり)	
LMV796	1.15mA
LMV797	1.30mA
出力フルスイング振幅	
10k 負荷時	正負電源電圧の 25mV 以内
2k 負荷時	正負電源電圧の 45mV 以内
2.5V および 5.0V で特性を保証	
全高調波歪み	0.01% (1kHz, 600 の場合)
温度範囲	-40 ~ 125

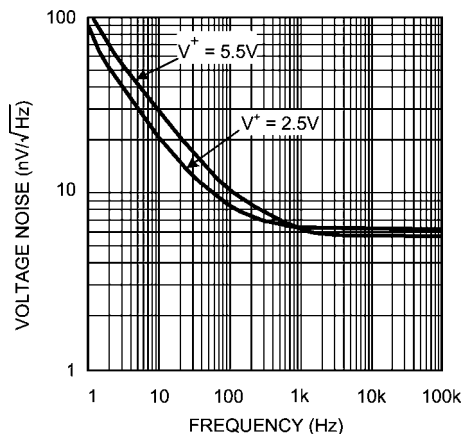
#### アプリケーション

- フォトダイオード・アンプ
- アクティブ・フィルタとバッファ
- 低ノイズ信号処理
- 医療用測定機器
- センサ・インタフェース・アプリケーション

#### 代表的なアプリケーション



Photodiode Transimpedance Amplifier



Input Referred Voltage Noise vs. Frequency

**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。

**ハンダ付け情報**

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

**ESD 耐圧 (Note 2)**

人体モデル	2000V
マシン・モデル	200V
帯電モデル	1000V
$V_{IN}$ 差動電圧	$\pm 0.3V$
電源電圧 ( $V^+ - V^-$ )	6.0V
入出力ピン電圧	$V^+ + 0.3V, V^- - 0.3V$
保存温度範囲	- 65 ~ 150
接合部温度 (Note 3)	+ 150

**動作定格 (Note 1)**

温度範囲 (Note 3)	- 40 ~ 125
電源電圧 ( $V^+ - V^-$ )	- 40 $T_A$ 125
	2.0V ~ 5.5V
	0 $T_A$ 125
	1.8V ~ 5.5V
パッケージ熱抵抗 ( $J_A$ (Note 3))	
5 $\square$ SOT-23	180 /W
8 $\square$ MSOP	236 /W

**2.5V 電気的特性**

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25^\circ C$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。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 5)	Typ (Note 4)	Max (Note 5)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage			0.1	$\pm 1.35$ <b><math>\pm 1.65</math></b>	mV
$TC V_{OS}$	Input Offset Voltage Temperature Drift	LMV796 (Note 6)		-1.0		$\mu V/^\circ C$
		LMV797 (Note 6)		-1.8		
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 1.0V$ (Notes 7, 8)	$-40^\circ C \leq T_A \leq 85^\circ C$	0.05	1 <b>25</b>	pA
			$-40^\circ C \leq T_A \leq 125^\circ C$	0.05	1 <b>100</b>	
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = 1.0V$ (Note 8)		10		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 1.4V$	80 <b>75</b>	94		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0V \leq V^+ \leq 5.5V, V_{CM} = 0V$	80 <b>75</b>	100		dB
		$1.8V \leq V^+ \leq 5.5V, V_{CM} = 0V$	80	98		
CMVR	Common Mode Voltage Range	CMRR $\geq 60$ dB CMRR $\geq 55$ dB	-0.3 <b>-0.3</b>		1.5 <b>1.5</b>	V
$A_{VOL}$	Open Loop Voltage Gain	$V_{OUT} = 0.15V$ to 2.2V, $R_{LOAD} = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$	LMV796	85 <b>80</b>	98	dB
			LMV797	82 <b>78</b>	92	
		$V_{OUT} = 0.15V$ to 2.2V, $R_{LOAD} = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		88 <b>84</b>	110	
$V_{OUT}$	Output Voltage Swing High	$R_{LOAD} = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$		25	75 <b>82</b>	mV from either rail
		$R_{LOAD} = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		20	65 <b>71</b>	
	Output Voltage Swing Low	$R_{LOAD} = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$		30	75 <b>78</b>	
		$R_{LOAD} = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		15	65 <b>67</b>	

## 2.5V 電気的特性 (つづき)

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。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 5)	Typ (Note 4)	Max (Note 5)	Units
$I_{OUT}$	Output Current	Sourcing to $V^-$ $V_{IN} = 200$ mV (Note 9)	35 <b>28</b>	47		mA
		Sinking to $V^+$ $V_{IN} = -200$ mV (Note 9)	7 <b>5</b>	15		
$I_S$	Supply Current per Amplifier	LMV796		0.95	1.30 <b>1.65</b>	mA
		LMV797 per channel		1.1	1.50 <b>1.85</b>	
SR	Slew Rate	$A_V = +1$ , Rising (10% to 90%)		8.5		V/ $\mu$ s
		$A_V = +1$ , Falling (90% to 10%)		10.5		
GBW	Gain Bandwidth			14		MHz
$e_n$	Input Referred Voltage Noise Density	$f = 1$ kHz		6.2		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Referred Current Noise Density	$f = 1$ kHz		0.01		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 1$ kHz, $A_V = 1$ , $R_{LOAD} = 600\Omega$		0.01		%

## 5V 電気的特性

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。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 5)	Typ (Note 4)	Max (Note 5)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage			0.1	$\pm 1.35$ <b><math>\pm 1.65</math></b>	mV
TC $V_{OS}$	Input Offset Voltage Temperature Drift	LMV796 (Note 6)		-1.0		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMV797 (Note 6)		-1.8		
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 2.0V$ (Notes 7, 8)	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	0.1	1 <b>25</b>	pA
			$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$	0.1	1 <b>100</b>	
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = 2.0V$ (Note 8)		10		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 3.7V$	80 <b>75</b>	100		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0V \leq V^+ \leq 5.5V$ , $V_{CM} = 0V$	80 <b>75</b>	100		dB
		$1.8V \leq V^+ \leq 5.5V$ , $V_{CM} = 0V$	80	98		
CMVR	Common Mode Voltage Range	CMRR $\geq 60$ dB CMRR $\geq 55$ dB	-0.3 <b>-0.3</b>		4 <b>4</b>	V
$A_{VOL}$	Open Loop Voltage Gain	$V_{OUT} = 0.3V$ to $4.7V$ , $R_{LOAD} = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$	LMV796	85 <b>80</b>	97	dB
			LMV797	82 <b>78</b>	89	
		$V_{OUT} = 0.3V$ to $4.7V$ , $R_{LOAD} = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		88 <b>84</b>	110	

## 5V 電気的特性 (つづき)

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

$V_{OUT}$	Output Voltage Swing High	$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		35	75	mV from either rail
		$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		25	65	
	Output Voltage Swing Low	$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	LMV796	42	75	
			LMV797	45	80	
		$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		20	65	<b>67</b>
$I_{OUT}$	Output Current	Sourcing to $V^-$ $V_{IN} = 200\text{ mV}$ (Note 9)		45	60	mA
		Sinking to $V^+$ $V_{IN} = -200\text{ mV}$ (Note 9)		10	21	
$I_S$	Supply Current per Amplifier	LMV796		1.15	1.40	mA
		LMV797 per channel		1.30	1.70	
SR	Slew Rate	$A_V = +1$ , Rising (10% to 90%)		6.0	9.5	V/ $\mu\text{s}$
		$A_V = +1$ , Falling (90% to 10%)		7.5	11.5	
GBW	Gain Bandwidth			17		MHz
$e_n$	Input Referred Voltage Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		5.8		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Referred Current Noise Density	$f = 1\text{ kHz}$		0.01		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 1\text{ kHz}$ , $A_V = 1$ , $R_{LOAD} = 600\Omega$		0.01		%

**Note 1:** 絶対最大定格は、それを超えるとデバイスが破壊される可能性があるリミット値を示します。動作定格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。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:** 使用した試験回路は、人体モデルに基づき 100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k を通して各ピンに放電されます。マシン・モデルでは 0 と 200pF が直列接続されます。

**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。ある周囲温度での最大許容消費電力  $P_D$  は  $(T_{J(MAX)} - T_A) / J_A$  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:** 代表値 (typ) は特性評価時におけるパラメータの標準 (norm) を表します。

**Note 5:** リミット値は 25 において 100% 検査されます。全動作温度範囲におけるリミット値は標準統計品質管理 (SQC) 手法を用いた相関によって保証されています。

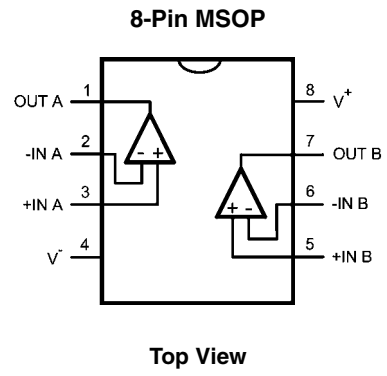
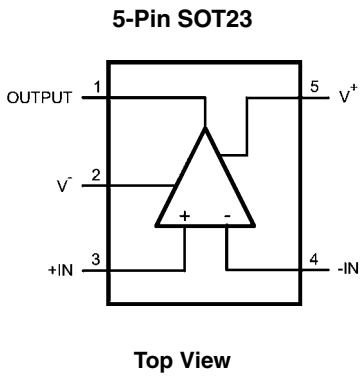
**Note 6:**  $V_{OS}$  の変化量を温度変化量で除算すると、オフセット電圧の平均ドリフト量が求められます。

**Note 7:** デバイスに向かって流れ込む電流を正方向の電流と定義しています。

**Note 8:** このパラメータは、設計や特性評価によって保証されており、製造工程ではテストされません。

**Note 9:** 短絡試験は瞬時開ループ試験の 1 つです。短絡時間は 1.5ms です。

ピン配置図



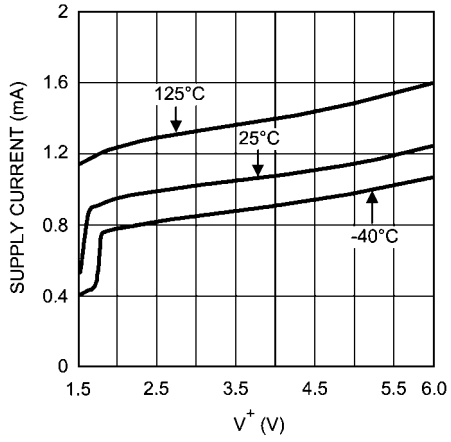
製品情報

Package	Part Number	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing
5-Pin SOT23	LMV796MF	AT3A	1k Units Tape and Reel	MF05A
	LMV796MFX		3k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LMV797MM	AU3A	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LMV797MMX		3.5k Units Tape and Reel	

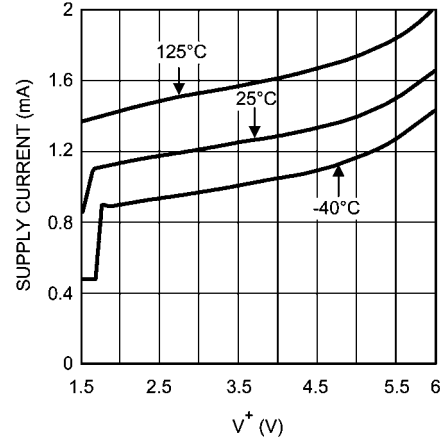
代表的な性能特性

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = \text{電源電圧} = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

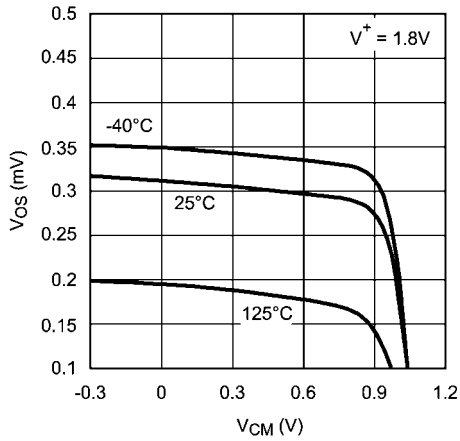
Supply Current vs. Supply Voltage (LMV796)



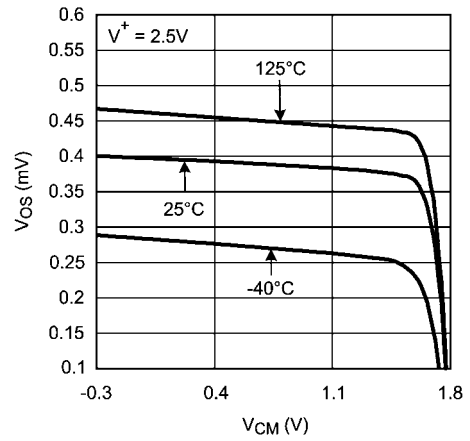
Supply Current vs. Supply Voltage (LMV797)



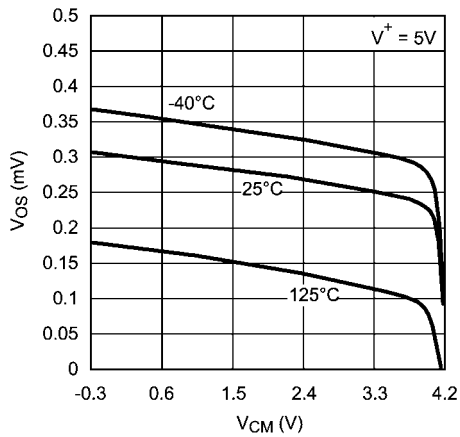
$V_{OS}$  vs.  $V_{CM}$



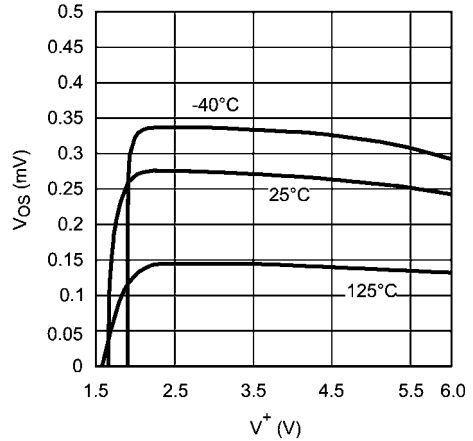
$V_{OS}$  vs.  $V_{CM}$



$V_{OS}$  vs.  $V_{CM}$



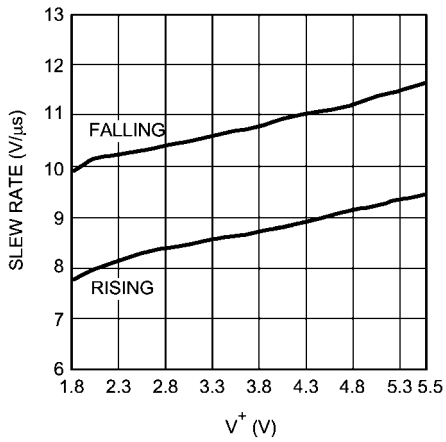
$V_{OS}$  vs. Supply Voltage



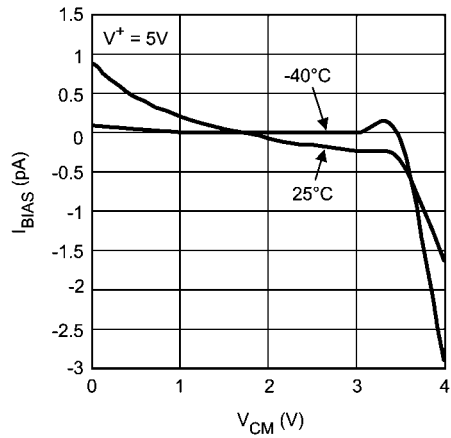
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = \text{電源電圧} = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

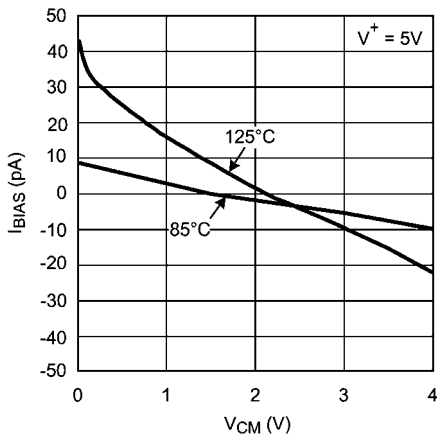
Slew Rate vs. Supply Voltage



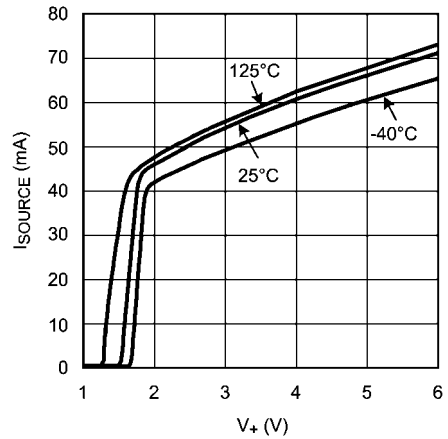
Input Bias Current vs.  $V_{CM}$



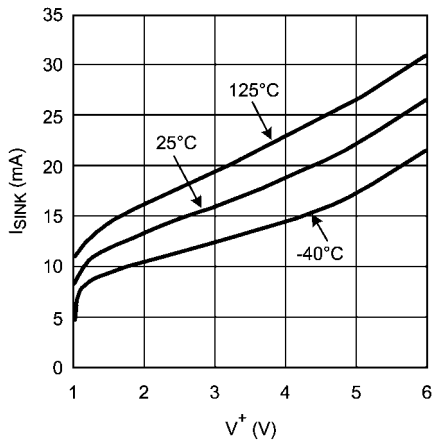
Input Bias Current vs.  $V_{CM}$



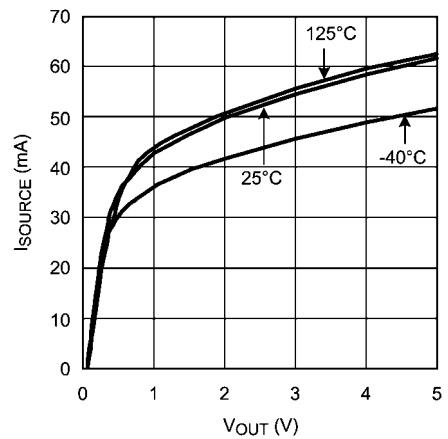
Sourcing Current vs. Supply Voltage



Sinking Current vs. Supply Voltage



Sourcing Current vs. Output Voltage

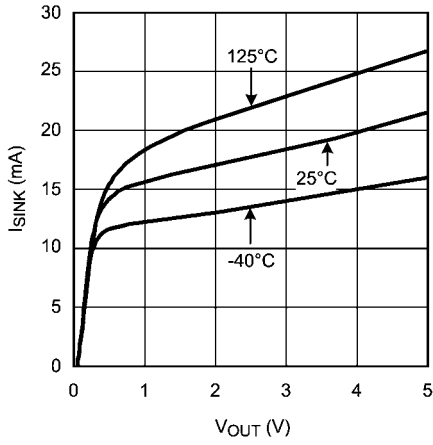




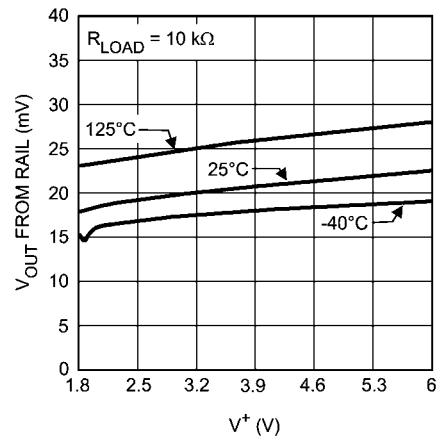
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = \text{電源電圧} = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

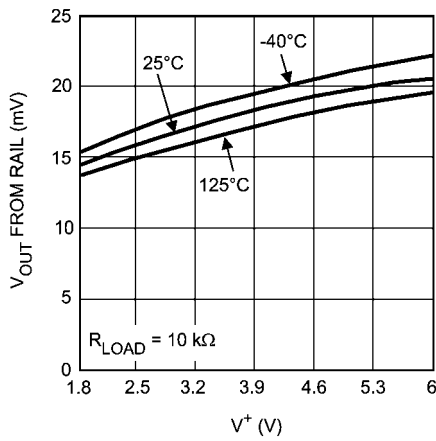
Sinking Current vs. Output Voltage



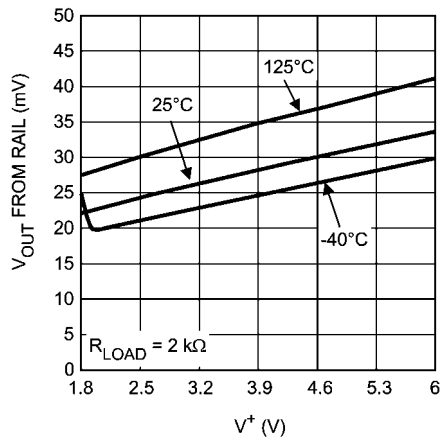
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



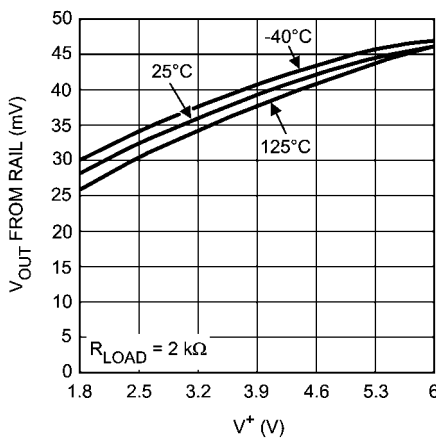
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



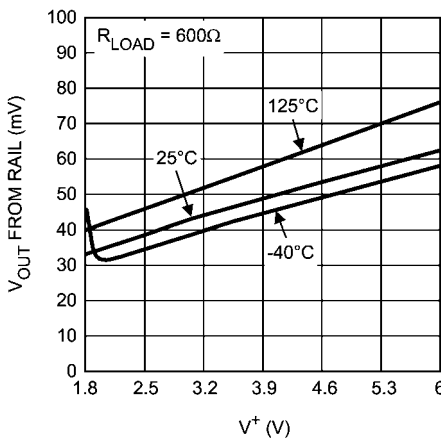
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



Negative Output Swing vs. Supply Voltage



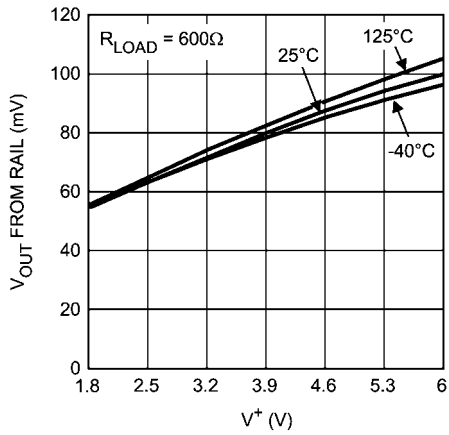
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



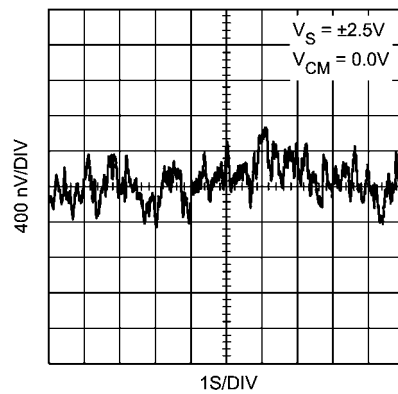
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = \text{電源電圧} = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

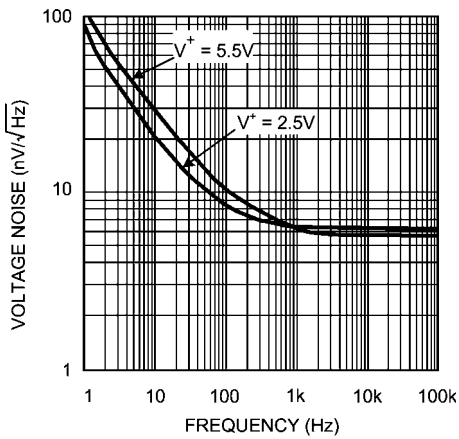
**Negative Output Swing vs. Supply Voltage**



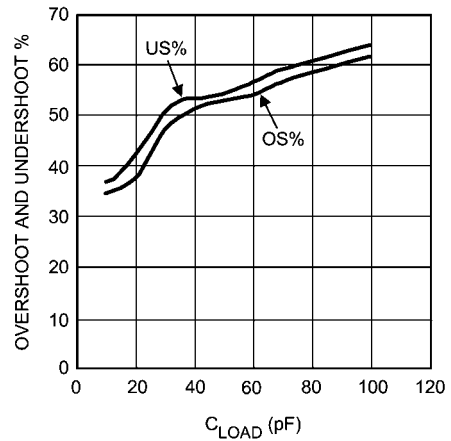
**Time Domain Voltage Noise**



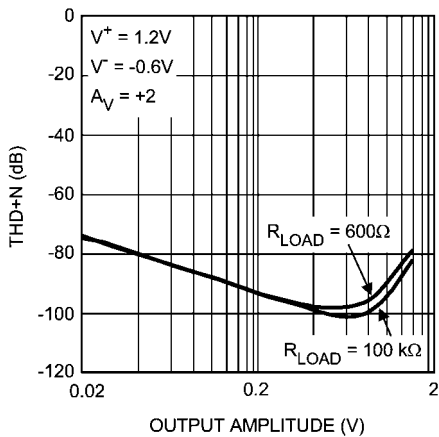
**Input Referred Voltage Noise vs. Frequency**



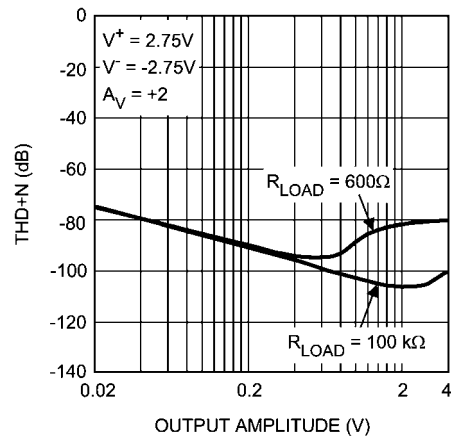
**Overshoot and Undershoot vs. C\_LOAD**



**THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage ( $V_{OUT}$ )**



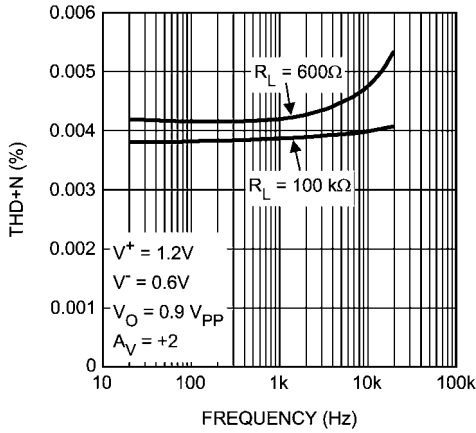
**THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage ( $V_{OUT}$ )**



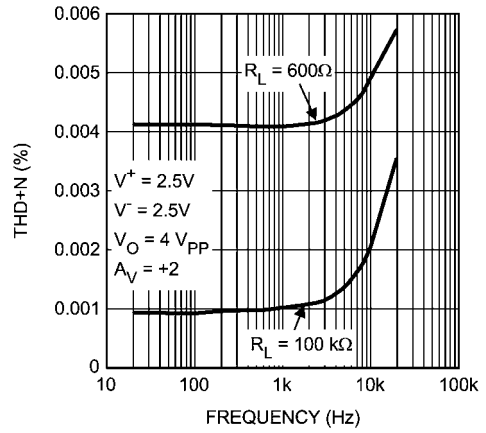
代表的な性能特性 (つぎ)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ =$ 電源電圧 = 5V、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

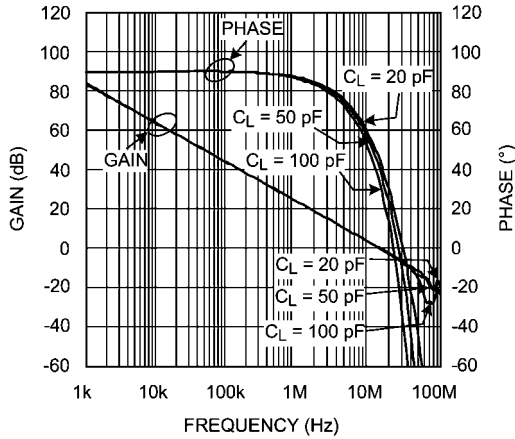
THD+N vs. Frequency



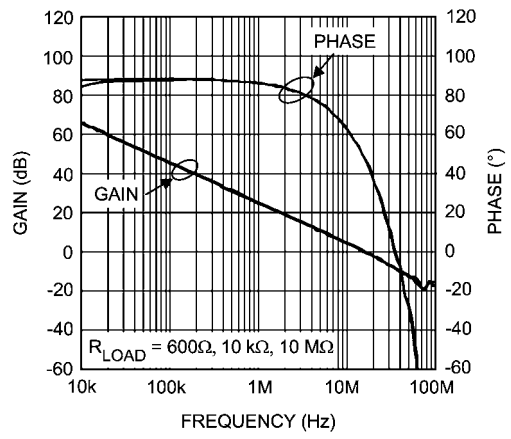
THD+N vs. Frequency



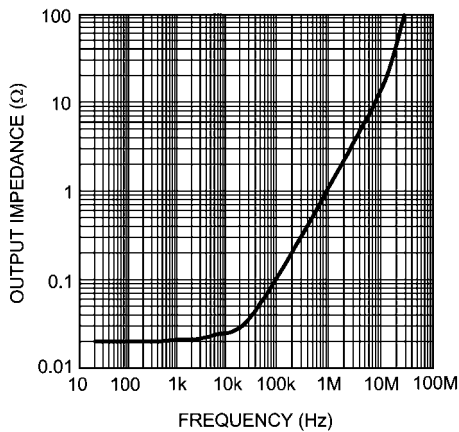
Open Loop Gain and Phase with Capacitive Load



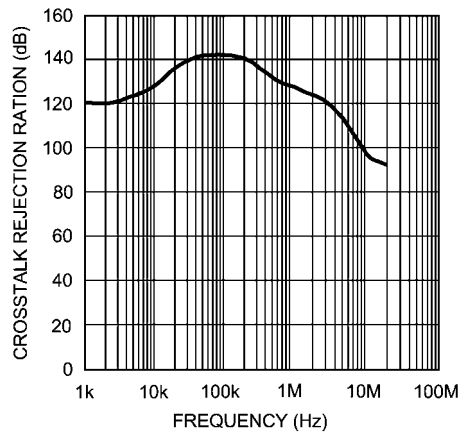
Open Loop Gain and Phase with Resistive Load



Closed Loop Output Impedance vs. Frequency



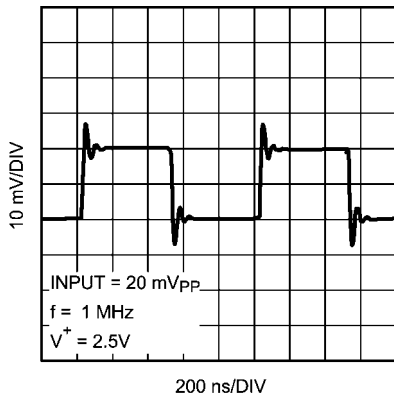
Crosstalk Rejection



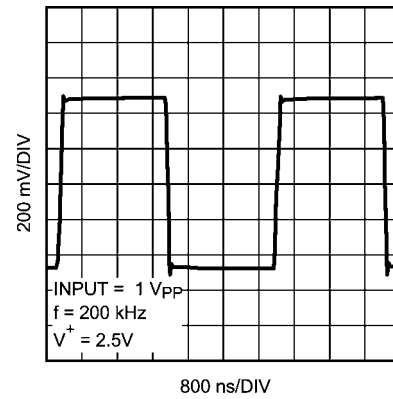
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ =$ 電源電圧 = 5V、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

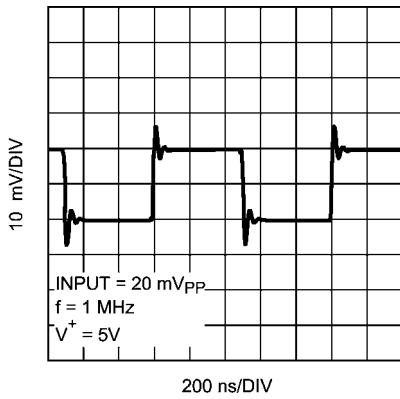
**Small Signal Transient Response,  $A_V = +1$**



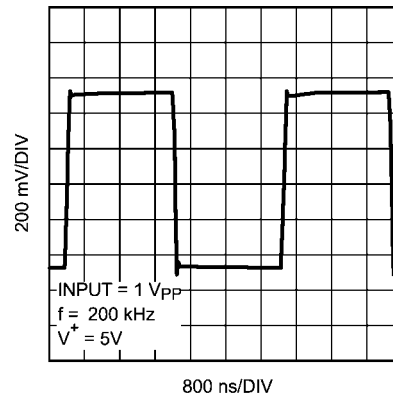
**Large Signal Transient Response,  $A_V = +1$**



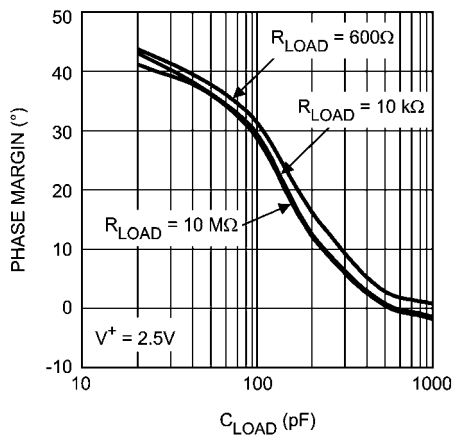
**Small Signal Transient Response,  $A_V = +1$**



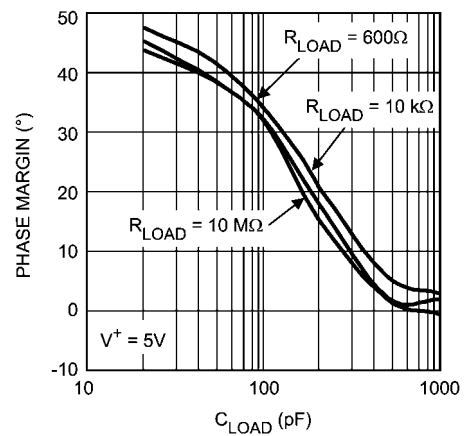
**Large Signal Transient Response,  $A_V = +1$**



**Phase Margin vs. Capacitive Load (Stability)**

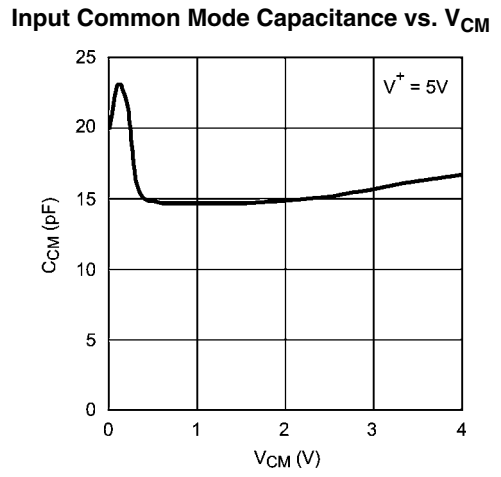
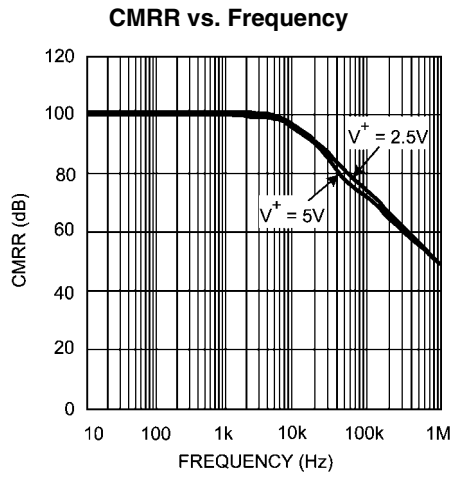
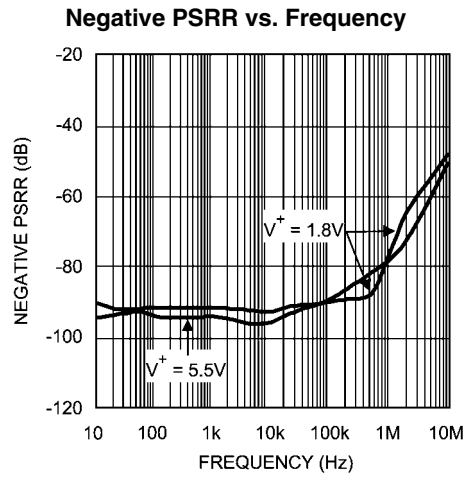
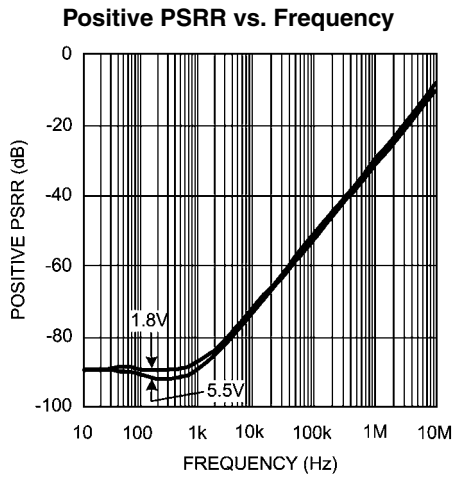


**Phase Margin vs. Capacitive Load (Stability)**



代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ =$ 電源電圧 = 5V、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。



## アプリケーション情報

## LMV796/LMV797 の特長

## 低消費電流で広帯域

LMV796/LMV797 は、消費電流を 1.15mA という小さい値に抑えながら、17MHz のユニティ・ゲイン帯域幅を備えた高性能オペアンプです。このため、携帯用機器向けの広帯域アンプとして最適です。

## 低入力換算ノイズと低入力バイアス電流

LMV796/LMV797 は非常に小さい入力換算電圧ノイズを備えています (1kHz で 5.8nV/ Hz)。CMOS 入力段により、低入力バイアス電流 (100fA) と低入力換算電流ノイズ (0.01pA/ Hz) が保証されます。これらは信号忠実度を維持するのに有効であり、LMV796/LMV797 をオーディオおよびセンサ・ベースのアプリケーションに最適のアンプとしている特性です。

## 低電源電圧

LMV796/LMV797 は、2.5V および 5V 電源での動作時の性能が保証されています。LMV796 ファミリーは、電源電圧 2.0V ~ 5.5V の全範囲、かつ -40 ~ 125 の周囲温度での動作が保証されているため、バッテリーの寿命を最大限に利用できます。また、LMV796/LMV797 は、0 ~ 125 の温度範囲においては、電源電圧 1.8V から動作が保証されています。したがって、LMV796 ファミリーは低電圧の民生用アプリケーションに最適です。

## 出力フルスイングおよびグラウンド検知

出力フルスイング振幅に対応しているため、最大の出力ダイナミックレンジが得られます。これは、低い電源電圧で動作させるときに特に重要です。革新的な正帰還回路を使用して、出力段の電流駆動能力が高められています。このため、LMV796/LMV797 は 1.8V 電源使用時も 40mA を超える電流を供給できます。他方、この特長により LMV796 ファミリーのコンパレータとしての性能は制限されるため、LMV796/LMV797 を開ループ構成で使用することは推奨しません。同相入力範囲には負電源レールが含まれるため、単一電源でグラウンド・レベルでの直接検知が可能です。

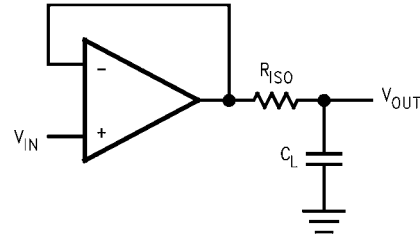
## 小型パッケージ

LMV796/LMV797 はパッケージの占有面積が小さいため、プリント基板上の省スペースが図れ、携帯電話、ポケットベル、その他の携帯システムをはじめとするエレクトロニクス製品の小型設計が可能になります。信号源とオペアンプ間のトレースが長いと信号パスがノイズの影響を受けやすくなります。LMV796/LMV797 のパッケージが物理的に小さく、オペアンプを信号源の近くに配置できるため、ノイズを拾いにくくなり、信号品質を高めることができます。

## 容量性負荷の許容誤差

LMV796/LMV797 は、ユニティ・ゲインで、発振なく 120pF を直接駆動できます。ユニティ・ゲイン・フォロフは、容量性負荷の場合に最も影響を受けやすい回路構成です。容量性負荷を直接駆動すると、オペアンプの位相マージンが減少します。増幅器の出力インピーダンスと容量性負荷との組み合わせにより、位相遅れが生じます。その結果、パルス応答がアンダーダンピングになったり (つまり、大きなリングングが生じたり)、発振が生じます。容量の大きな負荷をドライブするときは、Figure 1 に示した回路を使用できます。

Figure 1 の回路は、分離抵抗  $R_{ISO}$  と負荷コンデンサ  $C_L$  でポールを作り、系全体での位相マージンを増やすことによって安定性を高めるものです。  $R_{ISO}$  の値によって、求める特性が決まります。  $R_{ISO}$  の抵抗値を大きくすると、  $V_{OUT}$  がさらに安定します。しかし、  $R_{ISO}$  を増やすと、出力振幅と短絡回路電流が減少する可能性があります。

FIGURE 1. Isolation of  $C_L$  to Improve Stability

## 入力容量と帰還回路エレメント

超低入力バイアス電流 (100fA) と低 1/f ノイズ・コーナー周波数 (400Hz) を特長とする LMV796 ファミリーは、センサ・アプリケーションに最適です。ただし、このような性能を得るために CMOS 入力段を大きくしており、結果的にオペアンプの入力容量  $C_{IN}$  が增大しています。この容量は DC 性能や低周波性能には影響を与えませんが、高周波では入力インピーダンスおよび帰還インピーダンスと入力容量とが作用してポールを形成し、その結果として位相マージンの減少とゲイン・ピーキングが起こります。この現象は、帰還抵抗を慎重に選択し、帰還容量  $C_F$  を使用することによって制御できます。例えば Figure 2 に示す反転アンプで、  $C_{IN}$  と  $C_F$  が無視できて、かつ、オペアンプの開ループ・ゲインがきわめて大きいと考えられる場合、回路のゲインは  $-R_2/R_1$  になります。ただし、オペアンプには通常ドミナント・ポールが存在し、周波数に伴ってゲインを低下させる原因になります。そのため上述のゲインは DC と低周波にのみ適用されます。非理想ゲインを持つオペアンプに入力容量が結合した場合の影響を把握するには、ラプラス変換を用いた周波数領域での回路解析が必要です。

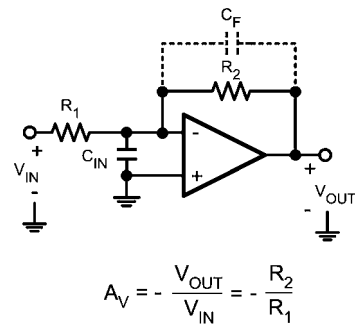


FIGURE 2. Inverting Amplifier

アプリケーション情報 (つぎ)

単純化のために、オペアンプをユニティ・ゲイン周波数が  $A_0$  の理想積分器としてモデル化します。したがって、周波数領域におけるオペアンプの伝達関数 (またはゲイン) は  $A_0/s$  です。周波数領域で回路式を解いて、 $C_F$  を一時的に無視すると、ゲインに関して式 (1) が得られます。

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}(s) = \frac{-R_2/R_1}{1 + \frac{s}{\left(\frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}\right)} + \frac{s^2}{\left(\frac{A_0}{C_{IN} R_2}\right)}} \quad (1)$$

伝達関数の分母から 2 個のポールを持つことが推測されます。ポールの式は分母の根を解いて得られ、式 (2) に示すようになります。

$$P_{1,2} = \frac{-1}{2C_{IN}} \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2 - \frac{4A_0C_{IN}}{R_2}} \right] \quad (2)$$

式 (2) から  $R_1$  と  $R_2$  の値を大きくするとポールは低くなることから、アンプの帯域は減少します。この考え方は、Figure 1 の回路の  $R_1$  と  $R_2$  に異なる値を代入し、その周波数応答を比較することによって検証できます。Figure 3 は、3 つの異なる値の  $R_1$  と  $R_2$  に対する周波数応答を示しています。  $R_1$  と  $R_2$  がいずれも 1k のときは、応答は最もフラットで広がっています。他方、両方の値が 10k または 30k の場合、応答は狭く、大きいピークを持ちます。したがって、広くてフラットな応答を得るには、 $R_1$  と  $R_2$  の値を小さくすることを推奨します。抵抗を小さくしてもノイズの増加を抑えられるので、高感度の回路の実現に役立ちます。

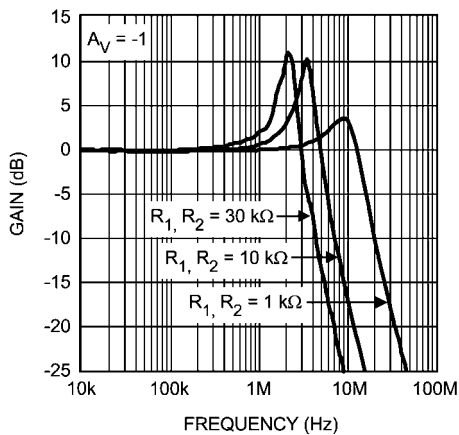


FIGURE 3. Gain Peaking Caused by Large  $R_1$ ,  $R_2$

ゲイン・ピーキングを減少させるには、帰還コンデンサ  $C_F$  を  $R_2$  と並列に追加する方法があります。この方法では、システムに別のポールが形成され、ゲイン・ピーキングの原因となる複素共役ポール・ペアの形成を防ぎます。Figure 4 に、回路の周波数応答における  $C_F$  の影響を示します。2pF の容量を追加するとピークが除去されますが、容量が 5pF ではポールはさらに低くなり、帯域幅が大幅に減少します。

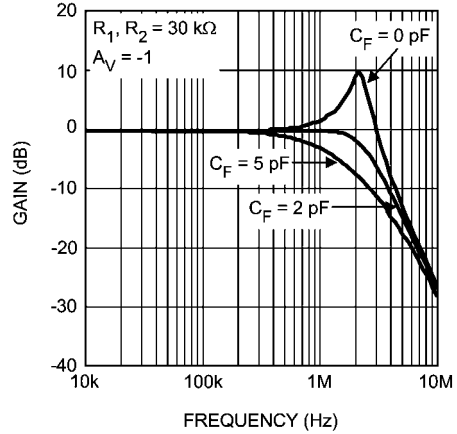


FIGURE 4. Gain Peaking Eliminated by  $C_F$

バンドパス・フィルタ機能付きオーディオ・プリアンプ

低入力換算電圧ノイズ、低電源電圧と低消費電流、低高調波歪みのため、LMV796 ファミリーはオーディオのアプリケーションに最適です。ユニティ・ゲインは広帯域幅で、広範囲の周波数で大きなゲインが得られるため、このファミリーは 0.01% 未満の歪みで 600 の負荷をドライブするプリアンプの設計に使用できます。Figure 5、6 に 2 つのアンプ回路を示しています。Figure 5 は反転アンプで、10k の帰還抵抗  $R_2$  と 1k の入力抵抗  $R_1$  が使われているため、ゲイン - 10 が得られます。Figure 6 は非反転アンプで、 $R_1$  と  $R_2$  は同じ値でゲインは 11 です。これらの回路では、結合コンデンサ  $C_{C1}$  によって回路にゲインがかかる際の低周波数が決まり、一方帰還コンデンサ  $C_F$  によってゲインが下がる際の周波数が決まります。Figure 7 は Figure 5 と異なる値の  $C_F$  を使用したときの反転アンプの周波数応答を示したものです。

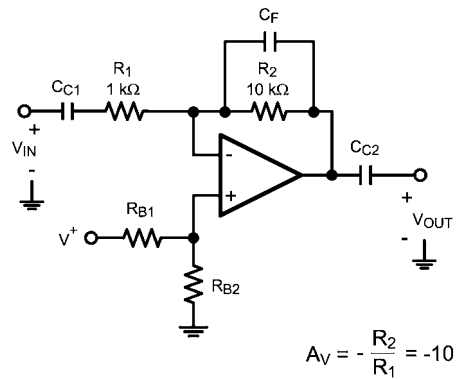


FIGURE 5. Inverting Audio Preamp

アプリケーション情報 (つづき)

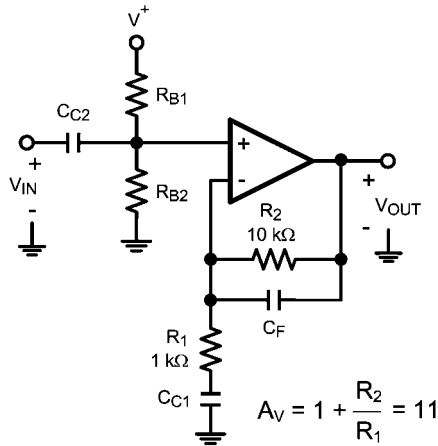


FIGURE 6. Non-inverting Audio Preamplifier

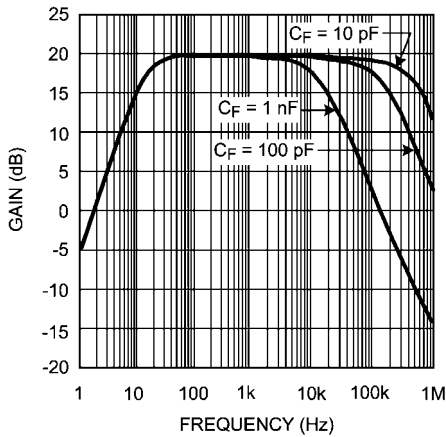


FIGURE 7. Frequency Response of the Inverting Audio Preamplifier

トランスインピーダンス・アンプ

CMOS 入力オペアンプは、きわめて高い入力インピーダンスを備えているため、トランスインピーダンス・アプリケーションでよく使用されます。トランスインピーダンス・アンプは微小入力電流を電圧に変換します。この電流は通常フォトダイオードで生成されます。トランスインピーダンス・ゲインは出力電圧と入力電流の比で測定され、大きく広帯域な値となります。この回路では数 nA レンジの電流を扱うので、低ノイズ特性であることが不可欠です。LMV796/LMV797 は、広帯域と低ノイズ特性を備えた CMOS 入力オペアンプであるため、トランスインピーダンス・アプリケーションに最適です。

通常、トランスインピーダンス・アンプは入力をドライブする電流源をともに設計されています。フォトダイオードは最も一般的な容量電流源で、微小電流を容易に検知可能な電圧に変換するトランスインピーダンス・ゲインが要求されます。フォトダイオードとアンプのゲインは回路が必要とする速度と精度に基づいて選択します。高速の回路には低容量のダイオードと速度の早いアンプが必要です。高感度の回路には高感度のフォトダイオードと高ゲインが必要です。代表的なトランスインピーダンス・アンプを Figure 8 に示します。アンプの出力電圧は  $V_{OUT} = -I_{IN}R_F$  の式で求められます。アンプの出力振幅に制限があるので、 $I_{IN}$  のすべての値が検知できるように  $R_F$  を選択してください。

LMV796/LMV797 はゲイン帯域積が大きい (17MHz) ため、広帯域で高ゲインが実現されます。出力フルスイング振幅対応の 5.5V 電源電圧により、広範囲な入力電流の検知と増幅が可能です。微小入力電流ノイズと低入力電圧ノイズの CMOS 入力段を備えているため、LMV796/LMV797 は広帯域で高忠実度の増幅を実現します。これらの特性により、LMV796/LMV797 は広帯域トランスインピーダンス・アンプが必要なシステムに最適です。

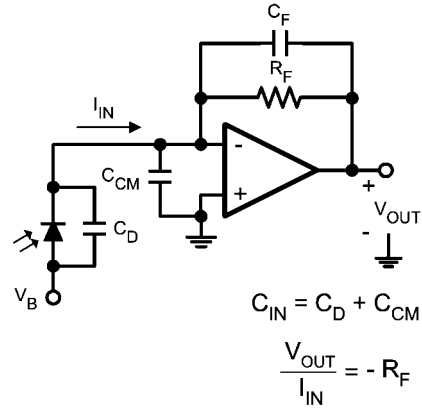


FIGURE 8. Photodiode Transimpedance Amplifier

前述のように、トランスインピーダンス・アンプの設計にはアンプ・ゲイン帯域積  $A_0$ 、アンプ入力容量  $C_{CM}$ 、フォトダイオード容量  $C_D$ 、任意のトランスインピーダンス・ゲイン  $R_F$ 、アンプ出力振幅のパラメータを使用します。アンプの出力振幅で実現可能な  $R_F$  を選択すると、これらの値で任意のトランスインピーダンス・ゲインと最大限フラットな周波数応答のアンプを設計することができます。

最大限フラットな応答を得るのに重要な部品は帰還コンデンサ  $C_F$  です。アンプ入力部分の容量  $C_{IN}$  と帰還コンデンサ  $R_F$  の組み合わせると位相遅れが生じ、それがゲインピークを招いて回路が不安定になります。 $C_{IN}$  は通常は単に  $C_D$  と  $C_{CM}$  の合計です。帰還コンデンサ  $C_F$  は回路のノイズ・ゲインにポール  $f_p$  を形成し、それによって  $R_F$  と  $C_{IN}$  の組み合わせで形成されたノイズ・ゲイン  $f_z$  のゼロをニュートラルにします。ポールの最適な配置を行うと、 $C_F$  により形成されたノイズ・ゲインのポールはアンプのユニティ・ゲインが得られるまでゲインの傾きが 20dB/decade になるため、回路の安定性が確保されます。Figure 9 に示すように、 $f_p$  はノイズ・ゲインがオペアンプの開ループ・ゲインと交差するポイントと一致するように配置します。この場合、 $f_p$  はトランスインピーダンス・アンプの総合 - 3dB 周波数です。 $C_F$  の値には式 (3) で得られた値を入れます。 $C_F$  の値が大きいと帯域が大幅に狭くなり、反対にその値が小さいとゲイン・ピーキングを抑えられず、不安定になります。

$$C_F = \frac{1 + \sqrt{1 + 4\pi R_F C_{IN} A_0}}{2\pi R_F A_0} \quad (3)$$



アプリケーション情報 (つぎ)

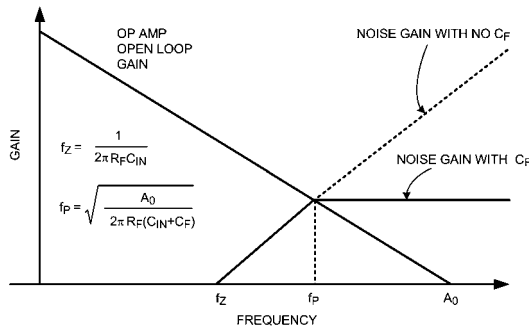


FIGURE 9.  $C_F$  Selection for Stability

$C_F$  を式 (3) で計算すると極端に小さい値 (< 1pF) になる場合があります。これは特に高速アプリケーションでよく見られます。このような場合に、合理的な値を得るには Figure 10 の回路を使用するのが現実的です。この回路では、 $C_F'$  の容量は実効帰還容量  $C_F$  の  $(1 + R_B/R_A)$  倍です。ここでは大きな値のコンデンサを使用してこの回路で小さくて有効な容量を得ることができます。

例えば、0.5pF の  $C_F$  が必要であるのに、5pF のコンデンサしか入手できない場合、 $R_B$  と  $R_A$  を  $R_B/R_A = 9$  になるように選択します。これにより 5pF の  $C_F'$  を 0.5pF の  $C_F$  に転用できます。この関係は  $R_A \ll R_F$  が成立している限り保たれます。

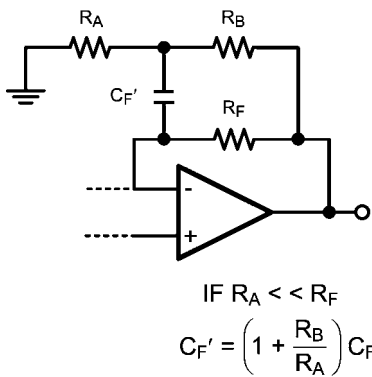


FIGURE 10. Obtaining Small  $C_F$  from Large  $C_F'$

トランスインピーダンス・アンプとしての LMV796

LMV796 は、さまざまなトランスインピーダンス・ゲインとソース容量を持つ、各種のアンプの設計に用いられてきました。作成された回路のゲイン、帯域幅、帰還容量を Table 1 にまとめて示します。周波数応答については、Figure 11、12 に示します。帰還容量は、基板の寄生容量と帰還抵抗  $R_F$  が加わるために、式 (3) で得られるものとは若干異なります。

TABLE 1.

Transimpedance, $A_{T1}$	$C_{IN}$	$C_F$	-3 dB Frequency
470000	50 pF	1.5 pF	350 kHz
470000	100 pF	2.0 pF	250 kHz
470000	200 pF	3.0 pF	150 kHz
47000	50 pF	4.5 pF	1.5 MHz
47000	100 pF	6.0 pF	1 MHz
47000	200 pF	9.0 pF	700 kHz

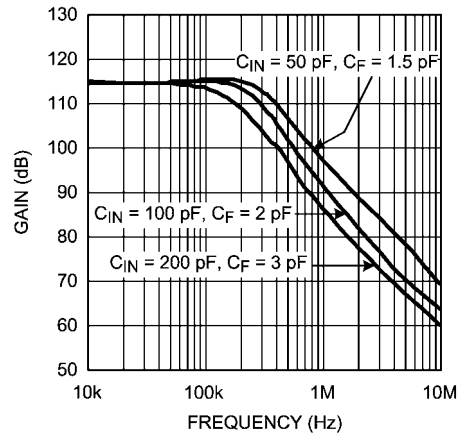


FIGURE 11. Frequency Response for  $A_{T1} = 470000$

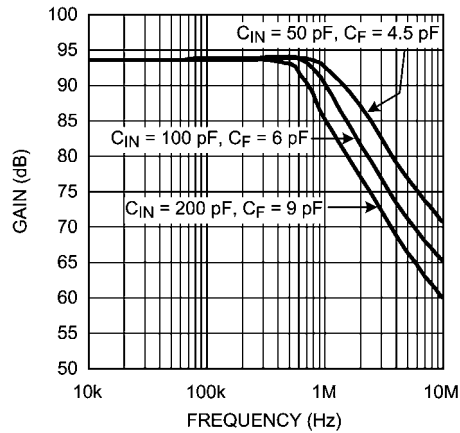


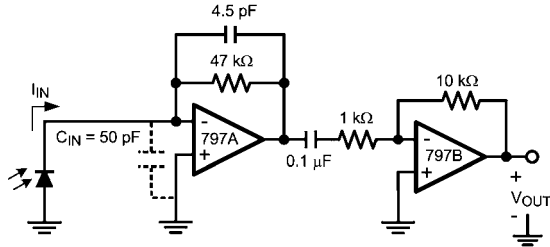
FIGURE 12. Frequency Response for  $A_{T1} = 47000$

アプリケーション情報 (つぎ)

**LMV797 を使用した高ゲイン広帯域トランスインピーダンス・アンプ**

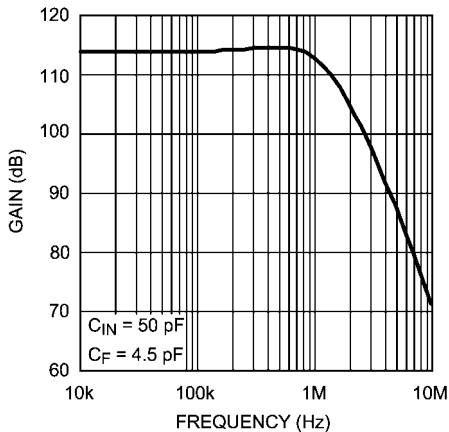
デュアル、低ノイズ、広帯域、CMOS 入力オペアンプ IC の LMV797 は、高感度のフォトダイオードから得られる広帯域信号の検出と増幅のための、小型で信頼性の高い集積化ソリューションに使用されます。2つのオペアンプを用いた場合、その1つをトランスインピーダンス・ゲインを得るために使用し、もう1つを出力電圧の増幅に使用して、トランスインピーダンス・ゲインをさらに増強できます。オペアンプの広帯域 (17MHz) により、広範囲な周波数で高いゲインを得られることが保証されます。低入力換算ノイズ (5.8nV/√Hz) により、アンプは SN 比の高い出力を供給できます。8ピン MSOP は小型でプリント基板上で省スペースが図れるため、携帯型製品の設計に適しています。

Figure 13 に示す回路では、第1のオペアンプが、ゲインが47000のトランスインピーダンス・アンプとして動作し、第2段の電圧ゲインは10になります。このため、50pFの総合入力容量の場合、約1.5MHzの-3dB帯域幅で470000の総合トランスインピーダンス・ゲインが得られます。この回路の周波数応答を Figure 14 に示します。



$$A_{TI} = \frac{V_{OUT}}{I_{IN}} = 470,000$$

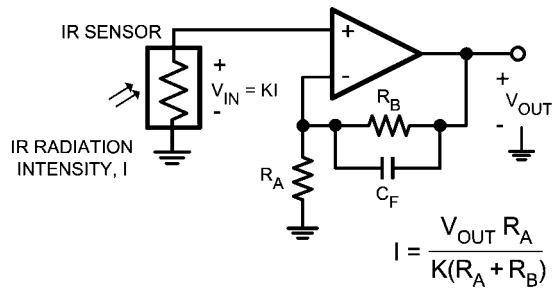
**FIGURE 13. 1.5 MHz Transimpedance Amplifier, with  $A_{TI} = 470000$**



**FIGURE 14. 1.5 MHz Transimpedance Amplifier Frequency Response**

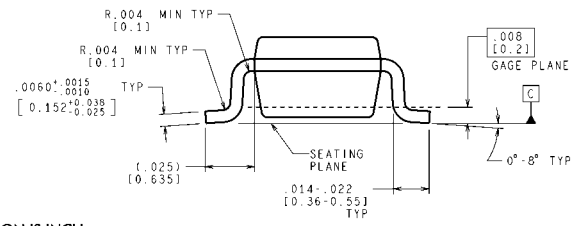
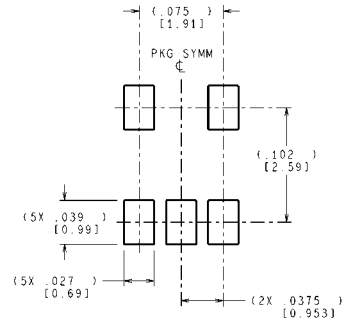
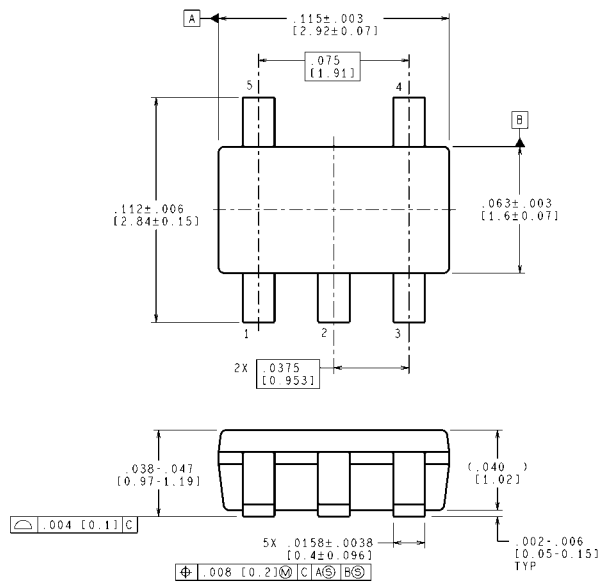
センサ・インタフェース

低入力バイアス電流と低入力換算ノイズを特長とする LMV796/LMV797 は、センサ・インタフェースに最適です。これらの回路は数 μV 程度の電圧や nA 以下の電流を検知する必要があるため、オペアンプは低電圧ノイズで低入力バイアス電流である必要があります。代表的なアプリケーションとしては赤外線 (IR) の温度測定、熱電対アンプ、pH 電極バッファなどがあります。Figure 15 は IR 放射の強度測定に使用される代表的な回路の例で、離れた物体の温度の計測にも利用されます。IR センサは I に比例した電圧を生成し、それが IR センサに放射された IR 放射の強度となります。Figure 15 に示すように、K は IR センサ ( $V_{IN}$ ) の放射強度 I に対する電圧の比例定数です。抵抗値  $R_A$  と  $R_B$  はこの電圧の増幅に必要な高ゲインを得るために選択された値で、 $C_F$  は高周波ノイズを除去するために追加されたものです。



**FIGURE 15. IR Radiation Sensor**

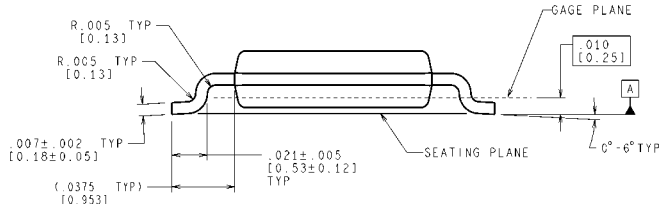
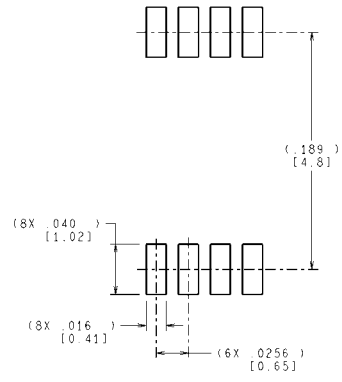
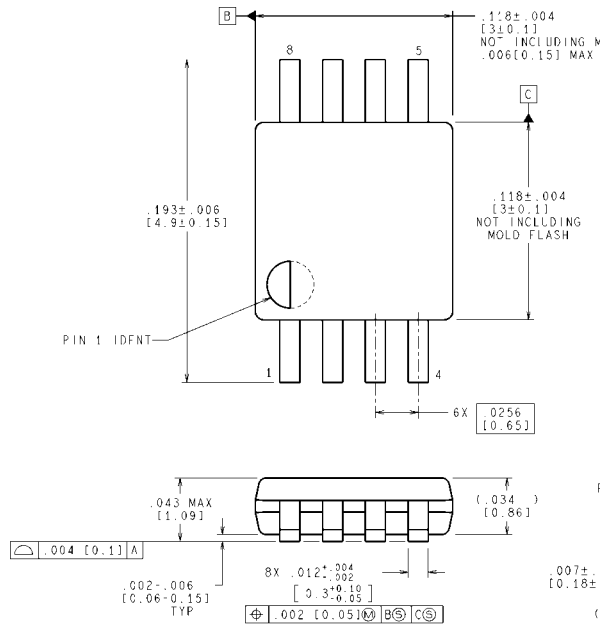
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



CONTROLLING DIMENSION IS INCH  
VALUES IN [ ] ARE MILLIMETERS  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY

MF05A (Rev D)

5-Pin SOT-23  
NS Package Number MF05A



CONTROLLING DIMENSION IS INCH  
VALUES IN [ ] ARE MILLIMETERS

MUA08A (Rev F)

8-Pin MSOP  
NS package Number MUA08A

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 © 2009 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については [www.national.com](http://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/](http://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との間に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いません。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いません。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いません。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