

LMV791,LMV792

*LMV791/LMV792 17 MHz, Low Noise, CMOS Input, 1.8V Operational Amplifiers
with Shutdown*



Literature Number: JAJSA90

LMV791/LMV792

17MHz、低ノイズ、CMOS 入力、シャットダウン機能付き 1.8V オペアンプ

概要

LMV791 (シングル)/LMV792 (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 (LMV791) ながら、58nV/√Hz の低入力電圧ノイズを実現しています。LMV791 と LMV792 は、ユニティ・ゲインにおいても安定した動作をするオペアンプで、ゲイン帯域幅は 17MHz です。電源電圧範囲は 1.8V ~ 5.5V であり、単一電源で動作できます。LMV791/LMV792 は、いずれも 600 Ω の抵抗負荷をドライブし、60mA の電流をソースできるフルスイング出力段を備えています。

LMV791 ファミリは、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。数フェモアンペア・レンジの入力バイアス電流 (代表値) 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、LMV791/LMV792 は低電力センサ・アプリケーションに最適です。LMV791 ファミリにはイネーブル機能が組み込まれており、低消費電力アプリケーションの電力損失を最適化できます。

LMV791/LMV792 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 6 ピン TSOT23 パッケージと 10 ピン MSOP パッケージとして提供されます。

特長

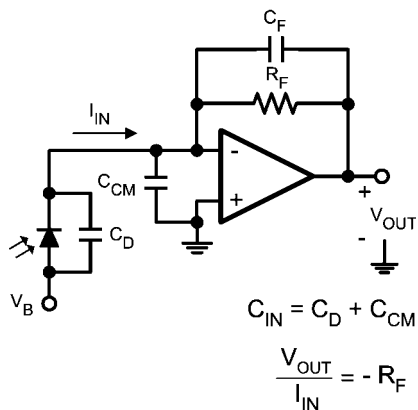
(特記のない限り 5V (typ) 電源)

入力換算電圧ノイズ	58nV/√Hz
入力バイアス電流	100fA
ユニティ・ゲイン帯域幅	17MHz
イネーブル時の消費電流 (チャンネルあたり)	
LMV791	1.15mA
LMV792	1.30mA
シャットダウン時の消費電流 (チャンネルあたり)	0.02 μA
フルスイングの出力振幅	
10k Ω 負荷時	正負電源電圧の 25mV 内
2k Ω 負荷時	正負電源電圧の 35mV 内
2.5V および 5.0V で特性を保証	
全高調波歪み	1kHz、600 Ω で 0.01%
温度範囲	-40 ~ 125

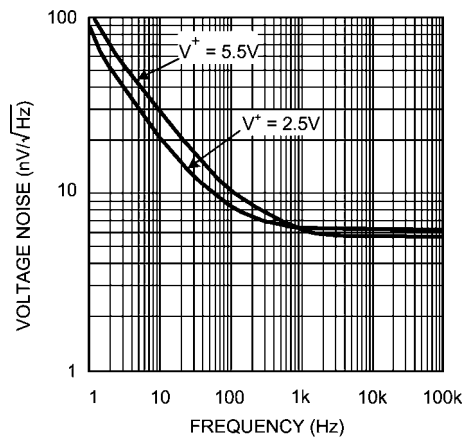
アプリケーション

- 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
- 医療用計測機器
- 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。

ハンダ付け条件

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
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))	
6 \square TSOT23	170 /W
10 \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、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$ 、 $V_{EN} = V^+$ 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	± 1.35 ± 1.65	mV
$TC V_{OS}$	Input Offset Average Drift	LMV791 (Note 6)		-1.0		$\mu V/^\circ C$
		LMV792 (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 25	μA
			$-40^\circ C \leq T_A \leq 125^\circ C$	0.05	1 100	
I_{OS}	Input Offset Current	(Note 8)		10		fA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 1.4V$	80	94		dB
			75			
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0V \leq V^+ \leq 5.5V, V_{CM} = 0V$	80	100		dB
			75			
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	CMRR ≥ 60 dB CMRR ≥ 55 dB	-0.3		1.5	V
			-0.3		1.5	
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_{OUT} = 0.15V$ to 2.2V, $R_{LOAD} = 2$ k Ω to $V^+/2$	LMV791	85	98	dB
			LMV792	82	92	
		$V_{OUT} = 0.15V$ to 2.2V, $R_{LOAD} = 10$ k Ω to $V^+/2$		88	110	
V_{OUT}	Output Swing High	$R_{LOAD} = 2$ k Ω to $V^+/2$		25	75	mV from rail
			82			
	Output Swing Low	$R_{LOAD} = 10$ k Ω to $V^+/2$		20	65	
			71			
Output Swing Low	$R_{LOAD} = 2$ k Ω to $V^+/2$		30	75		
		78				
Output Swing Low	$R_{LOAD} = 10$ k Ω to $V^+/2$		15	65		
		67				

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、 $T_A = 25$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$ 、 $V_{EN} = V^+$ 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。

I_{OUT}	Output Short Circuit Current	Sourcing to V^- $V_{IN} = 200$ mV (Note 9)	35 28	47		mA	
		Sinking to V^+ $V_{IN} = -200$ mV (Note 9)	7 5	15			
I_S	Supply Current per Amplifier	Enable Mode $V_{EN} \geq 2.1V$	LMV791		0.95	1.30 1.65	mA
			LMV792 per channel		1.1	1.50 1.85	
		Shutdown Mode, $V_{EN} < 0.4$ per channel			0.02	1 5	μA
SR	Slew Rate	$A_V = +1$, Rising (10% to 90%)			8.5		$V/\mu s$
		$A_V = +1$, Falling (90% to 10%)			10.5		
GBWP	Gain Bandwidth Product				14		MHz
e_n	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1$ kHz			6.2		nV/\sqrt{Hz}
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1$ kHz			0.01		pA/\sqrt{Hz}
t_{on}	Turn-on Time				140		ns
t_{off}	Turn-off Time				1000		ns
V_{EN}	Enable Pin Voltage Range	Enable Mode	2.1		2 to 2.5		V
		Shutdown Mode			0 to 0.5	0.4	
I_{EN}	Enable Pin Input Current	Enable Mode $V_{EN} = 2.5V$ (Note 7)			1.5	3	μA
		Shutdown Mode $V_{EN} = 0V$ (Note 7)			0.003	0.1	
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、 $T_A = 25$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$ 、 $V_{EN} = V^+$ 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	± 1.35 ± 1.65	mV	
TC V_{OS}	Input Offset Average Drift	LMV791 (Note 6)		-1.0		$\mu V/^\circ C$	
		LMV792 (Note 6)		-1.8			
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 2.0V$ (Notes 7, 8)	$-40^\circ C \leq T_A \leq 85^\circ C$		0.1	1 25	pA
			$-40^\circ C \leq T_A \leq 125^\circ C$		0.1	1 100	
I_{OS}	Input Offset Current	(Note 8)		10		fA	
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 3.7V$	80 75	100		dB	
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0V \leq V^+ \leq 5.5V$, $V_{CM} = 0V$	80 75	100		dB	
		$1.8V \leq V^+ \leq 5.5V$, $V_{CM} = 0V$	80	98			
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	CMRR ≥ 60 dB CMRR ≥ 55 dB	-0.3 -0.3		4 4	V	
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_{OUT} = 0.3V$ to $4.7V$, $R_{LOAD} = 2$ k Ω to $V^+/2$	LMV791	85 80	97		dB
			LMV792	82 78	89		
		$V_{OUT} = 0.3V$ to $4.7V$, $R_{LOAD} = 10$ k Ω to $V^+/2$		88 84	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、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$ 、 $V_{EN} = V^+$ 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 Swing High	$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$		35	75	mV from rail	
		$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$		25	65		
	Output Swing Low	$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$	LMV791	42	75		
			LMV792	50	80		
		$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+ / 2$		20	65		
I_{OUT}	Output Short Circuit 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	Enable Mode $V_{EN} \geq 4.6\text{V}$	LMV791	1.15	1.40	mA	
			LMV792 per channel	1.30	1.70		
		Shutdown Mode ($V_{EN} \leq 0.4\text{V}$)			0.14	1	μA
SR	Slew Rate	$A_V = +1$, Rising (10% to 90%)		6.0	9.5	V/ μs	
		$A_V = +1$, Falling (90% to 10%)		7.5	11.5		
GBWP	Gain Bandwidth Product			17		MHz	
e_n	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1\text{ kHz}$		5.8		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
i_n	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.01		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
t_{on}	Turn-on Time			110		ns	
t_{off}	Turn-off Time			800		ns	
V_{EN}	Enable Pin Voltage Range	Enable Mode		4.6	4.5 to 5	V	
		Shutdown Mode			0 to 0.5		
I_{EN}	Enable Pin Input Current	Enable Mode $V_{EN} = 5.0\text{V}$ (Note 7)			5.6	10	μA
		Shutdown Mode $V_{EN} = 0\text{V}$ (Note 7)			0.005	0.2	
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 1\text{ kHz}$, $A_V = 1$, $R_{LOAD} = 600\Omega$			0.01		%

Note 1: 絶対最大定格とは、IC に破壊が発生する可能性が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: 人体モデルでは 1.5k Ω と 100pF が直列接続され、マシン・モデルでは 0 Ω と 200pF が直列接続されます。

Note 3: 最大電力損失は、 $T_J(\text{MAX})$ 、 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 $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A) / J_A$ 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 (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。

Note 5: リミット値は 25 $^\circ\text{C}$ 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) 手法によって決められた補正データを加味して保証されます。

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。

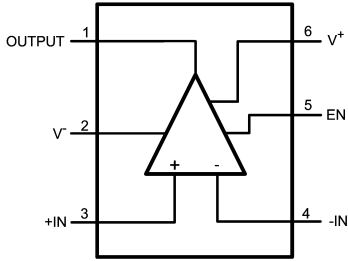
Note 7: 正の電流値は、デバイスへ流れ込む電流に対応します。

Note 8: 入力バイアス電流と入力オフセット電流は設計により保証されています。

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。

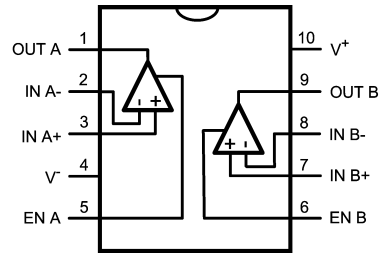
ピン配置図

6-Pin TSOT23



Top View

10-Pin MSOP



Top View

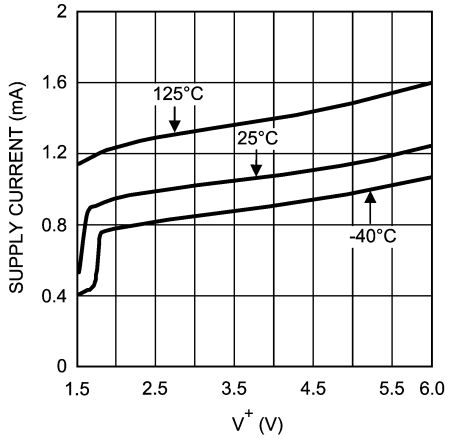
製品情報

Package	Part Number	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing
6-Pin TSOT23	LMV791MK	AS1A	1k Units Tape and Reel	MK06A
	LMV791MKX		3k Units Tape and Reel	
10-Pin MSOP	LMV792MM	AX2A	1k Units Tape and Reel	MUB10A
	LMV792MMX		3.5k Units Tape and Reel	

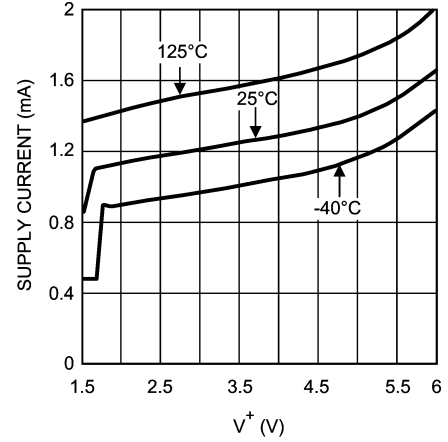
代表的な性能特性

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

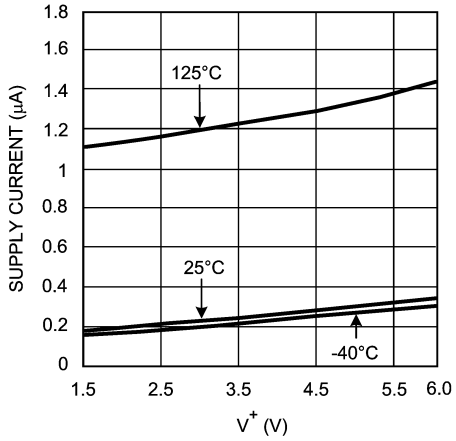
Supply Current vs. Supply Voltage (LMV791)



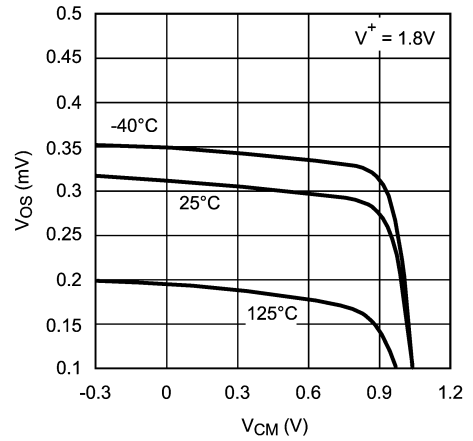
Supply Current vs. Supply Voltage (LMV792)



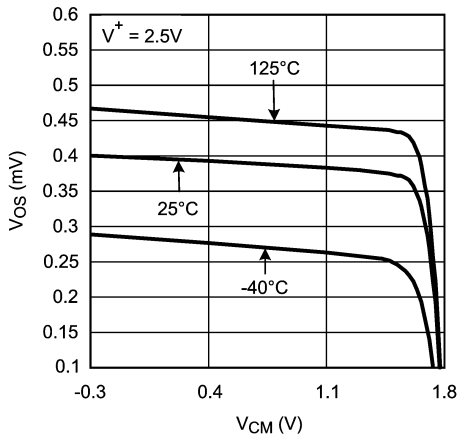
Supply Current vs. Supply Voltage in Shutdown Mode



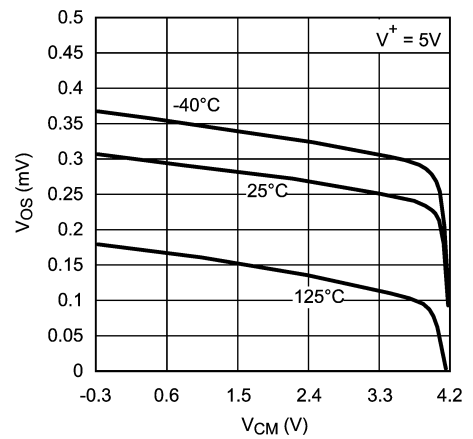
V_{OS} vs. V_{CM}



V_{OS} vs. V_{CM}



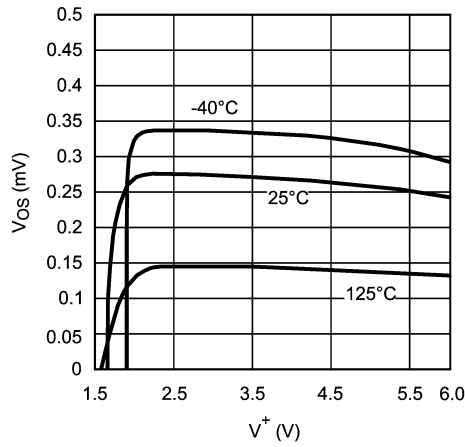
V_{OS} vs. V_{CM}



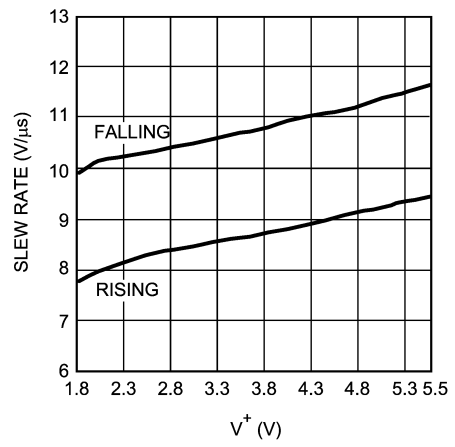
代表的な性能特性 (つづき)

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

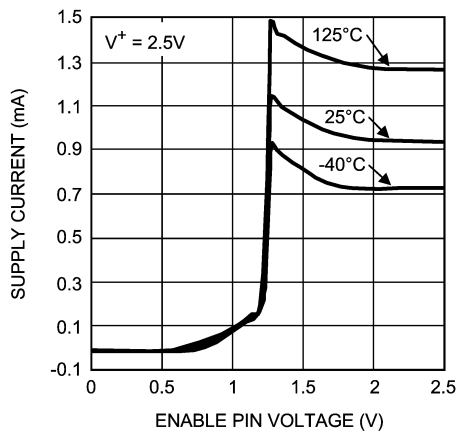
V_{OS} vs. Supply Voltage



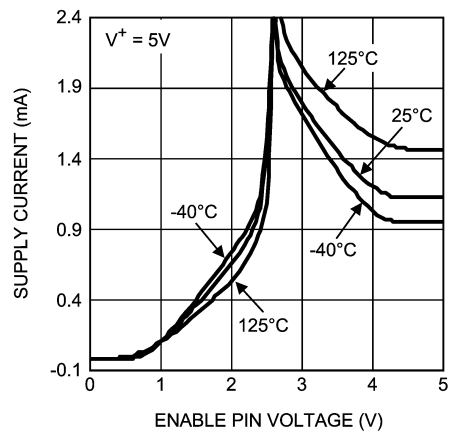
Slew Rate vs. Supply Voltage



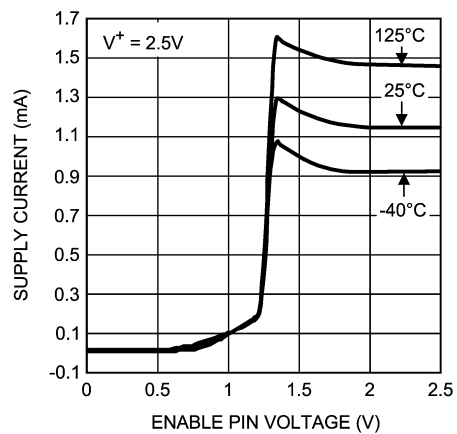
Supply Current vs. Enable Pin Voltage (LMV791)



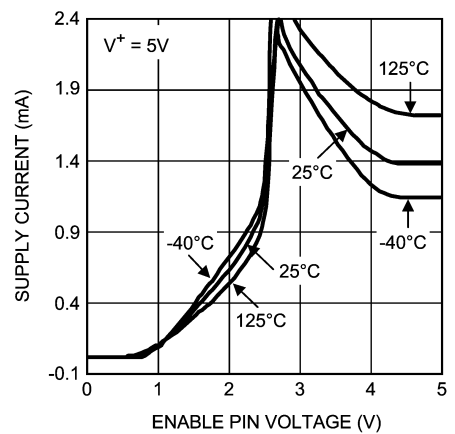
Supply Current vs. Enable Pin Voltage (LMV791)



Supply Current vs. Enable Pin Voltage (LMV792)

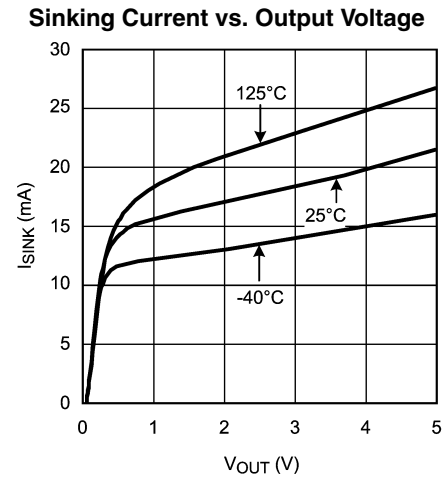
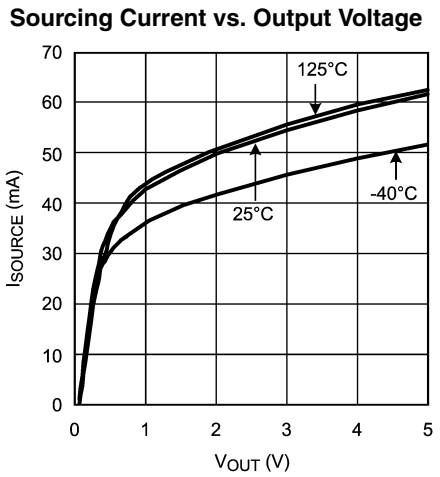
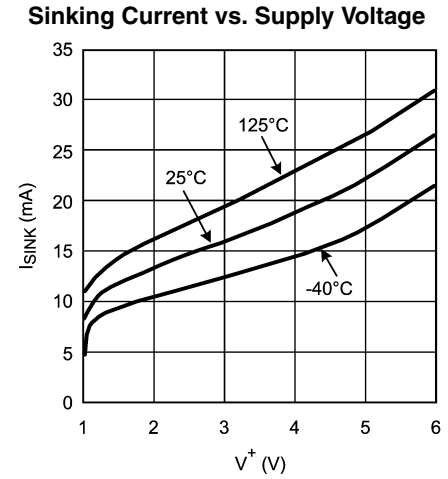
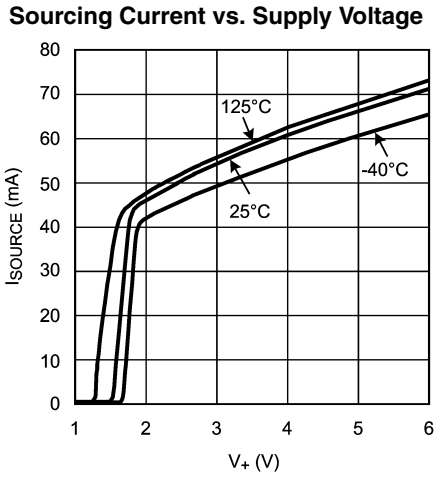
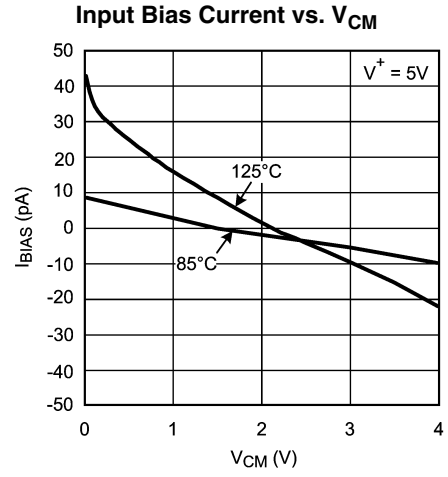
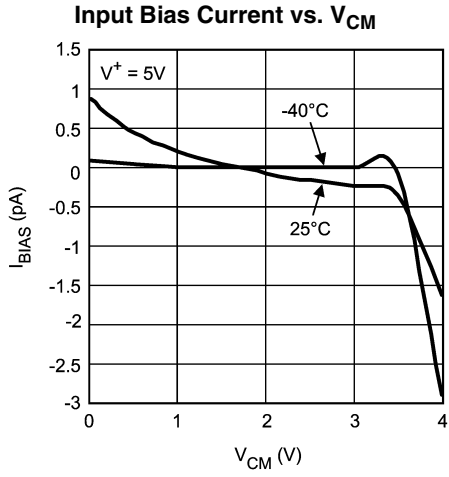


Supply Current vs. Enable Pin Voltage (LMV792)



代表的な性能特性 (つづき)

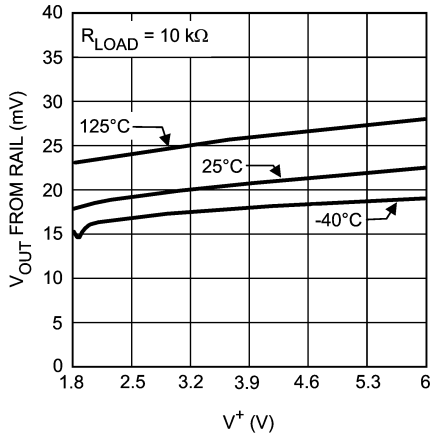
特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = \text{電源電圧} = 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $V_{EN} = V^+$ です。



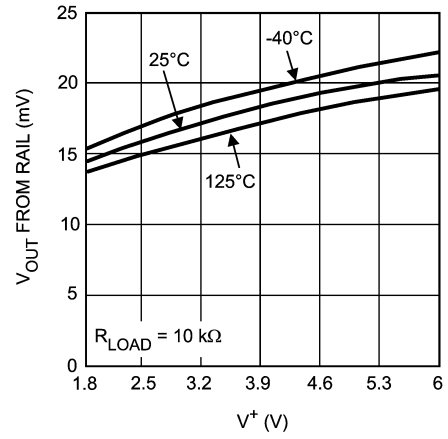
代表的な性能特性 (つづき)

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

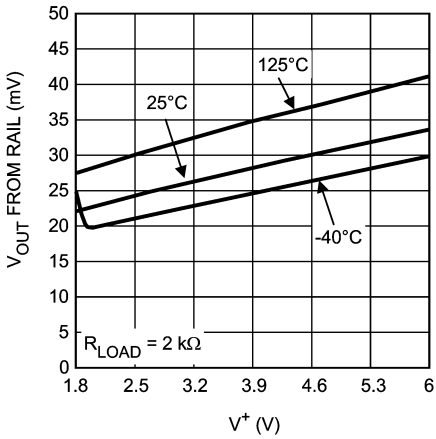
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



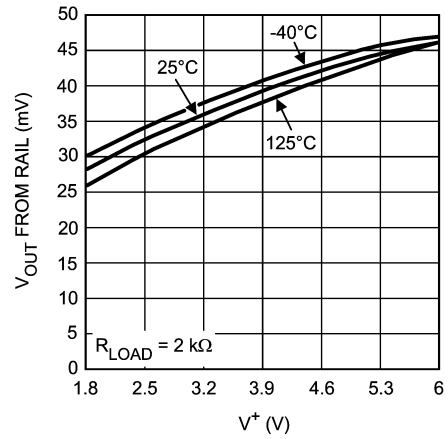
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



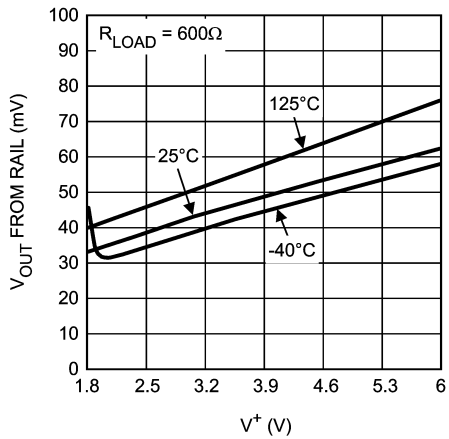
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



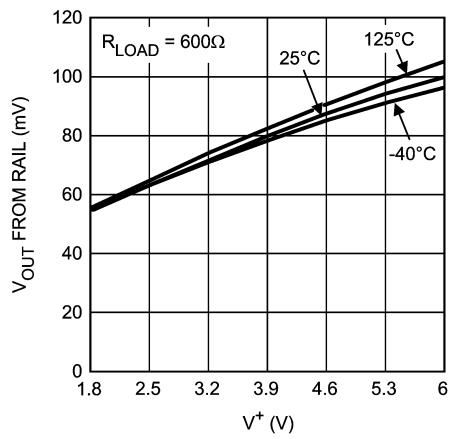
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



Positive Output Swing vs. Supply Voltage



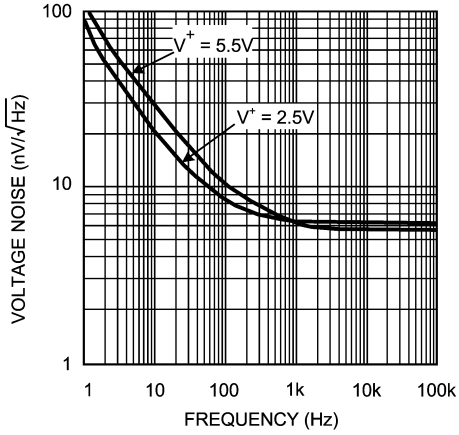
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



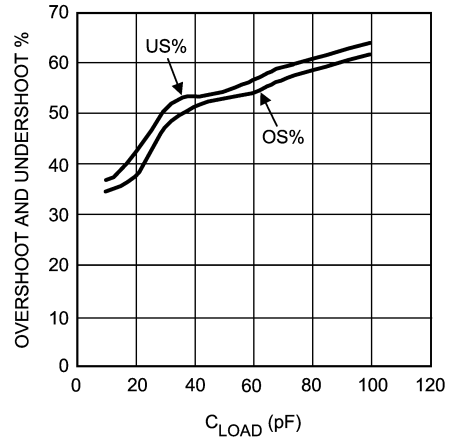
代表的な性能特性 (つぎ)

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

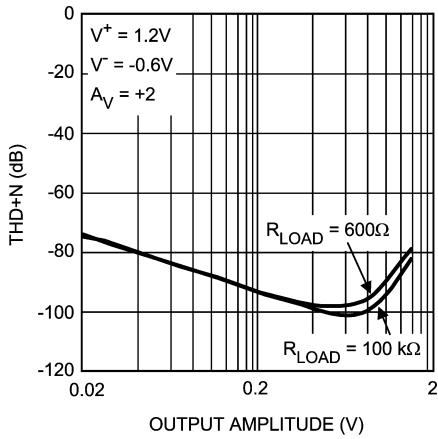
Input Referred Voltage Noise vs. Frequency



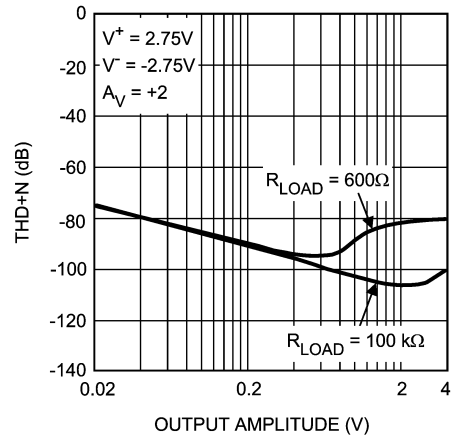
Overshoot and Undershoot vs. C_{LOAD}



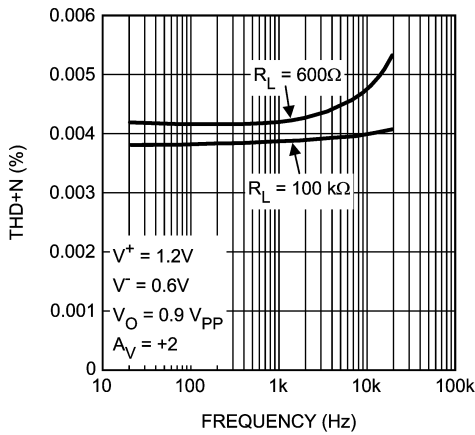
THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage (V_{OUT})



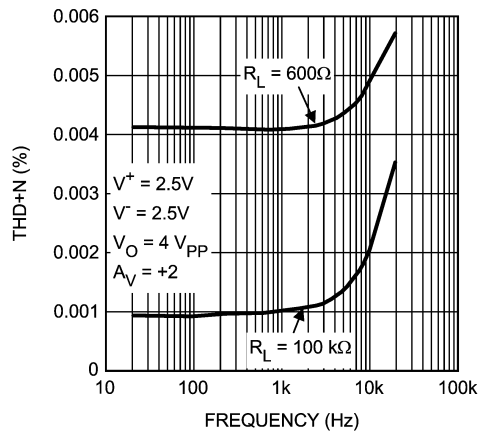
THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage (V_{OUT})



THD+N vs. Frequency



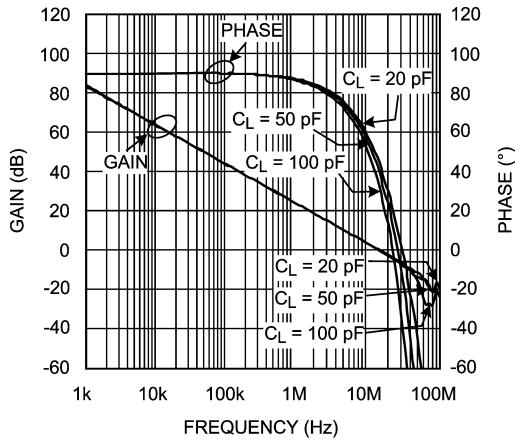
THD+N vs. Frequency



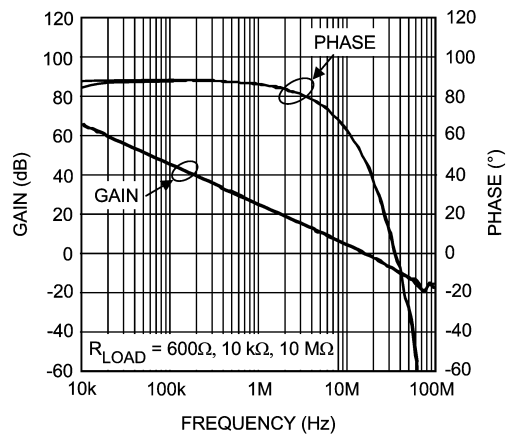
代表的な性能特性 (つづき)

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

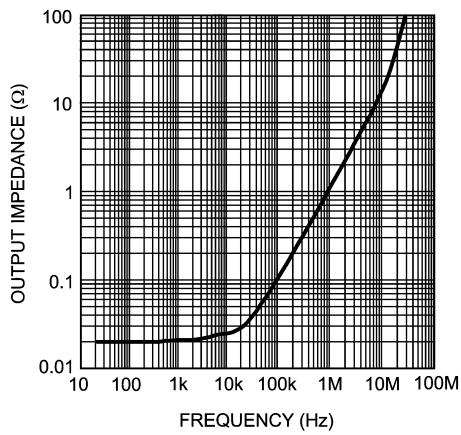
Open Loop Gain and Phase with Capacitive Load



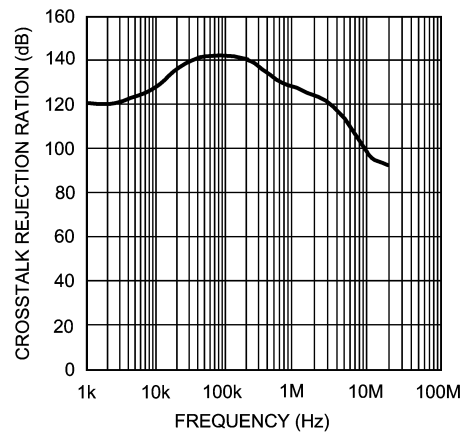
Open Loop Gain and Phase with Resistive Load



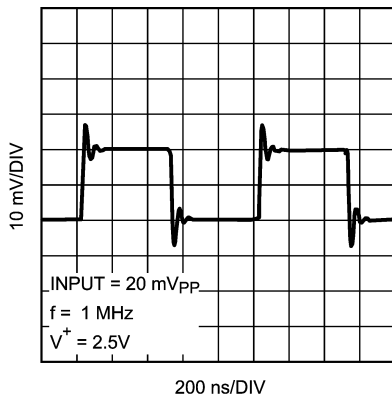
Closed Loop Output Impedance vs. Frequency



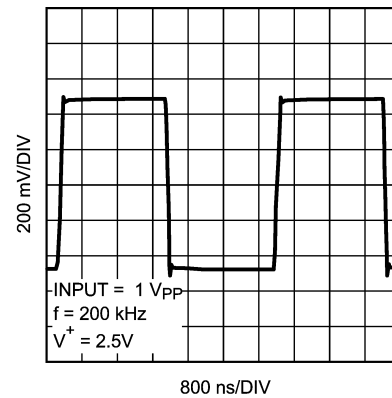
Crosstalk Rejection



Small Signal Transient Response, $A_V = +1$



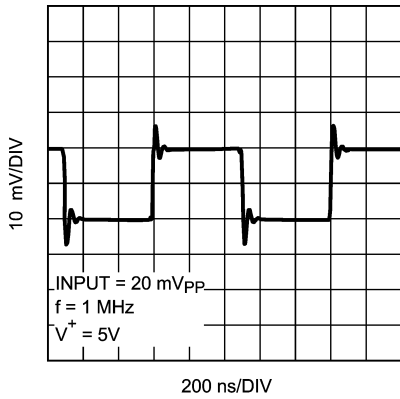
Large Signal Transient Response, $A_V = +1$



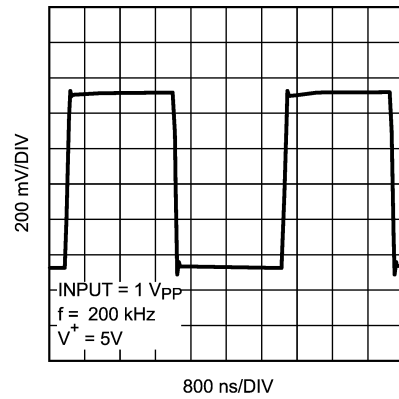
代表的な性能特性 (つづき)

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

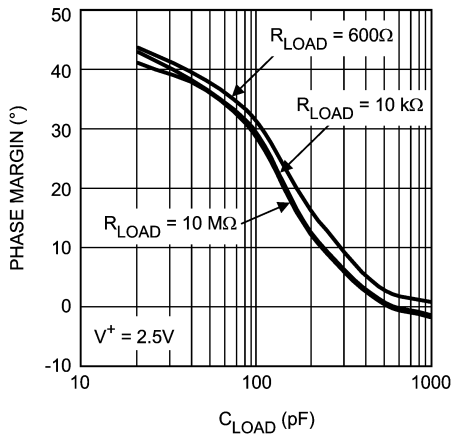
Small Signal Transient Response, $A_V = +1$



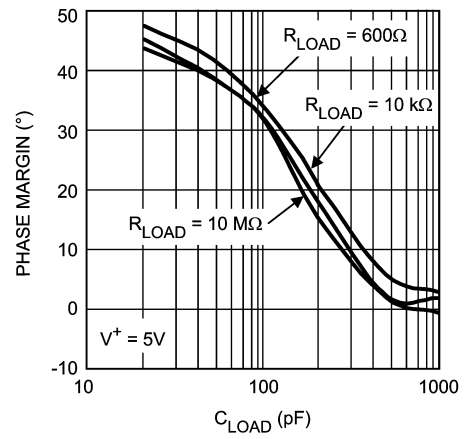
Large Signal Transient Response, $A_V = +1$



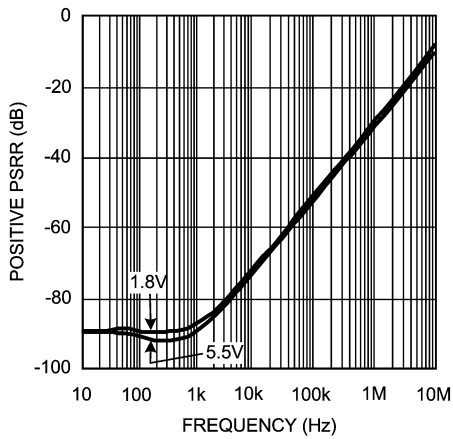
Phase Margin vs. Capacitive Load (Stability)



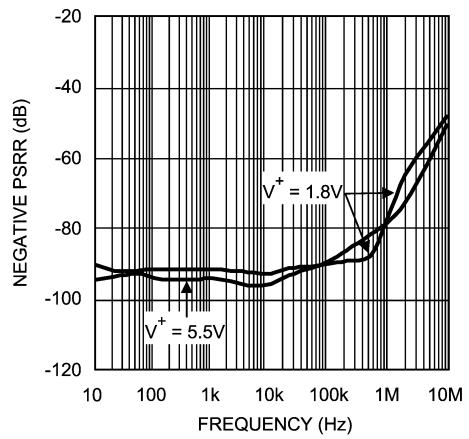
Phase Margin vs. Capacitive Load (Stability)



Positive PSRR vs. Frequency



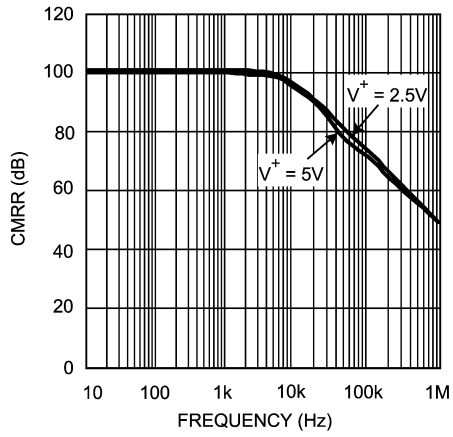
Negative PSRR vs. Frequency



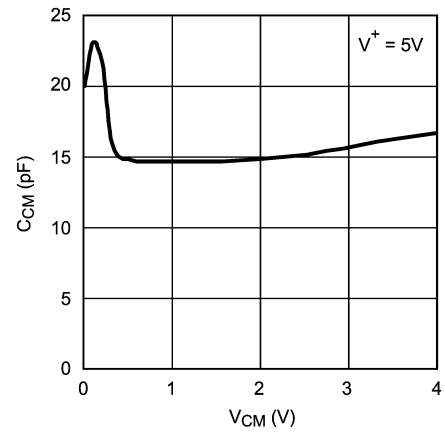
代表的な性能特性 (つづき)

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

CMRR vs. Frequency



Input Common Mode Capacitance vs. V_{CM}



アプリケーション・ノート

LMV791/LMV792 の特長

低消費電流で広帯域

LMV791/LMV792 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、LMV791 と LMV792 は携帯用機器の広帯域アンプとして理想的です。また、イネーブル機能とシャットダウン機能も、平均消費電力を低く抑えながら広帯域と高性能を実現する、電力効率の優れたシステムの設計に使用できます。

低入力換算ノイズと低入力バイアス電流

LMV791/LMV792 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、微小入力バイアス電流 (100fA) と低入力換算電流ノイズ (0.01pA/ Hz) が保証されます。これらの特性は信号忠実度の維持に有用であり、LMV791 と LMV792 をオーディオまたはセンサ・ベースのアプリケーションに最適にします。

低電源電圧

LMV791/LMV792 は、2.5V および 5V 電源での動作時の特性が保証されます。LMV791 ファミリーは、2.0V ~ 5.5V の電源電圧で、- 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 LMV791/LMV792 は、1.8V の電源電圧において 0 ~ 125 の温度環境での動作も保証されているため、LMV791 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。

RRO およびグラウンド検知

フルスイングの出力振幅が可能のため、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、LMV791/LMV792 は 1.8V 電源において 40mA を超える電流をソース可能です。他方、この特長により LMV791 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、LMV791/LMV792 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。

イネーブル機能とシャットダウン機能

LMV791 ファミリーは、バッテリー電源のシステムに最適です。1.15mA の低消費電流と 140nA のシャットダウン電流 (代表値) を備えているため、バッテリーの寿命を最大限に生かす設計が可能になります。LMV791/LMV792 のイネーブル・ピンを使用すると、オペアンプをオフにして、消費電流を 1μA 未満に減らすことができます。オペアンプをオンにするには、イネーブル・ピンを $V^+ - 0.5V$ より高くする必要があります (V^+ は正電源電圧です)。オペアンプをディセーブルにするには、イネーブル・ピン電圧を $V^- + 0.5V$ より低くする必要があります (V^- は負電源電圧です)。

小型パッケージ

LMV791/LMV792 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、ページャ、その他の携帯システムなどの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経路がノイズの影響を受けやすくなります。LMV791/LMV792 のパッケージが物理的に小さく、オペアンプは信号源の近くに配置できるため、ノイズを拾いにくくして、信号品質を高められます。

容量性負荷の許容誤差

LMV791/LMV792 は、ユニティ・ゲインで、発振せずに 120pF を直接ドライブできます。ユニティ・ゲイン・フォロワは、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。容量性負荷を直接ドライブすると、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。

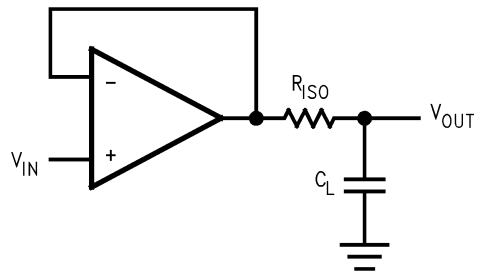


FIGURE 1. Isolation of C_L to Improve Stability

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 LMV791 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} が増大しています。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 を使用すれば制御できます。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。

アプリケーション・ノート(つづき)

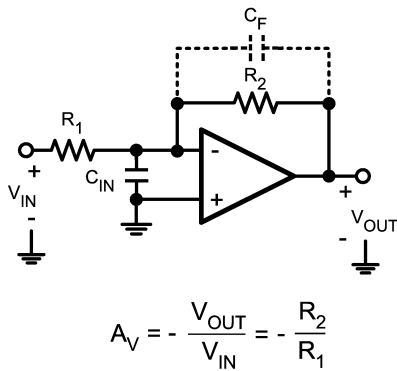


FIGURE 2. Inverting Amplifier

単純化のために、オペアンプをユニティ・ゲイン周波数を A_0 とする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。

$$P_{1,2} = \frac{-1}{2C_{IN}} \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2 - \frac{4 A_0 C_{IN}}{R_2}} \right] \quad (2)$$

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のがわかり、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。

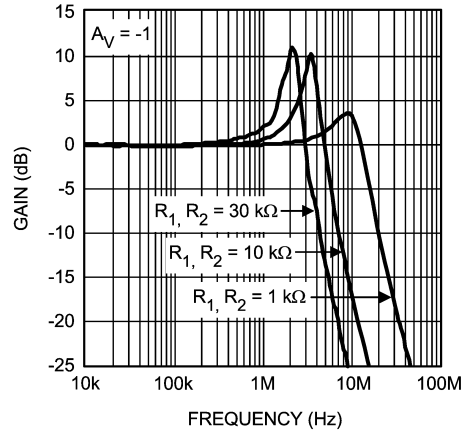


FIGURE 3. Gain Peaking Caused by Large R_1, R_2

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。

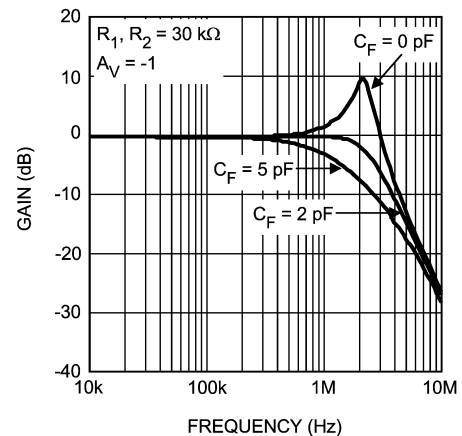


FIGURE 4. Gain Peaking Eliminated by C_F

アプリケーション・ノート(つづき)

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、LMV791 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、LMV791 ファミリーは 0.01% 未満の歪みで 600 程度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 とは異なる値の 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。

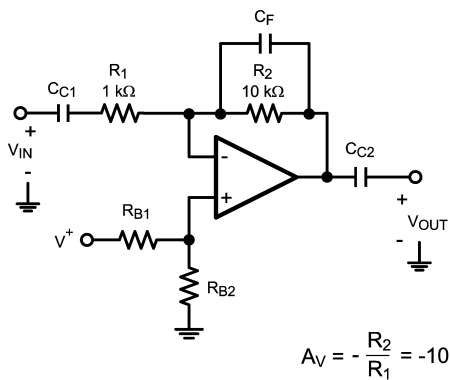


FIGURE 5. Inverting Audio Preamplifier

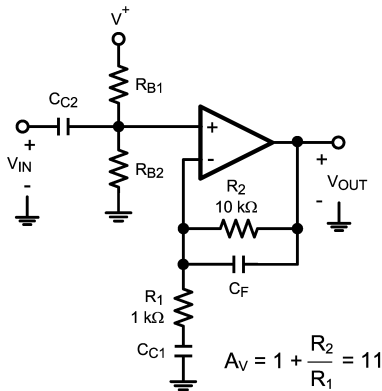


FIGURE 6. Non-inverting Audio Preamplifier

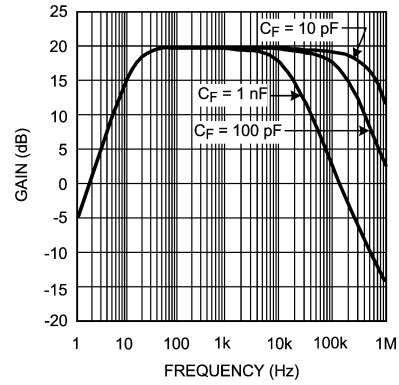


FIGURE 7. Frequency Response of the Inverting Audio Preamplifier

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・ゲインは出力電圧の入力電流に対する比として測定され、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。LMV791/LMV792 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もと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。

LMV791/LMV792 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。フルスイング出力振幅の 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、LMV791/LMV792 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、LMV791/LMV792 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。

アプリケーション・ノート(つづき)

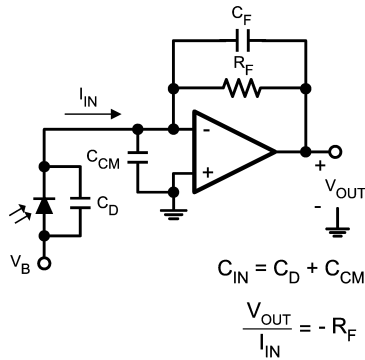


FIGURE 8. Photodiode Transimpedance Amplifier

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。

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

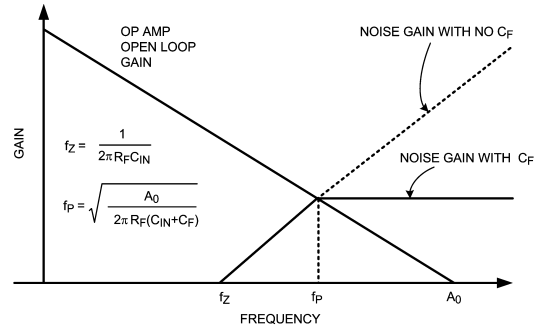


FIGURE 9. C_F Selection for Stability

C_F を式 (3) で計算すると極端に小さい値 ($< 1\text{pF}$) 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実用的です。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。

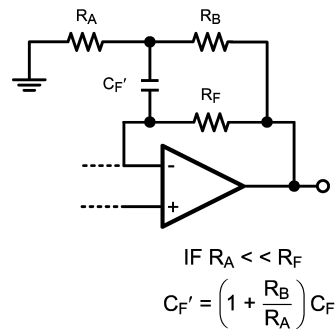


FIGURE 10. Obtaining Small C_F from large C_F'

トランスインピーダンス・アンプとしての LMV791

LMV791 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。

アプリケーション・ノート(つづき)

TABLE 1.

Transimpedance, A_{TI}	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

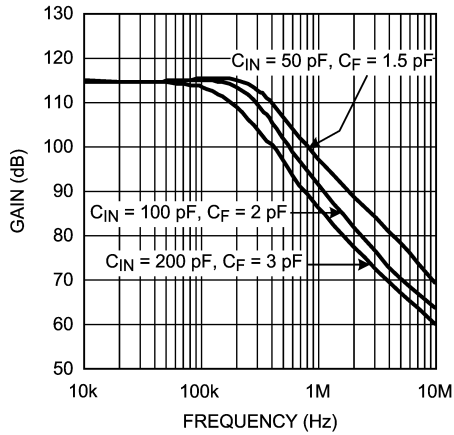


FIGURE 11. Frequency Response for $A_{TI} = 470000$

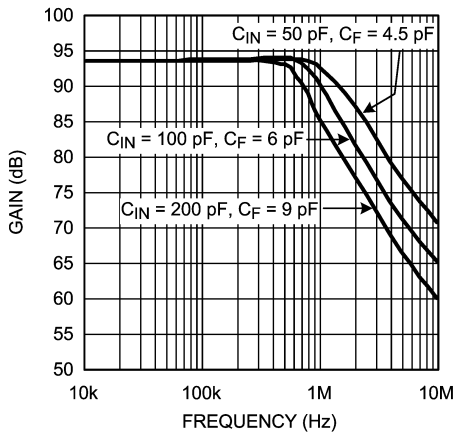
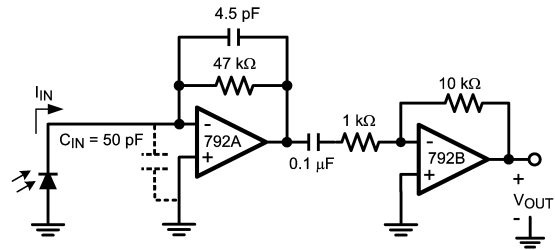


FIGURE 12. Frequency Response for $A_{TI} = 47000$

LMV792 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 LMV792 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、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。MSOP-10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 $A_{TI} = 470000$

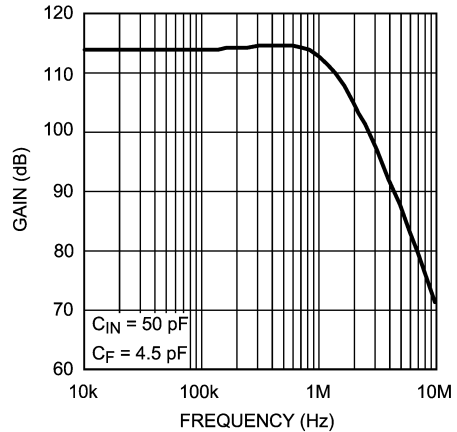


FIGURE 14. 1.5 MHz Transimpedance Amplifier Frequency Response

アプリケーション・ノート(つづき)

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 LMV791/LMV792 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。

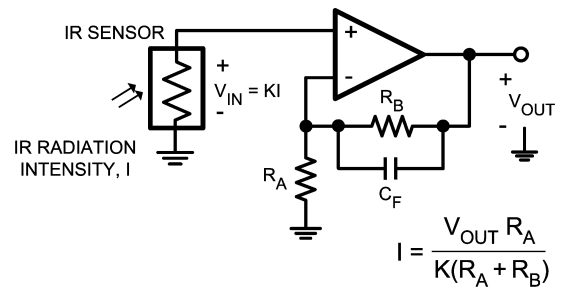
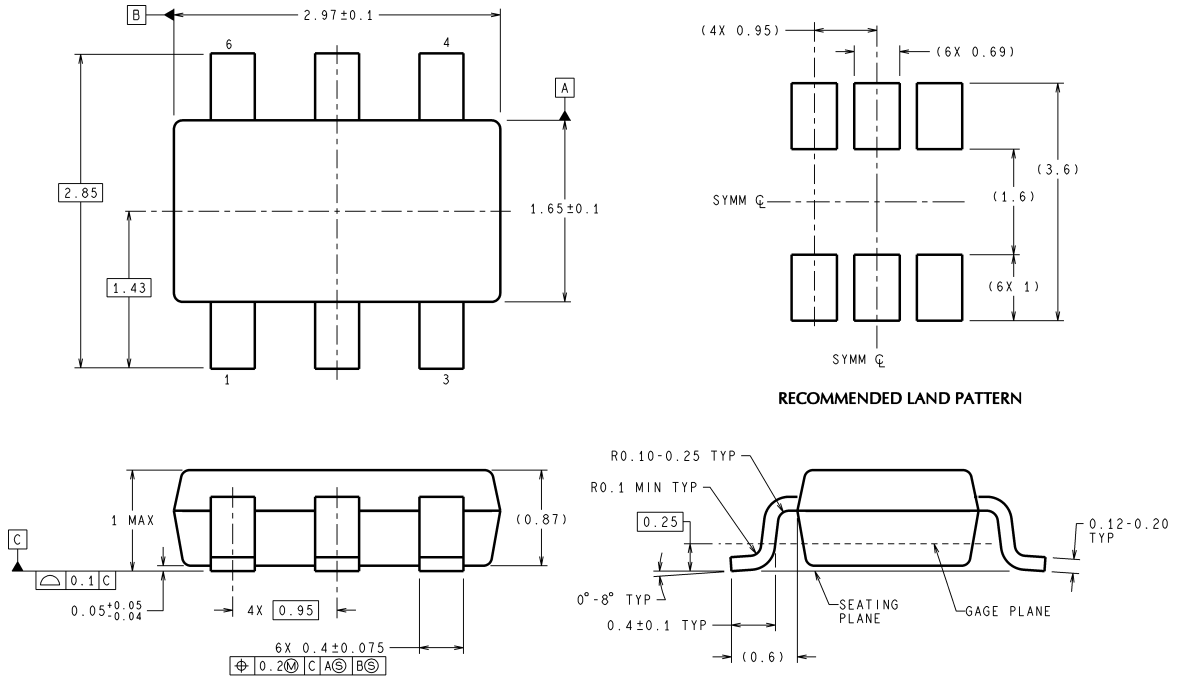


FIGURE 15. IR Radiation Sensor

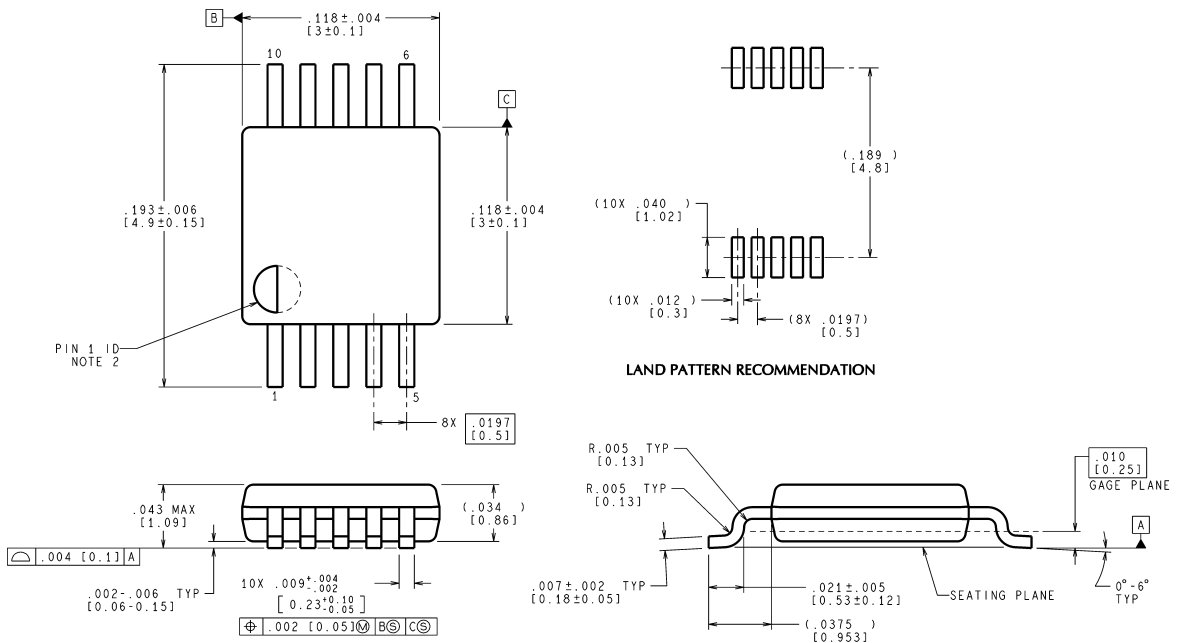
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

MK06A (Rev D)

6-Pin TSOT23
NS Package Number MK06A
 単位は millimeters



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

MUB10A (Rev B)

10-Pin MSOP
NS package Number MUB10A

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 © 2007 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るとか、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、それを超過し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