

# **LMV771,LMV772,LMV774**

*LMV771/LMV772/LMV772Q/LMV774 Single/Dual/Quad, Low Offset, Low Noise, RRO  
Operational Amplifiers*



Literature Number: JAJSA06

# LMV771 (シングル)/LMV772 (デュアル)/LMV774 (クワッド)

## 低オフセット電圧、低ノイズ、出力フルスイング・オペアンプ

### 概要

LMV771/LMV772/LMV774 は、シングル / デュアル / クワッドの低ノイズ高精度オペアンプで、広範なアプリケーションを対象としています。そのほか、拡張された動作温度範囲 - 40 ~ + 125、超小型 SC70-5 パッケージ (LMV771)、微小入力バイアス電流などの特長を持っています。

LMV771/LMV772/LMV774 は温度範囲が - 40 ~ + 125 と広い幅広いアプリケーションに適用可能です。サイズ、速度、省電力化の改善が図られた LMV771 は、ナショナルセミコンダクターの Silicon Dust™ アンプ・ポートフォリオをさらに拡張する製品です。LMV771/LMV772/LMV774 は電圧範囲 2.7V ~ 5.0V で動作が保証され、またすべての動作電圧で出力フルスイングが得られます。

LMV771/772/774 ファミリーは、高精度、低ノイズ、低電圧が必要な小型システム用に開発されています。重負荷に対しても出力フルスイング振幅を与えます。最大入力オフセット電圧は室温で LMV771 では 850µV です。入力同相電圧範囲にはグラウンドが含まれます。

LMV771 は小型の SC70-5 パッケージで、LMV772 は省スペースの MSOP-8 と SOIC-8 パッケージで、LMV774 は TSSOP-14 パッケージで、それぞれ供給されます。

### 特長

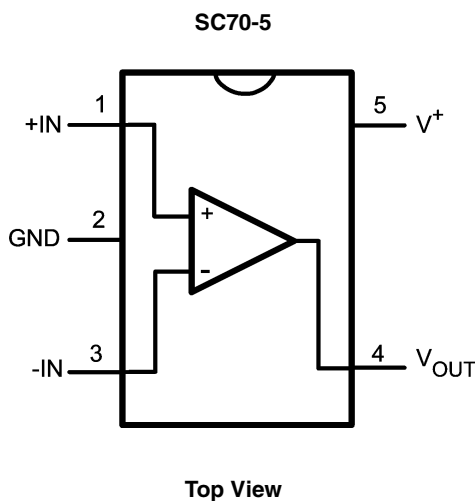
(特記のない限り、2.7V 電源)

2.7V と 5V 動作時の仕様を保証	
最大オフセット電圧 $V_{OS}$ (LMV771)	850µV (リミット値)
電圧ノイズ	
$f = 100\text{Hz}$ 時	$12.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$f = 10\text{kHz}$ 時	$7.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
出力フルスイング	
$R_L = 600$	$V^+ + 100\text{mV} \sim V^- - 100\text{mV}$
$R_L = 2\text{k}$	$V^+ + 50\text{mV} \sim V^- - 50\text{mV}$
$R_L = 2\text{k}$ 時の開ループ・ゲイン	100dB
$V_{CM}$	$0\text{V} \sim V^+ - 0.9\text{V}$
消費電流 (各 ch あたり)	550µA
ゲイン帯域幅積	3.5MHz
温度範囲	- 40 ~ 125

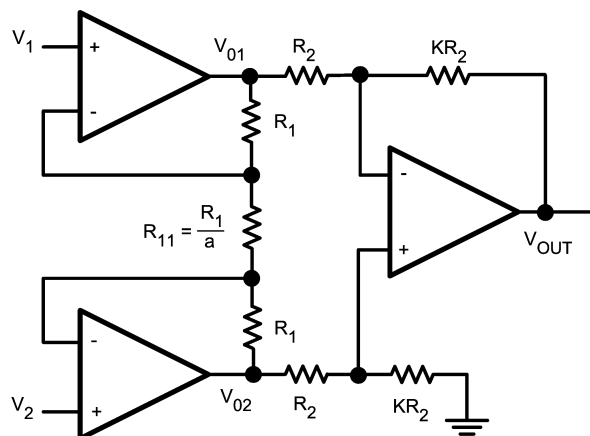
### アプリケーション

- トランスデューサ・アンプ
- 計装アンプ
- 高精度電流センス
- データ・アキュイジション・システム
- アクティブ・フィルタとバッファ
- サンプル / ホールド
- ポータブル / バッテリー駆動電子機器

### ピン配置図



### 計装アンプ



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

LMV771 (シングル)/LMV772 (デュアル)/LMV774 (クワッド)  
低オフセット電圧、低ノイズ、出力フルスイング・オペアンプ

## 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)

マシン・モデル	200V
人体モデル	2000V
差動入力電圧	±電源電圧
入力ピン電圧	(V <sup>+</sup> ) + 0.3V、(V <sup>-</sup> ) - 0.3V
入力ピン電流	± 10mA
電源電圧 (V <sup>+</sup> ~ V <sup>-</sup> )	5.75V
V <sup>+</sup> への出力短絡	(Note 3)
V <sup>-</sup> への出力短絡	(Note 4)
実装温度	

赤外線または対流方式 (20 秒)

235

流動ハンダ付け (10 秒)

260

保存温度範囲

- 65 ~ 150

接合部温度 (Note 5)

150

## 動作定格 (Note 1)

電源電圧	2.7V ~ 5.5V
温度範囲	- 40 ~ 125
熱抵抗 (J <sub>A</sub> )	
SC70-5 パッケージ	440 /W
8ピン MSOP	235 /W
8ピン SOIC	190 /W
14ピン TSSOP	155 /W

## 2.7V DC 電気的特性 (Note 13)

特記のない限り、リミット値はすべて T<sub>J</sub> = 25 °C、V<sup>+</sup> = 2.7V、V<sup>-</sup> = 0V、V<sub>CM</sub> = V<sup>+</sup> / 2、V<sub>O</sub> = V<sup>+</sup> / 2、R<sub>L</sub> > 1M Ω に対して保証されます。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	Condition	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
V <sub>OS</sub>	Input Offset Voltage	LMV771		0.3	0.85 <b>1.0</b>	mV
		LMV772/LMV774		0.3	1.0 <b>1.2</b>	
TCV <sub>OS</sub>	Input Offset Voltage Average Drift			-0.45		μV/°C
I <sub>B</sub>	Input Bias Current (Note 8)			-0.1	100	pA
I <sub>OS</sub>	Input Offset Current (Note 8)			0.004	100	pA
I <sub>S</sub>	Supply Current (Per Amplifier)			550	900 <b>910</b>	μA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	0.5 ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 1.2V	74 <b>72</b>	80		dB
PSSR	Power Supply Rejection Ratio	2.7V ≤ V <sup>+</sup> ≤ 5V	82 <b>76</b>	90		dB
V <sub>CM</sub>	Input Common-Mode Voltage Range	For CMRR ≥ 50dB	0		1.8	V
A <sub>V</sub>	Large Signal Voltage Gain (Note 9)	R <sub>L</sub> = 600Ω to 1.35V, V <sub>O</sub> = 0.2V to 2.5V, (Note 10)	92 <b>80</b>	100		dB
		R <sub>L</sub> = 2kΩ to 1.35V, V <sub>O</sub> = 0.2V to 2.5V, (Note 11)	98 <b>86</b>	100		
V <sub>O</sub>	Output Swing	R <sub>L</sub> = 600Ω to 1.35V V <sub>IN</sub> = ± 100mV, (Note 10)	0.11 <b>0.14</b>	0.084 to 2.62	2.59 <b>2.56</b>	V
		R <sub>L</sub> = 2kΩ to 1.35V V <sub>IN</sub> = ± 100mV, (Note 11)	0.05 <b>0.06</b>	0.026 to 2.68	2.65 <b>2.64</b>	
I <sub>O</sub>	Output Short Circuit Current	Sourcing, V <sub>O</sub> = 0V V <sub>IN</sub> = 100mV	18 <b>11</b>	24		mA
		Sinking, V <sub>O</sub> = 2.7V V <sub>IN</sub> = -100mV	18 <b>11</b>	22		

**2.7V AC 電気的特性** (Note 13)

特記のない限り、リミット値はすべて  $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5.0\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$  に対して保証されます。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
SR	Slew Rate (Note 12)	$A_V = +1$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$		1.4		V/ $\mu\text{s}$
GBW	Gain-Bandwidth Product			3.5		MHz
$\Phi_m$	Phase Margin			79		Deg
$G_m$	Gain Margin			-15		dB
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise (Flatband)	$f = 10\text{ kHz}$		7.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise (1/f)	$f = 100\text{ Hz}$		12.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.001		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD	Total Harmonic Distortion	$f = 1\text{ kHz}$ , $A_V = +1$ $R_L = 600\Omega$ , $V_{IN} = 1\text{ V}_{PP}$		0.007		%

**5.0V DC 電気的特性** (Note 13)

特記のない限り、リミット値はすべて  $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5.0\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}$  に対して保証されます。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	Condition	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LMV771		0.25	0.85 <b>1.0</b>	mV
		LMV772/LMV774		0.25	1.0 <b>1.2</b>	
$TCV_{OS}$	Input Offset Voltage Average Drift			-0.35		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$I_B$	Input Bias Current (Note 8)			-0.23	100	pA
$I_{OS}$	Input Offset Current (Note 8)			0.017	100	pA
$I_S$	Supply Current (Per Amplifier)			600	950 <b>960</b>	$\mu\text{A}$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0.5 \leq V_{CM} \leq 3.5\text{V}$	80 <b>79</b>	90		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.7\text{V} \leq V^+ \leq 5\text{V}$	82 <b>76</b>	90		dB
$V_{CM}$	Input Common-Mode Voltage Range	For CMRR $\geq 50\text{ dB}$	0		4.1	V
$A_V$	Large Signal Voltage Gain (Note 9)	$R_L = 600\Omega$ to 2.5V, $V_O = 0.2\text{V}$ to 4.8V, (Note 10)	92 <b>89</b>	100		dB
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to 2.5V, $V_O = 0.2\text{V}$ to 4.8V, (Note 11)	98 <b>95</b>	100		
$V_O$	Output Swing	$R_L = 600\Omega$ to 2.5V $V_{IN} = \pm 100\text{ mV}$ , (Note 10)	0.15 <b>0.23</b>	0.112 to 4.9	4.85 <b>4.77</b>	V
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to 2.5V $V_{IN} = \pm 100\text{ mV}$ , (Note 11)	0.06 <b>0.07</b>	0.035 to 4.97	4.94 <b>4.93</b>	
$I_O$	Output Short Circuit Current (Note 8), (Note 14)	Sourcing, $V_O = 0\text{V}$ $V_{IN} = 100\text{ mV}$	35 <b>35</b>	75		mA
		Sinking, $V_O = 2.7\text{V}$ $V_{IN} = -100\text{ mV}$	35 <b>35</b>	66		

## 5.0V AC 電気的特性 (Note 13)

特記のない限り、リミット値はすべて  $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5.0\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}\Omega$  に対して保証されます。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
SR	Slew Rate (Note 12)	$A_V = +1$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$		1.4		V/ $\mu\text{s}$
GBW	Gain-Bandwidth Product			3.5		MHz
$\Phi_m$	Phase Margin			79		Deg
$G_m$	Gain Margin			-15		dB
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise (Flatband)	$f = 10\text{ kHz}$		6.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise (1/f)	$f = 100\text{ Hz}$		12		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.001		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD	Total Harmonic Distortion	$f = 1\text{ kHz}$ , $A_V = +1$ $R_L = 600\Omega$ , $V_{IN} = 1\text{ V}_{PP}$		0.007		%

**Note 1:** 「絶対最大定格」は、それらを超えると、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、デバイスの意図する動作条件を示し、特定の性能を保証するものではありません。保証規格およびその試験条件については、「電気的特性」を参照してください。

**Note 2:** 人体モデルは 100pF と 1.5k $\Omega$  の直列回路であり、マシン・モデルは 20pF と 0 $\Omega$  の直列回路です。

**Note 3:** 出力と  $V^+$  を短絡させると、信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。

**Note 4:** 出力と  $V^-$  を短絡させると、信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。

**Note 5:** 最大消費電力は、 $T_{J(MAX)}$ 、 $J_A$ 、 $T_A$  の関数です。任意の周囲温度での最大許容消費電力は  $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / J_A$  で与えられます。数値はすべて PC 基板に直接ハンダ付けされているパッケージに適用されます。

**Note 6:** Typ (代表) 値は最も標準的な値を表します。

**Note 7:** リミット (Max、Min) 値はすべて試験または統計解析により保証されています。

**Note 8:** リミット値は設計保証値です。

**Note 9:**  $R_L$  は電源電圧の 1/2 の値に接続されます。出力電圧は電源レールから 200mV のレベルに設定されています。 $V_O = \text{GND} + 0.2\text{V}$ 、 $V_O = V^+ - 0.2\text{V}$

**Note 10:** LMV772/LMV774 の場合、適用される温度範囲は -40 ~ 85 です。

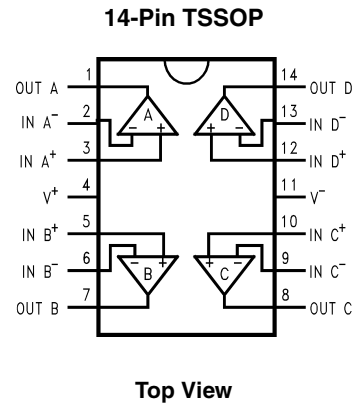
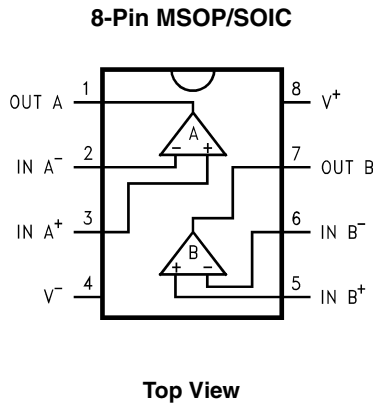
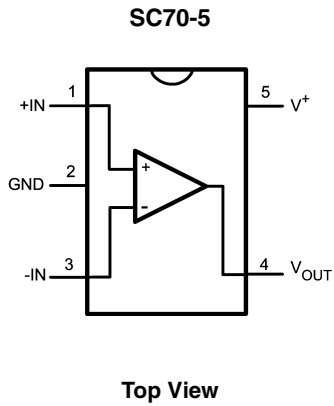
**Note 11:** LMV772/LMV774 の場合、適用される温度範囲は -40 ~ 85 です。 $R_L$  を 10k $\Omega$  に緩和した場合、LMV772/LMV774 に適用される温度範囲は -40 ~ +125 になります。

**Note 12:** 規格値は正または負のスレーートのいずれか遅い方です。

**Note 13:** 「電気的特性」の値は、記載されている温度の工場試験条件に対してのみ適用されます。工場試験条件では  $T_J = T_A$  となるように自己発熱を大幅に抑えています。自己発熱によって  $T_J > T_A$  となる条件下では「電気的特性」記載のパラメータは保証されません。「絶対最大定格」に記載されている接合部温度上限は、これを超えるとデバイスに物理的または電気的な恒久的損傷を与えるおそれがあります。

**Note 14:** 35mA を超える出力短絡電流が流れる状態でデバイスを連続動作させると、デバイスに恒久的損傷を与えるおそれがあります。

ピン配置図

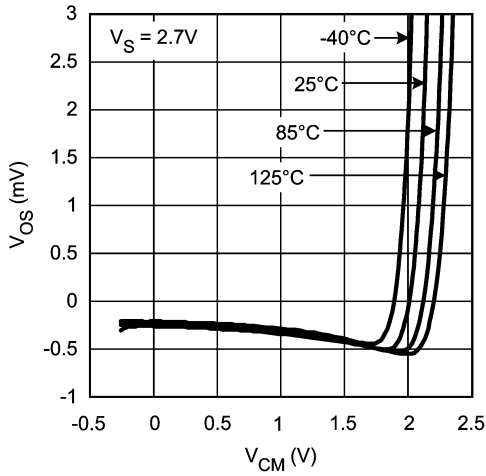


製品情報

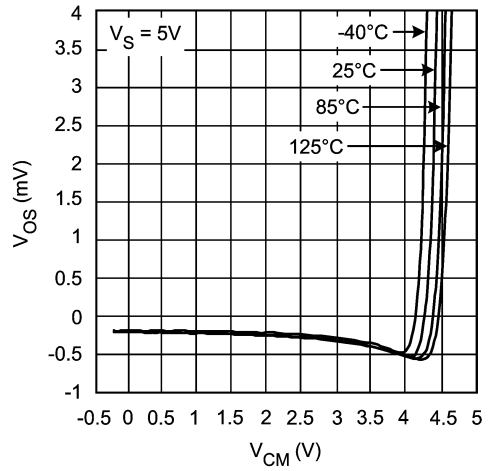
Package	Part Number	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing
SC70-5	LMV771MG	A75	1k Units Tape and Reel	MAA05A
	LMV771MGX		3k Units Tape and Reel	
8-Pin SOIC	LMV772MA	LMV772MA	95 Units/Rail	M08A
	LMV772MAX		2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LMV772MM	A91A	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LMV772MMX		3.5k Units Tape and Reel	
14-Pin TSSOP	LMV774MT	LMV774MT	95 Units/Rail	MTC14
	LMV774MTX		2.5k Units Tape and Reel	

代表的な性能特性

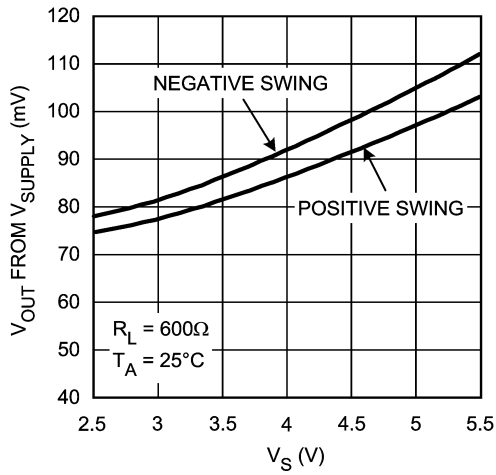
**$V_{OS}$  vs.  $V_{CM}$  Over Temperature**



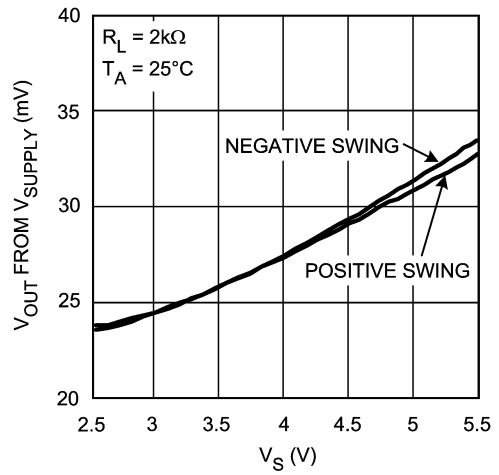
**$V_{OS}$  vs.  $V_{CM}$  Over Temperature**



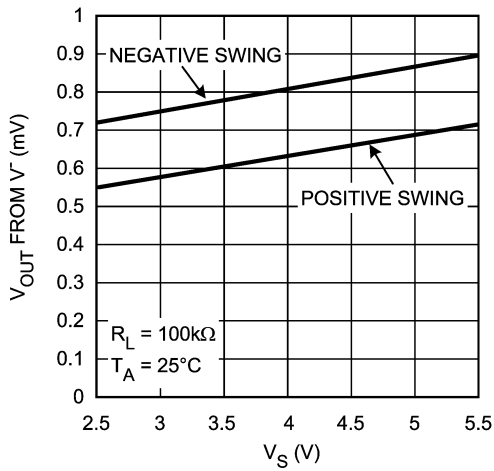
**Output Swing vs.  $V_S$**



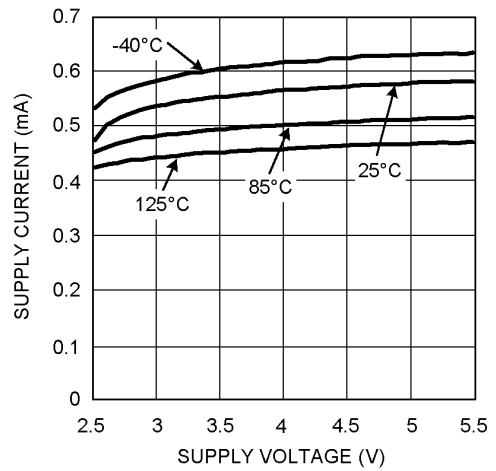
**Output Swing vs.  $V_S$**



**Output Swing vs.  $V_S$**

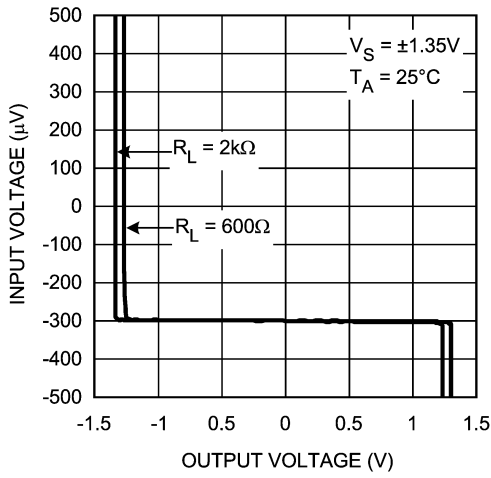


**$I_S$  vs.  $V_S$  Over Temperature**

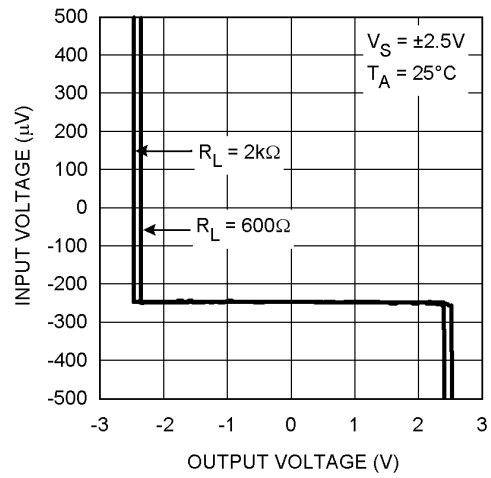


代表的な性能特性 (つづき)

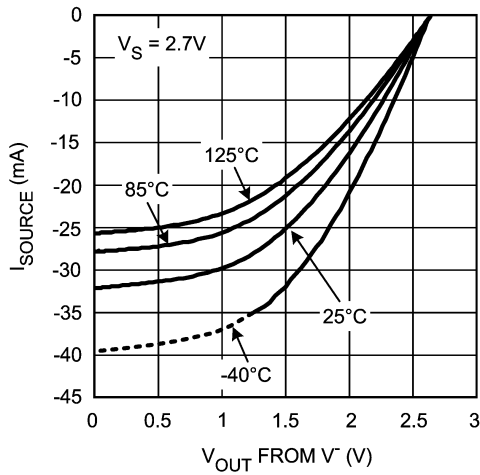
$V_{IN}$  vs.  $V_{OUT}$



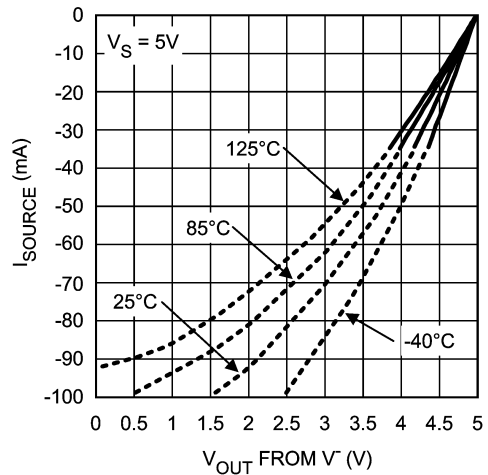
$V_{IN}$  vs.  $V_{OUT}$



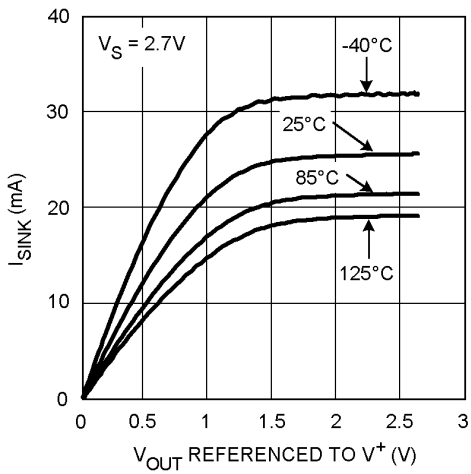
Sourcing Current vs.  $V_{OUT}$  (Note 14)



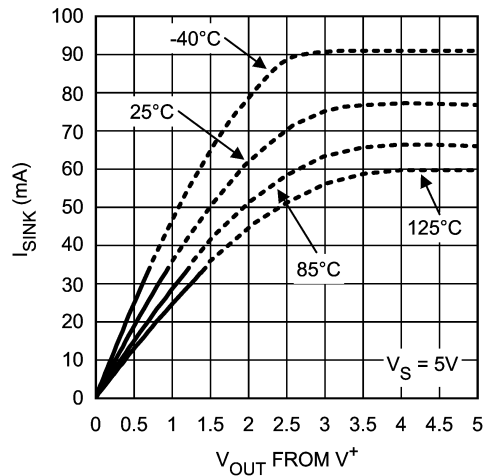
Sourcing Current vs.  $V_{OUT}$  (Note 14)



Sinking Current vs.  $V_{OUT}$  (Note 14)



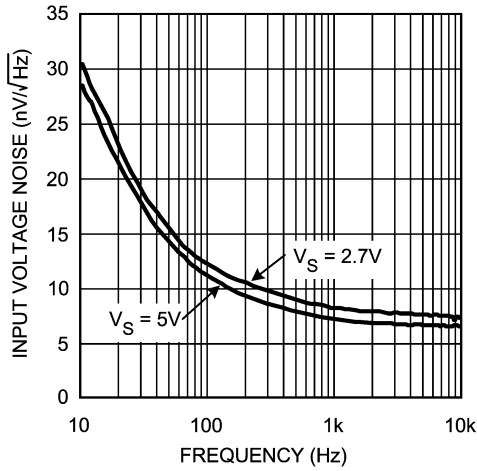
Sinking Current vs.  $V_{OUT}$  (Note 14)



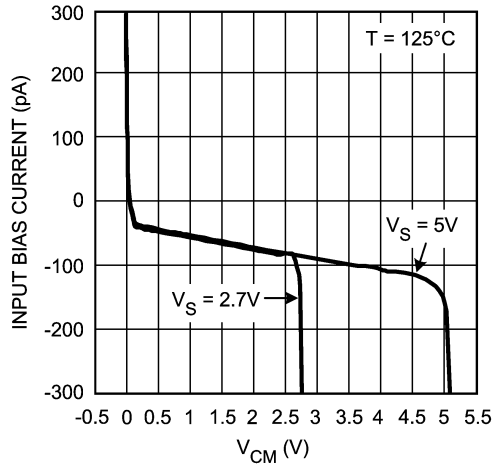


代表的な性能特性 (つづき)

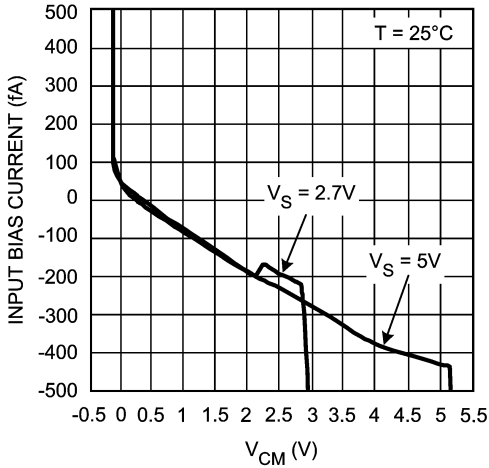
Input Voltage Noise vs. Frequency



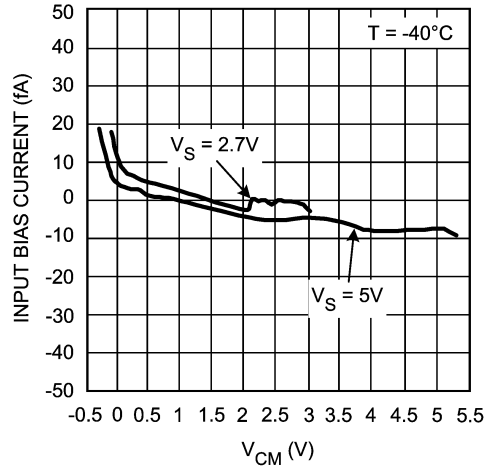
Input Bias Current Over Temperature



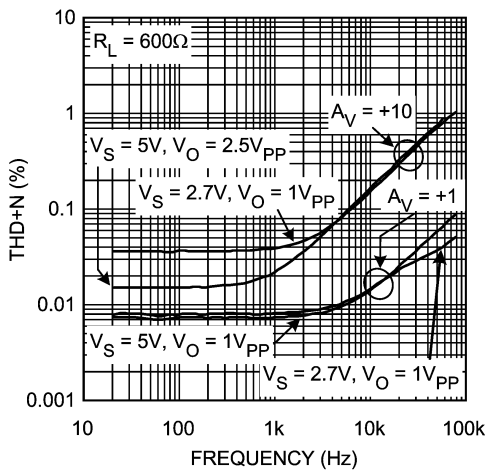
Input Bias Current Over Temperature



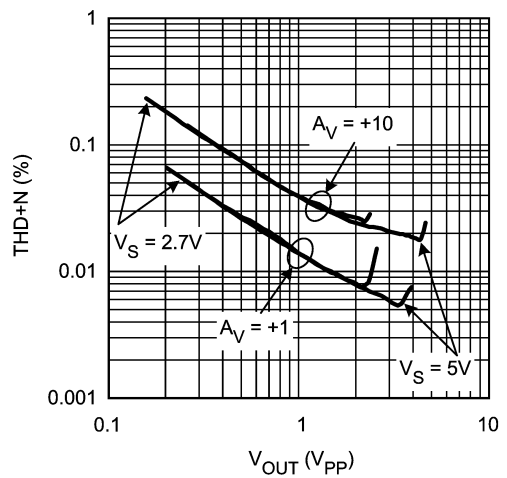
Input Bias Current Over Temperature



THD + N vs. Frequency

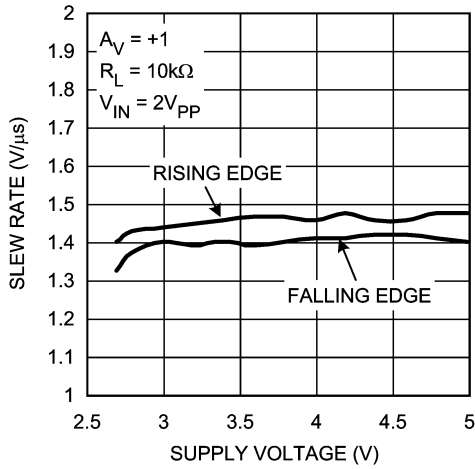


THD + N vs. VOUT

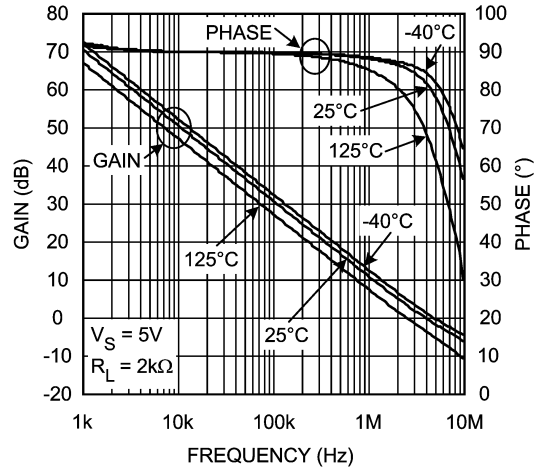


代表的な性能特性 (つづき)

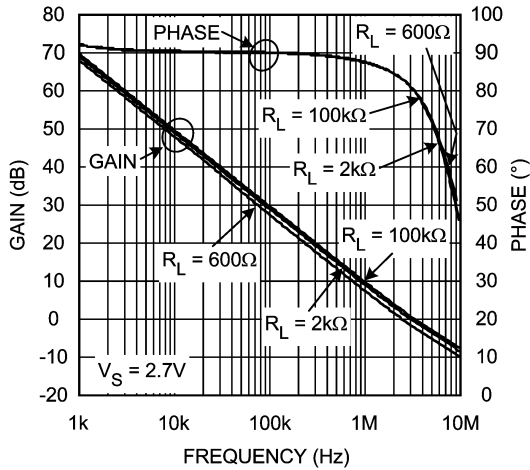
**Slew Rate vs. Supply Voltage**



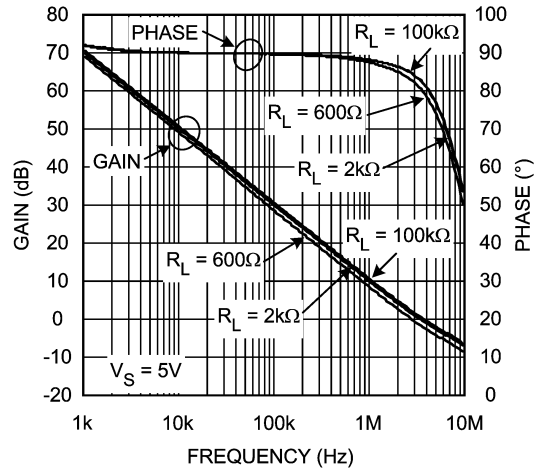
**Open Loop Frequency Response Over Temperature**



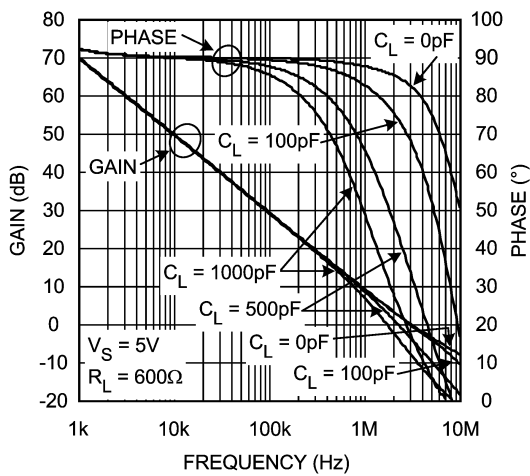
**Open Loop Frequency Response**



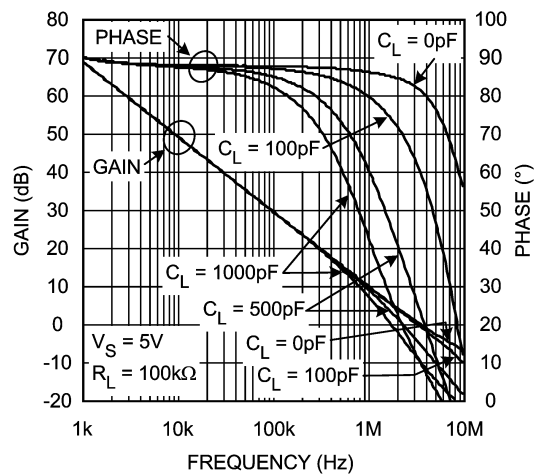
**Open Loop Frequency Response**



**Open Loop Gain & Phase with Cap. Loading**

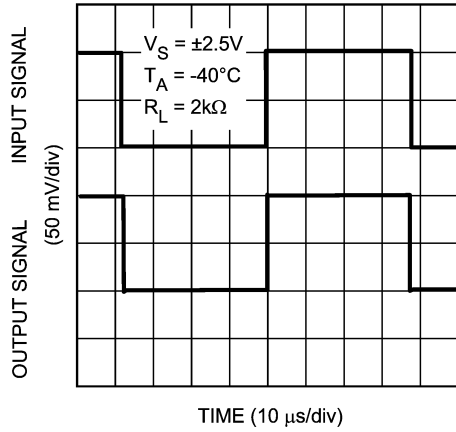


**Open Loop Gain & Phase with Cap. Loading**

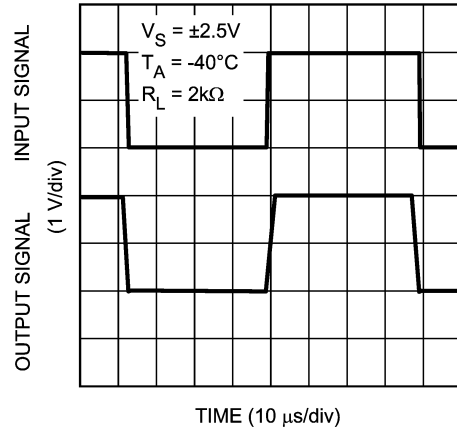


代表的な性能特性 (つぎ)

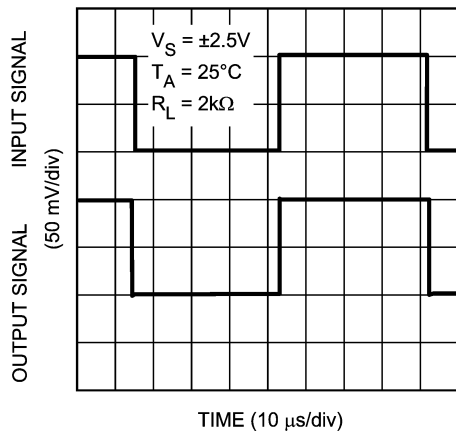
Non-Inverting Small Signal Pulse Response



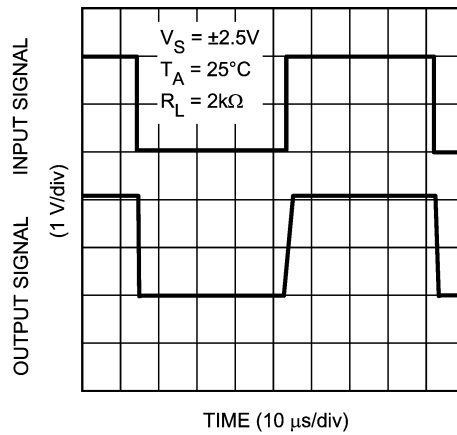
Non-Inverting Large Signal Pulse Response



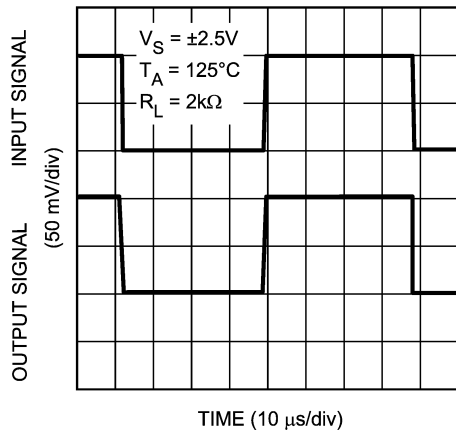
Non-Inverting Small Signal Pulse Response



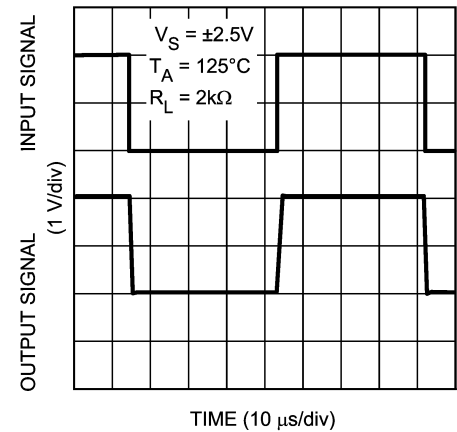
Non-Inverting Large Signal Pulse Response



Non-Inverting Small Signal Pulse Response

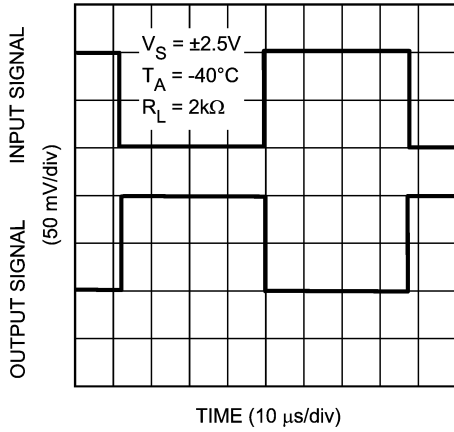


Non-Inverting Large Signal Pulse Response

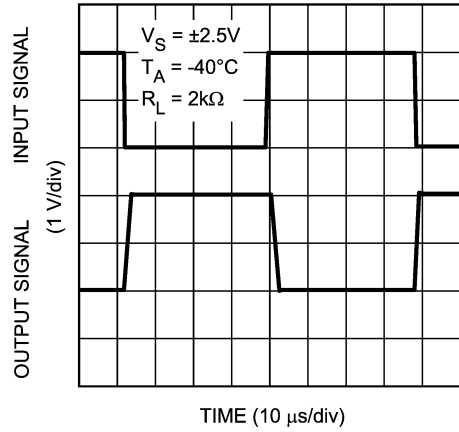


代表的な性能特性 (つづき)

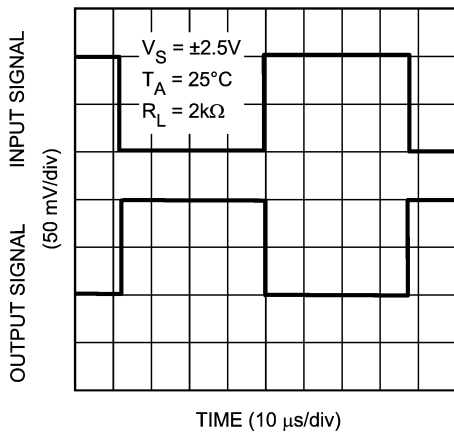
**Inverting Small Signal Pulse Response**



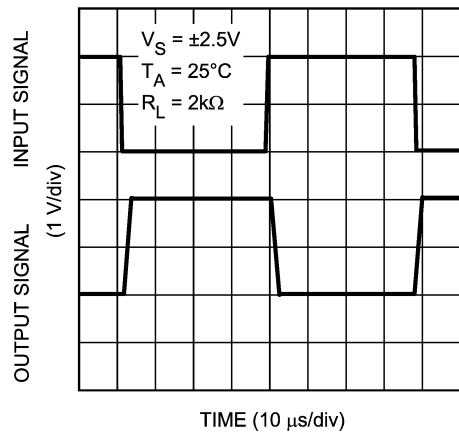
**Inverting Large Signal Pulse Response**



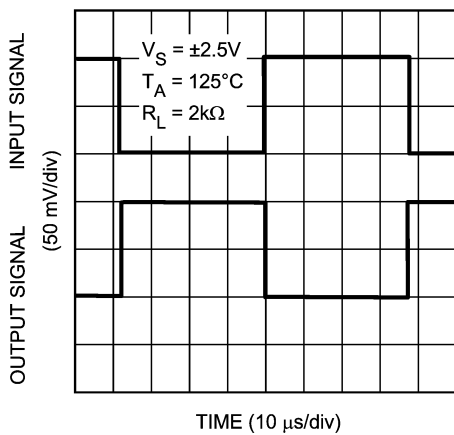
**Inverting Small Signal Pulse Response**



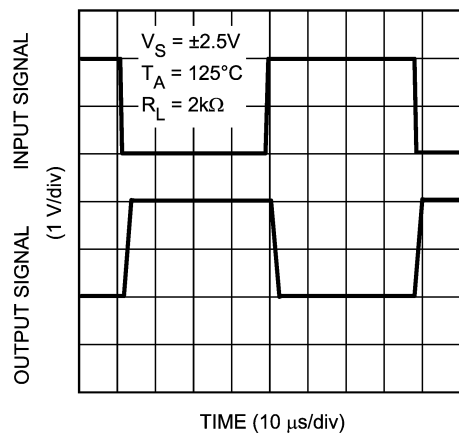
**Inverting Large Signal Pulse Response**



**Inverting Small Signal Pulse Response**

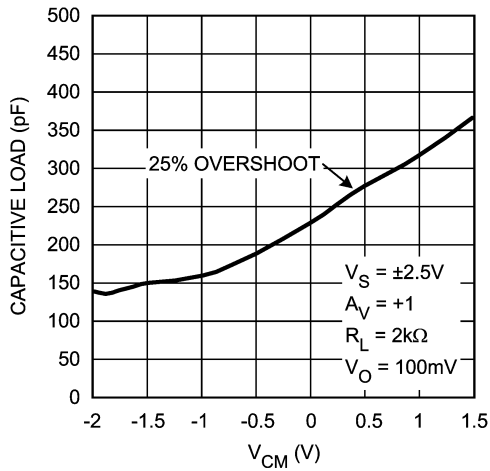


**Inverting Large Signal Pulse Response**

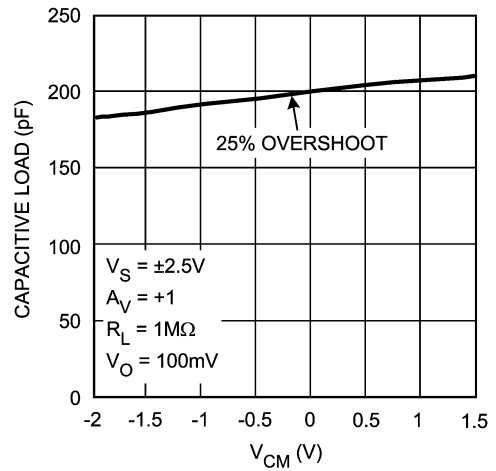


代表的な性能特性 (つづき)

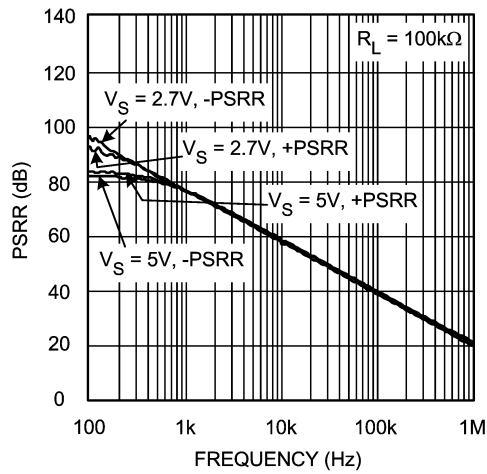
Stability vs.  $V_{CM}$



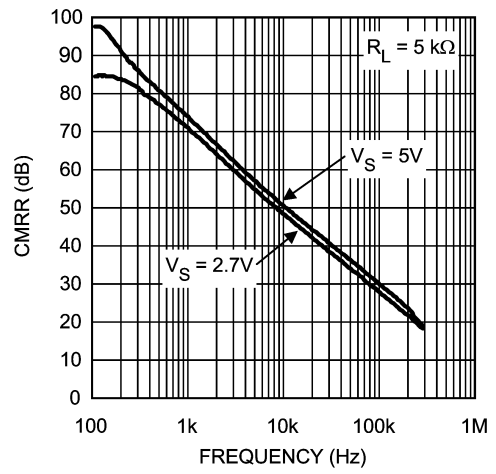
Stability vs.  $V_{CM}$



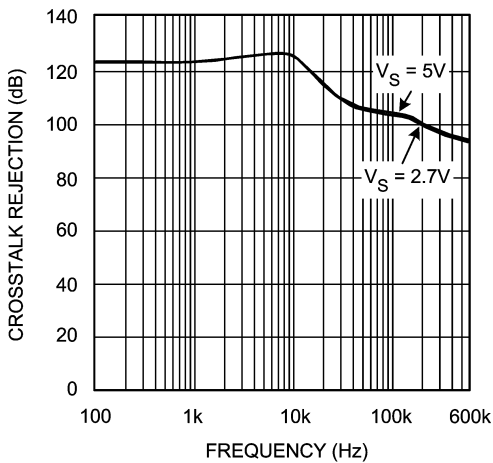
PSRR vs. Frequency



CMRR vs. Frequency



Crosstalk Rejection vs. Frequency



## アプリケーション・ノート

## LMV771/LMV772/LMV774

LMV771/772/774 ファミリーは、高精度、低ノイズ、超低オフセット電圧を特長とするアンプです。

LMV771/LMV772/LMV774 は温度範囲が  $-40 \sim +125$  と広いので、幅広いアプリケーションに適用が可能です。

LMV771 の最大オフセット電圧は拡張温度範囲にわたって  $1\text{mV}$  です。このため LMV771 は、精度が要求されるアプリケーションに理想的です。

LMV772/LMV774 の最大オフセット電圧は室温で  $1\text{mV}$ 、 $-40 \sim +125$  の拡張温度範囲で  $1.2\text{mV}$  です。温度が高い条件下で負荷が重いアプリケーションに LMV772/LMV774 を適用する場合は注意が必要です。「DC 電気的特性」の表に記載されているとおり、 $85 \sim 125$  の範囲で負荷が  $2\text{k}$  より小さいと、LMV772/LMV774 のゲインと出力振幅は小さくなる場合があります。

## 計装アンプ

アンプを使用して微小信号を測定するには、アンプの入力インピーダンス、入力信号全域に対するゲイン、2 入力系統の差のみが重要で同相信号はノイズと考えられることから各入力系統のゲインのそれぞれに十分な配慮が必要です。古くから知られるソリューションは計装アンプです。計装アンプは有限で正確、かつ安定したゲインを持っています。入力インピーダンスはきわめて高く、出力インピーダンスはきわめて低くなっています。さらに、差動信号のみに応答するように、きわめて高い CMRR 特性を備えます。代表的な計装アンプを Figure 1 に示します。

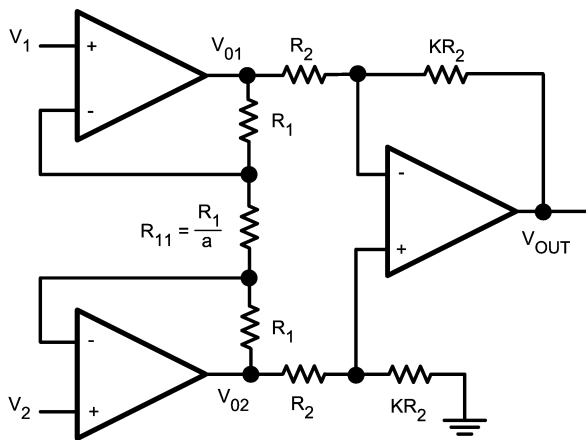


FIGURE 1.

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

回路の入力段の各抵抗には同じ電流が流れます。その理由は、LMV771 の入力インピーダンスが高く入力バイアス電流が小さいためです。節点方程式から、

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

オームの法則により、

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

ただし、

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

ゆえに、

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

以上から計装アンプの出力は、

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

式 (4) を代入すると、

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

これから、計装アンプのゲインは  $-K(2a + 1)$  となります。

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

この計装アンプの周波数に対する CMRR 特性の一例を Figure 2 に示します。3 個の LMV771 アンプと、抵抗の不整合の影響を抑えるために  $1\%$  の抵抗を使用しています。回路を構成している抵抗値は次のとおりです。

$R_1 = 21.6\text{k}$ 、 $R_{11} = 1.8\text{k}$ 、 $R_2 = 2.5\text{k}$ 。

また、 $K = 40$ 、 $a = 12$  です。総ゲインは  $-K(2a + 1) = -1000$  です。

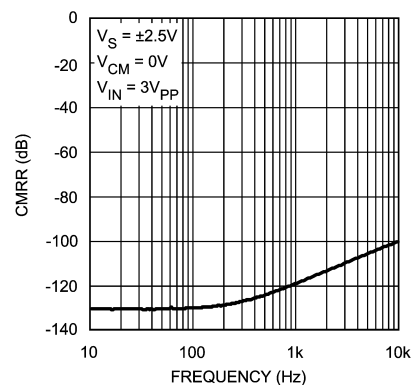


FIGURE 2. CMRR vs. Frequency

アプリケーション・ノート(つづき)

アクティブ・フィルタ

アクティブ・フィルタは、アンプ、抵抗、コンデンサで構成された回路です。パッシブ・フィルタで使用されるインダクタの代わりにアンプを使用して、回路性能を高めるとともに回路サイズを小型化し複雑性を低減します。

最も簡単なアクティブ・フィルタは、反転オペアンプ回路に1個以上のリアクタンス性素子を加えて構成します。リアクタンス性素子は周波数依存デバイスなので、オペアンプは「周波数依存」の増幅を行うことを意味します。

ローパス・フィルタ

次図にごく単純なローパス・フィルタを示します。

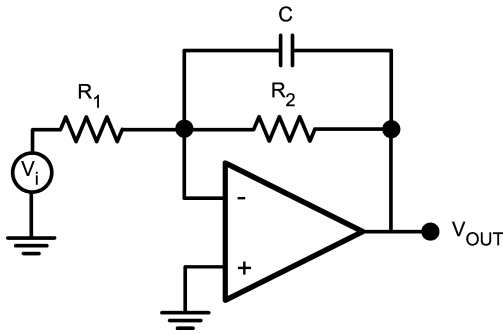


FIGURE 3. Lowpass Filter

伝達関数は次のように表現できます。

キルヒホッフの電流則から、

$$\frac{-V_i}{R_1} - \frac{V_O}{\left[ \frac{1}{j\omega C} \right]} - \frac{V_O}{R_2} = 0 \tag{7}$$

この式を整理すると、

$$V_O = \frac{-R_2}{R_1} \left[ \frac{1}{j\omega C R_2 + 1} \right] V_i \tag{8}$$

または、

$$\frac{V_O}{V_i} = \frac{-R_2}{R_1} \left[ \frac{1}{j\omega C R_2 + 1} \right] \tag{9}$$

= 2 f を代入すると、式の単位は (rad/s) ではなく f (Hz) となり、DC ゲインを

$$\left[ \frac{-R_2}{R_1} = H_0 \right]、 H = \frac{V_O}{V_i} \text{ とすると、} \\ H = H_0 \left[ \frac{1}{j2\pi f C R_2 + 1} \right] \tag{10}$$

また  $f_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C}$  とすると、

$$H = H_0 \left[ \frac{1}{1 + j(f/f_0)} \right] \tag{11}$$

ローパス・フィルタは高周波のみで積分器として働くため、不完全積分回路とも呼ばれています。伝達関数をよく見ればボード線図の一般的形状の予測がつかます。f/f<sub>0</sub> の比が小さいときコンデンサは開回路として働き、アンプは DC ゲインを設定する役割を担います。-3dB コーナー周波数である f<sub>0</sub> からコンデンサは支配的となり、回路は積分器として動作を始め、信号は減衰され、やがてゼロになります。このフィルタに対するボード線図のプロットを次図に示します。

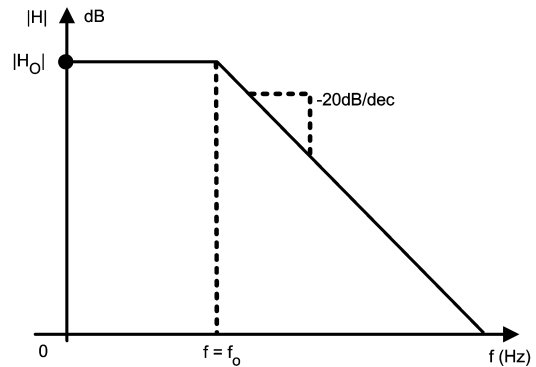


FIGURE 4. Lowpass Filter transfer Function

アプリケーション・ノート(つづき)

ハイパス・フィルタ

同様の手法でハイパス・フィルタの伝達関数を求められます。代表的な一次のハイパス・フィルタを次図に示します。

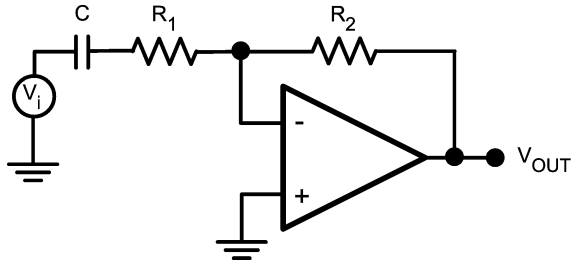


FIGURE 5. Highpass Filter

この回路にキルヒホッフの電流則を適用すると、(CとR<sub>1</sub>間の電圧をV<sub>1</sub>とします)

$$\frac{V_1 - V_i}{\frac{1}{j\omega C}} = \frac{V_1 - V}{R_1} \quad (12)$$

$$\frac{V + V_1}{R_1} = \frac{V + V_O}{R_2} \quad (13)$$

伝達関数を求めるために2つの式を解き、以下を代入すると、

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C}$$

$$H_0 = \frac{-R_2}{R_1} \quad \text{および} \quad H = \frac{V_O}{V_i}$$

(高周波ゲイン)  
以上から、

$$H = H_0 \frac{j(f/f_0)}{1 + j(f/f_0)} \quad (14)$$

伝達関数から、 $f/f_0$ が小さいときコンデンサは開回路となり、信号はアンプに入力されません。周波数が高くなるに伴いアンプは動作を始めます。 $f = f_0$ でコンデンサは短絡と同じ状態になり、アンプは一定の高周波ゲイン  $H_0$  で動作します。ハイパス・フィルタのボード線図は Figure 6 で示されます。

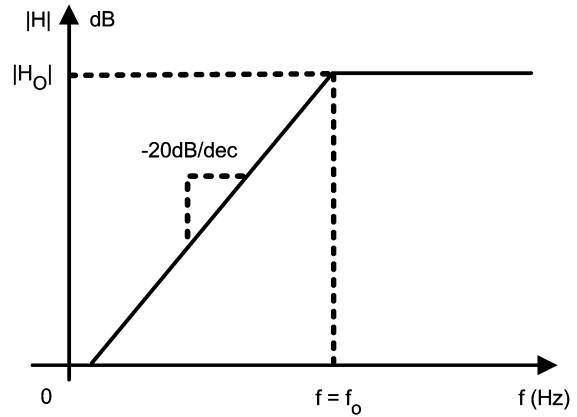


FIGURE 6. Highpass Filter Function

バンドパス・フィルタ

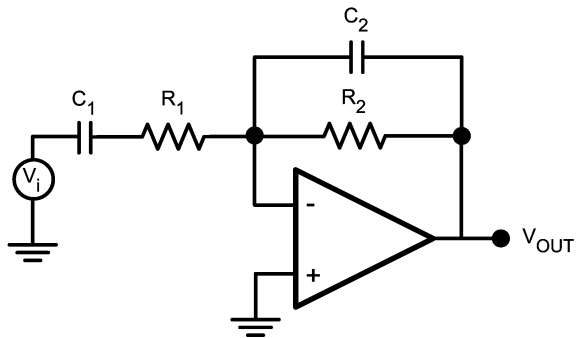


FIGURE 7. Bandpass Filter

ローパス・フィルタとハイパス・フィルタを組み合わせるとバンドパス・フィルタを構成できます。このネットワークでは、入力インピーダンスはハイパス・フィルタが形成し、帰還インピーダンスはローパス・フィルタが形成します。 $f_1 < f_2$ となるようにコーナー周波数を選べば、その間の周波数帯  $f_1 \sim f_2$  はフィルタを通過しますが、 $f_1$ より低い周波数や  $f_2$ より高い周波数は遮断されます。

伝達関数は前述と同じ手順で容易に求められます。

$$H = H_0 \frac{j(f/f_1)}{[1 + j(f/f_1)] [1 + j(f/f_2)]} \quad (15)$$

$$f_1 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

$$H_0 = \frac{-R_2}{R_1}$$

ボード線図は次図のようになります。



アプリケーション・ノート(つぎ)

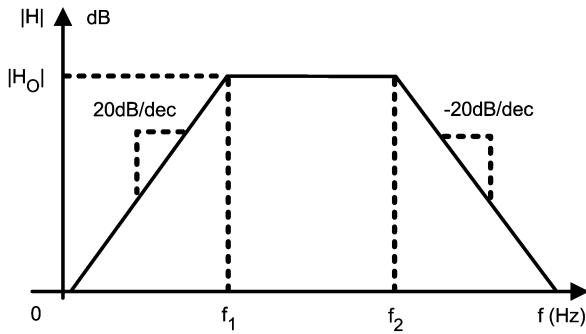


FIGURE 8. Bandpass filter Transfer Function

状態可変アクティブ・フィルタ

状態可変アクティブ・フィルタとは、ハイパス、バンドパス、ローパス・フィルタを同時に表現できる回路です。このような性質を実現するために状態可変アクティブ・フィルタは 3 個のアンプを使用します。代表的な状態可変アクティブ・フィルタを Figure 9 に示します。回路中の第 1 のアンプはゲイン段として構成されています。第 2 と第 3 のアンプは積分器として構成され、ローパス・フィルタとして機能します。第 3 のアンプ出力から第 1 のアンプへと戻る帰還パスによって、有限かつやや小さい閉ループ・ゲインの帰還として低周波信号が返されます。入力に与えられた高周波信号は第 1 のアンプの開ループ・ゲインによって増幅されます。以上から第 1 アンプはハイパス・フィルタとして動作します。次に、ハイパス信号がローパス・フィルタに与えられます。その結果、第 2 のアンプからはバンドパス信号が得られ、すなわちバンドパス・フィルタを構成していることを意味します。この信号は第 3 アンプの入力に与えられ、第 3 のアンプは単純なローパス・フィルタとして機能します。

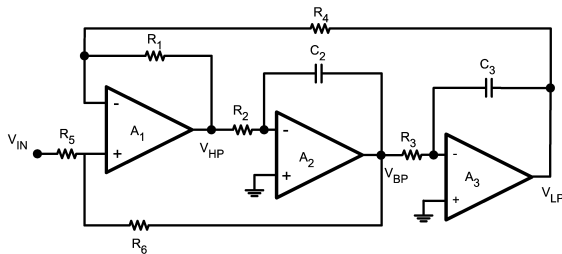
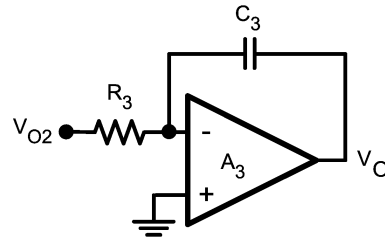
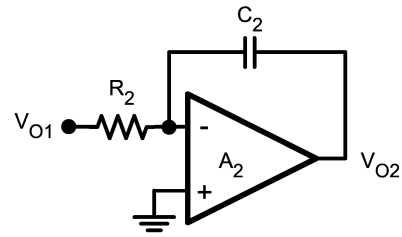
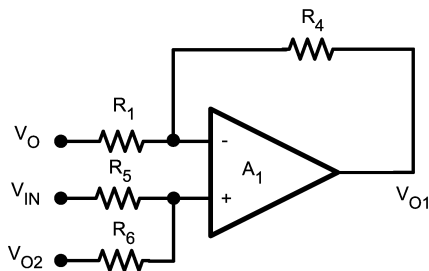


FIGURE 9. State Variable Active Filter

それぞれのフィルタの伝達関数を求めなければなりません。フィルタの各段に分解して考えれば導出は難しくありません。

3 系統の構成素子は次のようになります。



A<sub>1</sub> で、入力と出力の関係は次のとおりです。

$$V_{O1} = \frac{-R_4}{R_1} V_O + \left[ \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] V_{IN} + \left[ \frac{R_5}{R_5 + R_6} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] V_{O2}$$

この関係はすべてのフィルタの出力によって決まります。A<sub>2</sub> で、入力と出力の関係は次のように表わされます。

$$V_{O2} = \frac{-1}{s C_2 R_2} V_{O1}$$

最後に、A<sub>3</sub> での関係は次のとおりです。

$$V_O = \frac{-1}{s C_3 R_3} V_{O2}$$

これらの式をまとめると、V<sub>O</sub>とV<sub>IN</sub>(ローパス・フィルタの伝達関数)、V<sub>O1</sub>とV<sub>IN</sub>(ハイパス・フィルタの伝達関数)、V<sub>O2</sub>とV<sub>IN</sub>(バンドパス・フィルタの伝達関数)の関係が得られます。

ローパス・フィルタ

$$\frac{V_O}{V_{IN}} = \frac{\left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] \left[ \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right] \left[ \frac{1}{C_2 C_3 R_2 R_3} \right]}{s^2 + s \left[ \frac{1}{C_2 R_2} \right] \left[ \frac{R_5}{R_5 + R_6} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] + \left[ \frac{1}{C_2 C_3 R_2 R_3} \right]}$$

ハイパス・フィルタ

$$\frac{V_{O1}}{V_{IN}} = \frac{s^2 \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] \left[ \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right]}{s^2 + s \left[ \frac{1}{C_2 R_2} \right] \left[ \frac{R_5}{R_5 + R_6} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] + \left[ \frac{1}{C_2 C_3 R_2 R_3} \right]}$$

アプリケーション・ノート(つぎ)

バンドパス・フィルタ

$$\frac{V_{O2}}{V_{IN}} = \frac{s \left[ \frac{1}{C_2 R_2} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] \left[ \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right]}{s^2 + s \left[ \frac{1}{C_2 R_2} \right] \left[ \frac{R_5 + R_6}{R_1} \right] \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] + \left[ \frac{1}{C_2 C_3 R_2 R_3} \right]}$$

それぞれのフィルタの中心周波数と Q 値は同じです。値は次のように求められます。

$$\omega_c = \sqrt{\frac{1}{C_2 C_3 R_2 R_3}}$$

and

$$Q = \sqrt{\frac{C_2 R_2}{C_3 R_3} \left[ \frac{R_5 + R_6}{R_6} \right] \left[ \frac{R_1}{R_1 + R_4} \right]}$$

回路設計例を以下に示します。

中心周波数が 10kHz で Q 値 5.5 を持つバンドパス・フィルタを設計します。

まずはじめに Q 値を検討します。コンデンサに適切な値を選択し、 $C_2 = C_3 = 1000\text{pF}$  とします。また、 $R_1 = R_4 = 30\text{k}$  と選択します。ここで、 $R_5$  と  $R_6$  を計算しなければなりません。選択したコンデンサと抵抗から、Q 値の式は次のように単純になります。

$$Q = \frac{11}{2} = \frac{1}{2} \left[ \frac{R_5 + R_6}{R_6} \right]$$

または

$$R_5 = 10R_6$$

$$R_6 = 1.5\text{k}$$

$$R_5 = 15\text{k}$$

また、 $f = 10\text{kHz}$  に対して中心周波数値は  $\omega_c = 2\pi f = 62.8\text{kHz}$  です。

前述の式を用いて、適切な抵抗値は  $R_2 = R_3 = 16\text{k}$  となります。

各フィルタの伝達関数を以下のグラフに示します。この回路の DC ゲインは、

$$\text{DC GAIN} = \left[ \frac{R_1 + R_4}{R_1} \right] \left[ \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right] = -14.8 \text{ dB}$$

LMV774 に取り付けられたときの状態可変アクティブ・フィルタの各段の周波数応答を以下のグラフに示します。

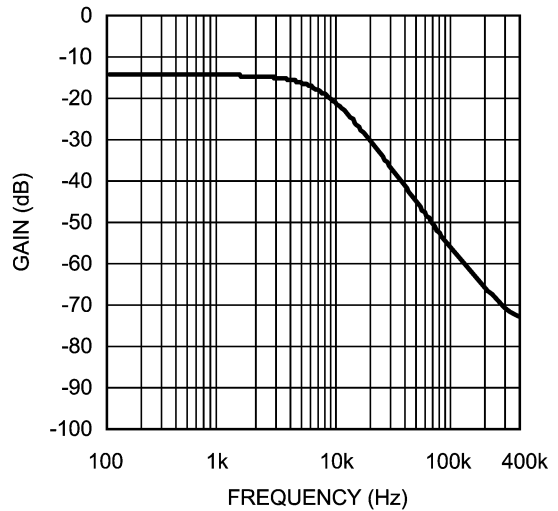


FIGURE 10. Lowpass Filter Frequency Response

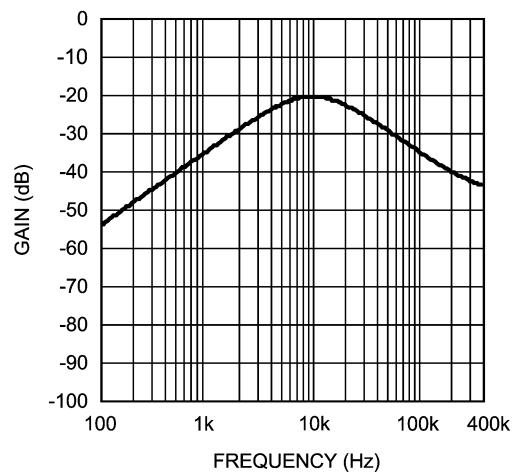


FIGURE 11. Bandpass Filter Frequency Response

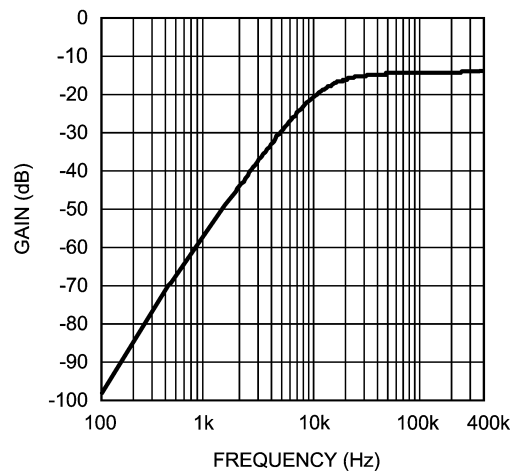
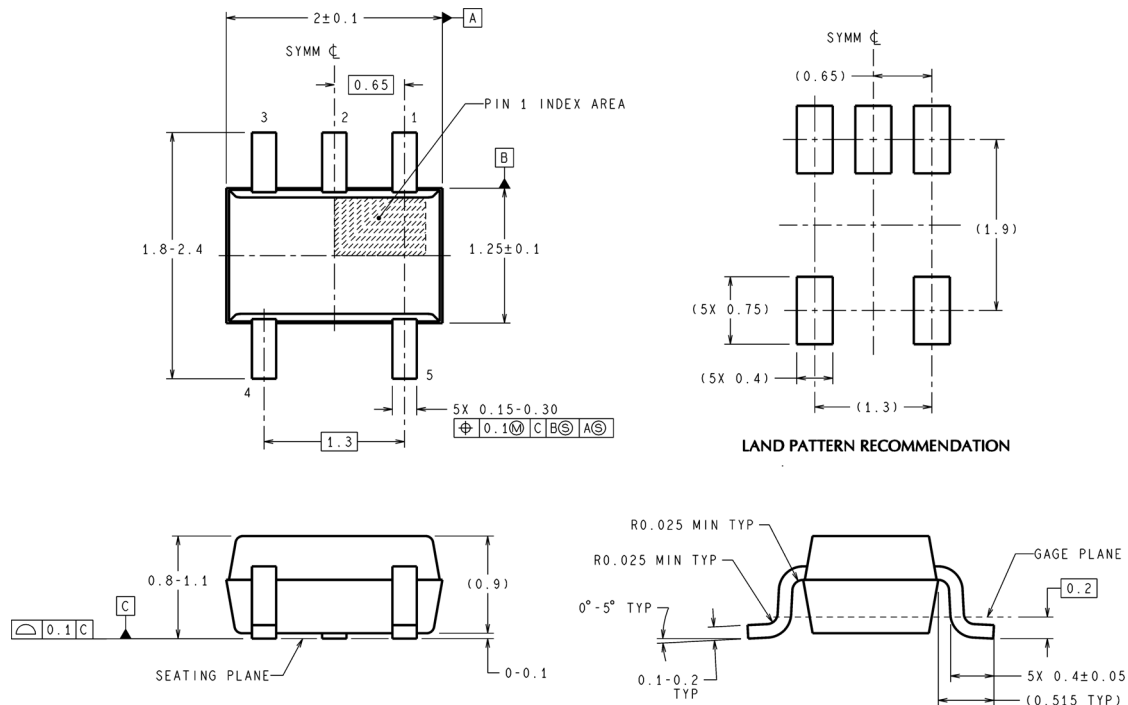


FIGURE 12. Highpass Filter Frequency Response

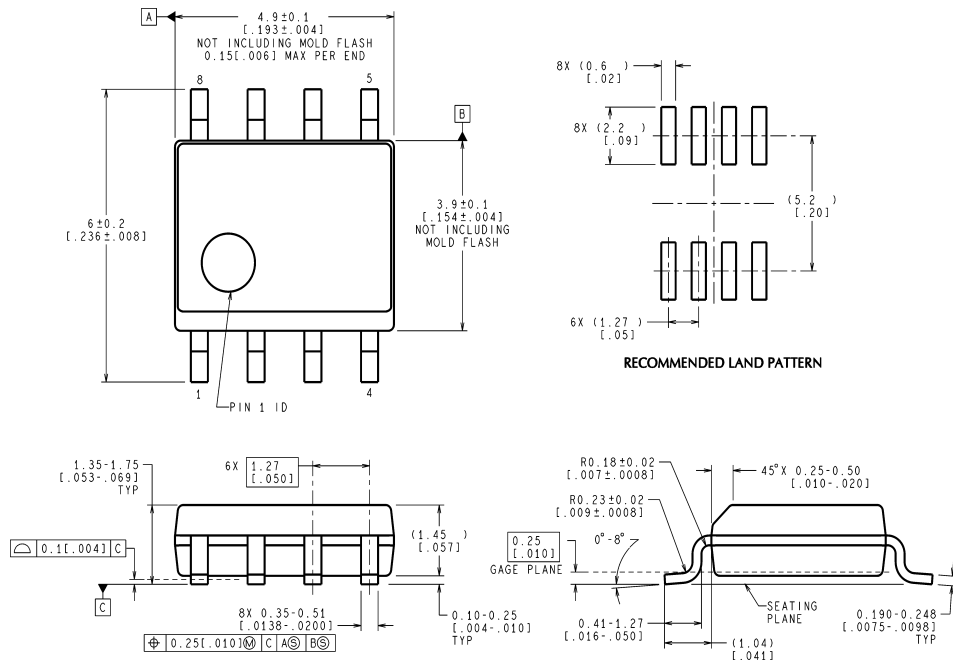
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY

MAA05A (Rev D)

SC70-5  
NS Package Number MAA05A  
単位は millimeters

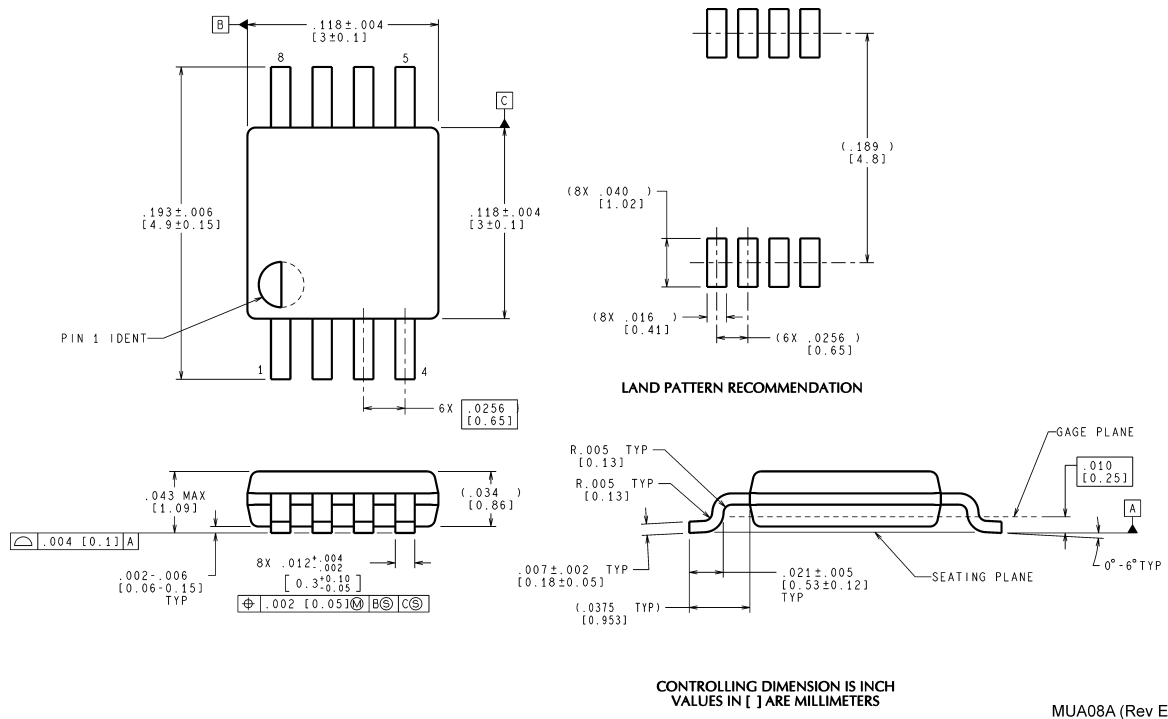


CONTROLLING DIMENSION IS MILLIMETER  
VALUES IN [ ] ARE INCHES  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY

M08A (Rev K)

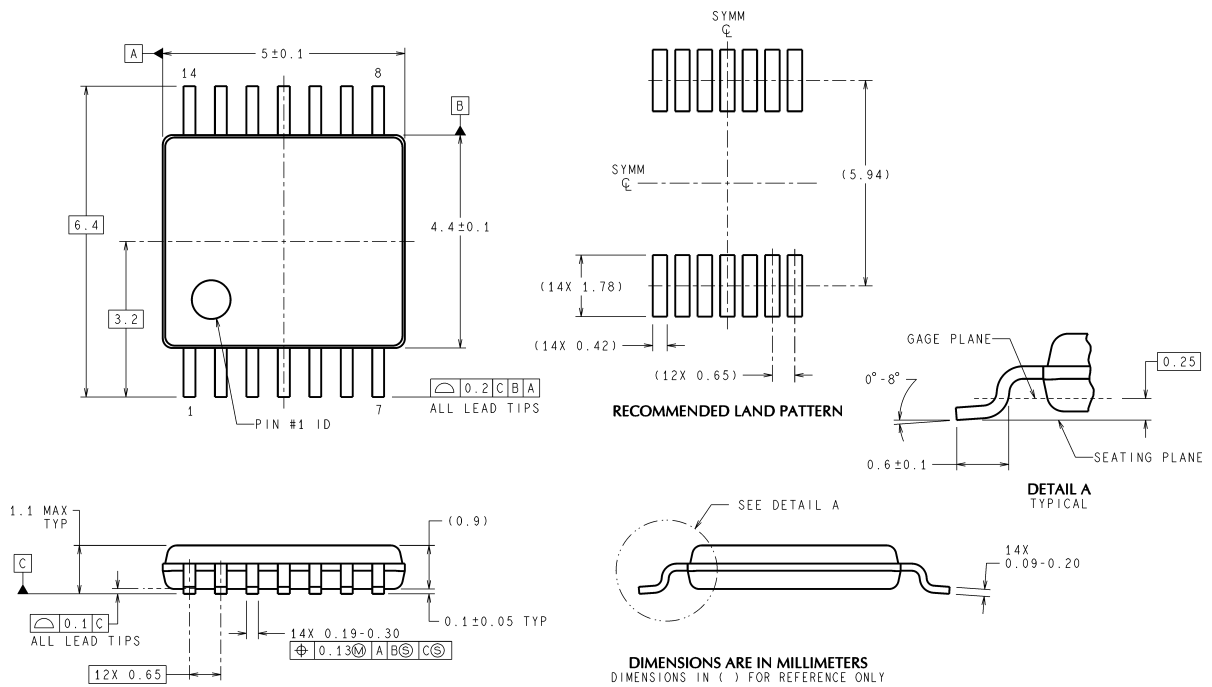
8-Pin SOIC  
NS Package Number M08A

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



8-Pin MSOP  
NS Package Number MUA08A

MUA08A (Rev E)



14-Pin TSSOP  
NS Package Number MTC14  
単位は millimeters

MTC14 (Rev D)

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](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