

# LMV321,LMV324,LMV358

*LMV321/LMV358/LMV324 Single/Dual/Quad General Purpose, Low Voltage,  
Rail-to-Rail Output Operational Amplifiers*



Literature Number: JAJ568

## 低電圧、フルスイング出力汎用オペアンプ

### 概要

デュアルおよびクワッド・オペアンプの LMV358/LMV324 は、従来からある汎用オペアンプ LM358/LMV324 (動作電圧 5V ~ 30V) の低電圧 (動作電圧 2.7V ~ 5.5V) バージョンです。LMV321 はそのシングル・バージョンです。

LMV321/LMV358/LMV324 は、低電圧動作、省スペース、低価格が求められるアプリケーションには、きわめてコスト・パフォーマンスの高い解決策となります。これらは、すでによく知られている LM358/LMV324 が適合する、あるいはその規格を上回るアプリケーションにも対応できます。LMV321/LMV358/LMV324 はフルスイングの出力振幅が可能で、同相入力電圧範囲としてはグラウンドまでが含まれます。3 デバイスとも優れた速度対電力比を持ち、低消費電流でも 1MHz の帯域幅と 1V/μs のスルーレートを達成しています。

LMV321 は、5 ピン SC70 の約半分のサイズである、省スペース型の 5 ピン SOT23 で提供されます。小型パッケージにより PC ボード上のスペースが節約されるため、小型のポータブル機器の設計が可能になります。また、このデバイスは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、信号の品位が向上します。

このデバイスは、ナショナル セミコンダクターの先進のサブミクロン・シリコンゲート BiCMOS プロセスを使用して製造されています。LMV321/LMV358/LMV324 は、ノイズ性能を向上させ、大出力電流駆動を可能にするためにバイポーラ型の入出力段を備えています。

### 特長

(特記のない限り、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ )

- 2.7V および 5V で特性を保証
- クロスオーバー歪みなし
- 動作温度範囲 - 40 °C ~ + 85 °C
- 利得帯域幅積 1MHz
- 低消費電流
 

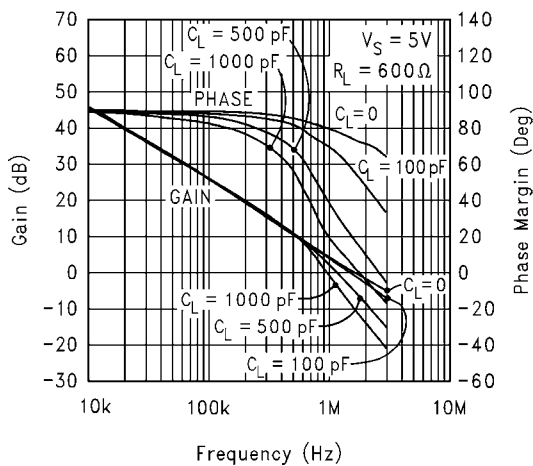
— LMV321	130 μA
— LMV358	210 μA
— LMV324	410 μA
- フルスイング出力振幅
 

10kΩ 負荷時	$V^+ - 10mV$
	$V^- + 65mV$
- $V_{CM}$  - 0.2V ~  $V^+ - 0.8V$

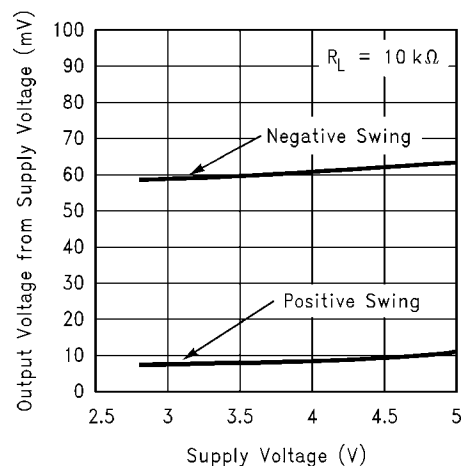
### アプリケーション

- アクティブ・フィルタ
- 汎用低電圧アプリケーション
- 汎用ポータブル機器

Gain and Phase vs. Capacitive Load



Output Voltage Swing vs. Supply Voltage



**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。  
関連する電氣的信頼性試験方法の規格を参照ください。

保存温度範囲  $-65^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$   
最大接合部温度 (Note 5)  $150^{\circ}\text{C}$

**ESD 耐圧** (Note 2)

人体モデル	2000V
LMV358/324	900V
LMV321	100V
マシン・モデル	±電源電圧
差動入力電圧	$-0.3\text{V} \sim +$ 電源電圧
入力電圧	5.5V
電源電圧 ( $V^+ - V^-$ )	(Note 3)
出力と $V^+$ との短絡	(Note 4)
出力と $V^-$ との短絡	
ハンダ付け条件	260 $^{\circ}\text{C}$
赤外線または対流方式 (30 秒)	

**動作定格** (Note 1)

電源電圧	2.7V $\sim$ 5.5V
温度範囲	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$
LMV321/LMV358/LMV324	
熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ )(Note 10)	
5 ピン SC70	478 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
5 ピン SOT23	265 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
8 ピン SOIC	190 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
8 ピン MSOP	235 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
14 ピン SOIC	145 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
14 ピン TSSOP	155 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$

**2.7V DC 電氣的特性**

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V^+ = 2.7\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = 1.0\text{V}$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}\Omega$  に対して保証されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage			1.7	7	mV
$TCV_{OS}$	Input Offset Voltage Average Drift			5		$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$I_B$	Input Bias Current			11	250	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current			5	50	nA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 1.7\text{V}$	50	63		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.7\text{V} \leq V^+ \leq 5\text{V}$ $V_O = 1\text{V}$	50	60		dB
$V_{CM}$	Input Common-Mode Voltage Range	For CMRR $\geq 50$ dB	0	-0.2		V
				1.9	1.7	V
$V_O$	Output Swing	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to 1.35V	$V^+ - 100$	$V^+ - 10$		mV
				60	180	mV
$I_S$	Supply Current	LMV321		80	170	$\mu\text{A}$
		LMV358 Both amplifiers		140	340	$\mu\text{A}$
		LMV324 All four amplifiers		260	680	$\mu\text{A}$

**2.7V AC 電氣的特性**

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V^+ = 2.7\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = 1.0\text{V}$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}\Omega$  に対して保証されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 7)	Typ (Note 6)	Max (Note 7)	Units
GBWP	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 200\text{ pF}$		1		MHz
$\Phi_m$	Phase Margin			60		Deg
$G_m$	Gain Margin			10		dB
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1\text{ kHz}$		46		$\frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.17		$\frac{\text{pA}}{\sqrt{\text{Hz}}}$

## 5V DC 電気的特性

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = 2.0\text{V}$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}\Omega$  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
$V_{OS}$	Input Offset Voltage			1.7	7	mV
$TCV_{OS}$	Input Offset Voltage Average Drift			5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$I_B$	Input Bias Current			15	250 <b>500</b>	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current			5	50 <b>150</b>	nA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 4\text{V}$	50	65		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.7\text{V} \leq V^+ \leq 5\text{V}$ $V_O = 1\text{V}$ , $V_{CM} = 1\text{V}$	50	60		dB
$V_{CM}$	Input Common-Mode Voltage Range	For CMRR $\geq 50$ dB	0	-0.2		V
				4.2	4	V
$A_V$	Large Signal Voltage Gain (Note 8)	$R_L = 2\text{ k}\Omega$	15 <b>10</b>	100		V/mV
$V_O$	Output Swing	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to 2.5V	$V^+ - 300$ <b><math>V^+ - 400</math></b>	$V^+ - 40$		mV
				120	300 <b>400</b>	mV
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to 2.5V	$V^+ - 100$ <b><math>V^+ - 200</math></b>	$V^+ - 10$		mV
				65	180 <b>280</b>	mV
$I_O$	Output Short Circuit Current	Sourcing, $V_O = 0\text{V}$	5	60		mA
		Sinking, $V_O = 5\text{V}$	10	160		
$I_S$	Supply Current	LMV321		130	250 <b>350</b>	$\mu\text{A}$
		LMV358 Both amplifiers		210	440 <b>615</b>	$\mu\text{A}$
		LMV324 All four amplifiers		410	830 <b>1160</b>	$\mu\text{A}$

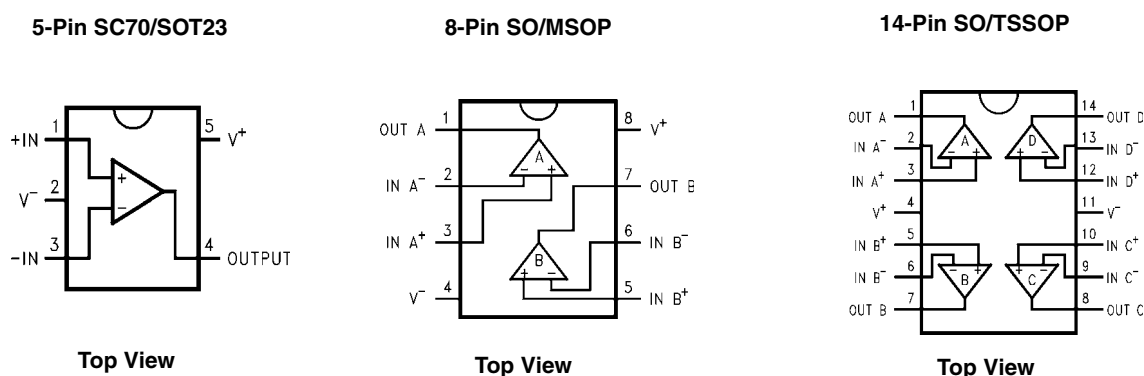
## 5V AC 電気的特性

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = 2.0\text{V}$ 、 $V_O = V^+ / 2$ 、 $R_L > 1\text{M}\Omega$  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 9)		1		V/ $\mu\text{s}$
GBWP	Gain-Bandwidth Product	$C_L = 200\text{ pF}$		1		MHz
$\Phi_m$	Phase Margin			60		Deg
$G_m$	Gain Margin			10		dB
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1\text{ kHz}$		39		$\frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.21		$\frac{\text{pA}}{\sqrt{\text{Hz}}}$

- Note 1:** 絶対最大定格とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とは、デバイスが正常に機能する条件をいいますが、特定の性能限界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:** 人体モデル適用規格 : MIL-STD-883、Method 3015.7  
マシン・モデル適用規格 : JESD22-A115-A (ESD MM std. of JEDEC)  
電場 (界) 誘導帯電モデル適用規格 : JESD22-C101-C (ESD FICDM std. of JEDEC)
- Note 3:** 出力と  $V^+$  を短絡させると、信頼性に悪影響を及ぼす場合があります。
- Note 4:** 出力と  $V^-$  を短絡させると、信頼性に悪影響を及ぼす場合があります。
- Note 5:** 最大消費電力は、 $T_J(\text{MAX})$ 、 $\theta_{JA}$ 、 $T_A$  の関数になります。任意の周囲温度における最大許容消費電力は、 $P_D = (T_J(\text{MAX}) - T_A) / \theta_{JA}$  で表されます。すべての値は、パッケージを PC ボード上へ直接ハンダ付けする場合に対して適用されます。
- Note 6:** 代表値 (typ) は、特性解析時に確定された最も標準的なパラメータ値を示します。実測値は、経時的に変化するとともに、アプリケーションや構成にも依存します。この代表値はテストされた値ではなく、出荷済みの製品材料に対する保証値ではありません。
- Note 7:** すべてのリミット値は、テストまたは統計解析によって保証されています。
- Note 8:**  $R_L$  は  $V^-$  へ接続されます。出力電圧は  $0.5V \leq V_O \leq 4.5V$  です。
- Note 9:** 電圧フォロワとして接続し、3V ステップの入力を入力します。正または負のスルーレートの遅い方の値を示します。
- Note 10:** すべての値は Typ 値であり、パッケージを PC ボード上へ直接ハンダ付けし、強制空冷しない場合に対して適用されます。

### ピン配置図

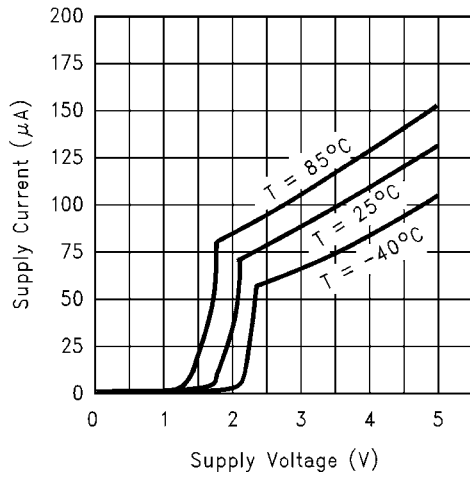


### 製品情報

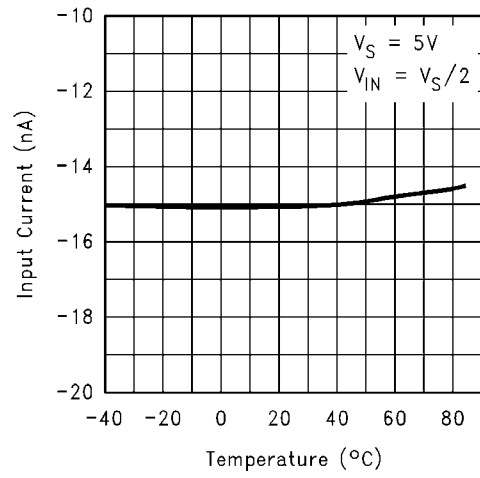
Package	Temperature Range	Packaging Marking	Transport Media	NSC Drawing
	Industrial -40°C to +85°C			
5-Pin SC70	LMV321M7	A12	1k Units Tape and Reel	MAA05A
	LMV321M7X		3k Units Tape and Reel	
5-Pin SOT23	LMV321M5	A13	1k Units Tape and Reel	MF05A
	LMV321M5X		3k Units Tape and Reel	
8-Pin SOIC	LMV358M	LMV358M	Rails	M08A
	LMV358MX		2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LMV358MM	LMV358	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LMV358MMX		3.5k Units Tape and Reel	
14-Pin SOIC	LMV324M	LMV324M	Rails	M14A
	LMV324MX		2.5k Units Tape and Reel	
14-Pin TSSOP	LMV324MT	LMV324MT	Rails	MTC14
	LMV324MTX		2.5k Units Tape and Reel	

**代表的な性能特性** 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。

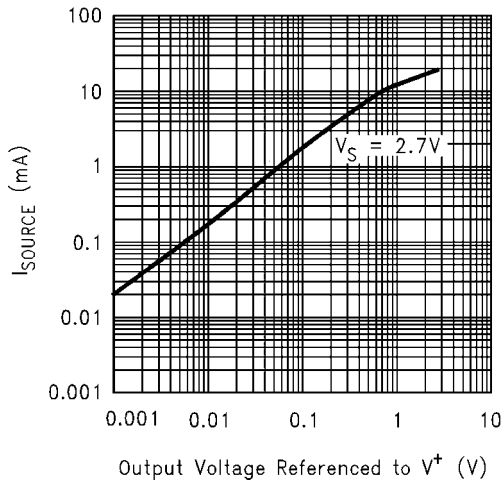
**Supply Current vs. Supply Voltage (LMV321)**



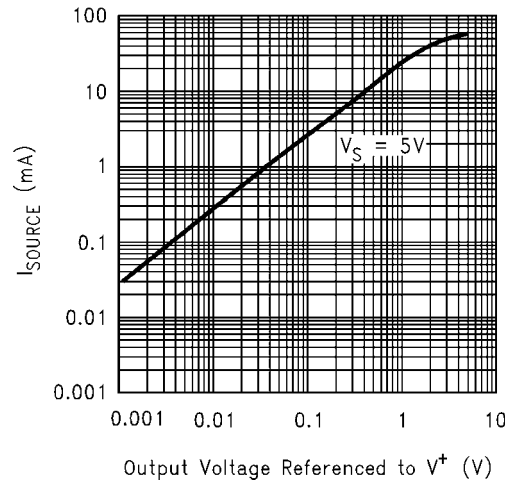
**Input Current vs. Temperature**



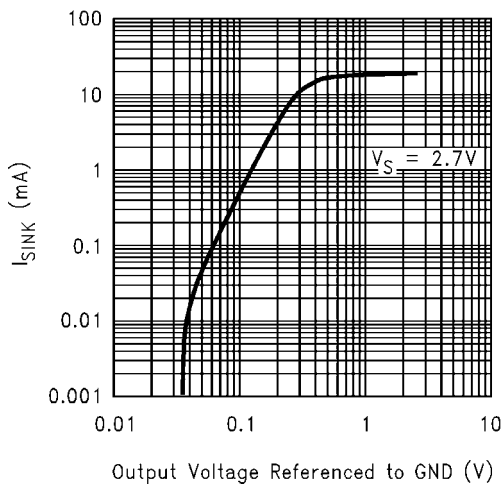
**Sourcing Current vs. Output Voltage**



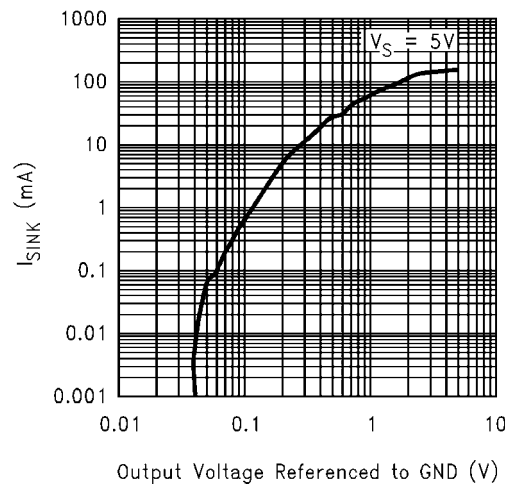
**Sourcing Current vs. Output Voltage**



**Sinking Current vs. Output Voltage**

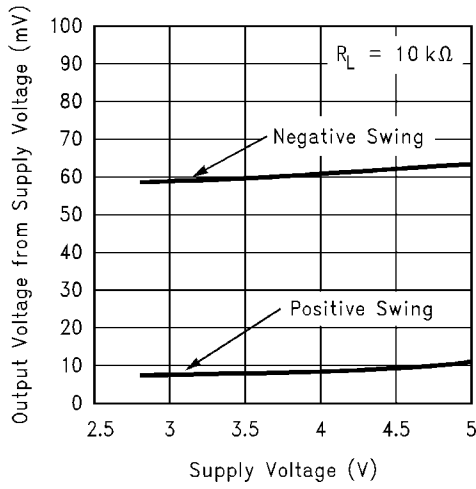


**Sinking Current vs. Output Voltage**

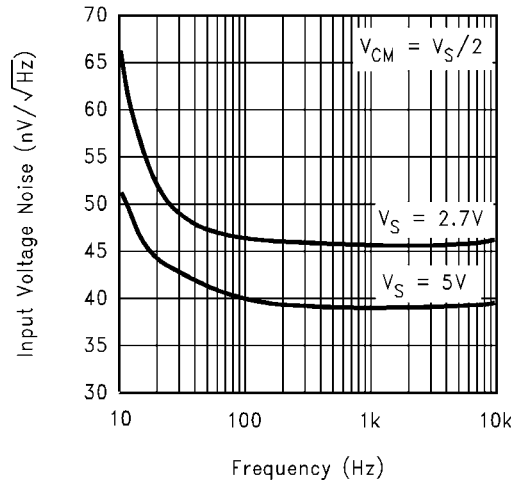


代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

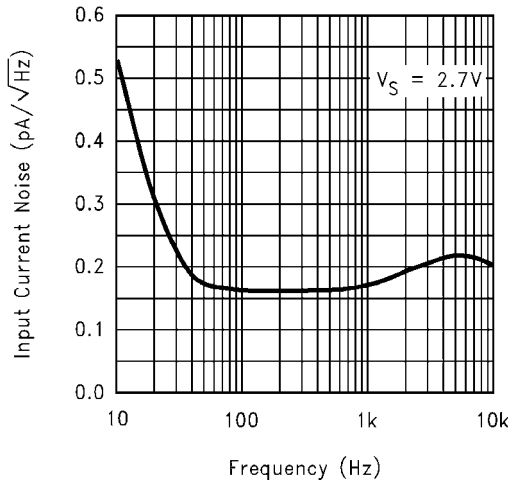
Output Voltage Swing vs. Supply Voltage



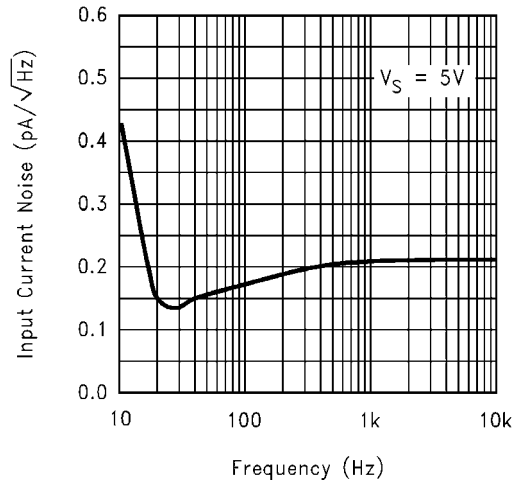
Input Voltage Noise vs. Frequency



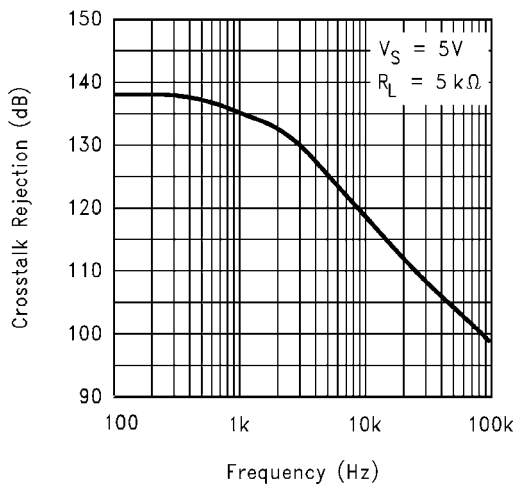
Input Current Noise vs. Frequency



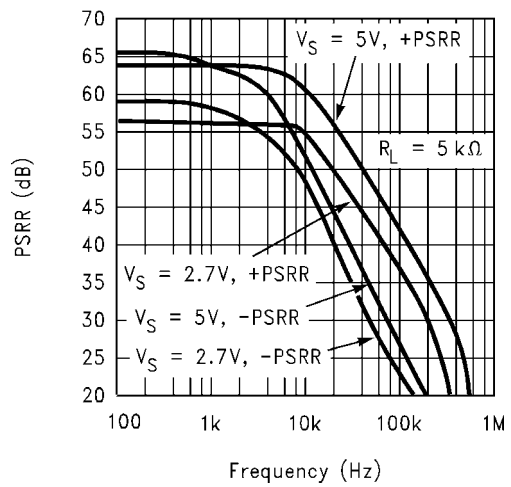
Input Current Noise vs. Frequency



Crosstalk Rejection vs. Frequency

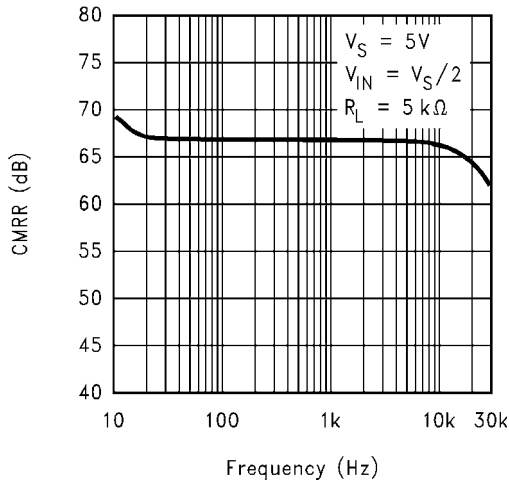


PSRR vs. Frequency

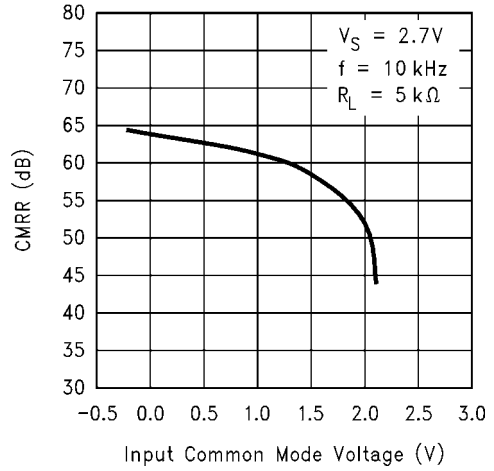


**代表的な性能特性** 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

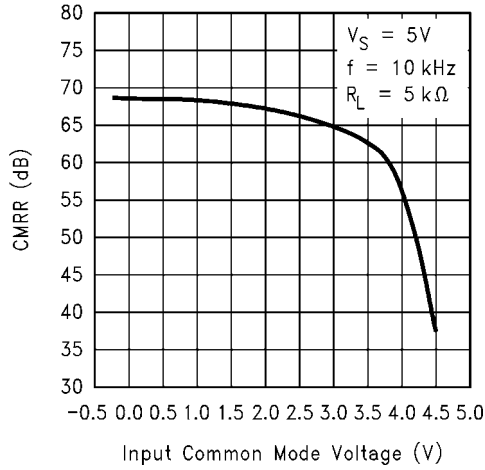
**CMRR vs. Frequency**



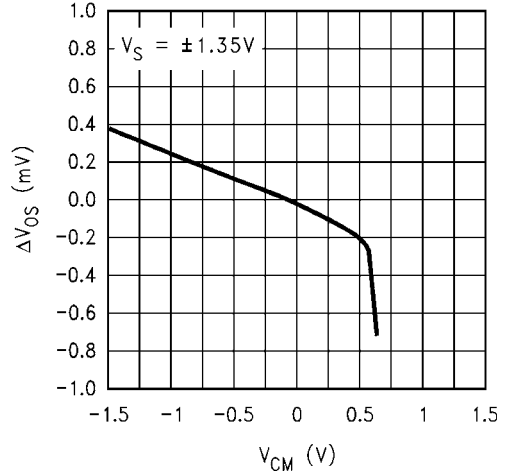
**CMRR vs. Input Common Mode Voltage**



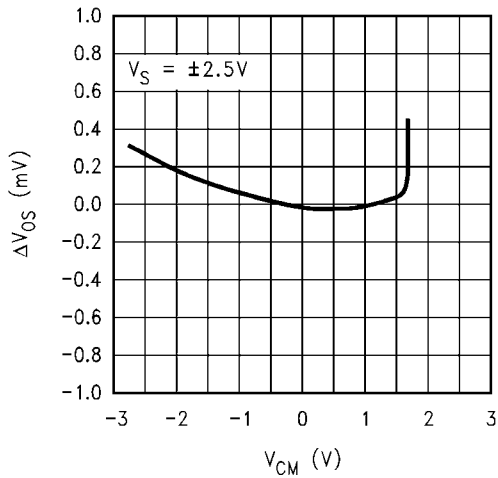
**CMRR vs. Input Common Mode Voltage**



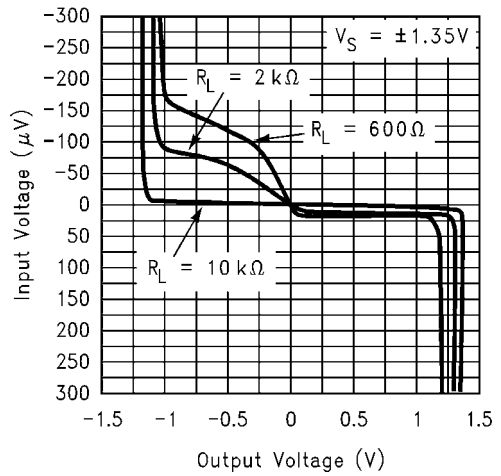
**$\Delta V_{OS}$  vs. CMR**



**$\Delta V_{OS}$  vs. CMR**



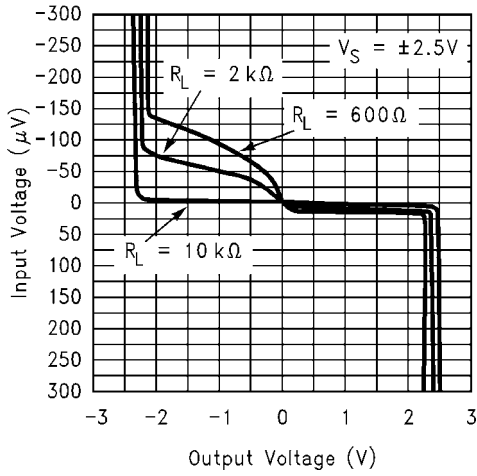
**Input Voltage vs. Output Voltage**



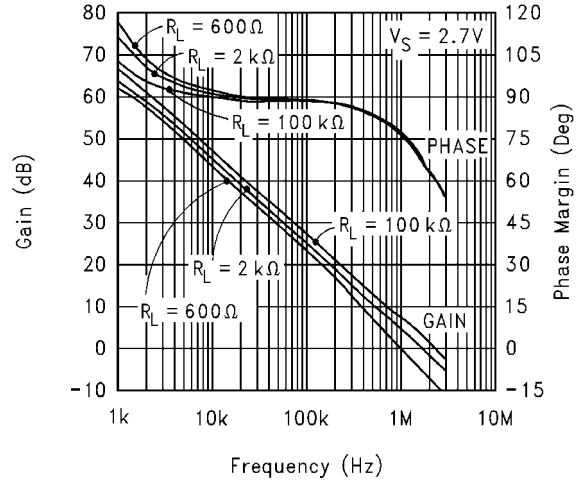


代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

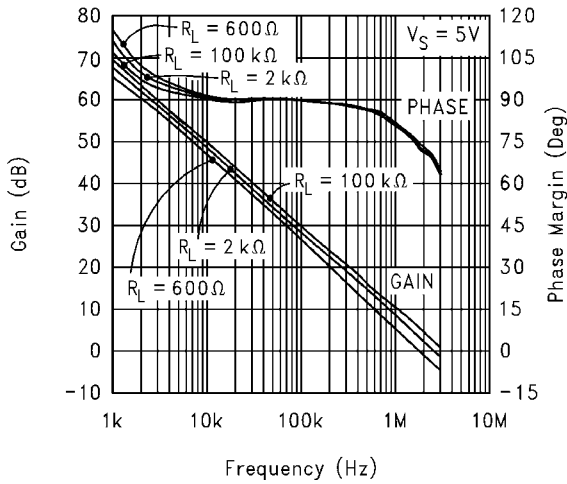
Input Voltage vs. Output Voltage



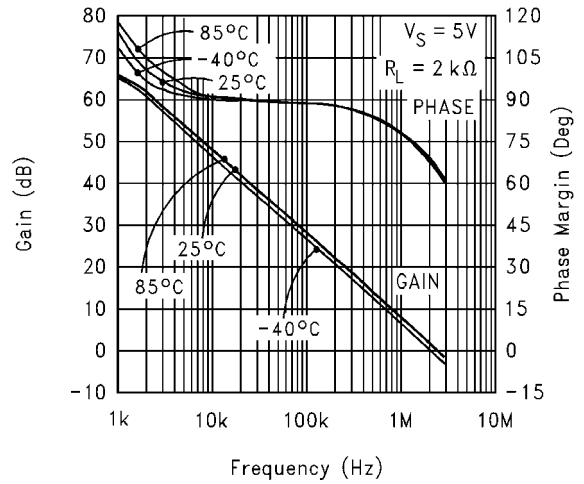
Open Loop Frequency Response



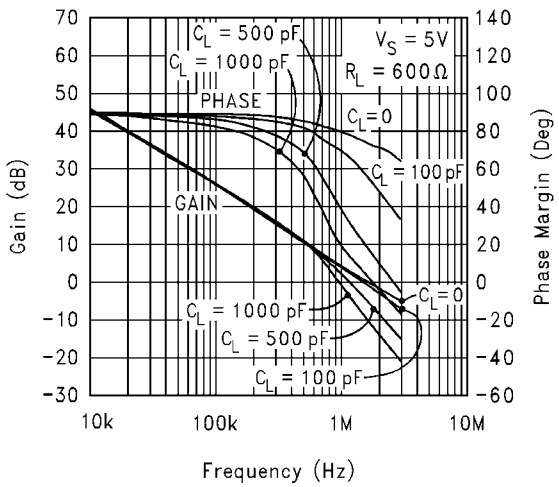
Open Loop Frequency Response



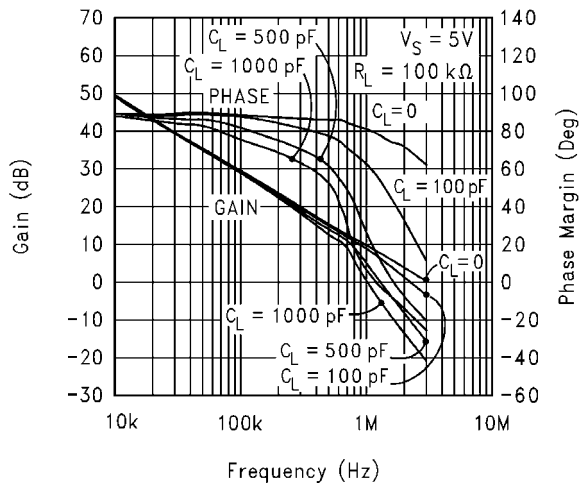
Open Loop Frequency Response vs. Temperature



Gain and Phase vs. Capacitive Load

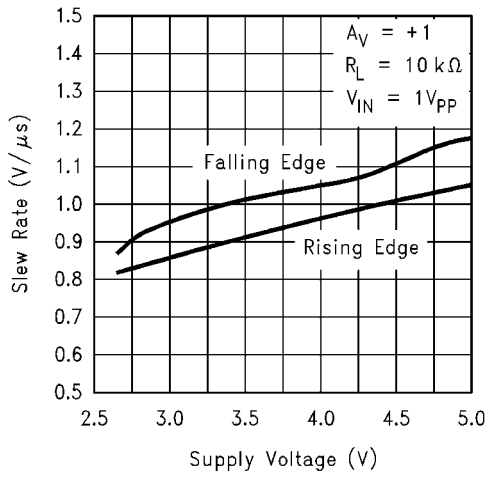


Gain and Phase vs. Capacitive Load

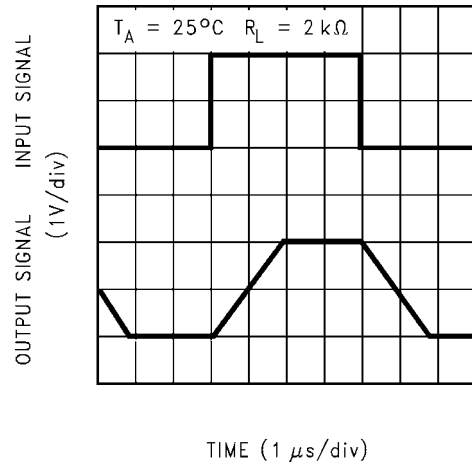


**代表的な性能特性** 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

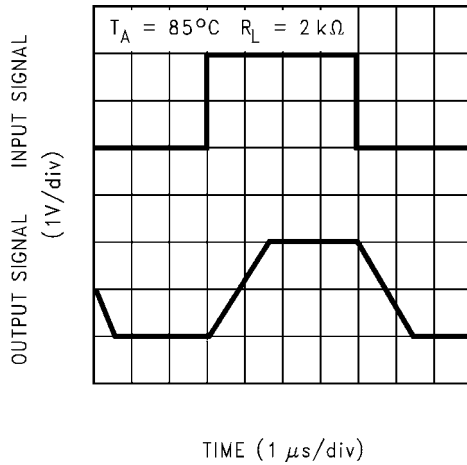
**Slew Rate vs. Supply Voltage**



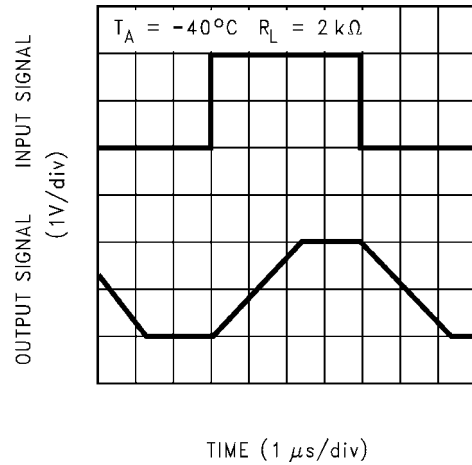
**Non-Inverting Large Signal Pulse Response**



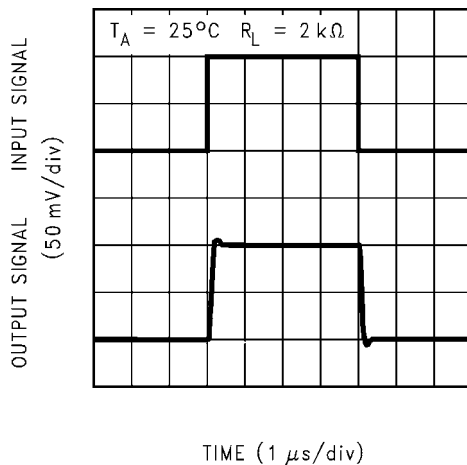
**Non-Inverting Large Signal Pulse Response**



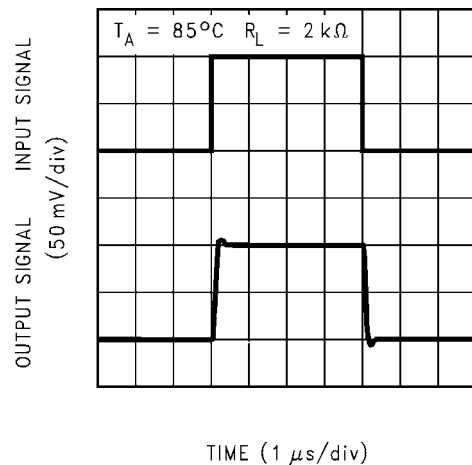
**Non-Inverting Large Signal Pulse Response**



**Non-Inverting Small Signal Pulse Response**

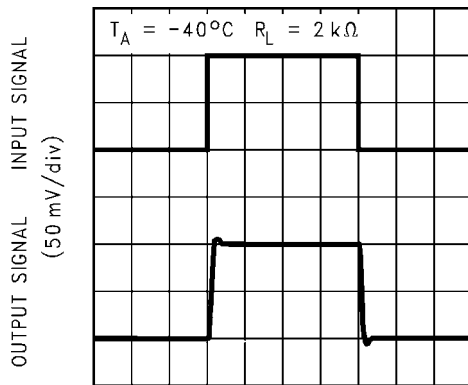


**Non-Inverting Small Signal Pulse Response**



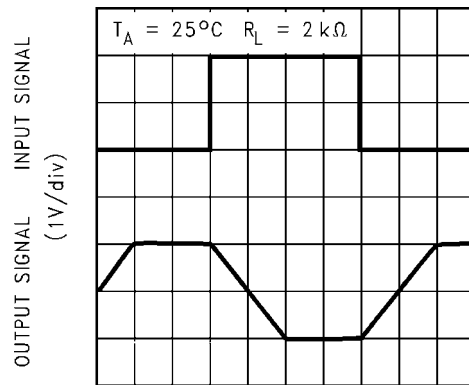
代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

Non-Inverting Small Signal Pulse Response



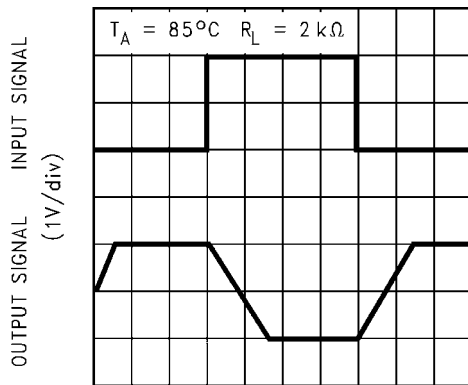
TIME (1  $\mu s$ /div)

Inverting Large Signal Pulse Response



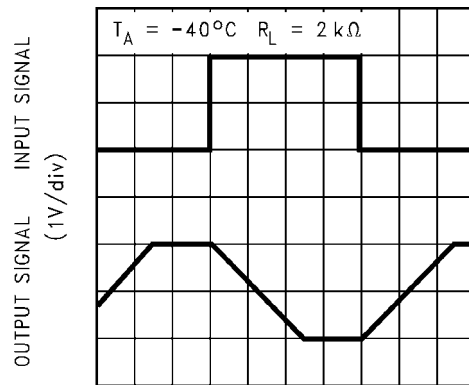
TIME (1  $\mu s$ /div)

Inverting Large Signal Pulse Response



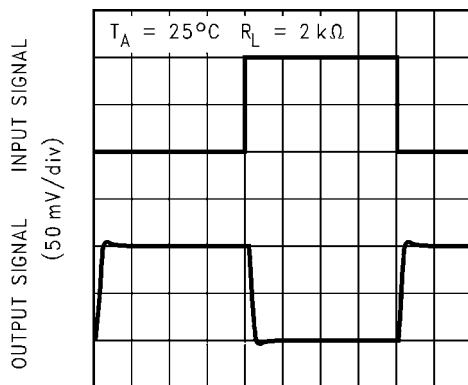
TIME (1  $\mu s$ /div)

Inverting Large Signal Pulse Response



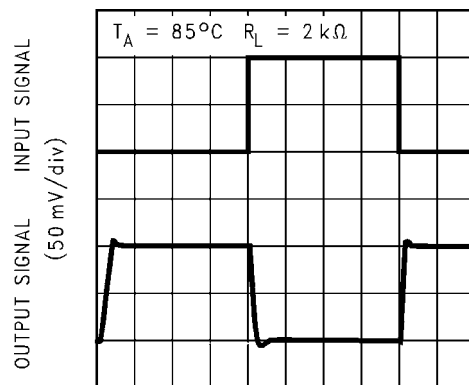
TIME (1  $\mu s$ /div)

Inverting Small Signal Pulse Response



TIME (1  $\mu s$ /div)

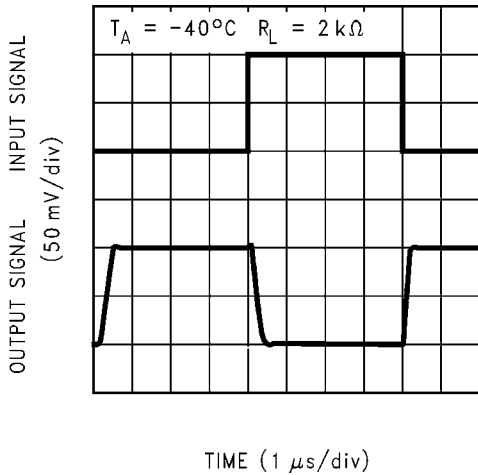
Inverting Small Signal Pulse Response



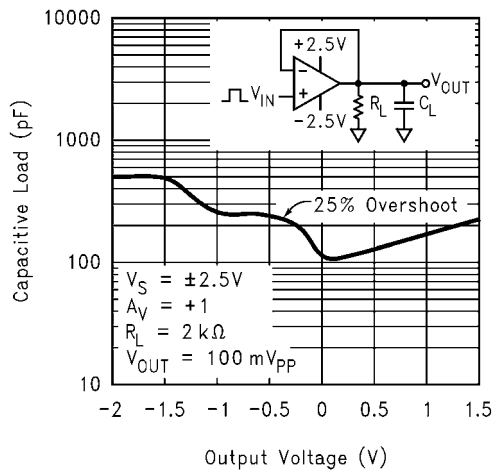
TIME (1  $\mu s$ /div)

**代表的な性能特性** 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

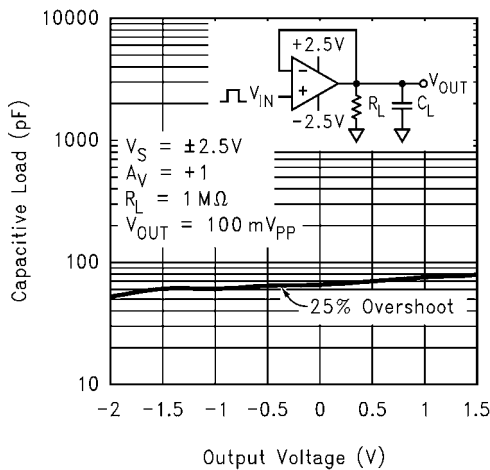
**Inverting Small Signal Pulse Response**



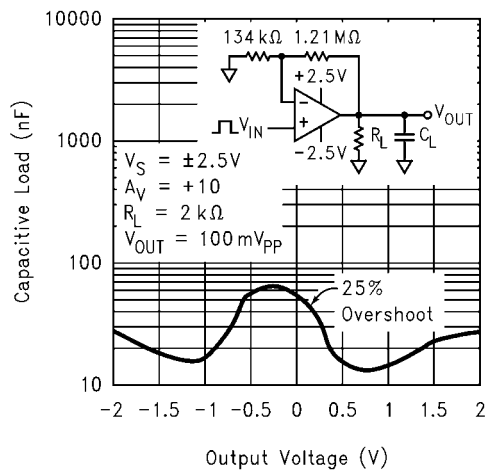
**Stability vs. Capacitive Load**



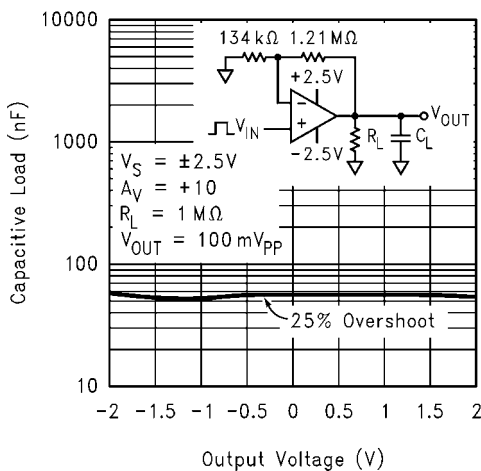
**Stability vs. Capacitive Load**



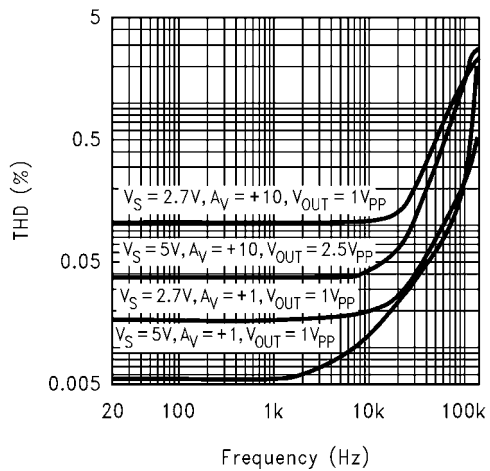
**Stability vs. Capacitive Load**



**Stability vs. Capacitive Load**

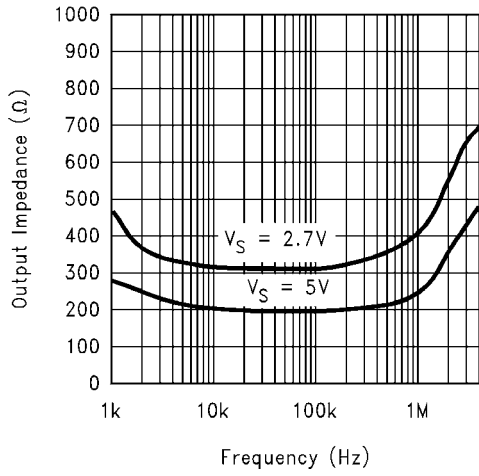


**THD vs. Frequency**

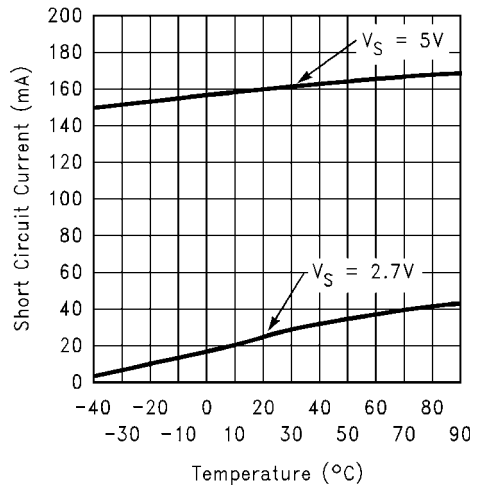


代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = +5V$ 、単一電源、 $T_A = 25^\circ C$ 。(つづき)

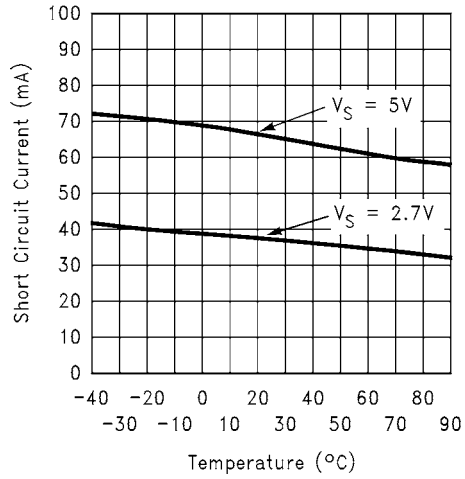
Open Loop Output Impedance vs. Frequency



Short Circuit Current vs. Temperature (Sinking)



Short Circuit Current vs. Temperature (Sourcing)



## アプリケーション・ノート

### LMV321/LMV358/LMV324 の利点

#### サイズ

LMV321/LMV358/LMV324 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スペースを節約でき、携帯電話、ページャなどをはじめとするポータブル機器などの小型エレクトロニクス製品の設計を可能にします。LMV321/LMV358/LMV324 は薄型なので、PCMCIA タイプ III カードでの使用も可能です。

#### 信号の品位

信号は、信号源とオペアンプの間でノイズを拾うときがあります。LMV321/LMV358/LMV324 は、パッケージが物理的に小さいため、信号源に接近させて配置が可能になり、ノイズを拾いにくく、信号の品位が向上します。

#### シンプルなボード・レイアウト

LMV321/LMV358/LMV324 を使用すると、PC ボードのレイアウトで長い配線を引き回さずに済みます。そのため、長い配線どうしの干渉による不要な信号をフィルタリングするためにコンデンサや抵抗などの部品を追加する必要がなくなります。

#### 低消費電流

LMV321/LMV358/LMV324 を使用すると、バッテリーの寿命を延ばせます。そのため、バッテリー電源のシステムに最適です。

#### 低電源電圧

ナショナル セミコンダクターは、2.7V および 5V 動作時の特性を保証します。その結果、バッテリーの寿命がつきるまでの動作が保証されます。

#### フルスイング出力

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。低電源電圧で動作させるときは、このことが特に重要です。

#### グラウンドを含む入力範囲

単一電源動作時に、GND 近くのレベルを直接検出できます。入力電圧が 25°C で  $-0.3V_{DC}$  以下にならないようにするために防護回路を設ける必要があります。そのためには、IC 入力ピンに抵抗とともに入力クランプ・ダイオードを使用します。

#### 使用が簡単で、クロスオーバー歪みなし

LMV321/LMV358/LMV324 は、LM324 と類似した特性を備えています。加えて、この新しい LMV321/LMV358/LMV324 は、出力のクロスオーバー歪みを完全に排除しています。Figure 1、2 の波形写真は、LMV324 と LM324 の電圧フォロワ回路での出力振幅を比較したものです。ここで、 $V_S = \pm 2.5V$  で、 $R_L (= 2k\Omega)$  はグラウンドに接続されています。新しい LMV324 では、クロスオーバー歪みが取り除かれているのがよくわかります。

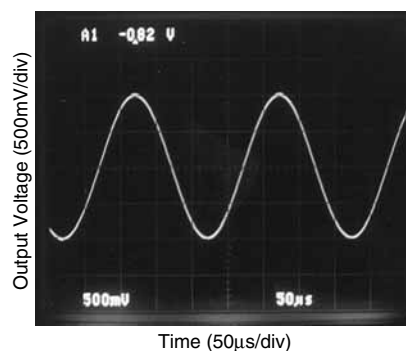


FIGURE 1. Output Swing of LMV324

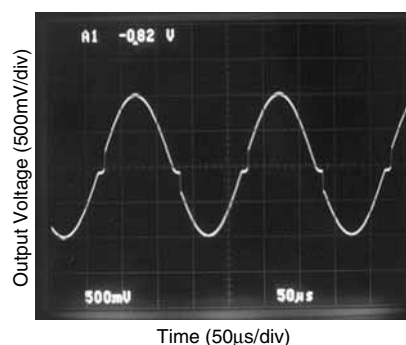


FIGURE 2. Output Swing of LM324

#### 容量性負荷許容度

LMV321/LMV358/LMV324 は、200pF の負荷をユニティ・ゲインで発振を起こさずに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。オペアンプの出力インピーダンスと容量性負荷が組み合わせられることで、位相遅れが発生します。その結果、大きなリングングのパルス応答となるか、発振します。重い容量性負荷をドライブするには Figure 3 に示す回路が使用できます。

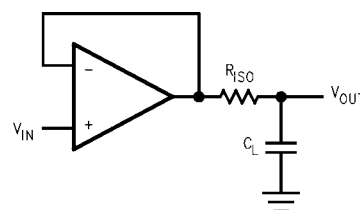


FIGURE 3. Indirectly Driving A Capacitive Load Using Resistive Isolation

### アプリケーション・ノート (つづき)

Figure 3 では、分離抵抗  $R_{ISO}$  と負荷コンデンサ  $C_L$  によってポールが形成されて、システム全体の位相マージンが増加するため安定度が向上します。 $R_{ISO}$  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。Figure 3 の回路で  $R_{ISO}$  に  $620\ \Omega$ 、 $C_L$  に  $510\text{pF}$  を使用したときの出力波形を Figure 4 に示します。

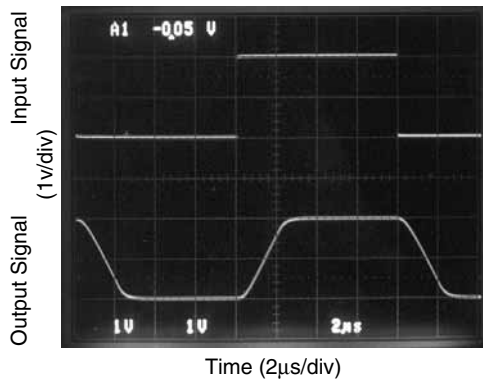


FIGURE 4. Pulse Response of the LMV324 Circuit in Figure 3

Figure 5 に示す回路は Figure 3 の回路を改善したもので、AC 安定度だけでなく DC 精度も向上します。Figure 3 で負荷抵抗が存在した場合、出力電圧は  $R_{ISO}$  と負荷抵抗によって分圧されてしまいます。一方、Figure 5 では、 $R_F$  によるフィードフォワード技術によって  $V_{IN}$  と  $R_L$  を結ぶと DC 精度が向上します。 $R_F$  の値を選択する際は、LMV321/LMV358/LMV324 の入力バイアス電流の影響を受けるため注意が必要です。 $C_F$ 、 $R_{ISO}$  は、出力信号の高周波成分をオペアンプの反転入力ピンへ戻すと、位相マージンの減少を抑える働きがあるため、帰還ループ全体の位相マージンが保持されます。 $C_F$  の値を大きくすれば、さらに大きな容量をドライブできるようになります。ただし、それによってパルス応答は遅くなります。

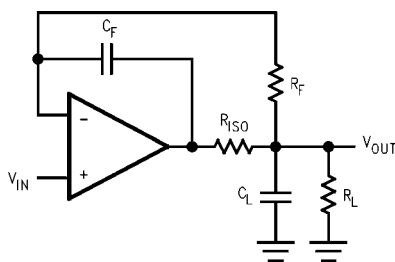


FIGURE 5. Indirectly Driving A Capacitive Load with DC Accuracy

### 入力バイアス電流の打ち消し

LMV321/LMV358/LMV324 ファミリーは、バイポーラ型の入力段を備えています。LMV321/LMV358/LMV324 の入力バイアス電流の Typ 値は、5V 電源動作では  $15\text{nA}$  です。その結果、 $100\text{k}\ \Omega$  の入力抵抗では、 $1.5\text{mV}$  の誤差電圧が発生します。反転入力ピンと非反転入力ピンの抵抗値をバランスさせると、オペアンプの入力バイアス電流に起因する誤差を低減できます。入力バイアス電流による誤差を打ち消す方法を、Figure 6 の回路に示します。

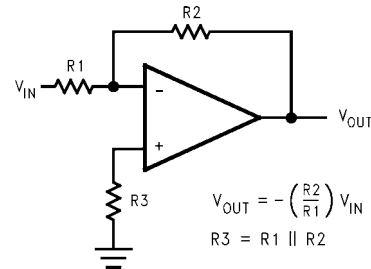
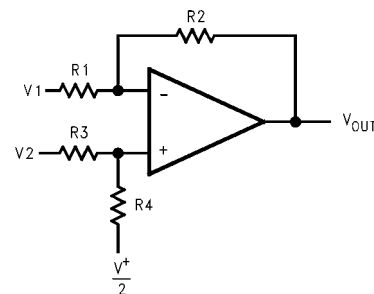


FIGURE 6. Cancelling the Error Caused by Input Bias Current

### 代表的な単一電源アプリケーションの回路例

#### 差動増幅器

差動増幅器は、2 つの電圧の差をとったり、特殊なケースではあるが、2 つの入力ピンに共通に存在する信号を打ち消したりできます。差動方式からシングルエンド方式へ変換したり、同相信号を除去したりする演算増幅器として便利です。



$$V_{OUT} = \left(\frac{R1+R2}{R3+R4}\right) \frac{R4}{R1} V_2 - \frac{R2}{R1} V_1 + \left(\frac{R1+R2}{R3+R4}\right) \frac{R3}{R1} \cdot \frac{V^+}{2}$$

for  $R1 = R3$  and  $R2 = R4$

$$V_{OUT} = \frac{R2}{R1} (V_2 - V_1) + \frac{V^+}{2}$$

FIGURE 7. Difference Amplifier

## アプリケーション・ノート (つづき)

### 計装用回路

前述の差動増幅器の入力インピーダンスは、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  で決まります。入力インピーダンスが低いことに起因する問題を取り除く方法の1つとしては、次の2つの計装用増幅器に示すように、各入力ピンの前に電圧フォロワを挿入する方法があります。

### 3つのオペアンプによる計装用増幅器

クワッドのLMV324を使用すると、Figure 8に示すように3つのオペアンプによる計装用増幅器を構成できます。

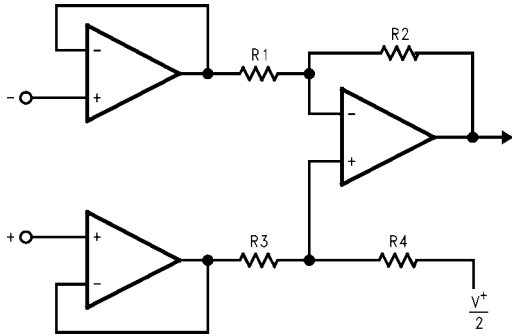
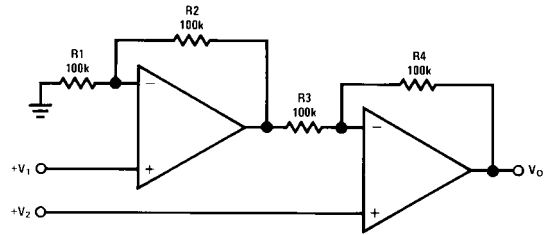


FIGURE 8. Three-op-amp Instrumentation Amplifier

この計装用増幅器の初段は、2つの電圧フォロワを備えた差動入力、差動出力の増幅器になっています。この2つの電圧フォロワは、 $100\text{M}\Omega$  以上の入力インピーダンスが確保されます。この計装用増幅器の利得は、 $R_2/R_1$  の比によって設定します。 $R_3$  と  $R_1$ 、 $R_4$  と  $R_2$  はそれぞれ等しくなければなりません。 $R_3$  と  $R_1$ 、 $R_4$  と  $R_2$  の一致する度合いによって CMRR が左右されます。全温度範囲にわたり CMRR を良くするには、低ドリフトの抵抗を使用する必要があります。 $R_4$  を  $R_2$  よりもわずかに小さくし、 $R_2$  と  $R_4$  の差の2倍のトリム・ポットを挿入すれば、CMRR を最適な状態に調整できます。

### 2つのオペアンプによる計装用増幅器

高入力インピーダンスの DC 差動増幅器は、2つのオペアンプによっても構成できます (Figure 9)。3つのオペアンプの回路と同様に、この計装用増幅器でも良好な CMRR を得るためには抵抗値を厳密に合わせる必要があります。 $R_4$  と  $R_1$ 、 $R_3$  と  $R_2$  をそれぞれ等しくする必要があります。



$$V_0 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)(V_2 - V_1), \text{ where } R_1 = R_4 \text{ and } R_2 = R_3$$

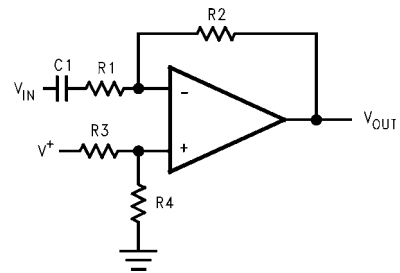
As shown:  $V_0 = 2(V_2 - V_1)$

FIGURE 9. Two-Op-amp Instrumentation Amplifier

### 単一電源の反転増幅器

この増幅器へ入力される信号が負電圧の場合があります。この増幅器は単一の電源電圧で動作しているため、 $R_3$  と  $R_4$  を使用した分圧回路で増幅器をバイアスして、入力信号が増幅器の入力同相電圧範囲内に収まるようにします。反転入力ピンと抵抗  $R_1$  との間に配置したコンデンサ  $C_1$  で、AC 信号源  $V_{IN}$  に流れる DC 成分をカットします。 $R_1$  と  $C_1$  の値は、カットオフ周波数  $f_c = 1/2\pi R_1 C_1$  に影響を与えます。

その結果、出力信号は電源電圧の約半分を中心とするようになります (非反転入力ピンにある分圧回路が  $V^+/2$  を供給する場合)。出力は上下の電源電圧まで振ることができ、低電圧システムでも SN 比を最大にできます。



$$V_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_{IN}$$

FIGURE 10. Single-Supply Inverting Amplifier



アプリケーション・ノート (つづき)

アクティブ・フィルタ

シンプルなローパス・アクティブ・フィルタ

シンプルなローパス・アクティブ・フィルタを Figure 11 に示します。低周波利得 ( $\omega \rightarrow 0$ ) は  $-R_3/R_1$  で決まります。そのため、ユニティ以外の低周波利得が得られます。このフィルタは、カットオフ周波数  $f_c$  以後で  $-20\text{dB/decade}$  の減衰特性を持っています。 $R_2$  は、バイアス電流による誤差を抑えるため、 $R_1$  と  $R_3$  の並列値と等しくなるように選択します。このフィルタの周波数特性を、Figure 12 に示します。

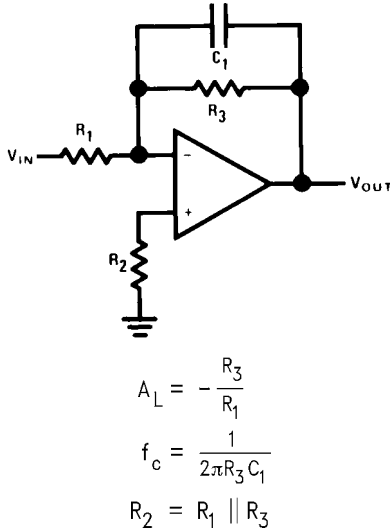


FIGURE 11. Simple Low-Pass Active Filter

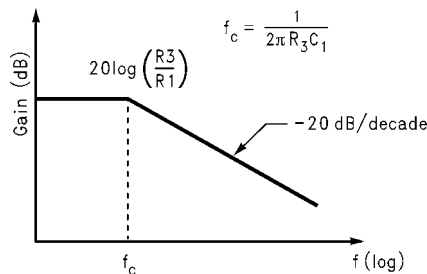


FIGURE 12. Frequency Response of Simple Low-Pass Active Filter in Figure 11

1つのオペアンプのアクティブ・フィルタを使用できるのは、低  $Q$  ( $\leq 10$ )、低周波 ( $\leq 5\text{kHz}$ )、低利得 ( $\leq 10$ ) のアプリケーションか、利得と  $Q$  の積が小さい ( $\leq 100$ ) アプリケーションに限られます。オペアンプは、使用する最高周波数における開ループ電圧利得が、その周波数におけるフィルタの利得の 50 倍以上なければなりません。また、次式を満たすスルーレートを満たすオペアンプを選択する必要があります。

$$\text{スルーレート} \geq 0.5 \times (\omega_H V_{\text{OPP}}) \times 10^{-6} \text{ V}/\mu \text{ sec}$$

$\omega_H$  は使用する最高周波数、 $V_{\text{OPP}}$  は出力のピーク・ツー・ピーク電圧です。

Sallen-Key 2 次アクティブ・ローパス・フィルタ

Sallen-Key 2 次アクティブ・ローパス・フィルタを Figure 13 に示します。このフィルタの DC 利得は次式で表されます。

$$A_{LP} = \frac{R_3}{R_4} + 1 \tag{1}$$

伝達関数は次のようになります。

$$\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}}(s) = \frac{\frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2} A_{LP}}{s^2 + s \left( \frac{1}{C_1 R_1} + \frac{1}{C_1 R_2} + \frac{1}{C_2 R_2} - \frac{A_{LP}}{C_2 R_2} \right) + \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}} \tag{2}$$

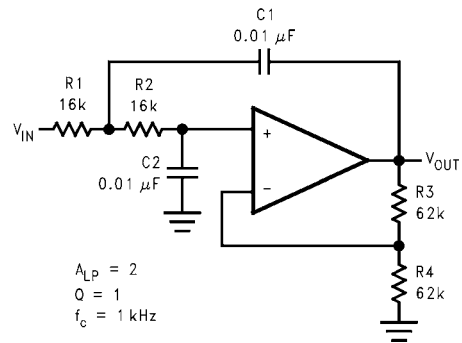


FIGURE 13. Sallen-Key 2nd-Order Active Low-Pass Filter

$A_{LP}$ 、 $Q$ 、 $f_c$  などのフィルタ要件に適合する、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  の値を選択する方法を以下で説明します。

2 次ローパス・フィルタの標準の式は、次のようになります。

$$\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}}(s) = \frac{A_{LP} \omega_c^2}{s^2 + \left(\frac{\omega_c}{Q}\right)s + \omega_c^2} \tag{3}$$

$Q$ : 極の  $Q$

$\omega_c$ : カットオフ周波数

式 2 と式 3 を比較すると、次式が得られます。

$$\omega_c^2 = \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2} \tag{4}$$

$$\frac{\omega_c}{Q} = \frac{1}{C_1 R_1} + \frac{1}{C_1 R_2} + \frac{1}{C_2 R_2} - \frac{A_{LP}}{C_2 R_2} \tag{5}$$

フィルタ設計に必要な計算量を減らすために、部品と設計パラメータを正規化しておく便利です。正規化するために、 $\omega_c = \omega_n = 1\text{rad/s}$ 、 $C_1 = C_2 = C_n = 1\text{F}$  とし、これらの値を式 4 と式 5 に代入します。式 4 からは次式が得られます。

$$R_1 = \frac{1}{R_2} \tag{6}$$

式 5 からは次式が得られます。

$$R_2 = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4Q^2(2 - A_{LP})}}{2Q} \tag{7}$$

## アプリケーション・ノート (つづき)

DC オフセットを最小にするために、 $V^+ = V^-$  とし、反転入力ピンと非反転入力ピンの抵抗値を等しくします。つまり、次のようになります。

$$R_1 + R_2 = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \quad (8)$$

式 1 と式 8 から次式が得られます。

$$R_3 = (R_1 + R_2) A_{LP} \quad (9)$$

$$R_4 = \left( \frac{A_{LP}}{A_{LP} - 1} \right) (R_1 + R_2) \quad (10)$$

$C_1$  と  $C_2$  は、一般に次式に近いか等しい値にします。

$$C = \frac{10}{f_c} \mu F$$

設計例：

要求仕様： $A_{LP} = 2$ 、 $Q = 1$ 、 $f_c = 1 \text{ kHz}$

最初に  $C_1$  と  $C_2$  を決定します。次式に近い標準値を選択します。

$$C = \frac{10}{f_c} \mu F$$

$$C_1 = C_2 = \frac{10}{1 \times 10^3} \mu F = 0.01 \mu F$$

式 6、7、9、10 から、

$$R_1 = 1 \Omega$$

$$R_2 = 1 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 4 \Omega$$

上記の抵抗値は、 $\omega_n = 1 \text{ rad/s}$  および  $C_1 = C_2 = C_n = 1 \text{ F}$  とし、正規化した値です。正規化したカットオフ周波数と抵抗値を実際の値に換算するため、周波数換算係数 ( $K_f$ ) とインピーダンス換算係数 ( $K_m$ ) という 2 つの換算係数を導入します。

$$k_f = \frac{\omega_c}{\omega_n} = \frac{2\pi \times 1 \times 10^3}{1} = 2\pi \times 10^3$$

$$k_m k_f = \frac{C_n}{C_1}$$

$$k_m = 1.59 \times 10^4$$

換算後の値：

$$R_2 = R_1 = 15.9 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 63.6 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 = C_2 = 0.01 \mu F$$

実際の抵抗とコンデンサの値の中から、換算値に近いものを選んでください。各部品で実際に使用する値は、回路図に示します。

### 2 次ハイパス・フィルタ

2 次ハイパス・フィルタは、Sallen-Key 2 次アクティブ・ローパス・フィルタで周波数を決める部品 ( $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ ) を入れ替えるだけで実現できます。Figure 14 に示すように、抵抗がコンデンサに変わり、コンデンサが抵抗に変わります。同じ値の部品を使用した場合、得られるハイパス・フィルタは、カットオフ周波数と最大利得が前述の 2 次ローパス・フィルタと同じになります。

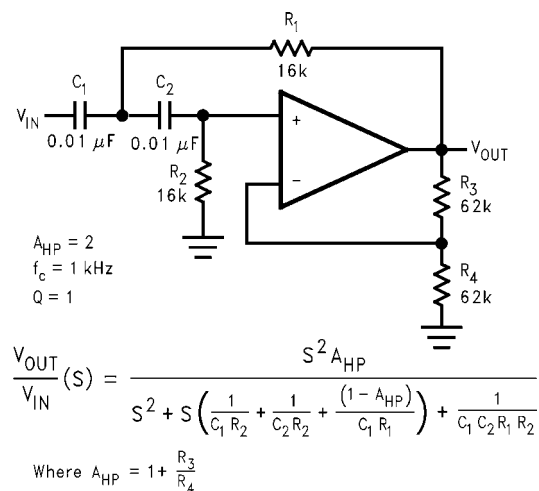


FIGURE 14. Sallen-Key 2nd-Order Active High-Pass Filter

### 状態可変フィルタ

状態可変フィルタには、3 つのオペアンプが必要です。状態可変フィルタを構成するには、LMV324 などのクワッド・オペアンプを使用すると便利です (Figure 15)。

この回路は 3 つの出力において、ローパス・フィルタ、ハイパス・フィルタ、バンドパス・フィルタを同時に実現しています。これらの特性を表す式を次に示します。このフィルタは、分子と分母の両方で 2 次の伝達関数を構成できるので、「Bi-Quad」アクティブ・フィルタとも呼ばれます。

アプリケーション・ノート (つづき)

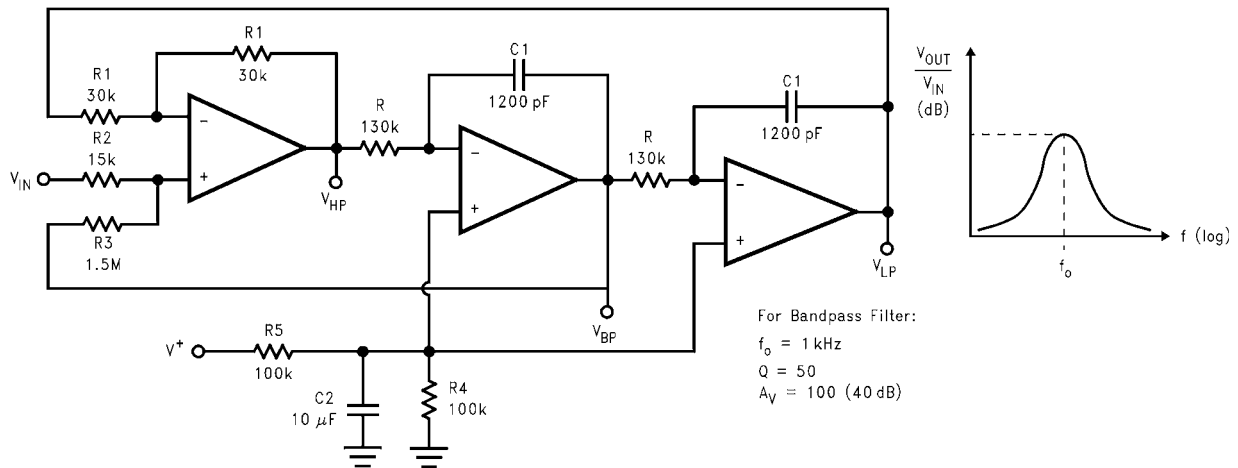


FIGURE 15. State Variable Active Filter

$$V_{LP} = \left( \frac{2R_3}{R_2 + R_3} \right) \frac{\frac{1}{R^2 C^2}}{S^2 + \frac{1}{\left( \frac{R_2 + R_3}{2R_2} \right) RC} S + \frac{1}{R^2 C^2}} V_{IN}$$

$$V_{HP} = \left( \frac{2R_3}{R_2 + R_3} \right) \frac{S^2}{S^2 + \frac{1}{\left( \frac{R_2 + R_3}{2R_2} \right) RC} S + \frac{1}{R^2 C^2}} V_{IN}$$

$$V_{BP} = \left( \frac{2R_3}{R_2 + R_3} \right) \frac{\left( \frac{1}{RC} \right) S}{S^2 + \frac{1}{\left( \frac{R_2 + R_3}{2R_2} \right) RC} S + \frac{1}{R^2 C^2}} V_{IN}$$

3つのフィルタすべてで、次のようになります。

$$Q = \frac{R_2 + R_3}{2R_2} \tag{11}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} \quad (\text{resonant frequency}) \tag{12}$$

バンドパス・フィルタの設計例を以下に示します。

システム設計において、 $f_0 = 1\text{kHz}$  および  $Q = 50$  のバンドパス・フィルタが必要になったとします。計算する必要があるのは、コンデンサと抵抗の値です。

まず最初に、 $C_1$ 、 $R_1$ 、 $R_2$  に適当な値を選びます。

$$C_1 = 1200 \text{ pF}$$

$$2R_2 = R_1 = 30 \text{ k}\Omega$$

式 11 から次の値が得られます。

$$R_3 = R_2 (2Q - 1)$$

$$R_3 = 15 \text{ k}\Omega \times (2 \times 50 - 1)$$

$$= 1.5 \text{ M}\Omega$$

式 12 からは次の値が得られます。

$$R = \frac{1}{\omega_0 C_1}$$

$$R = \frac{1}{(2\pi \times 10^3)(1.2 \times 10^{-9})}$$

$$= 132.7 \text{ k}\Omega$$

上記の計算値から、中域利得は  $H_0 = R_3/R_2 = 100(40\text{dB})$  となります。これに最も近い、5%の標準抵抗の値を Figure 15 に示します。

パルス発生器および発振器

パルス発生器を Figure 16 に示します。コンデンサ C の充電経路と放電経路を分離するために 2 つのダイオードを使用しています。

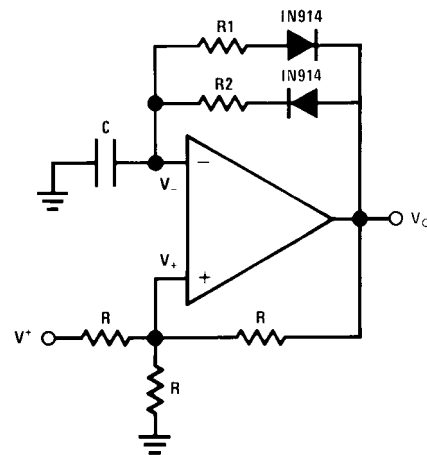


FIGURE 16. Pulse Generator

### アプリケーション・ノート (つづき)

最初、出力電圧  $V_O$  がその最高値  $V_{OH}$  とすると、コンデンサ  $C$  は  $R_2$  を通じて  $V_{OH}$  まで充電されます。  $C$  両端の電圧は時定数  $\tau = R_2 C$  で指数関数的に増大し、その電圧はオペアンプの反転入力ピンに印加されます。それと同時に、非反転入力ピンの電圧は、発生器の正のスレッシュホールド電圧 ( $V_{TH+}$ ) に設定されます。コンデンサの電圧は  $V_{TH+}$  に達するまで増加し続け、  $V_{TH+}$  に達すると発生器の出力は最低電圧  $V_{OL}$  (この場合は  $0V$ ) に切り替わります。非反転入力ピンの電圧は、発生器の負のスレッシュホールド電圧 ( $V_{TH-}$ ) に切り替わります。コンデンサは  $R_1$  を通じて  $V_{OL}$  へ向かって指数関数的に時定数  $\tau = R_1 C$  で放電を開始します。コンデンサの電圧が  $V_{TH-}$  に達すると、パルス発生器の出力は  $V_{OH}$  に切り替わります。コンデンサは充電を開始し、このサイクルが自動的に繰り返されます。

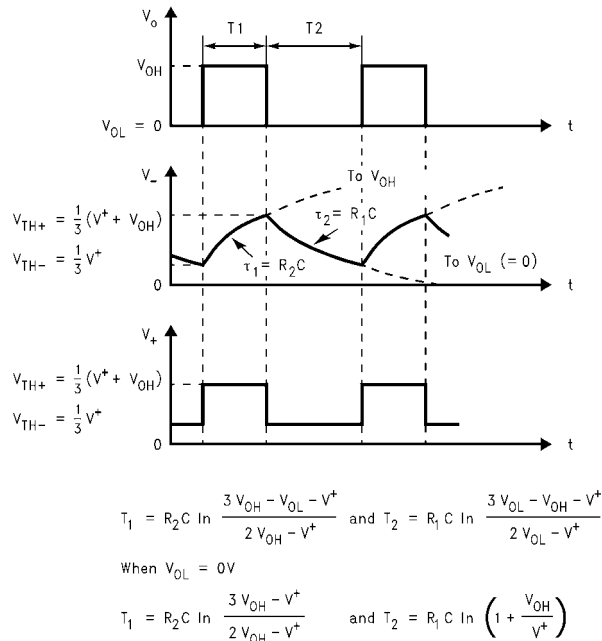


FIGURE 17. Waveforms of the Circuit in Figure 16

Figure 17 に波形を示すとおり、パルス幅 ( $T_1$ ) は  $R_2$ 、 $C$ 、 $V_{OH}$  で決まり、パルス間の時間 ( $T_2$ ) は  $R_1$ 、 $C$ 、 $V_{OL}$  で決まります。このパルス発生器は、コンデンサと抵抗の値をどのように選ぶかによって周波数とパルス幅が変わります。

Figure 18 に示すパルス発生器も、充電経路と放電経路が別れています。コンデンサは  $R_1$  を通じて充電され、 $R_2$  を通じて放電されます。

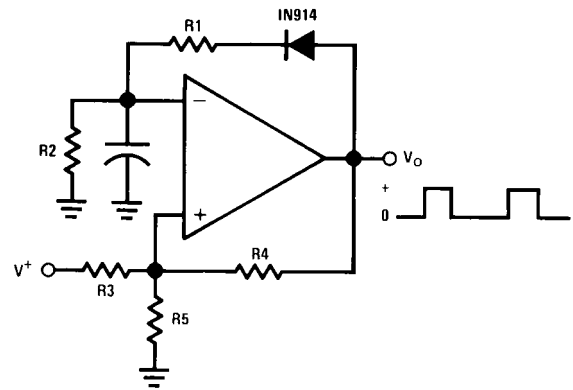


FIGURE 18. Pulse Generator

Figure 19 は、コンデンサの充電経路と放電経路が 1 つになった方形波発生器です。

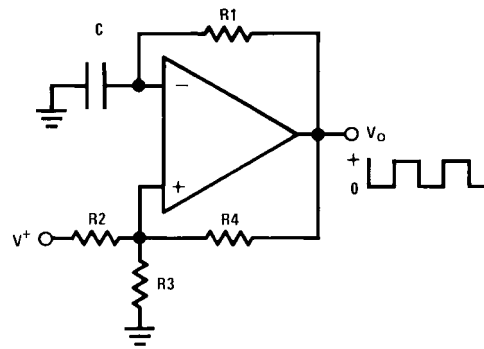


FIGURE 19. Squarewave Generator

### 電流源と電流シンク

LMV321/LMV358/LMV324 は、帰還ループに使用して、外付けの PNP トランジスタを流れる電流を調節して電流源を形成したり、NPN トランジスタを流れる電流を調節して電流シンクを形成できます。

### 定電流源

複数の定電流源を Figure 20 に示します。分圧回路 ( $R_3$  と  $R_4$ ) によって、 $R_3$  両端の電圧 ( $V_{REF} = 2V$ ) を設定します。負帰還を使用すると  $R_1$  による電圧降下と  $V_{REF}$  が等しくなります。これによってトランジスタ  $Q_1$  のエミッタ電流が制御されます。  $Q_1$  と  $Q_2$  のベース電流を無視すれば、 $Q_1$  のコレクタからこれと等しい電流を取り出せます。

大きな入力抵抗を使用すれば電流損失を軽減でき、ダーリントン接続を使用すれば  $Q_1$  の  $\beta$  による誤差を減少できます。

抵抗  $R_2$  の値により、 $Q_2$  のコレクタ電流を  $1mA$  の基準値よりも大きくすることも、小さくすることもできます。

アプリケーション・ノート (つづき)

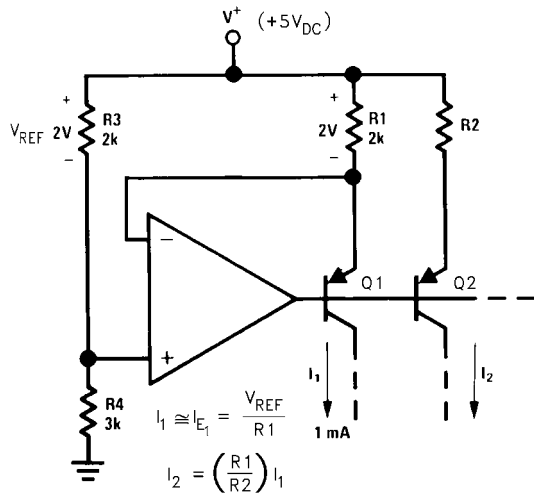


FIGURE 20. Fixed Current Source

高コンプライアンスの電流シンク

Figure 21 に電流シンク回路を示します。この回路に必要なのは 1 個の抵抗 ( $R_E$ ) だけであり、この抵抗値にそのまま比例した出力電流が流れます。

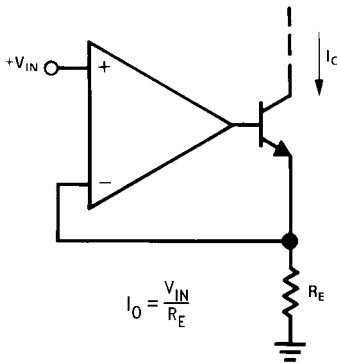


FIGURE 21. High Compliance Current Sink

パワーアンプ

Figure 22 にパワーアンプを示します。この回路は、オペアンプの出力にトランジスタによるバッファが接続されているため、大きな出力電流を供給できます。

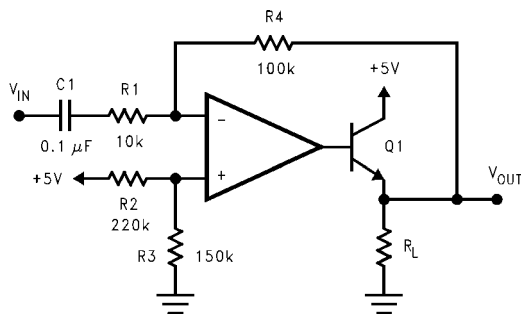


FIGURE 22. Power Amplifier

LEDドライバ

LMV321/LMV358/LMV324 は、Figure 23 に示すように LED のドライブに使用できます。

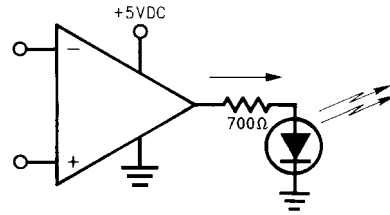


FIGURE 23. LED Driver

ヒステリシス特性を持ったコンパレータ

LMV321/LMV358/LMV324 は、低消費電力のコンパレータとして使用できます。ヒステリシス特性を持ったコンパレータを Figure 24 に示します。ヒステリシス特性は、2つの抵抗の比で決まります。

$$V_{TH+} = V_{REF}/(1 + R_1/R_2) + V_{OH}/(1 + R_2/R_1)$$

$$V_{TH-} = V_{REF}/(1 + R_1/R_2) + V_{OL}/(1 + R_2/R_1)$$

$$V_H = (V_{OH} - V_{OL})/(1 + R_2/R_1)$$

$V_{TH+}$ : 正のスレッシュホールド電圧

$V_{TH-}$ : 負のスレッシュホールド電圧

$V_{OH}$ : High の場合の出力電圧

$V_{OL}$ : Low の場合の出力電圧

$V_H$ : ヒステリシス電圧

LMV321/LMV358/LMV324 はフルスイングの出力が可能なので、 $(V_{OH} - V_{OL})$  は電源電圧である  $V_S$  と等しくなります。

$$V_H = V_S/(1 + R_2/R_1)$$

オペアンプの入力ピンにおける差動電圧は、規定の「絶対最大定格」を超えてはいけません。これよりもさらに高速なコンパレータが必要な場合は、低電圧動作の汎用コンパレータである、ナショナル セミコンダクターの LMV331/LMV393/LMV339 (シングル/デュアル/クワッド) を推奨します。

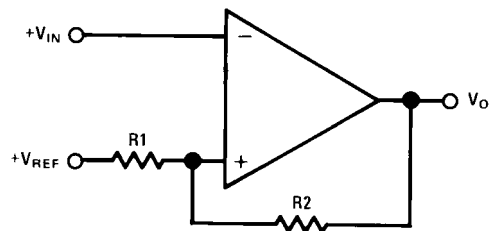
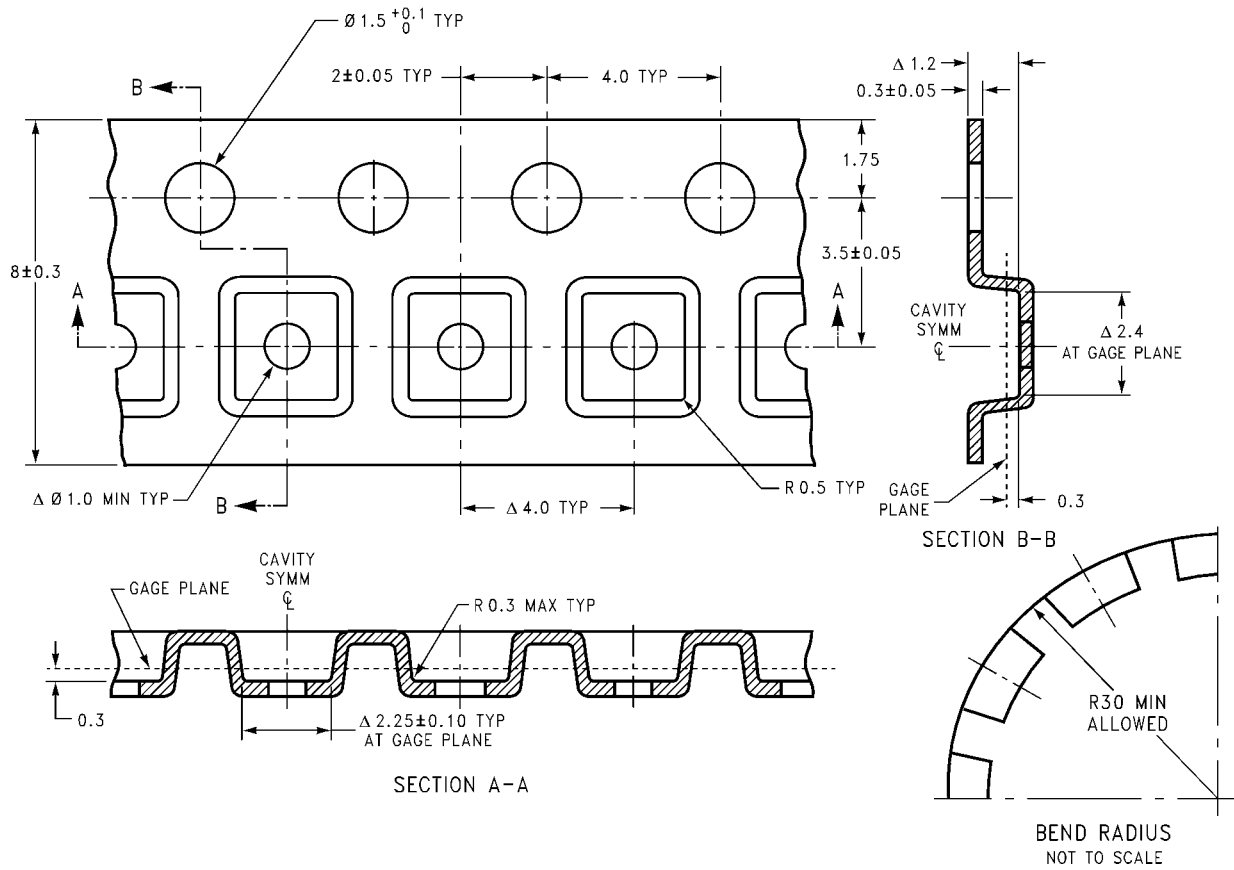


FIGURE 24. Comparator with Hysteresis

### SC70-5 Tape and Reel Specification



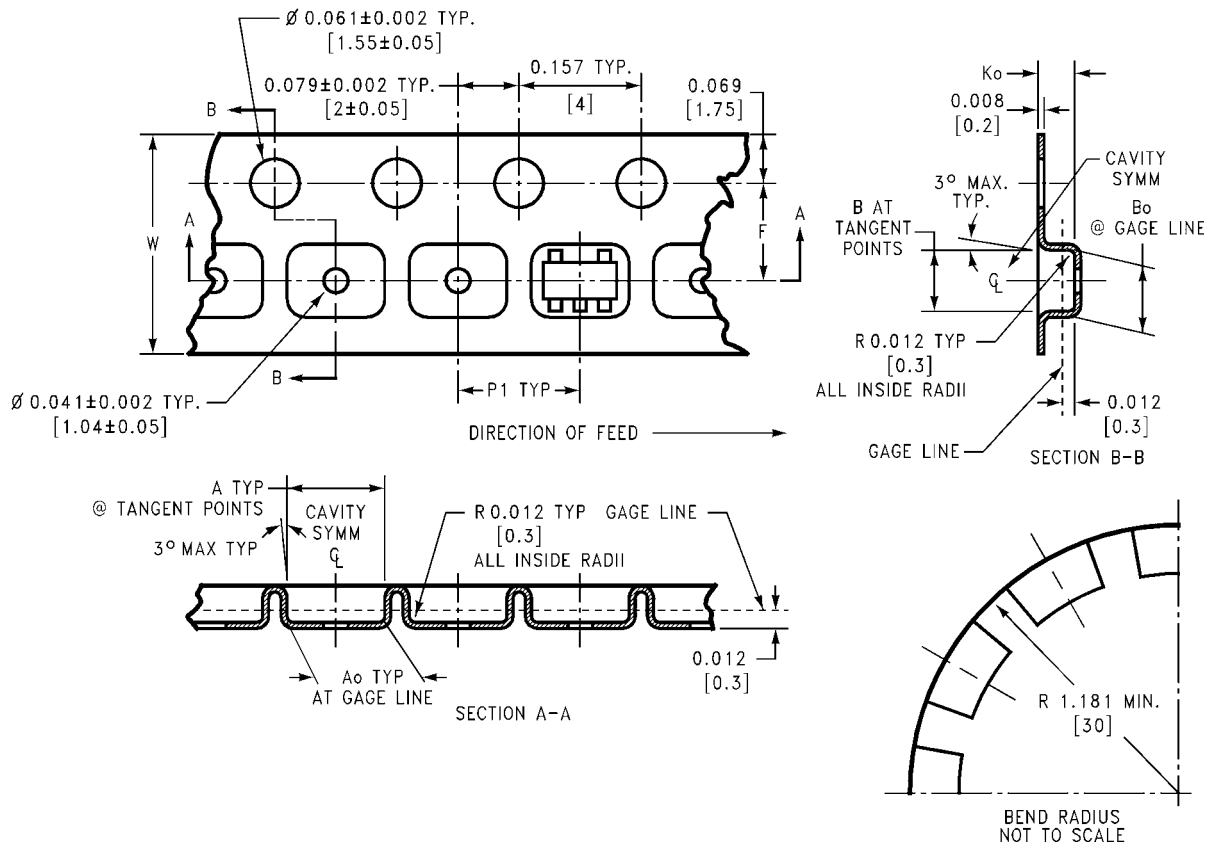
### SOT-23-5 Tape and Reel Specification

#### TAPE FORMAT

Tape Section	# Cavities	Cavity Status	Cover Tape Status
Leader (Start End)	0 (min)	Empty	Sealed
	75 (min)	Empty	Sealed
Carrier	3000	Filled	Sealed
	250	Filled	Sealed
Trailer (Hub End)	125 (min)	Empty	Sealed
	0 (min)	Empty	Sealed

SOT-23-5 Tape and Reel Specification (つづき)

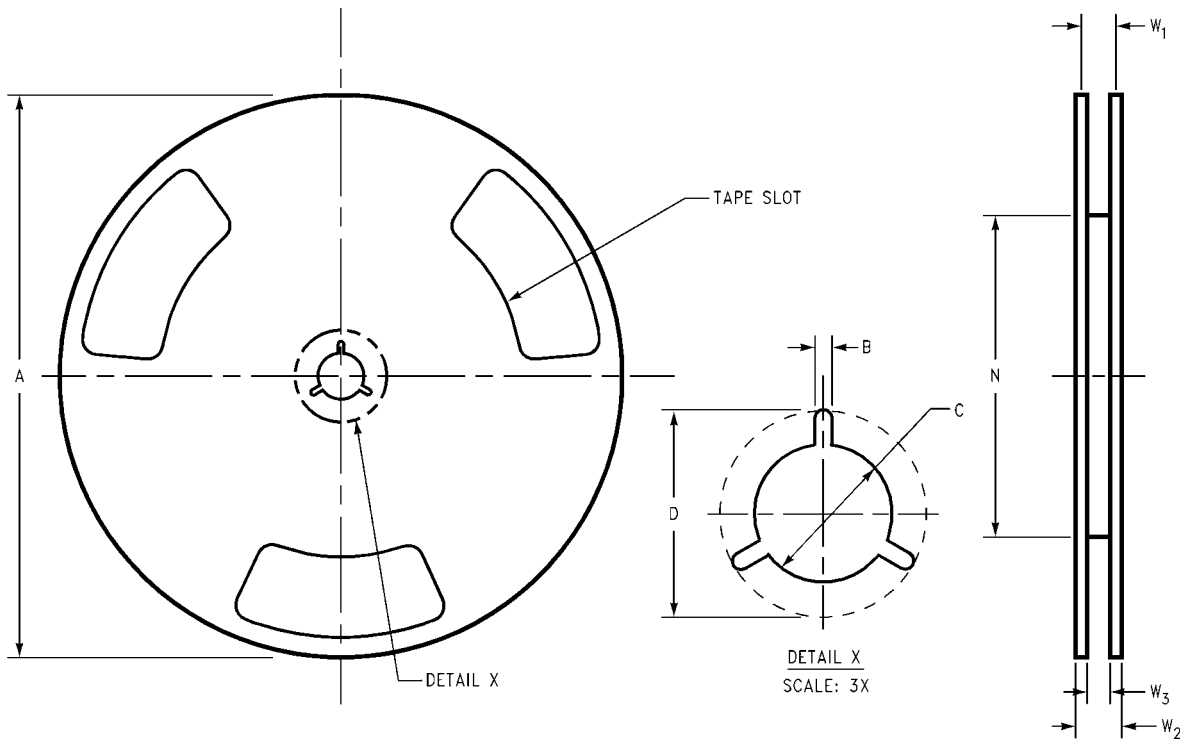
TAPE DIMENSIONS



8 mm	0.130 (3.3)	0.124 (3.15)	0.130 (3.3)	0.126 (3.2)	0.138 $\pm$ 0.002 (3.5 $\pm$ 0.05)	0.055 $\pm$ 0.004 (1.4 $\pm$ 0.11)	0.157 (4)	0.315 $\pm$ 0.012 (8 $\pm$ 0.3)
Tape Size	DIM A	DIM A <sub>0</sub>	DIM B	DIM B <sub>0</sub>	DIM F	DIM K <sub>0</sub>	DIM P1	DIM W

SOT-23-5 Tape and Reel Specification (つづき)

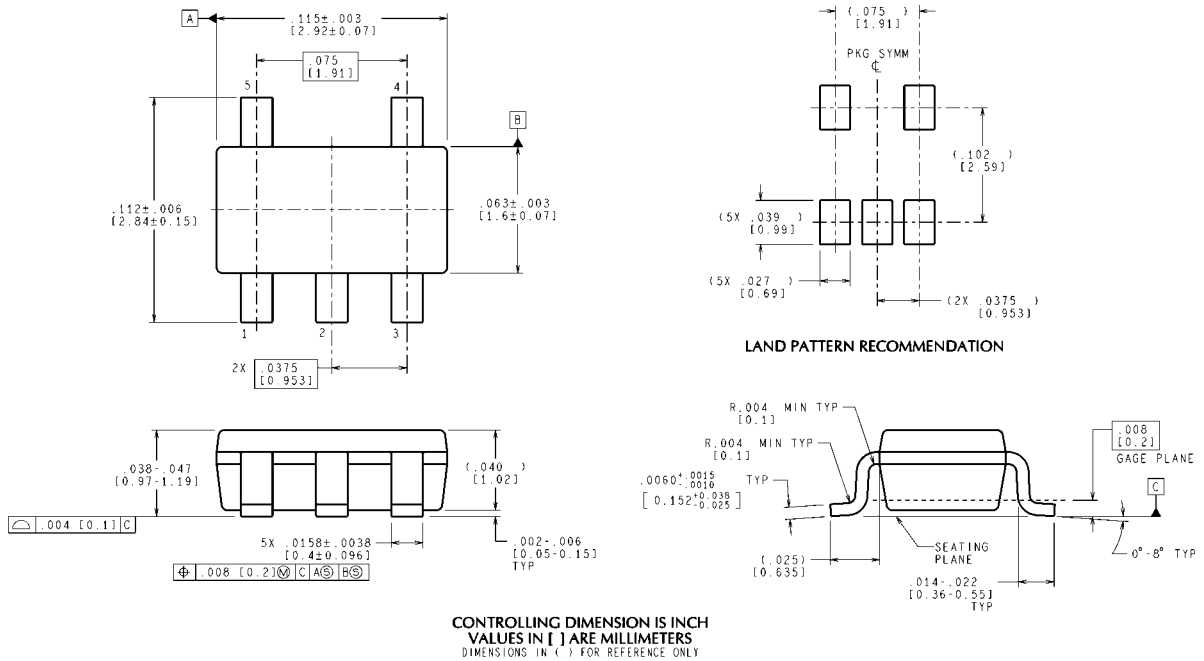
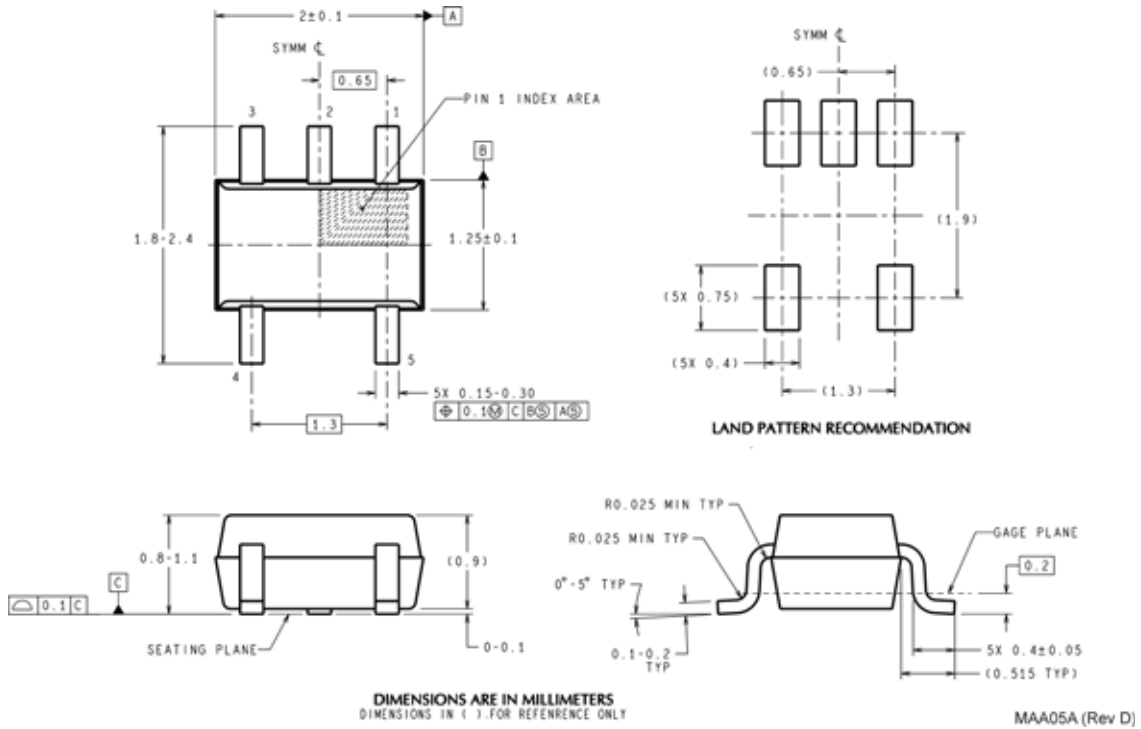
REEL DIMENSIONS



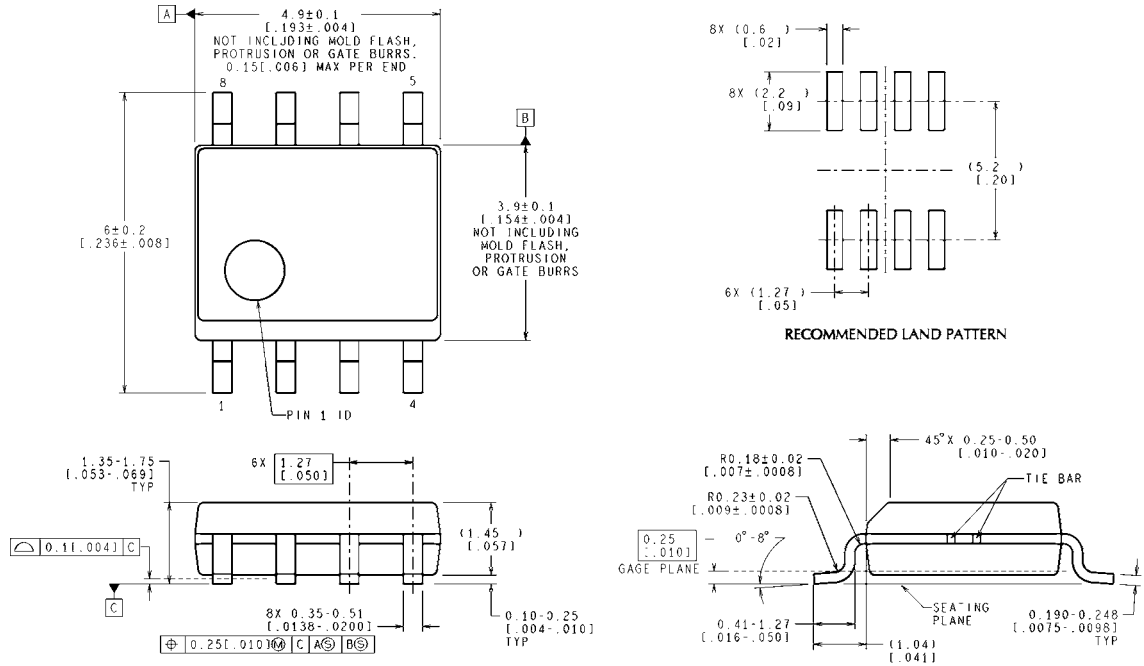
<b>8 mm</b>	<b>7.00</b>	<b>0.059</b>	<b>0.512</b>	<b>0.795</b>	<b>2.165</b>	<b>0.331 + 0.059/-0.000</b>	<b>0.567</b>	<b>W1 + 0.078/-0.039</b>
	<b>330.00</b>	<b>1.50</b>	<b>13.00</b>	<b>20.20</b>	<b>55.00</b>	<b>8.40 + 1.50/-0.00</b>	<b>14.40</b>	<b>W1 + 2.00/-1.00</b>
Tape Size	A	B	C	D	N	W1	W2	W3



外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



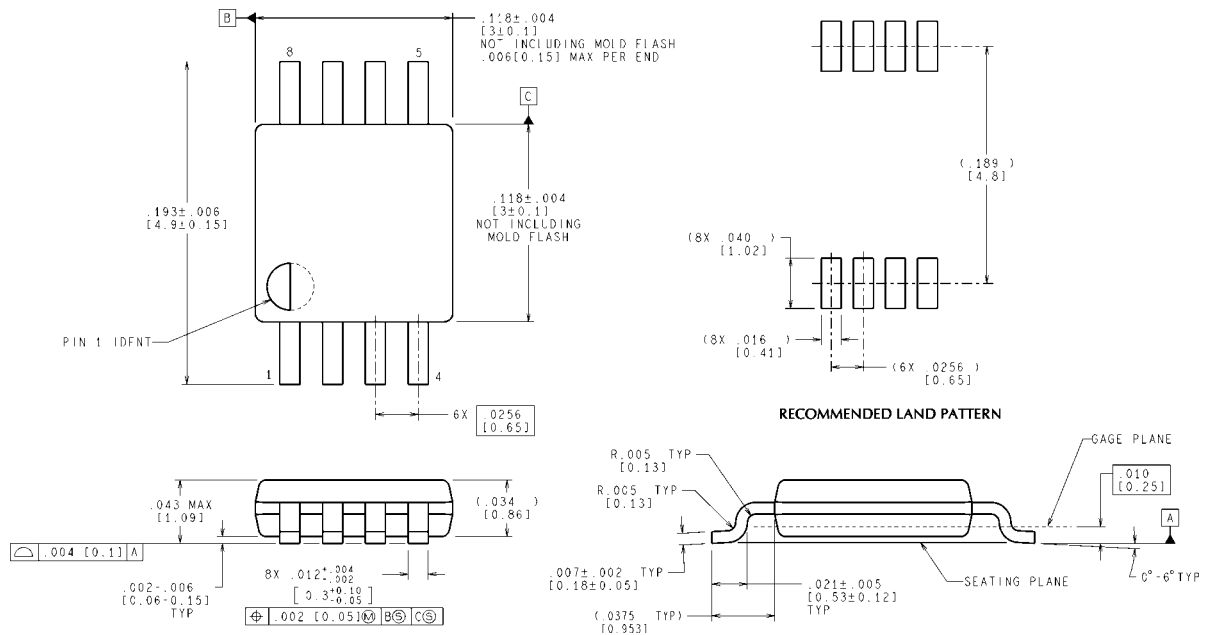
**外形寸法図** 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)



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

M08A (Rev M)

**8-Pin SOIC**  
**NS Package Number M08A**



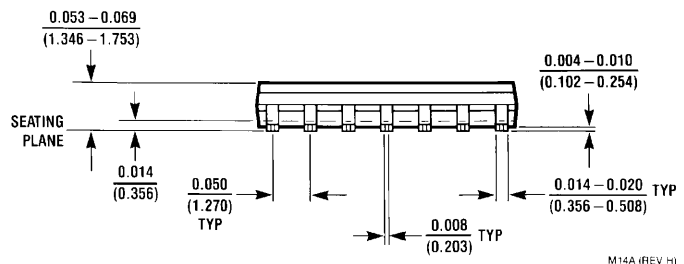
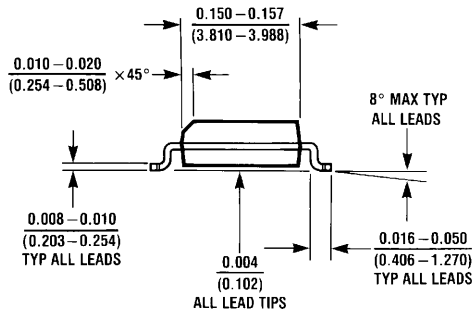
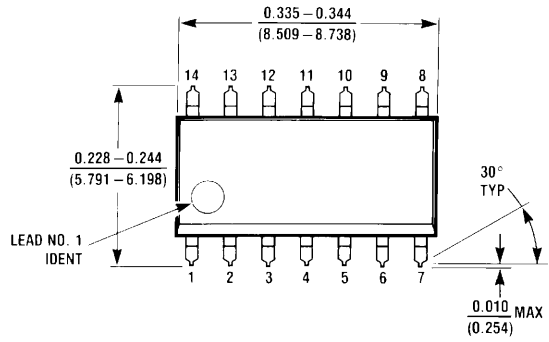
CONTROLLING DIMENSION IS INCH  
VALUES IN [ ] ARE MILLIMETERS

MUA08A (Rev F)

**8-Pin MSOP**  
**NS Package Number MUA08A**

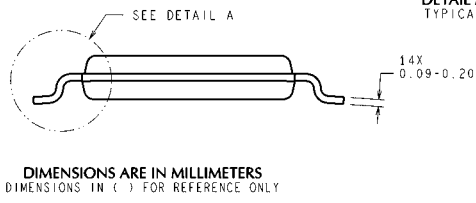
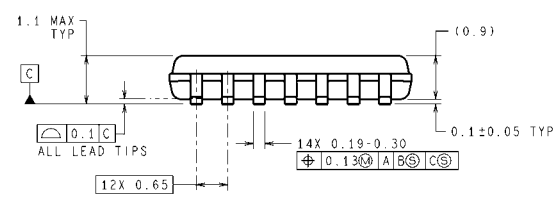
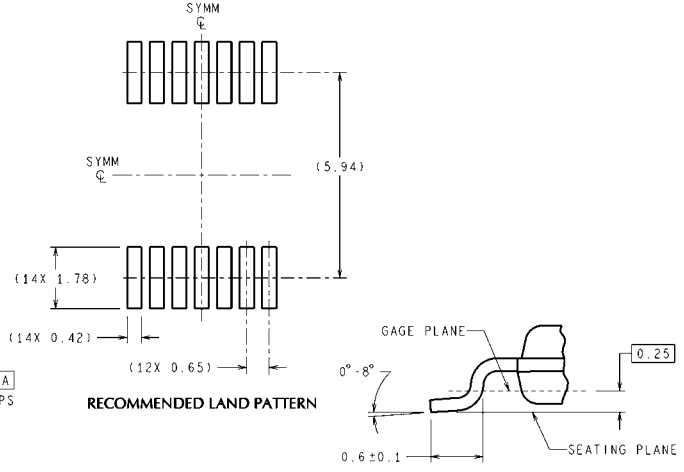
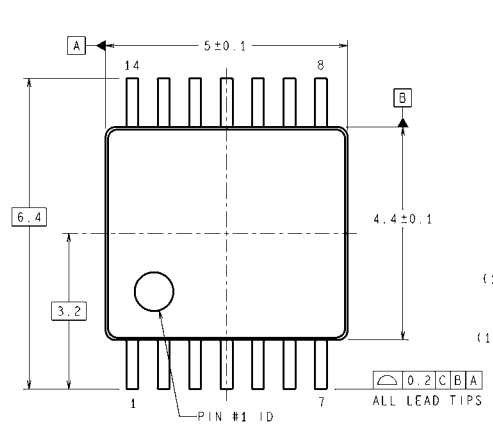
単位は millimeters

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



M14A (REV H)

14-Pin SOIC  
NS Package Number M14A



MTC14 (Rev D)

14-Pin TSSOPNS Package Number MTC14  
単位は millimeters

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か使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

#### 生命維持装置への使用について

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

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

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

Copyright © 2011 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については [www.national.com](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公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、かつ不公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