

# LM324/LM2902

## 低消費電力クワッド汎用オペアンプ

### 概要

LM324 シリーズは独立した高利得、周波数補償回路内蔵のオペアンプを4個実装してあるデバイスで、単一電源のしかも広範囲な電源電圧で動作する事を特に目的として設計してあります。また、±両電源によっても動作可能です。消費電流は少なく、供給電源電圧には無関係に一定です。

アプリケーションとしては、トランスデューサ用増幅器やDCゲイン・ブロックがあり、また一般のオペアンプが使用されている各種アプリケーション回路を、このデバイスにより単一電源で動作させることができます。例えば、LM324によれば、通常オペアンプで要求される±15Vの±両電源を要することなく、デジタル・システムで用いられている5Vの単一電源により直接動作させることが可能です。

### ユニークな特性

- リア動作領域では、単一電源動作であっても入力同相電圧はグラウンド・レベルまでとれ、また出力電圧もグラウンド・レベルまで振幅が得られます。
- ユニティ・ゲインのクロス周波数は温度補償されているため、一定です。
- 入力バイアス電流についても同様に温度補償されています。

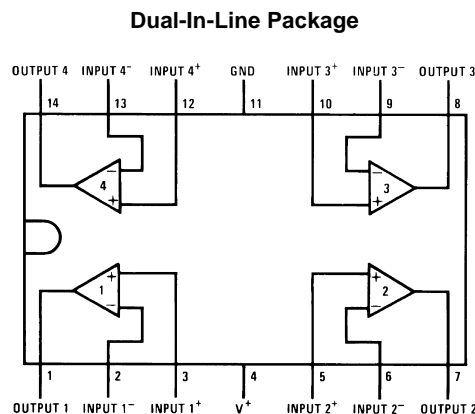
### 利点

- ±両電源を要さず単一電源で動作。
- シングルチップに4個もの位相保償済オペアンプを内蔵。
- GNDレベルをほぼ検知でき  $V_{out}$  スイングも GND レベルまで可。
- 全てのロジック型式と対応可。
- ローパワーなのでバッテリー動作に最適。

### 特長

- ユニティ・ゲインとするための周波数補償回路内蔵
- 大直流電圧利得 100dB
- 広帯域 (ユニティ・ゲイン) (温度補償付き) 1MHz
- 広い電源電圧動作幅、単一電源: 3V ~ 32V
- ±両電源: ±1.5V ~ ±16V
- 極少な消費電流 (70μA)。基本的には電源電圧に依存しない。
- 低入力バイアス電流 (温度補償付) 45nA
- 低入力オフセット電圧 2mV
- 低入力オフセット電流 5nA
- 入力同相電圧、グラウンドレベルまで可
- 差動入力電圧幅は電源電圧レベルまで可
- 大出力電圧振幅 0V ~  $V^+ - 1.5V$

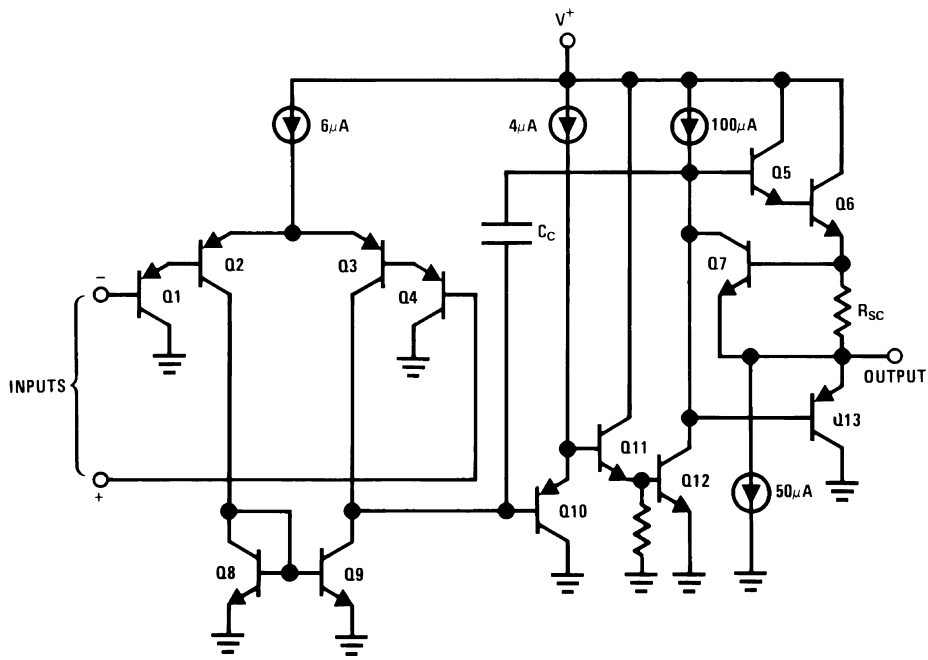
### ピン配置図



### Top View

Order Number LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M,  
LM2902MX, LM324N, LM324AN, LM324MT, LM324MTX or LM2902N  
See NS Package Number J14A, M14A or N14A

等価回路



## 絶対最大定格

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下さい。

	LM324/LM324A	LM2902		LM324/LM324A	LM2902
電源電圧 $V^+$	32V	26V	保存温度範囲	- 65 ~ + 150	- 65 ~ + 150
差動入力電圧	32V	26V	リード温度		
入力電圧	- 0.3V ~ + 32V	- 0.3V ~ + 26V	(ハンダ付け、10 秒)	260	260
入力電流			ハンダ付け条件		
( $V_{IN} < - 0.3V$ ) (Note 3)	50mA	50mA	DIP パッケージ		
消費電力 (Note 1)			ハンダ付け (10 秒)	260	260
モールド DIP	1,130mW	1,130mW	SO パッケージ		
SO パッケージ	800mW	800mW	ペーパ・フェーズ (60 秒)	215	215
GND への出力回路短絡			赤外線 (15 秒)	220	220
(アンプ 1 回路) (Note 2)			その他の表面実装法については、アプリケーションノート AN-450 "表面実装法と製品信頼性上における効果" を参照下さい。		
$V^+ = 15V$ および $T_A = 25$	連続	連続	ESD 耐圧 (Note 10)	250V	250V
動作温度範囲	0 ~ + 70	- 40 ~ + 85			

電気的特性 特記のない限り、 $V^+ = + 5.0V$  (Note 4)

Parameter	Conditions	LM324A			Units
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5) $T_A = 25$		2	3	mV
Input Bias Current (Note 6)	$I_{IN(+)}$ または $I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0V$ , $T_A = 25$		45	100	nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)}$ または $I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0V$ , $T_A = 25$		5	30	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = 30V$ , (LM2902, $V^+ = 26V$ ), $T_A = 25$	0		$V^+ - 1.5$	V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L =$ On All Op Amps $V^+ = 30V$ (LM2902 $V^+ = 26V$ ) $V^+ = 5V$		1.5	3	mA
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15V$ , $R_L = 2k$ , ( $V_O = 1V$ to $11V$ ), $T_A = 25$	25	100		V/mV
Common-Mode Rejection Ratio	DC, $V_{CM} = 0V$ to $V^+ - 1.5V$ , $T_A = 25$	65	85		dB

電氣的特性 特記のない限り、 $V^+ = +5.0V$  (Note 4) (つづき)

Parameter	Conditions	LM324A			Units
		Min	Typ	Max	
Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 5V$ to 30V (LM2902, $V^+ = 5V$ to 26V), $T_A = 25$	65	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 8)	$f = 1$ kHz to 20 kHz, $T_A = 25$ (Input Referred)		- 120		dB
Output Current	Source $V_{IN}^+ = 1V, V_{IN}^- = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25$	20	40		mA
	Sink $V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25$	10	20		
	$V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 200$ mV, $T_A = 25$	12	50		$\mu A$
Short Circuit to Ground	(Note 2) $V^+ = 15V, T_A = 25$		40	60	mA
Input Offset Voltage	(Note 5)			5	mV
$V_{OS}$ Drift	$R_S = 0$		7	30	$\mu V/$
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V$			75	nA
$I_{OS}$ Drift	$R_S = 0$		10	300	pA/
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$		40	200	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = +30V$ (LM2902, $V^+ = 26V$ )	0		$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15V$ ( $V_O$ Swing = 1V to 11V) $R_L = 2$ k	15			V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OH}$ $V^+ = 30V$ (LM2902, $V^+ = 26V$ )		$R_L = 2$ k	26	V
	$V_{OL}$ $V^+ = 5V, R_L = 10$ k		$R_L = 10$ k	27 28	
				5 20	mV
Output Current	Source $V_O = 2V$		$V_{IN}^+ = +1V,$ $V_{IN}^- = 0V,$ $V^+ = 15V$	10 20	mA
	Sink		$V_{IN}^- = +1V,$ $V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V$	5 8	

電氣的特性 電氣的特性特記のない限り、 $V^+ = +5.0V$  (Note 4)

Parameter	Conditions	LM324			LM2902			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5) $T_A = 25$		2	7		2	7	mV
Input Bias Current (Note 6)	$I_{IN(+)}$ または $I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V,$ $T_A = 25$		45	250		45	250	nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)}$ または $I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V,$ $T_A = 25$		5	50		5	50	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = 30V,$ (LM2902, $V^+ = 26V$ ), $T_A = 25$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L =$ On All Op Amps $V^+ = 30V$ (LM2902 $V^+ = 26V$ ) $V^+ = 5V$		1.5 0.7	3 1.2		1.5 0.7	3 1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15V, R_L = 2$ k , ( $V_O = 1V \sim 11V$ ), $T_A = 25$	25	100		25	100		V/mV
Common-Mode Rejection Ratio	DC, $V_{CM} = 0V$ to $V^+ - 1.5V,$ $T_A = 25$	65	85		50	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 5V$ to 30V (LM2902, $V^+ = 5V$ to 26V),	65	100		50	100		dB

**電気的特性** 電気的特性特記のない限り、 $V^+ = +5.0V$  (Note 4) (つづき)

Parameter	Conditions	LM324			LM2902			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
	$T_A = 25$							
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 8)	$f = 1 \text{ kHz to } 20 \text{ kHz}, T_A = 25$ (Input Referred)		-120			-120		dB
Output Current	Source	$V_{IN}^+ = 1V, V_{IN}^- = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25$	20	40		20	40	mA
	Sink	$V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25$	10	20		10	20	
			$V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 200 \text{ mV}, T_A = 25$	12	50		12	50
Short Circuit to Ground	(Note 2) $V^+ = 15V, T_A = 25$		40	60		40	60	mA
Input Offset Voltage	(Note 5)			9			10	mV
$V_{OS}$ Drift	$R_S = 0$		7			7		$\mu V/$
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V$			150		45	200	nA
$I_{OS}$ Drift	$R_S = 0$		10			10		pA/
Input Bias Current	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$		40	500		40	500	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = +30V$ (LM2902, $V^+ = 26V$ )	0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15V (V_{OSwing} = 1V \text{ to } 11V)$ $R_L = 2 \text{ k}$	15			15			V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OH}$	$V^+ = 30V$ (LM2902, $V^+ = 26V$ )	$R_L = 2 \text{ k}$	26		22		V
			$R_L = 10 \text{ k}$	27	28	23	24	
	$V_{OL}$	$V^+ = 5V, R_L = 10 \text{ k}$		5	20	5	100	mV
Output Current	Source	$V_O = 2V$	$V_{IN}^+ = +1V,$ $V_{IN}^- = 0V,$ $V^+ = 15V$	10	20	10	20	mA
	Sink		$V_{IN}^- = +1V,$ $V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V$	5	8	5	8	

**Note 1:** 高温動作時には、LM324/LM324A/LM2902 は、いずれも、プリント板上にハンダ付され強制空冷を行わない場合には、最大接合部温度 125 及び 88  $^{\circ}W$  の熱抵抗を考慮しながら定格を下げて使用してはなりません。また最大許容損失は 4 個のオペアンプの全てをトータルしたものであるため注意を要し、可能な場合には外付けの抵抗等によりそれぞれの許容損失に対して限度までコントロールしたりあるいは、損失を下げて使用しなければなりません。

**Note 2:** 出力が  $V^+$  とショートした場合には、デバイスは極度に温度上昇してしまい破壊につながってしまいます。最大出力電流は約 40mA であって、 $V^+$  の値には左右されません。また電源電圧が +15V よりも高くなっていると、連続短絡は許容損失定格を越えてしまい、デバイスが焼損することになります。また 4 個のアンプが同時に短絡してしまっている時には、デバイスは許容損失を越え、焼損する原因となります。

**Note 3:** この入力電流は、いずれかの入力端子が負電圧でドライブされている時にもみ存在します。これは、入力部 PNP トランジスタのコレクタベース接合が順方向にバイアスされてしまうので、あたかも入力部のクランプ・ダイオードとして動作するからです。これ以外にもまた、IC チップ上に存在する NPN の寄生トランジスタによる原因もあります。即ち、このトランジスタが動作すると、一入力でも負にドライブされている間、オペアンプ出力電圧が  $V^+$  レベル(大入力のオーバードライブ時にはグラウンドレベル)となるよう働いてしまうからです。但し、これらはデバイスの破壊にはつながらず、入力電圧のうち負電圧となっているものが  $-0.3V_{DC}$  より大きくなってくれば (25 の場合)、ただちに元の正常動作に復帰します。

**Note 4:** これらのスペックは特記がない限り LM324/LM324A は、 $0 \leq T_A \leq +70$ 、LM2902 は、 $-40 \leq T_A \leq +85$  とします。

**Note 5:** 両入力端子を  $R_S = 0$  で GND に接続したときの出力は  $V_O \cong 1.4V_{DC}$  となります。電源電圧  $V^+ = 5V \sim 30V_{DC}$ 、全ての同相入力電圧範囲 ( $0V_{DC} \sim V^+ - 1.5V_{DC}$ ) 内で有効です。LM2902 では、 $V^+ = 5V \sim 26V$  です。

**Note 6:** 入力電流の流れる向きは PNP 入力のため、IC 内部から流出する方向です。この値は基本的にはコンスタントであって、出力の状態にも左右されないため負荷の変動に対しては入力電流は変化しません。

**Note 7:** 入力同相電圧またはどちらかの入力電圧も  $-0.3V$  以下の負電圧とはなりません (25 の場合)。また、最大上限の同相電圧は  $V^+ - 1.5V$  となっていますが (25 の場合)、 $V^+$  の大きさは左右されないため、どちらか一入力もしくは両入力電圧は  $+32V_{DC}$  まで印加しても破壊しません。(但し、LM2902 は  $+26V_{DC}$  まで)

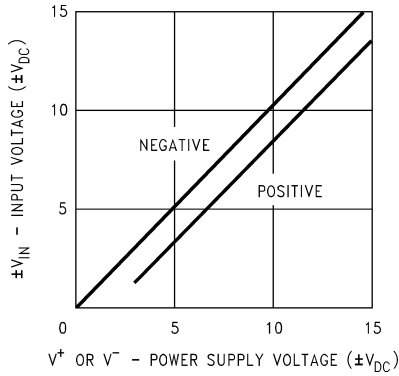
**Note 8:** 外付け部品が近接していると、これら部品間の浮遊容量によって結合が起きがちなので注意を要します。この現象はより高い周波数で容量が増加するため典型的となります。

**Note 9:** 省略

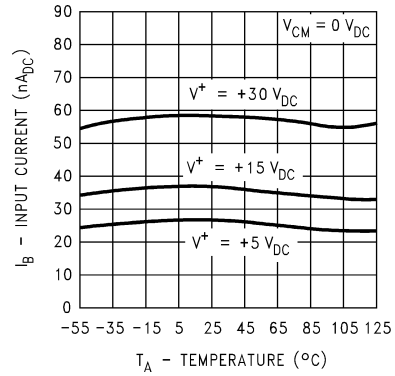
**Note 10:** 使用した試験回路は、人体モデルにもつぎ直列抵抗 1.5k と 100pF のコンデンサから成ります。回路を使用し、各端子に放電します。

代表的な性能特性

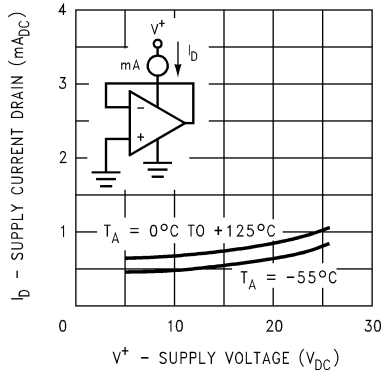
Input Voltage Range



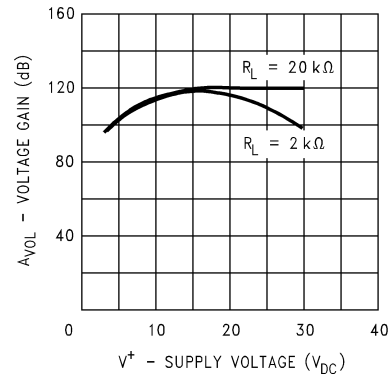
Input Current



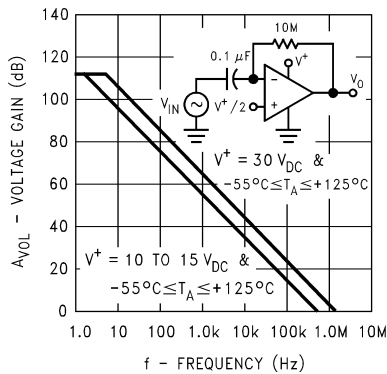
Supply Current



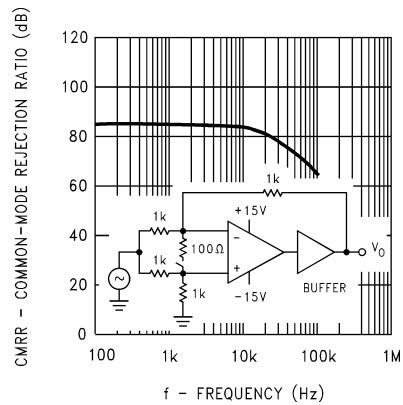
Voltage Gain



Open Loop Frequency Response

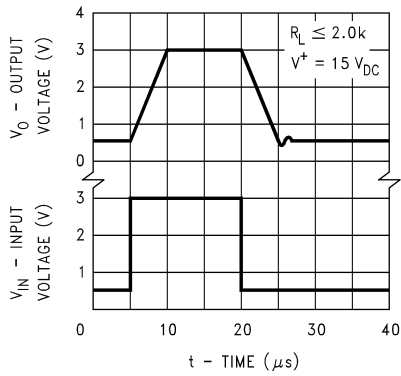


Common Mode Rejection Ratio

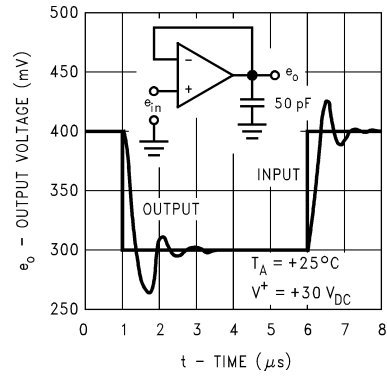


代表的な性能特性 (つづき)

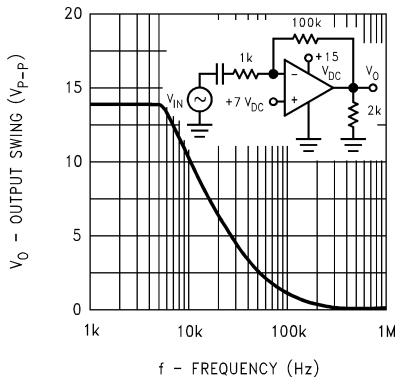
Voltage Follower Pulse Response



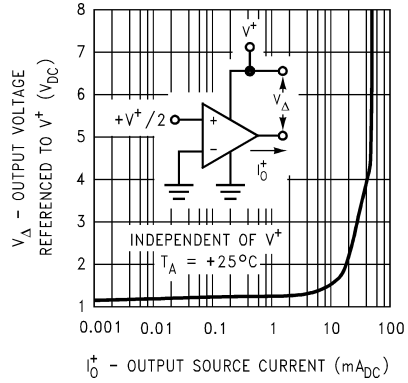
Voltage Follower Pulse Response (Small Signal)



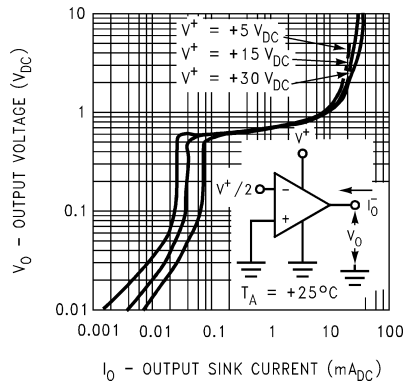
Large Signal Frequency Response



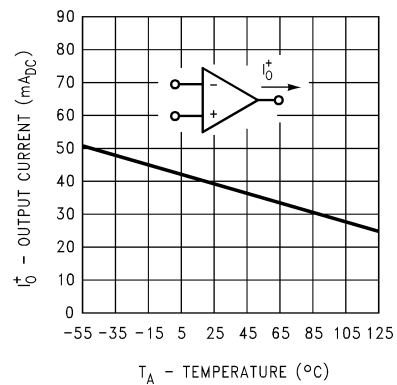
Output Characteristics Current Sourcing



Output Characteristics Current Sinking

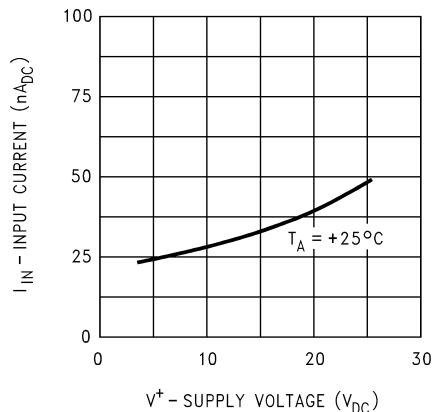


Current Limiting

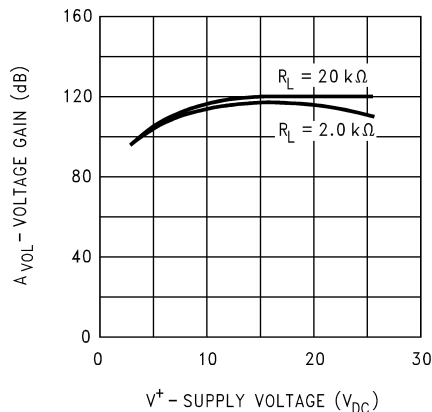


## 代表的な性能特性 (つづき)

### Input Current (LM2902 only)



### Voltage Gain (LM2902 only)



## アプリケーション・ヒント

LM324 シリーズは、単一電源動作のオペアンプであり、真に差動入力で動作し、 $0V_{DC}$  の入力同相電圧でもリニア・モードを有しています。またいずれも広範な電源電圧で動作して、特性、性能にあまり変化がない特長を持っています。25 での増幅器動作では、電源電圧を  $2.3V_{DC}$  としても、ほとんど問題が起きることはありません。

パッケージのピンアウトは、簡単にプリント板上のレイアウトが行える様考慮してあります。即ち、反転入力端子はどのオペアンプも出力部の傍にあり、それらの出力部もパッケージの角部に配置してあります。(ピン 1、7、8、14。)

次の各点に対しあらかじめ注意を払う必要があります。どの IC に対しても、極性を間違えて電源電圧を供給する事は絶対にしてはなりません。またテスト・ソケットに逆挿入してしまうと無限大のサージ電流が IC 内部に存在するダイオード類に順方向となって流入してしまうため、内部結線を焼損したり、デバイス破壊の原因となる事があります。

このシリーズの IC は大レベル差動入力電圧を容易に与えることができるようになっていて、入力部に保護用のダイオードが不要であるため入力電流を取られることもないので、大レベルの入力電圧を印加できます。この差動入力電圧は IC を破壊することなく、 $V^+$  を超えて値を与えることが可能となっていますが、25 において、 $-0.3V_{DC}$  以下の負電圧が与えられる場合には何等かの防護が必要です。通常、IC の入力端子に対しクランプ・ダイオード 1 個を抵抗を用いて接続します。

消費電流を少なくするため、このシリーズのオペアンプは小信号に対して出力段は A 級として動作し、大信号モードでは B 級の増幅器として動作します。これにより、この増幅器はかなり大きいソース及びシンク電流をとることができます。従って、NPN 及び PNP のトランジスタを外部接続することによりカーレント・ブースタとして動作させ、オペアンプの出力を増加させることが可能です。出力を電流シンクとして使用する場合は、内部のパーティカル PNP トランジスタをバイアスするために出力電圧をグラウンドよりダイオード 1 個分高くする必要があります。

容量性負荷の AC 動作のアプリケーションにあっては、出力端子とグラウンド間に抵抗器 1 個を接続し、A 級動作のバイアス電流を増加させ、また、クロス・オーバー歪を減らすようにします。

但し、DC 動作のように負荷がダイレクトに接続される様なアプリケーション例にあっては、クロス・オーバー歪は発生しません。

容量性負荷がダイレクトに出力に接続されている時には、増幅器の閉回路としての安定性を損なうことになり、ワーストケースの非反転ユニティ・ゲイン回路の場合では 50pF までが適応できます。また、大容量負荷をドライブする必要がある場合には、閉回路利得を大きくとるとか抵抗による分離等を考慮しなければなりません。

LM324 のバイアス回路は、電源電圧の変動とは関係なく一定の電流を与えるようになっているので、 $3V_{DC} \sim 30V_{DC}$  の広範な範囲の電源電圧で動作可能です。

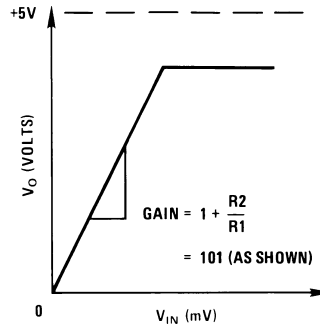
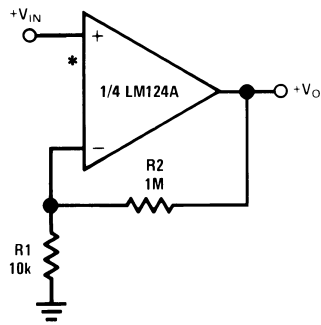
出力側の短絡、即ち、グラウンド間、あるいは正の電源との場合は、共に短時間でなければなりません。短絡が起きると、デバイスは、短絡電流による内部結線の焼損のみだけでなく、むしろ、IC チップの許容損失の増大による方が大で、これにより接合部が過大温度となってしまうため基本的に IC は破壊してしまうのです。直接的な短絡が、1 個以上の増幅器で同時に発生するとすれば、仮に、許容損失制限用外部抵抗が出力リードと直列に入っている等の適切な保護回路が無い場合には、IC トータル最大損失を越えて破壊するレベルに達してしまうのです。このシリーズのオペアンプは、25 において大きな値のソース出力電流を供給できるので、通常の標準的な IC オペアンプより大きい出力電流を温度が上昇した場合にも流せる性能を有しています。(代表的な性能特性を参照)

ここに掲載してある典型的なアプリケーション例の各回路は、単一電源によるものを強調して掲げてありますが、当然、±両電源が供給できる場合には、他の標準的な IC オペアンプの回路が適用できます。一般にこの IC は、単一電源方式によって作動させるので、疑似グラウンド ( $V^+ / 2$  リファレンス・バイアス電圧) を中心としてその上下の電圧によって動作することになります。ここには多くのアプリケーション例が掲げられていますが、いずれも広範な入力同相電圧 (グラウンドレベルを含む) という特長を生かしてあります。ほとんどの場合は、また入力バイアスは不必要で入力電圧はグラウンド・レベルとすることも可能です。



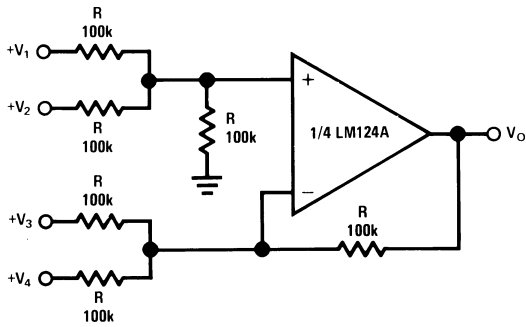
単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ )

Non-Inverting DC Gain (0V Input = 0V Output)



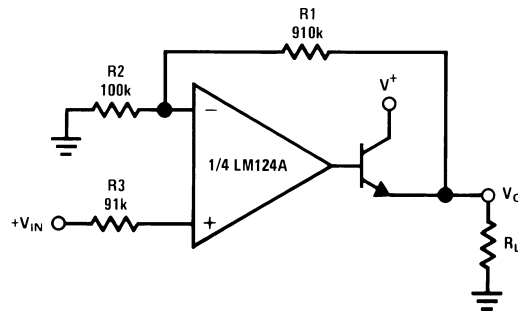
\* $I_{IN}$  が温度に依存しないため、R は不要。

DC Summing Amplifier  
( $V_{IN}'S = 0 V_{DC}$  and  $V_O = V_{DC}$ )



ここで、 $V_O = V_1 + V_2 - V_3 - V_4$   
( $V_1 + V_2 > V_3 + V_4$ ) の場合、 $V_O > 0 V_{DC}$

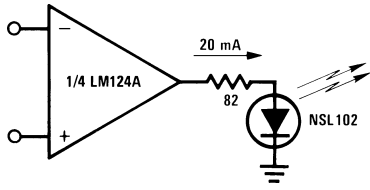
Power Amplifier



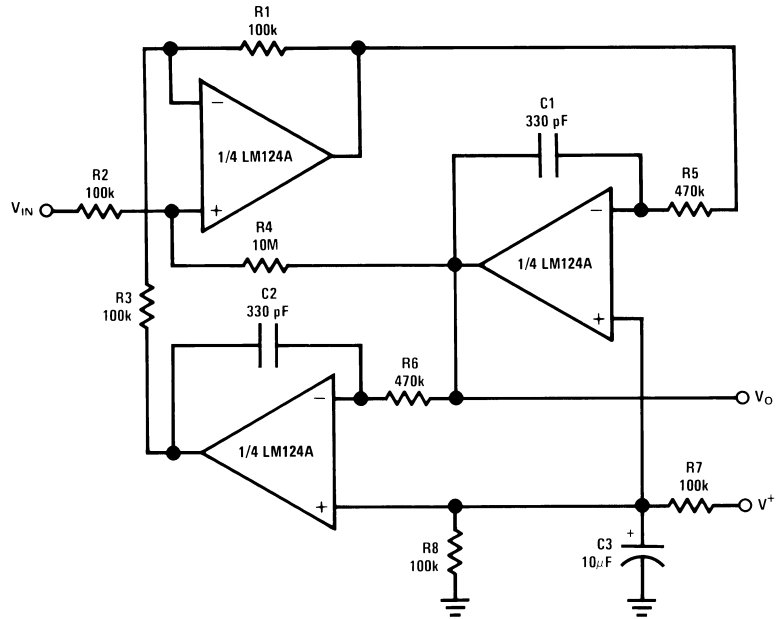
$V_{IN} = 0 V_{DC}$  の場合  $V_O = 0 V_{DC}$   
 $A_V = 10$

単一電源動作回路でのアプリケーション (V<sup>+</sup> = 5.0 V<sub>DC</sub>) (つづき)

LED Driver

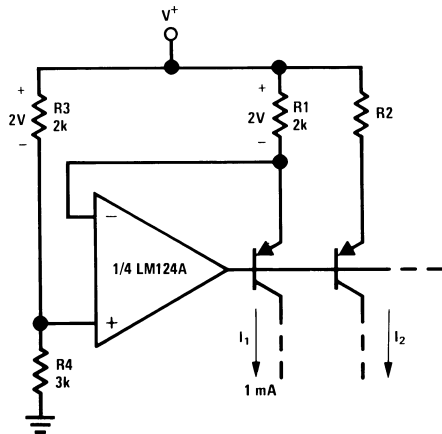


“BI-QUAD” RC Active Bandpass Filter



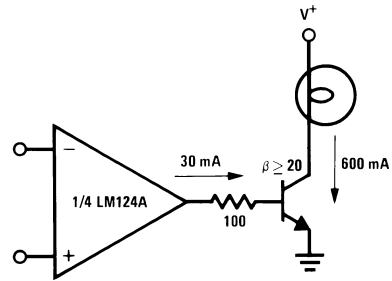
f<sub>o</sub> = 1 kHz  
 Q = 50  
 A<sub>v</sub> = 100 (40 dB)

Fixed Current Sources

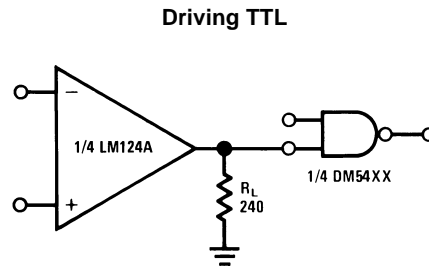
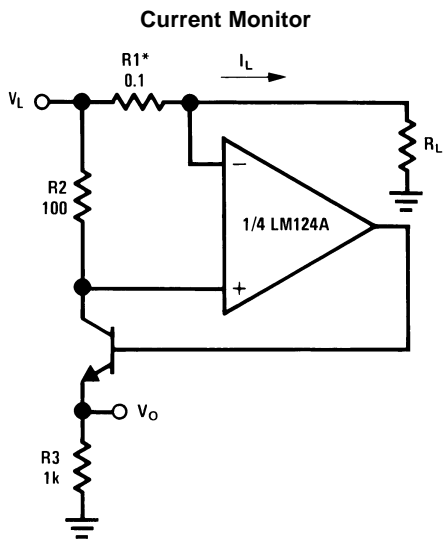


$$I_2 = \left( \frac{R1}{R2} \right) I_1$$

Lamp Driver



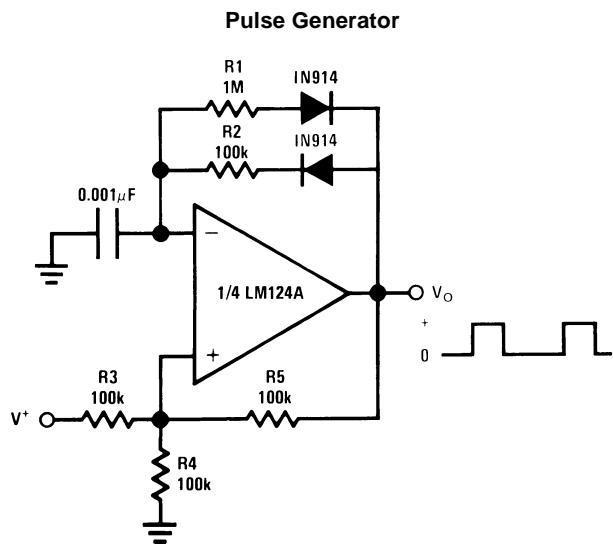
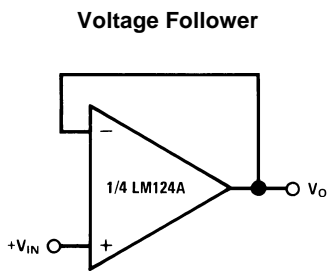
単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)



$$V_o = \frac{1V(I_L)}{1A}$$

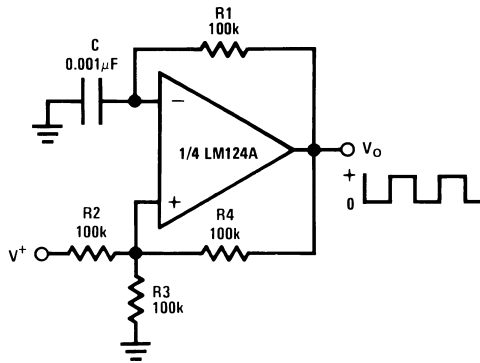
$$V_L \leq V^+ - 2V$$

\*( $I_L$ を小さくするにはR1を大きくする)

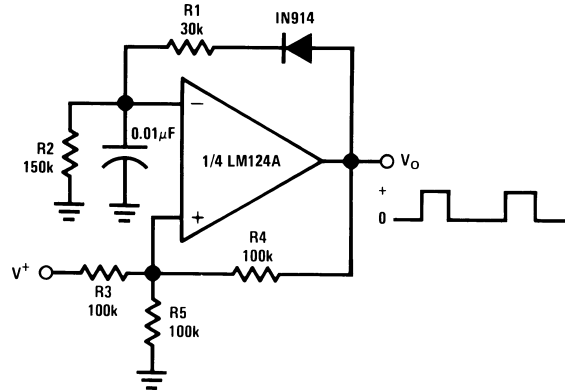


単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

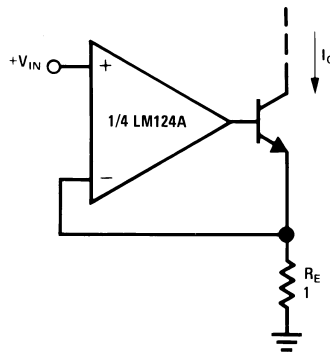
Squarewave Oscillator



Pulse Generator



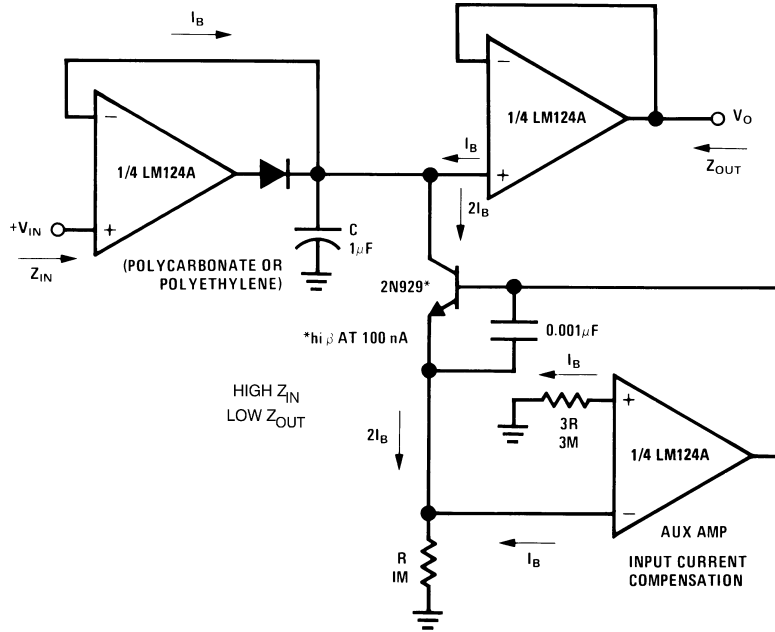
High Compliance Current Sink



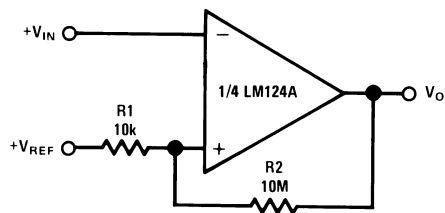
$I_O = 1 \text{ amp/volt } V_{IN}$   
 ( $I_O$  を小さくするには  $R_E$  を大きくする)

単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

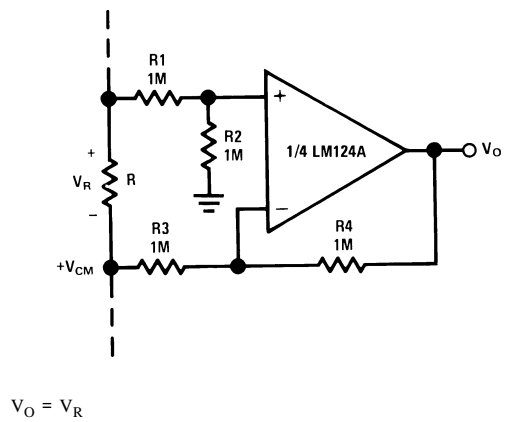
Low Drift Peak Detector



Comparator with Hysteresis

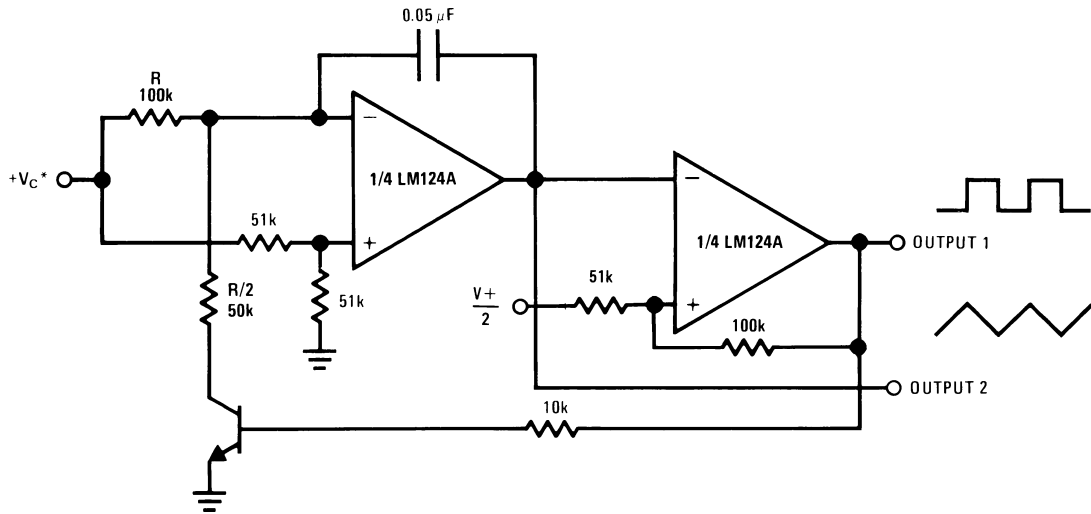


Ground Referencing a Differential Input Signal



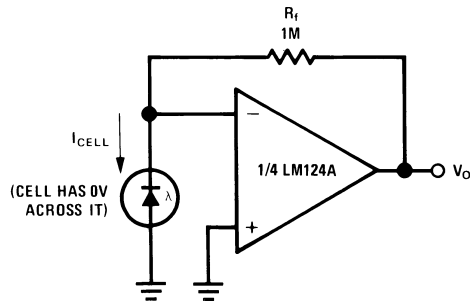
単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

Voltage Controlled Oscillator Circuit

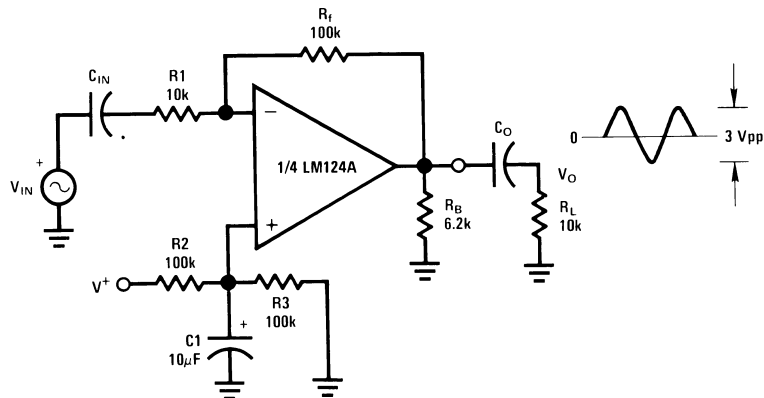


\* 幅広い制御電圧範囲:  $0 V_{DC} < V_C < 2(V^+ - 1.5 V_{DC})$

Photo Voltaic-Cell Amplifier



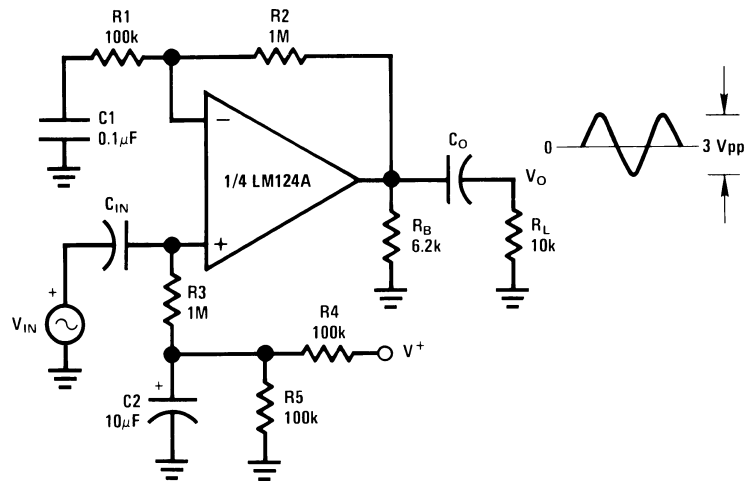
AC Coupled Inverting Amplifier



$A_V = \frac{R_f}{R_1}$  (ここでは、 $A_V = 10$ )

単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

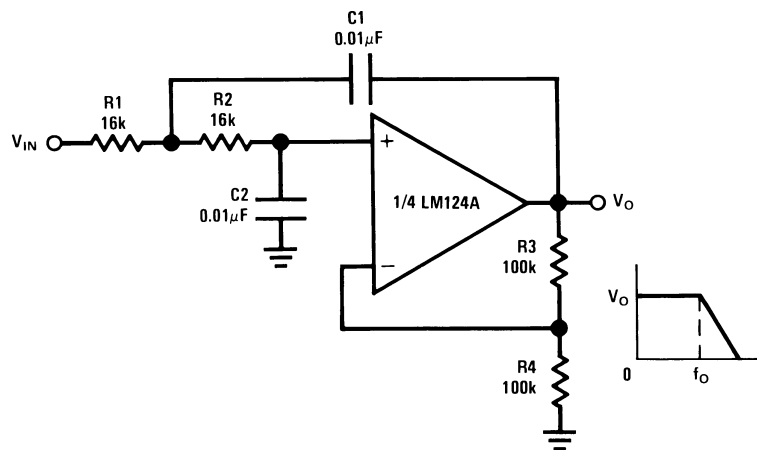
## AC Coupled Non-Inverting Amplifier



$$A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_V = 11 \text{ (この場合)}$$

## DC Coupled Low-Pass RC Active Filter



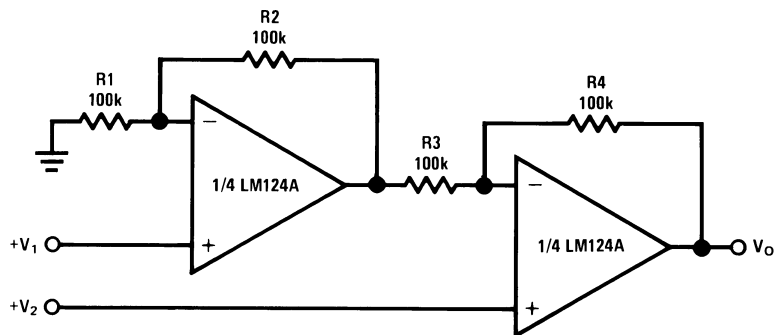
$$f_0 = 1 \text{ kHz}$$

$$Q = 1$$

$$A_V = 2$$

単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

High Input Z, DC Differential Amplifier

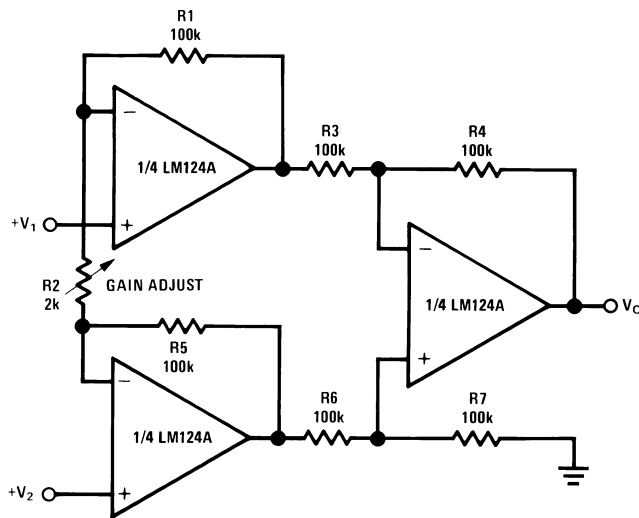


$\frac{R1}{R2} = \frac{R4}{R3}$  (CMRRはこの抵抗比の一致に依存)の場合、

$$V_O = 1 + \frac{R4}{R3} (V_2 - V_1)$$

ここでは、 $V_O = 2(V_2 - V_1)$

High Input Z Adjustable-Gain DC Instrumentation Amplifier



$R1 = R5$  および  $R3 = R4 = R6 = R7$  (CMRRは一致に依存する)の場合、

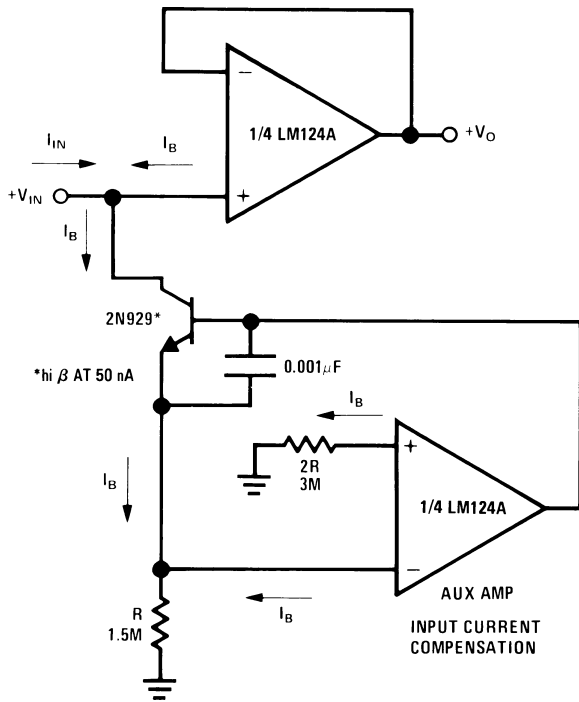
$$V_O = 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

ここでは、 $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

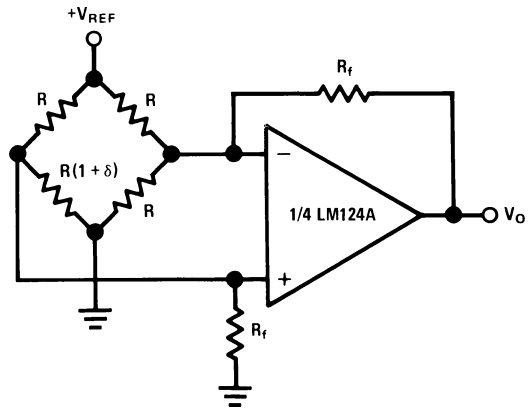


単一電源動作回路でのアプリケーション ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (つづき)

Using Symmetrical Amplifiers to Reduce Input Current (General Concept)



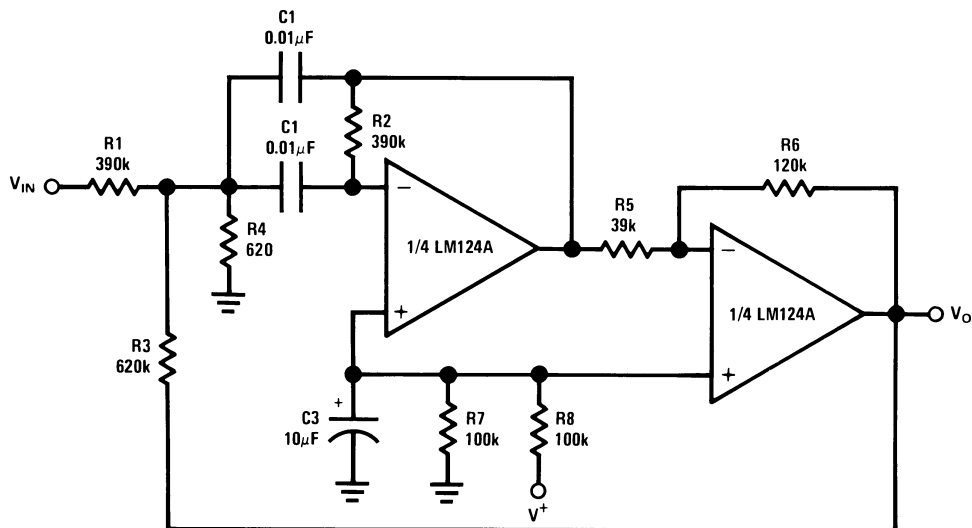
Bridge Current Amplifier



$\delta \ll 1$  および  $R_f \gg R$  の場合、  

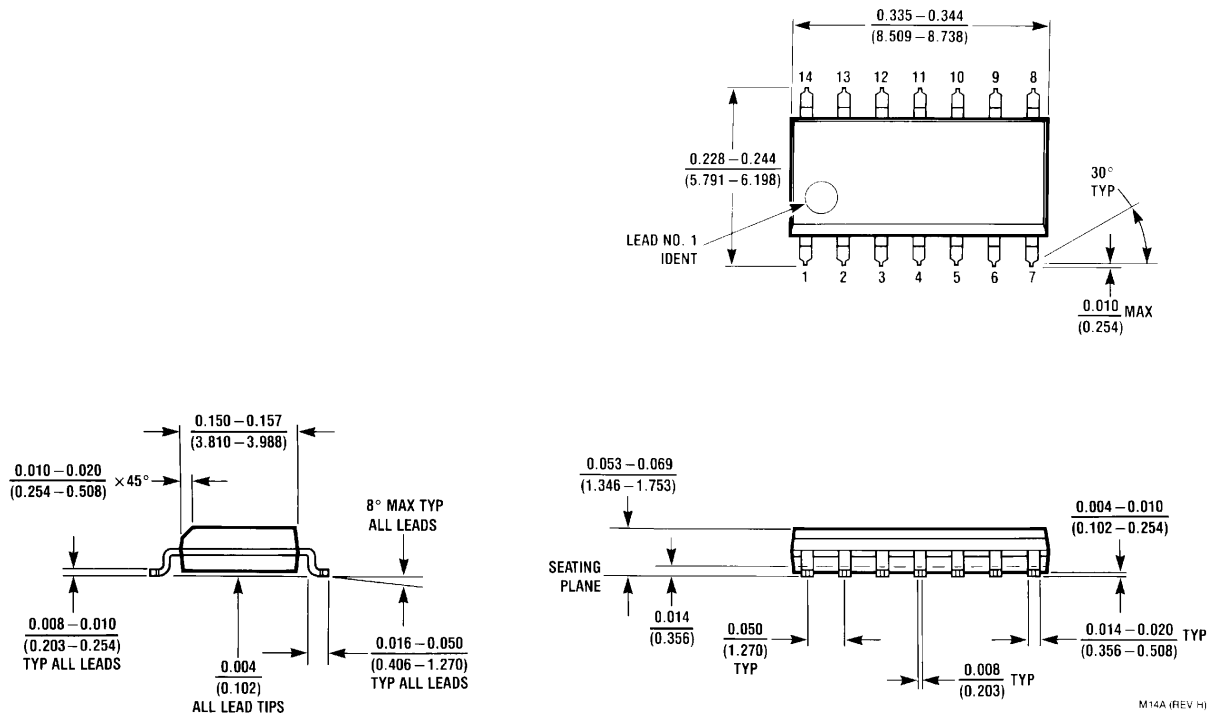
$$V_O \approx V_{REF} \left( \frac{\delta}{2} \right) \frac{R_f}{R}$$

Bandpass Active Filter



$f_O = 1 \text{ kHz}$   
 $Q = 25$

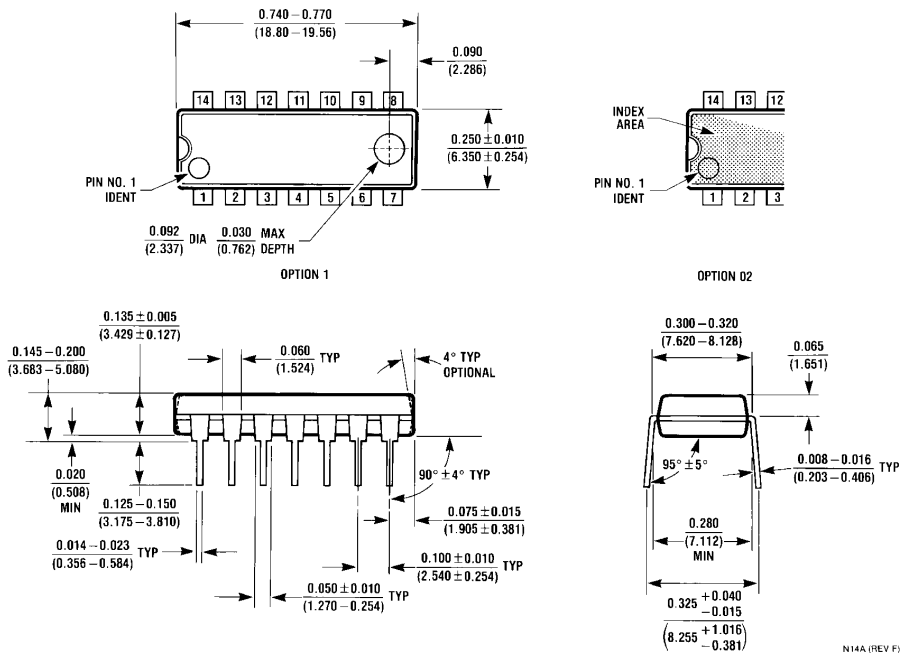
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



M14A (REV H)

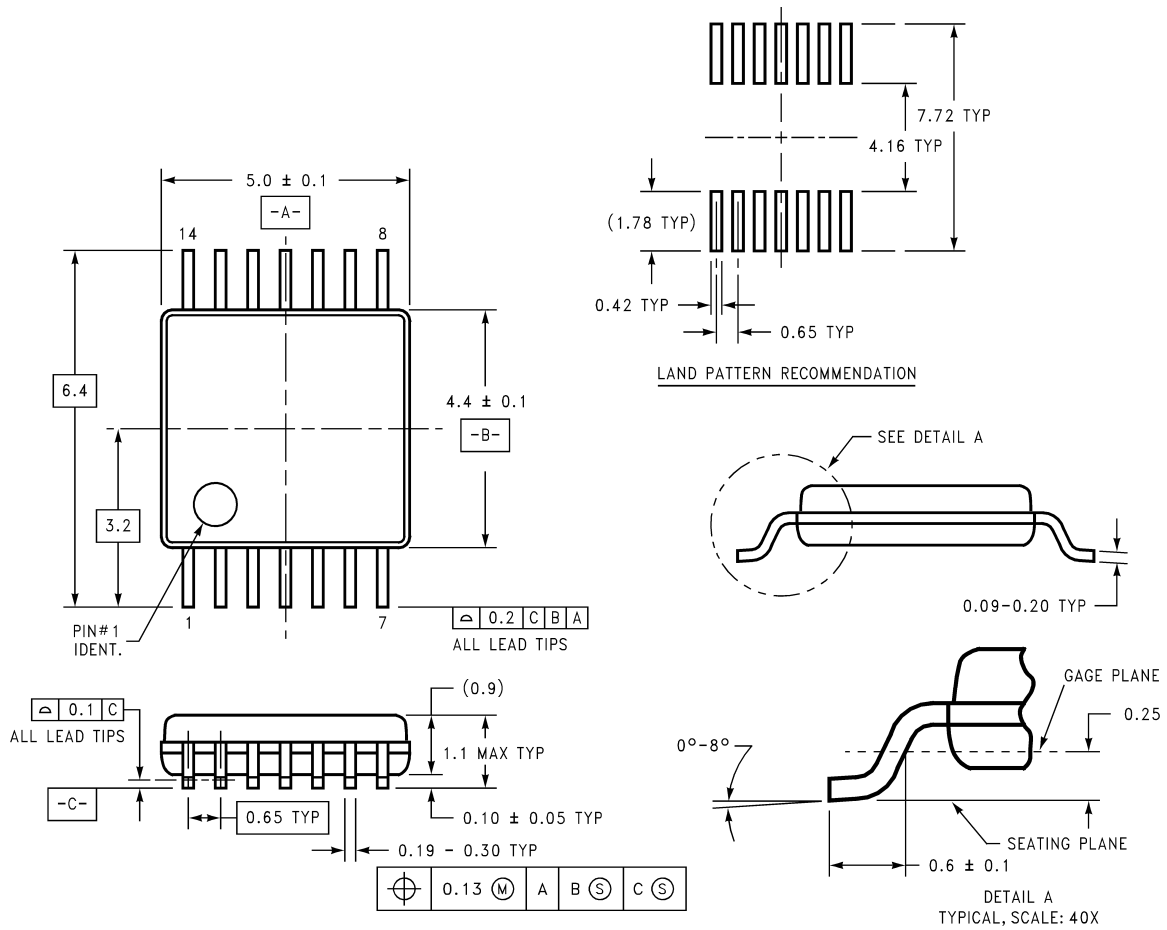
**MX S.O. Package (M)**  
**Order Number LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M or LM2902MX**  
**NS Package Number M14A**

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



Molded Dual-In-Line Package (N)  
Order Number LM324N, LM324AN or LM2902N  
NS Package Number N14A

外形寸法図 単位は millimeters (つぎ)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

MTC14 (REV C)

14-Pin TSSOP  
Order Number LM324MT or LM324MTX  
NS Package Number MTC14

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の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。
2. 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。

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。

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。

<http://www.national.com/JPN/>

フリーダイヤル 0120-666-116