

EVALUATION KIT
AVAILABLE

MAXIM

500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

概要

MAX4100/MAX4101は、超高速性能と低電力特性を兼ね備えたオペアンプです。MAX4100はユニティゲイン安定用に補償されており、MAX4101は閉ループ利得(A_{VCL})が2V/V以上のアプリケーションで安定するように補償されています。

MAX4100/MAX4101は消費電流が僅か5mAで、500MHzのユニティゲイン帯域幅(MAX4100)又は200MHzの-3dB帯域幅(MAX4101)を提供し、スルーレートは250V/ μ sです。これらの高速オペアンプは出力電圧スイングが ± 3.5 Vと広く、電流駆動能力も80mAと大きくなっています。

アプリケーション

ビデオケーブルドライバ

超音波

ガンマカメラ

ポータブル機器

アクティブフィルタ

ADCバッファ

特長

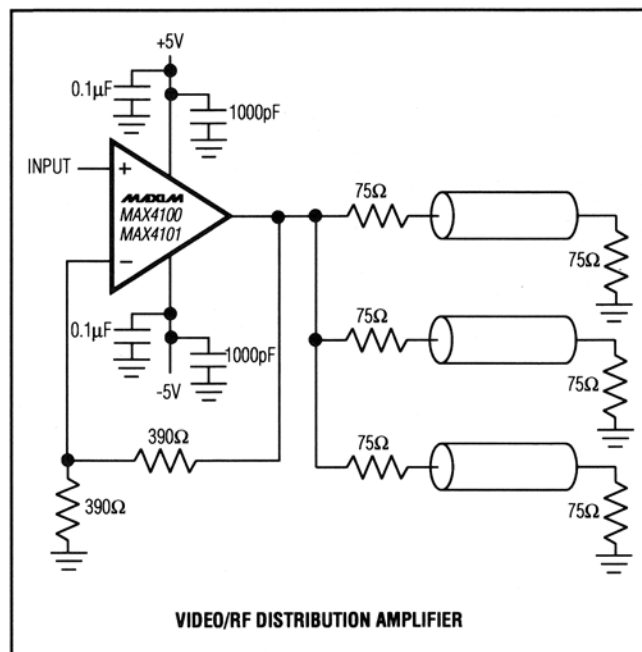
- ◆ ユニティゲイン帯域幅(MAX4100) : 500MHz
-3dB帯域幅($A_{VCL} = 2V/V$ 、MAX4101) : 200MHz
- ◆ 利得平坦性(0.1dB、MAX4100) : 65MHz
- ◆ スルーレート : 250V/ μ s
- ◆ 微分利得/位相 : 0.06%/0.04°
- ◆ 高出力ドライブ : 80mA
- ◆ 低電力 : 消費電流5mA
- ◆ 高速セトリング時間 :
0.1%まで18ns
0.01%まで35ns

型番

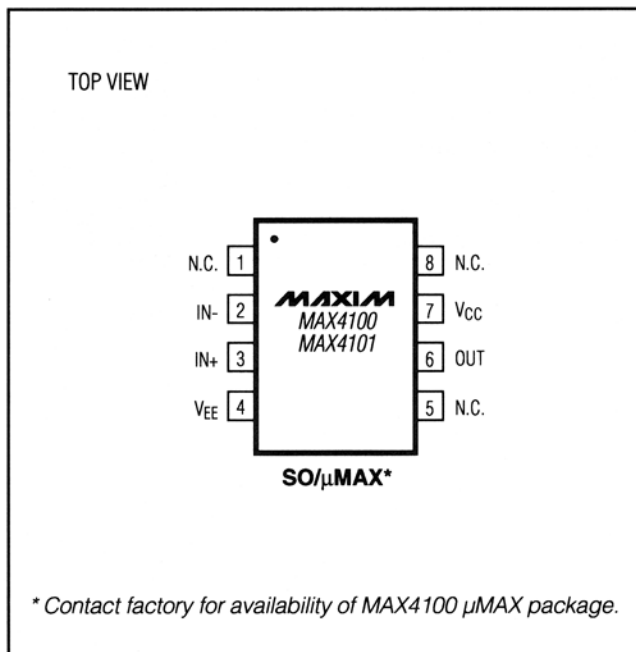
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX4100ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX4100EUA	-40°C to +85°C	8 μ MAX*
MAX4101ESA	-40°C to +85°C	8 SO

* Contact factory for availability of μ MAX package.

標準動作回路



ピン配置



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。http://japan.maxim-ic.com

500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power-Supply Voltage (VCC, VEE)±6V
 Voltage on Any Pin to Ground or Any Other PinVCC to VEE
 Short-Circuit Duration (VOUT to GND)Indefinite
 Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)
 SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)471mW
 µMAX (derate 4.10mW/°C above +70°C)330mW

Operating Temperature Ranges

MAX4100E_A/MAX4101E_A-40°C to +85°C
 Storage Temperature Range-65°C to +160°C
 Lead Temperature (soldering, 10sec)+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = 5V, VEE = -5V, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC SPECIFICATIONS						
Input Offset Voltage	VOS	VOUT = 0V		1	8	mV
Input Offset Voltage Drift	TCVOS	VOUT = 0V		15		µV/°C
Input Bias Current	IB	VOUT = 0V, VIN = -VOS		3	9	µA
Input Offset Current	Ios	VOUT = 0V, VIN = -VOS		0.05	0.5	µA
Common-Mode Input Resistance	RINCM	Either input		5		MΩ
Common-Mode Input Capacitance	CINCM	Either input		1		pF
Input Voltage Noise	en	f = 100kHz				nV/√Hz
				8		
Integrated Voltage Noise		f = 1MHz to 100MHz				µVRMS
				100		
Input Current Noise	in	f = 100kHz				pA/√Hz
				0.8		
Integrated Current Noise		f = 1MHz to 100MHz				nARMS
				10		
Common-Mode Input Voltage	VCM		-2.5		2.5	V
Common-Mode Rejection	CMR	VCM = ±2.5V	75	90		dB
Power-Supply Rejection	PSR	VS = ±4.5V to ±5.5V	55	60		dB
Open-Loop Voltage Gain	AOL	VOUT = ±2.0V, VCM = 0V				dB
				53	58	
Quiescent Supply Current	ISY	VIN = 0V				mA
				5	6	
Output Voltage Swing	VOUT	RL = ∞	±3.5	±3.8		V
		RL = 100Ω	±3.1	±3.5		
Output Current		RL = 30Ω, TA = 0°C to +85°C	65	80		mA
Short-Circuit Output Current	ISC	Short to ground or either supply voltage		90		mA

500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

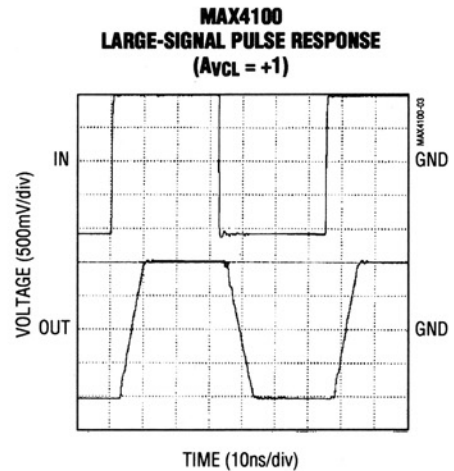
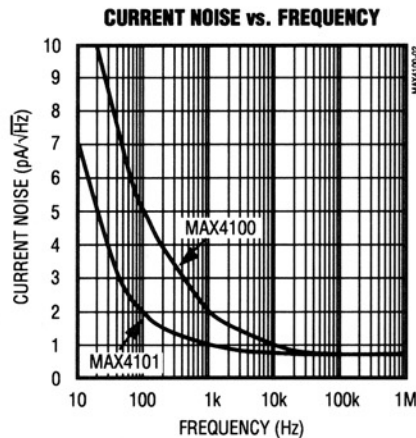
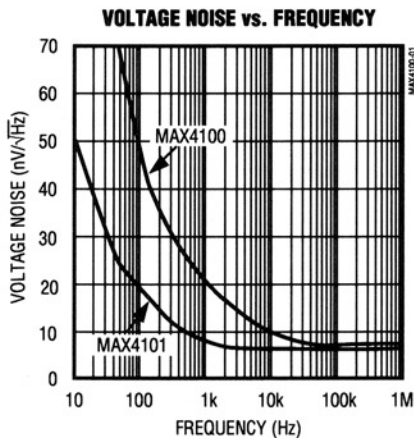
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
AC SPECIFICATIONS						
-3dB Bandwidth	BW	$V_{OUT} \leq 0.1V_{RMS}$	MAX4100	500		MHz
			MAX4101	200		
0.1dB Bandwidth		MAX4100, $A_{VCL} = +1$		65		MHz
		MAX4100, $A_{VCL} = +2$		50		
Slew Rate	SR	$-2V \leq V_{OUT} \leq 2V$		250		V/ μs
Settling Time	t_s	$-1V \leq V_{OUT} \leq 1V$, $R_L = 100\Omega$	to 0.1%	18		ns
			to 0.01%	35		
Rise/Fall Times	t_r , t_f	10% to 90%, $-2V \leq V_{OUT} \leq 2V$, $R_L = 100\Omega$		13		ns
		10% to 90%, $-50mV \leq V_{OUT} \leq 50mV$, $R_L = 100\Omega$		1.5		
Differential Gain	DG	$f = 3.58MHz$	MAX4100, $A_{VCL} = +1$	0.06		%
			MAX4101, $A_{VCL} = +2$	0.07		
Differential Phase	DP	$f = 3.58MHz$	MAX4100, $A_{VCL} = +1$	0.04		degrees
			MAX4101, $A_{VCL} = +2$	0.04		
Input Capacitance	C_{IN}			2		pF
Output Resistance	R_{OUT}	$f = 10MHz$	MAX4100, $A_{VCL} = +1$	0.8		Ω
			MAX4101, $A_{VCL} = +2$	0.3		
Spurious-Free Dynamic Range	SFDR	$f_C = 5MHz$, $V_{OUT} = 2V_{p-p}$	MAX4100, $A_{VCL} = +1$	-70		dBc
			MAX4101, $A_{VCL} = +2$	-65		
Third-Order Intercept		$f_C = 10MHz$, $A_{VCL} = +2$		36		dBm

標準動作特性

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

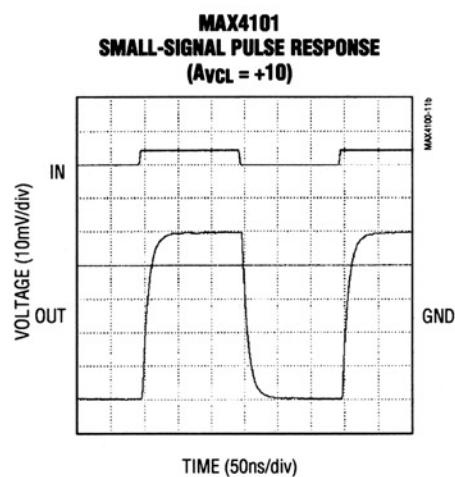
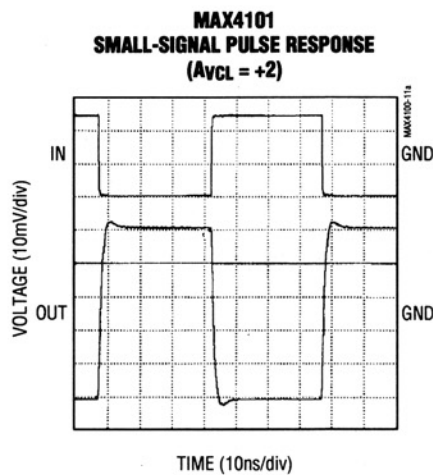
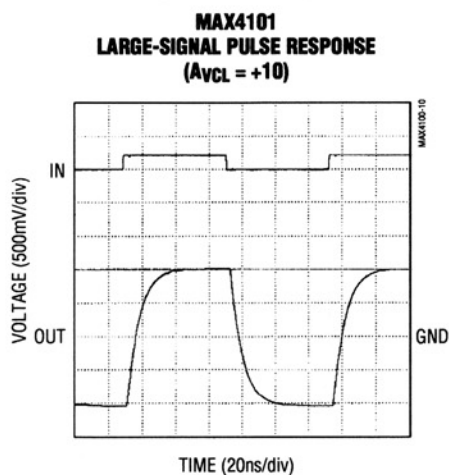
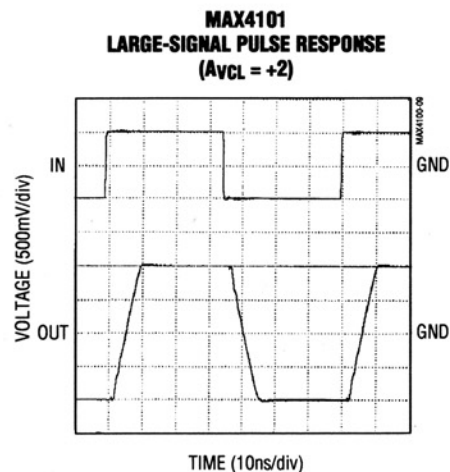
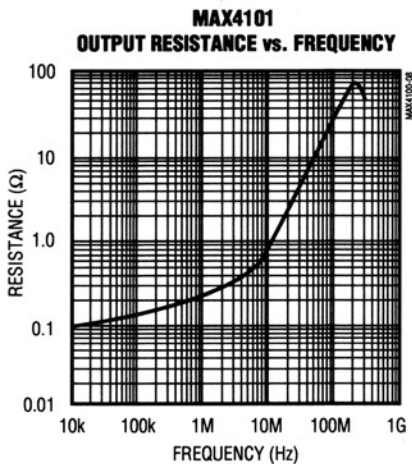
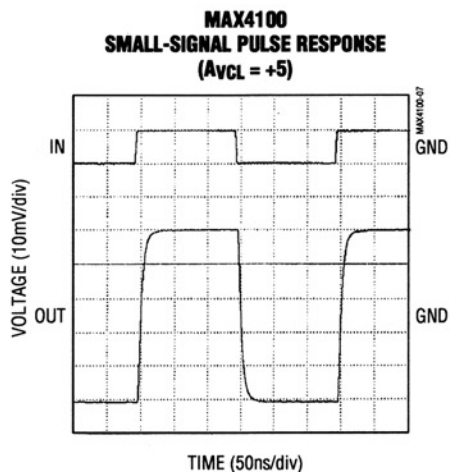
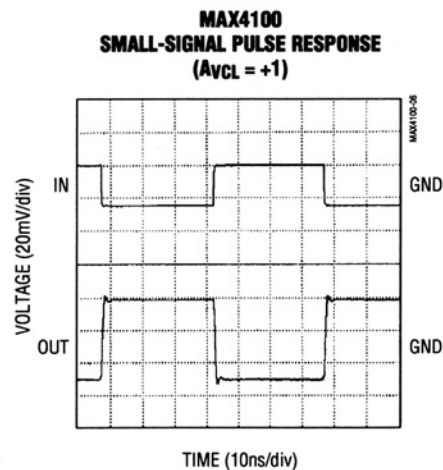
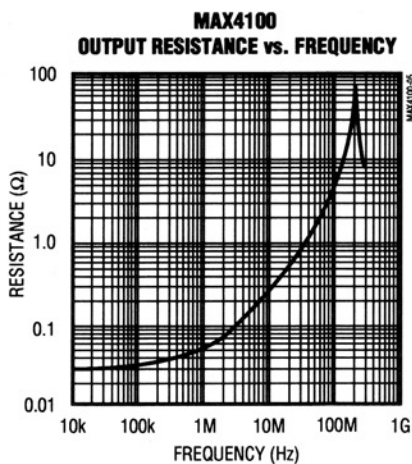
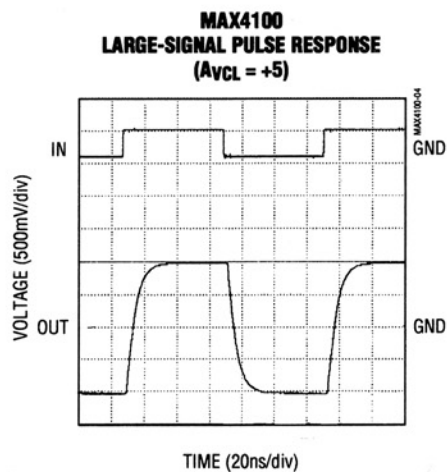


500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

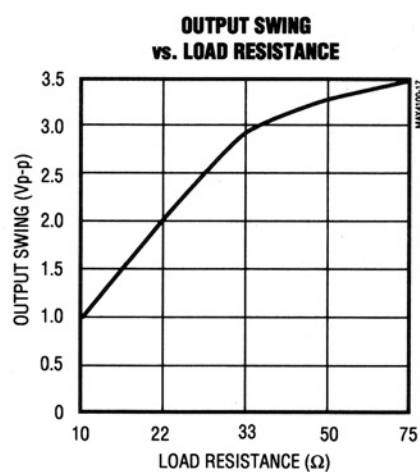
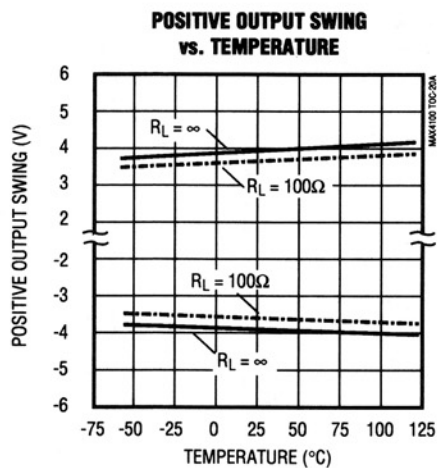
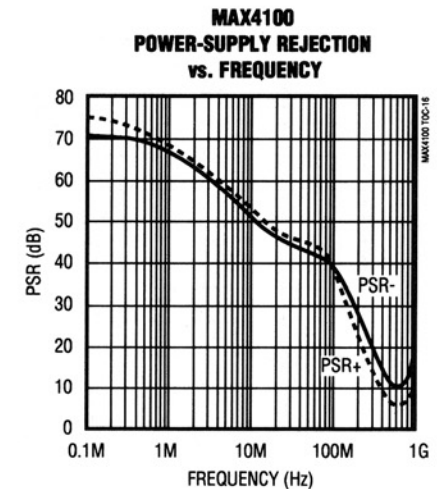
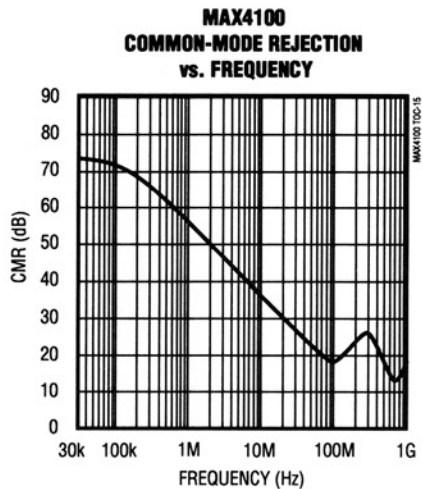
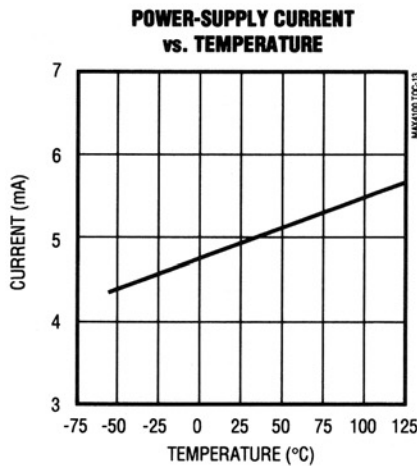
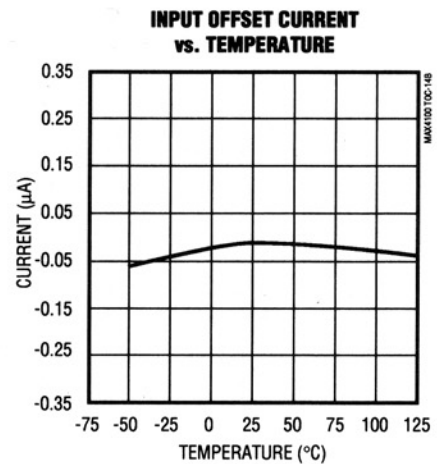
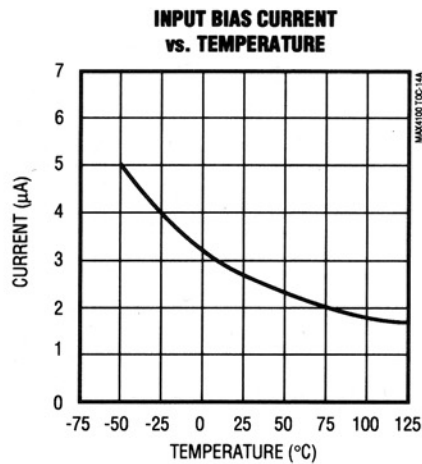
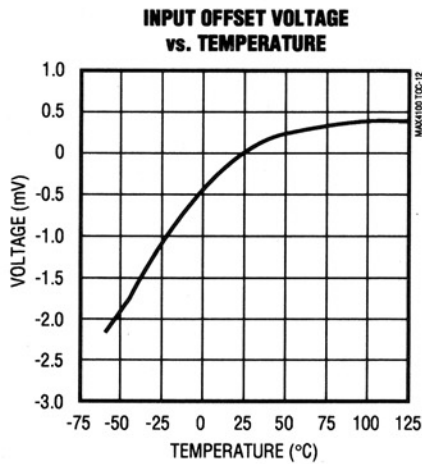


500MHz、低電力オペアンプ

標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX4100/MAX4101



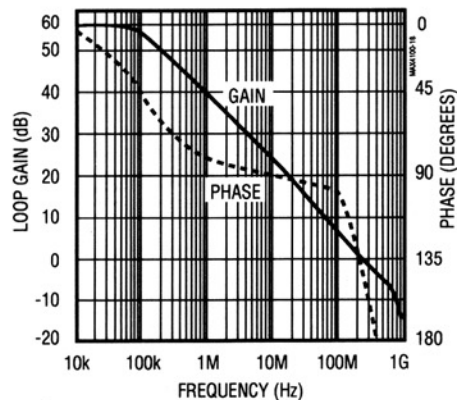
500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

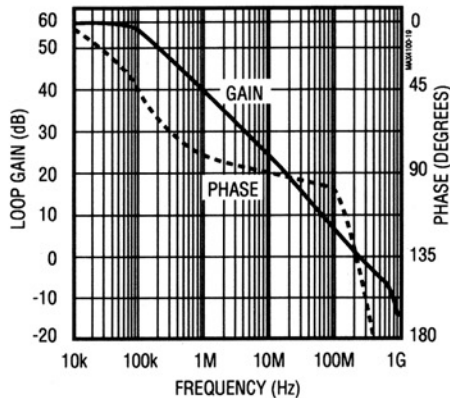
標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

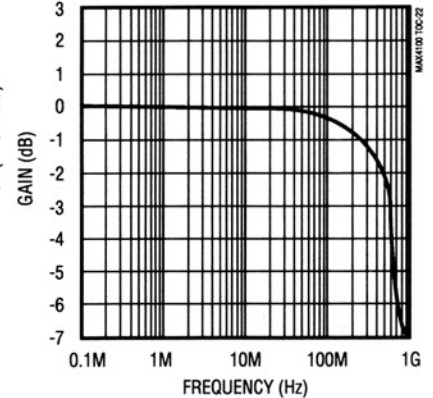
MAX4100 OPEN-LOOP GAIN AND PHASE vs. FREQUENCY



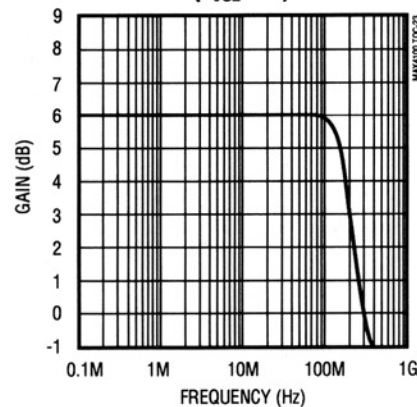
MAX4101 OPEN-LOOP GAIN AND PHASE vs. FREQUENCY



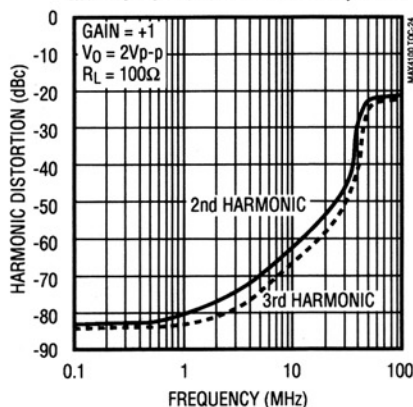
MAX4100 CLOSED-LOOP RESPONSE ($A_{VCL} = +1$)



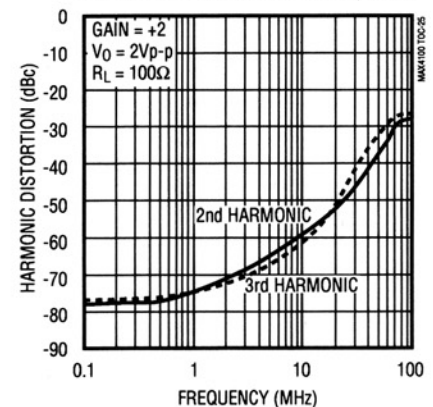
MAX4101 CLOSED-LOOP RESPONSE ($A_{VCL} = +2$)



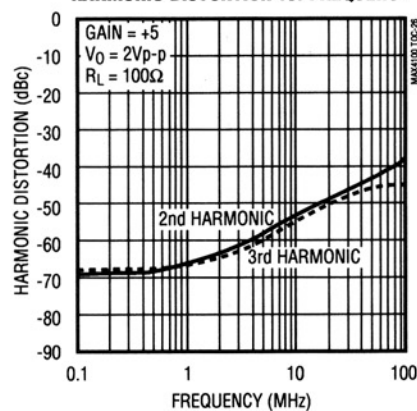
MAX4100 HARMONIC DISTORTION vs. FREQUENCY



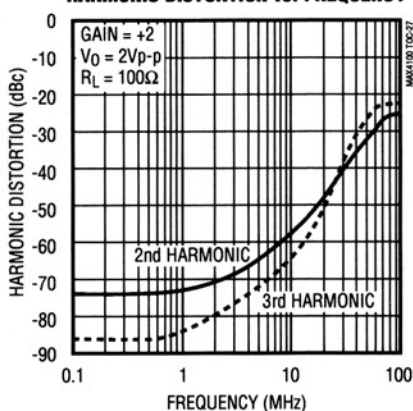
MAX4100 HARMONIC DISTORTION vs. FREQUENCY



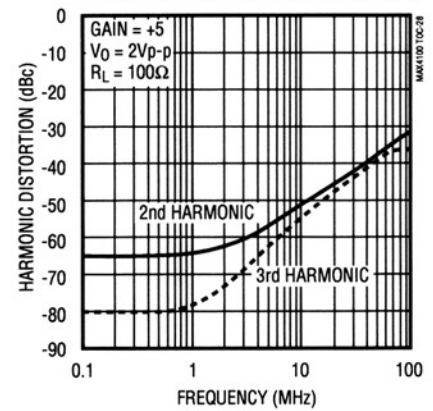
MAX4100 HARMONIC DISTORTION vs. FREQUENCY



MAX4101 HARMONIC DISTORTION vs. FREQUENCY

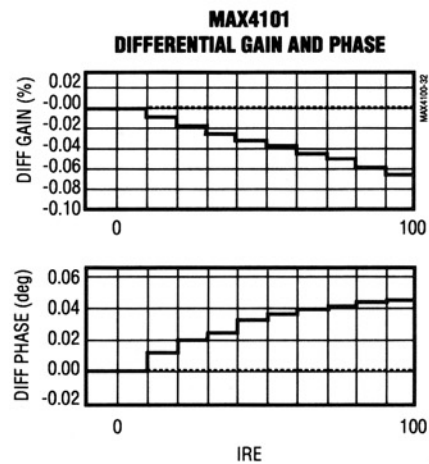
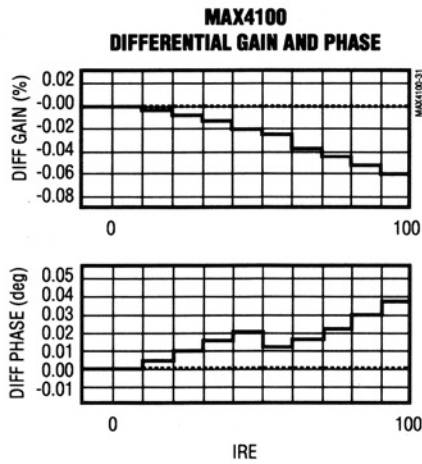
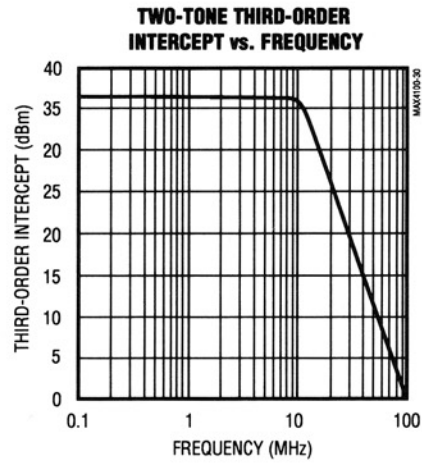
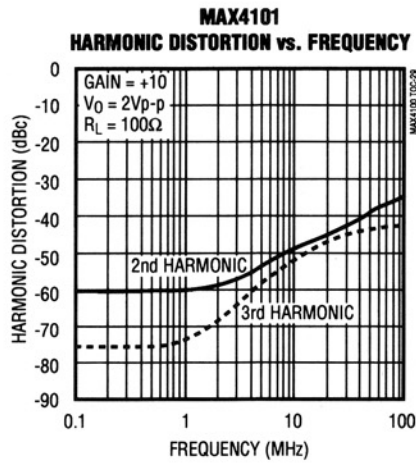


MAX4101 HARMONIC DISTORTION vs. FREQUENCY



標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端 子	名 称	機 能
1, 5, 8	N.C.	無接続(内部接続されていません。)
2	IN-	反転入力
3	IN+	非反転入力
4	V_{EE}	負電源、-5Vに接続
6	OUT	アンプ出力
7	V_{CC}	正電源、+5Vに接続

500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

詳細

MAX4100/MAX4101はコンポジットビデオ、RGB及びRFシステムの逆終端ケーブルを駆動するために最適化された低電力高帯域幅オペアンプです。MAX4100はユニティゲイン安定、MAX4101は閉ループ利得2V/V以上($A_{VCL} \geq 2V/V$)に最適化されています。消費電流は僅か5mA(6mA max)ですが、どちらのデバイスも50Ωの逆終端ケーブルを±3.1V(min)まで駆動することができます。

MAX4100は帯域幅が500MHz以上、利得平坦性(0.1dB)が65MHzです。微分利得/位相誤差は0.06%/0.04°です。MAX4101は-3dB帯域幅が200MHz、0.1dB帯域幅が50MHz、微分利得/位相誤差は0.07%/0.04°です。

これらのICは小型8ピンSOP及びµMAXパッケージで供給され、低消費電力が必須なポータブル機器(RGB、放送又はコンシューマ・ビデオアプリケーション)に最適です。

アプリケーション情報

レイアウト及び電源バイパス

MAX4100/MAX4101はRF迄の帯域幅を備えているため、ボードレイアウトには注意が必要です。PCボードのサイズ及び動作周波数により異なりますが、一定インピーダンスのマイクロストリップ又はストリップライン技法を使用することが推奨されます。

高速アンプのAC性能をフルに発揮させるためには、電源バイパス及びボードレイアウトに特に注意してください。PCボードは片側が信号及び電源層、反対側が大きな低インピーダンスグランドプレーンとなっているような、少なくとも2層のものを用いてください。グランドプレーンはできるだけ隙間があかないようにしてください。多層ボードの場合は、信号や電源トレースのない層をグランドプレーンにしてください。

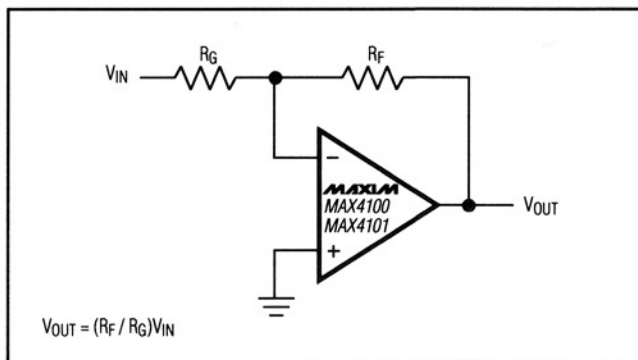


図1a. 反転利得構成

一定インピーダンスのボードを使用するかどうかに関係なく、ボードの設計は以下のガイドラインに従って行ってください。ワイヤラップボードはインダクタンスが大きすぎ、ブレッドボードは容量が大きすぎるため、どちらも使用しないでください。また、ICソケットは寄生容量とインダクタンスを増加させるため、これも使用しないでください。一般的に、表面実装部品の方がスルーホール部品よりも高周波性能が優れています。これはリードが短く、寄生リアクタンスが小さいためです。ラインはできるだけ短く、まっすぐにしてください。直角に曲げず、角は丸くしてください。

アンプの精度を維持するためには高周波バイパス技法が必須です。バイパスコンデンサは、各電源ピンとグランドの間に1000pFのセラミックコンデンサを挿入するようにしてください(できるだけパッケージの近く)。次に、各1000pFコンデンサに0.01µF~0.1µFのセラミックコンデンサを並列に近くに取り付けてください。さらに、10µF~15µFの低ESRタンタルコンデンサを電源ピンの(PCボードへの)入口のところに取り付けてください。電源トレースはタンタルコンデンサから V_{CC} 及び V_{EE} ピンに直接引いてください。寄生インダクタンスを最低限に抑えるためには、PCトレースを短くし、表面実装部品を使用してください。

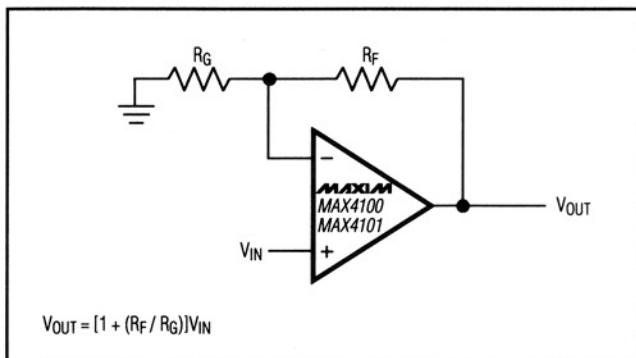


図1b. 非反転利得構成

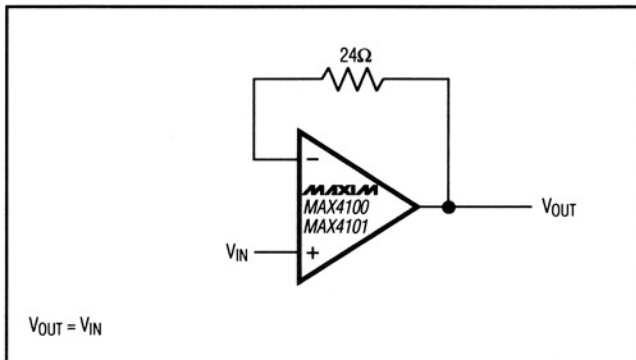


図1c. MAX4100のユニティゲインバッファ構成

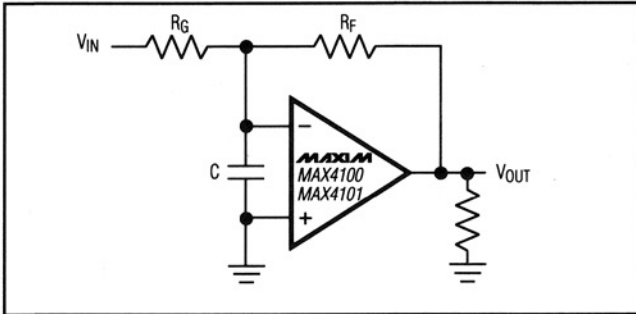


図2. フィードバック抵抗値と寄生容量が帯域幅に与える影響

利得の設定

MAX4100/MAX4101は図1a及び図1bに示す通り、反転又は非反転利得ブロックとして構成できる電圧フィードバックオペアンプです。利得は2つの抵抗の比で決まり、アンプの周波数補償には影響しません。

ユニティゲイン構成(図1cに例示)の場合、小さなフィードバック抵抗を用いることで、MAX4100における最大の帯域幅と安定性を実現できます。この抵抗は寄生インダクタンス及び寄生容量による悪影響を抑制します。抵抗値を24Ωにした場合に広帯域幅、低ピーキング及び高速セトリング時間の最も良い組み合わせが実現できます。さらに、この抵抗は入力バイアス電流から生じる誤差も低減します。

抵抗値の選択

反転又は非反転利得構成で用いられるフィードバック抵抗及び入力抵抗の値は(電流フィードバックアンプの場合ほど)重要ではありません。しかし、実務上、オーム値が小さく、インダクタンスがないことが必要です。

MAX4100/MAX4101の入力容量は約2pFです。反転、非反転のどちらの構成でも、パッケージ容量に起因する帯域幅のリミットは $f_{3dB} = 1/(2\pi RC)$ です。ここで、Rは入力抵抗とフィードバック抵抗(図2の R_F 及び R_G)の並列合成抵抗、Cは反転入力のパッケージ及びボード容量です。表1にいくつかの R_F 及び R_G 値に対する帯域幅リミットを示しますが、ここでの総容量は4pFと仮定されます(MAX4100/MAX4101が2pF、PCボードの寄生容量が2pF)。

表1. 様々な利得構成での抵抗及び帯域幅

利得 (V/V)	R_G (Ω)	R_F (Ω)	帯域幅リミット* (MHz)
+1	∞	24	1659
+2	200	200	398
+5	50	200	995
+10	30	270	1474
-1	200	200	398
-2	75	150	796
-5	50	250	955
-10	50	500	875

* 帯域幅が無限大のアンプを仮定。

抵抗の種類

高周波回路に最も適しているのは表面実装抵抗です。これは材質が金属皮膜抵抗と似ていますが、厚膜プロセスで平坦かつ直線的に作られているため、インダクタンスが最小限に留められています。また、小型でリードがないため、寄生インダクタンス及び寄生容量も最小限に留められ、安定した性能が得られます。

DC及びノイズ誤差

オペアンプには誤差を発生させる様々な原因がありますが、MAX4100/MAX4101も例外ではありません。オフセット誤差の条件は次式で表されます。電圧及び電流誤差は2乗和の平方根となるため、別々に計算します。図3の回路を用い、以下の手順で総出力オフセット電圧を計算します。

- 入力オフセット電圧(V_{OS})に閉ループ利得($1 + R_F/R_G$)を掛けます。
- 正入力バイアス電流(I_{B+})にソース抵抗(R_S)を掛け、これから負入力バイアス電流(I_{B-})に R_G と R_F の並列合成抵抗を掛けたものを差し引きます。 I_{OS} (オフセット電流)はこれらの2つのバイアス電流の差です。 $R_G \parallel R_F = R_S$ であれば、この部分は $I_{OS} \times R_S$ となります。

全DC誤差は次式で表されます。

$$V_{OUT} = (I_{OS}R_S + V_{OS}) \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right)$$

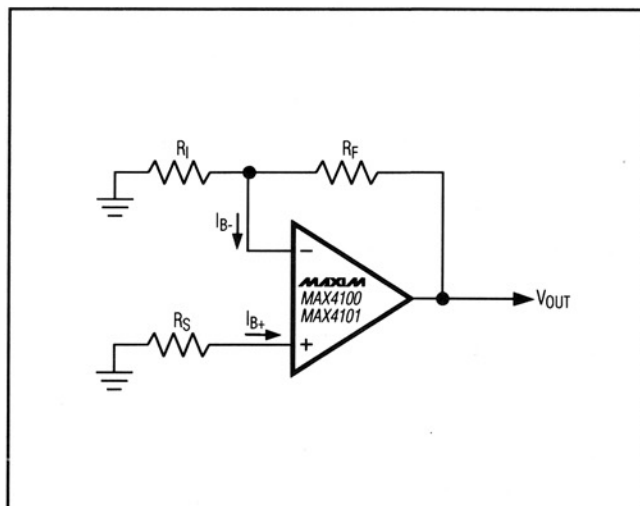


図3. 出力オフセット電圧

c) 出力を基準とした全ノイズ電圧は次式($e_{n(OUT)}$)で表されます。

$$e_{n(OUT)} = \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \sqrt{(2I_B R_S)^2 + (e_N)^2}$$

2つのハイインピーダンス入力があった場合、MAX4100/MAX4101の電圧ノイズは僅か $8nV/\sqrt{Hz}$ 、電流ノイズは僅か $0.8pA/\sqrt{Hz}$ です。

MAX4100/MAX4101の標準データと標準動作回路を用いて、 $R_F = R_G = 200\Omega$ ($R_S = 100\Omega$)とした場合のDC誤差計算例を以下に示します。

$$V_{OUT} = (I_{OS} R_S + V_{OS}) \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)$$

$$V_{OUT} = (3 \times 10^{-6} \times 100 + 1 \times 10^{-3}) (1 + 1)$$

$$V_{OUT} = 2.6mV$$

出力を基準にした総ノイズを同様の方法で計算したのが次式です。

$$e_{n(OUT)} = (1 + 1) \sqrt{(2 \times 0.8 \times 10^{-12} \times 100)^2 + (8 \times 10^{-9})^2}$$

$$e_{n(OUT)} = 8nV/\sqrt{Hz}$$

システム帯域幅が200MHzとすると、この計算結果は $133\mu V_{RMS}$ (約679 μV_{p-p})となります。

DC計算でもノイズ計算でも、誤差は主に(入力バイアス電流やノイズ電流でなく)オフセット電圧及びノイズ電圧で決定されます。

リード付の金属皮膜抵抗は薄膜プロセスで製造されており、このプロセスでは抵抗材料がセラミック棒のまわりに螺旋形に蒸着されます。材料そのものは非誘導性ですが、螺旋に巻くことによって小さなインダクタンス(約5nH)が生じ、高周波回路の場合、悪影響を与える恐れがあります。

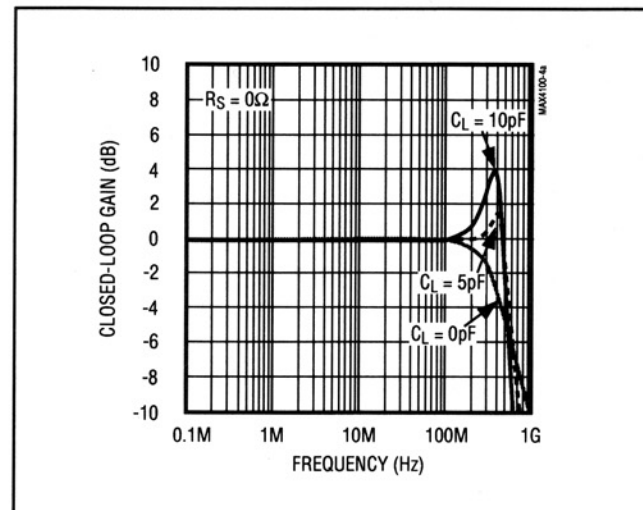


図4a. MAX4100の帯域幅対容量性負荷

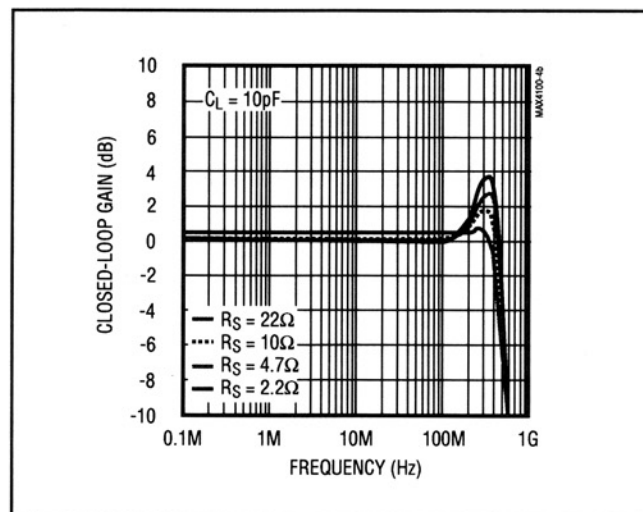


図4b. MAX4100の帯域幅対容量性負荷及びアイソレーション抵抗

リード付の炭素コンポジション抵抗の場合は抵抗材料を型に流し込んで製造します。このプロセスはコスト及び熱ノイズが高くなる傾向はあるものの、比較的低インダクタンスの抵抗を作り出すため、高周波アプリケーションには非常に有用です。また、炭素コンポジション抵抗は大規模な過電流から自己修復する能力を持っているため、ハイパワーRFアプリケーションにも適しています。

汎用の抵抗としては、低コスト、低インダクタンス及び低ノイズという点で、総合的な性能は表面実装金属皮膜抵抗が最も優れています。

容量性負荷の駆動

50Ω又は75Ωの逆終端伝送ラインを駆動する場合には、容量性負荷は問題にならないため、アイソレーション抵抗は必要ありません。容量性負荷が駆動できないばならないその他のアプリケーションでは、MAX4100/MAX4101はそれぞれ5pF(typ)及び20pF(typ)を駆動することができます。アイソレーション抵抗(R_S)がない場合に容量性負荷がアンプのピーキングにどう影響するかを図4aに示します。図4bはアイソレーション抵抗がアンプのピーキングを低減させる様子を示します。

MAX4100/MAX4101は5pFまでの容量性負荷を駆動できます。アンプ出力と負荷の間に小さなアイソレーション抵抗を取り付けることで、大きな容量も発振を起こさず駆動できます(図5a)。殆どの場合、50Ω以下の抵抗で十分です。特定のアプリケーションに必要な値を決めるためには、図5bを参考にしてください。予想されるワーストケースの容量性負荷を仮定し、グラフから適切な抵抗を選択してください。

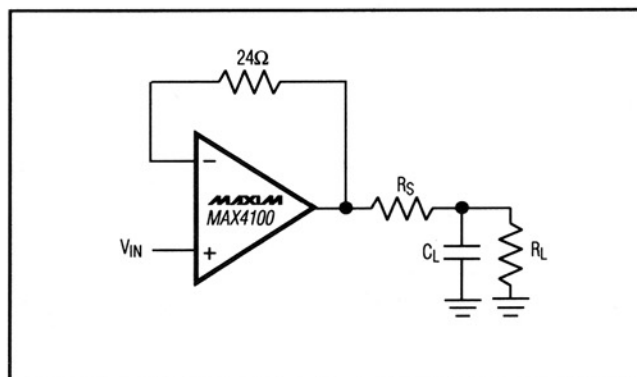


図5a. 大容量性負荷用にアイソレーション抵抗を使用 (MAX4100)

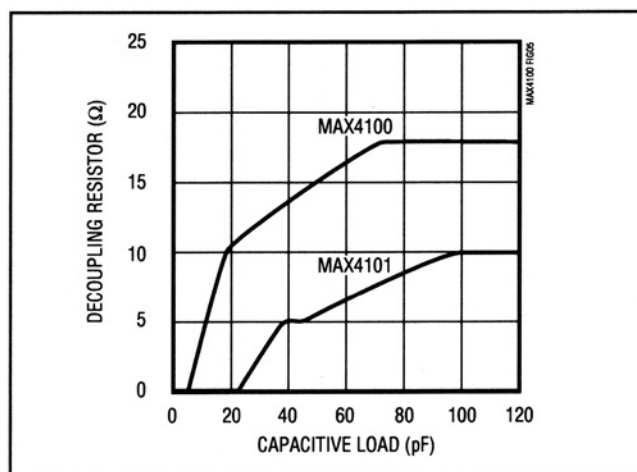


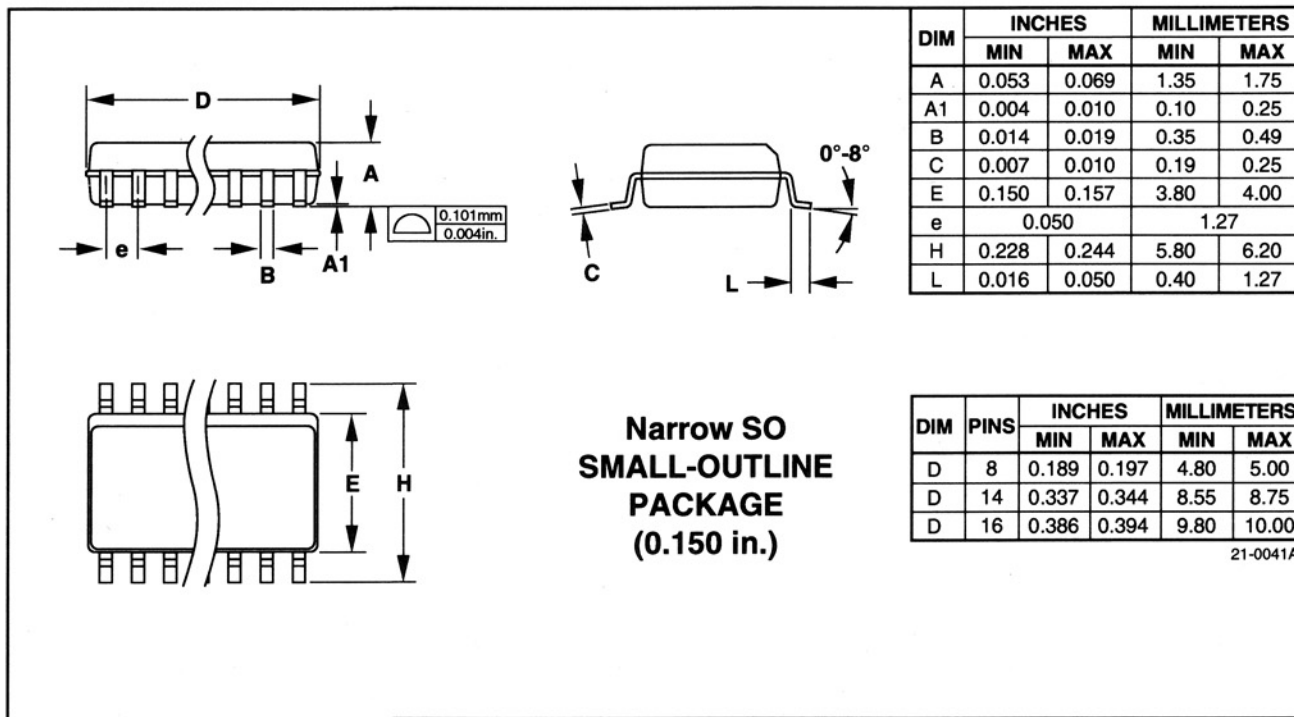
図5b. アイソレーション対容量性負荷

500MHz、低電力オペアンプ

MAX4100/MAX4101

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)



販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

12 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

© 1996 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.