

740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、  
低歪みオペアンプ

## 概要

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、超高速、低ノイズ及び低歪み性能をSOT23パッケージに収めたオペアンプです。ユニティゲイン安定MAX4014は消費電流が僅か20mA、帯域幅が625MHz、スルーレートが400V/μsです。MAX4304は+2V/V以上の利得用に補償されており、帯域幅が740MHz、スルーレートが1000V/μsです。MAX4105は最小利得+5V/V用に補償されており、帯域幅が410MHz、スルーレートが1400V/μsです。MAX4305は最小利得+10V/V用に補償されており、帯域幅が340MHz、スルーレートが1400V/μsです。

これらのデバイスは、ノイズ密度が $2.1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と低く、スプリアスフリーダイナミックレンジが-88dBcであるため、低ノイズ/低歪みビデオ及びテレコムアプリケーションに最適です。また、これらのオペアンプは出力電圧スイングが $\pm 3.7\text{V}$ 、出力電流駆動能力が $\pm 70\text{mA}$ となっています。スペースが厳しいアプリケーション用として、小型の5ピンSOT23パッケージで提供されています。

## アプリケーション

ビデオADCプリアンプ

パルス/RFテレコムアプリケーション

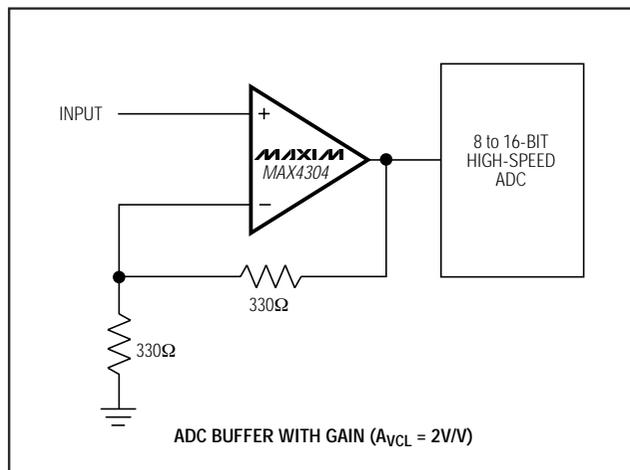
ビデオバッファ及びケーブルドライバ

超音波

アクティブフィルタ

ADC入力バッファ

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 低ノイズ密度:  $2.1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- ◆ 超高-3dB帯域幅: 740MHz、 $A_{VCL} = 2\text{V/V}$  (MAX4304)
- ◆ 0.1dB利得平坦性: 100MHz (MAX4014/4105)
- ◆ スルーレート: 1400V/μs (MAX4105/4305)
- ◆ SFDR (5MHz、 $R_L = 100\ \Omega$ ): -88dBc (MAX4104/4304)
- ◆ 大出力電流駆動能力:  $\pm 70\text{mA}$
- ◆ 低微分利得/位相エラー: 0.01%/0.01° (MAX4104/4304)
- ◆ 低入力オフセット電圧:  $\pm 1\text{mV}$
- ◆ パッケージ: 省スペース5ピンSOT23

## 選択ガイド

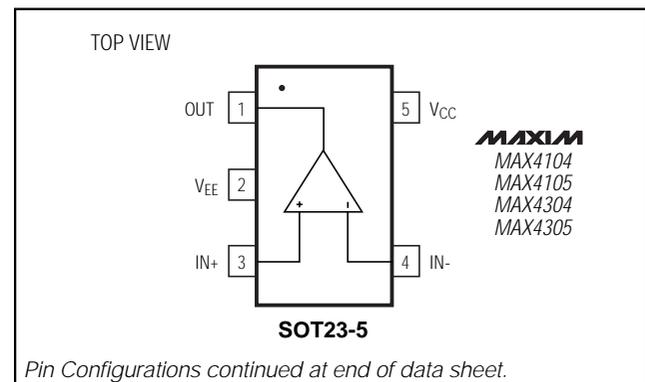
PART	MINIMUM STABLE GAIN (V/V)	BANDWIDTH (MHz)	PIN-PACKAGE
MAX4104	1	625	5-pin SOT23, 8-pin SO
MAX4304	2	740	5-pin SOT23, 8-pin SO
MAX4105	5	410	5-pin SOT23, 8-pin SO
MAX4305	10	340	5-pin SOT23, 8-pin SO

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX4104ESA	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4104EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACCO

型番はデータシートの最後に続きます。

## ピン配置



# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage ( $V_{CC}$  to  $V_{EE}$ ).....+12V  
 Voltage on Any Pin to Ground.....( $V_{EE} - 0.3V$ ) to ( $V_{CC} + 0.3V$ )  
 Short-Circuit Duration ( $V_{OUT}$  to GND).....Continuous  
 Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ C$ )  
     5-pin SOT23 (derate 7.1mW/ $^\circ C$  above  $+70^\circ C$ ).....571mW  
     8-pin SO (derate 5.9mW/ $^\circ C$  above  $+70^\circ C$ ).....471mW

Operating Temperature Range .....-40 $^\circ C$  to +85 $^\circ C$   
 Storage Temperature Range .....-65 $^\circ C$  to +150 $^\circ C$   
 Lead Temperature (soldering, 10sec) .....+300 $^\circ C$

*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.*

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $V_{CM} = 0$ ,  $R_L = 100k\Omega$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage Range	$V_{CC}/V_{EE}$	Guaranteed by PSRR test		$\pm 3.5$	$\pm 5$	$\pm 5.5$	V
Input Offset Voltage	$V_{OS}$	$V_{OUT} = 0$	MAX4_0_ESA		1	6	mV
			MAX4_0_EUK		1	8	
Input Offset-Voltage Drift	$TCV_{OS}$				2.5		$\mu V/^\circ C$
Input Bias Current	$I_B$				32	70	$\mu A$
Input Offset Current	$I_{OS}$				0.5	5.0	$\mu A$
Differential Input Resistance	$R_{IN}$	$-0.8V \leq V_{IN} \leq 0.8V$			6		$k\Omega$
Common-Mode Input Resistance	$R_{IN}$	Either input			1.5		$M\Omega$
Input Common-Mode Voltage Range	$V_{CM}$	Guaranteed by CMRR test		-2.8		+4.1	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$-2.8V \leq V_{CM} \leq 4.1V$		80	95		dB
Positive Power-Supply Rejection Ratio	PSSR+	$V_{CC} = 3.5V$ to $5.5V$		75	85		dB
Negative Power-Supply Rejection Ratio	PSRR-	$V_{EE} = -3.5V$ to $-5.5V$		55	65		dB
Quiescent Supply Current	$I_S$	$V_{OUT} = 0$			20	27	mA
Open-Loop Gain	$A_{VOL}$	$-2.8V \leq V_{OUT} \leq 2.8V$ , $R_L = 100\Omega$		55	65		dB
Output Voltage Swing	$V_{OUT}$	$R_L = 100k\Omega$		$\pm 3.5$	$-3.7$ to $+3.8$		V
		$R_L = 100\Omega$		$\pm 3.0$	$-3.5$ to $+3.4$		
Output Current Drive	$I_{OUT}$	$R_L = 30\Omega$		$\pm 53$	$\pm 70$		mA
Short-Circuit Output Current	$I_{SC}$	$R_L =$ short to ground			80		mA
Open-Loop Output Impedance	$Z_{OUT}$				9		$\Omega$

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $V_{CM} = 0$ ,  $R_L = 100\Omega$ ;  $A_V = +1V/V$  for MAX4104,  $+2V/V$  for MAX4304,  $+5V/V$  for MAX4105,  $+10V/V$  for MAX4305;  $T_A = +25^\circ C$ ; unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
-3dB Bandwidth	$BW_{(-3dB)}$	$V_{OUT} = 100mVp-p$	MAX4104		625		MHz
			MAX4304		740		
			MAX4105		410		
			MAX4305		340		
0.1dB Bandwidth	$BW_{(0.1)}$	$V_{OUT} = 100mVp-p$	MAX4104		100		MHz
			MAX4304		60		
			MAX4105		80		
			MAX4305		70		
Full-Power Bandwidth	FPBW	$V_{OUT} = 2Vp-p$	MAX4104		115		MHz
			MAX4304		285		
			MAX4105		370		
			MAX4305		320		
Slew Rate	SR	$V_{OUT} = 2Vp-p$	MAX4104		400		V/ $\mu s$
			MAX4304		1000		
			MAX4105		1400		
			MAX4305		1400		
Settling Time to 0.1%	$t_s$	$V_{OUT} = 2Vp-p$	to 0.1%		20		ns
			to 0.01%		25		
Spurious-Free Dynamic Range	SFDR	$V_{OUT} = 2Vp-p$	MAX4104/ MAX4304	$f_C = 5MHz$		-88	dBc
				$f_C = 20MHz$		-67	
			MAX4105/ MAX4305	$f_C = 5MHz$		-74	
				$f_C = 20MHz$		-61	
Differential Gain Error	DG	NTSC, $R_L = 150\Omega$	MAX4104/MAX4304		0.01		%
			MAX4105/MAX4305		0.02		
Differential Phase Error	DP	NTSC, $R_L = 150\Omega$	MAX4104/MAX4304		0.01		degrees
			MAX4105/MAX4305		0.02		
Input Voltage Noise Density	$e_n$	$f = 1MHz$			2.1		nV/ $\sqrt{Hz}$
Input Current Noise Density	$i_n$	$f = 1MHz$			3.1		pA/ $\sqrt{Hz}$
Output Impedance	$Z_{OUT}$	$f = 10MHz$			1		$\Omega$

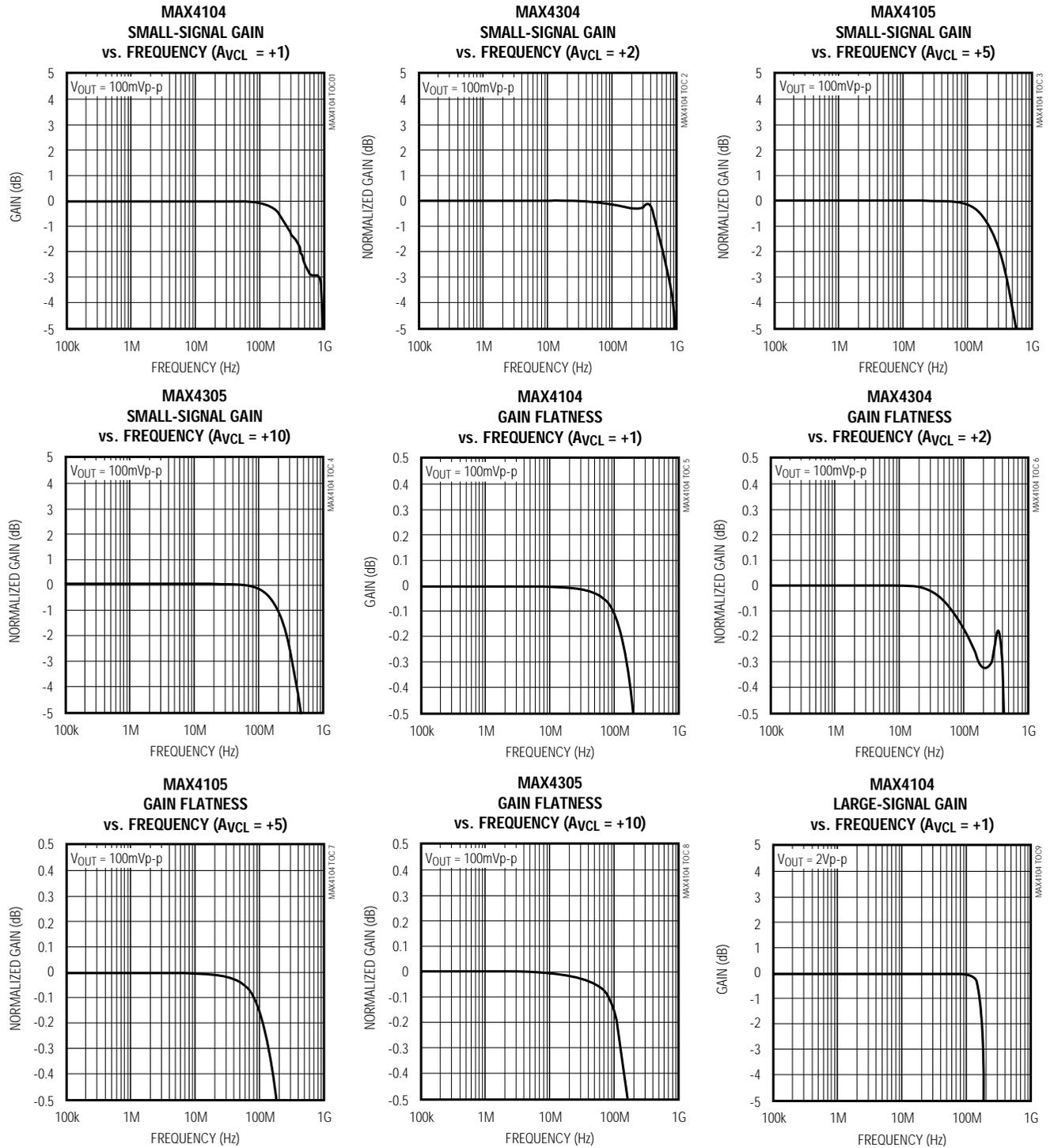
MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## 標準動作特性

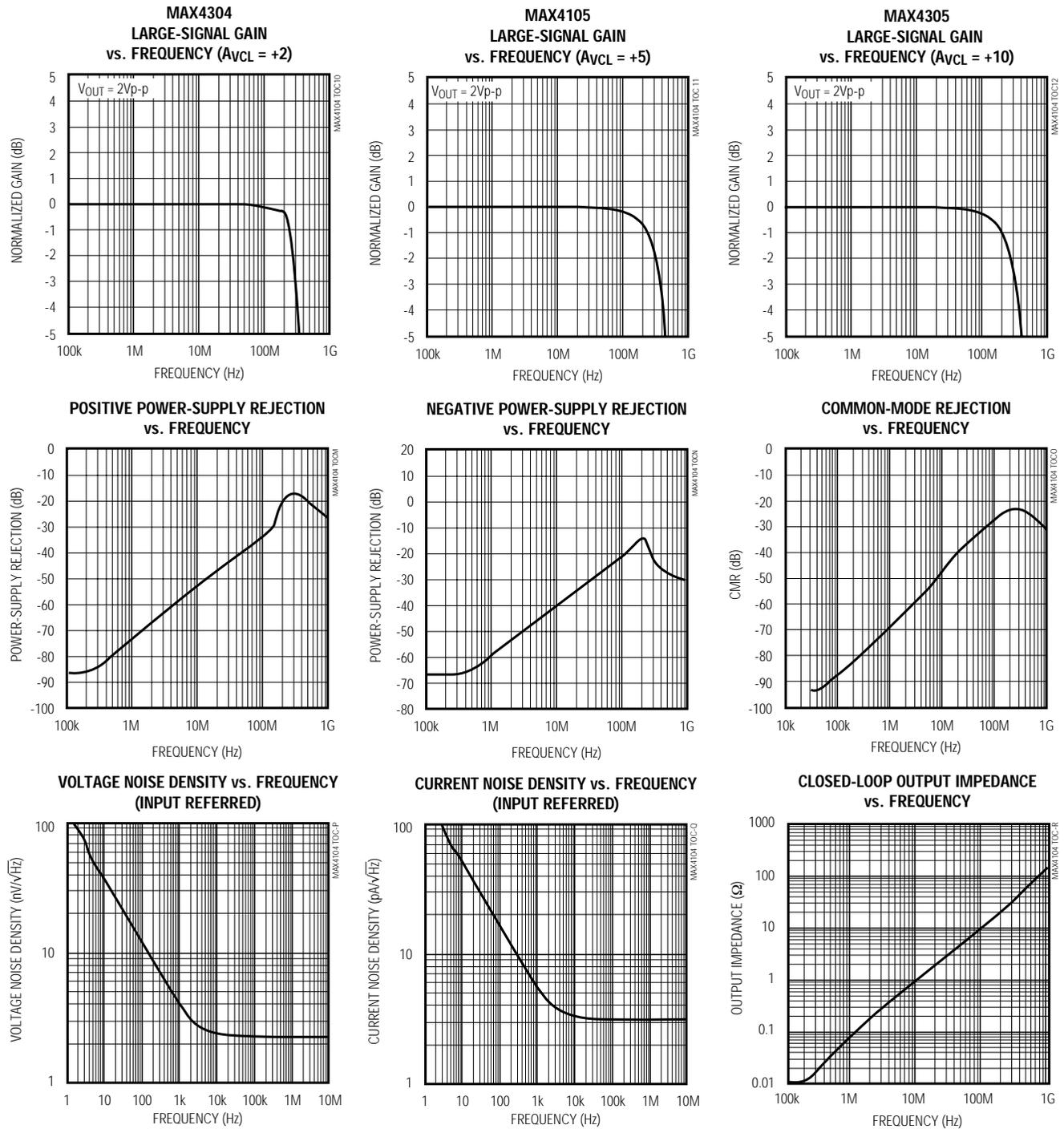
( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $R_F = 330\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $R_F = 330\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



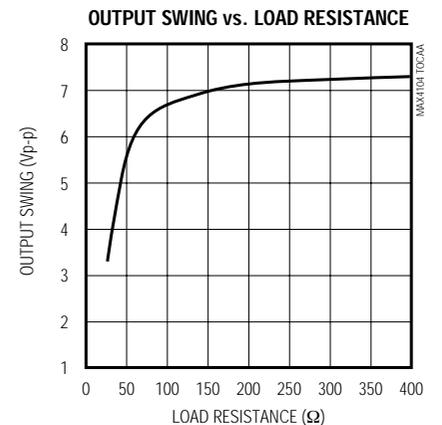
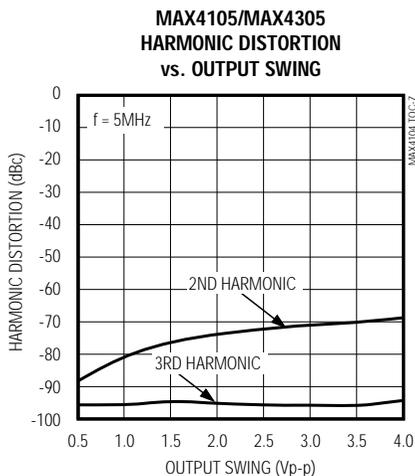
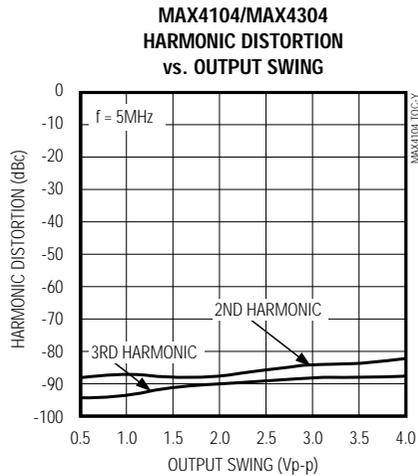
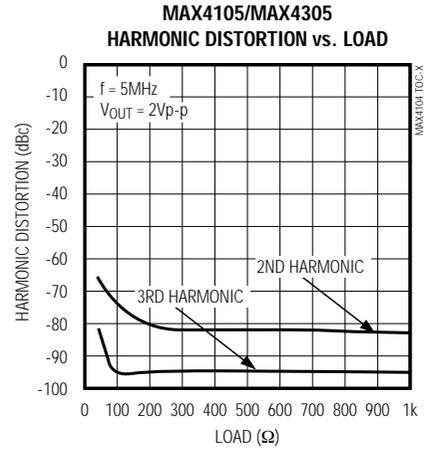
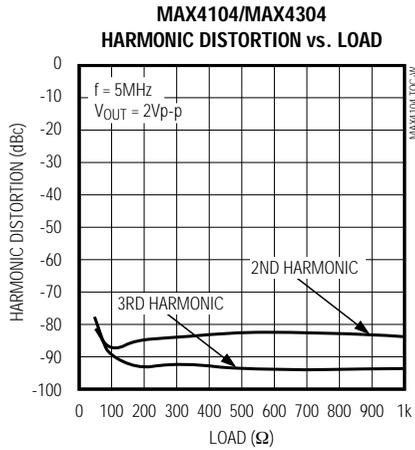
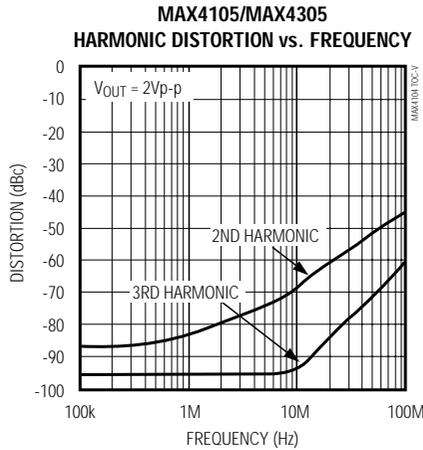
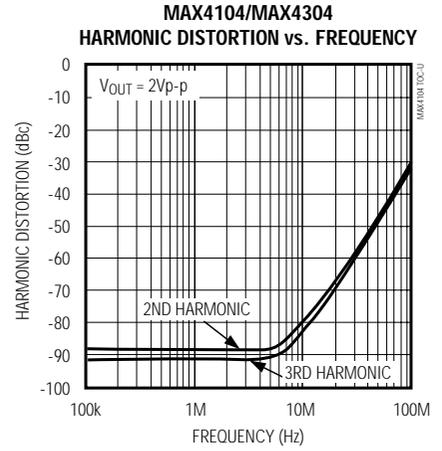
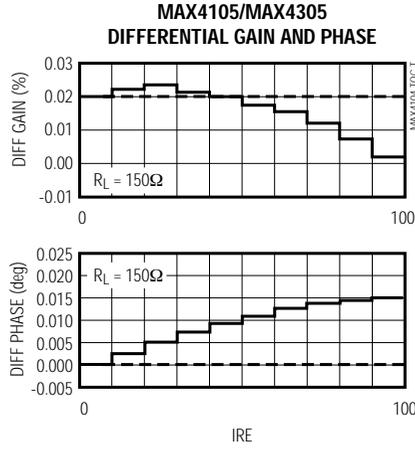
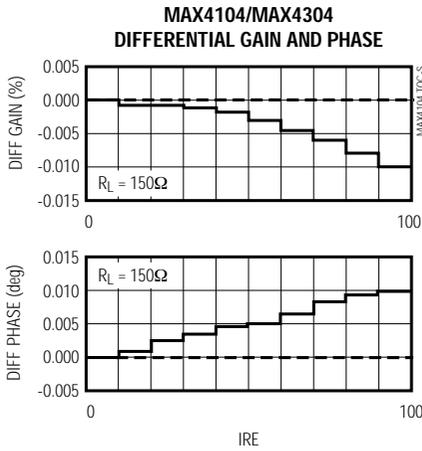
MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $R_F = 330\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

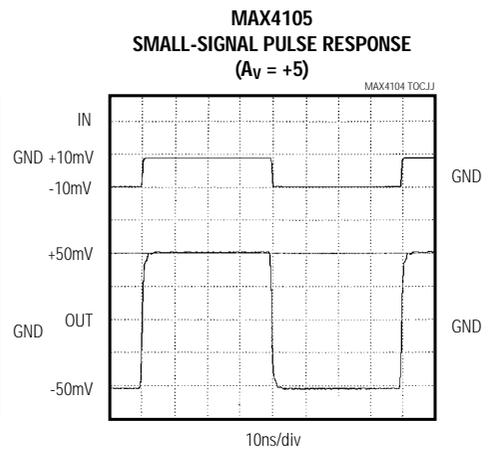
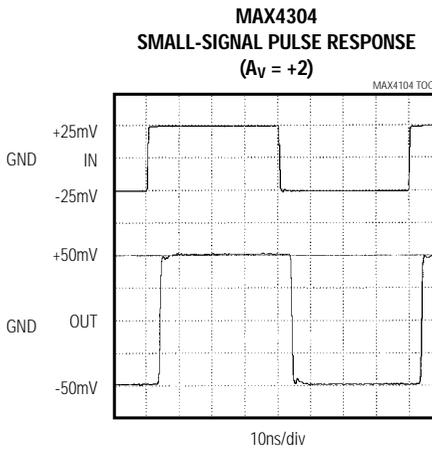
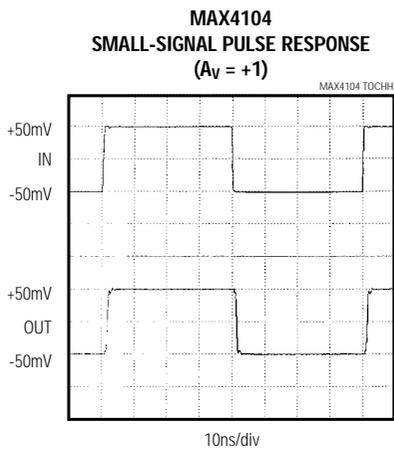
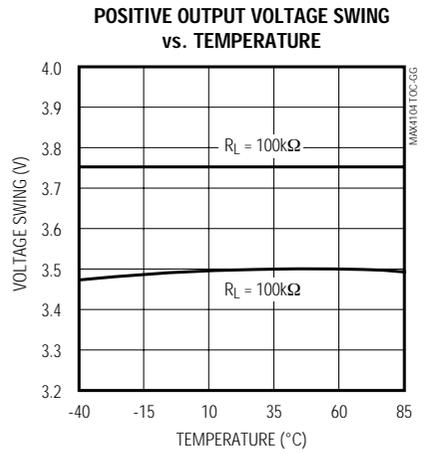
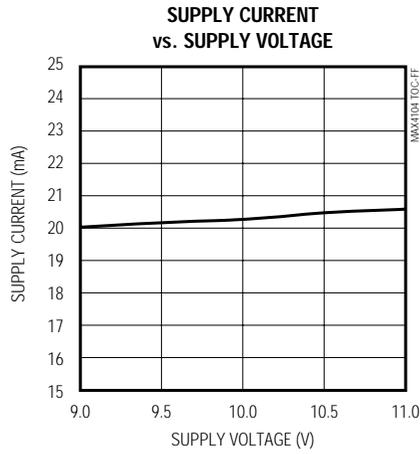
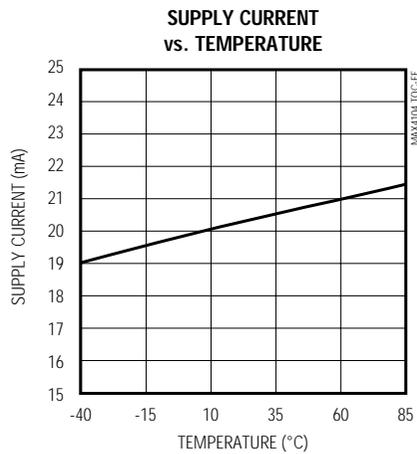
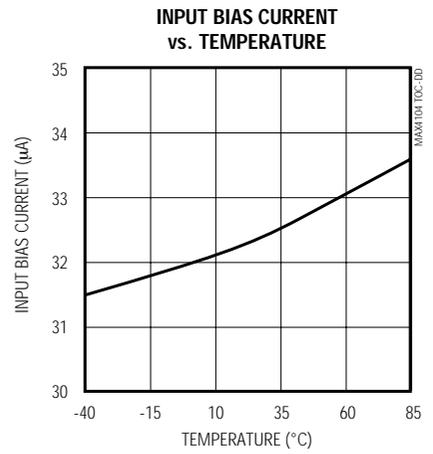
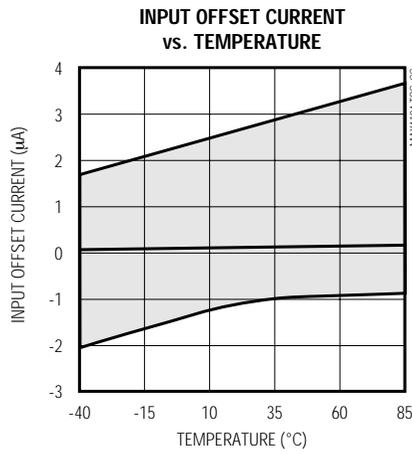
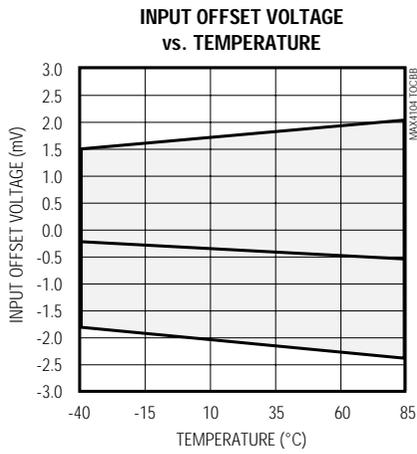


# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $R_F = 330\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

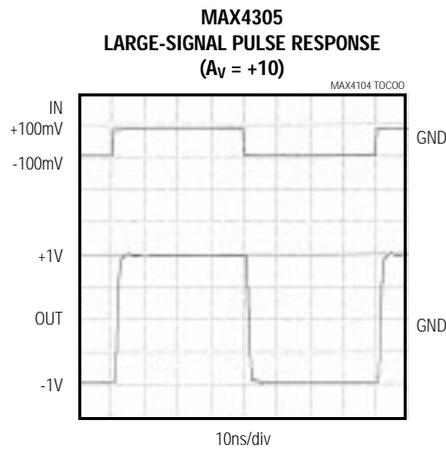
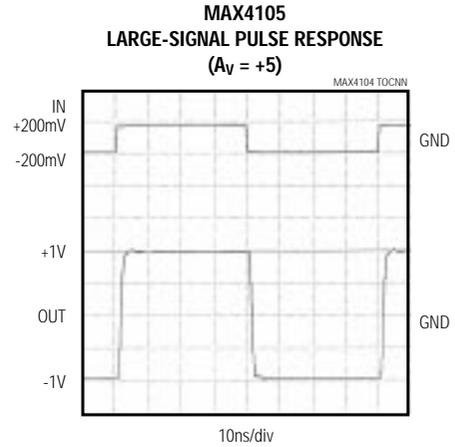
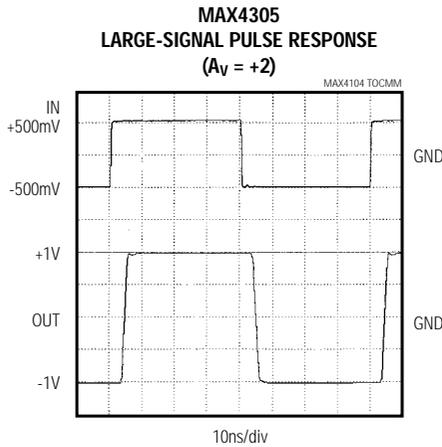
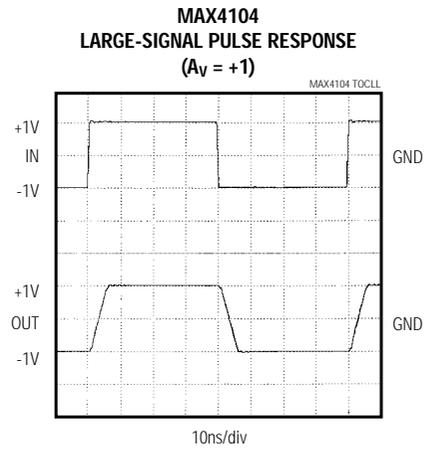
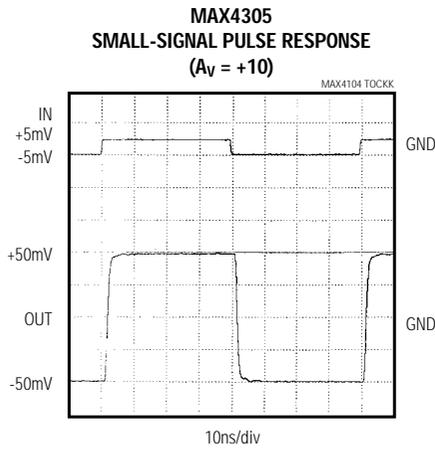


# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = -5V$ ,  $R_F = 330\Omega$ ,  $R_L = 100\Omega$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

## 端子説明

端子		名称	機能
SOT23-5	SOP		
—	1, 5, 8	N.C.	内部接続されていません。
4	2	IN-	アンプ反転入力
3	3	IN+	アンプ非反転入力
2	4	VEE	負電源
1	6	OUT	アンプ出力
5	7	VCC	正電源

## 詳細

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、-3dB帯域幅が最大880MHz、0.1dB利得平坦性が最大100MHz、そして微分利得及び位相エラーがそれぞれ僅か0.01%及び0.01°の超高速、低ノイズアンプです。これらのデバイスは±3.5V～±5.5Vのデュアル電源で動作し、消費電流は僅か20mAとなっています。

MAX4104/MAX4304/MAX4105/MAX4305は、それぞれ最小閉ループ利得+1V/V、+2V/V、+5V/V及び+10V/V用に最適化されており、-3dB帯域幅はそれぞれ880MHz、730MHz、430MHz及び350MHzです。どのデバイスも僅か2.1nV/√Hz (1MHz)の低入力電圧ノイズ密度特性と±70mAの出力電流ドライブをもち、スプリアスフリーダイナミックレンジは-88dBc (5MHz、 $R_L = 100 \Omega$ )と低く伸びています。

## アプリケーション情報

### レイアウト及び電源バイパス

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は非常に広い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。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が必要な場合があります。

これらの高速アンプのAC性能をフルに発揮させるには、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。プリント基板は、片側が信号及び電源層で、反対側が広い低インピーダンスのグランドプレーンとなっている、少なくとも2層のものを使用してください。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、信号や電源パターンのない層をグランドプレーンにしてください。

一定インピーダンスのボードを使用するかどうかに問わず、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。

- 1) ワイヤラップボードではインダクタンスが大き過ぎ、ブレッドボードでは容量が大き過ぎるため、どちらも使用しないでください。
- 2) ICソケットはリアクタンスを増加させるため、使用しないでください。
- 3) 信号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。
- 4) アンプの精度及び安定性を維持するために、高周波バイパス技法に従ってください。
- 5) 一般的に、表面実装部品の方がスルーホール部品に比べて、本体が短く寄生リアクタンスが小さいため、高周波性能が非常に優れています。

バイパスコンデンサとしては、できるだけパッケージの近くの各電源ピンとグランドプレーンの間に1nF及び0.1µFセラミック表面実装コンデンサを挿入するようにしてください。オプションとして、電源入力の完全性を保つために、電源ピンのプリント基板の入力部に10µFのタンタルコンデンサを入れてください。電源トレースは、直接タンタルコンデンサからVCC及びVEEピンに引いてください。寄生インダクタンスを最低限に抑えるために、配線トレースは短くし、表面実装部品を使用してください。

入力終端抵抗及び出力逆終端抵抗を使用する場合は、表面実装タイプのものにし、ICピンのできるだけ近くに配置してください。

### DC及びノイズエラー

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305の出力オフセット電圧であるV<sub>OUT</sub> (図1)は、次式で計算できます。

$$V_{OUT} = [V_{OS} + (I_{B+} \times R_S) + (I_{B-} \times (R_F \parallel R_G))] [1 + R_F / R_G]$$

ここで、

V<sub>OS</sub> = 入力オフセット電圧(V)

1 + R<sub>F</sub>/R<sub>G</sub> = アンプの閉ループ利得(無次元)

I<sub>B+</sub> = 入力バイアス電流(A)

I<sub>B-</sub> = 反転入力バイアス電流(A)

R<sub>G</sub> = 利得設定抵抗 ( )

R<sub>F</sub> = フィードバック抵抗 ( )

R<sub>S</sub> = 非反転入力ソース抵抗 ( )

次式は、出力ノイズ密度を表しています。

$$e_{n(OUT)} = \left[ 1 + \frac{R_F}{R_G} \right] \sqrt{(i_n \times R_S)^2 + [i_n \times (R_F \parallel R_G)]^2} + e_n^2$$

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

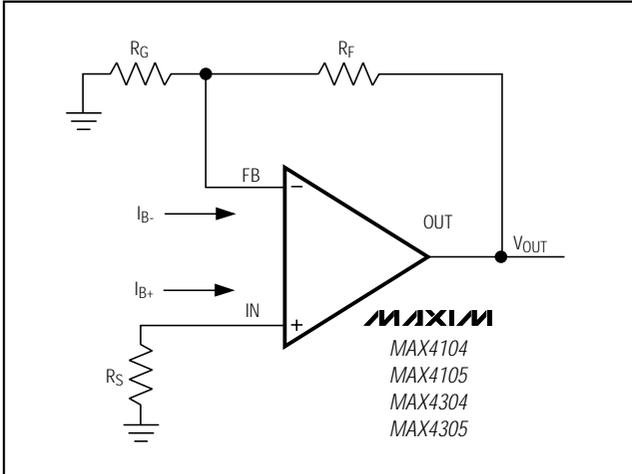


図1. 出力オフセット電圧

ここで、

$i_n$  = 入力ノイズ電流密度( $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ )

$e_n$  = 入力ノイズ電圧密度( $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ )

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、入力ノイズ電圧密度が $2.1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、入力ノイズ電流密度が $3.1\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ と非常に低くなっています。

以下に、MAX4304の標準的なデータ及び標準的な動作回路 ( $R_F = R_G = 330$  ( $R_F \parallel R_G = 165$ ) )及び  $R_S = 50$  )を使用してDCエラーを計算した例を示します。

$$V_{\text{OUT}} = \left[ (32 \times 10^{-6}) (50) + (32 \times 10^{-6}) (165) + 1 \times 10^{-3} \right] [1 + 1]$$

$$V_{\text{OUT}} = 15.8\text{mV}$$

次に、全出力ノイズを同様の方法で計算した例を示します。

$$e_{n(\text{OUT})} = [1+1] \sqrt{(3.1 \times 10^{-12} \times 50)^2 + (3.1 \times 10^{-12} \times 165)^2 + (2.1 \times 10^{-9})^2}$$

$$e_{n(\text{OUT})} = 4.3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$$

システム帯域幅が $200\text{MHz}$ の場合、この結果は $60.8\mu\text{VRMS}$ (6シグマで計算すると約 $365\mu\text{Vp-p}$ )になります。

## ADC入力バッファ

高速ADCアプリケーションでは、入力バッファアンプにより大きな誤差が生じることがあります。容量性の場合が多いADCの入力を急速に充電、放電するために

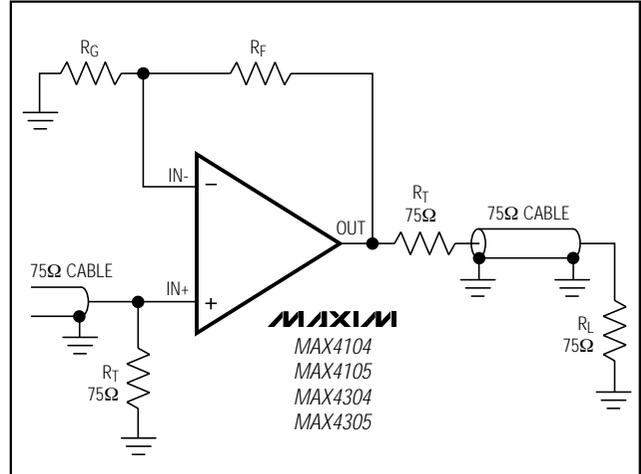


図2. ビデオラインドライバ

入力バッファが通常必要です。さらに、高速ADCの入力インピーダンスは変換サイクル中に非常に急速に変化することが多いため、測定精度を維持するために高周波数で出力インピーダンスが非常に低いアンプを必要とします。MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、高速、高スルーレート、低ノイズ及び低歪み特性を備えているため、高速ADCアプリケーションのバッファアンプとして最適です。

## ビデオラインドライバ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、図2に示すように、ケーブルが両端で終端処理された状態で同軸伝送ラインを駆動するように最適化されています。反射を最小限に抑えて電力伝達を最大限にするために、伝送ラインの特性インピーダンスとマッチングした終端抵抗を選択してください。ケーブル周波数応答によって、信号の平坦性が変化することがあります。

## 容量性負荷の駆動

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、出力負荷容量がないときに最高のAC性能を発揮します。これは、正しく終端処理された伝送ライン(即ち逆終端ケーブル)を駆動する場合に実現されます。

殆どのアンプ回路では、大きな負荷容量を駆動すると発振が起こる可能性が高くなります。アンプの出力インピーダンスと負荷コンデンサが結合することにより、ループ応答にポールと過剰な位相が付加されます。ポールの周波数が十分に低く、位相マージンが著しく小さくなると、発振が生じます。

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

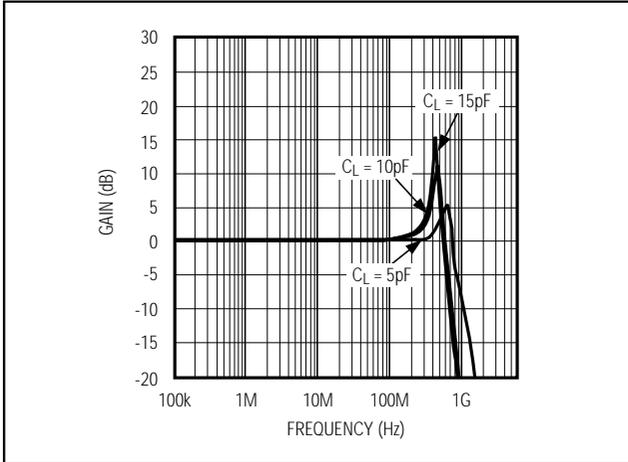


図3a. MAX4104がアイソレーション抵抗なしで容量性負荷時の周波数応答

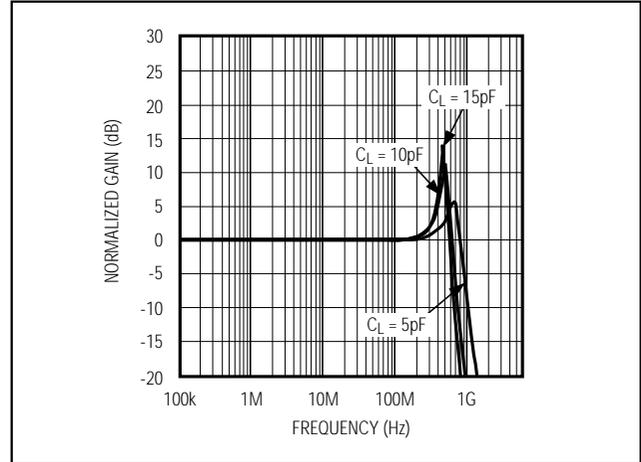


図3b. MAX4304がアイソレーション抵抗なしで容量性負荷時の周波数応答

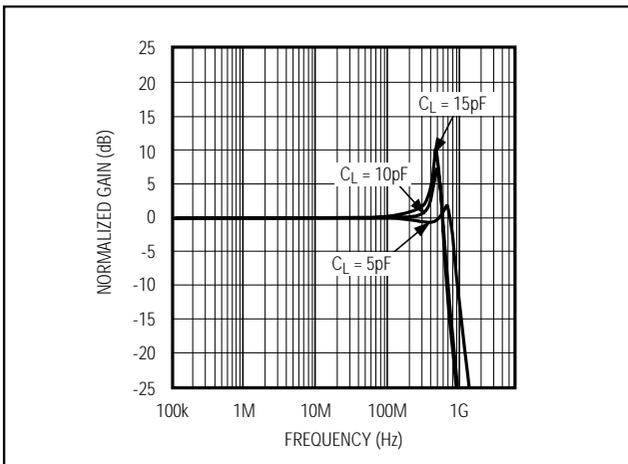


図3c. MAX4105がアイソレーション抵抗なしで容量性負荷時の周波数応答

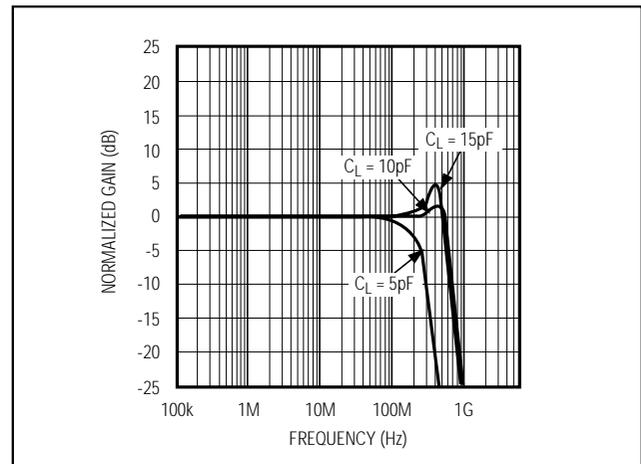


図3d. MAX4305がアイソレーション抵抗なしで容量性負荷時の周波数応答

容量性負荷を駆動する場合に発生する二番目の問題は、アンプの出力インピーダンスが高周波で誘導性に見えることから生じます。このインダクタンスが容量性負荷とL-C共振回路を形成し、周波数応答のピーキングをもたらしてアンプの利得マージンを劣化させます。

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305は、発振を起こさずに10pFまでの容量性負荷を駆動しますが、ある程度のピーキングが周波数ドメインで生じますが(図3)。大きな容量性負荷を駆動する場合やリングングを低減する場合は、アンプの出力と負荷の間にアイソレーション抵抗を付加してください(図4)。

$R_{ISO}$ の値は、回路の利得及び容量性負荷に依存します(図5)。図6に、アイソレーション抵抗を使用して容量性負荷を駆動した場合のMAX4104/MAX4105/

MAX4304/MAX4305の周波数応答を示します。コンデンサ容量が大きい領域では、帯域幅が $R_{ISO}$ 及び $C_L$ で形成されるRCネットワークによって支配されます。アンプそのものの帯域幅はそれよりも大幅に高くなっています。また、アイソレーション抵抗が分圧器を形成するために、負荷に供給される電圧が減少することに注意してください。

マキシム社の高速評価ボードのレイアウト

MAX4104評価キットマニュアルに、マキシム社の高速シングルアンプ評価ボード用の推奨レイアウトを示します。これらのボードは、上記の技法を使用して製作されています。(「レイアウト及び電源バイパス」の項を参照。)フィードバック抵抗及び逆終端抵抗には

# 740MHz、5ピンSOT23、低ノイズ、 低歪みオペアンプ

MAX4104/MAX4105/MAX4304/MAX4305

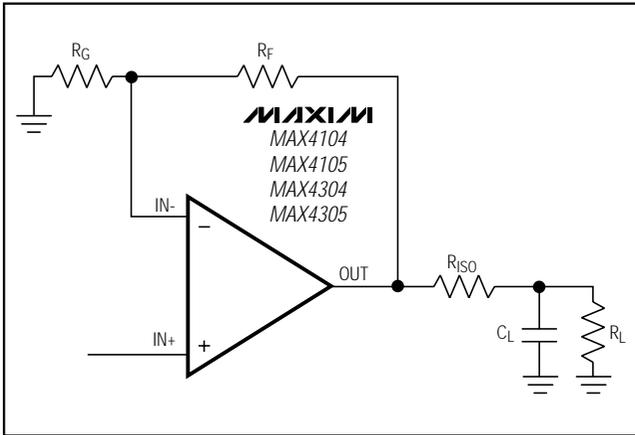


図4. アイソレーション抵抗( $R_{ISO}$ )を使用して大きな容量性負荷を駆動

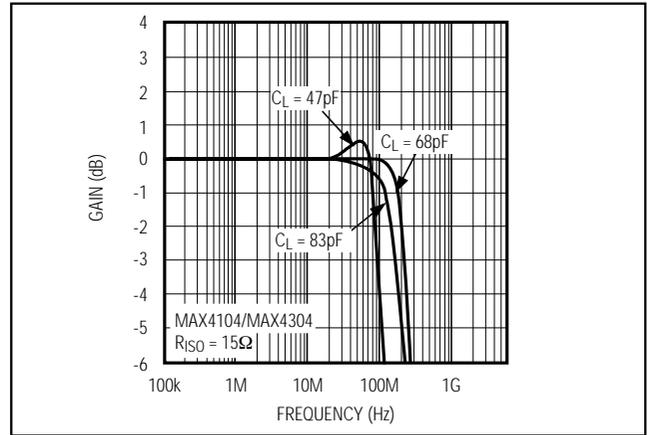


図6. 15  $\Omega$  のアイソレーション抵抗を使用した場合の周波数応答対容量性負荷

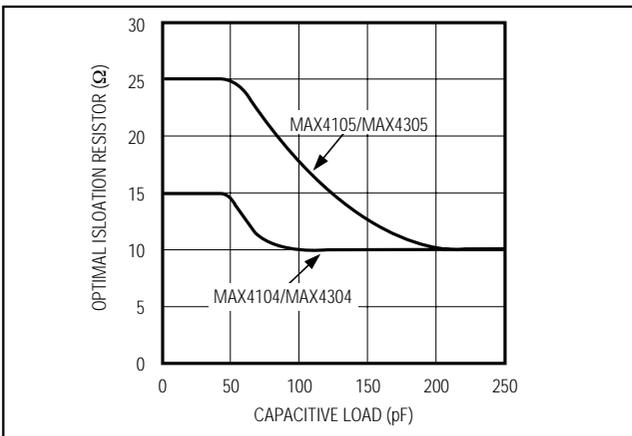
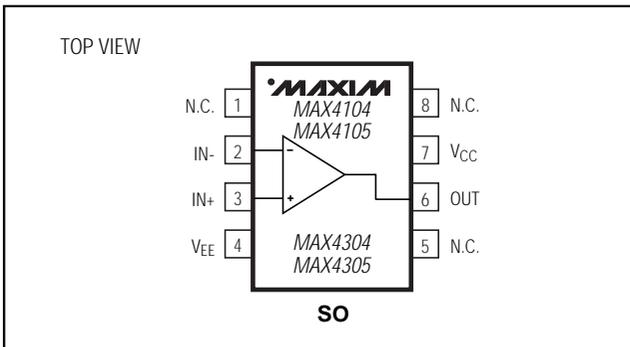


図5. 最適アイソレーション抵抗( $R_{ISO}$ )対容量性負荷

入手可能な最小の表面実装抵抗を使用して、ICからこれらの抵抗への距離を最小限に抑えており、それによってリードの長さ起因する容量を低減しています。最高の高周波性能を得るために、SMAコネクタが使用されています。距離が非常に短いため、入力と出力が50  $\Omega$  ラインにマッチングしていないことは性能に影響しません。しかし、最も高い測定周波数の波長の1/4を超える長さのリードを必要とするアプリケーションでは、一定インピーダンスのトレースを使用してください。

8ピンSOPパッケージのMAX4104用の完全実装評価ボードが入手可能です。

## ピン配置(続き)



## 型番(続き)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX4105ESA	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4105EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACCP
MAX4304ESA	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4304EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACCO
MAX4305ESA*	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX4305EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACCR

\*Future product—contact factory for availability.

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 44

SUBSTRATE CONNECTED TO VEE