

300MHz高速オペアンプ

MAX477

概要

MAX477は低ノイズ、低微分利得/位相エラー、高スルーレート、高精度及び高出力電流特性を備えた $\pm 5V$ 、広帯域幅、高速セトリング、ユニティゲイン安定のオペアンプです。標準的な電圧フィードバックポロジを採用しているため、汎用のオペアンプと同様に任意の利得設定が可能です。

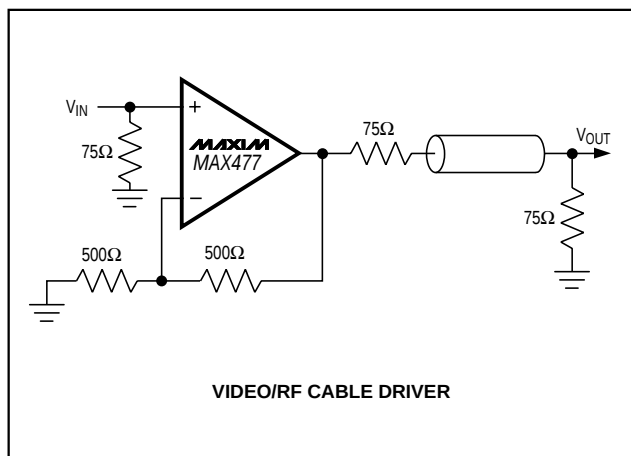
電流モードフィードバック構造を用いた高速アンプと異なり、MAX477は電圧フィードバックの利点(フィードバック抵抗の選択の柔軟性、2つのハイインピーダンス入力)と電流フィードバックの利点(高スルーレート及び広フルパワー帯域幅)を兼ね備えたユニークな入力段を備えています。また、低入力オフセット電圧及び低バイアス電流、低ノイズ、高コモンモード除去比及び高電源除去比といった電圧フィードバックアンプ特有の高精度特性も備えています。

MAX477は 50Ω 又は 75Ω 負荷の駆動に最適です。パッケージは8ピンDIP、SOP、省スペースの μ MAX及び5ピンSOT23が用意されています。

アプリケーション

放送用機器及び高品位TV用機器
ビデオスイッチング及び分配
通信
医療用画像処理
高精度DAC/ADCバッファ

標準動作回路



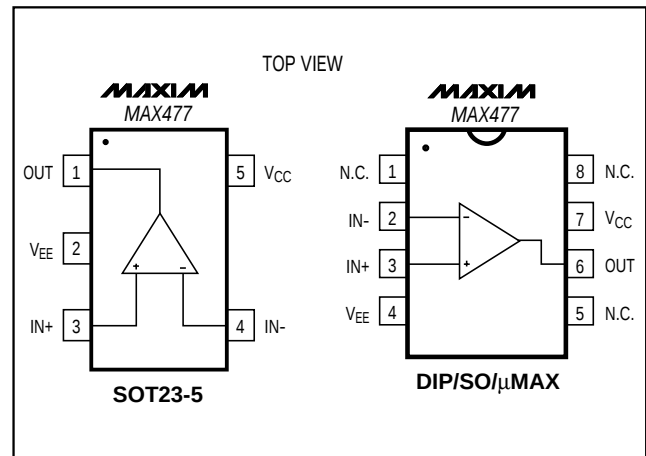
特長

- ◆ 高速：-3dB帯域幅($A_V = +1$)：300MHz
フルパワー帯域幅($A_V = +1$, $V_O = 2V_{p-p}$)：200MHz
スルーレート：1100V/ μ s
0.1dB利得平坦性：130MHz
- ◆ 発振せずに100pFの容量性負荷を駆動
- ◆ 低微分位相/利得エラー：0.01°/0.01%
- ◆ 自己消費電流：8mA
- ◆ 低入力換算電圧ノイズ：5nV/ $\sqrt{Hz}$
- ◆ 低入力換算電流ノイズ：2pA/ $\sqrt{Hz}$
- ◆ 低入力オフセット電圧：0.5mV
- ◆ ESD保護：8000V
- ◆ 電圧フィードバックポロジが可能にする
シンプルな設計構成
- ◆ 短絡保護
- ◆ 省スペースのSOT23パッケージ

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX477EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP	—
MAX477ESA	-40°C to +85°C	8 SO	—
MAX477EUA	-40°C to +85°C	8 μ MAX	—
MAX477EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ABYW
MAX477MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP	—

ピン配置



300MHz高速オペアンプ

MAX477

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to V_{EE})12V
 Differential Input Voltage.....($V_{CC} + 0.3V$) to ($V_{EE} - 0.3V$)
 Common-Mode Input Voltage.....($V_{CC} + 0.3V$) to ($V_{EE} - 0.3V$)
 Output Short-Circuit Duration to GND.....Continuous
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$)
 Plastic DIP (derate 9.09mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$).....727mW
 SO (derate 5.88mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$).....471mW
 μ MAX (derate 4.1mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$)330mW

CERDIP (derate 8.00mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$).....640mW
 SOT23 (derate 7.1mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$)571mW
 Operating Temperature Ranges
 MAX477E_A-40 $^\circ C$ to $+85^\circ C$
 MAX477EUK-40 $^\circ C$ to $+85^\circ C$
 MAX477MJA-55 $^\circ C$ to $+125^\circ C$
 Storage Temperature Range-65 $^\circ C$ to $+160^\circ C$
 Lead Temperature (soldering, 10s)+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

($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $V_{OUT} = 0$, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Offset Voltage	V _{OS}	MAX477ESA/EPA/EUA/MJA	T _A = +25°C	0.5	2.0	mV	
		MAX477EUK		0.5	2.0		
		MAX477ESA/EPA/EUA/MJA	T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	3.0			
		MAX477EUK		5.0			
Input Offset-Voltage Drift	TCV _{OS}			2		μV/°C	
Input Bias Current	I _B	T _A = +25°C		1	3	μA	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		5.0			
Input Offset Current	I _{OS}	T _A = +25°C		0.2	1.0	μA	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		2.0			
Differential-Mode Input Resistance	R _{IN(DM)}	Either input		1		MΩ	
Common-Mode Input Voltage Range	V _{CM}	T _A = +25°C		±3.0	±3.5	V	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		±2.5			
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	T _A = +25°C	V _{CM} = ±3V	70	90	dB	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	V _{CM} = ±2.5V	60			
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V _S = ±4.5V to ±5.5V		70	85	dB	
Open-Loop Voltage Gain	A _{VOL}	V _{OUT} = ±2.0V, V _{CM} = 0V, R _L = 50Ω	MAX477E_A/477MJA	55	65	dB	
			MAX477EUK	50	65		
Output Voltage Swing	V _{OUT}	T _A = +25°C	R _L = ∞	±3.5	±3.9	V	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	R _L = 100Ω	±3.0			
			R _L = 50Ω	±2.5			
Minimum Output Current	I _{OUT}	T _A = -40 °C to +85 °C		70	100	mA	
Short-Circuit Output Current	I _{SC}	Short to ground		150		mA	
Open-Loop Output Resistance	R _{OUT}	V _{OUT} = 0, f = DC		0.1		Ω	
Quiescent Supply Current	I _{SY}	T _A = +25°C		8	10	mA	
		MAX477E_-, T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		12		mA	
		MAX477MJA, T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		14			

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $R_L = 100\Omega$, $A_{VCL} = +1$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

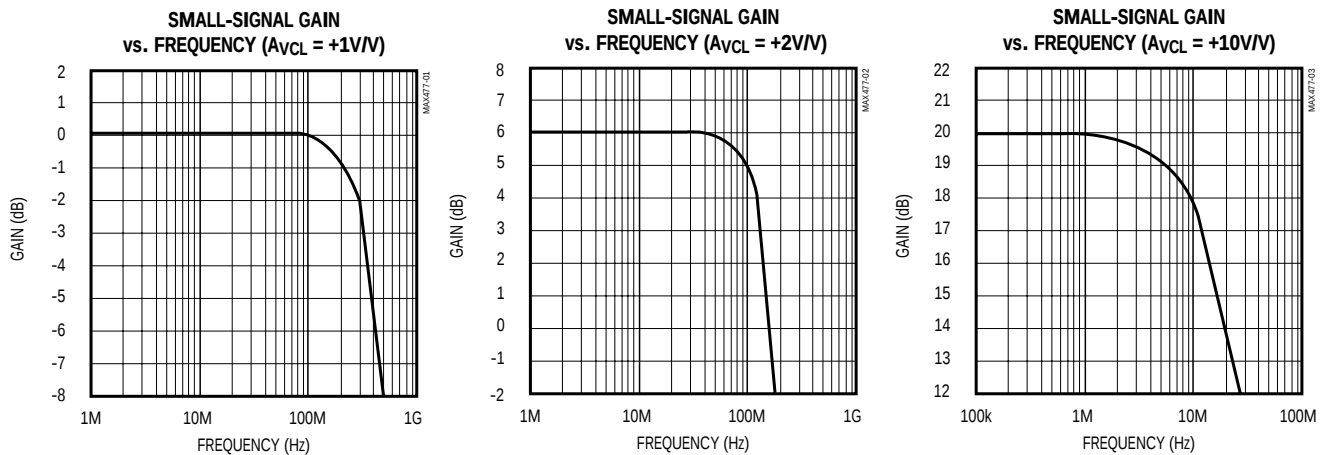
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Small Signal, -3dB Bandwidth	BW _{-3dB}	$V_{OUT} \leq 0.1V_{p-p}$		300		MHz
Small Signal, $\pm 0.1dB$ Gain Flatness	BW _{0.1dB}	$V_{OUT} \leq 0.1V_{p-p}$		130		MHz
Full-Power Bandwidth	FPBW	$V_{OUT} = 2V_{p-p}$		200		MHz
Slew Rate	SR	$V_{OUT} = \pm 2V_{p-p}$		1100		V/ μs
Settling Time	t_S	$V_{OUT} = 2V$ step	to 0.1%		10	ns
			to 0.01%		12	
Rise Time, Fall Time	t_R, t_F	$V_{OUT} = 2V$ step		2		ns
Input Voltage Noise Density	e_n	$f = 10MHz$		5		nV/ $\sqrt{Hz}$
Input Current Noise Density	i_n	$f = 10MHz$, either input		2		pA/ $\sqrt{Hz}$
Differential Gain (Note 2)	DG	$f = 3.58MHz$		0.01		%
Differential Phase (Note 2)	DP	$f = 3.58MHz$		0.01		degrees
Differential-Mode Input Capacitance	$C_{IN(DM)}$	Either input		1		pF
Output Impedance	Z_{OUT}	$f = 10MHz$		2.5		Ω
Total Harmonic Distortion	THD	$f_c = 10MHz$, $V_{OUT} = 2V_{p-p}$		-58		dB
Spurious-Free Dynamic Range	SFDR	$f = 5MHz$, $V_{OUT} = 2V_{p-p}$		-74		dBc
Third-Order Intercept	IP3	$f = 10MHz$, $V_{OUT} = 2V_{p-p}$		36		dBm

Note 1: Specifications for the MAX477EUK (SOT23 package) are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$, and guaranteed by design over temperature.

Note 2: Tested with a 3.58MHz video test signal with an amplitude of 40IRE superimposed on a linear ramp (0 to 100IRE). An IRE is a unit of video-signal amplitude developed by the Institute of Radio Engineers. 140IRE = 1V.

標準動作特性

($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $R_L = 100\Omega$, $C_L = 0pF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

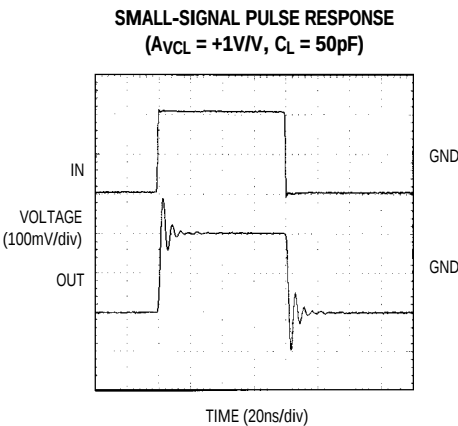
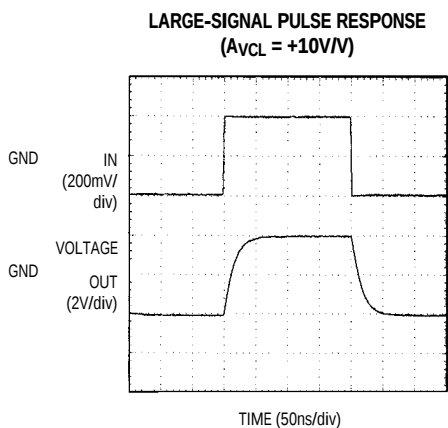
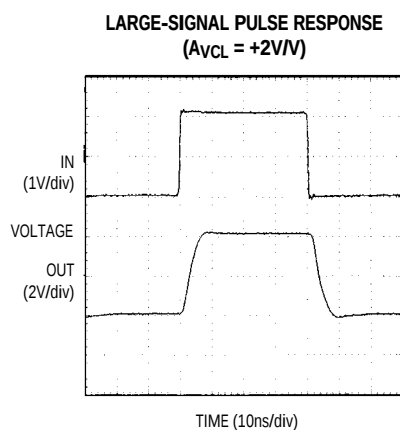
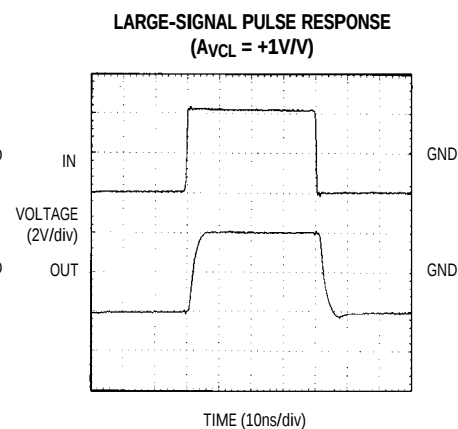
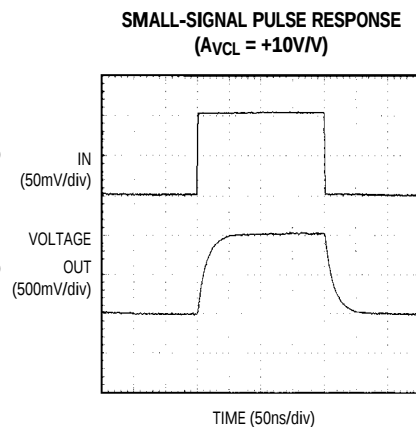
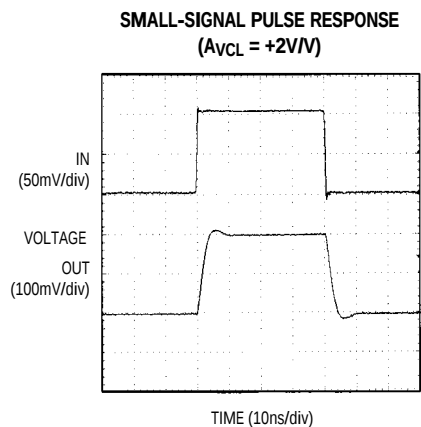
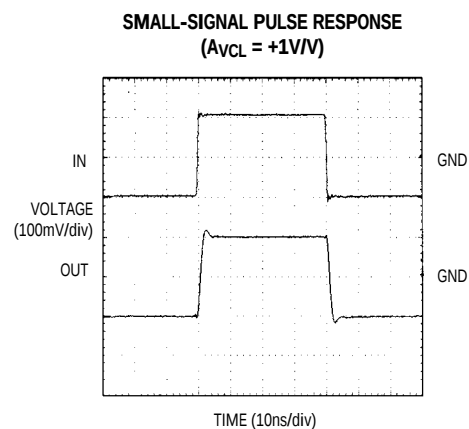
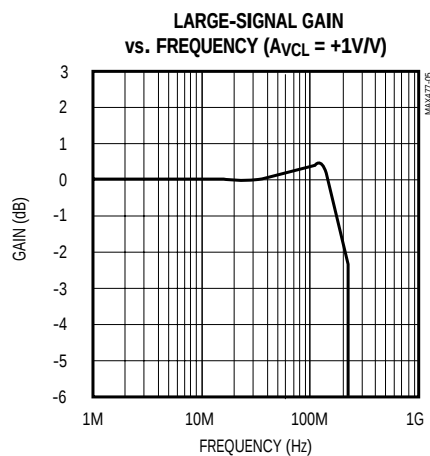
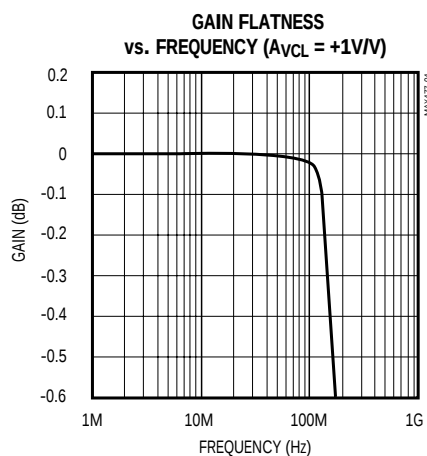


300MHz高速オペアンプ

MAX477

標準動作特性(続き)

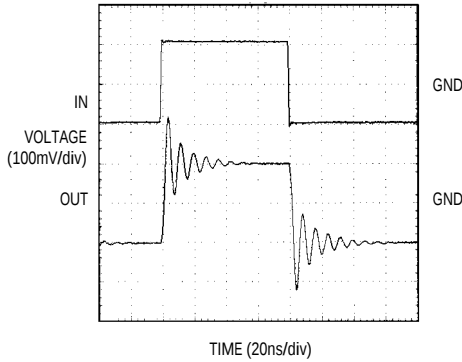
($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $R_L = 100\Omega$, $C_L = 0pF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



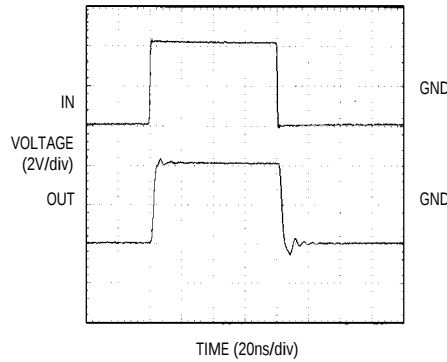
標準動作特性(続き)

($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $R_L = 100\Omega$, $C_L = 0pF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

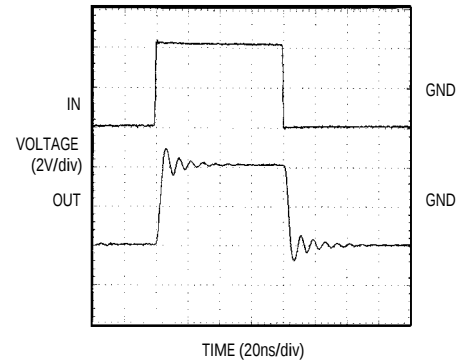
SMALL-SIGNAL PULSE RESPONSE
($A_{VCL} = +1V/V$, $C_L = 100pF$)



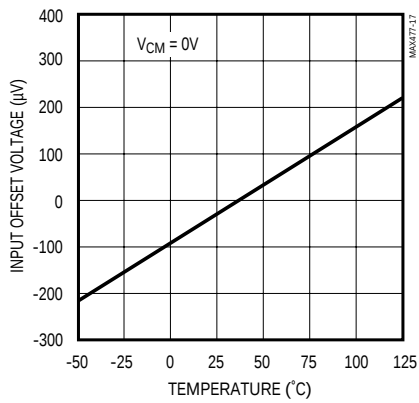
LARGE-SIGNAL PULSE RESPONSE
($A_{VCL} = +1V/V$, $C_L = 50pF$)



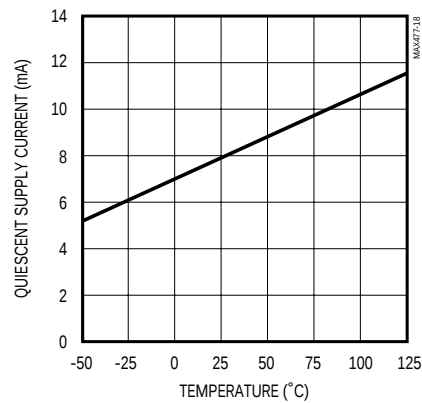
LARGE-SIGNAL PULSE RESPONSE
($A_{VCL} = +1V/V$, $C_L = 100pF$)



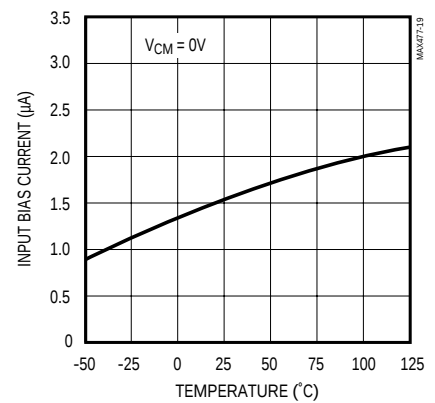
INPUT OFFSET VOLTAGE (V_{OS})
vs. TEMPERATURE



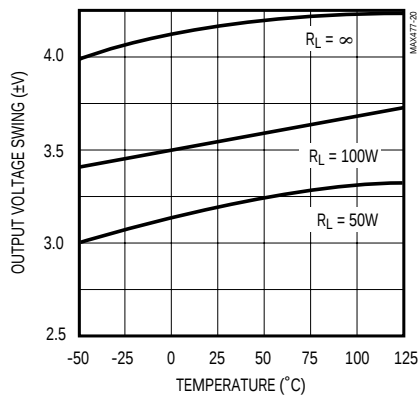
QUIESCENT SUPPLY CURRENT (I_{SY})
vs. TEMPERATURE



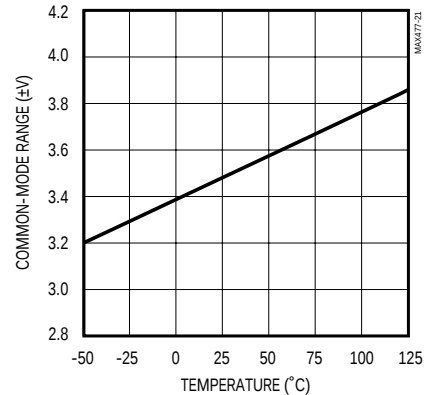
INPUT BIAS CURRENT (I_B)
vs. TEMPERATURE



OUTPUT VOLTAGE SWING
vs. TEMPERATURE



INPUT COMMON-MODE RANGE (V_{CM})
vs. TEMPERATURE

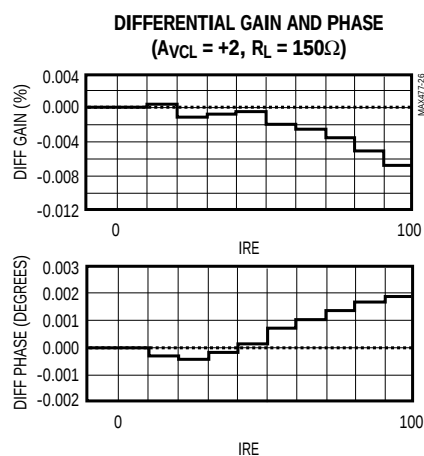
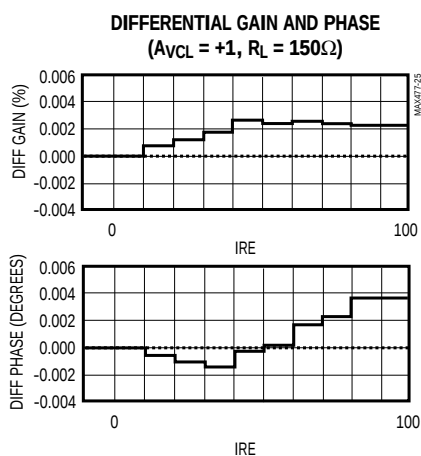
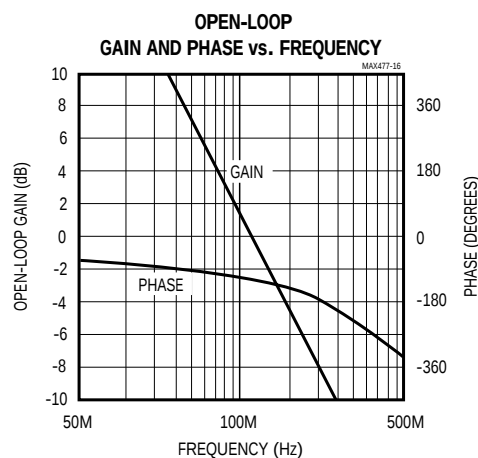
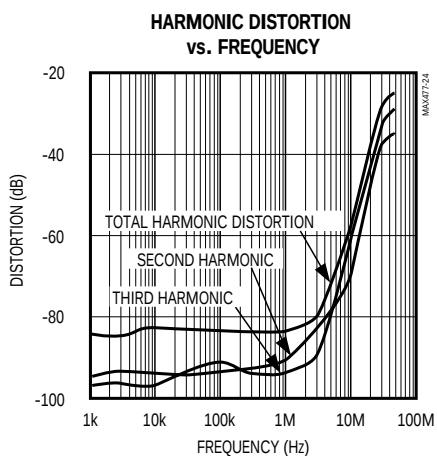
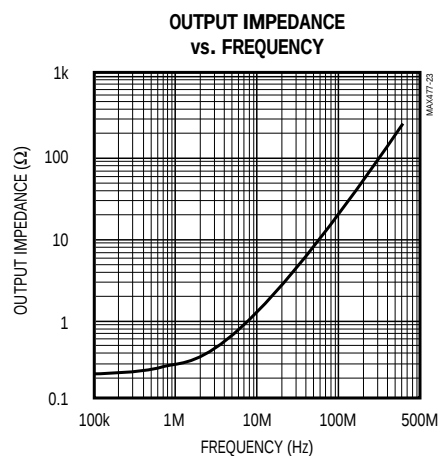
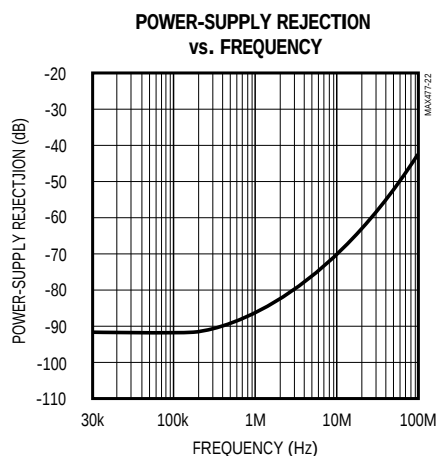


300MHz高速オペアンプ

MAX477

標準動作特性(続き)

($V_{CC} = +5V$, $V_{EE} = -5V$, $R_L = 100\Omega$, $C_L = 0pF$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

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

詳細

MAX477は従来の電圧フィードバック構造の柔軟性と使いやすさを備え、しかも電流(カレント)モードフィードバック(CMF)アンプの高速性を維持しています。MAX477は電圧フィードバックオペアンプであるにもかかわらず、内部構造により1100V/μsのスルーレート及び8mAの消費電流という性能を実現しています。CMFアンプは低消費電流特性を維持しつつ高スルーレートを提供しますが、アンプの周波数補償ネットワークの一部にフィードバック及び負荷抵抗を使用します。さらに、ハイインピーダンス入力1つしかありません。

MAX477はこうした電流フィードバックアンプと同様の速度及びパワー仕様を備えていますが、両方の入力端子がハイインピーダンス入力になっています。他の電圧フィードバックオペアンプと同様に、周波数補償はフィードバック及び負荷抵抗から独立しており、利得帯域幅積が一定です。しかし、標準的な電圧フィードバックアンプとは異なり、大信号スルーレートが内部電流ソースによって制限されていないため、フルパワー帯域幅が極めて広がっています。

出力短絡保護

短絡状態では出力電流が150mA(typ)に制限されるため、グランドへの短絡が連続してもチップが恒久的に損傷することはありません。しかし、いずれかの電源電圧への短絡の場合は、電力消費が著しく増加するため、恒久的な損傷を招く恐れがあります。出力電流能力が大きいため、複数の負荷に対して信号を送信するシステムに有利です。「アプリケーション情報」の項の「高性能ビデオ分配アンプ」を参照してください。

アプリケーション情報

グラウンディング、バイパス及びPCボードレイアウト
MAX477の300MHzの帯域幅をフルに活用するためには、多くの場合、マイクロストリップ及びストリップライン技法の使用が推奨されます。PCボードによるアンプの性能劣化を防ぐためには、ボードを1GHz以上の周波数用に設計するのが賢明です。非常に短い配線の場合も、入出力等の重要なところではこれらの技法を用いてください。コンスタントインピーダンスボードを使用するかどうかに関わらず、ボードの設計時には次のガイドラインに従ってください。

- 誘導性が大き過ぎるため、ワイヤラップボードの使用は避けてください。
- 寄生容量及び寄生インダクタンスを増加させる原因となるため、ICソケットの使用は避けてください。
- 一般的には、スルーホール部品よりも表面実装部品の方がリード線が短く、寄生リアクタンスも小さく、高周波性能が優れています。
- PCボードは少なくとも2層にし、片方を信号層として、他方をグランドプレーンとして使用してください。
- 信号線はできるだけ短く、そしてできるだけまっすぐにしてください。直角に曲げるのは避け、角は丸くしてください。
- グランドプレーンにはできるだけ空所を作らないようにしてください。

利得の設定

MAX477は他の電圧フィードバックオペアンプと同様に、反転又は非反転利得ブロックとして構成できます。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を与えないというのがCMFオペアンプと違うところです。CMFオペアンプの場合、フィードバック抵抗値の範囲が限られており、通常は各利得及び負荷設定に対して使用できる抵抗値は1つです。これはCMFオペアンプの-3dB帯域幅がフィードバック及び負荷抵抗によって設定されるからです。図1aに示すのは反転利得構成とその利得式で、図1bに示すのは非反転利得構成です。

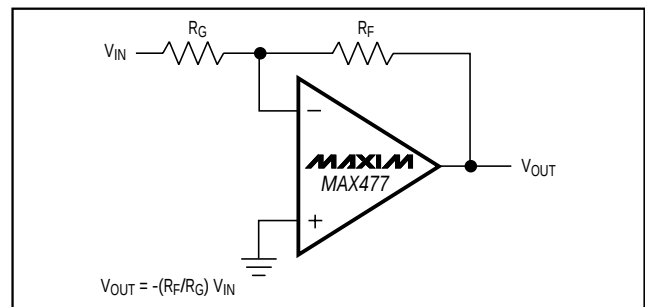


図1a. 反転利得構成

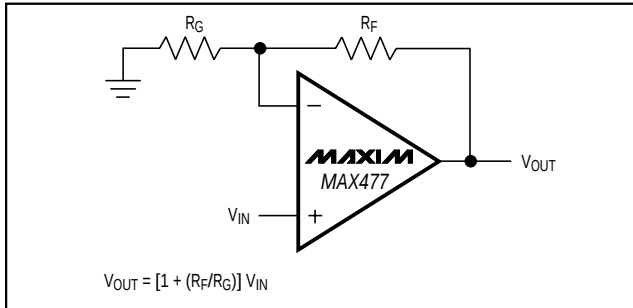


図1b. 非反転利得構成

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重要ではありませんが(これに対して電流フィードバックアンプの場合は重要)、抵抗値が小さくてインダクタンスが無いことが必要です。

高周波回路に最も適しているのは表面実装抵抗です。表面実装抵抗の材質は金属皮膜抵抗の材質と似ていますが、インダクタンスを最小限に抑えるために、厚膜プロセスで平坦かつ直線的に作られています。また、小型でリード線がないため、寄生インダクタンス及び寄生容量も最小限に留められています。

MAX477の入力容量は約1pFです。反転又は非反転構成のどちらの場合でも、 R_f 、 R_g とCで形成されるポール周波数が過剰な位相を引き起こし、その結果アンプの位相マージンが劣化し、発振が起きることがあります(図2)。表1には推奨される抵抗値の組み合わせと、いくつかの利得値における帯域幅の実測値を示します。

DC及びノイズ誤差

MAX477は標準的な電圧フィードバックポロジを採用しているため、ノイズの計算は通常の方法で行えます。また電圧フィードバック構造のおかげで、CMFアンプと比較した場合、MAX477の方が大幅に低いDC誤差及びノイズの高精度アンプとなっていることが、以下の解析によって示されています。

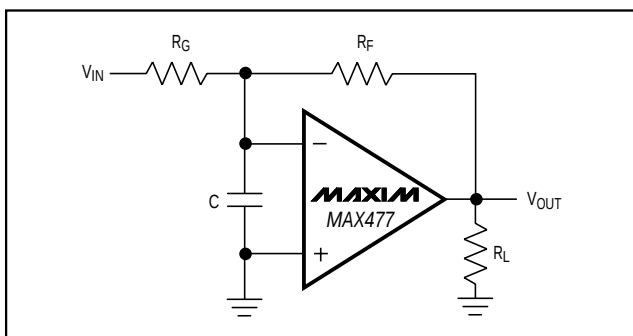


図2. 高フィードバック抵抗値及び寄生容量が帯域幅に与える影響

表1. 閉ループ利得構成での抵抗及び帯域幅

GAIN (V/V)	R_g (Ω)	R_f (Ω)	-3dB BANDWIDTH (MHz)
+1	Open	Short	300
+2	500	500	120
+5	125	500	25
+10	50	450	12
-1	300	300	114
-2	150	300	64
-5	100	500	42
-10	50	500	23

1) 図3で、総出力オフセット誤差は次式で与えられます。

$$V_{OUT} = \left[1 + \frac{R_f}{R_g} \right] \left[V_{OS} + I_B R_S - I_B (R_f \parallel R_g) + I_{OS} (R_S + (R_f \parallel R_g)) \right]$$

R_S を R_f 、 R_g と等しくした特殊なケースでは、 I_B の項は互いに相殺されます。また、 $I_{OS} (R_S + (R_f \parallel R_g)) \ll V_{OS}$ の条件下では、 I_{OS} の項も総DC誤差の式から不要となります。実際の使用条件ではMAX477は高速構成となるため、 R_S 、 R_f 及び R_g の抵抗値は必然的に小さくなります。この場合は V_{OS} の項がDC誤差の支配的なソースになります。

2) 閉ループフィードバック構成におけるMAX477の総入力換算ノイズは、次式によって計算できます。

$$e_T = \sqrt{e_n^2 + e_R^2 + (i_n R_{EQ})^2}$$

ここで

e_n = MAX477の入力換算ノイズ電圧(5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$)

i_n = MAX477の入力換算ノイズ電流(2pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$)

R_{EQ} = 2つの入力での総等価ソース抵抗、すなわち、
 $R_{EQ} = R_S + R_f \parallel R_g$

e_R = R_{EQ} による抵抗ノイズ電圧、すなわち

$$e_R = \sqrt{4KT R_{EQ}}$$

例として、 $R_S = 75\Omega$ 、 $R_f = R_g = 500\Omega$ の場合を考えてみましょう。この場合、

$$R_{EQ} = 75\Omega + (500\Omega \parallel 500\Omega) = 325\Omega$$

$$e_R = \sqrt{4KT \times 325} = 2.3nV/\sqrt{Hz} \text{ at } +25^\circ C$$

$$e_T = \sqrt{(5nV)^2 + (2.3nV)^2 + (2pA \times 325)^2} = 5.5nV/\sqrt{Hz}$$

3) MAX477の出力換算ノイズは総入力換算ノイズ e_T と利得係数の積です。

$$e_{OUT} = e_T \left[1 + \frac{R_f}{R_g} \right]$$

上の例で $e_T = 5.5nV/\sqrt{Hz}$ とし、信号帯域幅を300MHz (ノイズ帯域幅471MHz)とすると、この帯域幅での総出力ノイズは次式で与られます。

$$e_{OUT} = 5.5nV \times \left[1 + \frac{500}{500} \right] \times \sqrt{471MHz} = 239\mu V_{RMS}$$

DCの計算でもノイズの計算でも、誤差はオフセット電圧(V_{OS})と入力ノイズ電圧(e_n)に支配されることに注意してください。電流モードフィードバックアンプの場合、オフセットとノイズ誤差がこれより大幅に高くなるため、全く異なった計算になってきます。

容量性負荷の駆動

MAX477は出力負荷容量がない場合に最高のAC性能を発揮します。これがあてはまるのは、MAX477が正しく終端処理された伝送ラインを駆動する場合です(例えば、逆終端された75Ωケーブル)。MAX477が発振を起こさずに駆動できる容量性負荷は100pFまでですが、その際、AC性能は低下します。

殆どのアンプ回路の場合、大きな容量性負荷を駆動すると発振の可能性が増加します。この傾向は、電圧フォロワのような高ループ利得の回路では特に顕著です。アンプの出力抵抗と負荷コンデンサを結合することで、ループ応答にポールと過剰な位相が付加されます。このポールの周波数がある程度低く、位相マージンがある程度劣化すれば発振が生じます。

容量性負荷を駆動する場合の2つ目の問題は、アンプの出力インピーダンスが高周波で誘導性をおび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。

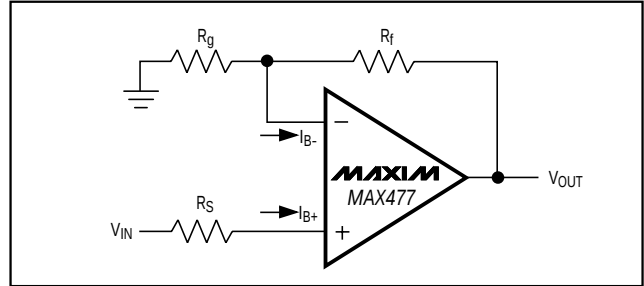


図3. 出力オフセット電圧

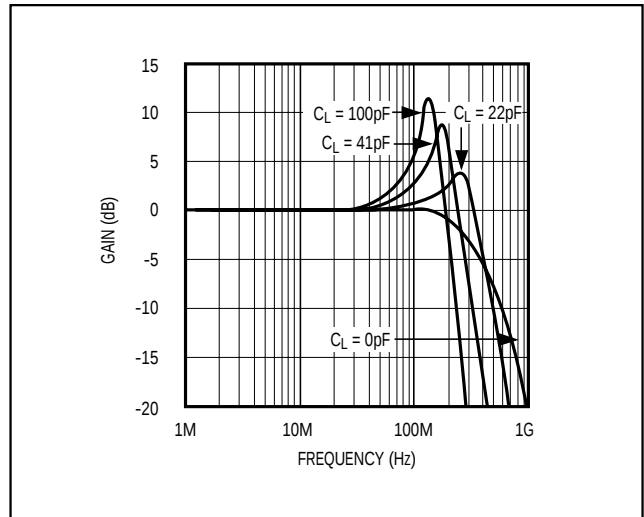


図4. 周波数応答に対する C_{LOAD} の影響($A_{VCL} = +1V/V$)

MAX477は発振を起こさずに100pF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(周波数ドメイン)及びリングング(時間ドメイン)が生じます。これは図4及び「標準動作特性」の小信号及び大信号パルス応答のグラフに示されています。

大きな容量性負荷を駆動する場合やリングングを低減したい場合は、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5)。

R_{ISO} の値は回路の利得及び容量性負荷に依存します。図6に示すのは、様々な容量性負荷を駆動する電圧フォロワに20Ωのアイソレーション抵抗を使用した場合のボーデプロットです。コンデンサ容量が大きい領域では、帯域幅は R_{ISO} と 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これよりずっと上です)。アイソレーション抵抗を付加すると利得精度が劣化することに注意してください。これは負荷とアイソレーション抵抗が分圧器を形成して負荷にかかる電圧を減少させるためです。

フラッシュADCプリアンプ

MAX477は出力駆動能力が高く、容量性負荷を駆動することができるため、高速フラッシュADCの低インピーダンス入力をバッファリングするのに適しています。MAX477は出力インピーダンスが低いため、精度を保ちながらもADCの入力を駆動することができます。図7に示すのは、フラッシュADCである250MspsのMAX100、及び500MspsのMAX101を用いたディジタル化ビデオのプリアンプです。これらのADCはどちらも入力抵抗が50Ωで入力帯域幅が1.2GHzです。

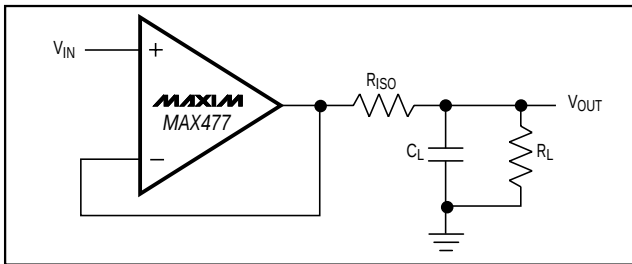


図5. 容量性負荷の駆動回路

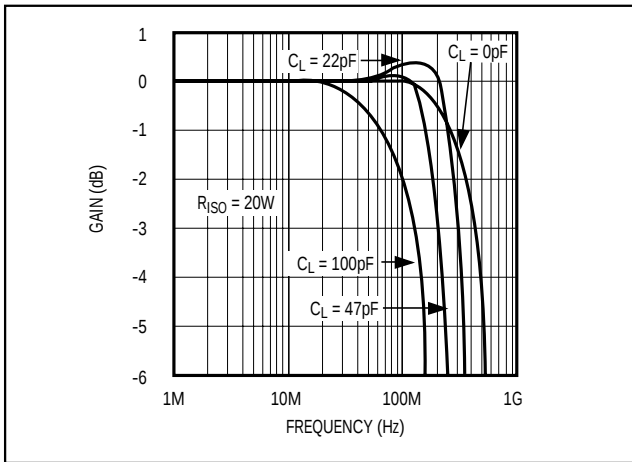


図6. 周波数応答に対する C_{LOAD} の影響
(アイソレーション抵抗を用いた場合)

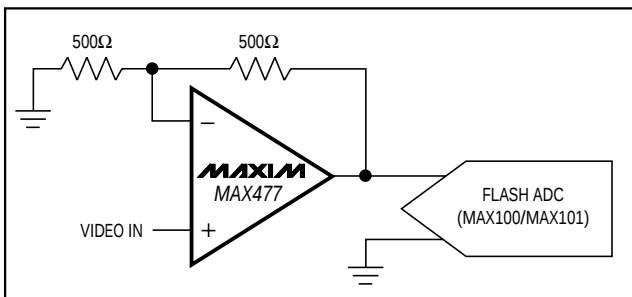


図7. ビデオディジタル化のプリアンプ

高性能ビデオ分配アンプ

MAX477を利得+2の構成で用いると、ビデオ用75Ω逆終端同軸ケーブルのドライバとして使用するのに優れています(図8)。電流出力能力が高いため、+25で最大6個の±2Vp-p、150Ω負荷をMAX477に接続することができます。出力を±1Vp-pに制限すると、負荷の数をさらにこの2倍にすることができます。MAX4278はこれと同様の利得+2のアンプですが、外部利得設定抵抗を必要としません。複数の利得2ビデオラインドライバを一つのパッケージに内蔵したものが必要な場合は、MAX496/MAX497のデータシートを参照してください。

広帯域幅ベッセルフィルタ

MAX477は2つのハイインピーダンス入力を備えているため、あらゆる標準的なアクティブフィルタ構成にも使用できます。部品定数をオペアンプのバイアスとは独立した形で選択できるため、フィルタの設計が容易です。図9に示すのは、複数フィードバックのトポロジーを用いた広帯域幅2次ベッセルフィルタです。部品定数は利得が+2、-3dB帯域幅が10MHz、そして遅延時間が28nsになるように決められています。図10aは方形波パルス応答を示し、図10bはフィルタの周波数応答と遅延時間を示しています。パスバンド内の遅延時間が平坦であることに注意してください。これはベッセルフィルタの特徴です。

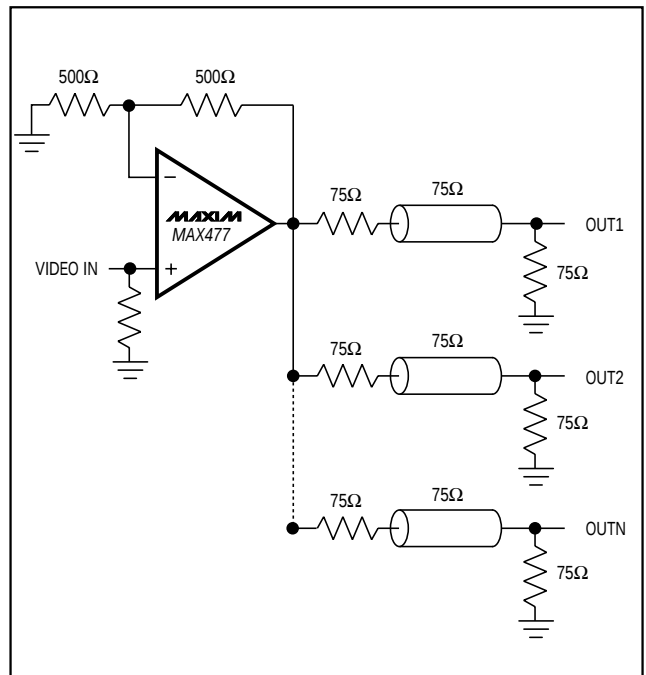


図8. 高性能ビデオ分配アンプ

チップ情報 _____

TRANSISTOR COUNT: 175

SUBSTRATE CONNECTED TO V_{EE}

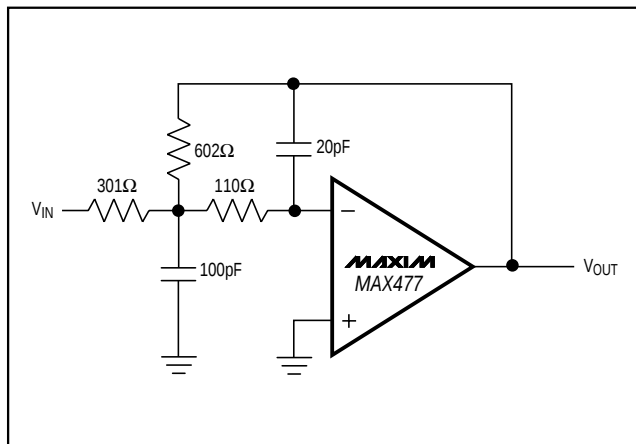


図9. 8MHzのベッセルフィルタ

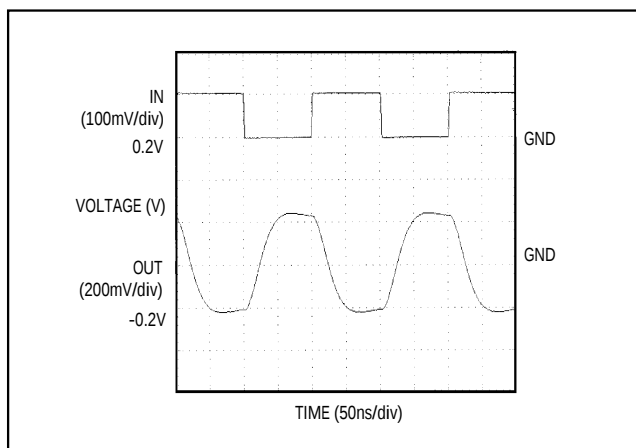


図10a. 5MHzの方形波入力

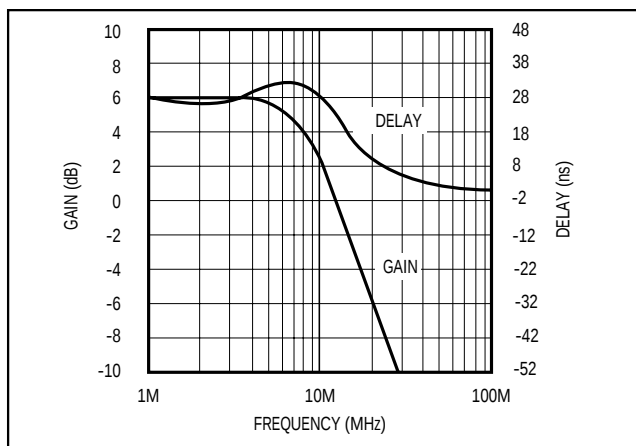


図10b. 利得及び遅延時間対周波数

300MHz高速オペアンプ

MAX477

パッケージ

