

## 新規設計用に推奨されていません。

---

この製品は外部ファウンドリによって製造されたマキシム製品ですが、今後その入手ができなくなりました。新設計用に推奨されていません。データシートは既存ユーザー向けのみを提供されています。

マキシムの代替品または他社のセカンドソースが入手可能な場合があります。この製品のクイックビューデータシートを参照するか、質問がありましたらテクニカルサポートにお問い合わせください。

詳細については[マキシムのアプリケーションテクニカルサポート](#)にお問い合わせください。

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セットリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

## 概要

MAX408/428/448は、ビデオ帯域まで拡張された信号周波数で有用なシングル、デュアル又はクワッドパッケージの高速汎用モノリシックオペアンプです。これらのオペアンプは利得3以上の構成で機能します。出力電流が大きいため、大きな容量性負荷を高速で駆動することができます。

MAX408/428/448はオープンループ電圧利得が10kV/Vでスルーレートが90V/μsと高いため、アナログ増幅及び高速信号処理に最適です。また、いずれも利得帯域幅が100MHz、±0.1%セットリング時間が150nsとなっているため、高速データ変換機器に最適です。

これらのアンプは75Ωの逆終端伝送ラインを5Vp-pの振幅で駆動することができます。

高速性と出力駆動能力に加えて、オフセット電流が35nAでオフセット電圧がトリミング可能になっているため、MAX408/428/448は精度の維持が求められる信号処理アプリケーションに最適です。

## アプリケーション

ビデオアンプ

試験機器

波形発生器

ビデオ分配

パルスアンプ

## 特長

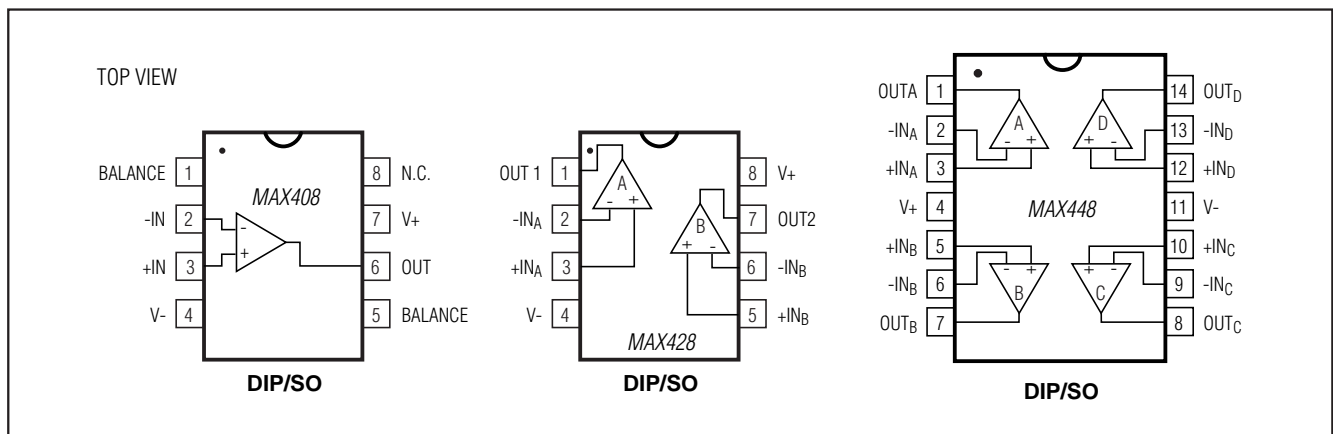
- ◆ 高速セットリング：±0.1%まで150ns
- ◆ 高スルーレート：90V/μs
- ◆ 広利得帯域幅：100MHz
- ◆ フルパワー帯域幅：4.8MHz(6Vp-p)
- ◆ 50°～60°のマージンでA<sub>CL</sub> 3用に内部補償
- ◆ 低電源電圧動作：±4V
- ◆ 広入力電圧範囲：V<sub>+</sub>から1.5V以内、V<sub>-</sub>から0.5V以内
- ◆ 低クロストーク：>90dBセパレーション (MAX428/448)
- ◆ 短絡保護

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX408ACPA	0°C to +70°C	8 Lead Plastic DIP
MAX408ACSA	0°C to +70°C	8 Lead Small Outline
MAX408CPA	0°C to +70°C	8 Lead Plastic DIP
MAX408CSA	0°C to +70°C	8 Lead Small Outline
MAX408C/D	0°C to +70°C	Dice

型番はデータシートの最後に続きます。

## ピン配置



# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltages.....	+6V	14-Pin Plastic DIP	
Differential Input Voltage .....	+9V	(derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
Common Mode Input Voltage .....	V <sub>S</sub>   -0.5V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Output Short Circuit Current Duration .....	Indefinite	Operating Temperature Range	
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)		Commercial (MAX4_8AC/C) .....	0°C to +70°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) ....	727mW	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	Lead Temperature (Soldering, 60 seconds).....	+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—MAX408

(V<sub>S</sub> = ±5V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MAX408C			MAX408AC			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	V <sub>OS</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C 0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 70°C		5 8	12 16		3 5	6 10	mV
Average Offset Voltage Drift	ΔV <sub>OS</sub> /ΔT	0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 70°C		20			20		μV/°C
Input Bias Current	I <sub>B</sub>			650	1100		650	1100	nA
Input Offset Current	I <sub>OS</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C 0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 70°C		35 70	120 200		35 70	120 200	nA
Input Common Mode Range	V <sub>CM</sub>		+3 -4	+3.5 -4.5		+3 -4	+3.5 -4.5		V
Differential Input Resistance	R <sub>IND</sub>	(Note 1)	3	10		3	10		MΩ
Common Mode Input Resistance	R <sub>INC</sub>	(Note 1)	4	8		4	8		MΩ
Differential Input Capacitance	C <sub>IND</sub>			2			2		pF
Common Mode Input Capacitance	C <sub>INC</sub>			3			3		pF
Input Voltage Noise	e <sub>N</sub>	BW = 10Hz to 100kHz		12			12		μV <sub>RMS</sub>
Open Loop Voltage Gain	A <sub>V</sub>	V <sub>OUT</sub> = ±3V, R <sub>L</sub> = 2kΩ	2	5		5	10		V/mV
Output Voltage Swing	V <sub>OUT</sub>	R <sub>L</sub> = 2kΩ R <sub>L</sub> = 150Ω	±3.5 ±2.0	±2.4		±3.5 ±2.5	±2.7		V
Power Supply Current	I <sub>S</sub>			7	10		7	10	mA
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	V <sub>CM</sub> = ±2V	60	70		60	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	ΔV <sub>PS</sub> = ±0.5V	60	66		60	66		dB
Slew Rate (Note 1)	SR	10–90% of Leading Edge (Figure 1)	60	90		60	90		V/μS
Settling Time	t <sub>S</sub>	To ±0.1% (±4mV) of Final Value (Figure 1) (Note 1)		150	200		150	200	ns
Gain Bandwidth Product	GBW			100			100		MHz

**Note 1:** Not tested, guaranteed by design.

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX428

( $V_S = \pm 5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MAX428C			MAX428AC			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$V_{OS}$	$T_A = 25^\circ C$ $0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$		5 8	12 16		3 5	6 10	mV
Average Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$		20			20		$\mu V/^\circ C$
Input Bias Current	$I_B$	$T_A = 25^\circ C$ $0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$		650	1100 1700		650	1100 1700	mA
Input Offset Current	$I_{OS}$			35	120		35	120	nA
Input Common Mode Range	$V_{CM}$		+3 -4	+3.5 -4.5		+3 -4	+3.5 -4.5		V
Differential Input Resistance	$R_{IND}$	(Note 1)	3	10		3	10		$M\Omega$
Common Mode Input Resistance	$R_{INC}$	(Note 1)	4	8		4	8		$M\Omega$
Differential Input Capacitance	$C_{IND}$			2			2		pF
Common Mode Input Capacitance	$C_{INC}$			3			3		pF
Input Voltage Noise	$e_N$	$BW = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$		12			12		$\mu V_{RMS}$
Open Loop Voltage Gain	$A_V$	$V_{OUT} = \pm 3V$ , $R_L = 2k\Omega$	2	5		5	10		V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OUT}$	$R_L = 2k\Omega$ $R_L = 150\Omega$	$\pm 3.5$ $\pm 2.0$	$\pm 2.4$		$\pm 3.5$ $\pm 2.5$	$\pm 2.7$		V
Power Supply Current (Both Amplifiers)	$I_S$			15	20		15	20	mA
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	$V_{CM} = \pm 2V$	60	70		60	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$\Delta V_{PS} = \pm 0.5V$	60	66		60	66		dB
Slew Rate (Note 1)	SR	10–90% of Leading Edge (Figure 1)	60	90		60	90		V/ $\mu S$
Settling Time	$t_S$	To $\pm 0.1\%$ ( $\pm 4mV$ ) of Final Value (Figure 1) (Note 1)		150	200		150	200	ns
Gain Bandwidth Product	GBW			100			100		MHz

**Note 1:** Not tested, guaranteed by design.

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX448

( $V_S = \pm 5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MAX408C			MAX408AC			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$V_{OS}$	$T_A = 25^\circ C$ $0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$		5 8	12 16		3 5	6 10	mV
Average Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$0^\circ C < T_A \leq 70^\circ C$		20			20		$\mu V/^\circ C$
Input Bias Current	$I_B$	$T_A = 25^\circ C$ $0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$		650	1100 1700		650	1100 1700	nA
Input Offset Current	$I_{OS}$			35	120		35	120	nA
Input Common Mode Range	$V_{CM}$		+3 -4	+3.5 -4.5		+3 -4	+3.5 -4.5		V
Differential Input Resistance	$R_{IND}$	(Note 1)	3	10		3	10		$M\Omega$
Common Mode Input Resistance	$R_{INC}$	(Note 1)	4	8		4	8		$M\Omega$
Differential Input Capacitance	$C_{IND}$			2					pF
Common Mode Input Capacitance	$C_{INC}$			3			3		pF
Input Voltage Noise	$e_N$	$BW = 10Hz$ to $100kHz$		12			12		$\mu V_{RMS}$
Open Loop Voltage Gain	$A_V$	$V_{OUT} = \pm 3V$ , $R_L = 2k\Omega$	2	5		4	10		V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OUT}$	$R_L = 2k\Omega$ $R_L = 150\Omega$	$\pm 3.5$ $\pm 2.0$	$\pm 2.4$		$\pm 3.5$ $\pm 2.5$	$\pm 2.7$		V
Power Supply Current (All Four Amplifiers)	$I_S$			30	40		30	40	mA
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$\Delta V_{PS} = \pm 0.5V$	60	66		60	66		dB
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	$V_{CM} = \pm 2V$	60	70		60	70		dB
Slew Rate (Note 1)	SR	10–90% of Leading Edge (Figure 1)	60	90		60	90		V/ $\mu S$
Settling Time	$t_S$	To $\pm 0.1\%$ ( $\pm 4mV$ ) of Final Value (Figure 1) (Note 1)		150	200		150	200	ns
Gain Bandwidth Product	GBW			100			100		MHz

**Note 1:** Not tested, guaranteed by design.

## AC CHARACTERISTICS—MAX408/428/448

( $V_S = \pm 5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise specified.)

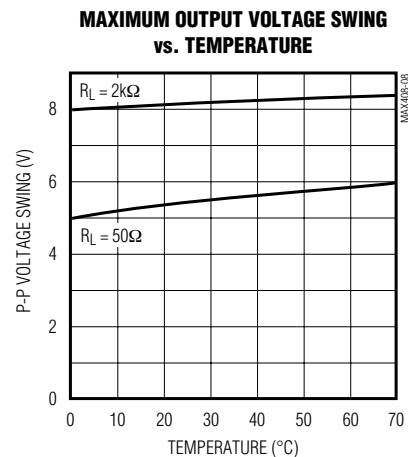
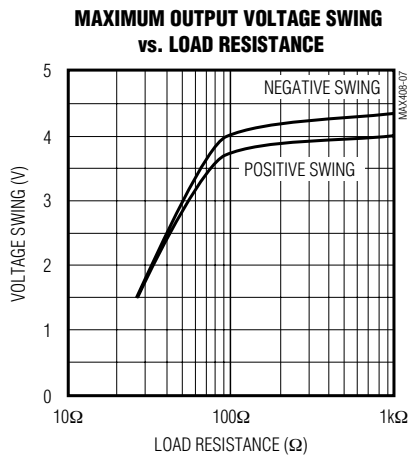
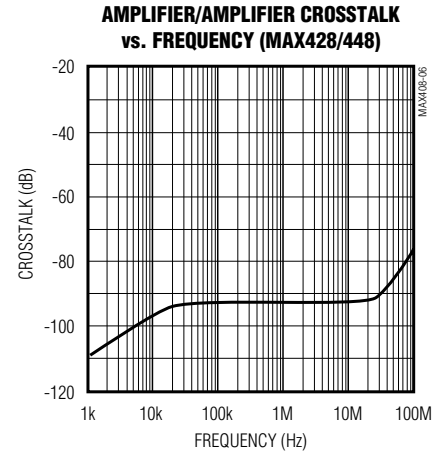
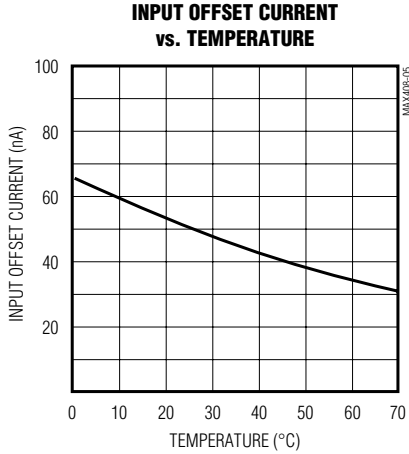
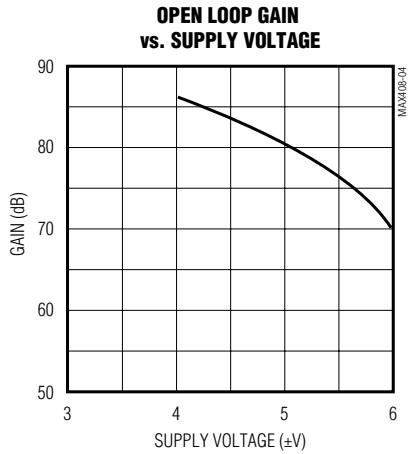
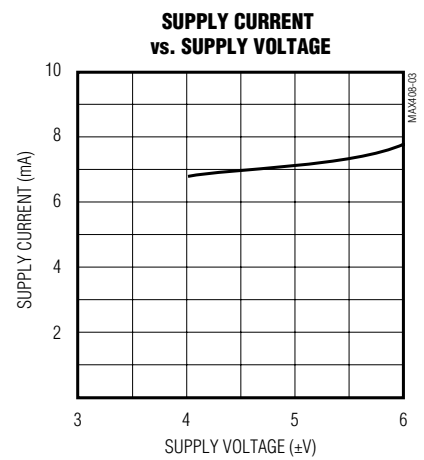
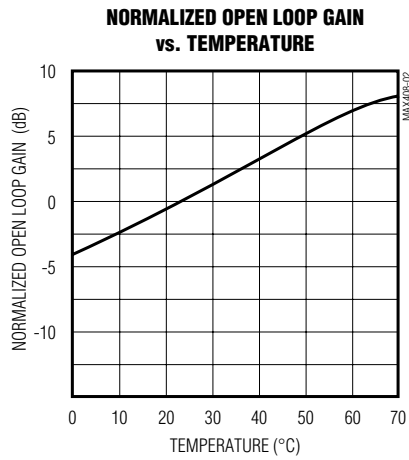
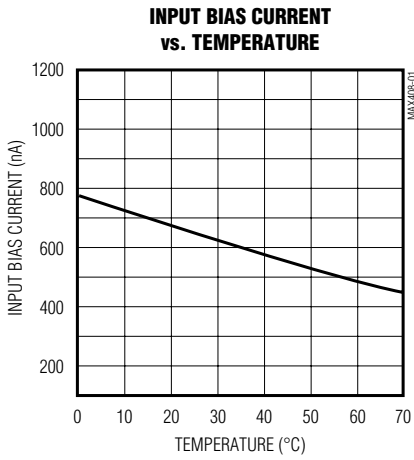
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MAX4XXC			MAX4XXC			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Small Signal Rise/Fall Time	$t_r/t_f$	$e_O = \pm 100mV$ 10–90% (Figure 1)		7			7		ns
Full Power Bandwidth	$BW_{FP}$	$R_L = 2k\Omega$ , $C_L = 50pF$ $V_{OUT} = 6V_{p-p}$		4.8			4.8		MHz
Amp-Amp Crosstalk (MAX428/448)		Input Referenced $f = 10kHz$		-96			-96		dB

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

## 標準動作特性

( $V_S = \pm 5$ ,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise stated and apply for each individual op amp where applicable.)

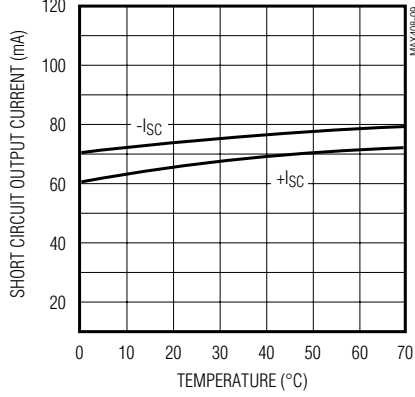


# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

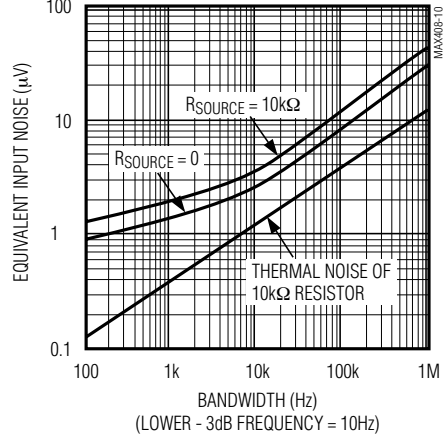
## 標準動作特性(続き)

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

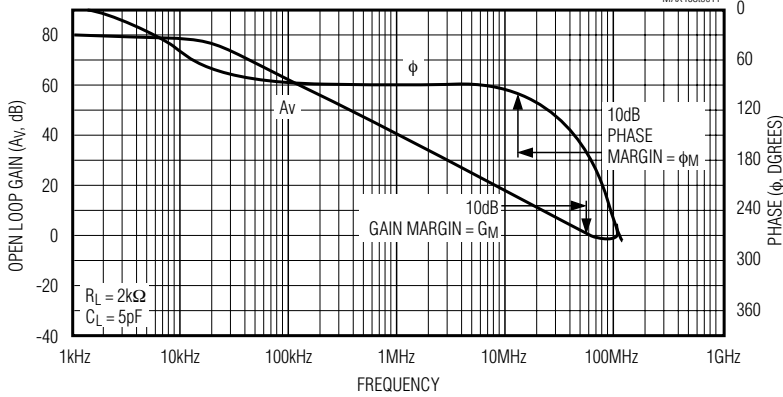
**SHORT CIRCUIT OUTPUT CURRENT vs. TEMPERATURE**



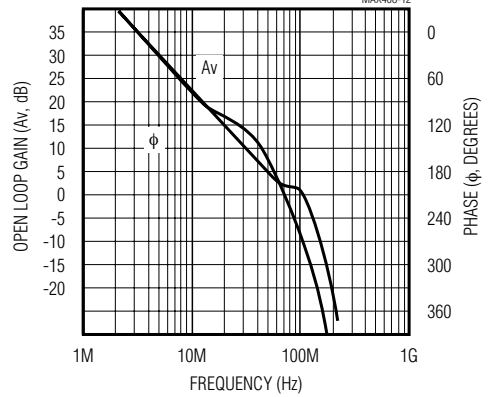
**EQUIVALENT INPUT NOISE vs. BANDWIDTH**



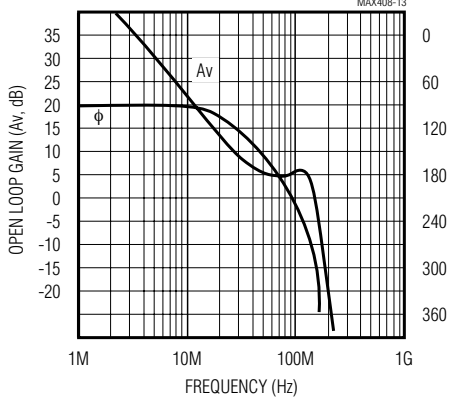
**OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE**



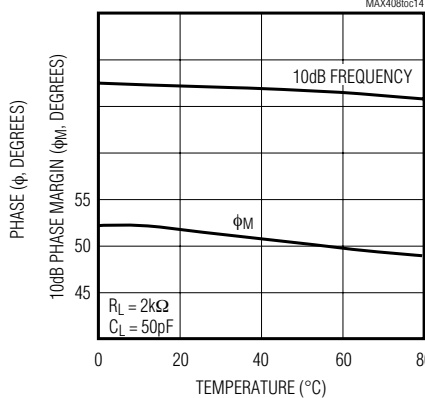
**OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE,  $R_L = 50\Omega, C_L = 50pF$**



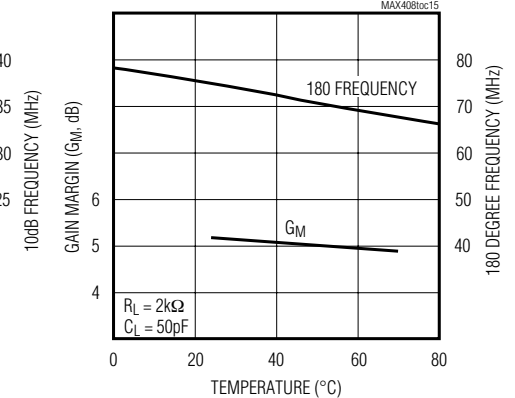
**OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE,  $R_L = 2k\Omega, C_L = 50pF$**



**10dB PHASE MARGIN AND 10dB FREQUENCY vs. TEMP**



**GAIN MARGIN AND 180 DEGREE FREQUENCY vs. TEMP ( $A_v = 10dB$ )**



# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セットリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

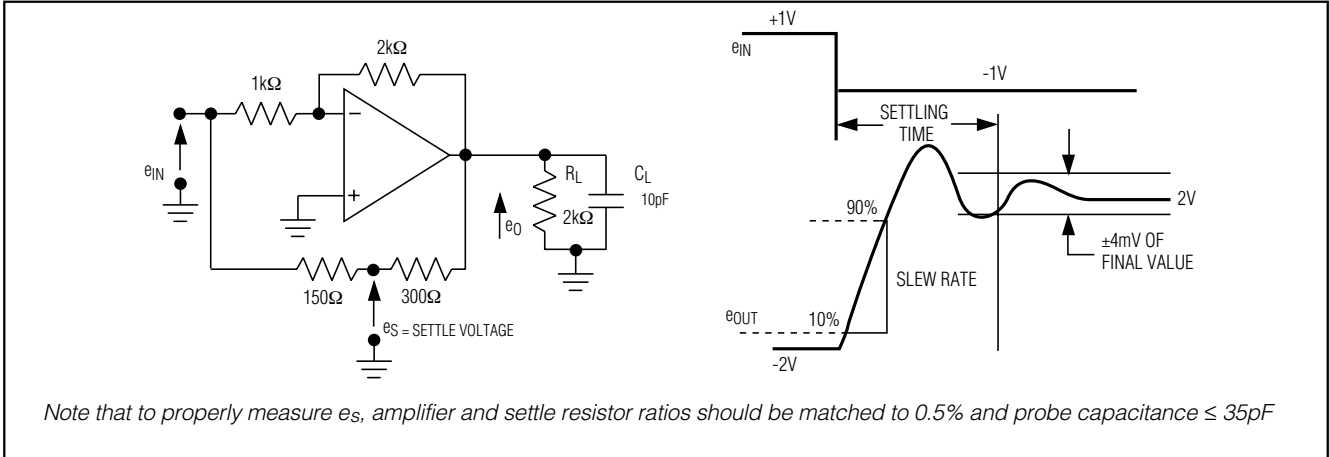


図1A. セトリング時間とスルーレートの試験回路

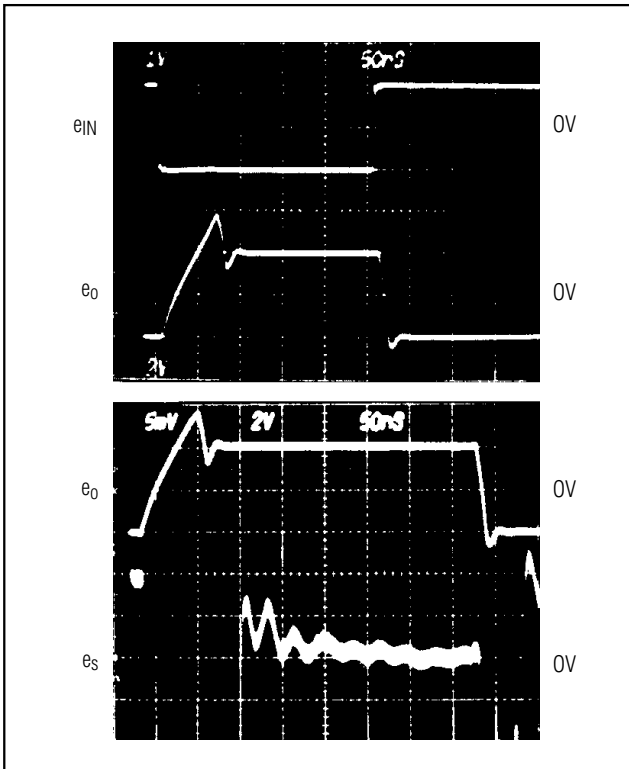


図1B. 大信号応答



図1C. 小信号応答

## アプリケーション情報

### AC特性

MAX408/428/448はフィードフォワード補償なしに10dBクロスオーバーポイント35MHzを実現しています(フィードフォワードを行うと回復特性が長くなります)。シングルポールロールオフは50MHz近くまで典型的な20dB/decadeスロープとなります。50pFの容量性負荷があっても10dB(3.2V/V)位相マージン50°を実現しているため、最低約3V/Vの非反転利得構成(反転利得-2V/V)においても安定した予測可能な性能を示します。50MHzを超える周波数においては、20dB/decadeのスロープは出力段のゼロによって乱されます。このゼロのダンピング因子は $R_L$ 、 $C_L$ 負荷の組合わせに依存します。この結果、70MHz~100MHzの周波数で利得マージン(ループ位相 = 360°における利得)が低下します。このため図3及び図4に示す通り、利得3のアンプ構成の利得マージン5dB( $R_L = 2\text{k}$ 、 $C_L = 5\text{pF}$ )においてピークが出現します。



# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

図3は周波数範囲10MHz~200MHzにおけるオープンループ特性の拡大図及びそれに対応する同様の負荷条件における利得3の非反転アンプの閉ループ特性を示しています。オープンループ特性は入力容量ポールによってカバーされる余分な位相シフトを示していないことに注意して下さい。30~40MHzにおける閉ループピーキングが、オープンループ特性の示す $50^\circ \sim 60^\circ$ の位相マージンから予想されるものよりも大きくなっているのはこのためです。対応する小信号ステップ応答特性は、オーバershoot 16~33%の挙動の良好なパルス波形を示しています。

入力容量ポールは $R_2$ にフィードバックコンデンサを付け加えることによって中和することができます。容量値は $R_1 C_{IN} = R_2 C_{FB}$ に基づいて選択します。ここで、 $C_{IN}$ はコモンモード及び差動入力容量の和(約5pF)です。 $R_2 = 2R_1$ の時、 $C_{FB} = C_{IN}/2$ は約2.5pFです。

図4にこのフィードバックコンデンサを付加した場合の結果を示します。入力容量を中和すると、70~100MHzにおける利得マージンの喪失に起因するピーキングを示します。負荷時間定数( $R_L C_L$ )が増えるにつれて、ピーキングは悪化していきます( $R_L = 2k$ 、 $C_L = 50pF$ の時約6dB)。ステップ応答波形は予想通りで、 $R_L = 2k$ 、 $C_L = 50pF$ において非常に強い88MHzリングングが生じ、 $R_L = 50$ 、 $C_L = 5pF$ においてオーバershootがありません。

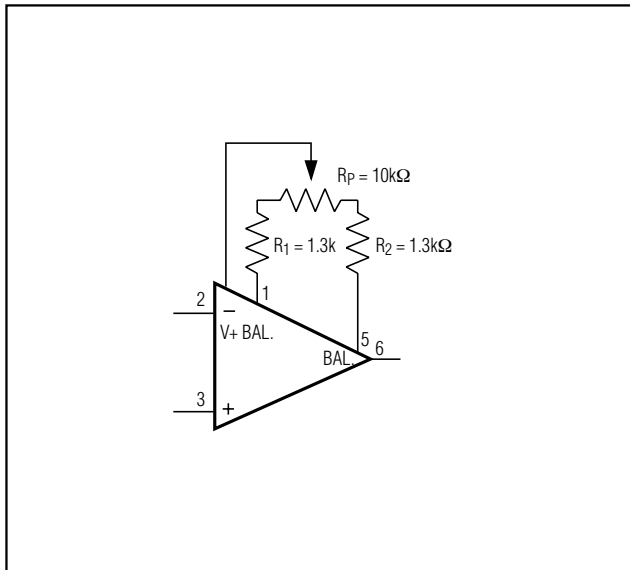


図2. MAX408の $V_{OS}$ のヌル調整方法

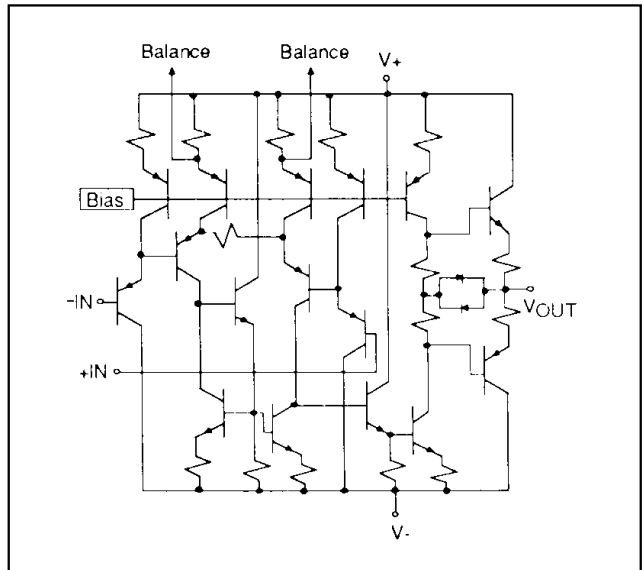
## レイアウト上の考慮

他の高速広帯域アンプと同様、安定動作を保証するためには確実なレイアウトの考慮が必要です。アンプへの接続は全てできるだけ短くして下さい。電源は0.1 $\mu$ Fコンデンサで信号グランドにバイパスして下さい。安定性を確実にする最善の方法としてグランドプレーンの使用をお勧めします。これは、グランドプレーンがグランド信号経路内の浮遊インダクタンス及び望ましくないカップリングを最小限に抑えるためです。

容量性の影響を最小限に抑えるため、抵抗値はアプリケーションの許す範囲でできるだけ小さくして下さい。

## MAX408のオフセットヌル調整

図2の構成により標準的な $V_{OS}$ ヌル調整範囲 $\pm 15mV$ が得られます。調整範囲を小さくしたい時は、それに応じて抵抗値 $R_1$ と $R_2$ を大きくして下さい。例えば $R_1 = 3.6k$ の場合、調整範囲は $\pm 5mV$ となります。ピン1~5は信号経路に属していないため、AC特性が乱されることはありません。



簡略化回路図。MAX428/448の場合はバランスピンを外して下さい。

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

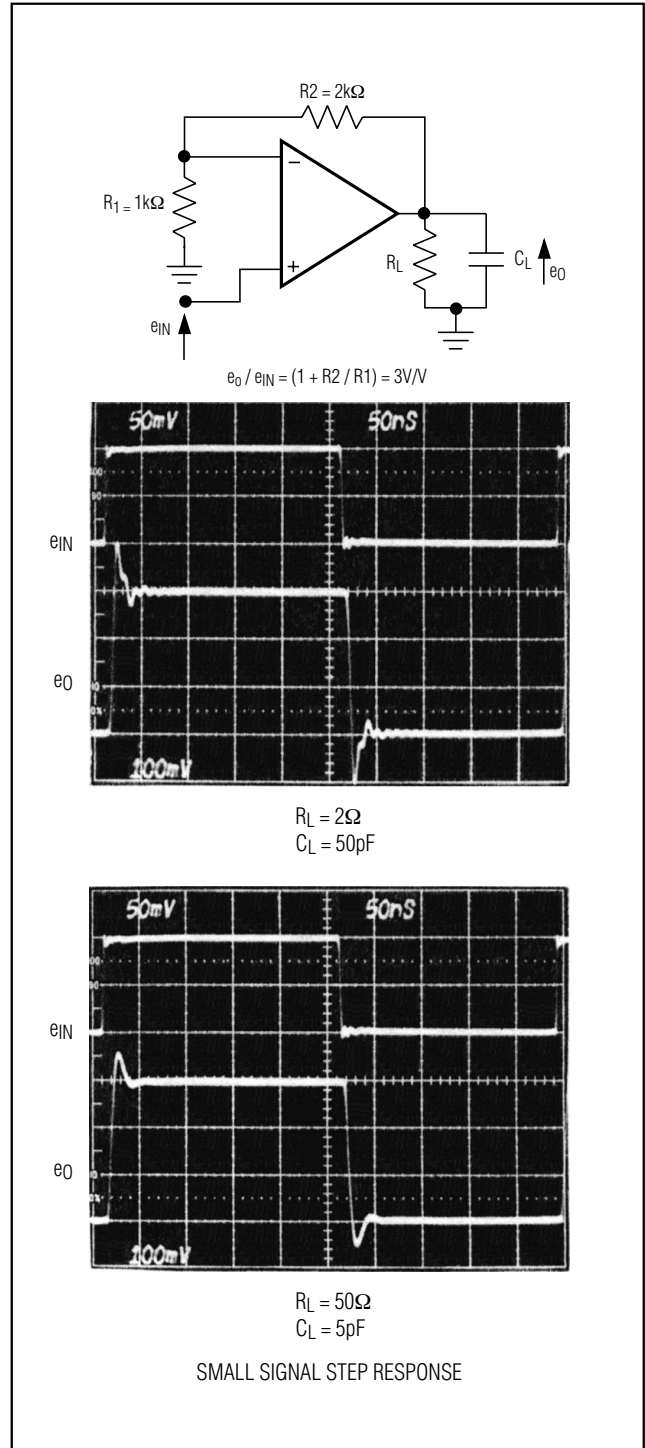
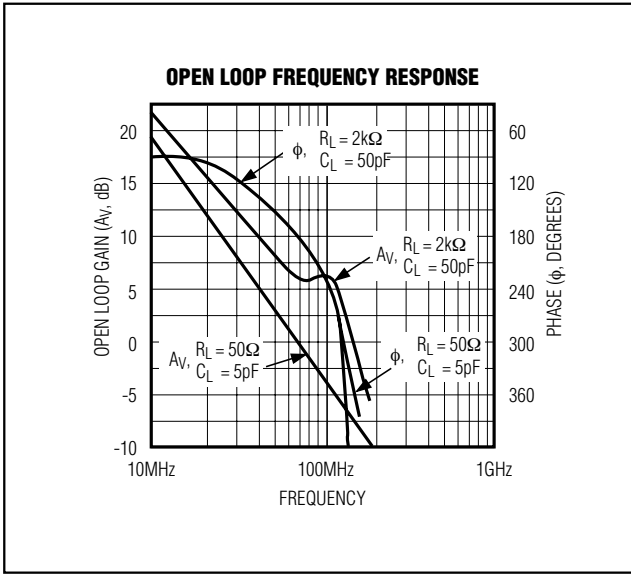


図3. 周波数及び時間ドメインの応答特性( $A_v = 3$ )

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

MAX408/428/448

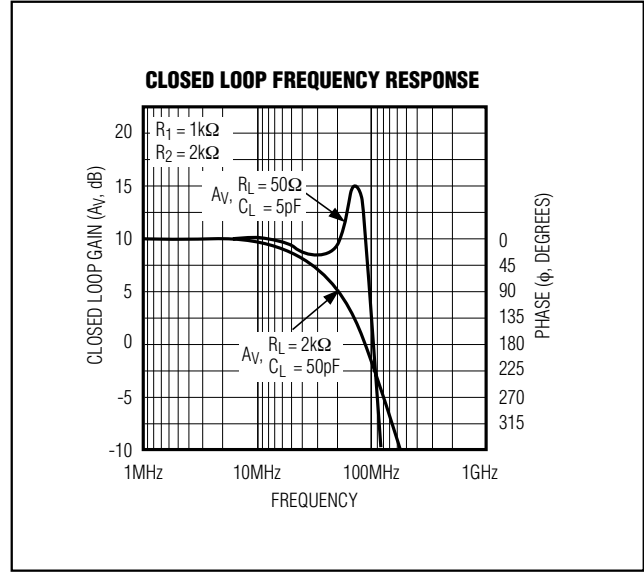
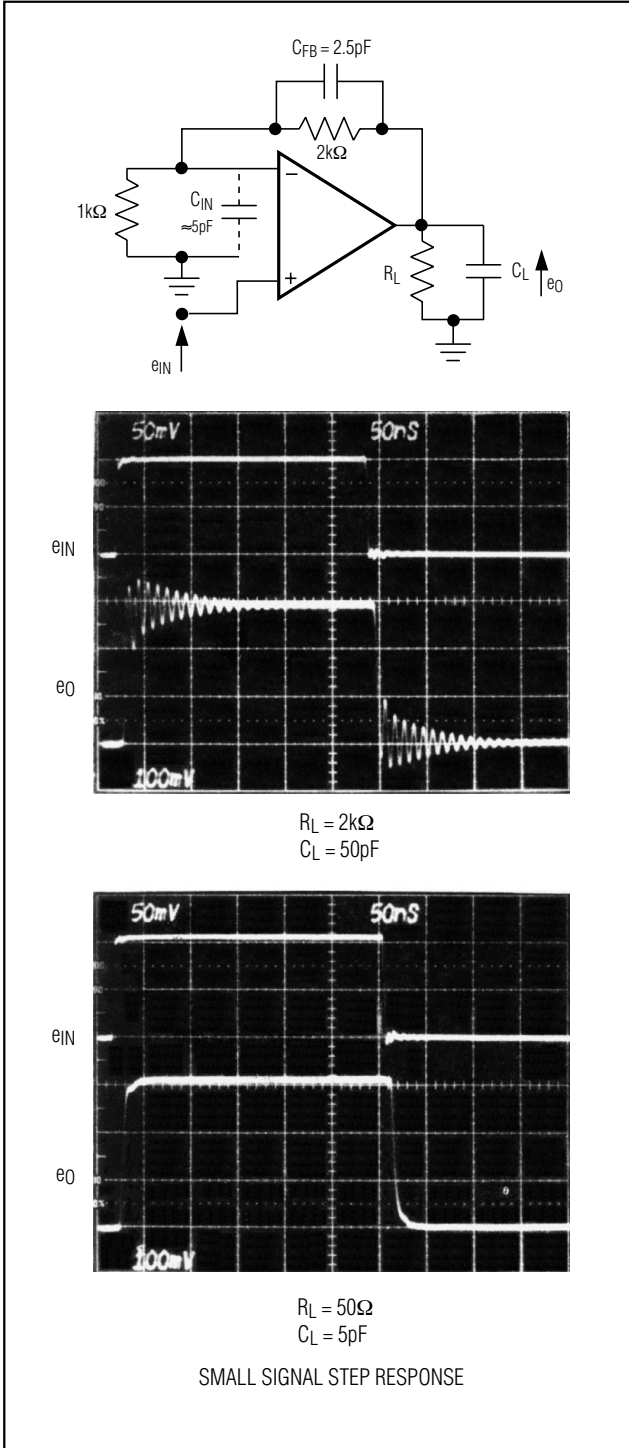


図4. 入力ポールをキャンセルした場合の応答特性( $A_V = 3$ )

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セットリング 高出力電流オペアンプ

型番(続き) \_\_\_\_\_

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
<b>MAX428A_CPA</b>	0°C to +70°C	8 Lead Plastic DIP
MAX428ACSA	0°C to +70°C	8 Lead Small Outline
MAX428CPA	0°C to +70°C	8 Lead Plastic DIP
MAX428CSA	0°C to +70°C	8 Lead Small Outline
MAX428C/D	0°C to +70°C	Dice
<b>MAX448ACPD</b>	0°C to +70°C	14 Lead Plastic DIP
MAX448ACSD	0°C to +70°C	14 Lead Small Outline
MAX448CPD	0°C to +70°C	14 Lead Plastic DIP
MAX448CSD	0°C to +70°C	14 Lead Small Outline
MAX448C/D	0°C to +70°C	Dice

**MAX408/428/448**

# シングル/デュアル/クワッド、高速、高セトリング 高出力電流オペアンプ

---

MAX408/428/448

## NOTES

販売代理店

## マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

12 \_\_\_\_\_ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**