

## ハイボルテージパワーオペアンプ



### 特長

- ・高電圧 : 450V (±225V)
- ・低静止電流 : 2mA
- ・出力電流: 100mA
- ・プログラム可能な電流制限
- ・低バイアス電流 : FET 入力



### アプリケーション

- ・ピエゾ式ポジショニング
- ・高電圧計測
- ・静電トランスデューサ
- ・最大 440V のプログラマブル電源

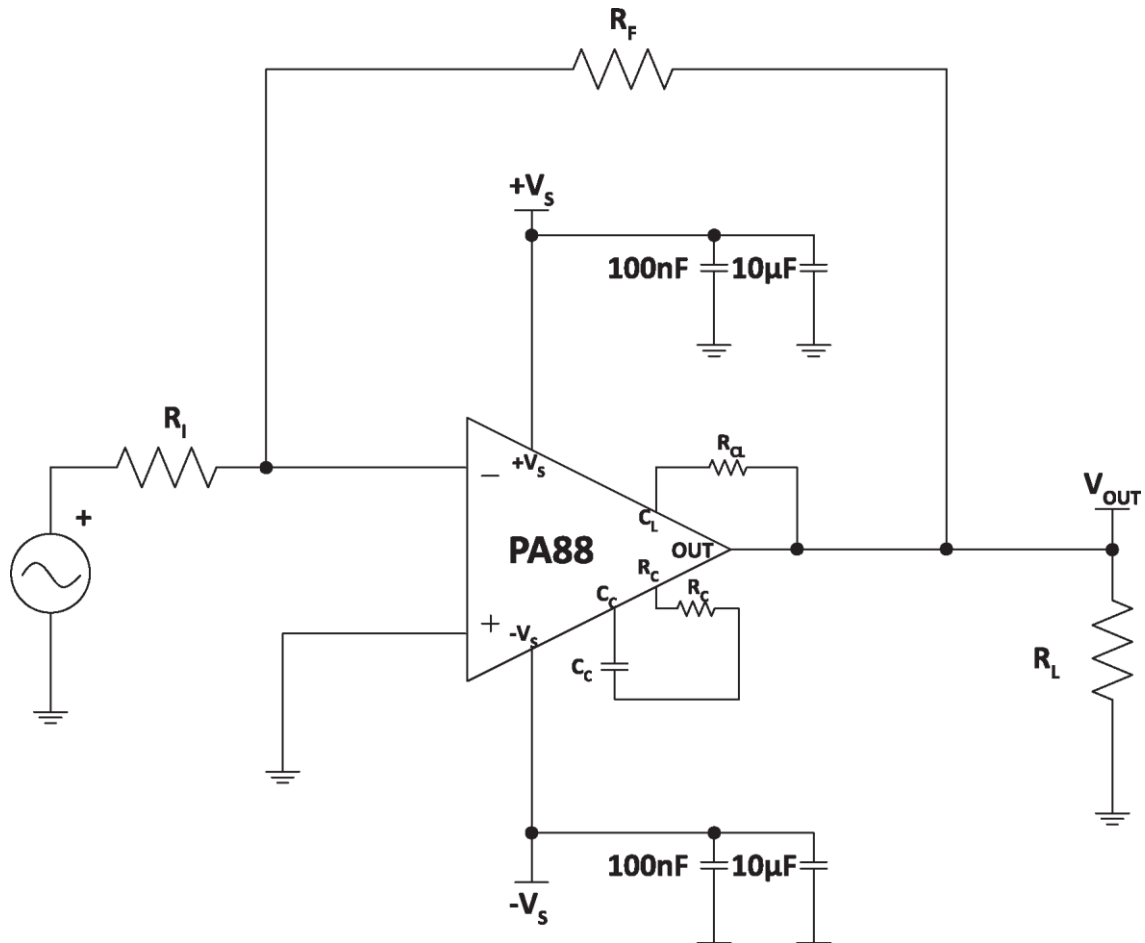
### 説明

PA88 は、高電圧・低消費電流の MOSFET オペアンプで、最大 100mA の出力に対応可能です。出力電圧は、デュアルサプライで最大±215V、シングルサプライで最大+440V です。安全動作領域(SOA)は、2次降伏の制限がなく、適切な電流制限抵抗を選択することで、あらゆる種類の負荷に対応できます。カスコード方式の入力回路構成により高精度を実現しています。すべての内部バイアスは、ブートストラップされたツェナー-MOSFET 電流源を基準としています。その結果、PA88 は、これまでにない電源範囲の広さと優れた電源遮断特性を実現しています。MOSFET 出力段はリニア動作のためにオンにバイアスされています。外部補正機能により、柔軟な対応が可能です。

このハイブリッド回路は、ベリリウム(BeO)基板、厚膜抵抗、セラミックコンデンサー、半導体チップを使用し、信頼性の向上、小型化、高性能化を実現しました。超音波接合されたアルミ線により、あらゆる動作温度で信頼性の高い相互接続を実現しています。また、8ピンの TO-3 パッケージは気密封止され、電気的に絶縁されています。圧縮可能な熱絶縁ワッシャーの使用や不適切な取り付けトルクは製品保証の対象外となります。アプリケーションノート 1「一般的な運用上の注意」を参照してください。

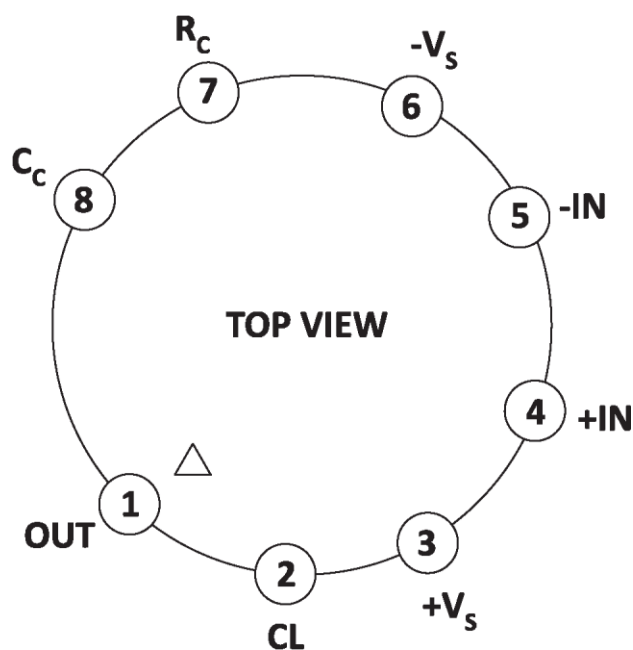
代表的な接続

Figure 1: 代表的な接続図



ピン配置および説明

Figure 2: 外部接続



ピン番号	名称	説明
1	OUT	この端子を負荷および帰還抵抗に接続してください。
2	CL	電流制限抵抗に接続。RCL を介して本端子に出力電流が流入・流出します。RCL の反対側には、出力端子と負荷が接続されます。
3	+Vs	正の電源レール。
4	+IN	非反転入力。
5	-IN	反転入力。
6	-Vs	負の電源レール。
7	RC	補償抵抗の接続端子。位相補償に応じた値を選択してください。該当項目を参照。
8	CC	補償用コンデンサの接続端子。位相補償に応じて選択してください。該当項目を参照。

# PA88 • PA88A



## 仕様

特に指定のない限り TC = 25°C, 補償 = CC = 68pF, RC = 100 Ω. DC 入力仕様は±値となっています。電源電圧は定格値です。

## 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, +V <sub>s</sub> To -V <sub>s</sub>	+V <sub>s</sub> to -V <sub>s</sub>		450	V
Output Current	I <sub>O</sub>	See SOA		
Power Dissipation, continuous @ T <sub>c</sub> = 25°C	P <sub>D</sub>		15	W
Input Voltage, differential	V <sub>IN</sub> (Diff)		±25	V
Input Voltage, common mode	V <sub>cm</sub>		±V <sub>s</sub>	V
Temperature, pin solder - 10s max.			350	°C
Temperature, junction <sup>1</sup>	T <sub>J</sub>		150	°C
Temperature, storage		-65	+150	°C
Operating Temperature Range, case	T <sub>c</sub>	-55	+125	°C

1. 最大接合部温度で長時間動作させると、製品寿命が短くなります。高い MTTF を実現するために、内部の電力消費を抑えてください。

## 入力

Parameter	Test Conditions	PA88			PA88A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial			0.5	2		0.25	0.5	mV
Offset Voltage vs. Temperature	Full temp range		10	30		5	10	pV/°C
Offset Voltage vs. Supply			1	5		*	*	pV/V
Offset Voltage vs. Time			75			*		pV/Vkh
Bias Current, initial <sup>1</sup>			5	50		3	10	pA
Bias Current vs. Supply			0.01			*		pA/V
Offset Current, initial <sup>1</sup>			2.5	100		3	20	pA
Input Impedance, DC			10 <sup>11</sup>			*		Ω
Input Capacitance			4			*		pF
Common Mode Voltage Range <sup>2</sup>		±V <sub>s</sub> -15			*			V
Common Mode Rejection, DC	V <sub>CM</sub> = ±90V	90	110		*	*		dB
Noise	100 kHz BW, R <sub>S</sub> =1 kΩ, C <sub>c</sub> =15pf		2			*		pVrms

1. 温度が 10°C 上がるごとに 2 倍になります。
2. +V<sub>S</sub>、-V<sub>S</sub> はそれぞれプラス、マイナスの電源レールを示します。

### ゲイン

Parameter	Test Conditions	PA88			PA88A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open Loop, @ 15 Hz	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ , $C_C = \text{OPEN}$	96	111		*	*		dB
Gain Bandwidth Product @ 1 MHz	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ , $C_C = 15\text{ pf}$ , $R_C = 100\Omega$		2.1			*		MHz
Power Bandwidth	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ , $C_C = 15\text{ pf}$ , $R_C = 100\Omega$		6			*		kHz
Phase Margin	Full temp range		60			*		°

### 出力

Parameter	Test Conditions	PA88			PA88A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing <sup>1</sup>	Full temp range, $I_O = \pm 75\text{ mA}$	$\pm V_S - 16$	$\pm V_S - 14$		*	*		V
Voltage Swing <sup>1</sup>	Full temp range, $I_O = \pm 20\text{ mA}$	$\pm V_S - 10$	$\pm V_S - 5.2$		*	*		V
Current, continuous	$T_C = 85^\circ\text{C}$	$\pm 100$				*		mA
Slew Rate, $A_V = 20$	$C_C = 15\text{ pf}$ , $R_C = 100\Omega$		8			*		V/ps
Slew Rate, $A_V = 100$	$C_C = \text{OPEN}$		30			*		V/ps
Capacitive Load, $A_V = +1$	Full temp range	470			*			pF
Settling Time to 0.1%	$C_C = 15\text{ pf}$ , $R_C = 100\Omega$ , 2V step		10			*		ps
Resistance, no load	$R_{CL} = 0$		100			*		$\Omega$

1. +VS、-VS はそれぞれプラス、マイナスの電源レールを示します。

### 電源

Parameter	Test Conditions	PA88			PA88A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage <sup>1</sup>		$\pm 15$	$\pm 200$	$\pm 225$	*	*	*	V
Current, quiescent,			1.7	2		*	*	mA

1. 25°Cケース以下では、最大電源定格を 0.625V/°Cディレーティングしてください。  
25°Cケース以上ではディレーティングは不要です。

### 温度特性

Parameter	Test Conditions	PA88			PA88A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Resistance, AC, junction to case <sup>1</sup>	Full temp range, F > 60 Hz			5			*	°C/W
Resistance, DC, junction to case	Full temp range, F < 60 Hz			8.3			*	°C/W
Resistance, junction to air	Full temp range		30			*		°C/W
Temperature Range, case	Meets full range specifications	-25		+85	*		*	°C

1. 定格は、出力電流が両出力トランジスタ間で 60Hz 以上の速さで交互に流れる場合に適用されます。

### 注意事項

PA88 は MOSFET のトランジスタで構成されています。ESD の取り扱いには注意が必要です。内部基板にはベリリウム(BeO)が含まれています。封を切らないでください。誤って破損した場合は、有毒ガスの発生を避けるために、粉碎、機械加工、850°Cを超える温度での処理はしないでください。

代表的なパフォーマンスグラフ

Figure 3: Power Derating

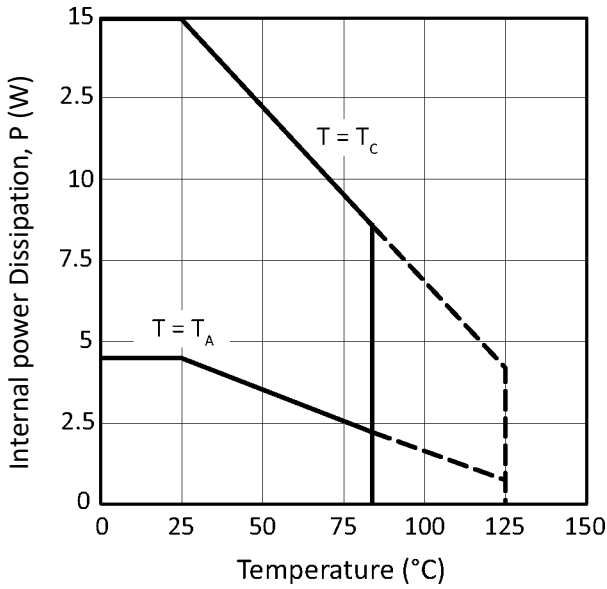


Figure 4: Quiescent Current

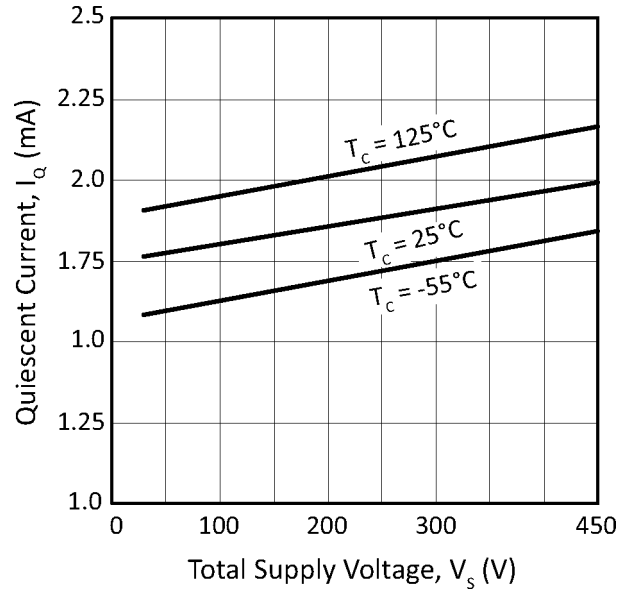


Figure 5: Small Signal Response

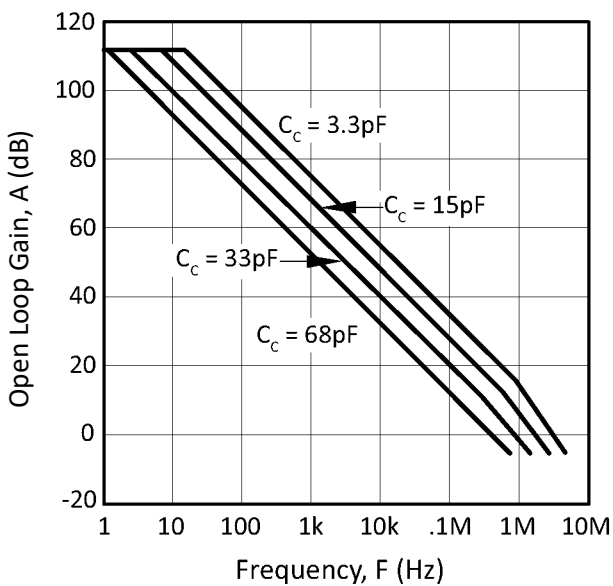


Figure 6: Phase Response

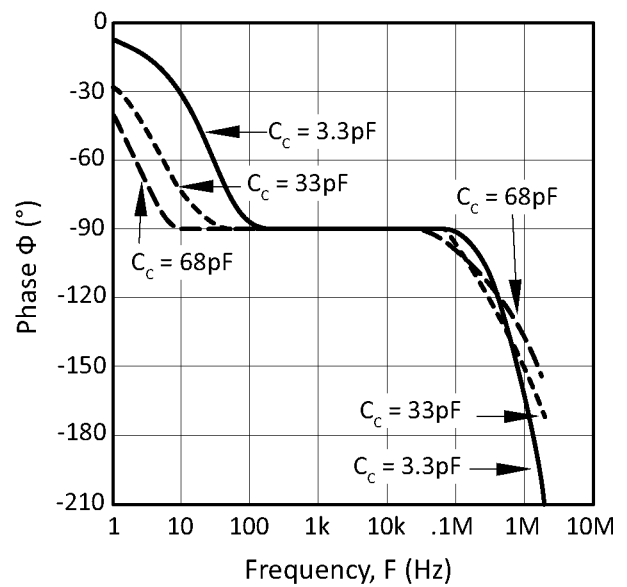


Figure 7: Output Voltage Swing

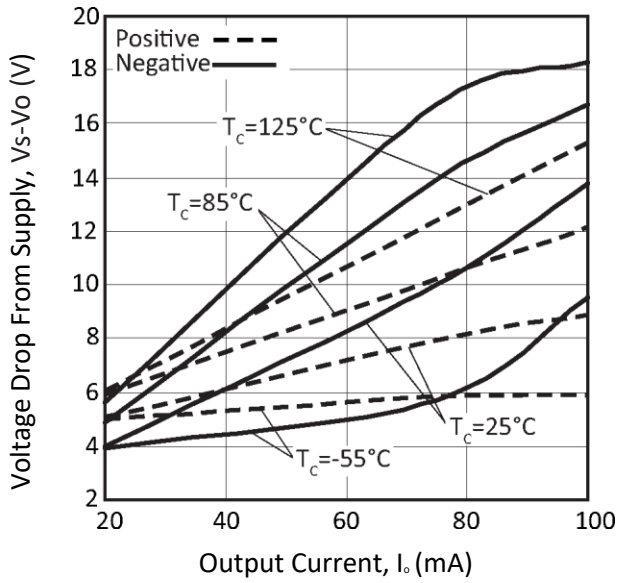


Figure 8: Power Response

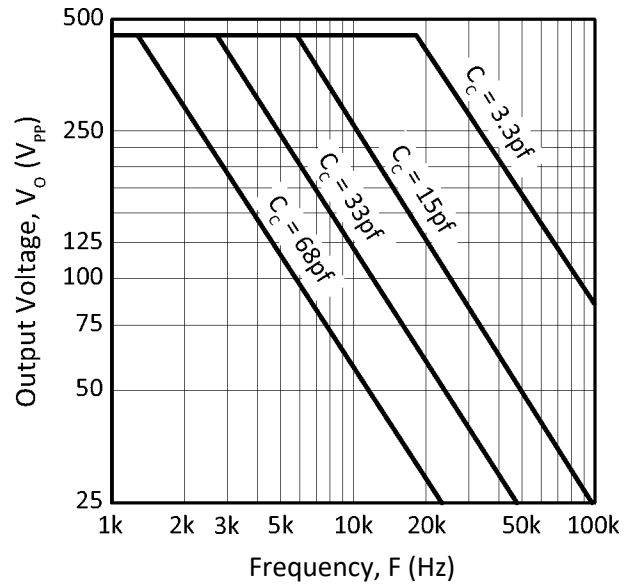


Figure 9: Slew Rate

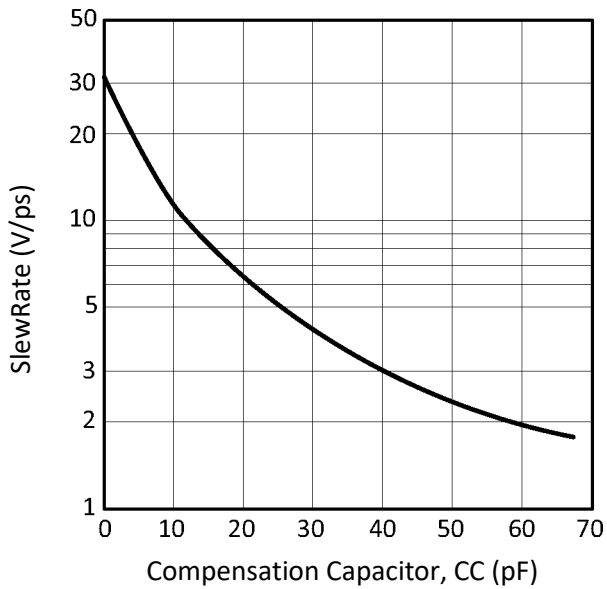


Figure 10: Harmonic Distortion

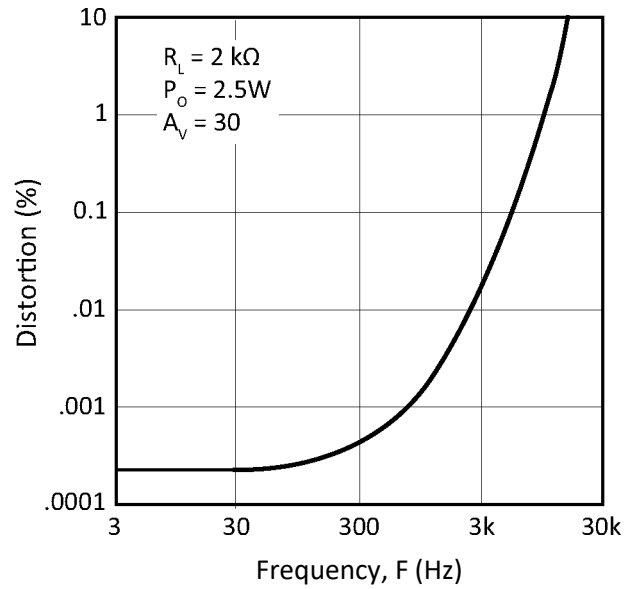




Figure 11: Input Noise

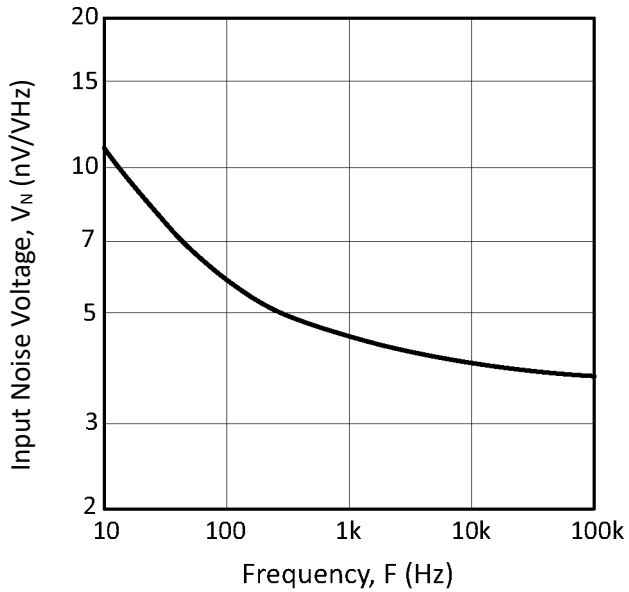


Figure 12: Common Mode Rejection

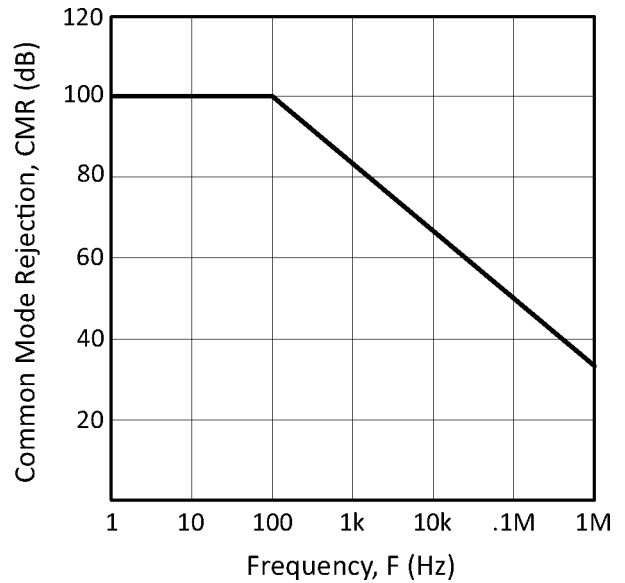


Figure 13: Power Supply Rejection

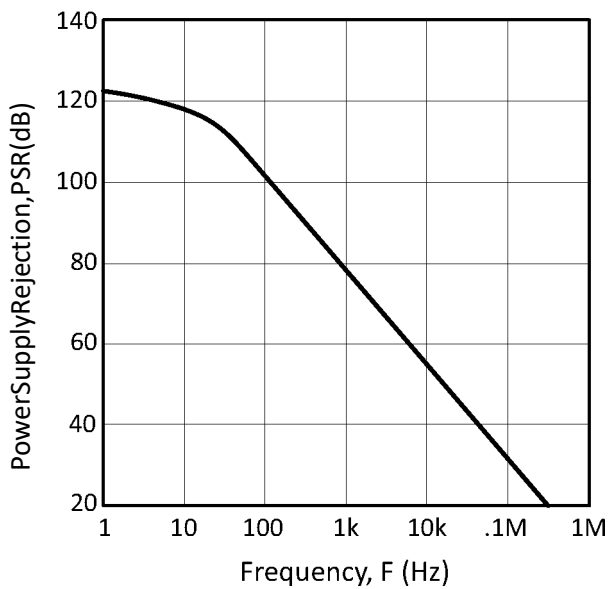
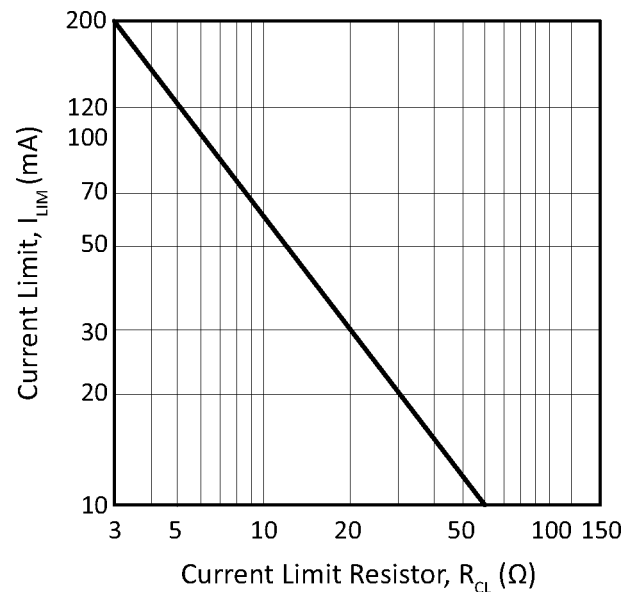


Figure 14: Current Limit



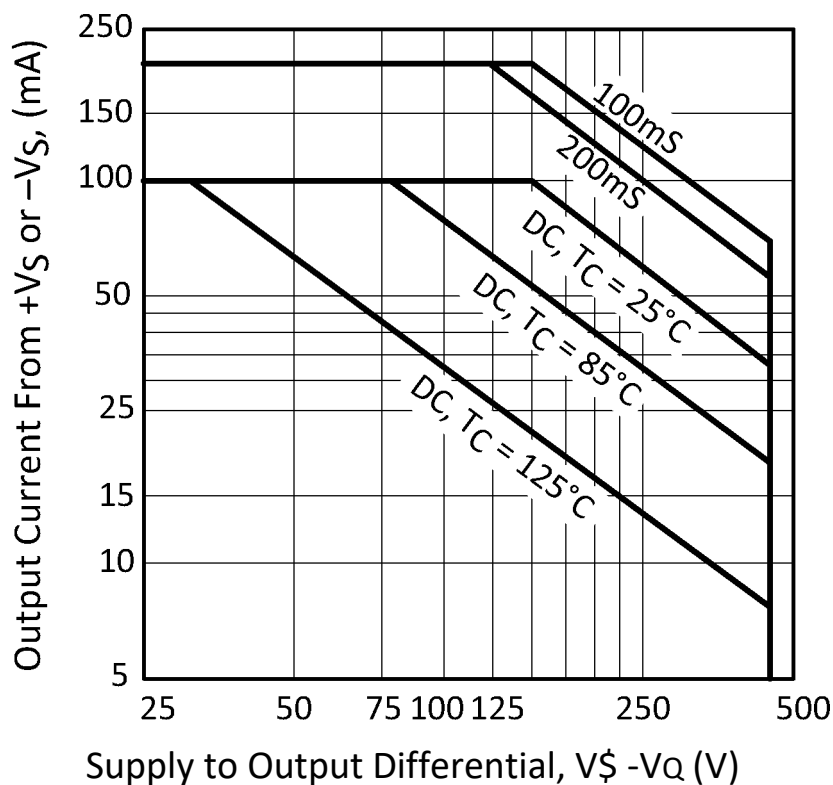
**安全動作領域(SOA)**

このパワーオペアンプの MOSFET 出力段には、2つの明確な制限があります。

1. MOSFET の形状とワイヤボンドの電流処理能力。
2. 出力 MOSFET のジャンクション温度。

注：出力段は過渡的なフライバックに対して保護されています。しかし、持続的な高エネルギーのフライバックに対しては、外付けのファストリカバリーダイオードを使用してください。

Figure 15: SOA



**一般的注意事項**

安定性, 電源, 放熱設計, 実装, 電流制限, 安全動作領域の解釈, 仕様の解釈については, アプリケーションノート 1 「一般的な使用上の注意」をお読みください。

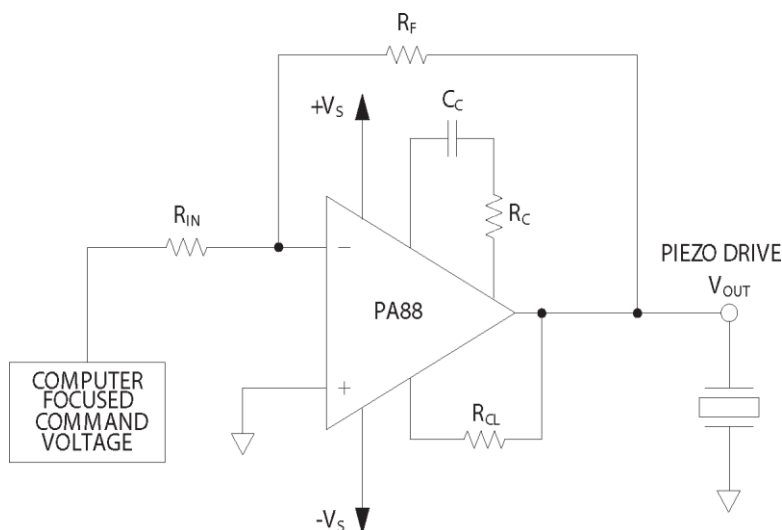
www.apexanalog.com では, アプリケーションノートライブラリとテクニカルセミナーワークブック, および評価キットをご用意しています。

**代表的なアプリケーション**

**低消費電力、ピエゾ式位置決め**

ピエゾ方式の位置決めは、セグメントミラーシステムのフォーカシングにも応用できます。複合ミラーは数百個の素子で構成され、それぞれがコンピュータ制御で集束する必要があります。このような複雑なシステムにおいて、PA88は低消費電力であるため、電源や冷却のコストを削減することができます。また、コンピュータとピエゾポジショナーへの高電圧駆動との間のインターフェースを提供しています。

**Figure 16: 代表的なアプリケーション**



**位相補償**

Gain	Cc*	Rc
1	68pf	100Ω
10	33pf	100Ω
20	15pf	100Ω
100	15pf	—

\*全電源電圧での CC 定格。

## 安定性

PA88 は、推奨される位相補償を使用して、4 以上のゲインでほとんどの容量性負荷で安定している十分な位相マージンを持っています。

PA88 は外部で補償されており、アプリケーションに合わせて性能を調整することができます。小信号応答と電力応答のグラフを参考にしてください。補償コンデンサ CC は、500V の動作電圧が必要です。NPO のコンデンサを推奨します。補正ネットワーク CCRC は、スプリアス発振を防ぐために、アンプのピン 7、8 に密着して取り付けてください。

## 電流制限

正しく動作させるためには、電流制限抵抗器 (RCL) を代表的な接続図のように接続する必要があります。最小値は  $3.5\ \Omega$  ですが、最適な信頼性を得るためには、可能な限り高く設定してください。その値は以下のように計算され、実用上の最大値は  $150\ \Omega$  です。

$$R_{CL}(\Omega) = \frac{0.7V}{I_{LM}(A)}$$

## 入力保護

PA88 は最大  $\pm 25V$  の差動入力電圧に耐えることができますが、追加の外部保護を推奨します。

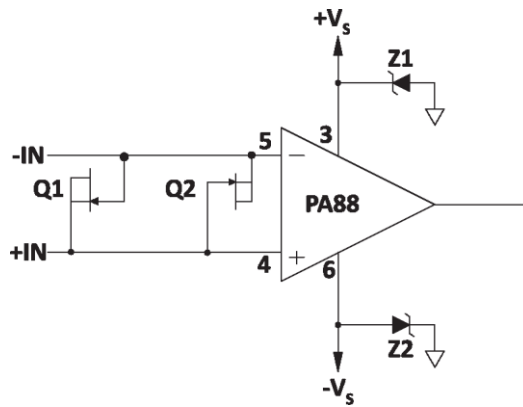
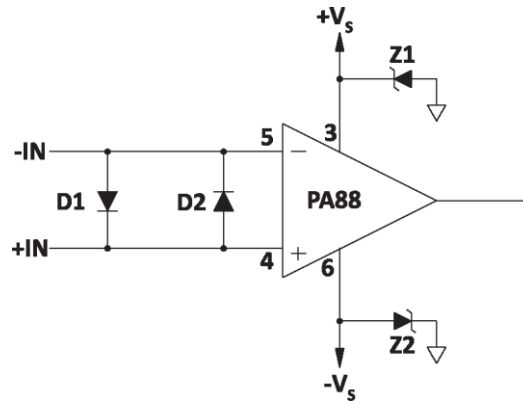
また、総電源電圧が 300 ボルト以上の場合、追加の外部保護が必要です。ほとんどのアプリケーションでは、1N4148 または 1N914 信号ダイオードで十分です (図 17a の D1、D2)。低リークまたは低キャパシタンスが懸念される、より要求の厳しいアプリケーションでは 2N4416 または 2N5457-2N5459 の JFET をダイオードとして接続する必要があります (図 17b の Q1、Q2)。いずれの場合も、入力差動電圧は  $\pm 0.7V$  にクランプされます。これでオーバードライブが最大のパワーバンド幅を生み出すのに十分です。

## 電源保護

電源端子の保護には、一方向性ツェナーダイオードのトランジェントサプレッサーを推奨します。ツェナーは過渡現象を電源の定格内の電圧にクランプし、電源の反転をグランドにクランプします。ツェナーを使用するかどうかにかかわらず、システム電源は、電源投入時のオーバーシュートや電源遮断時の極性反転、ラインレギュレーションなどの過渡現象の性能を評価する必要があります。

いずれかの電源レールで開回路や極性反転を引き起こす可能性のある条件は、避けたり、保護したりする必要があります。負の電源レールでの極性反転やオープンは、入力段の故障の原因となります。一方向性トランスゾーブはこれを防ぎ、電氣的にも物理的にも可能な限りアンプの近くに設置することが望ましいです。

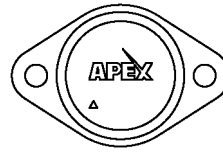
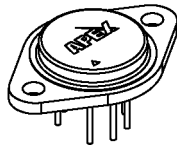
Figure 17: 過電圧保護



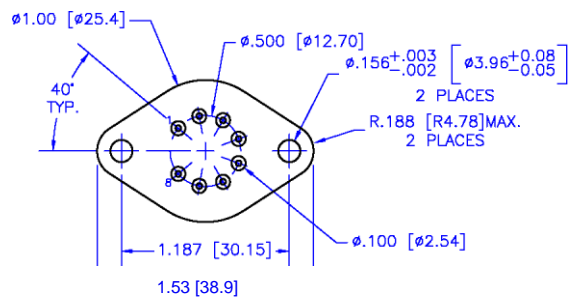
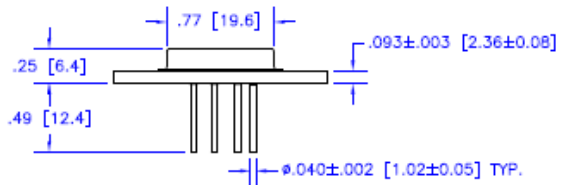
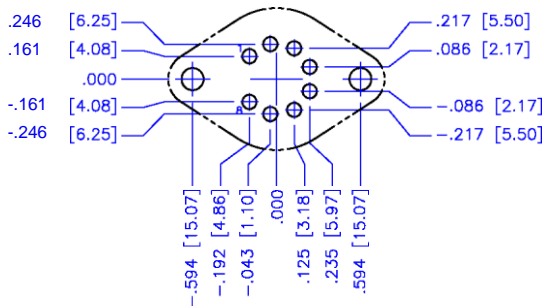
# PA88 • PA88A

## パッケージオプション

## パッケージスタイル CE



Ordinate dimensions for CAD layout



### NOTES:

1. Dimensions are inches & [mm].
2. Triangle printed on lid denotes pin 1.
3. Header flatness within pin circle is .0005" TIR, max.
4. Header flatness between mounting holes is .0015" TIR, max.
5. Standard pin material: Solderable nickel —plated Alloy 52.
6. Header material: Nickel-plated cold-rolled steel.
7. Welded hermetic package seal
8. Isolation: 500 VDC any pin to case.
9. Package weight: .53 oz [15 g]

## 重要なお知らせ

このドキュメントは、第三者の翻訳者によって翻訳・作成されています。明確かつ正確な翻訳を提供するために合理的な努力をしていますが、Apex Microtechnology は、翻訳された情報の誤りや不正確さの可能性を完全に排除することはできません。Apex Microtechnology は、翻訳された文書の誤り、脱落、または曖昧さについて一切の責任を負いません。翻訳されたコンテンツに依拠する個人または団体は、自らの責任にてご使用ください。そのため、翻訳された資料は、Apex Microtechnology の公式文書として参照することはできません。Apex Microtechnology のすべての公式文書については、[www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com)に記載されています。

## 技術的な支援が必要な場合は、エイペックスサポートにお問い合わせください！

Apex Microtechnology 製品に関するご質問やお問い合わせは、北米のフリーダイヤル 800-546-2739 までお願いします。メールでのお問い合わせは、[apex.support@apexanalog.com](mailto:apex.support@apexanalog.com)。海外のお客様は、お近くの Apex Microtechnology 社の販売代理店に連絡してサポートを依頼することもできます。お近くのお店を探すには、[www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com)。

## 重要なお知らせ

Apex Microtechnology, Inc. は、この文書に含まれる内容の正確さを保証するためにあらゆる努力をしています。しかし、これらの情報は予告なしに変更されることがあります。また、これらの情報は、いかなる種類の保証（明示的または黙示的）もなく、「現状のまま」提供されます。Apex Microtechnology は、信頼性向上のため、本書に記載されている仕様や製品を予告なく変更する権利を有しています。本資料は、Apex Microtechnology の所有物であり、本情報を提供することにより、Apex Microtechnology は、特許権、マスクワーク権、著作権、商標権、企業秘密、その他の知的財産権に基づくライセンスを明示的にも黙示的にも許諾するものではありません。Apex Microtechnology は、ここに記載されている情報の著作権を有しており、Apex Microtechnology の集積回路またはその他の Apex Microtechnology の製品に関して、お客様の組織内で使用する場合に限り、この情報のコピーを作成することを承諾します。この同意は、一般的な配布、広告またはプロモーション目的のためのコピー、または再販目的の作品を作成するためのコピーなど、その他のコピーには適用されません。

apex microtechnology の製品は、生命維持装置、自動車の安全性、セキュリティ装置、その他の重要な用途に使用される製品に適しているように設計、認可、保証されていません。このような用途における製品は、すべてお客様またはお客様のリスクであると理解されています。

Apex Microtechnology, Apex, Apex Precision Power は、Apex Microtechnology, Inc. の商標です。ここに記載されているその他の企業名は、それぞれの所有者の商標である可能性があります。

## NEED TECHNICAL HELP? CONTACT APEX SUPPORT!

For all Apex Microtechnology product questions and inquiries, call toll free 800-546-2739 in North America. For inquiries via email, please contact [apex.support@apexanalog.com](mailto:apex.support@apexanalog.com). International customers can also request support by contacting their local Apex Microtechnology Sales Representative. To find the one nearest to you, go to [www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com)

### IMPORTANT NOTICE

Apex Microtechnology, Inc. has made every effort to insure the accuracy of the content contained in this document. However, the information is subject to change without notice and is provided "AS IS" without warranty of any kind (expressed or implied). Apex Microtechnology reserves the right to make changes without further notice to any specifications or products mentioned herein to improve reliability. This document is the property of Apex Microtechnology and by furnishing this information, Apex Microtechnology grants no license, expressed or implied under any patents, mask work rights, copyrights, trademarks, trade secrets or other intellectual property rights. Apex Microtechnology owns the copyrights associated with the information contained herein and gives consent for copies to be made of the information only for use within your organization with respect to Apex Microtechnology integrated circuits or other products of Apex Microtechnology. This consent does not extend to other copying such as copying for general distribution, advertising or promotional purposes, or for creating any work for resale.

APEX MICROTECHNOLOGY PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN PRODUCTS USED FOR LIFE SUPPORT, AUTOMOTIVE SAFETY, SECURITY DEVICES, OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS ARE UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER OR THE CUSTOMER'S RISK.

Apex Microtechnology, Apex and Apex Precision Power are trademarks of Apex Microtechnology, Inc. All other corporate names noted herein may be trademarks of their respective holders.