

ハイボルテージパワーオペアンプ



特長

- ・1140V P-P 信号出力
- ・広い電源範囲：±75V～±600V
- ・プログラム可能な電流制限
- ・75 mA 連続出力電流
- ・気密封止されたパッケージ
- ・入力保護

アプリケーション

- ・ピエゾ式ポジショニング
- ・高電圧計測
- ・静電偏向装置
- ・半導体検査装置



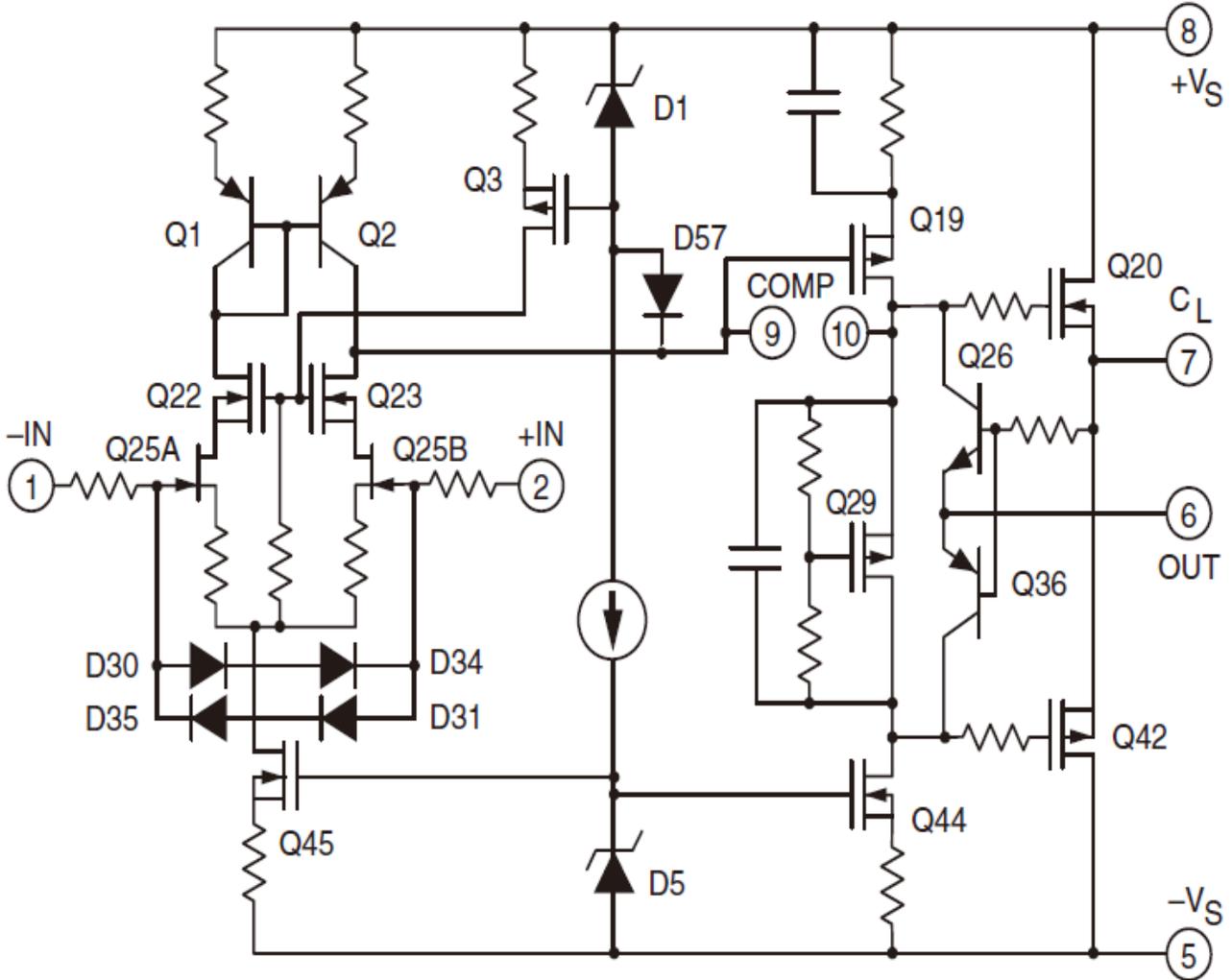
説明

PA89 は、75mA までの出力電流に対応した超高電圧の MOSFET オペアンプです。出力電圧は 1000V p-p 以上の振幅が可能です。安全動作領域(SOA)は、セカンドブレークダウンの制限がなく、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。高いカスコード入力回路の構成と 120dB の開ループゲインにより、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-MOSFET 電流源を基準としているため、PA89 は広い電源範囲と優れた電源遮断特性を発揮します。MOSFET 出力段は、クラス A/B のリニア動作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。PA89 の気密封止は、MIL-STD-883 メソッド 1014 の要件に対して 100%テストされています。

このハイブリッド集積回路は、ベリリウム (BeO) 基板、厚膜抵抗、セラミックコンデンサー、半導体チップを採用し、信頼性の向上と小型化、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。MO-127 の高電圧、パワーディップ (Power Dip™) パッケージは、気密封止され、電氣的に絶縁されています。圧縮可能なサーマルワッシャーを使用した場合、製品の保証は無効となります。

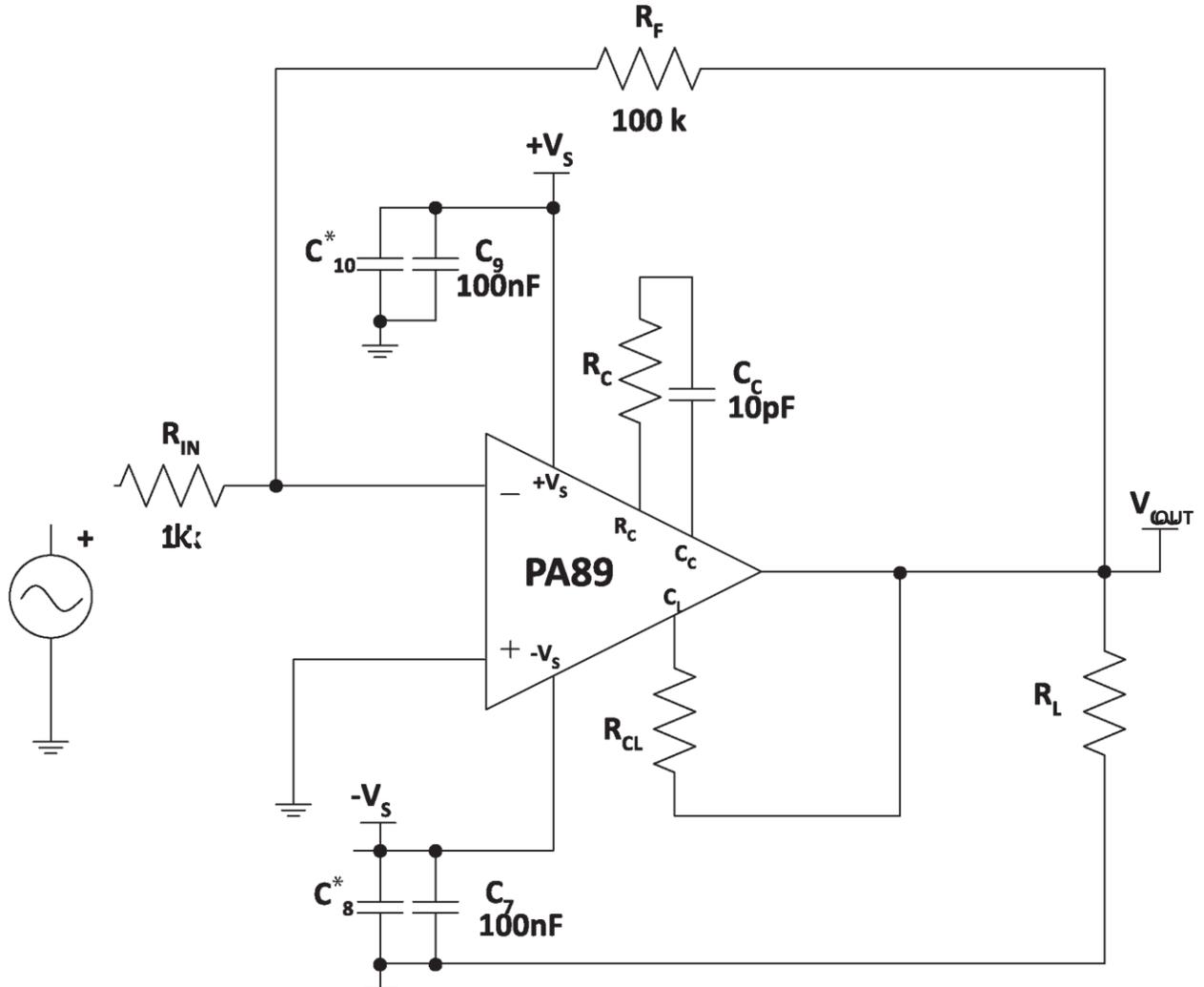
等価回路

Figure 1: 等価回路図



代表的な接続

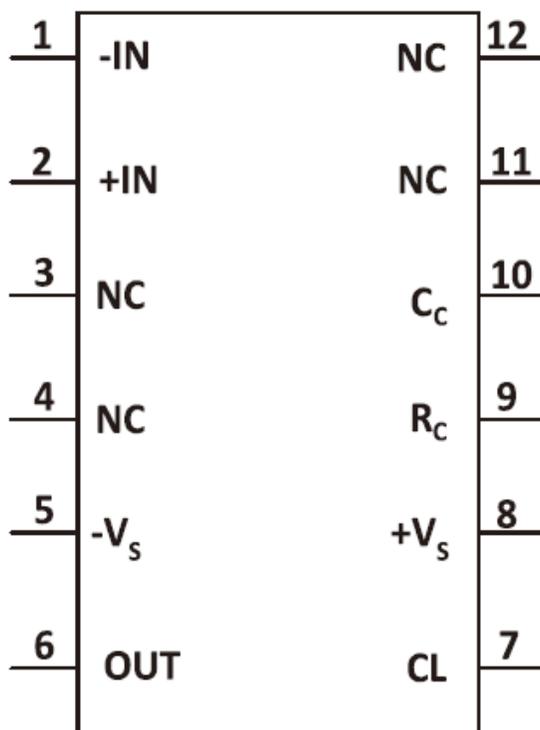
Figure 2: 代表的な接続図



注) ※バルクのバイパスコンデンサは、出力電流 1A あたり 10μF を使用します。

ピン配置および説明表

Figure 3: 外部接続



ピン番号	名称	説明
1	-IN	反転入力。
2	+IN	非反転入力。
5	-Vs	負の電源レール。
6	OUT	出力端子。負荷および帰還抵抗に接続してください。
7	CL	電流制限抵抗に接続。出力電流は RCL を介してこの端子に流入/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。
8	+Vs	正の電源レール。
9	RC	補償用抵抗の接続端子。位相補償に応じて値を選択。該当項目を参照。
10	CC	補償用コンデンサの接続端子。位相補償に応じて値を選択。該当項目を参照。
3, 4, 11, 12	NC	非接続。

特性・仕様

特に断りのない限り TC = 25°C、CC = 68pF、RC = 220 Ω、VS = ±500V、バイアス電流とオフセット電圧の入力パラメータは±の値です。

絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	+V _s to -V _s		1200	V
Output Current, source, within SOA	I _o		100	mA
Power Dissipation, continuous @ T _c = 25°C	P _d		40	W
Input Voltage, differential	V _{IN} (Diff)		±25	V
Input Voltage, common mode	V _{cm}		±V _s -50V	V
Temperature, pin solder, 10s max.			350	°C
Temperature, junction ¹	T _J		150	°C
Temperature, storage		-65	+150	°C
Operating Temperature Range, case	T _c	-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。

注意事項

PA89 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。

入力

Parameter	Test Conditions	PA89			PA89A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial	$V_S = \pm 150V$		0.5	2		0.25	0.74	mV
Offset Voltage vs. temperature	Full temp range		10	30		5	10	$\mu V/^\circ C$
Offset Voltage vs. supply			7			*		$\mu V/V$
Offset Voltage vs. time			75			*		$\mu V/kh$
Bias Current, initial ¹	$V_S = \pm 150V$		5	50		3	15	μA
Bias Current vs. supply			0.01			*		$\mu A/V$
Offset Current, initial ¹	$V_S = \pm 150V$		5	50		3	30	μA
Input Impedance, DC			10^{11}			*		Ω
Input Capacitance			4			*		pF
Common Mode Voltage Range ²	Full temp range	$\pm V_S - 50$			*			V
Common Mode Rejection, DC	Full temp range, $V_{CM} = \pm 90V$	96	110		*	*		dB
Input Noise	10 kHz BW, $R_S = 10 k\Omega$, $C_C = 15pF$		4			*		μV RMS

1. 温度が $10^\circ C$ 上がるごとに 2 倍になります。

2. + V_S 、- V_S 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	PA89			PA89A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open Loop Gain at 15Hz	$R_i = 10 k\Omega$, $C_C = 15pF$	108	120		*	*		dB
Gain Bandwidth Product	$R_i = 10 k\Omega$, $C_C = 15pF$, $A_V = 100$		10			*		MHz
Power Bandwidth	$R_i = 10 k\Omega$, $C_C = 15pF$, $V_O = 500V$ p-p		5			*		kHz
Phase Margin	Full temp range, $A_V = 10$		60			*		$^\circ$

出力

Parameter	Test Conditions	PA89			PA89A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing ¹	$I_o = 75\text{mA}$	$\pm V_s - 45$	$\pm V_s - 30$		*	*		V
Voltage Swing ¹	Full temp range, $I_o = 20\text{mA}$	$\pm V_s - 20$	$\pm V_s - 12$		*	*		V
Current, continuous	Full temp range	75			*			mA
Slew Rate	$C_c = 15\text{pF}, A_v = 100$	12	16		*	*		V/ps
Capacitive Load, $A_v = 10$	Full temp range			1			*	nF
Capacitive Load, $A_v > 10$	Full temp range			SOA			*	
Settling Time to 0.1%	$R_L = 10\text{k}\Omega, 10\text{V}$ step, $A_v = 10$		2			*		ps

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	PA89			PA89A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage, V_s ¹	Full temp range	± 75	± 500	± 600	*	*	*	V
Current, quiescent			4.8	6.0		*	*	mA

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。

温度特性

Parameter	Test Conditions	PA89			PA89A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Resistance, AC, junction to case ¹	Full temp range, $F > 60\text{Hz}$		2.1	2.3		*	*	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Resistance, DC, junction to case	Full temp range, $F < 60\text{Hz}$		3.3	3.5		*	*	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Resistance, junction to air	Full temp range		15			*		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Temperature Range, case	Meets full range specifications	-25		+85	*		*	$^{\circ}\text{C}$

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のみ適用されます。

注) ※PA89A の仕様は、左記該当欄の PA89 の仕様と同一です。

代表的なパフォーマンスグラフ

Figure 4: Power Derating

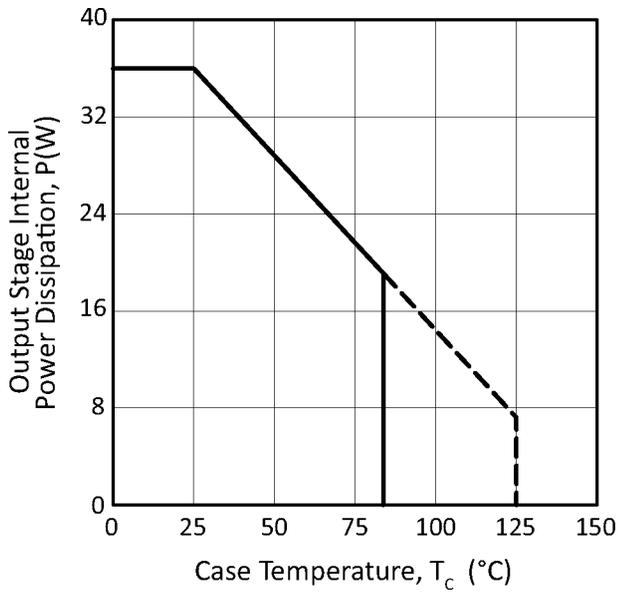


Figure 5: Quiescent Current

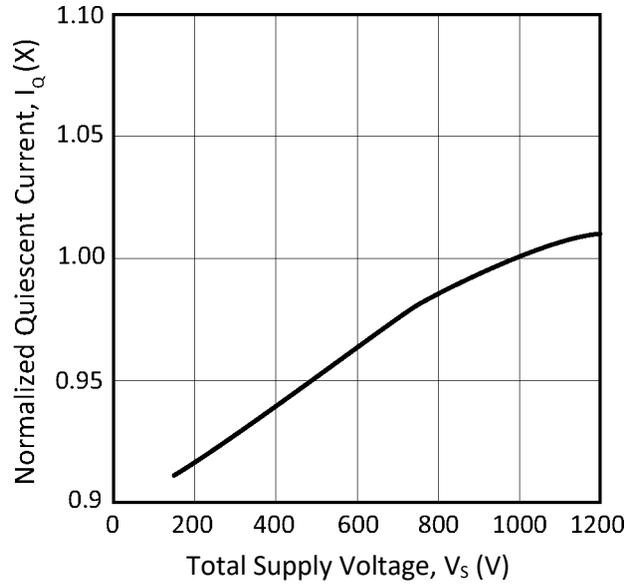


Figure 6: Small Signal Response

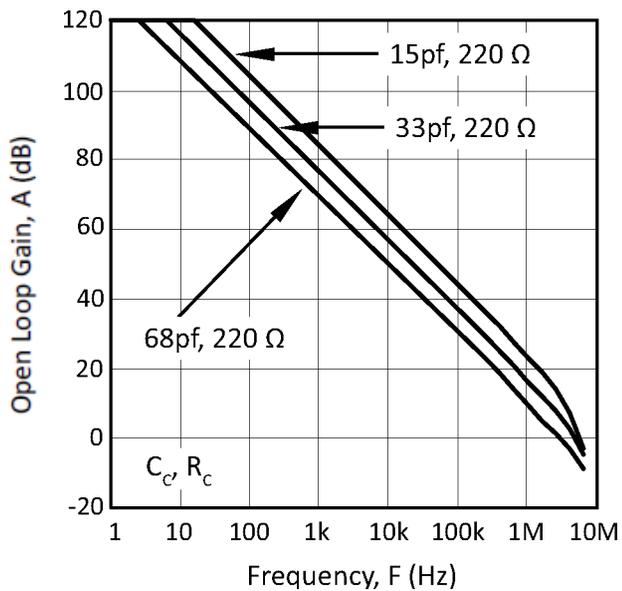


Figure 7: Phase Response

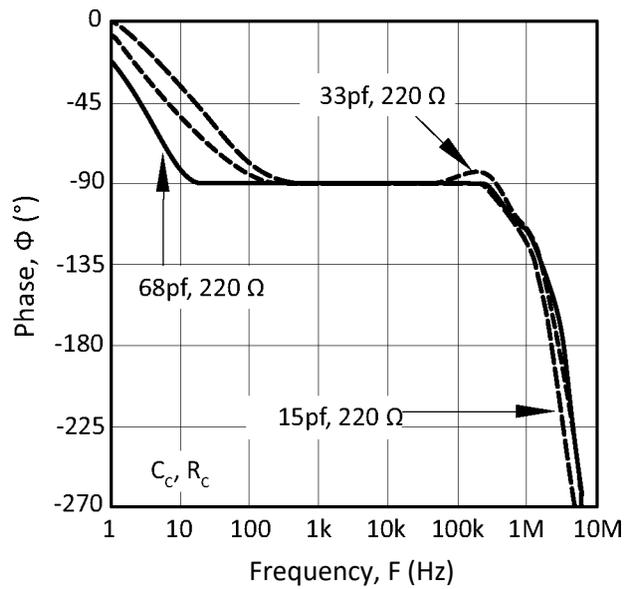


Figure 8: Output Voltage Swing

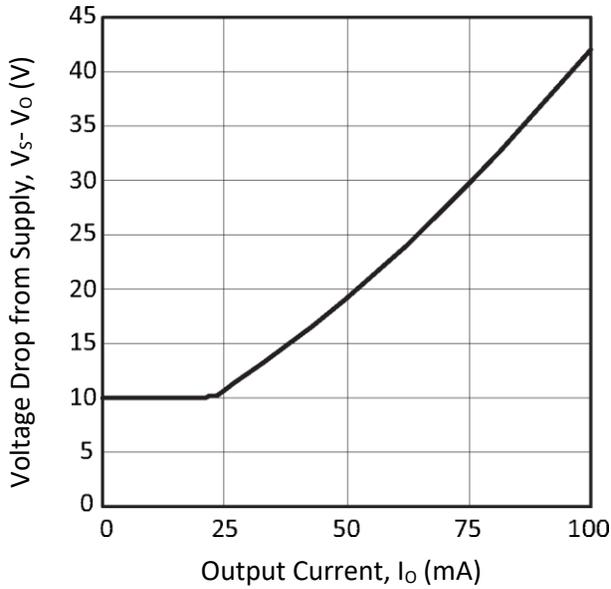


Figure 9: Power Response

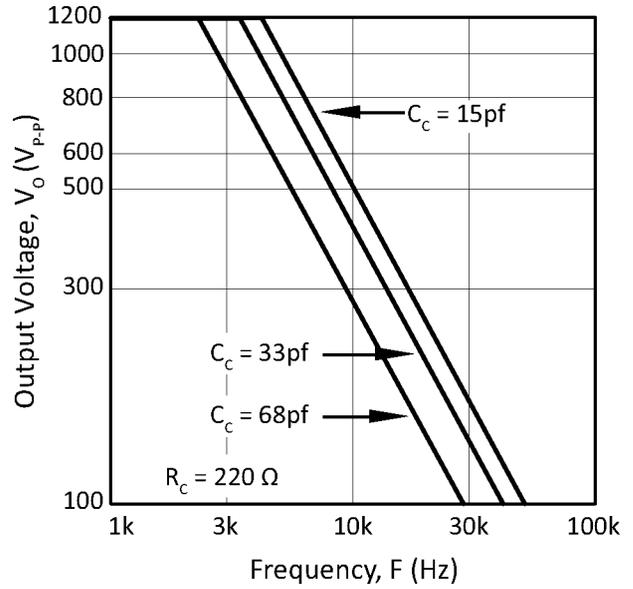


Figure 10: Slew Rate vs. Comp

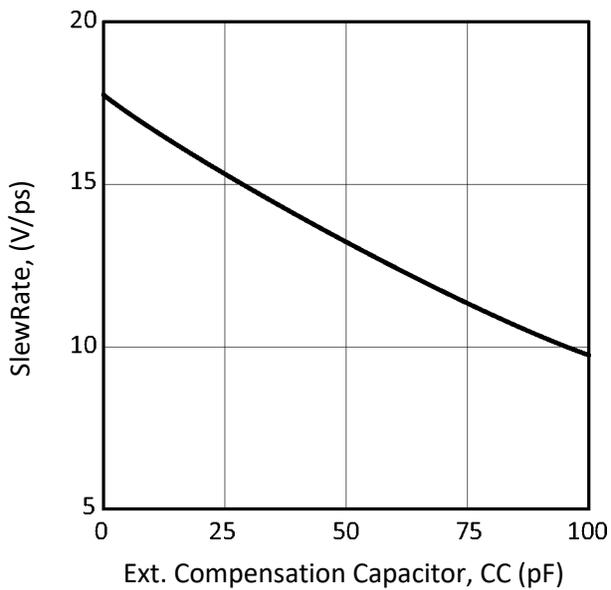


Figure 11: Harmonic Distortion

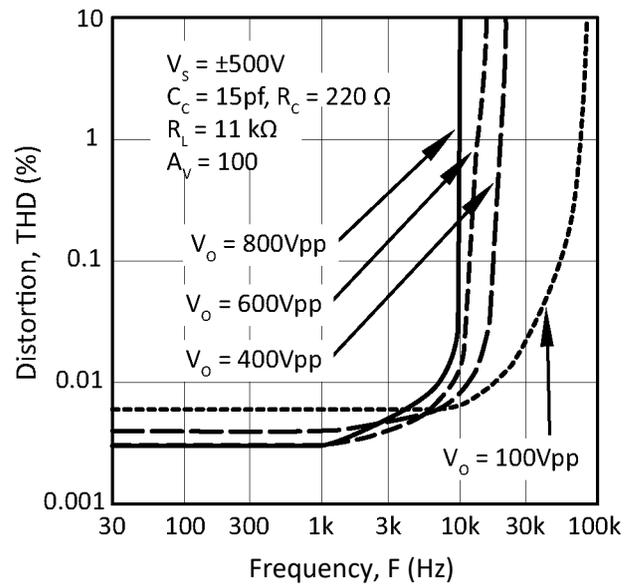


Figure 12: Input Noise Voltage

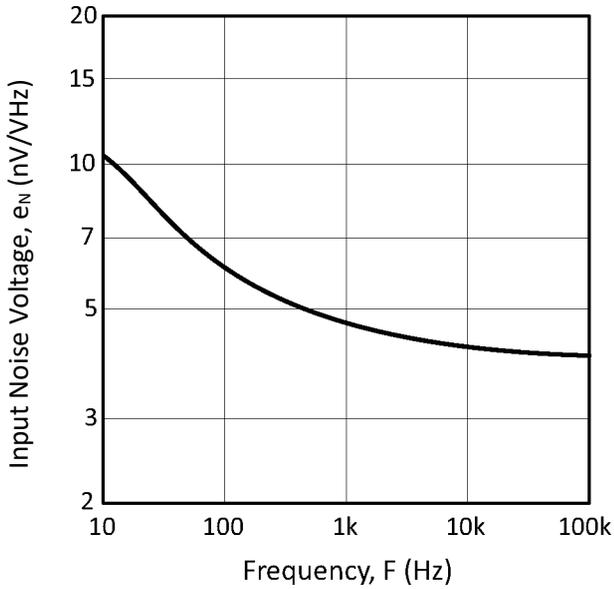


Figure 13: Common Mode Rejection

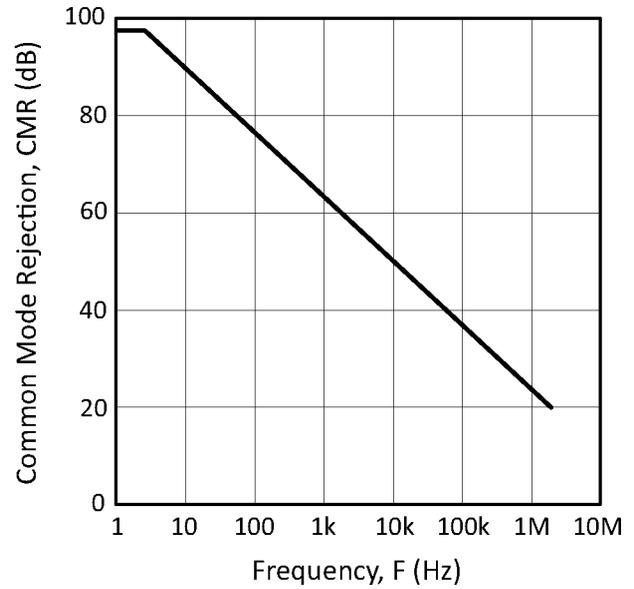


Figure 14: Power Supply Rejection

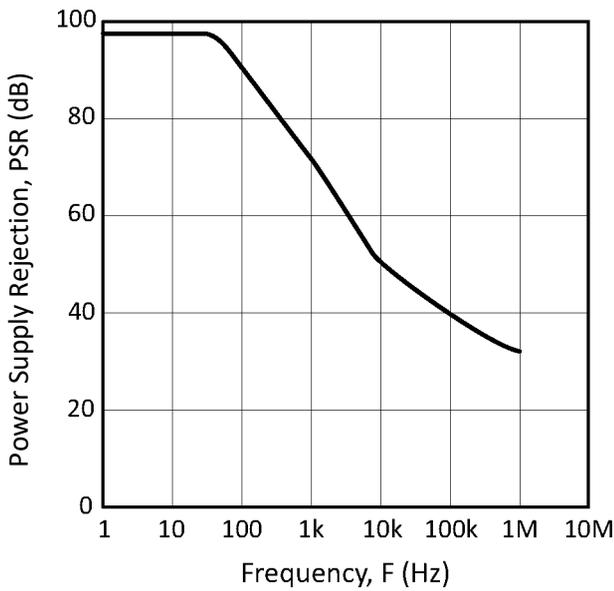
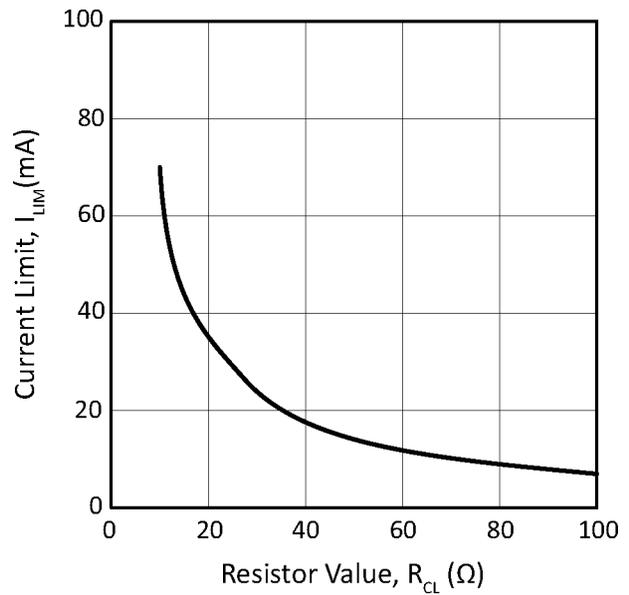


Figure 15: Current Limit



安全動作領域(SOA)

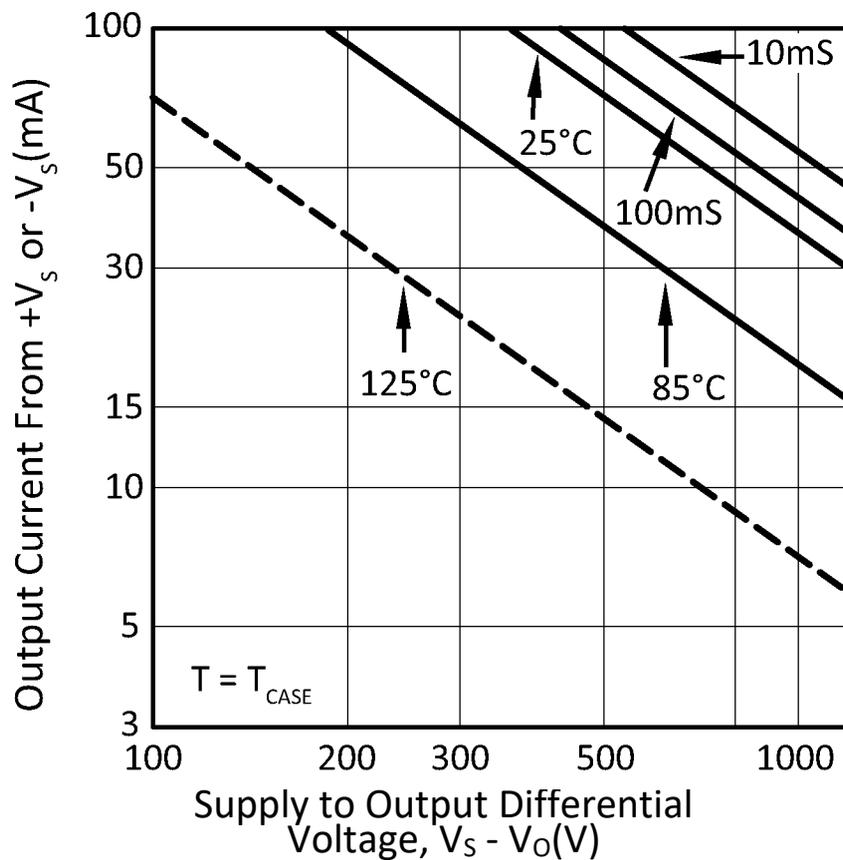
安全動作領域曲線は、外部負荷を駆動するために必要な出力を生成する際に、アンプが許容できる追加の内部消費電力の最大値を定義します。これは、仕様書に記載されている絶対最大内部消費電力とは異なります。これは、静止消費電力は全体に比べて大きいことによります。

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 16: SOA



PA89 • PA89A

一般的注意事項

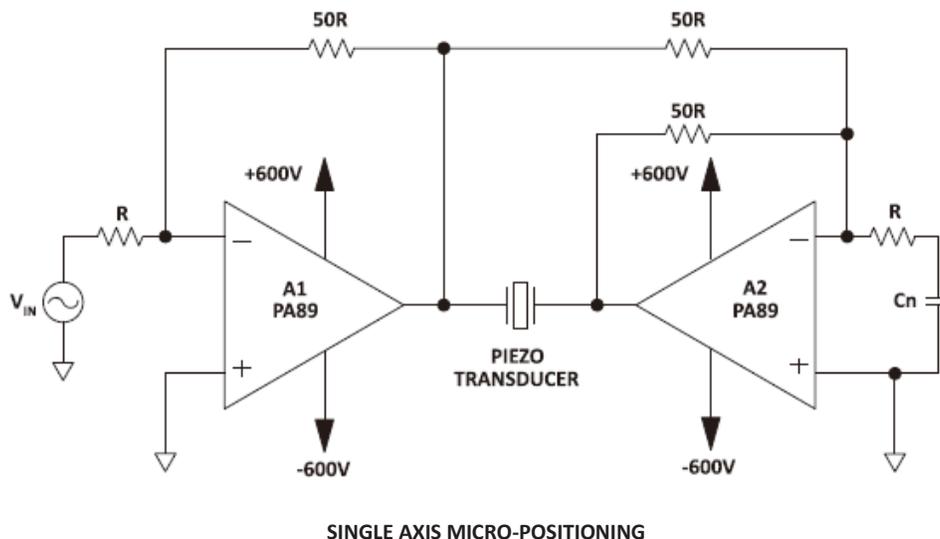
安定性、電源、放熱設計、実装、電流制限、安全動作領域の解釈、仕様の解釈については、アプリケーションノート 1「一般的な使用上の注意」をお読みください。

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

超高電圧対応とブリッジアンプ構成により、 piezo素子に +/-1000V のピークスイングを発生させることができます。A1 のゲインは-50 と高く、容量性負荷に対する安定性を確保しています。A2 のノイズゲイン補正 R_n と C_n は、ノイズゲイン 50 で動作することで A2 の安定性を確保しています。

Figure 17: 代表的なアプリケーション



SINGLE AXIS MICRO-POSITIONING

位相補償

Gain	Cc	Rc
1	470pF	470 Ω
10	68pF	220 Ω
15	33pF	220 Ω
100	15pF	220 Ω

注: CC は全電源電圧 $-V_s \sim +V_s$ に対応している必要があります。詳細は「外付け部品」をご覧ください。

安定性

PA89 はユニティゲインでも動作しますが、10 以上のゲインで最大のスルーレートと帯域幅が得られるように設計されています。小信号応答と位相応答のグラフを参考にしてください。ゲインを 10 以下にする必要がある場合は、典型的なアプリケーション図のように、アプリケーション回路の位相余裕を増やすために、ノイズゲイン補正を行います。

電流制限

正しく動作させるためには、電流制限抵抗器(RCL)を外部接続図のように接続する必要があります。最小値は 3.5Ω ですが、最適な信頼性を得るためには、抵抗値を可能な限り高く設定してください。抵抗値は以下のように計算され、実用的な最大値は 150Ω です。

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

RCL の値を設定する際には、負荷電流とフィードバック抵抗に流れる電流を考慮してください。また、電流制限の温度係数は、ケースの温度上昇に対して約-0.3%/°Cとなります。上昇します。

外付け部品

PA89 は動作電圧が非常に高いため、オペアンプ回路を構成する上で通常あまり気にならない定格電圧と電圧係数の 2 つを考慮する必要があります。補償容量 CC は、全電源電圧範囲での定格が必要です。例えば、電源電圧が ±500V の場合、CC の電圧変動は 1000V になります。加えて、この例では電圧係数は、容量の変動を 5%以下に抑えるため、100PPM 以下の電圧係数を推奨します。電源電圧幅の 2 倍以上の高品質なコンデンサを使用することを強くお勧めします。

同様に重要なのが、電圧定格とゲイン設定抵抗の電圧係数です。一般的な低ワットの抵抗器の定格電圧は 150~250V です。上の例では、フィードバック抵抗に 1000V の電圧がかかる可能性があります。この場合、適切な電圧定格を得るためには、複数の抵抗器を直列に接続する必要があります。低電圧係数の低い抵抗を使用することで、良好なゲインリニアリティが得られます。また、帰還抵抗のワット数も気になるところです。1メガオームのフィードバック抵抗は、簡単に 1ワットの電力損失を発生させることができます。

高電圧定格の抵抗もありますが、200kΩ、1/4ワットの金属皮膜抵抗器を 5個直列に接続した 1メガオームの帰還抵抗器は、適切な電圧定格、電圧係数、ワット数が得られます。

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アブソーバーを推奨します。この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、電源の反転をグラウ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について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、電気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。

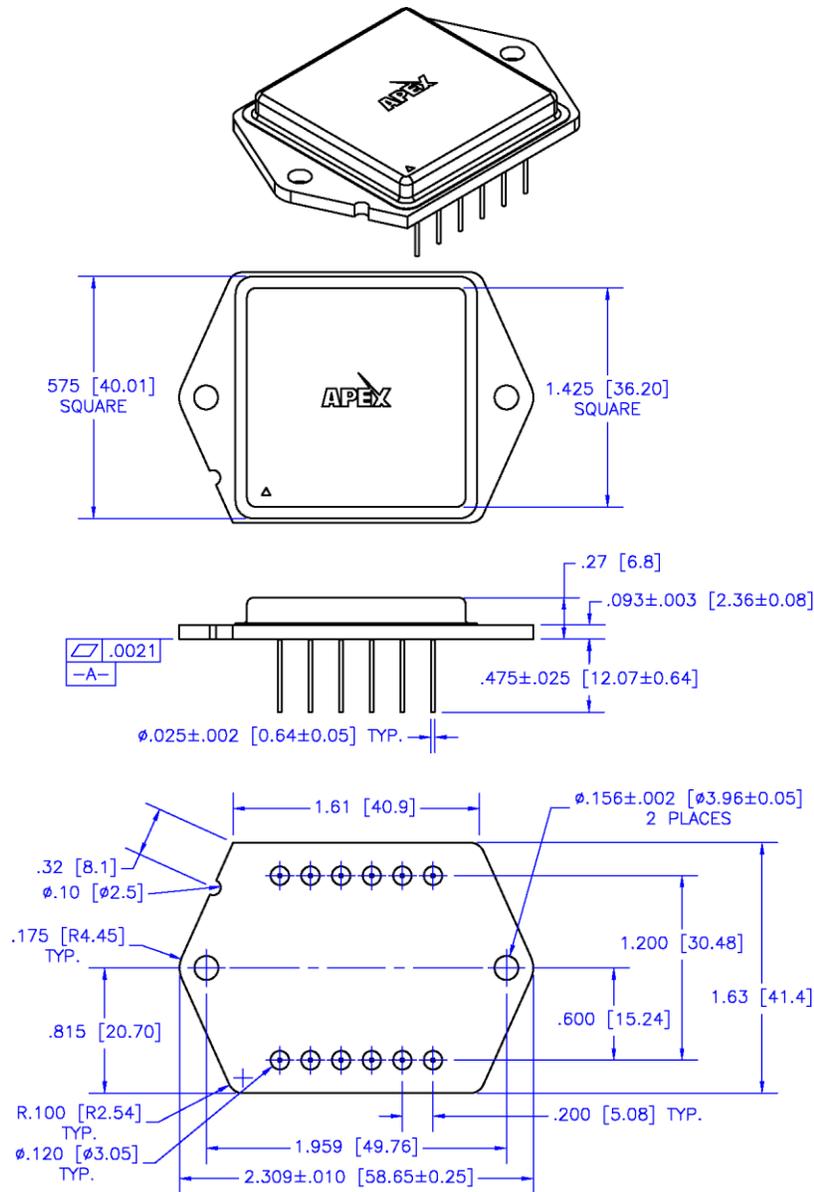
注意事項

PA89 の動作電圧は死に至る可能性があります。回路設計の際には、できるだけ低い電圧で動作するようにしてください。トラブルシューティングの際には、クリップリードを使用してハンズオフで測定してください。

PA89 • PA89A

パッケージオプション

パッケージスタイル CE



NOTES:

1. Dimensions are in inches & [mm].
2. Triangle on lid and notch in header denote pin 1.
3. Header material: Nickel-plated CRS
4. Lid material: Solid nickel
5. Pin material: Solderable nickel-plated Alloy 52
6. Welded hermetic package seal
7. Isolation: 1200 VDC any pin to case
8. Package weight: 1.87 oz [53 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 に記載されております。

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。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。

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. 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

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 MICROT TECHNOLOGY 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.