

パワーオペアンプ



特徴

- ・広い電源電圧範囲：±15V ~ ±150V
- ・プログラム可能な出力電流制限
- ・出力電流：最大±150mA
- ・低バイアス電流：FET 入力



アプリケーション

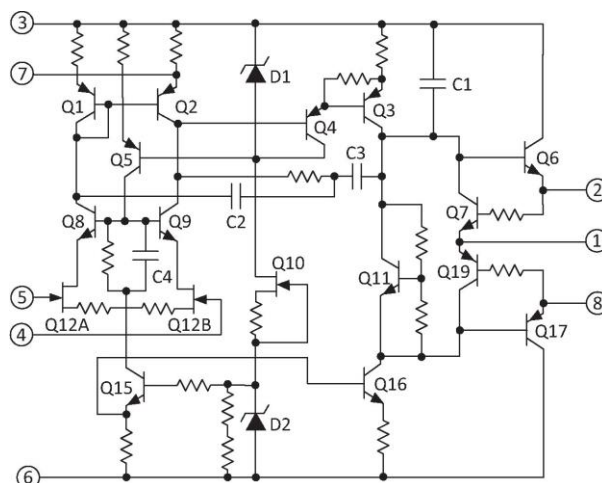
- ・高電圧計測器
- ・静電トランスデューサと偏向
- ・290V までのプログラマブル電源
- ・アナログ・シミュレータ 4~20mA

説明

PA08は、デュアル(±)電源で最大±145V、シングル電源で290Vの出力電圧振幅用に設計された高電圧オペアンプです。カスケード入力回路の構成により、高精度を実現しています。すべての内部バイアスは、FETの定電流源であるツェナーダイオードを基準としています。その結果、PA08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備えています。出力段は、線形動作のためにバイアスオンされています。内部位相補償により、すべてのゲイン設定で安定性が保証されます。安全動作領域(SOA)は、適切な電流制限抵抗を選択することにより、あらゆる種類の負荷で観察することができます。誘導負荷で動作させる場合は、2つの外部フライバックパルス保護ダイオードを推奨します。通常の動作条件で適切なケース温度を維持するために、ヒートシンクが必要な場合があります。

このハイブリッド集積回路は、酸化ベリリウム(BeO)基板、厚膜抵抗器、セラミックコンデンサー、半導体チップを採用し、信頼性を最大限に高め、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ニウム線は、すべての動作温度で信頼性の高い配線を提供します。8ピンのTO-3パッケージは、気密封止シールされており電氣的に絶縁されています。圧縮性のサーマルワッシャーを使用したり、不適切な取り付けトルクで取り付けられた場合は製品の保証は無効となります。アプリケーションノート1「一般的な使用上の注意」をご参照ください。

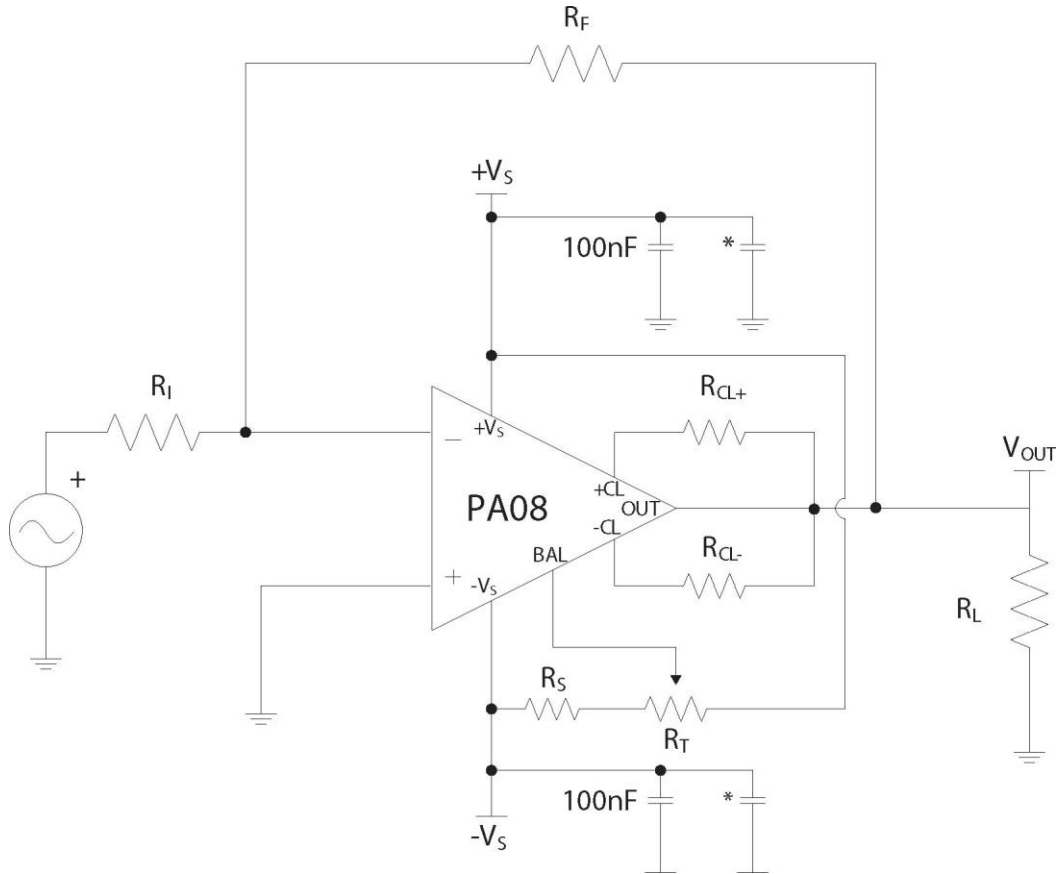
Figure 1: 等価回路図



代表的な接続

Figure 2: 代表的な接続図

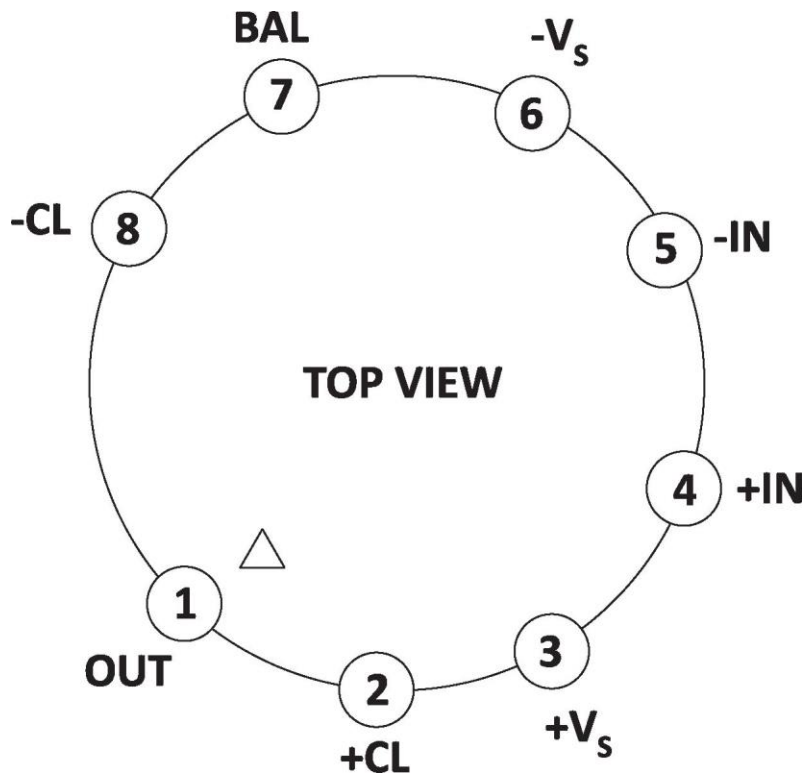
$$R_s = (|+V_s| + |-V_s|) R_T / 1.6$$



注記: 入力オフセット電圧のトリムはオプションです。RT = 10 kΩ MAX.  
 \*出力電流 1A あたり 10 μF を使用してください。

ピン配置と説明

Figure 3: 外部接続



Pin Number	Name	Description
1	OUT	The output. Connect this pin to load and to the feedback resistors.
2	+CL	Connect to the sourcing current limit resistor. Output current flows out of this pin through $R_{CL+}$ . The output pin and the load are connected to the other side of $R_{CL+}$ .
3	+Vs	The positive supply rail.
4	+IN	The non-inverting input.
5	-IN	The inverting input.
6	-Vs	The negative supply rail.
7	BAL	Balance Control pin. Adjusts voltage offset. See applicable section.
8	-CL	Connect to the sinking current limit resistor. Output current flows into this pin through $R_{CL-}$ . The output pin and the load are connected to the other side of $R_{CL-}$ .

## 仕様

電源電圧は、特に記載のない限り、標準定格で規定されたものが適用されます。

### 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	+V <sub>s</sub> to -V <sub>s</sub>		300	V
Output Current, within SOA	I <sub>O</sub>		200	mA
Power Dissipation, internal @ T <sub>c</sub> = 25°C	P <sub>D</sub>		17.5	W
Input Voltage, differential	V <sub>IN</sub> (Diff)	-50	50	V
Input Voltage, common mode	V <sub>cm</sub>	-V <sub>s</sub>	V <sub>s</sub>	V
Temperature, pin solder, 10s max.			350	°C
Temperature, junction <sup>1</sup>	T <sub>J</sub>		175	°C
Temperature Range, 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(平均故障時間)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

内部基板に酸化ベリリウム(BeO)が含まれています。封を切らないでください。誤って破った場合は有毒ガスの発生を避けるため、粉碎したり、機械にかけたり、850°Cを超える温度にさらさないでください。

## 入力

Parameter	Test Conditions	PA08			PA08A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial	T <sub>c</sub> = 25°C		±0.5	±2		±0.25	±0.5	mV
Offset Voltage vs. Temperature	T <sub>c</sub> = -25 to +85°C		±15	±30		±5	±10	pV/°C
Offset Voltage vs. Supply	T <sub>c</sub> = 25°C		±0.5			*	2	pV/V
Offset Voltage vs. Time	T <sub>c</sub> = 25°C		±75			*		pV/Vkh
Bias Current, initial <sup>1</sup>	T <sub>c</sub> = 25°C		5	50		3	10	pA
Bias Current vs. Supply	T <sub>c</sub> = 25°C		0.01			*		pA/V
Offset Current, initial <sup>1</sup>	T <sub>c</sub> = 25°C		±2.5	±50		±1.5	±10	pA
Input Impedance, DC	T <sub>c</sub> = 25°C		10 <sup>11</sup>			*		Ω
Input Capacitance	T <sub>c</sub> = 25°C		4			*		pF
Common Mode Voltage Range <sup>2</sup>	T <sub>c</sub> = -25 to +85°C	±V <sub>s</sub> -10			*			V
Common Mode Rejection, DC	T <sub>c</sub> = -25 to +85°C, V <sub>CM</sub> = ±90V		130			*		dB

1. Doubles for every 10°C of temperature increase.
2. +V<sub>s</sub> and -V<sub>s</sub> denote the positive and negative power supply rail respectively.

## ゲイン

Parameter	Test Conditions	PA08			PA08A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open Loop Gain @ 10 Hz	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = \sim$		118			*		dB
Open Loop Gain @ 10 Hz	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = 1.2$ kQ	96	111		*	*		dB
Gain Bandwidth Product at 1MHz	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = 1.2$ kQ		5			*		MHz
Power Bandwidth	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = 1.2$ kQ		90			*		kHz
Phase Margin	$T_c = -25$ to $+85^\circ\text{C}$		60			*		°

## 出力

Parameter	Test Conditions	PA08			PA08A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing <sup>1</sup>	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $I_o = 150\text{mA}$	$\pm V_s - 15$	$\pm V_s - 8$		*	*		V
Voltage Swing <sup>1</sup>	$T_c = -25$ to $+85^\circ\text{C}$ , $I_o = \pm 75\text{mA}$	$\pm V_s - 10$	$\pm V_s - 5$		*	*		V
Voltage Swing <sup>1</sup>	$T_c = -25$ to $+85^\circ\text{C}$ , $I_o = \pm 20\text{mA}$	$\pm V_s - 5$	$\pm V_s - 3$		*	*		V
Current, peak	$T_c = 85^\circ\text{C}$	150			*			mA
Slew rate	$T_c = 25^\circ\text{C}$		30		20	*		V/ps
Capacitive Load, $A_v = 1$	$T_c = -25$ to $+85^\circ\text{C}$			10			*	nF
Capacitive Load, $A_v > 4$	$T_c = -25$ to $+85^\circ\text{C}$			SOA			*	
Settling Time to 0.1%	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , $R_L = 1.2$ kQ, 2V step		1			*		ps

1. +VS、-VS はそれぞれプラス、マイナスの電源レールを表します。

## 電源

Parameter	Test Conditions	PA08			PA08A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage	$T_c = -55$ to $+125^\circ\text{C}$	$\pm 15$	$\pm 100$	$\pm 150$	*	*	*	V
Current, quiescent	$T_c = 25^\circ\text{C}$		6	8.5		*	*	mA

## 温度特性

Parameter	Test Conditions	PA08			PA08A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Resistance, AC, junction to case <sup>1</sup>	T <sub>c</sub> =-55 to +125°C F > 60 Hz		4.26			*		°C/W
Resistance, DC, junction to case	T <sub>c</sub> =-55 to +125°C F < 60 Hz		6.22	8.57		*	*	°C/W
Resistance, junction to air	T <sub>c</sub> =-55 to +125°C		30			*		°C/W
Temperature Range, case	Meets full range specification	-25		85	*		*	°C

1. 定格は、出力電流が 60Hz より速いレートで両方の出力トランジスタ間で切り替わる場合に適用されます。

注記： \* PA08A の仕様は、左側の該当する列の PA08 の仕様と同じです。

代表的な性能グラフ

Figure 4: Power Derating

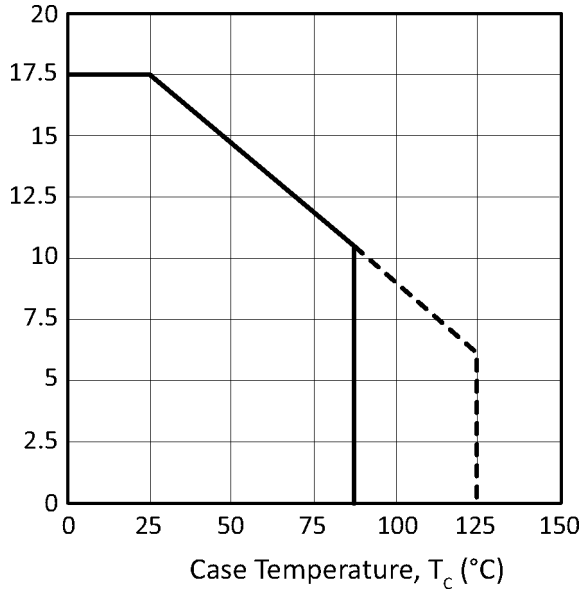


Figure 5: Current Limit

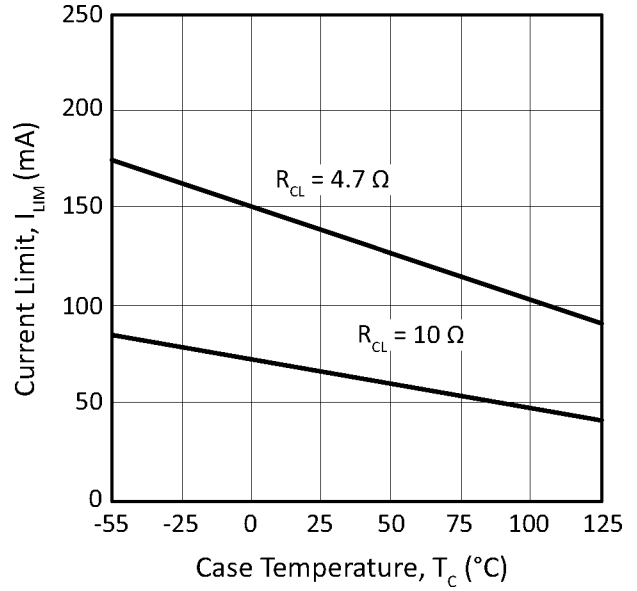


Figure 6: Small Signal Response

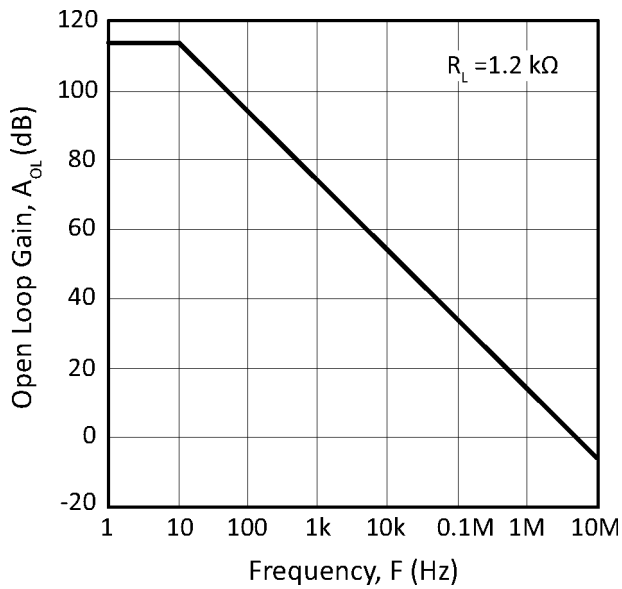
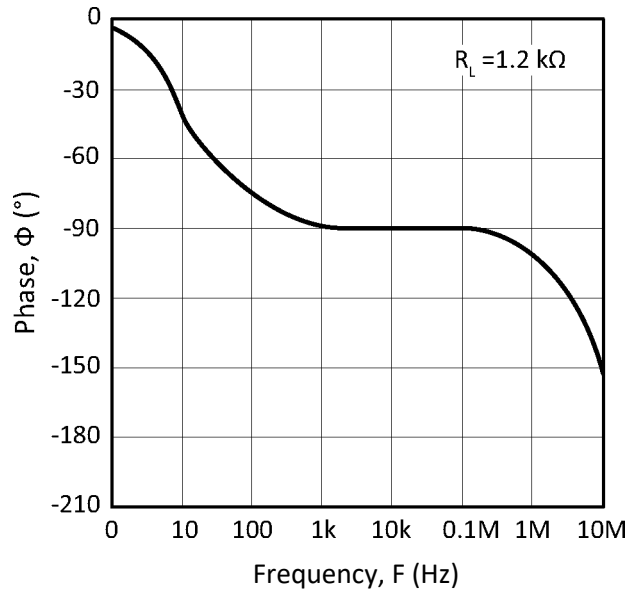
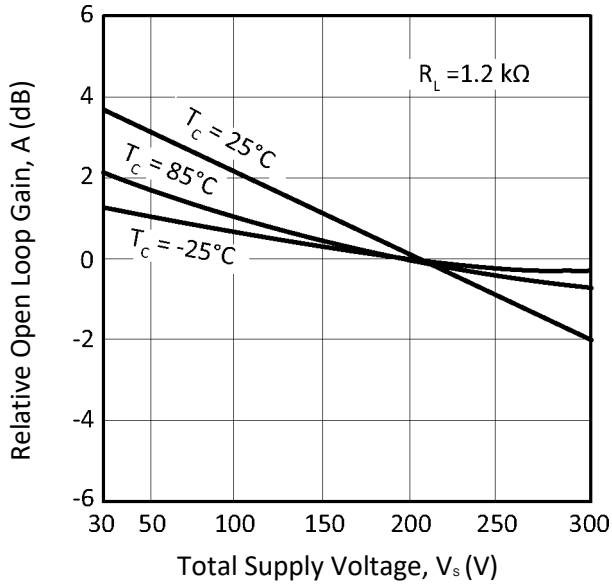


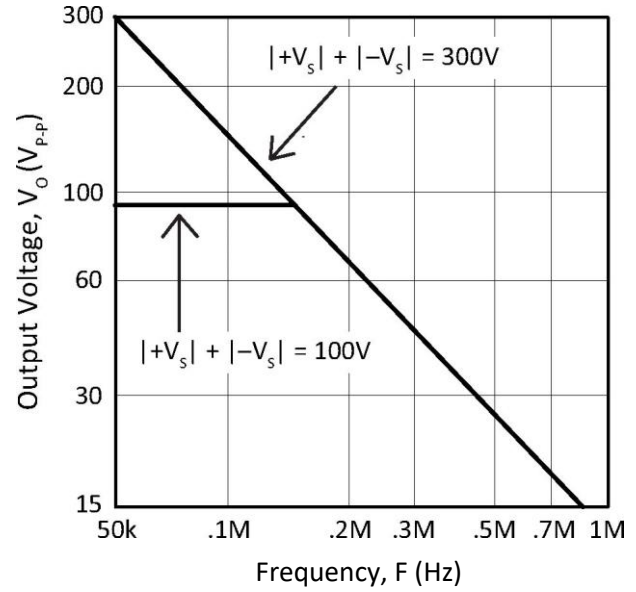
Figure 7: Phase Response



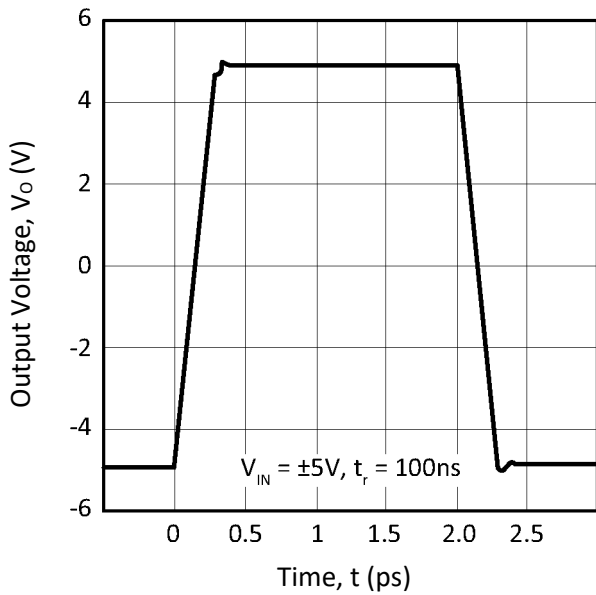
**Figure 8: Open Loop Gain**



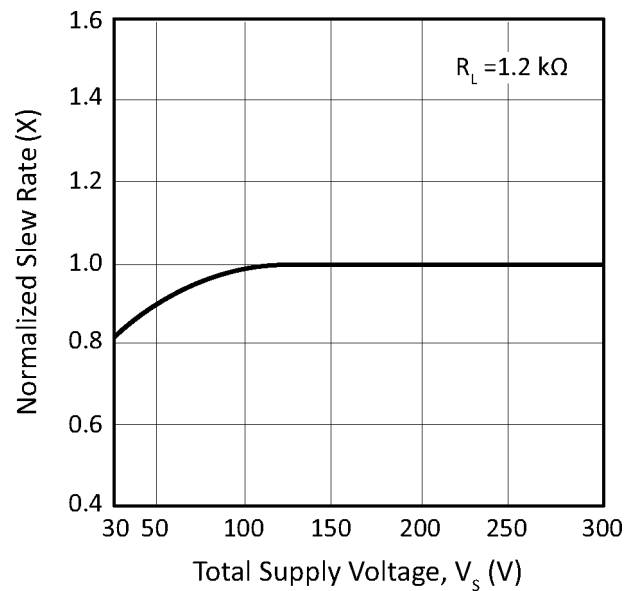
**Figure 9: Power Response**



**Figure 10: Pulse Response**

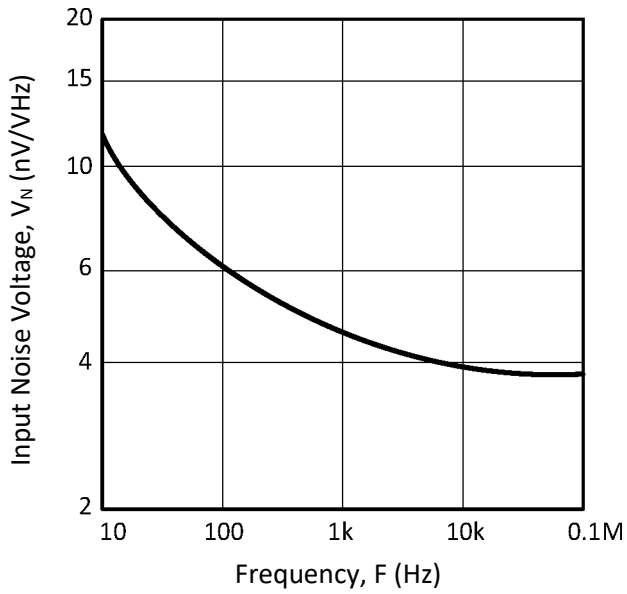


**Figure 11: Slew Rate**

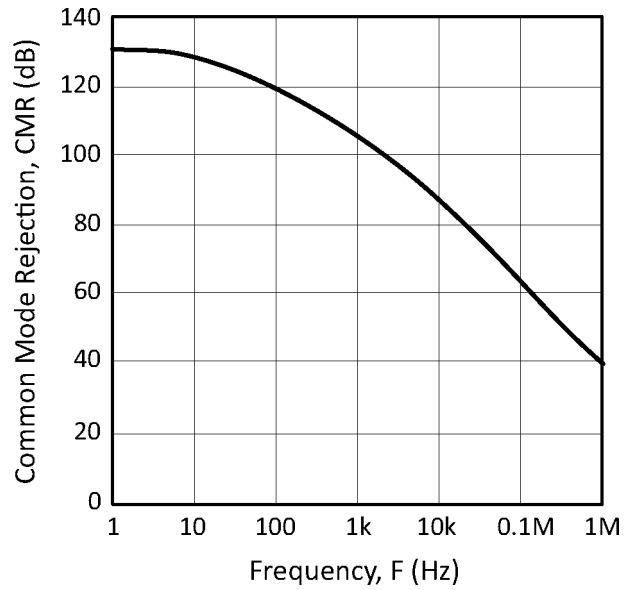




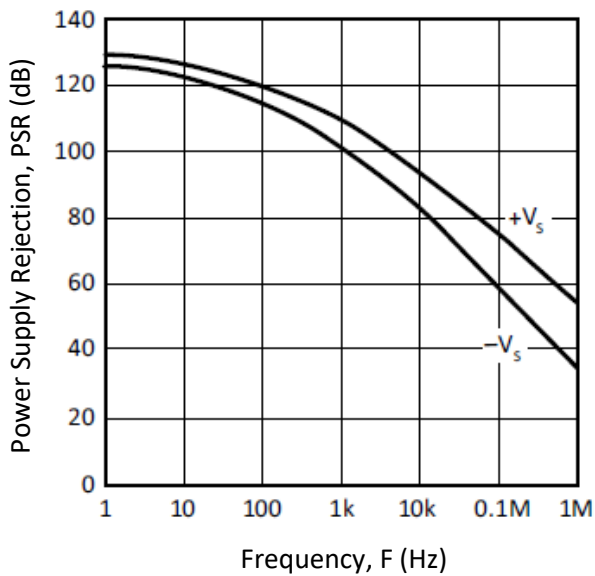
**Figure 12: Input Noise**



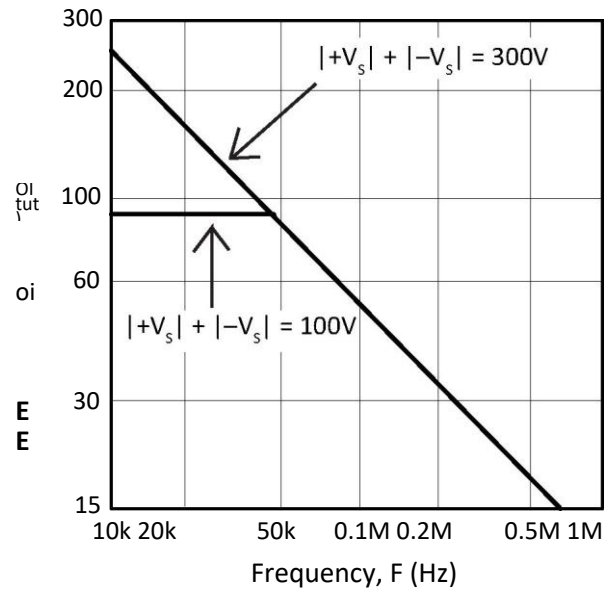
**Figure 13: Common Mode Rejection**



**Figure 14: Power Supply Rejection**



**Figure 15: Common Mode Voltage**



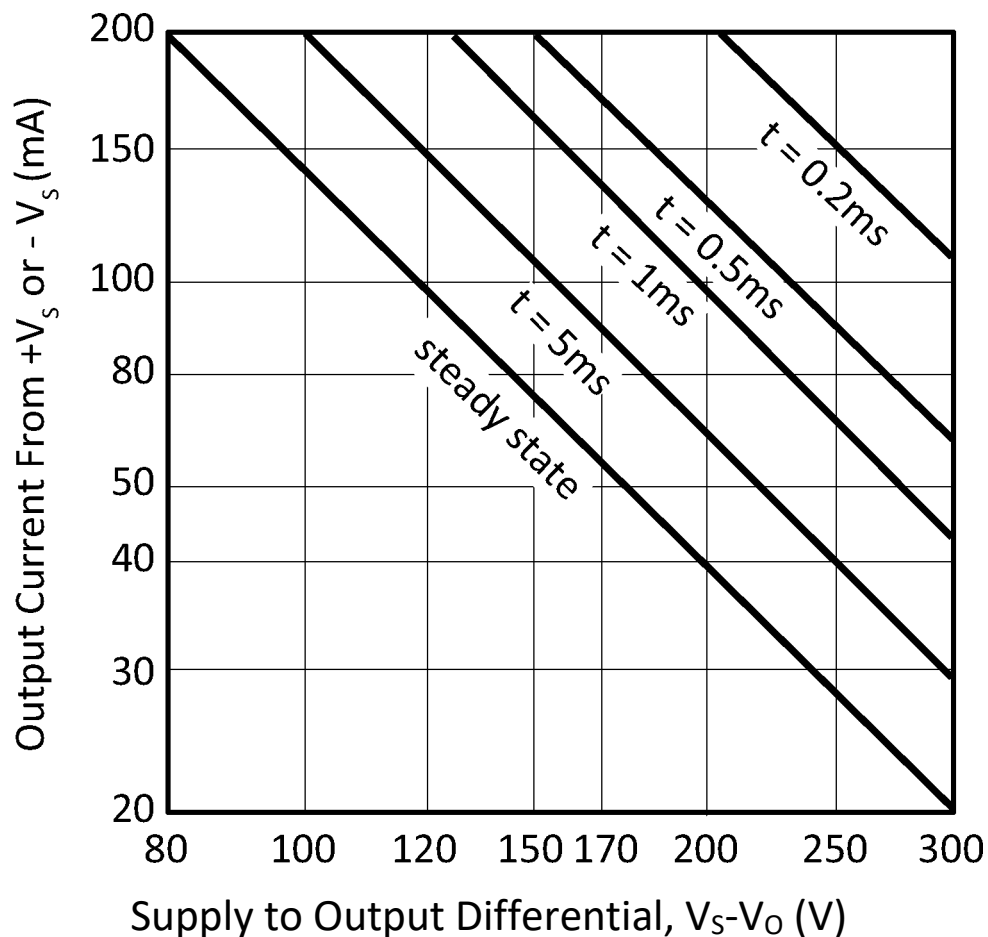
## 安全動作領域 (SOA)

ほとんどのパワーアンプの出力段には、2つの明確な制限があります。

1. トランジスタの形状と内部配線の電流処理能力。
2. コレクタ電流とコレクタ・エミッタ電圧が同時に規定値を超えた場合に発生する二次ブレークダウン効果。

SOA曲線は、これらの制限の影響を組み合わせたものです。アプリケーションによっては、出力電流の方向と大きさを計算または測定し、SOA曲線と照合する必要があります。これは抵抗負荷の場合は単純ですが、誘導性負荷や起電力発生負荷の場合はより複雑です。しかし、次ページのガイドラインを参考にすると、膨大な分析作業を省くことができます。

Figure 16: SOA



1. 過渡状態では、以下の容量性および誘導性負荷は、電流制限値を最大に設定しても安全です。

$\pm V_s$	C (Max)	L (Max)
150V	0.4pF	280 mH
125V	0.9pF	380 mH
100V	2pF	500 mH
75V	10pF	1200 mH
50V	100pF	13 H

2. このアンプは、電流制限が以下のように設定されていれば、起電力の発生や誘導性負荷、電源レールへの短絡やコモンへの単純な短絡に対応できます。

$\pm V_s$	Short to C, L, or EMF Load	short to Common
150V	20mA	67mA
125V	27mA	90mA
100V	42mA	130mA
75V	67mA	200mA
50V	130mA	200mA

これらの単純化された制限値は、特定のアプリケーションの動作条件を使用した詳細な分析により、超過する可能性があります。

1. 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、外付けの高速回復ダイオードを使用してください。

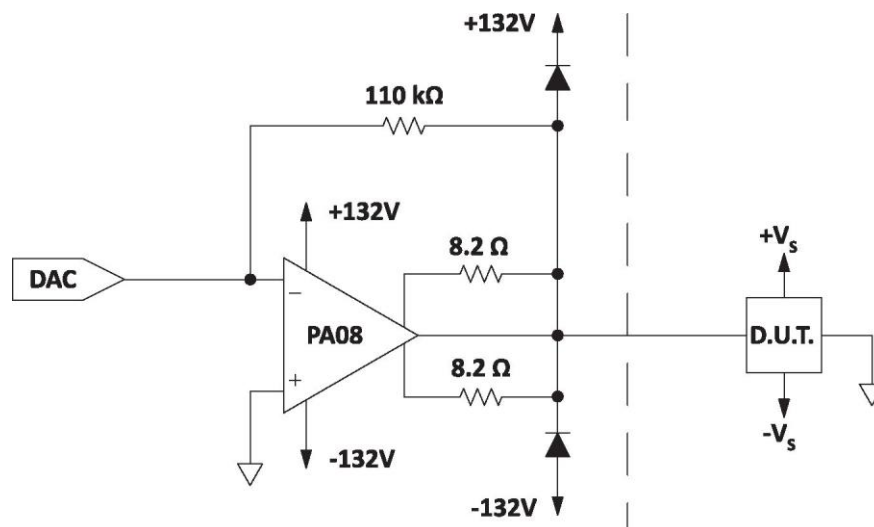
---

## 一般的注意事項

安定性、電源、放熱設計、取り付け、電流制限、安全動作領域の解釈、および仕様の解釈について説明しているアプリケーションノート 1「一般的な操作上の考慮事項」をお読みください。Apex Microtechnology の完全なアプリケーションノートライブラリ、テクニカルセミナーワークブック、および評価キットについては、www.apexanalog.com にアクセスしてください。

## 代表的なアプリケーション

Figure 17: 代表的なアプリケーション (ATE ピンドライバ)



ピンドライバとしての PA08 は、被試験デバイス (DUT: Device Under Test) に高い試験電圧を供給することができます。DUT のどの端子にもショートする可能性があるため、DUT の他の端子に印加される最大の電圧と、アンプの電源電圧との差を利用して電流制限を行う場合は、安全に設定する必要があります。さらに、静電放電による損傷を防ぐために、アンプの出力が機器の筐体から出るときにはフライバックダイオードを推奨します。この回路の精度に関する詳細は、アプリケーションノート 7 を参照してください。

## 誘導性負荷

誘導負荷を駆動する際に、アンプの電源電圧を超えるフライバック (キックバック) パルスからアンプを保護するために、図 18 に示すような 2 つの外付けダイオードが必要です。部品の選定にあたっては、これらの外付けダイオードは非常に高速でなければならず、例えば、逆回復時間が 200 ナノ秒以下の超高速回復ダイオードが必要です。このダイオードがオンになると、フライバックのエネルギーが電源レールに流されるので、出力トランジスタが逆バイアスによる破壊から保護されます。

電源についての注意点です。フライバックパルスのエネルギーは、電源に吸収されなければなりません。その結果、電源電圧に過渡応答が重畳され、電源の過渡応答の大きさは、電源の過渡インピーダンスと電流シンク能力の関数です。電源電圧と過渡応答電圧が電源の最大定格を超える場合や、電源の AC インピーダンスが不明な場合は、ツェナーダイオードで出力と電源をクランプして、過渡応答を吸収するのがベストです。

## 入力保護

入力は、電源レールまでの同相電圧および最大±50Vの差動電圧に対して保護されています。図19に示すように、抵抗2個、コンデンサ2個、ダイオード接続FET4個を追加することで、差動入力電圧に対する保護を強化することができます。

Figure 18: 保護、誘導負荷

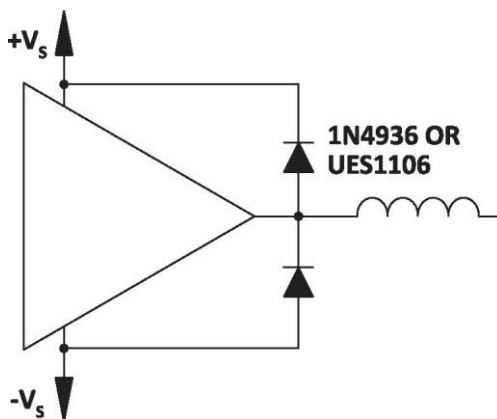
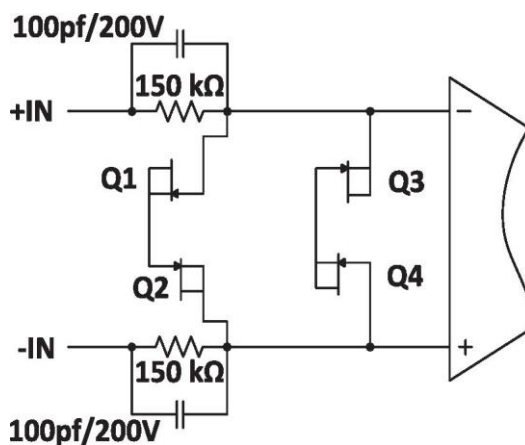


Figure 19: 保護、過電圧



## 電流制限

正しく動作させるためには、代表的な接続図に示すように、2つの電流制限抵抗を使用する必要があります。RCLの最小値は3.24Ωですが、最適な信頼性を得るためには、できるだけ高い値に設定する必要があります。電流制限調整の詳細については、アプリケーションノート1および9を参照してください。

## バランスコントロール (オフセットゼロ調整)

PA08の入力バイアスを外部から調整することで、入力オフセット電圧 (VOS) 特性を部品ごとに調整することができます。代表的な接続図 (図2) の式を使って、RT(トリムポット)とRS(固定抵抗)の値を決めます。RSはRTの何倍もの値を持つことになり、RSは電源電圧のほぼすべてを認識することになります。適切な電力放散のために評価してください。入力オフセット電圧が最小になるまでRTのワイパーを調整します。

アプリケーションでオフセットのゼロ調整が必要ない場合、ピン7はオープンのままにしてください。RSとRTは省略します。



## 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。