

## パワーオペアンプ

RoHS  
COMPLIANT

### 特徴

- ・利得帯域幅製品：4 MHz
- ・温度範囲：55～+125°C (PA10A)
- ・優れた直線性：クラス A/B 出力
- ・広い電源電圧範囲：±10V～±50V
- ・高出力電流：±5A ピーク



### アプリケーション

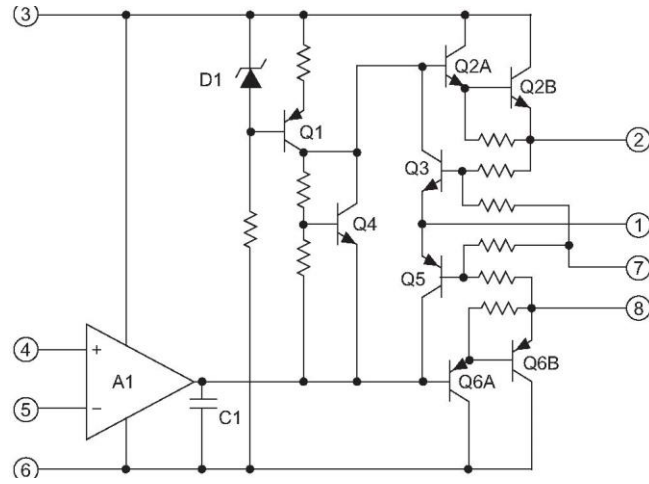
- ・モーター、バルブ、アクチュエータの制御
- ・最大 4A の磁気偏向回路
- ・最大 100 kHz のパワー・トランスデューサ
- ・最大 180W の温度制御
- ・90V までのプログラマブル電源
- ・最大 60W RMS のオーディオアンプ

### 説明

PA10 および PA10A は、抵抗負荷、誘導負荷、容量負荷を駆動するように設計された高電圧、高出力電流のオペアンプです。最適な直線性を得るために、出力段は A/B 級動作にバイアスされています。安全動作領域 (SOA) は、ユーザーがプログラム可能な電流制限抵抗を選択することにより、すべての動作条件で監視できます。両方のアンプは、すべてのゲイン設定に対して内部で補正されています。負荷がかかった状態での連続動作には、適切な定格のヒートシンクを推奨します。

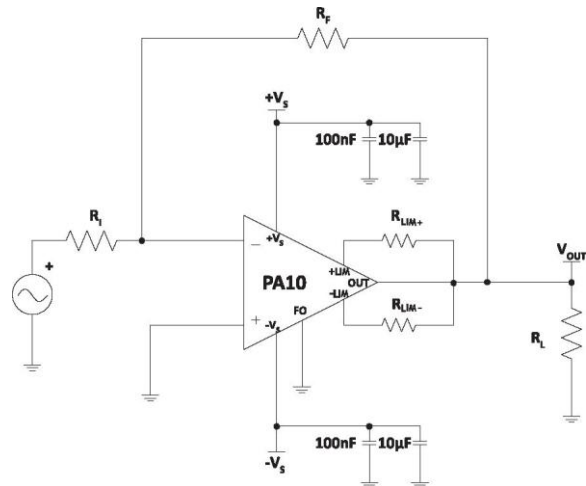
このハイブリッド集積回路は、厚膜抵抗器、セラミックコンデンサー、半導体チップを採用し、信頼性を最大限に高め、小型化、高性能化を実現しました。超音波接合されたアルミニウム線は、すべての動作温度で信頼性の高い配線を提供します。8ピンの TO-3 パッケージは、気密封止されており電氣的に絶縁されています。圧縮性のサーマルワッシャーを使用したり、不適切な取り付けトルクで取り付けた場合は製品の保証は無効となります。アプリケーションノート1「一般的な使用上の注意」をご参照ください。

Figure 1: 等価回路図



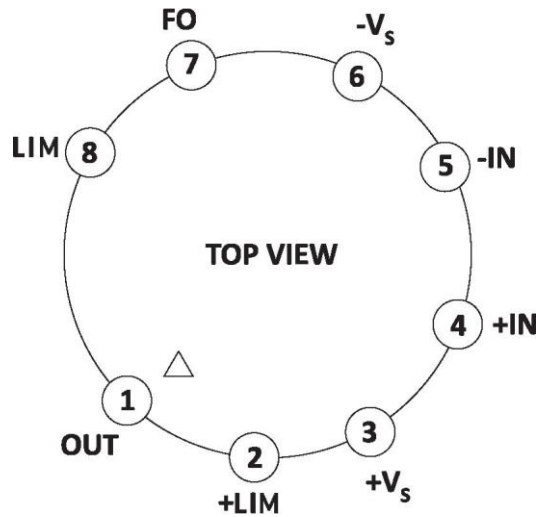
代表的な接続

Figure 2: 代表的な接続図



ピン配置と説明

Figure 3: 外部接続図



Pin Number	Name	Description
1	OUT	The output. Connect this pin to load and to the feedback resistors.
2	+LIM	Connect to the current limit resistor. Output current flows into/out of these pins through $R_{LIM}$ . The output pin and the load are connected to the other side of $R_{LIM+}$ .
3	+Vs	The positive supply rail.
4	+IN	The non-inverting input.
5	-IN	The inverting input.
6	-Vs	The negative supply rail.
7	FO	The foldover current limit. Connect to ground if desired. See "Current Limiting" section.
8	-LIM	Connect to the current limit resistor. Output current flows into/out of these pins through $R_{LIM}$ . The output pin and the load are connected to the other side of $R_{LIM-}$ .

## 仕様

すべてのテストにおける電源電圧は、テスト条件として特に明記されていない限り±40Vです。全温度範囲での仕様は保証されていますが、テストはされていません。

## 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	+V <sub>s</sub> to -V <sub>s</sub>		100	V
Output Current, within SOA	I <sub>OUT</sub>		5	A
Power Dissipation, internal	P <sub>D</sub>		67	W
Input Voltage, differential	V <sub>IN</sub> (Diff)		±37	V
Input Voltage, common mode	V <sub>CM</sub>		±V <sub>s</sub>	V <sub>s</sub>
Temperature, pin solder, 10s max.			350	°C
Temperature, junction <sup>1</sup>	T <sub>J</sub>		200	°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	PA10			PA10A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial	T <sub>c</sub> = 25°C		±2	±6		±1	±4	mV
Offset Voltage vs. temperature	Full temp range		±10	±65		*	±40	pV/°C
Offset Voltage vs. supply	T <sub>c</sub> = 25°C		±30	±200		*	*	pV/V
Offset Voltage vs. power	T <sub>c</sub> = 25°C		±20			*		pV/W
Bias Current, initial	T <sub>c</sub> = 25°C		12	30		10	20	nA
Bias Current vs. temperature	Full temp range		±50	±500		*	*	pA/°C
Bias Current vs. supply	T <sub>c</sub> = 25°C		±0.10			*		pA/V
Offset Current, initial	T <sub>c</sub> = 25°C		±12	±30		±5	±10	nA
Offset Current vs. temperature	Full temp range		±50			*		pA/°C
Input Impedance, DC	T <sub>c</sub> = 25°C		200			*		MO
Input Capacitance	T <sub>c</sub> = 25°C		3			*		pF
Common Mode Voltage Range <sup>1</sup>	Full temp range	±Vs-5	±Vs-3		*	*		V
Common Mode Rejection, DC <sup>1</sup>	Full temp range, V <sub>CM</sub> = ±Vs-6V	74	100		*	*		dB

1. +VS と-Vs は、それぞれプラスとマイナスの電源レールを表します。トータル VS は+VS から-Vs までの測定値です。

## ゲイン

Parameter	Test Conditions	PA10			PA10A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open Loop Gain @ 10 Hz	T <sub>c</sub> = 25°C, 1 kO load		110			*		dB
Open Loop Gain @ 10 Hz	Full temp range, 15 O load	96	108		*	*		dB
Gain Bandwidth Product @ 1 MHz	T <sub>c</sub> = 25°C, 15 O load		4			*		MHz
Power Bandwidth	T <sub>c</sub> = 25°C, 15 O load	10	15		*	*		kHz
Phase Margin	Full temp range, 15 O load		35			*		°

## 出力

Parameter	Test Conditions	PA10			PA10A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing <sup>1</sup>	T <sub>C</sub> =25°C, I <sub>OUT</sub> =5A	±VS - 8	±VS - 5		±VS - 6	*		V
Voltage Swing <sup>1</sup>	Full temp range, I <sub>OUT</sub> = 2A	±VS - 6			*			V
Voltage Swing <sup>1</sup>	Full temp range, I <sub>OUT</sub> = 80mA	±VS - 5			*			V
Current, peak	T <sub>C</sub> = 25°C	5			*			A
Settling Time to 0.1%	T <sub>C</sub> =25°C, 2V step		2			*		ps
Slew Rate	T <sub>C</sub> = 25°C	2	3		*	*		V/ps
Capacitive Load	Full temp range, A <sub>V</sub> = 1			0.68			*	nF
Capacitive Load	Full temp range, A <sub>V</sub> = 2.5			10			*	nF
Capacitive Load	Full temp range, A <sub>V</sub> > 10			SOA			*	

1. +VS と-VS は、それぞれプラスとマイナスの電源レールを表します。トータル VS は+VS から-VS までの測定値です。

## 電源

Parameter	Test Conditions	PA10			PA10A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage	Full temp range	±10	±40	±45	*	*	±50	V
Current, quiescent	T <sub>C</sub> = 25°C	8	15	30	*	*	*	mA

## 温度特性

Parameter	Test Conditions	PA10			PA10A			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		1.9	2.1		*	*	°C/W
Resistance, DC, junction to case	T <sub>C</sub> = -55 to 125°C		2.4	2.6		*	*	°C/W
Resistance, junction to air	T <sub>C</sub> = -55 to 125°C		30			*		°C/W
Temperature Range, case	Meets full range specs	-25		+85	-55		+125	°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: \* PA10A の仕様は、左側の該当する列の PA10 の仕様と同じです。

代表的な性能グラフ

Figure 4: Power Derating

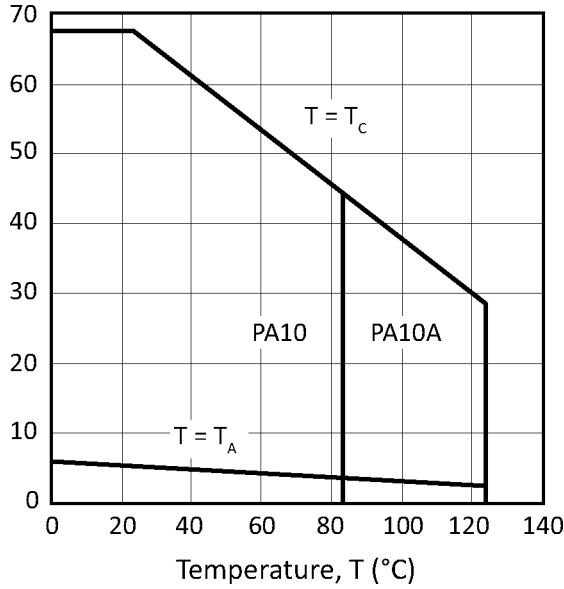


Figure 5: Bias Current

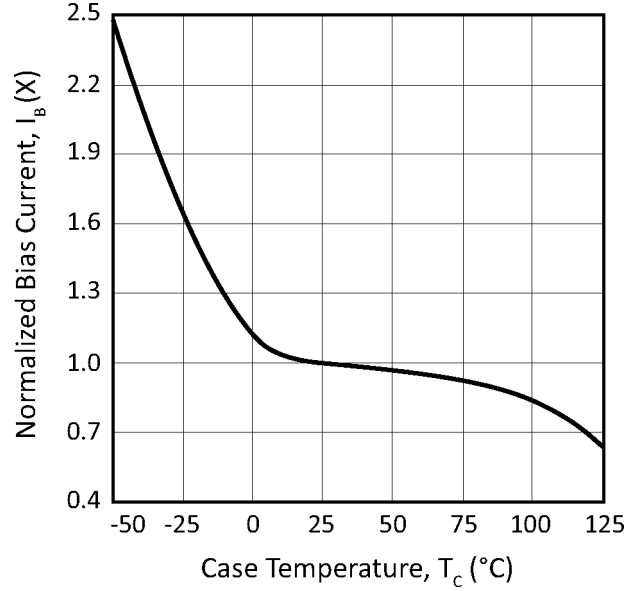


Figure 6: Small Signal Response

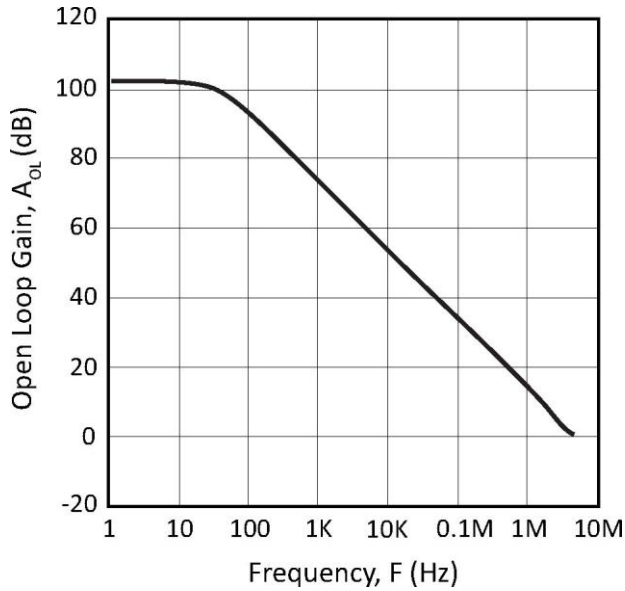
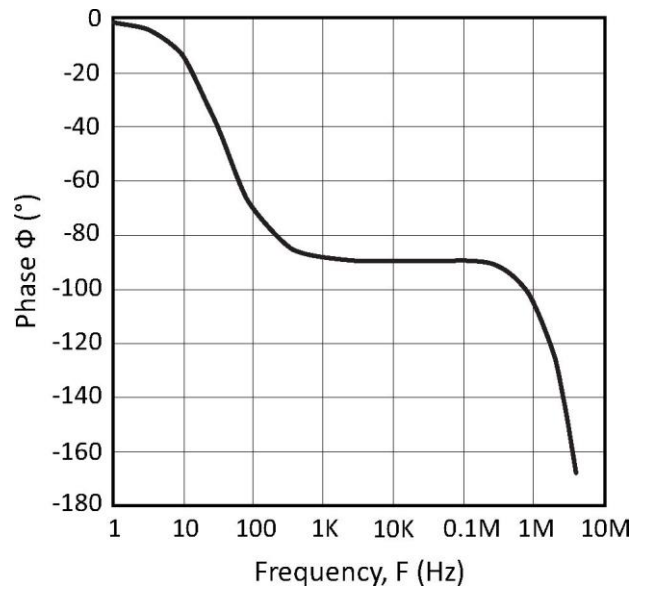
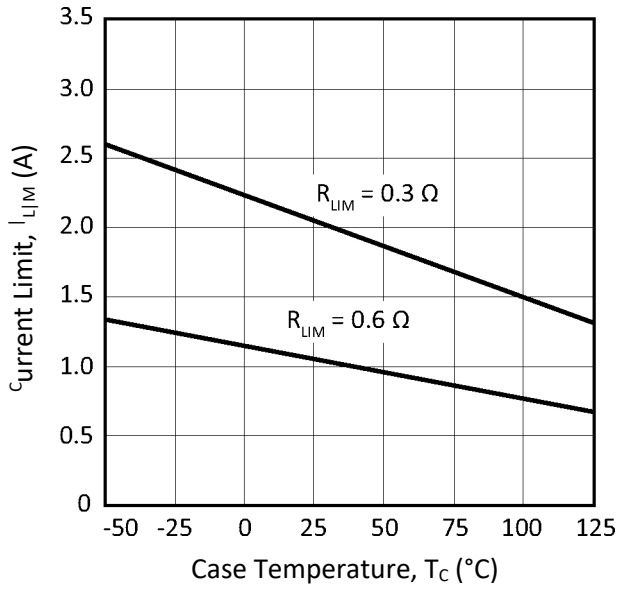


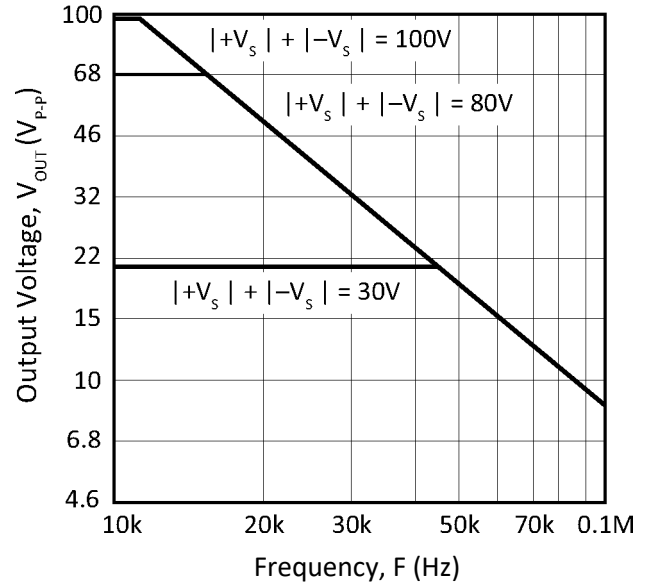
Figure 7: Phase Response



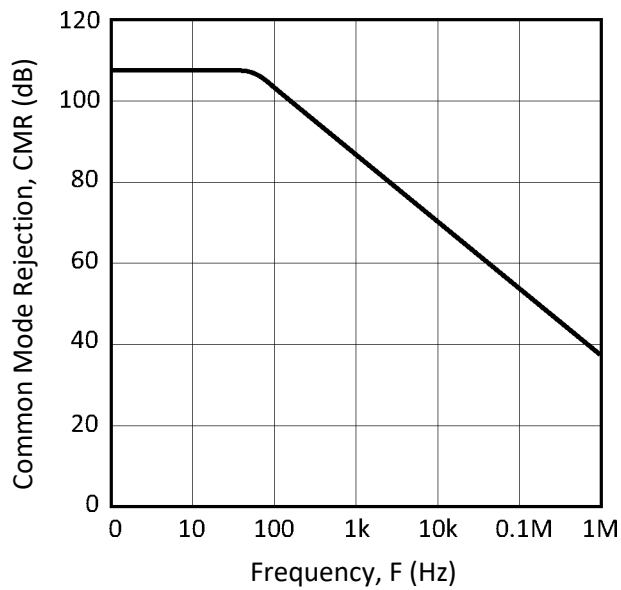
**Figure 8: Current Limit**



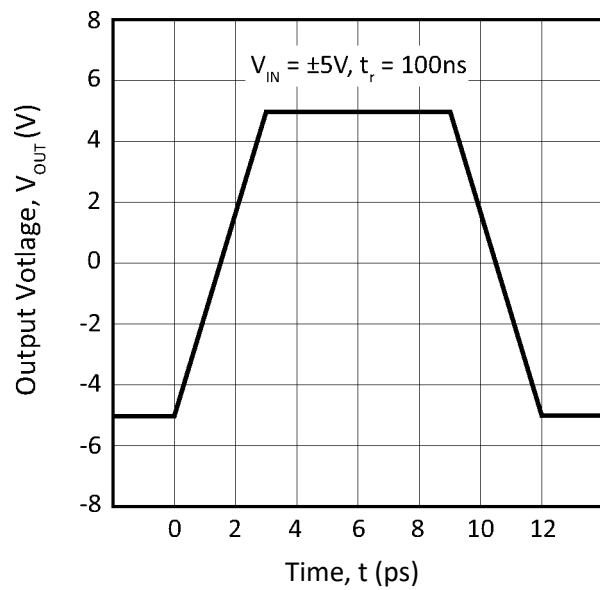
**Figure 9: Power Response**



**Figure 10: Common Mode Rejection**

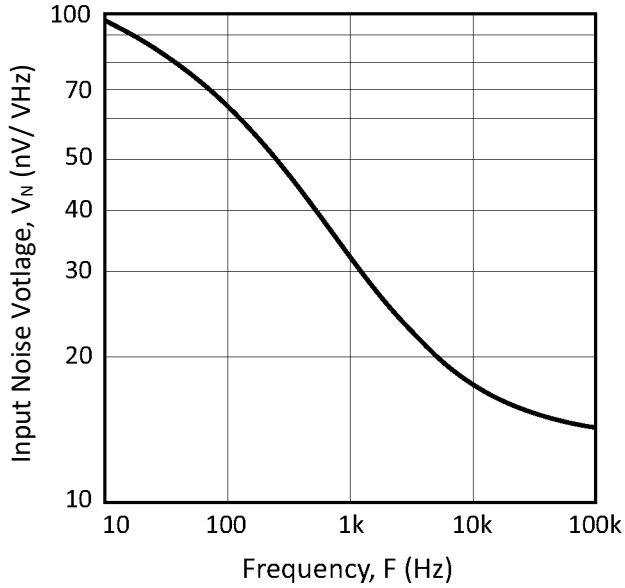


**Figure 11: Pulse Response**

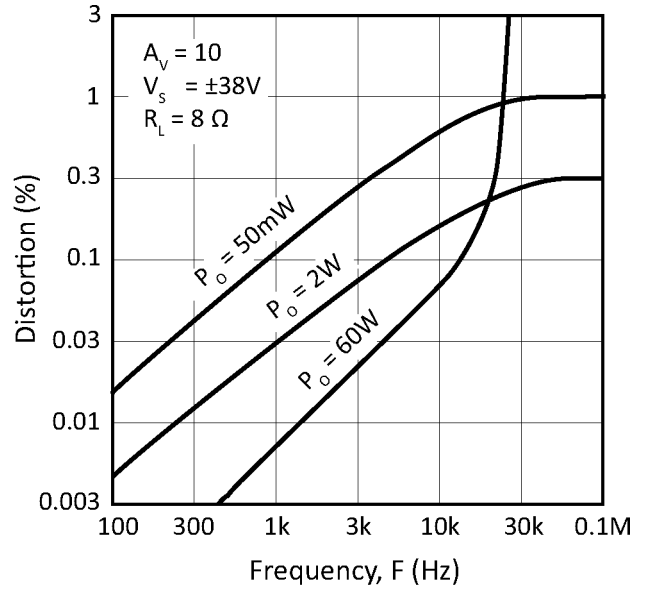




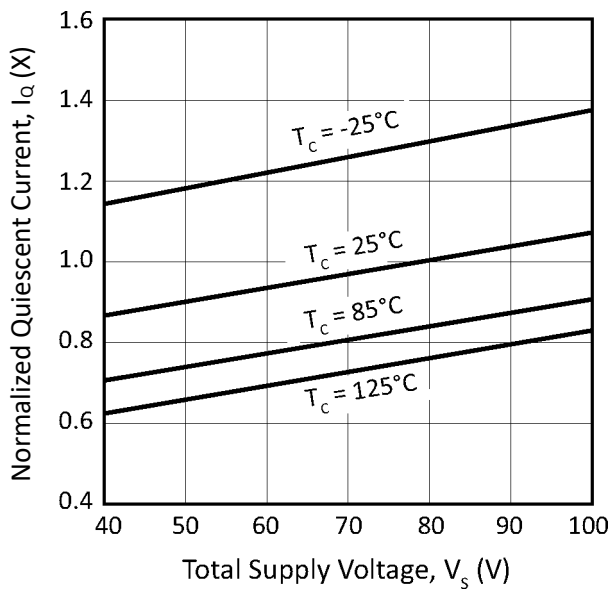
**Figure 12: Input Noise**



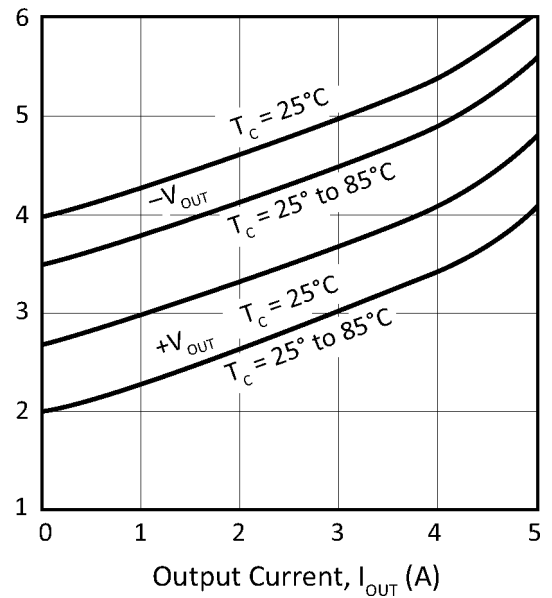
**Figure 13: Harmonic Distortion**



**Figure 14: Quiescent Current**



**Figure 15: Output Voltage Swing**



## 安全動作領域(SOA)

多くのパワーアンプの出力段には、3つの明確な制限があります。

1. トランジスタの形状とワイヤボンドの電流処理能力。
2. コレクタ電流とコレクタ電圧の同時印加が規定値を超えると発生する、二次ブレイクダウン効果。
3. 出力トランジスタの接合部温度。

SOA曲線は、これらの制限の影響を組み合わせ、内部の熱遅延を考慮しています。特定のアプリケーションで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、リアクティブ負荷や起電力発生負荷の場合はより複雑です。

1. DC 出力、特に故障状態から生じるものについては、最悪の場合のストレスレベルを SOA グラフと照らし合わせて確認してください。

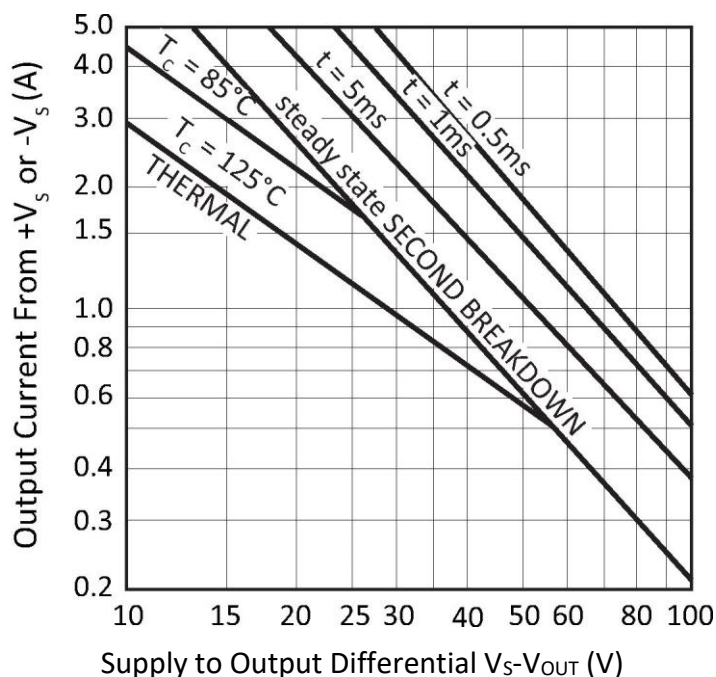
ロードラインが 0.5ms の制限を超えていないこと、またエクスカージョンが第2のブレイクダウンラインを超えてタイムラベルを超えていないこと、デューティサイクルが 10%以下であることを確認してください。

ハードウェアのセットアップでは、広い同相除去範囲を持つ機器やアンプが必要になることが多いので、SPICE®による解析は非常に便利です。(「スパイスタイプ」では意味不明、電気回路シミュレータ・解析プログラムの「SPICE」を指している) SOA に関する詳細は、アプリケーションノート AN01 および AN22 を参照してください。

2. TC = 85°Cで電流制限を以下のように設定した場合、アンプはあらゆる起電力発生負荷、誘導性負荷、電源レールへの短絡、コモンへの短絡を扱うことができます。

$\pm V_s$	Short to $\pm V_s$ C, L, or EMF Load	Short to Common
50V	0.21A	0.61A
40V	0.3A	0.87A
35V	0.36A	1.0A
30V	0.46A	1.4A
25V	0.61A	1.7A
20V	0.87A	2.2A
15V	1.4A	2.9A

Figure 16: SOA



### 一般的注意事項

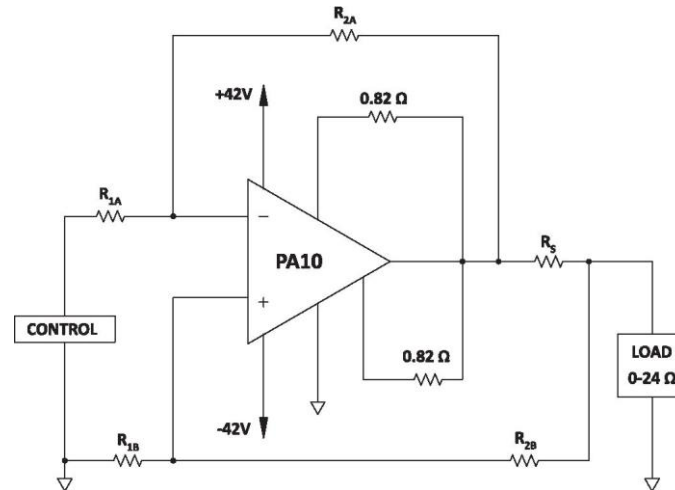
安定性、電源、放熱設計、取り付け、電流制限、安全動作領域の解釈、および仕様の解釈について説明しているアプリケーションノート1「一般的な操作上の考慮事項」をお読みください。Apex Microtechnologyの完全なアプリケーションノートライブラリ、テクニカルセミナーワークブック、および評価キットについては、[www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com)にアクセスしてください。

### 代表的なアプリケーション

マッチした抵抗(A部とB部)とPA10の高い同相信号除去機能を使用して、直流および低歪みの交流電流波形を接地された負荷に供給します。

フォールドオーバー電流制限は、出力電圧に基づいて電流制限を変更するために使用されます。負荷抵抗が0に低下すると、出力電圧に基づいて電流が制限されます。負荷抵抗が0に低下すると、電流制限は0.79Aになり、内部損失は33.3Wになります。出力電圧が36Vに上昇すると、電流制限は1.69Aになります。詳細については、フォールドオーバー制限に関するアプリケーションノート9を参照してください。

Figure 17: 代表的なアプリケーション(電圧から電流への変換)



## 電流制限

固定電流制限とフォールドオーバー電流制限の動作の詳細については、アプリケーションノート 9「電流制限」を参照してください。電流制限は初期状態では+/-20%の機能と考えるべきで、-55°C~125°Cの範囲で約 2:1 に変化することに注意してください。

固定電流制限の場合は、7 番ピンをオープンにして、式 1 と式 2 を使用します。

1.

$$R_{LIM}(\Omega) = \frac{0.65V}{I_{LIM}(A)}$$

2.

$$I_{LIM}(A) = \frac{0.65V}{R_{LIM}(\Omega)}$$

ここで、

ILIM は電流制限値(単位:アンペア)。

RLIM は電流制限抵抗(単位:オーム)。

特定のアプリケーションでは、フォールドオーバー電流制限は、SOAに違反することなく、より多くの電力を負荷に供給できるよう、電流制限にスロープを追加します。フォールドオーバースロープを最大にするには、ピン7をグラウンドにして、式3と4を使用します。

3.

$$I_{LIM}(A) = \frac{0.65V + (V_{OUT} \cdot 0.014)}{R_{LIM}(\Omega)}$$

4.

$$R_{LIM}(\Omega) = \frac{0.65V + (V_o \cdot 0.014)}{I_{LIM}(A)}$$

ここで、

VOUT は出力電圧(単位:ボルト)です。

ほとんどの設計者は、0V 出力時の希望電流に  $R_{LIM}$  (電流制限抵抗) を設定する式 1、または式 4 で最大出力電圧に  $R_{LIM}$  を設定します。次に式 3 を用いて、結果として得られるフォールドオーバーの限界を SOA グラフにプロットします。式 3 の結果電流制限が負になった場合は、フォールドオーバースロープを小さくする必要があります。これは、出力電圧が電流を流す電源とは逆の極性である場合に起こります。フォールドオーバースロープを小さくしたい場合は、ピン 7 とグランドの間に抵抗 ( $R_{FO}$ ) を追加することで実現できます。この新しい抵抗を回路に入れて、式 4 と 5 を使用します。

5.

$$I_{LIM}(A) = \frac{0.65V + \frac{V_{OUT} \cdot 0.14}{10.14 + R_{FO}}}{R_{LIM}(\Omega)}$$

6.

$$R_{LIM}(\Omega) = \frac{0.65V + \frac{V_{OUT} \cdot 0.14}{10.14 + R_{FO}}}{I_{LIM}(A)}$$

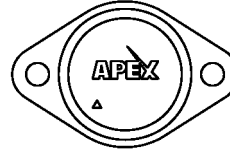
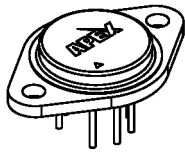
ここで、

$R_{FO}$  の単位は  $K\Omega$  です。

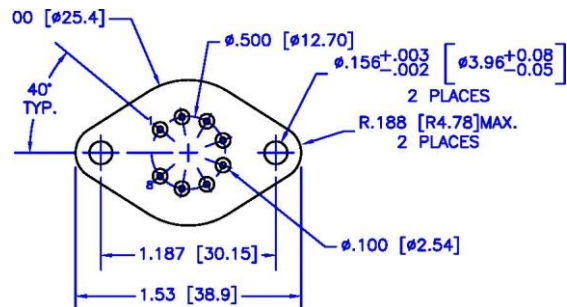
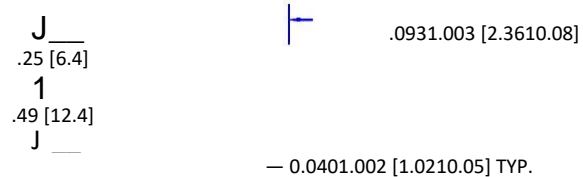
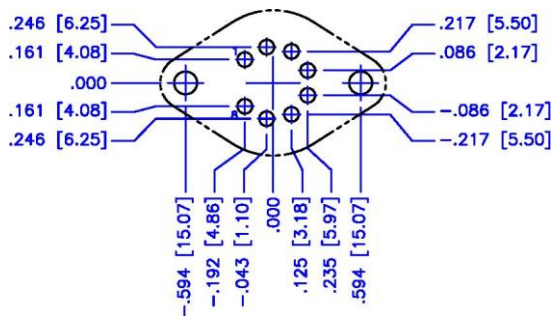
---

## 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]

## 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.

## 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](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。