

パワーオペアンプ



特徴

- ・低熱抵抗: 1.1°C/W
- ・電流フォールドオーバー保護
- ・優れた直線性: クラス A/B 出力
- ・広い電源電圧範囲: ±10V~±45V
- ・高出力電流: 最大±15A

アプリケーション

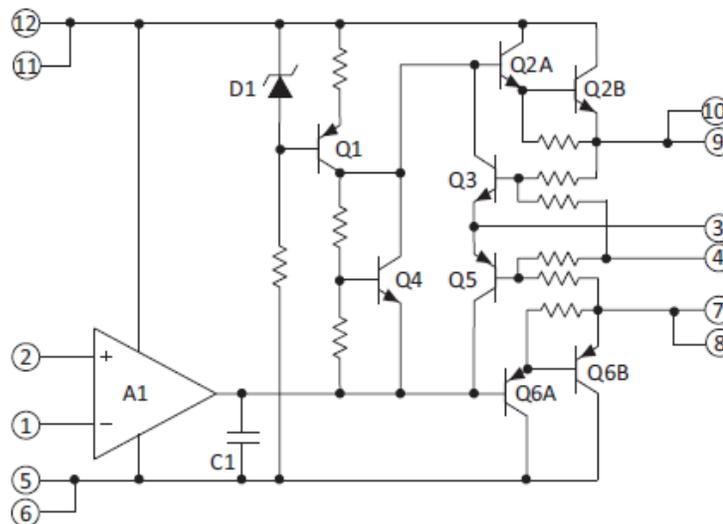
- ・モーター、バルブ、アクチュエータの制御
- ・最大 10A の磁気偏向回路
- ・最大 100 kHz のパワー・トランスデューサ
- ・最大 360W までの温度制御
- ・90V までのプログラマブル電源
- ・最大 120W RMS のオーディオアンプ



説明

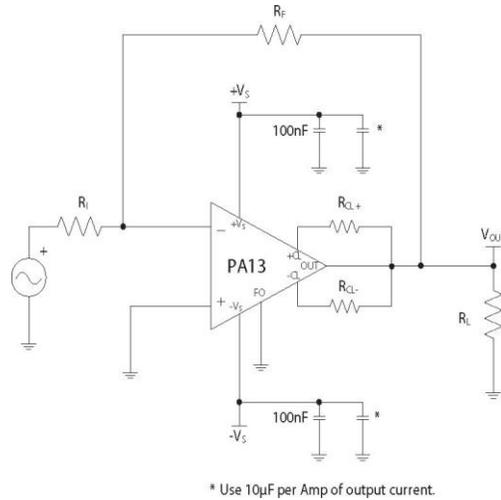
PA13 は、抵抗負荷、誘導負荷、容量負荷を駆動するために設計された、最先端の高電圧、超高出力電流のオペアンプです。特に低レベルでのリニアリティを最適化するために、出力段はサーミスタ補正されたベース・エミッタ間電圧増倍回路を用いて A/B 級動作にバイアスされています。また安全動作領域(SOA)は、ユーザーがプログラム可能な電流制限抵抗を選択することにより、負荷時の連続動作には適切な定格のヒートシンクを推奨します。PA13 は、-3 (反転) または+4 (非反転) 以下のゲインには推奨されません。このハイブリッド集積回路は、厚膜(サーメット)抵抗器、セラミックコンデンサー、半導体チップを採用し、信頼性の向上、小型化、高性能化を実現しました。超音波で接着されたアルミ線はすべての動作温度で信頼性の高い相互接続を実現しています。12 ピンのパワー-SIP(システムインパッケージ)は電気的に絶縁されています。

Figure 1: Equivalent Schematic



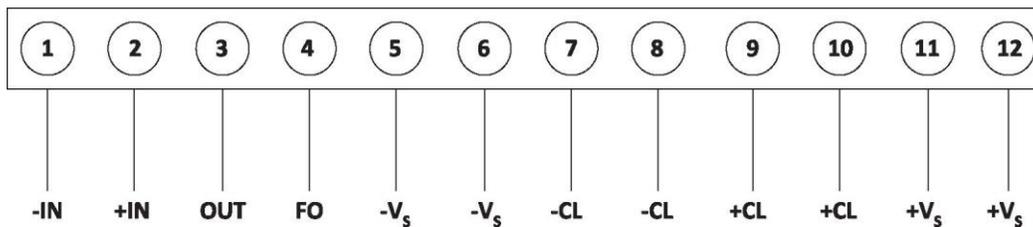
代表的な接続

Figure 2: 代表的な接続図



ピン配置および説明

Figure 3: External Connections



端子番号	名称	説明
1	-IN	反転入力。
2	+IN	非反転入力。
3	OUT	出力端子。負荷および帰還抵抗に接続してください。
4	FO	フォールドオーバー電流制限回路。必要に応じてグラウンドに接続してください。電流制限の項を参照。
5, 6	-Vs	負の電源レール。5、6 番ピンは内部で接続されています。
7, 8	-CL	シンク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れます。RCL-の反対側には、出力端子と負荷が接続されています。7、8 番ピンは内部で接続。
9, 10	+CL	ソーシング電流制限抵抗に接続。出力電流は RCL+を介してこの端子から出力されます。RCL+の反対側には、出力端子と負荷が接続されています。9、10 番ピンは内部で接続されています。
11, 12	+Vs	プラス側の電源レール。11,12 番ピンは内部で接続されています。

## 仕様

すべての最小値/最大値特性および仕様は、指定された動作条件で保証されています。  
 代表的な性能特性および仕様は、代表的な電源電圧および TC = 25°Cでの測定から得られたものです。最大接合部温度での長時間動作は製品寿命を縮めることになります。  
 製品寿命が短くなります。高い MTTF (平均故障時間) を達成するためには、消費電力を低減する必要があります。定格は、出力電流が両方の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。試験率は 100%ではありませんが、全温度範囲の仕様は保証されています。

## 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	+Vs to -Vs		100	V
Output Current, within SOA	I <sub>OUT</sub>		15	A
Power Dissipation, internal	P <sub>D</sub>		135	W
Input Voltage, differential	V <sub>IN (Diff)</sub>	-37	37	V
Input Voltage, common mode	V <sub>CM</sub>	-Vs	Vs	V
Temperature, pin solder, 10s max.			260	°C
Temperature, junction <sup>1</sup>	T <sub>J</sub>		175	°C
Temperature Range, storage		-55	+125	°C
Operating Temperature Range, case	T <sub>C</sub>	-40	+85	°C

1. 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。

### 注意事項

基板には酸化ベリリウム (BeO) が含まれています。有毒ガスの発生を避けるため、粉碎、機械加工、850°Cを超える温度での使用は避けてください。

# PA13 • PA13A



## 入力

Parameter	Test Conditions	PA13			PA13A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial			±2	±6		±1	±4	mV
Offset Voltage vs. temperature	Full temp range		±10	±65		*	±40	HV/°C
Offset Voltage vs. supply			±30	±200		*	*	pV/V
Offset Voltage vs. power			±20			*		pV/W
Bias Current, initial			±12	±30		±10	±20	nA
Bias Current vs. temperature	Full temp range		±50	±500		*	*	pA/°C
Bias Current vs. supply			±10			*		pA/V
Offset Current, initial			±12	±30		±5	±10	nA
Offset Current vs. temperature	Full temp range		±50			*		pA/°C
Input Impedance, DC			200			*		MΩ
Input Capacitance			3			*		pF
Common Mode Voltage Range <sup>1</sup>	Full temp range	±Vs T 5	±Vs T 3		*	*		V
Common Mode Rejection, DC	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	PA13			PA13A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open Loop Gain @ 10 Hz	1 kΩ load		110			*		dB
Open Loop Gain @ 10 Hz	Full temp range, 8Ω load	96	108		*	*		dB
Gain Bandwidth Product @ 1 MHz	8Ω load		4		*	*		MHz
Power Bandwidth	8Ω load	13	20		*	*		kHz
Phase Margin, A <sub>v</sub> = +4	Full temp range, 8Ω load		20			*		°

### 出力

Parameter	Test Conditions	PA13			PA13A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing <sup>1</sup>	PA13 = 10A, PA13A = 15A	±Vs T 6			*			V
Voltage Swing <sup>1</sup>	I <sub>OUT</sub> = 5A	±Vs T 5			*			V
Voltage Swing <sup>1</sup>	Full temp range, I <sub>OUT</sub> = 80mA	±Vs T 5			*			V
Current, peak		10			15			A
Settling Time to 0.1%	2 V step		2			*		ps
Slew Rate		2.5	4		*	*		V/ps
Capacitive Load	Full temp range, A <sub>V</sub> = 4			1.5			*	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	PA13			PA13A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage	Full temp range	±10	±40	±45	*	*	*	V
Current, quiescent			25	50		*	*	mA

### 温度特性

Parameter	Test Conditions	PA13			PA13A			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		0.6	0.7		*	*	°C/W
Resistance, DC, junction to case	T <sub>C</sub> = -55 to 125°C		0.9	1.1		*	*	°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	*		*	°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る。

注記: \* PA13A の仕様は、左の該当欄の PA13 の仕様と同じです。

典型的な性能グラフ

Figure 4: Power Derating

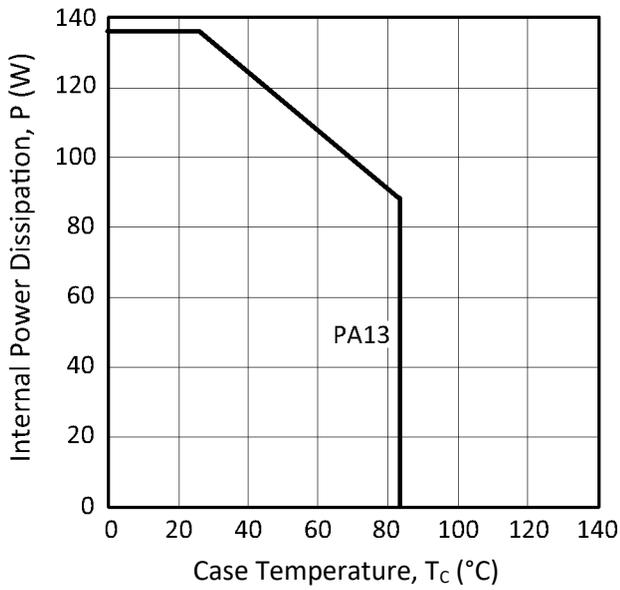


Figure 5: Bias Current

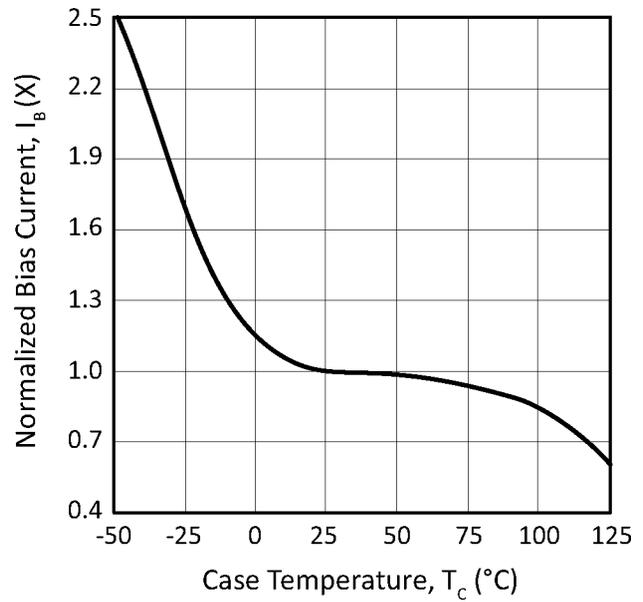


Figure 6: Small Signal Response

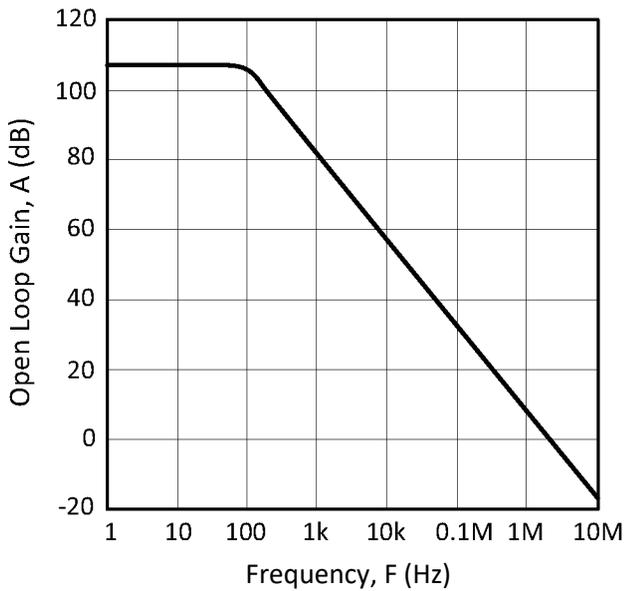


Figure 7: Phase Response

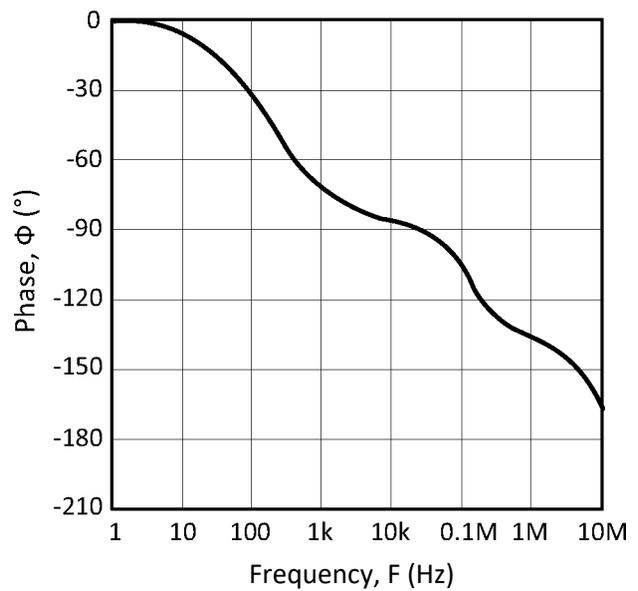


Figure 8: Current Limit

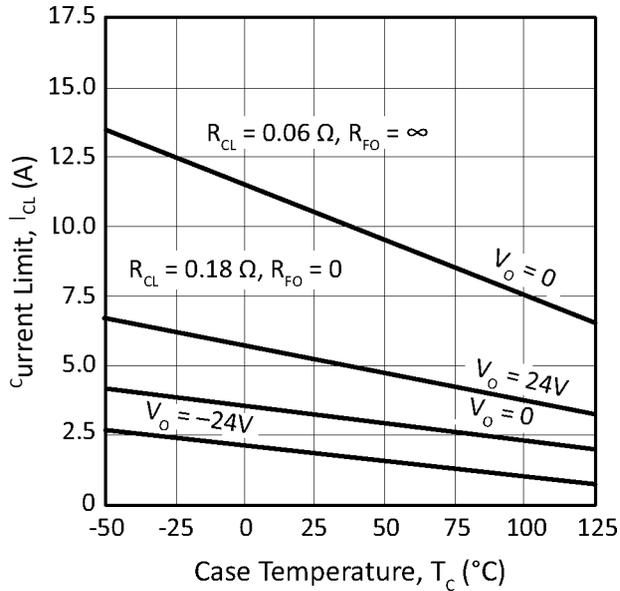


Figure 9: Power Response

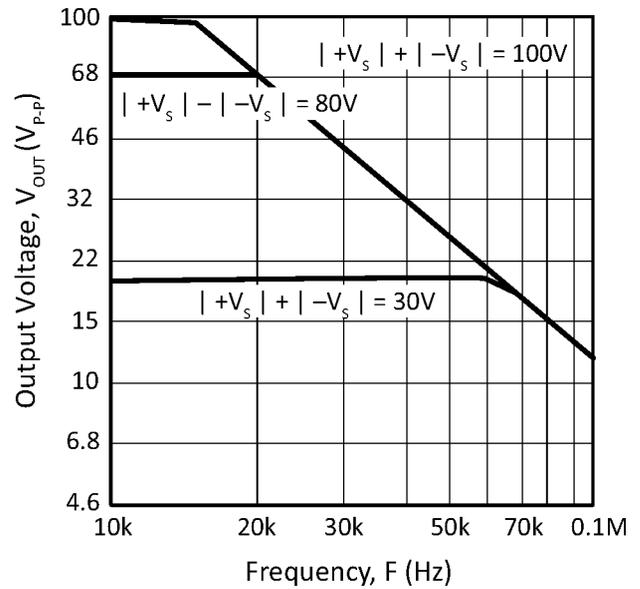


Figure 10: Common Mode Rejection

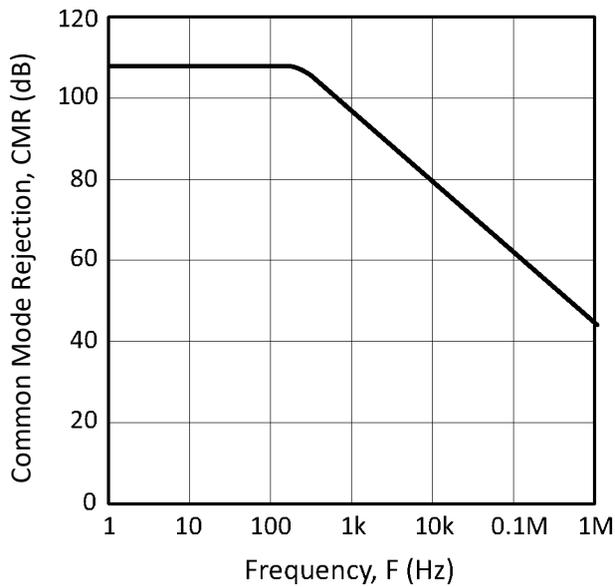


Figure 11: Pulse Response

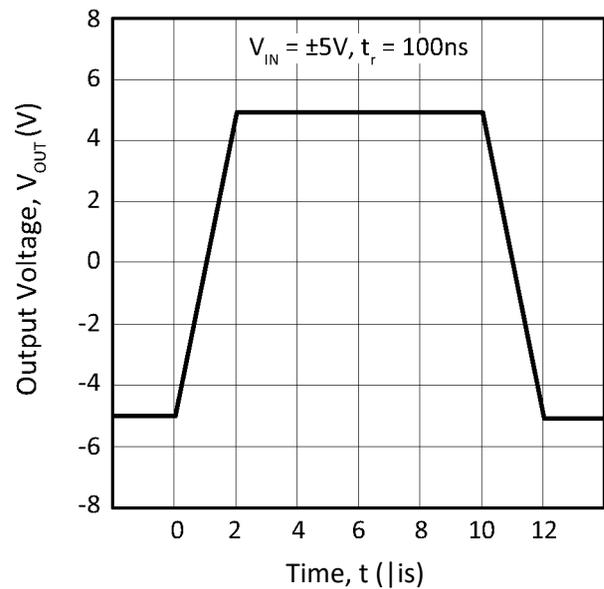


Figure 12: Input Noise

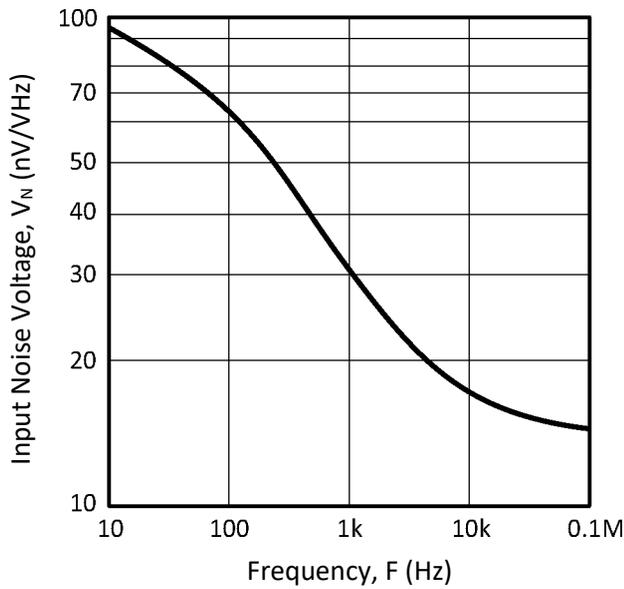


Figure 13: Harmonic Distortion

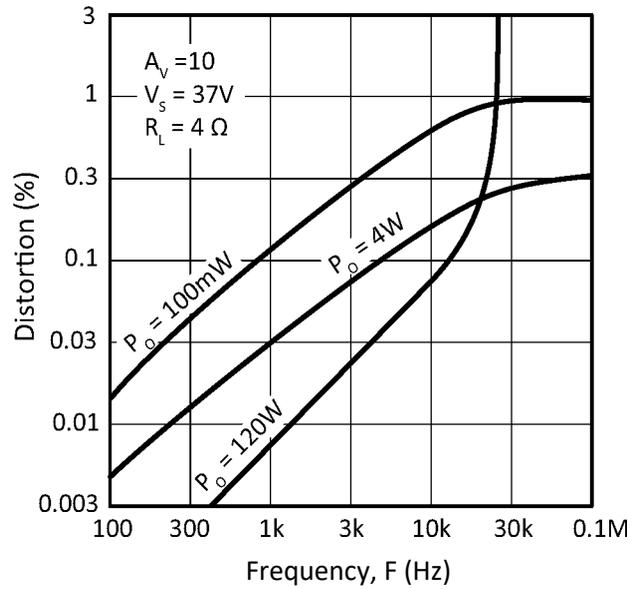


Figure 14: Quiescent Current

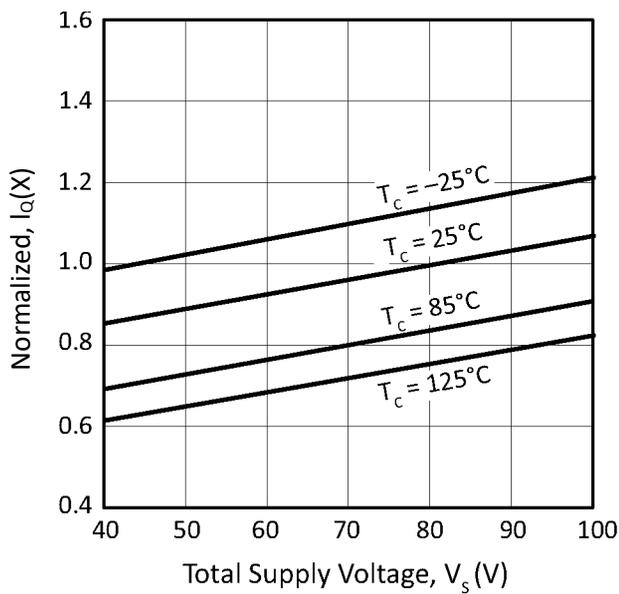
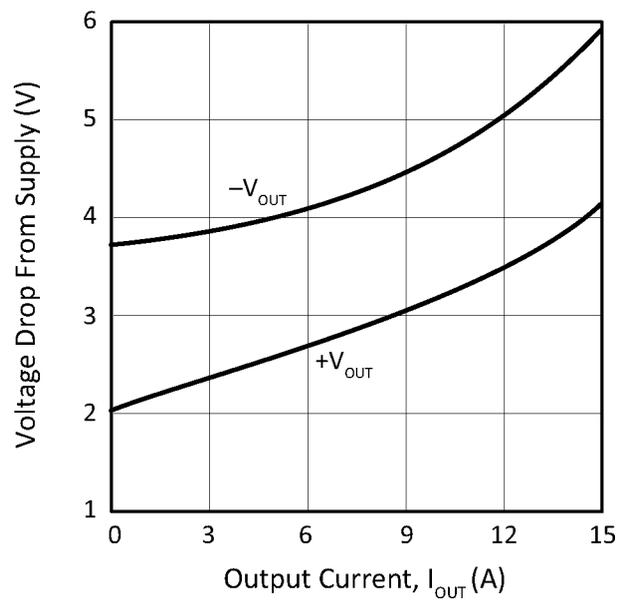


Figure 15: Output Voltage Swing



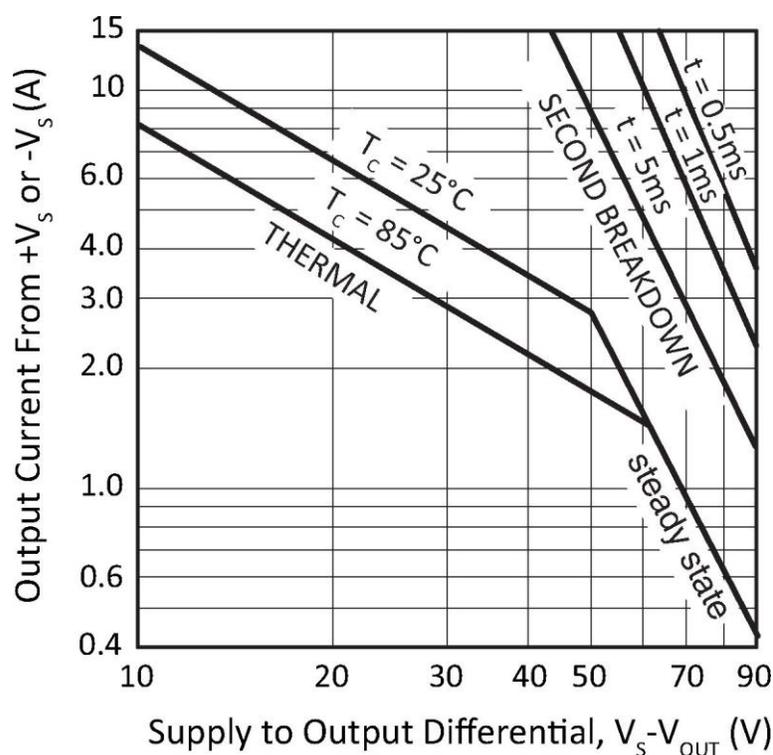
### 安全動作領域(SOA)

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。
3. 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ークダウン効果
4. 出カトランジスタの接合部温度

SOA 曲線は、このパワーオペアンプのすべての制限の影響を組み合わせたものです。出力電流の方向と大きさは、用途に応じて出力電流の方向と大きさを計算または測定し、SOA 曲線と照合してください。これは、抵抗負荷の場合は簡単ですが、反応負荷や起電力発生負荷の場合は複雑になります。しかし次ページのガイドラインを参考にと、膨大な分析作業を省くことができます。

Figure 16: SOA



1. 以下の最大値までの容量性および動的\*誘導性負荷は、規定の電流制限値を設定すれば安全です。

$\pm V_s$	Capacitive Load		Inductive Load	
	I <sub>CL</sub> = 5A	I <sub>CL</sub> = 10A	I <sub>CL</sub> = 5A	I <sub>CL</sub> = 10A
50V	200pF	125pF	5 mH	2.0 mH
40V	500pF	350pF	15 mH	3.0 mH
35V	2.0mF	850pF	50 mH	5.0 mH
30V	7.0mF	2.5mF	150 mH	10 mH
25V	25mF	10mF	500 mH	20 mH
20V	60mF	20mF	1,000 mH	30 mH
15V	150mF	60mF	2,500 mH	50 mH

\*誘導負荷を定常状態に近い状態で駆動する場合、アンプ動作中に出力電圧が ICL=10A の場合は電源レールから 12.5V 以上、ICL=5A の場合は電源レールから 27V 以上低下することがあります。アンプが電流制限を行っている場合は、SOA 基準を満たすために、インダクタを容量結合するか、電流制限値を下げる必要があります。

2. 電流制限が以下のように設定されていれば、アンプは低周波磁界 (EMF) を発生させる負荷やリアクティブな負荷、電源レールやコモンへの短絡を扱うことができます。TC = 25°C で電流制限が以下のように設定されている場合、アンプはあらゆる EMF 発生負荷、反応負荷、および電源レールまたはコモンへの短絡に対応できます。

$\pm V_s$	Short to $\pm V_s$ C, L, or EMF Load	Short to Common
45V	0.43A	3.0A
40V	0.65A	3.4A
35V	1.0A	3.9A
30V	1.7A	4.5A
25V	2.7A	5.4A
20V	3.4A	6.7A
15V	4.5A	9.0A

これらの簡略化された制限値は、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。

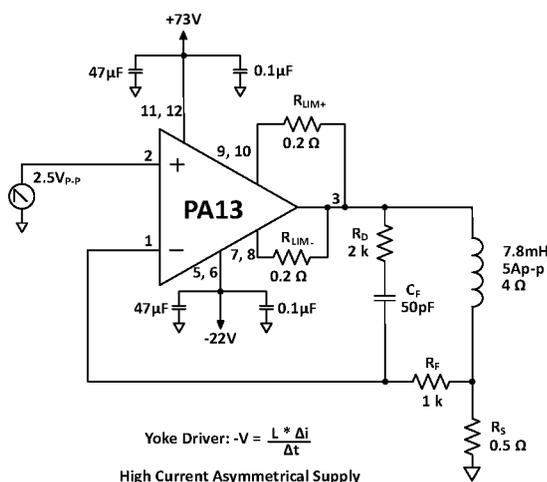
## 一般的注意事項

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「一般的な動作上の注意」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、テクニカルセミナーワークブック、および評価キットを提供しています。

## 典型的なアプリケーション

Figure 17: Typical Application



## パワーレーティング

パワーオペアンプのパワー処理性能は、すべてのベンダーが同じ方法で評価しているわけではありません。エイペックス・マイクロテクノロジーでは内部損失を評価していますが、これはトランジスタメーカーの評価方法と一致しており、保守的な結果となっています。消費電力の評価はアプリケーションに大きく依存するため、誤解を招く恐れがあります。例えば、PA13 の内部損失定格 135W は、オーディオ(正弦波)の出力定格 260W や、シングルエンドの DC 負荷を使用した場合の出力定格 440W として表されます。すべてのベンダーは、無限ヒートシンクを使用して最大電力を評価していることに注意してください。

## 熱安定性

エイペックス・マイクロテクノロジー社は、A/B 級出力段の熱暴走の傾向を排除し、アンプの信頼性を大幅に向上させました。他のパワーオペアンプには見られないこの機能は、1981 年にエイペックス・マイクロテクノロジー社が開発した静止電流に負の温度係数を持つサーミスタを使用しています。この回路の追加による信頼性の向上は、コンポーネント数の増加をはるかに上回る信頼性の利点があります。

## 電流制限

電流制限の詳細については、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(固定電流制限、フォールドオーバー電流制限とも)。電流制限は、初期状態では±20%の機能と考えられ、-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、4 番ピンをオープンにして、式 1 と 2 を使用します。

## PA13 • PA13A

1.

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

2.

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

ここで、

ICL は電流制限値(単位:アンペア)。

RCL 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、安全動作領域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傾斜を最大にするには、ピン 4 番をグラウンドにし、式 3 と 4 を使用します。

3.

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

4.

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

ここで、

VOUT は出力電圧(単位:V)。

多くの設計者は、0V 出力時の希望電流に RCL を設定する式 1、または最大出力電圧に RCL を設定する式 4 で最大出力電圧の RCL 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安全動作領域グラフにプロットします。式 3 の結果、電流制限が負の値になる場合は、フォールドオーバー傾斜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傾斜を小さくしたい場合は、ピン 4 番とグラウンドの間に抵抗(RFO)をピン 4 とグラウンドの間に追加します。この新しい抵抗を回路に入れて、式 5 と 6 を使用します。

5.

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

6.

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

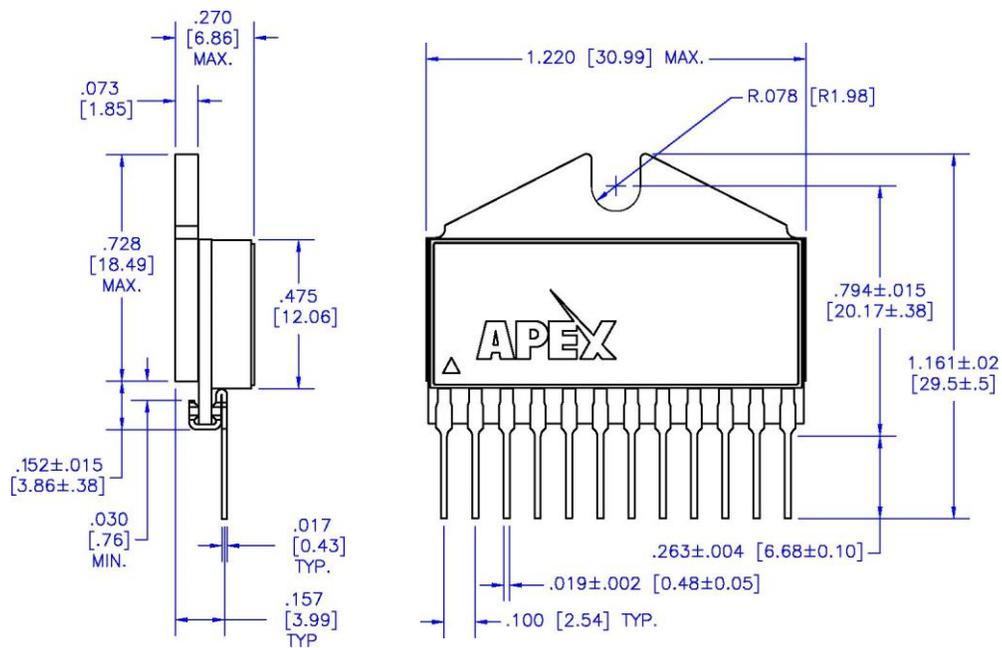
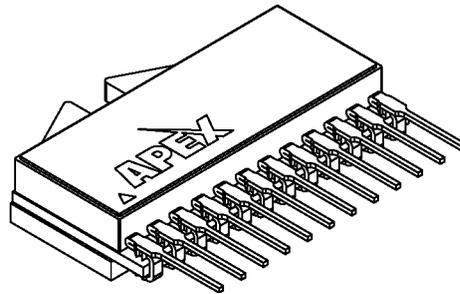
ここで、

RFO の単位は kΩ です。

パッケージオプション

Part Number	Apex Package Style	Description
PA13	DP	12-pin SIP
PA13A	DP	12-pin SIP
PA13EE	EE	12-pin SIP w/ formed leads

パッケージスタイル

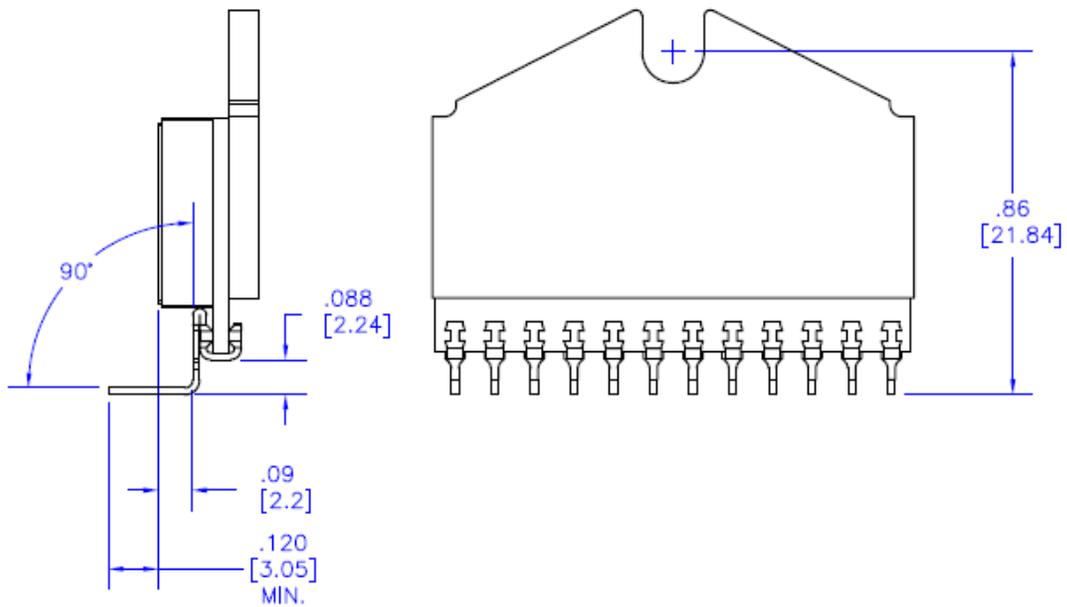
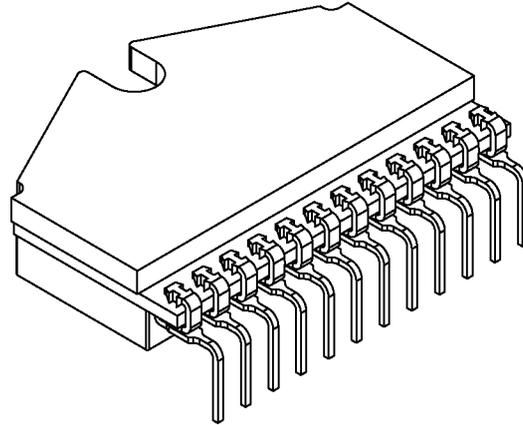


**NOTES:**

1. Dimensions are inches & [mm].
2. Triangle on lid denotes pin 1.
3. Pins: Alloy 510 phosphor bronze plated with matte tin (150 — 300µ) over nickel (50 /µ max.) underplate.
4. Package: Vectra liquid crystal polymer, black
5. Epoxy—sealed & ultrasonically welded non —hermetic package.
6. Package weight: .367 oz. [11.41 g]

# PA13 • PA13A

パッケージスタイル EE



**NOTES:**

1. Dimensions are in inches & [mm].
2. For other dimensions and information on this package with unformed leads, see package DP.

## 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、保証されています。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.