

ハイボルテージパワーオペアンプ

特徴

- ・RoHS 指令に準拠
- ・表面実装パッケージ
- ・モノリシック MOS 技術
- ・低コスト
- ・高電圧動作 : 350V
- ・低静止電流 typ. : 2.2mA
- ・セカンドブレークダウンなし
- ・高出力電流 : ピーク 120mA

アプリケーション

- ・電話の着信メロディ作成
- ・圧電ポジショニング
- ・静電トランスデューサ・偏向
- ・変形可能なミラーによるフォーカシング

説明

PA343 は、2 つの高電圧モノリシック MOSFET オペアンプです。従来はハイブリッド設計でしか実現できなかった性能を、信頼性を高めながら実現しました。このアプローチは、複数のアンプを必要とするアプリケーションに対して、コストパフォーマンスに優れています。入力は、過度のコモンモード電圧およびディファレンシャルモード電圧から保護されています。安全動作領域 (SOA) は、セカンドブレークダウンの制限はなく、適切な電流制限抵抗を選択することで、すべての種類の負荷に対応できます。外付けの補正機能により、アプリケーションに最適なゲインとバンド幅を柔軟に選択することができます。

PA343DF は、24 ピンの PSOP (JEDEC MO-166) パッケージに収められています。PA343DF のパッケージのヒートスラッグは、全電源電圧以上で絶縁されています。

FIGURE 1 : 等価回路図 (2 つのアンプのうちの 1 つ)

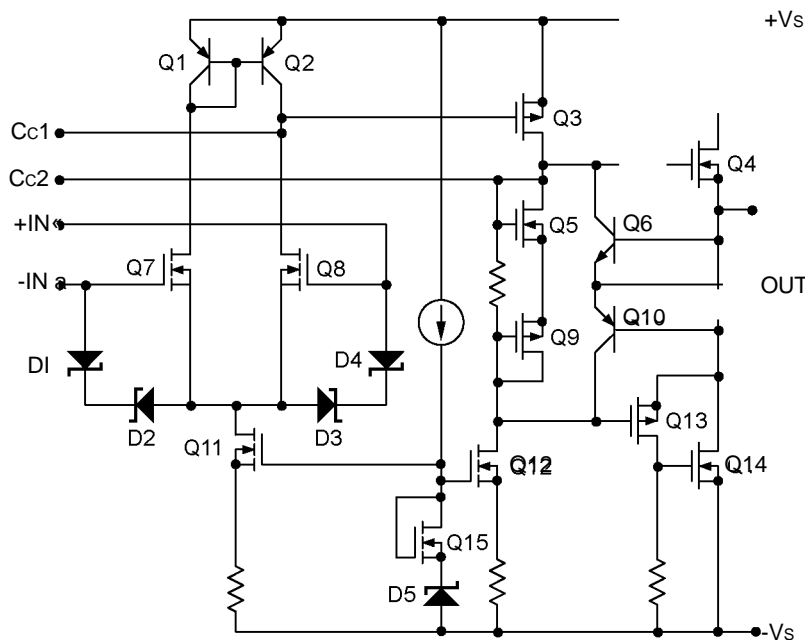
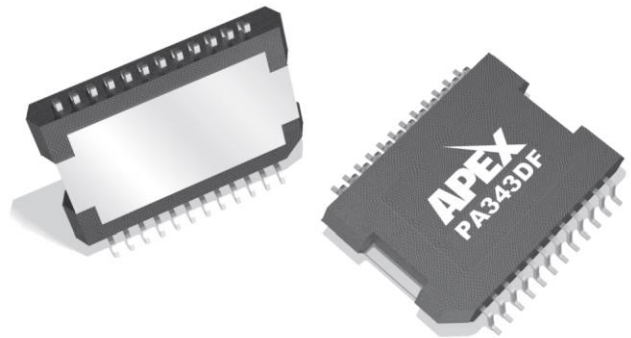
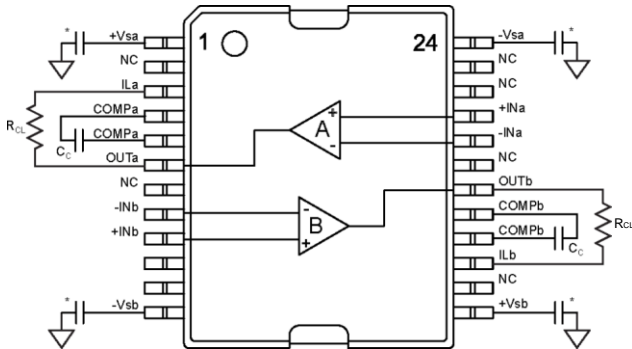


FIGURE 2. 外部接続



24-pin PSOP  
PACKAGE STYLE DF

CC の値については、4 ページのグラフを参照してください。  
 注: CC は全電源電圧に対応する必要があります。  
 \* 電源のバイパスが必要です。一般的な動作上の注意を参照してください。

代表的なアプリケーション

1つのPA343アンプが piezo トランスデューサのブリッジ・ドライバとして動作し、660ボルトのトータル・ドライブ能力を低コストで実現します。RN CNネットワークは、高周波においてA2の見かけ上のゲインを上げる役割を果たします。RNがRiに等しい場合、アンプは同一に補正され、帯域幅が一致します。詳細はアプリケーションノート20をご参照ください。

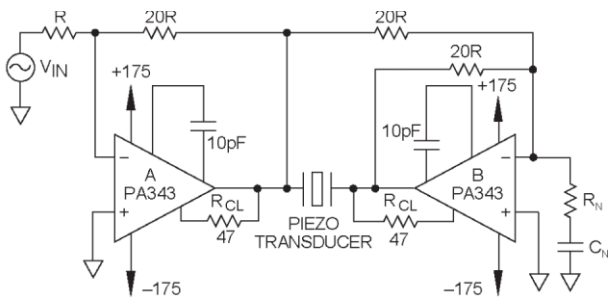


FIGURE 3. Low Cost 660v<sub>p-p</sub> Piezo Drive

**1. 特性・仕様  
絶対最大定格**

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
SUPPLY VOLTAGE, +Vs to -Vs			350	V
OUTPUT CURRENT, continuous within SOA			60	mA
OUTPUT CURRENT, peak			120	mA
POWER DISSIPATION, continuous @ T <sub>c</sub> = 25°C			12	W
INPUT VOLTAGE, differential		-16	+16	V
INPUT VOLTAGE, common mode		-V <sub>s</sub>	+V <sub>s</sub>	V
TEMPERATURE, pin solder - 10 sec			220	°C
TEMPERATURE, junction (Note 2)			150	°C
TEMPERATURE, storage		-65	150	°C
TEMPERATURE RANGE, powered (case)		-40	125	°C

**仕様(1つあたり)**

Parameter	Test Conditions (Note 1)	Min	Typ	Max	Units
<b>INPUT</b>					
OFFSET VOLTAGE, initial			12	40	mV
OFFSET VOLTAGE, vs. temperature (Note 3)	25°C to 85°C		17	250	pV/°C
OFFSET VOLTAGE, vs. temperature (Note 3)	-25°C to 25°C		18	500	pV/°C
OFFSET VOLTAGE, vs. supply			4.5		pV/V
OFFSET VOLTAGE, vs. time			80		pV/kh
BIAS CURRENT, initial			50	200	pA
BIAS CURRENT, vs. supply			2		pA/V
OFFSET CURRENT, initial			50	200	pA
INPUT IMPEDANCE, DC			10 <sup>11</sup>		Ω
INPUT CAPACITANCE			3		pF
COMMON MODE, voltage range		+V <sub>s</sub> - 12			V
COMMON MODE, voltage range		-V <sub>s</sub> + 12			V
COMMON MODE REJECTION, DC	V <sub>CM</sub> = ±90VDC	84	115		dB
NOISE, broad band	10kHz BW, R <sub>S</sub> = 1KΩ		337		pV RMS
<b>GAIN</b>					
OPEN LOOP at 15Hz	R <sub>L</sub> = 5KΩ	90	103		dB
GAIN BANDWIDTH PRODUCT	@1MHz		10		MHz
POWER BANDWIDTH	280V p-p		35		kHz

Parameter	Test Conditions (Note 1)	Min	Typ	Max	Units
<b>OUTPUT</b>					
VOLTAGE SWING	$I_o = 40\text{mA}$	$\pm V_{S-} - 12$	$\pm V_{S-} - 10$		V
CURRENT, peak (Note 3)		120			mA
CURRENT, continuous		60			mA
SETTLING TIME to 0.1%	10V step, $A_v = -10$		2		ps
SLEW RATE	$C_C = 4.7\text{pF}$		32		V/pS
RESISTANCE, 10mA (Note 4)	$R_{cl} = 0\Omega$		91		$\Omega$
RESISTANCE, 40mA (Note 4)	$R_{cl} = 0\Omega$		65		$\Omega$
<b>POWER SUPPLY</b>					
VOLTAGE		$\pm 10$	$\pm 150$	$\pm 175$	V
CURRENT, quiescent (Note 7)			2.2	2.5	mA
<b>THERMAL</b>					
RESISTANCE, junction to case					
AC, single amplifier	$F > 60\text{Hz}$		6	7	$^{\circ}\text{C/W}$
DC, single amplifier	$F < 60\text{Hz}$		9	11	$^{\circ}\text{C/W}$
AC, both amplifier (Note 5)			3.3	4.0	$^{\circ}\text{C/W}$
DC, both amplifier (Note 5)			5.0	6.0	$^{\circ}\text{C/W}$
RESISTANCE, junction to air (Note 6)	Full temperature range		25		$^{\circ}\text{C/W}$
TEMPERATURE RANGE, case	Meets full range specifications	-25		+85	$^{\circ}\text{C}$

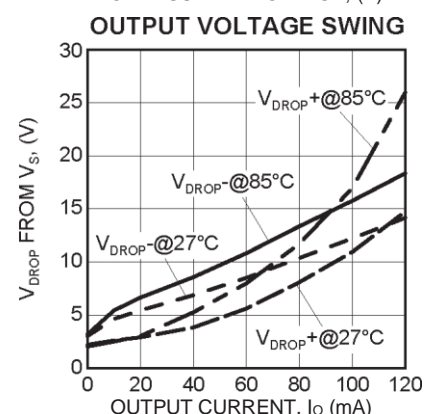
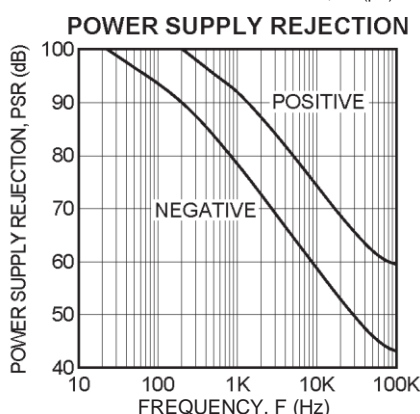
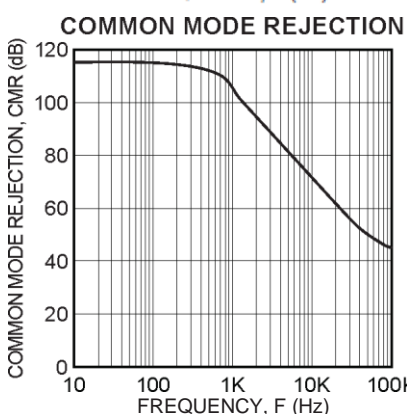
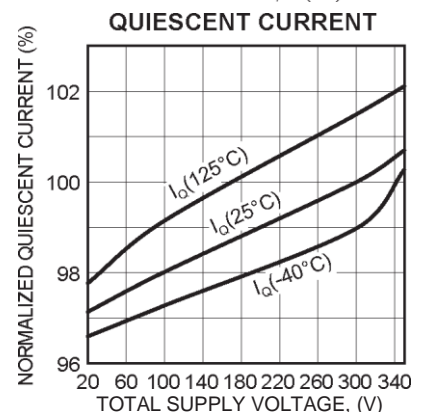
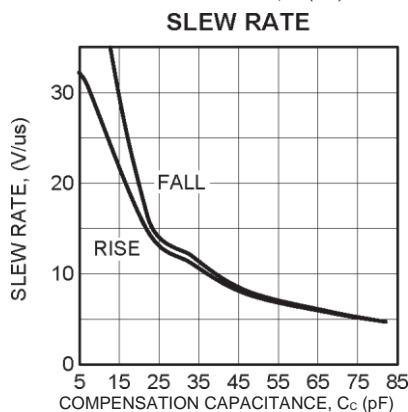
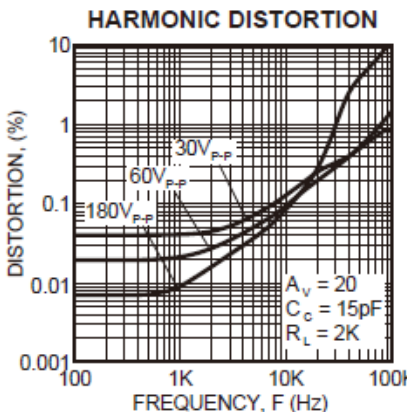
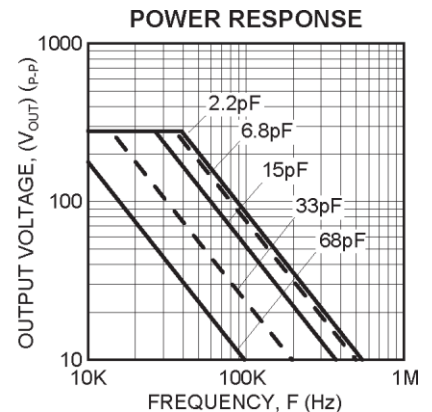
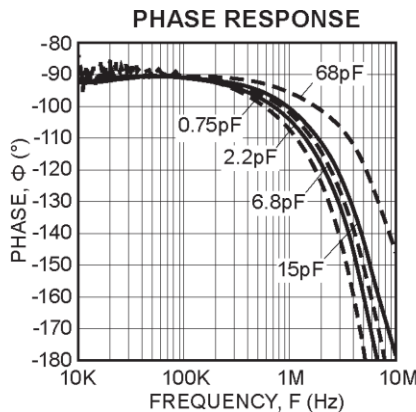
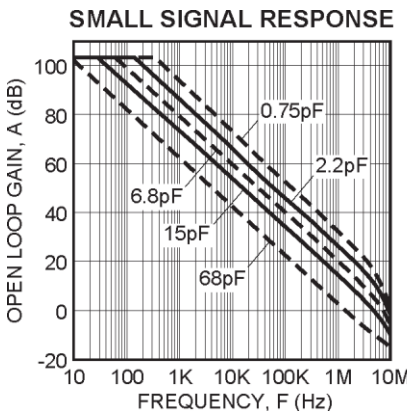
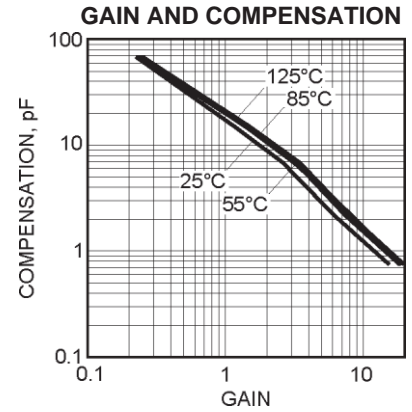
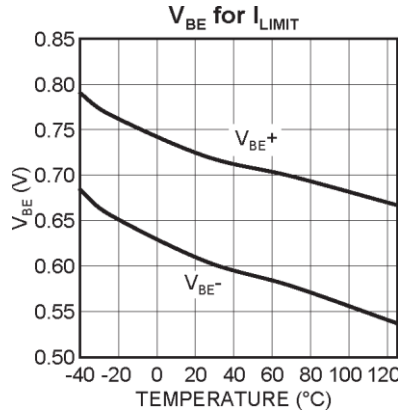
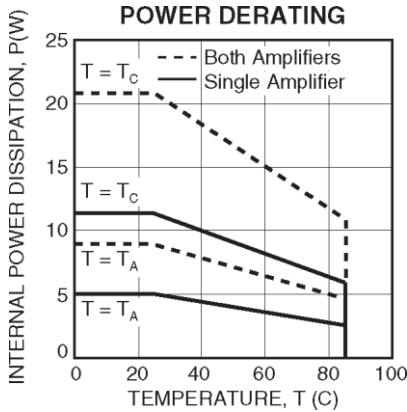
## 注:

- 特に指定のない限り、 $T_C = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $C_C = 6.8\text{pF}$ 。DC 入力の仕様は、与えられた $\pm$ の値です。電源電圧は定格値です。
- 最大接合部温度での長時間動作は、製品寿命を縮める原因となります。高い MTTF を達成するために、内部の電力損失を低減してください。詳しくは、ヒートシンクのデータシートを参照してください。
- 保証はされていますが、工程でテストはされていません。
- RCL の値は、総出力抵抗の値に加えて選択する必要があります。
- 定格値は、2 つのアンプの消費電力が等しい場合に適用されます。
- 定格値は、プリント基板の最小  $1\text{in}^2$  の箔領域にヒートスラグをはんだ接続した場合に適用されます。
- 仕様は、特に断りのない限り、本装置の個々のアンプに関するものです。

**注意事項**

PA343 は MOSFET トランジスタで構成されていますので、注意が必要です。静電気放電の取り扱いには注意が必要です。

2. 代表的なパフォーマンスグラフ



### 3. アプリケーション情報

安定性、電源、放熱設計、取り付け、電流制限、SOA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。

#### 3.1 位相補償

オープンループゲインと位相差は、温度の上昇とともに増加します。位相補償の代表例グラフは、4つのケース温度における閉ループゲインと位相補償コンデンサの値の関係を示しています。この曲線は、50°の位相余裕を達成した場合のもので、補償を選択する前に、アプリケーションの最高ケース温度（最高周囲温度と最高内部消費電力）を計算してください。小さな値の補償を使用する場合は、寄生容量が回路の性能に大きく影響しますのでご注意ください。補償用コンデンサは、アンプに印加される総電圧以上の定格が必要で、NPOやCOGなどの温度安定性のあるものを使用してください。

#### 3.2 その他の安定性に関する事項

補正機能を選択する際、クローズドループゲインには2つの重要な概念があります。「ゲイン」という言葉が最も一般的に用いられていますが、安定性を考慮して設計する際にはB（フィードバック係数）が重要であるという事実由来しています。

1. ゲインは、非反転回路として計算する必要があります（入力抵抗とフィードバック抵抗を等しくすると、信号ゲインは-1になりますが、オフセット誤差、ノイズ、安定性を計算すると、これはゲイン2になります）。
2. 帰還コンデンサを入れると、回路の帰還係数やゲインが変わります。RIN=4.7k、RF=47kでゲインは11となります。補償量は4.7~6.8pFが妥当でしょう。47kに33pFを並列に加えると103kHzで回路が不安定となり、2MHzではゲインが11から約1.5に減少し、回路が発振しやすくなります。

原則として、DC総合接合部インピーダンス（帰還抵抗とすべての入力抵抗の並列結合）は5kΩ以下としてください。また、アンプの入力容量（約6pF）に加えて、接続配線、ワイヤーやソケット（使用した場合）の静電容量があると、回路性能が低下したり、これらの抵抗値が高すぎると発振したりします。高抵抗を必要とする回路では、合計点の静電容量を測定または推定して、これにRIN/RFを乗じてRFを並列化してください。この目的のために含まれるコンデンサは、通常、1桁pFの範囲です。この方法では、ACとDCのフィードバックファクターの計算が等しくなります。不安定にはなりませんが、広い周波数範囲で、かろうじてBを一定に保つことができます。アプリケーションノート19の6項では、完成した回路の適切な安定性試験について詳しく説明しています。

#### 3.3 電流制限

正しく動作させるためには、電流制限抵抗RCLを図3の「外部接続例」に示すように接続する必要があります。電流制限値は次のように予測できます。

$$I_{LIMIT} = \frac{V_{BE}}{R_{CL}}$$

VBEを求めるには、「VBE for ILIMIT」という性能グラフを使います。このグラフでは、VBE+とVBE-の曲線は、電流制限がオンになるときの電流制限抵抗の電圧を示しています。このグラフのVBE+とVBE-の曲線は、電流制限がオンになるときの電流制限抵抗の電圧を示しています。VBE+曲線は、アンプが電流を供給しているときのターンオン電圧を示し、VBE-曲線は、アンプが電流を流しているときのターンオン電圧を示しています。

電流制限は、安全な動作のための上限または制限と考えることができます。連続運転の場合は、希望する負荷電流と60mAの間の任意の値となります（SOAグラフの曲線を超えない限り、安全動作領域を参照）。例として、アプリケーションに必要な負荷電流が20mAだったとします。この場合、電流制限を30mAに設定することができます。

小さい方の VBE- を 0.6 に設定した場合:

$$R_{CL} = \frac{0.6}{1.03} = 20\Omega$$

より大きな VBE+ の場合、この RCL 抵抗での最大電流は:

$$I_{LIMIT} = \frac{0.7}{20} = 35mA$$

この値でも 60mA 以下なので問題ありません。連続した負荷電流の場合は、電流制限が 60mA を超えないようにしてください。上記の VBE 値は概算値であり、プロセスによって変化する可能性があります。この可能性を考慮して、ユーザーは VBE=0.6 の値を 20% 下げることができます。その結果、RCL 値は 16Ω となります。この RCL 値を用いてもう一方の VBE を 20% 増加させると、電流制限の最大値は 52mA となります。

電流制限抵抗の絶対的な最小値は、アプリケーションの最大電流と最大 VBE によって制限されます。最大の VBE は、アプリケーション内の最も低い温度によって決定されます。一般的に、最大の VBE は VBE+=0.78V で、これは T=-40°C で発生します。最大の許容電流が発生するのは SOA のグラフから、120mA の電流パルスが確認できます。これにより、RCL の絶対最小値は 0.78/0.12=6.5Ω となります。

### 3.4 安全な動作領域

PA343 の MOSFET 出力段は、バイポーラ出力ステージのように 2 次降伏の制約を受けません。しかし、3 つの明確な制限があります。

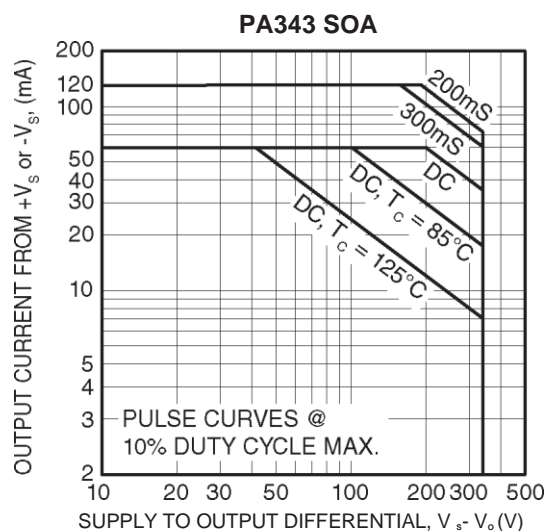
1. トランジスタの耐電圧。
2. ダイ金属配線の電流処理能力。
3. 出力 MOSFET の温度。

これらの制限は SOA で見ることができます (安全動作領域のグラフを参照)。なお、各パルス能力の線は、一定の電力レベルを示していることに注意してください (電圧ストレスによって電力が変化する 2 次降伏の制限とは異なります)。これらの線は、ケース温度が 25°C の場合を示しており、PA343DF の熱抵抗は 5.2°C/W に相当します。他のケース温度でのパルスストレスレベルは、異なる温度での DC パワーレベルと同じ方法で計算できます。出力段は、出力段 MOSFET 構造の寄生ダイオードにより、過渡フライバックから保護されています。しかし、持続的な高エネルギーのフライバックから保護するためには、外付けの高速リカバリーダイオードを使用する必要があります。

### 3.5 放熱設計

PA343DF パッケージには、モノリシックアンプが直接取り付けられる大きな銅製のヒートスラッグが直接取り付けられています。このヒートスラッグをプリント基板上の最低 1 平方インチの箔領域にヒートスラッグをはんだ接続することで、PA343DF の空気定格に対する接合部の熱性能が 25°C/W になります。1~2 平方インチの範囲での半田接続を推奨します。これは適切な放熱設計であるかもしれませんが、多くの変動要因がありますので、パッケージの上面で温度を測定することをお勧めします。温度が 85°C を超えないようにしてください。

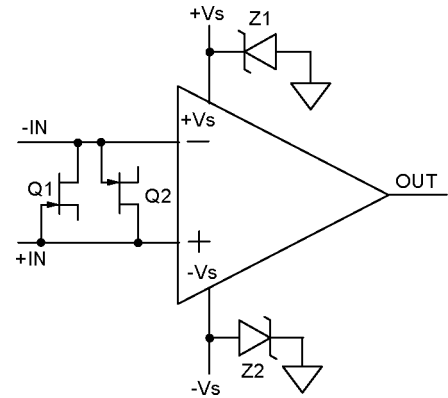
FIGURE 4. Safe Operating Area



### 3.6 過電圧保護

PA343 は最大 16V の差動入力電圧に耐えることができますが、アプリケーションによっては、外部からの保護が必要な場合があります。16V を超える差動入力電圧は、保護回路によってクリップされます。しかし、過負荷源から数ミリアンペア以上の電流が流れると、保護回路が破壊される可能性があります。16V 以上の差動入力電圧に対しては、入力電流を 1mA に制限する直列抵抗を追加することで、破損を防ぐことができます。あるいは入力端子に 1N4148 のシグナルダイオードを逆並列に接続すれば十分です。バイアス電流が重要な、より厳しいアプリケーションでは、2N4416 などのダイオード接続の JFET が必要となります。図 5 の Q1 と Q2 を参照してください。いずれの場合も、差動入力電圧は 0.7V にクリップされます。これは、最大のパワーバンド幅を得るのに十分なオーバードライブです。

FIGURE 5. Overvoltage Protection



また、反転回路で +IN 端子が接地されている場合、上述のダイオードは、過剰なコモンモード電圧を防ぐことができます。非反転回路の場合は、各入力から各電源へのクリップダイオードで保護します。これらのダイオードは、通常の動作ではかなりの逆バイアス電圧が発生し、ダイオードのリークにより誤差が生じます。また、アプリケーションによっては、電源レールに接続された過電圧保護デバイスが必要になります。一方向性のツェナダイオード過渡現象サプレッサをお勧めします。ツェナーダイオードは過渡現象を電源の定格内の電圧にクリップし、また、電源の反転をグラウンドにクリップします。ツェナーダイオードを使用するかどうかにかかわらず、システムの電源は、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。図 5 の Z1 と Z2 を参照。

## 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。