

## ハイボルテージパワーオペアンプ

### 特徴

- ・RoHS 指令に準拠
- ・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
- ・2 次降伏なし
- ・高出力電流 : ピーク 120mA

### アプリケーション

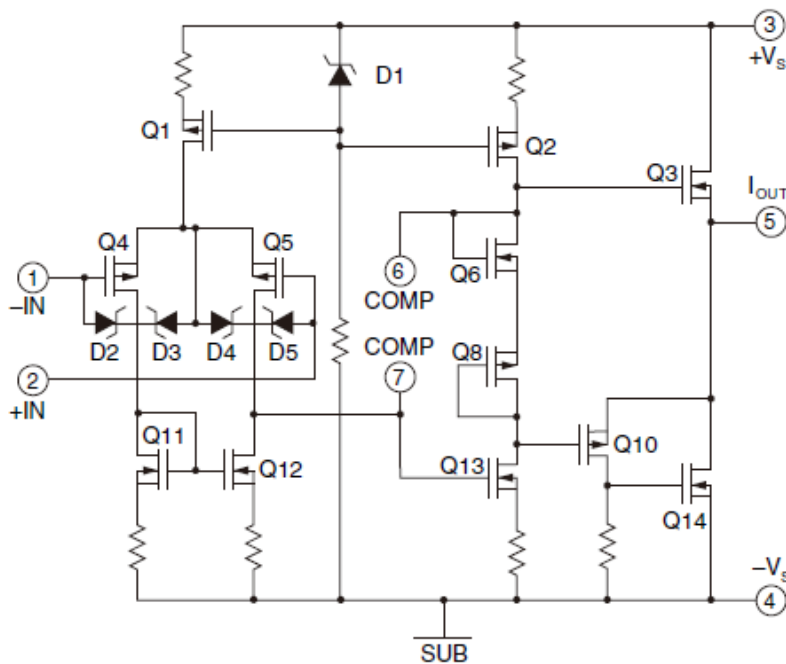
- ・電話の着信メロディ作成
- ・ピエゾ式電気位置決め
- ・静電トランスデューサ・偏向
- ・変形可能なミラーによるフォーカシング
- ・パッケージングオプション  
7ピン DDPAK 面実装パッケージ (PA340CC)

### 説明

PA340 は、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、2次降伏の制限がありません。外部補正により、アプリケーションに最適なゲインと帯域幅を柔軟に選択することができます。

PA340CC の表面実装パッケージは、業界標準の非密封プラスチック 7ピン DDPAK です。

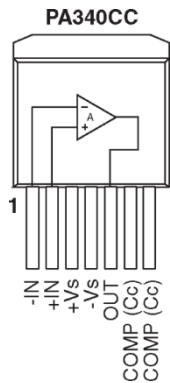
FIGURE 1: 等価回路図



PA340 のボードレイアウトを設計する際には、高電圧を考慮する必要があります。PA340 は、基板レイアウトの間隔によっては、電源電圧の軽減が必要になる場合があります。7 ピン DDPAK の最小間隔は 14mil で、PA340 の 350V 定格には十分な間隔です。しかし、回路基板のアートの間隔が 11mil 以下の場合は、電源電圧を 250V に下げる必要があります。

PA340CC パッケージの金属タブは、 $-V_s$  に直接接続されています。

### 代表的なアプリケーション



DDPAK  
PKG. STYLE CC

For  $C_c$  values, see graph on page 4.  
Note:  $C_c$  must be rated for full supply voltage.

FIGURE 2. 外部接続端子

Ref: APPLICATION NOTE 20: "Bridge Mode Operation of Power Amplifiers"

2 台の PA340 アンプをピエゾ振動子のブリッジ・ドライバとして動作させることで、低コストで合計 660V の駆動を実現します。RN CN ネットワークは、高周波での A2 の見かけ上のゲインを上げる役割を果たします。RN が R 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。

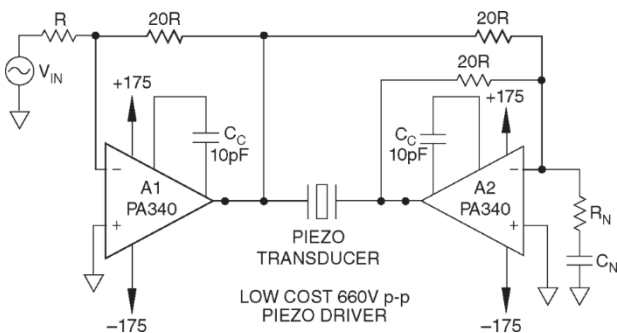


FIGURE 3. Low Cost 660V<sub>p-p</sub> Piezo Driver

## 1. 特性・スペック 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
SUPPLY VOLTAGE, +V <sub>S</sub> to -V <sub>S</sub>			350	V
OUTPUT CURRENT, continuous within SOA			60	mA
OUTPUT CURRENT, peak (Note 3)			120	mA
POWER DISSIPATION, continuous @ T <sub>C</sub> = 25°C			14	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

## スペック (1 台あたり)

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

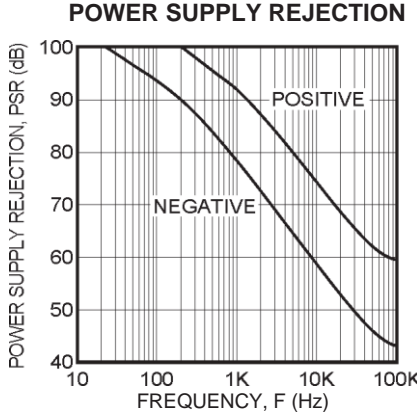
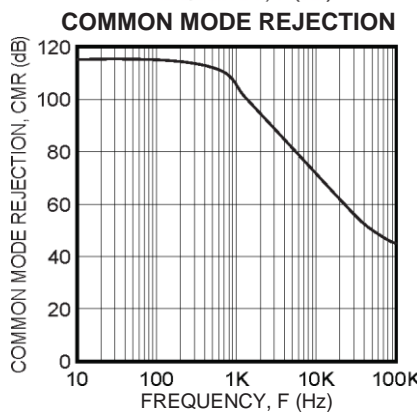
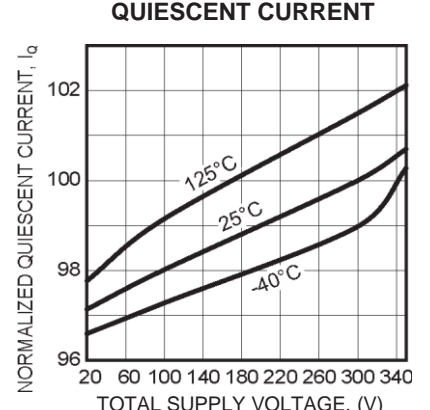
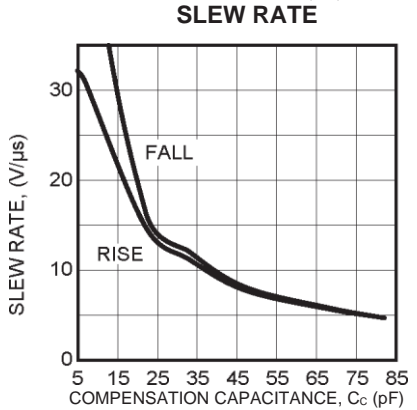
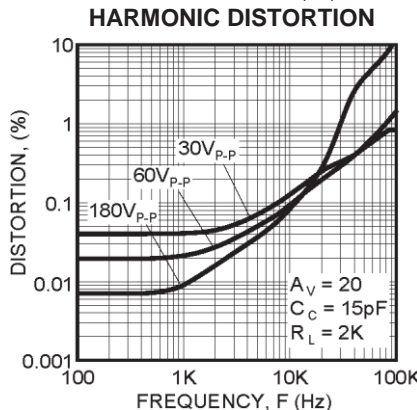
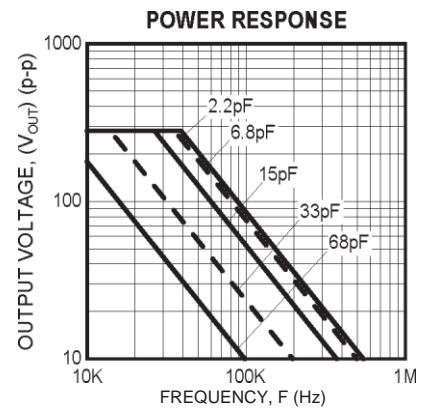
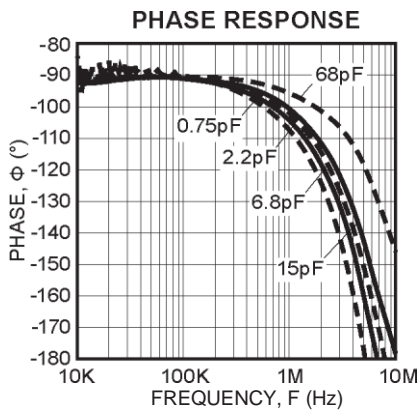
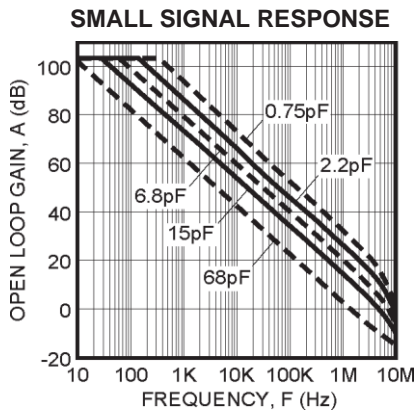
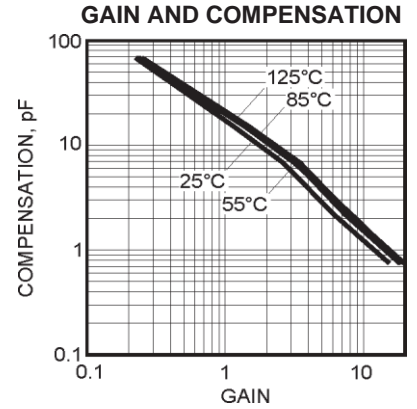
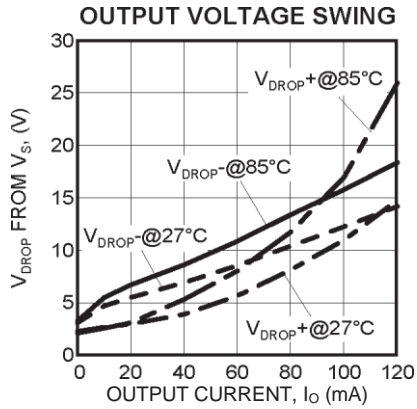
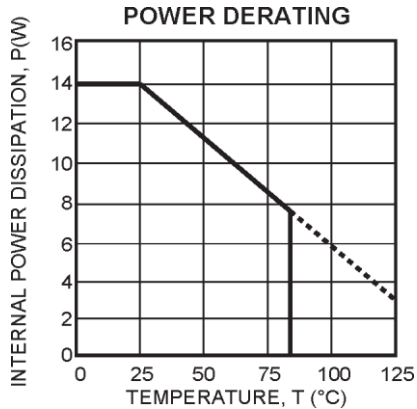
Parameter	Test Conditions (Note 1)	Min	Typ	Max	Units
<b>OUTPUT</b>					
VOLTAGE SWING	$I_o = 40\text{mA}$	$\pm V_{S+} - 12$	$\pm V_S + 10$		V
CURRENT, peak (Note 3)		120			mA
CURRENT, continuous		60			mA
SETTLING TIME to 0.1%	10V step, $A_V = -10$		2		ps
SLEW RATE	$C_C = 4.7\text{pF}$		32		V/pS
RESISTANCE, 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			2.2	2.5	mA
<b>THERMAL</b>					
RESISTANCE, AC junction to case	$F > 60\text{Hz}$		5.9	6.85	$^{\circ}\text{C/W}$
RESISTANCE, DC junction to case	$F < 60\text{Hz}$		7.7	8.9	$^{\circ}\text{C/W}$
RESISTANCE, junction to air (Note 5)	Full temperature range		27		$^{\circ}\text{C/W}$
TEMPERATURE RANGE, case	Meets full range specifications	-25	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±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。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、製造工程でテストはされていません。
- PA340 には電流制限がないため、出力電流を 120mA に制限するためには、負荷インピーダンスを十分に大きくする必要があります。
- 3/32 インチの FR-4 基板に 2 オンスの銅でヒートタブを取り付けています。上面の銅面積(ヒートタブ直付け) = 1000 平方 mm、裏面の銅面積 = 2500 平方 mm、基板面積 = 2500 平方 mm。

**注意事項** PA340 は MOSFET トランジスタで構成されています。静電気放電(ESD)の取り扱いには注意が必要です。

2. 代表的な性能グラフ



### 3. アプリケーション情報

安定性、電源、放熱設計、実装、電流制限、SOA の解釈、仕様の解釈について説明したアプリケーションノート 1「一般的な運用上の注意」をお読みください。安定性、内部消費電力、電流制限、ヒートシンクの選択などの計算を自動化する設計ツール、Apex Microtechnology の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、評価キットについては、Apex Microtechnology のウェブサイト [www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com) をご覧ください。

#### 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。

小さな値の保証を使用する場合は、寄生容量が完成した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

補償を選択する際、クローズドループゲインに関して 2 つの重要な概念があります。これらは一般的には「ゲイン」という言葉が使われますが、安定性を設計する際には  $\beta$  (フィードバック係数) が重要であるということです。

1. ゲインは非反転回路として計算しなければならない(入力抵抗と帰還抵抗を等しくすると信号利得は-1 となりますが、オフセット誤差やノイズ、安定性を計算する場合は利得 2 となります。)
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 とすると、ゲインは 11 となります。補償量は 4.7~6.8pF が妥当です。47K に 33pF を並列に追加すると、103kHz で回路がロールオフし、2MHz ではゲインが 11 から約 1.5 に低下し、回路が発振しやすくなります。

一般的に、DC サミングジャンクションインピーダンス(フィードバック抵抗とすべての入力抵抗の並列結合)は、5K $\Omega$  以下に抑える必要があります。アンプの入力容量(約 6pF)に加えて、接続用の配線やワイヤ、(使用されている場合は)ソケットの容量によって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てしまいます。高抵抗を必要とする回路では、RIN / Rf を乗じて Rf を並列にして、静電容量を測定または推定してください。この目的のためのコンデンサは、通常 1 桁 pF 程度です。この方法では、AC と DC の場合のフィードバックファクターの計算が等しくなります。また、ロールオフは発生せず、広い周波数範囲で  $\beta$  を一定に保つだけです。アプリケーションノート 19 の 6 項には、完成した回路の適切な安定性テストの詳細が記載されています。

#### 3.3 安全な動作領域

PA340 の MOSFET 出力段は、バイポーラ出力段のように 2 次降伏による制限を受けません。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(Safe Operating Area のグラフを参照)。各パルス能力線は、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変化する二次降伏限界とは異なります)。これらの線は、ケース温度が 25°C の条件下です。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。出力段の MOSFET 構造の寄生ダイオードによって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する必要があります。

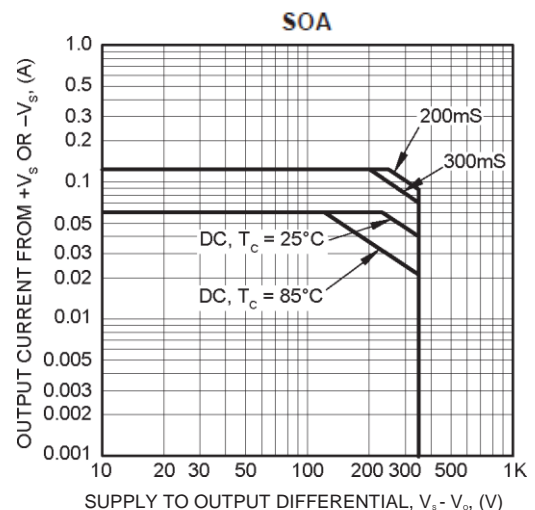


FIGURE 4. Safe Operating Area

### 3.4 放熱設計

PA340CC の 7 ピン DDPACK 表面実装パッケージには、大きな銅製のヒートスラッグが露出しており、このヒートスラッグにモノリシックアンプが直接取り付けられています。PA340CC には、表面実装技術による放熱が必要です。回路基板のレイアウトには、3 ページ目の注 5 に定義されている銅箔部分へのはんだ付け接続を推奨します。これはこれで十分な放熱になるとは思いますが、変数が多いので、パッケージの上面で温度を測定してください。温度が 85° C を超えないようにしてください。

### 3.5 過電圧保護

PA340 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、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 にクランプされます。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。

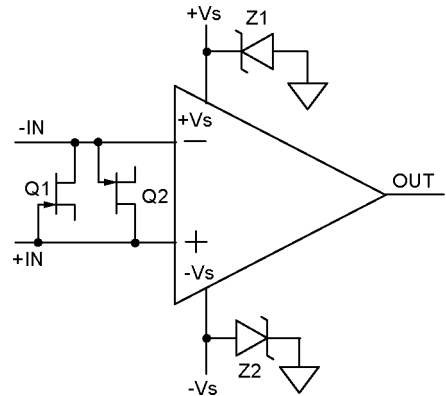


FIGURE 5. Overvoltage Protection

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ラン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。一方向性のツェナー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ランプし、また、電源の反転をグランドにクランプします。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。