



パワーオペアンプ



特徵

•パワーMOS テクノロジー: 5A ピーク定格

・高利得帯域幅製品:150 MHz
・超高速スルーレート:200V/μs
・保護された出力段:過熱遮断
・優れた直線性:クラス A/B 出力
・広い電源範囲:±12V~±40V
・低バイアス電流、低ノイズ:FET 入力



アプリケーション

- ・ビデオ分配と増幅
- •高速偏向回路
- ・電力変換器 (2MHz まで)
- ・同軸ラインドライバ
- ・パワーLED/レーザーダイオード励起

説明

PA09 は、DC からビデオ周波数範囲までのさまざまな負荷を駆動するように最適化された高電圧、高出力電流のオペアンプです。デュアルモノリシック FET 入力トランジスターと 2 つの高電圧トランジスターのカスケード接続により、優れた入力精度を実現しています。すべての内部電流および電圧レベルは、電流源によってバイアスされたツェナーダイオードを基準としています。その結果、PA09 は広い電源範囲と温度範囲で優れた DC と AC 安定性を発揮します。

高速でセカンドブレークダウンがないことは、相補型パワーMOS 出力段によって保証されます。特に低レベルで最適なリニアリティを実現するために、パワーMOSトランジスタはクラス A / B モードでバイアスされています。過熱遮断機能により、過熱を完全に防止し、通常の動作条件下で内部電力損失を放散するためのヒートシンクの必要性を制限します。内蔵の電流制限は、アンプの過負荷を防ぎます。2 つの内部クランピングダイオードにより、過渡的な誘導負荷のキックバックを保護します。外部位相補償機能により、ユーザーはすべてのゲイン設定において、最適なスルーレートとゲイン帯域幅製品を得ることができます。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。

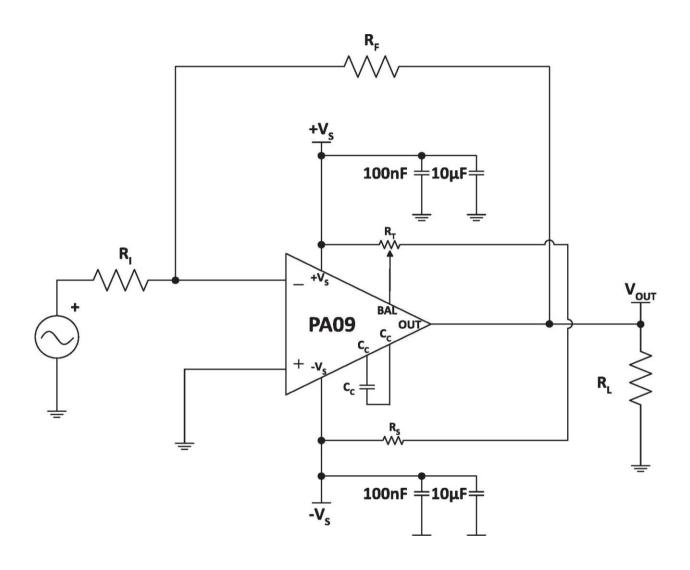
このハイブリッド集積回路は、厚膜抵抗器、セラミックコンデンサー、半導体チップを採用し、信頼性を最大限に高め、小型化、高性能化を実現しました。超音波接合されたアルミニウム線は、すべての動作温度で信頼性の高い配線を提供します。CE、8ピンのTO-3パッケージは、気密封止されており電気的に絶縁されています。圧縮性のサーマルワッシャーを使用したり、不適切な取り付けトルクで取り付けた場合は製品の保証は無効となります。アプリケーションノート1「一般的な使用上の注意」をご参照ください。



代表的な接続

Figure 1: 代表的な接続図

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

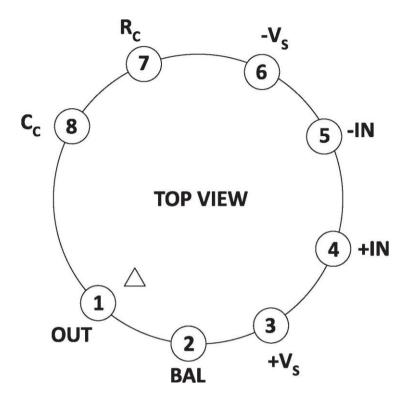


注記: 入力オフセット電圧のトリムはオプションです。RT = 10 k Ω MAX



ピン配置と説明

Figure 2: 外部接続



Pin Number	Name	Description
1	OUT	The output. Connect this pin to load and to the feedback resistors.
2	BAL	Balance Control pin. Adjusts voltage offset. See applicable section.
3	+Vs	The positive supply rail.
4	+IN	The non-inverting input.
5	-IN	The inverting input.
6	-Vs	The negative supply rail.
7	RC	Compensation resistor connection. Select value based on Phase Compensation. See applicable section.
8	СС	Compensation capacitor connection. Select value based on Phase Compensation. See applicable section.



仕様

特に指定のない限り TC = 25℃, 電源電圧 = ±35V.

絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	+V _s to -V _s		80	V
Output Current, within SOA	ıO.		5	А
Power Dissipation, internal ¹	P _D		78	W
Input Voltage, differential	VIN (Diff)		40	V
Input Voltage, common mode	Vcm	-Vs	+Vs	V
Temperature, pin solder, 10s max.			350	°C
Temperature, junction ¹	Tı		150	°C
Temperature Range, storage		-65	150	°C
Operating Temperature Range, case	Tc	-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。



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、粉砕したり、機械にかけたり、850℃を超える温度にさらさないでください。

入力

			PA09			PA09A		
Parameter	Test Conditions	Min	Тур	Max	Min	Тур	Max	Units
Offset Voltage, initial			0.5	± 3		± 0.25	± 0.5	mV
Offset Voltage vs. temperature	Full temp range		10	30		5	10	pV/°C
Offset Voltage vs. supply			10			*		pV/V
Bias Current, initial			5	100		3	20	pA
Bias Current vs. supply			0.01			*		pA/V
Offset Current, initial			2.5	50		1.5	10	pA
Input Impedance, DC			10 ¹¹			*		0
Input Capacitance			6			*		pF
Common Mode Voltage Range ¹	Full temp range	± Vs-10	± Vs-8		*	*		V
Common Mode Rejection, DC	Full temp range, V _{CM} = ± 20V		104			*		dB

^{1.} $\pm V_S$ and $\pm V_S$ denote the positive and negative supply rail respectively. Total V_S is measured from $\pm V_S$ to $\pm V_S$.



ゲイン

_			PA09			PA09A		
Parameter	Test Conditions	Min	Тур	Max	Min	Тур	Max	Units
Open Loop Gain @ 15 Hz	R _L = 1 kQ	80	98			*		dB
Gain Bandwidth Product @ 1 MHz	C _C = 5pF		150			*		MHz
Power Bandwidth	R _L = 15 Q, C _C = 5pF		750			*		kHz
Power Bandwidth	R _L = 15 Q, C _C = 100pF		150			*		kHz

出力

_		PA09			PA09A			
Parameter	Test Conditions	Min	Тур	Max	Min	Тур	Max	Units
Voltage swing ¹	Full temp range, Io = 2A	± Vs -8	± Vs -7		*	*		V
Current, peak			4.5			*		Α
Settling Time to 1%	4V step, C _C = 100pF		0.75			*		ps
Settling Time to 0.1%	4V step, C _C = 100pF		1.3			*		ps
Slew Rate	C _C = 5pF		220			*		V/ps
Slew Rate	C _C = 100pF		25			*		V/ps
Resistance			7.5			*		Q

^{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

Davameter	Test Conditions	PA09			PA09A			llmita
Parameter	Test Conditions	Min	Тур	Max	Min	Тур	Max	Units
Voltage	Full temp range	± 12	± 35	± 40	*	*	*	V
Current, quiescent			70	85		*	*	mA



温度特性

			PA09			PA09A		
Parameter	Test Conditions	Min	Тур	Max	Min	Тур	Max	Units
Resistance, AC junction to case ¹	Full temp range, F > 60 Hz		1.2	1.3		*	*	°C/W
Resistance, DC junction to case	Full temp range, F < 60 Hz		1.6	1.8		*	*	°C/W
Resistance, junction to air	Full temp range		30			*		°C/W
Temperature Range, case	Meets full range specs	-25	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*PA09Aの仕様は、左側の該当する列のPA09の仕様と同じです。



代表的な性能グラフ

Figure 3: Power Derating

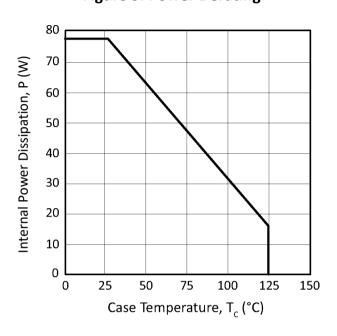


Figure 5: Small Signal Response

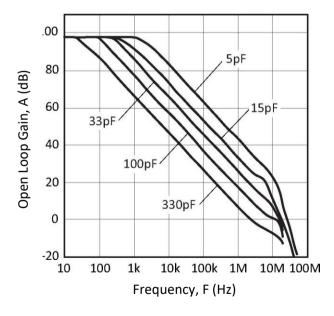


Figure 4: Current Limit

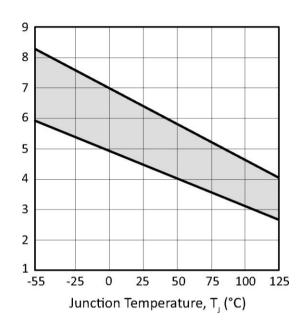


Figure 6: Phase Response

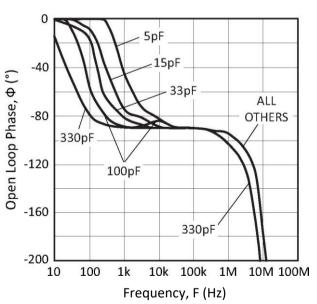




Figure 7: Output Voltage Swing

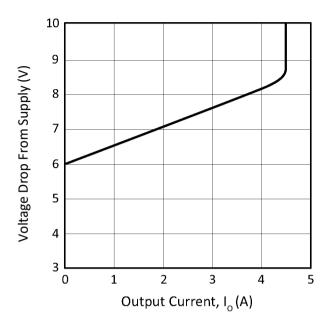


Figure 8: Power Response

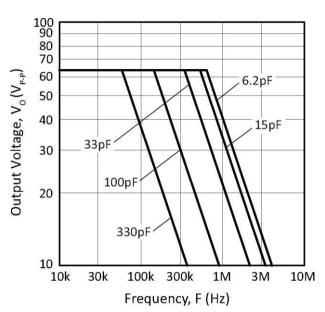


Figure 9: Slew Rate vs. Compensation

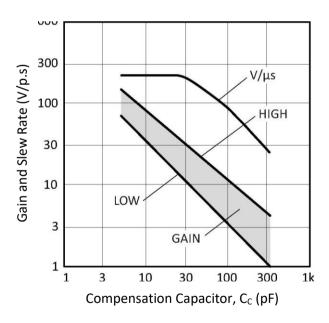


Figure 10: Quiescent Current

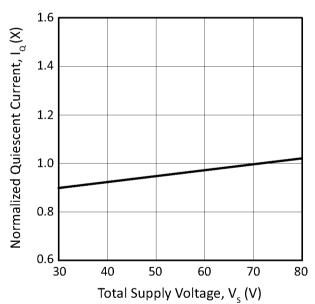




Figure 11: Input Noise

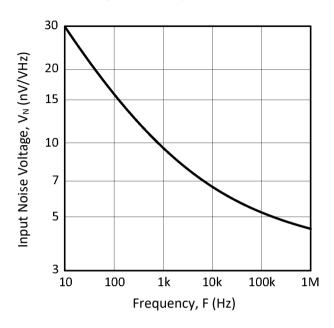


Figure 13: Power Supply Rejection

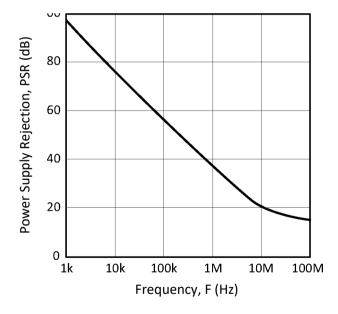


Figure 12: Common Mode Rejection

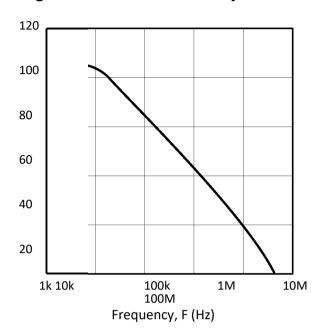
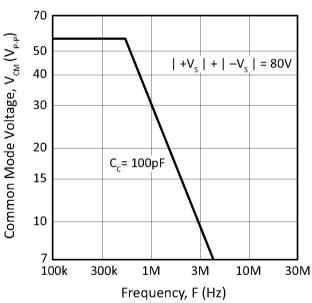


Figure 14: Common Mode Voltage





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. MOSFET の形状と内部配線の電流処理能力。
- 2. 出力 MOSFET 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、誘導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

1. 以下の最大値までの容量性および誘導性の負荷は安全です。

± V s	Capacitive Load	Inductive Load
40V	0.1pF	11 mH
30V	500pF	24 mH
20V	2500pF	75 mH
15V	TO	100 mH

- 2. 最大±20V のデュアル電源で、グランドへの短絡は安全です。
- 3. 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。

ただし、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。

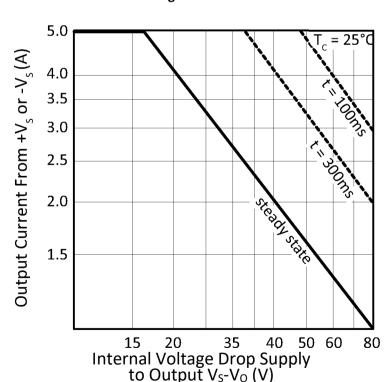


Figure 15: SOA



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.apexanallog.comにアクセスしてください。

代表的なアプリケーション

図16の偏向アンプ回路は、高速ヘッドアップディスプレイのための任意のビーム位置を実現します。13mHのコイルに2A pkの電流を供給しながら、最大遷移時間は4μsです。この回路のポイントは、ヨーク電流を電圧に変換してオペアンプにフィードバックするセンス抵抗(RS)です。この負帰還により、コイル電流は制御電圧に正確に比例するようになります。RD、RF、CFで構成されるネットワークは、高周波において、RSを介した電流フィードバックから直接電圧フィードバックに移行する役割を果たします。これにより、インダクタによる余分な位相シフトがなくなり、発振を防ぐことができます。アプリケーションノート5を参照してください。また、その他の精密な磁気偏向回路についても同様です。.

 $V_{\text{IN}} \circ \begin{array}{c} & \downarrow \\ \\ & \downarrow \\ & \downarrow$

Figure 16: 代表的なアプリケーション(デフレクションアンプ)

電源電圧

指定された電圧(±VS)は、同じ電圧を持つデュアル(±)電源に適用されます。+VS レールと-VS レールの間の電圧の合計が、指定された電源の電圧の合計を超えない限り、非対称(例:+70/-10V)または単一電源(例:80V)を使用することができます。

電源のバイパス

各電源レールは、 $47 \mu F$ 以上のタンタルコンデンサと $0.47 \mu F$ のセラミックコンデンサを並列に使用してコモンにバイパスする必要があります。



出カリード

出力リードはできるだけ短くしてください。ビデオ周波数帯では、数インチのワイヤーでもかなりのインダクタンスがあるため、接続インピーダンスが高くなり、出力電流のスルーレートが制限されます。さらに、高周波では表皮効果によって太い電線の抵抗が大きくなります。マルチストランドリッツワイヤーは大電流を低損失で流すためには、多芯リッツ線を推奨します。

接地

入力抵抗と入力信号を共通のグランドプレーンに 1 点接地することで、大きな誤差や不安定性の原因となる望ましくない電流のフィードバックを防ぎます。ここでは「1 点接地」という言葉が重要です。グラウンド・プレーンは電流経路ではなく、シールドとして使用する必要があります。PA09 のケースを浮かせたままにしておくと、アプリケーションによっては発振の原因になります。

補償

PA09は、任意のゲインに対する補償コンデンサの選択に関して非常に柔軟性があります。最も一般的な範囲は、小信号応答グラフに示されています。電源レールに近いスイング、負荷が重い、入力信号の立ち上がりと立ち下がりが速い、電源電圧が高いなどの条件が揃うと、補償用コンデンサの容量を大きくする必要があります。このコンデンサの定格は、少なくともアンプに印加される全電圧と同じ値でなければなりません。具体的な値を決める際には、アプリケーション・ノート19(図40、41)に記載されている方形波安定性試験を参考にしてください。

小信号のテストに加えて、アプリケーションの入力信号にステップ機能がある場合は、この回路を使って大信号の応答を測定します。矩形波の振幅をアプリケーションの最大値まで増加させることで、このテストでは、矩形波の遷移後の出力波形に大きな歪みが見られる場合があります。この場合、PA09の高速な入力段が出力段を上回り、過負荷の回復時間が歪みを発生させます。補償値が約27pF以下の場合にスルーレートが上がらないのも、この速度関係によるものです。

電源電流

大きな信号をスイングするとき、PA09の出力段は余分な電源電流を必要とします。以下のグラフは、正弦波と 矩形波の両方の信号について、いくつかの条件でこの電流を示しています。電流は負荷電流を含まず、電源定 格と熱定格の両方に影響します。内部消費電力を計算する際には、この電流に総電源電圧を乗じてください。

電源レールに近い方がより多くの電流を必要とすることに注意してください。出力電圧はピーク値です。電流は、電源電圧の平均値を示していますが、AC モニターでは、高スルーレートの期間に対応する電流パルスがわかります。例えば、±40V の電源で±30V の出力を 500kHz で駆動すると、ネガティブスルー時には 0.8A、ポジティブスルー時には 1.2A のパルスが発生します。入力信号が出力スイング能力の数倍でオーバードライブされた場合、最大 4A のパルスが発生する場合があります。



Figure 17: Quiescent vs. Sine Drive

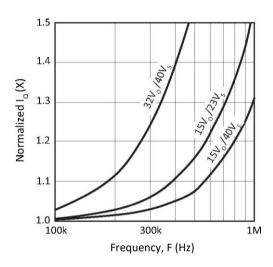
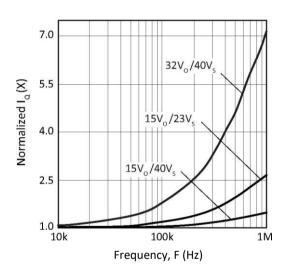


Figure 18: Quiescent vs. Square Drive



過熱遮断による保護

基板温度が約150℃を超えると、アンプを遮断する熱保護回路を搭載しています。これにより、一時的な障害状態での過度の接合部温度からアンプを保護しながら、ヒートシンクの選択を通常の動作状態に基づいて行うことができます。

過熱保護回路はかなり遅効性の回路であるため、過渡的なSOA違反(TC=25℃境界外の領域)に対しては保護しません。これは、アンプ内で高い電力損失をもたらす短期的な障害状態から保護するように設計されています。過熱遮断の原因となる状態を除去しないと、アンプは遮断と通電を行ったり来たりして発振します。その結果、ピーク電力が増大し、信号の信頼性が損なわれ、デバイスの信頼性が低下します。



安定性

PA09 は帯域幅が広いため、低帯域のパワーオペアンプに比べて発振しやすくなっています。発振を防ぐためには、以下の方法で適切な位相マージンを維持する必要があります。

- 1. 電源のバイパスと回路の接地には細心の注意を払ってください。PA09 がステップ機能を駆動し、よりアクティブなデバイスと電源を共有する場合、これは非常に重要です。
- 2. グランドへの外部サムポイント浮遊容量を最小に保ち、サムポイント負荷抵抗(入力抵抗とフィードバック抵抗を並列)を 500 Ω 未満に保ちます。サムポイントの負荷抵抗を大きくすると、位相補償の強化やより大きなサムポイント負荷抵抗を使用して、位相補償を強化したり、フィードバック抵抗をバイパスしたりすることができます。
- 3. ケースをローカル AC グランド電位に接続します。

電流制限

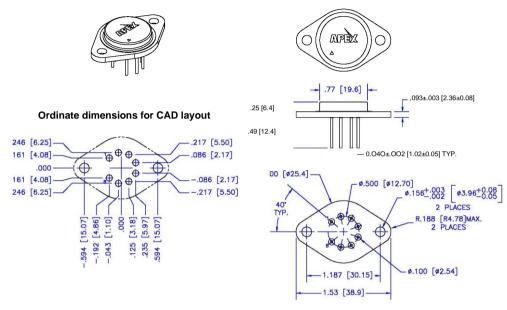
PA09には内部電流制限機能があります。典型的な性能グラフの下に示されている電流制限曲線は、接合部温度に基づいていることに注意してください。アンプが低温接合部温度で動作する場合、電流制限は8Aにもなります。これは、SOA曲線の最大許容電流である5Aを上回ります。この部品を使用するシステムは、あらゆる条件下で 最大出力電流を5A未満に保つように設計する必要があります。内部の電流制限は、接合部温度が80℃以上の場合に限られます。



パッケージオプション

Part Number	Apex Package Style	Description
PA09	CE	8-pin TO-3
PA09A	CE	8-pin TO-3

パッケージスタイル CE



NOTES:

- Dimensions are inches & [mm],
- Triangle printed on lid denotes pin 1.
- Header flatness within pin circle is .0005" TIR, max.
- Header flatness between mounting holes is .0015" TIR, max.
- Standard pin material: Solderable nickel—plated Alloy 52.
- Header material: Nickel—plated cold—rolled steel
- Welded hermetic package seal Isolation: 500 VDC any pin to case.

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. 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

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 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。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。

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。