

## パワーブースターアンプ



### 特徴

- ・広い電源電圧範囲 :  $\pm 15V \sim \pm 150V$
- ・高出力電流 :
  - 連続 1.5A (PB51)
  - 連続 2.0A (PB51A)
- ・電圧および電流ゲイン
- ・高スルーレート:
  - 最小  $50V/\mu s$  (PB51)
  - 最小  $75V/\mu s$  (PB51A)
- ・プログラム可能な出力電流制限
- ・高電力帯域幅 : 最小 320 kHz
- ・低静止電流 : 12mA (代表値)
- ・評価キット : EK29



### アプリケーション

- ・高電圧計装
- ・静電トランスデューサ・偏向
- ・最大 280VP-P のプログラマブル電源

### 説明

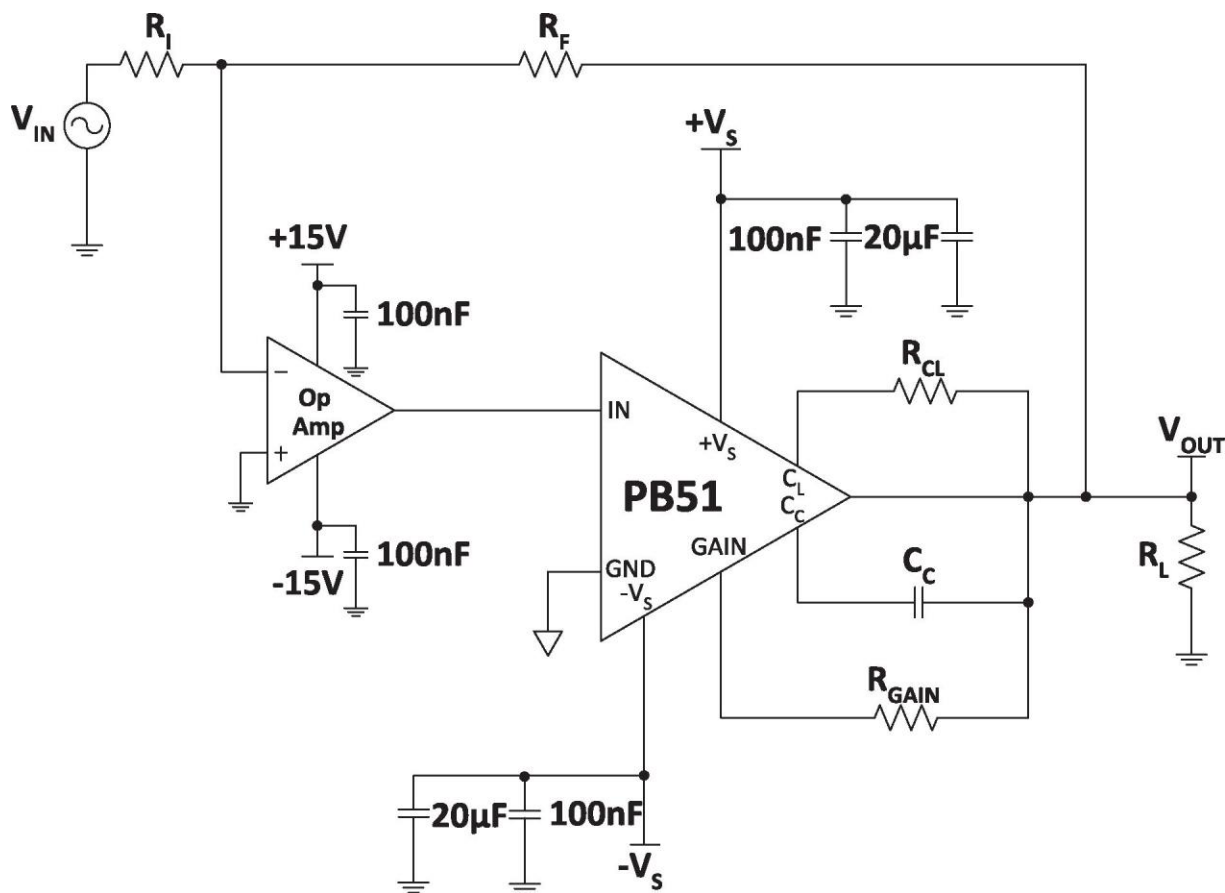
PB51 は、小信号の汎用オペアンプに電圧および電流のゲインを与えるように設計された高電圧・大電流アンプです。パワーブースターをドライバーアンプのフィードバックループに含めることで、ドライバーの精度とブースターの拡張された出力電圧範囲と電流能力を兼ね備えた複合アンプとなります。PB51 は、アプリケーションによってはドライバーなしで、外付けの電流制限抵抗のみで正常に動作します。出力段には相補型 MOSFET を採用し、出力インピーダンスの対称性と、バイポーラ接合トランジスタの 2 次降伏の制限を解消しています。内部フィードバックとゲイン設定抵抗によりピンストラップ可能なゲイン 3 を獲得できます。また、外付け抵抗 1 つで追加のゲインを得ることができます。補償は、ほとんどのドライバー/ゲイン構成では必要ありませんが、外付けコンデンサ 1 個で実現できます。このブースターは非常にシンプルに構成されていますが、ドライバーアンプ、電流制限、電源電圧、電圧ゲイン、補償の選択により、非常に柔軟に対応することができます。

このハイブリッド回路は、酸化ベリリウム (BeO) 基板、厚膜抵抗、セラミックコンデンサー、半導体チップを使用し、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提供します。

また、超音波接着されたアルミニウムワイヤーにより、あらゆる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) は電氣的に絶縁されています。

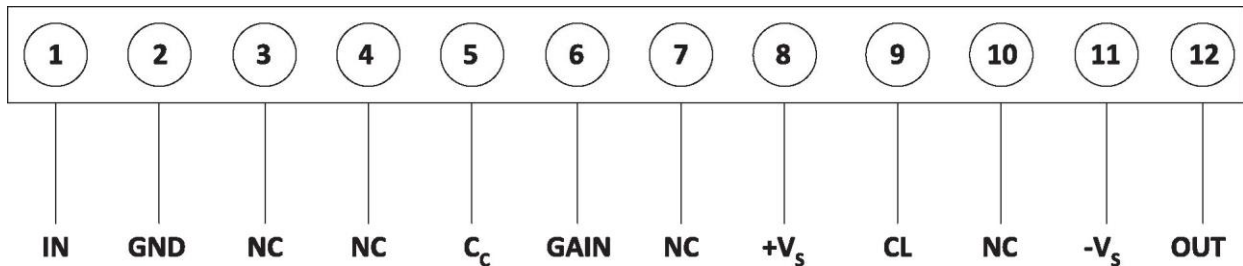
代表的な接続

Figure 1: Typical Connection



ピン配置と説明

Figure 2: External Connections



端子番号	名称	説明
1	IN	入力。この端子を負荷およびフィードバック抵抗に接続してください。
2	GND	グラウンド。入力アンプが参照するグラウンドと同じグラウンドに接続してください。
5	CC	補償用コンデンサ接続端子。位相補償に応じた値を選択してください。該当項目を参照。
6	GAIN	ゲイン抵抗端子。GAIN と OUT の間に RGAIN を接続してください。複合アンプではなく、パワーブースター本体のゲインを指定します。該当項目を参照。
8	+Vs	正の電源レール。
9	CL	電流制限抵抗に接続します。出力電流は RCL を介してこの端子に入力/出力します。RCL の反対側には、出力端子と負荷が接続されます。
11	-Vs	負の電源レール。
12	OUT	出力端子。負荷と帰還抵抗に接続してください。
3, 4, 7, 10	NC	接続なし。

## PB51 • PB51A

### 仕様

電源電圧は、特に指定のない限り  $T_C = 25^\circ\text{C}$  での標準 (TYP) で規定されています。

### 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Supply Voltage, total	$+V_s$ to $-V_s$		300	V
Output Current, within SOA	$I_o$		2	A
Power Dissipation, internal @ $T_c = 25^\circ\text{C}^1$	PD		83	W
Input Voltage, referred to COM	$V_{IN}$	-15	15	V
Temperature, pin solder, 10s max.			260	$^\circ\text{C}$
Temperature, junction <sup>1</sup>	$T_J$		175	$^\circ\text{C}$
Temperature Range, storage		-55	+125	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range, case	$T_C$	-40	+85	$^\circ\text{C}$

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。

### 注意事項

PB51 は、MOSFET のトランジスタで構成されています。静電気放電の取り扱いには注意が必要です。基板には酸化ベリリウム ( $\text{BeO}$ ) が含まれています。有害なガスの発生を避けるため、粉碎したり、 $850^\circ\text{C}$  を超える温度にさらさないでください。

### 入力

Parameter	Test Conditions	PB51			PB51A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Offset Voltage, initial			$\pm 0.75$	$\pm 1.75$		*	$\pm 1.0$	V
Offset Voltage vs. Temperature	Full temp range <sup>1</sup>		-4.5	-7		*	*	$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Input Impedance, DC		25	50		*	*		$\text{k}\Omega$
Input Capacitance			3			*		pF
Closed Loop Gain Range		3	10	25	*	*	*	V/V
Gain Accuracy, internal $R_g$ , $R_f$	$A_v = 3$		$\pm 10$	$\pm 15$		*	*	%
Gain Accuracy, external $R_f$	$A_v = 10$		$\pm 15$	$\pm 25$		*	*	%
Phase Shift	$f = 10 \text{ kHz}$ , $A_{VCL} = 10$ , $C_c = 22 \text{ pF}$		10			*		°
	$f = 200 \text{ kHz}$ , $A_{VCL} = 10$ , $C_c = 22 \text{ pF}$		60			*		°

1. 設計上は保証されていますが、工程試験はされていません。

**出力**

Parameter	Test Conditions	PB51			PB51A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage Swing	$I_o = 1.5A$ (PB58), $2A$ (PB58A)	$\pm V_s - 11$	$\pm V_s - 8$		$\pm V_s - 15$	$\pm V_s - 11$		V
Voltage Swing	$I_o = 1A$	$\pm V_s - 10$	$\pm V_s - 7$		*	*		V
Voltage Swing	$I_o = 0.1A$	$\pm V_s - 8$	$\pm V_s - 5$		*	*		V
Current, continuous		1.5			2.0			A
Slew Rate	Full temp range	50	100		75	*		V/ps
Capacitive Load	Full temp range		2200			*		pF
Settling Time to 0.1%	$R_L = 100, 2V$ step		2			*		ps
Power Bandwidth	$V_C = 100 V_{PP}$	160	230		240	*		kHz
Small Signal Bandwidth	$C_C = 22pF, A_v = 25,$ $V_{CC} = \pm 100$		100			*		kHz
Small Signal Bandwidth	$C_C = 22pF, A_v = 3,$ $V_{CC} = \pm 30$		1			*		MHz

**電源**

Parameter	Test Conditions	PB51			PB51A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Voltage, $\pm V_s$ <sup>1</sup>	Full temp range	$\pm 15$ <sup>2</sup>	$\pm 60$	$\pm 150$	*	*	*	V
Current, quiescent	$V_s = \pm 15$ $V_s = \pm 60$ $V_s = \pm 150$		11 12 14			* * *	*	mA mA mA

1. +VS、-VS はそれぞれプラス、マイナスの電源レールを示します。
2. +VS は COM より 15V 以上、-VS は COM より 15V 以下の電圧が必要です。

## PB51 • PB51A

### 温度特性

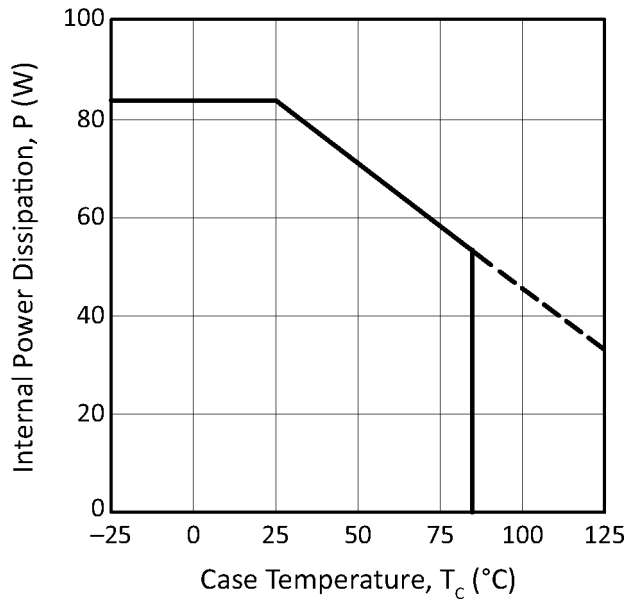
Parameter	Test Conditions	PB51			PB51A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Resistance, AC, junction to case <sup>1</sup>	Full temp range, f > 60 Hz		1.2	1.3		*	*	°C/W
Resistance, DC, junction to case	Full temp range, f < 60 Hz		1.6	1.8		*	*	°C/W
Resistance, junction to air	Full temperature range		30			*		°C/W
Temperature Range, case	Meets full range specs	-25	+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ます。

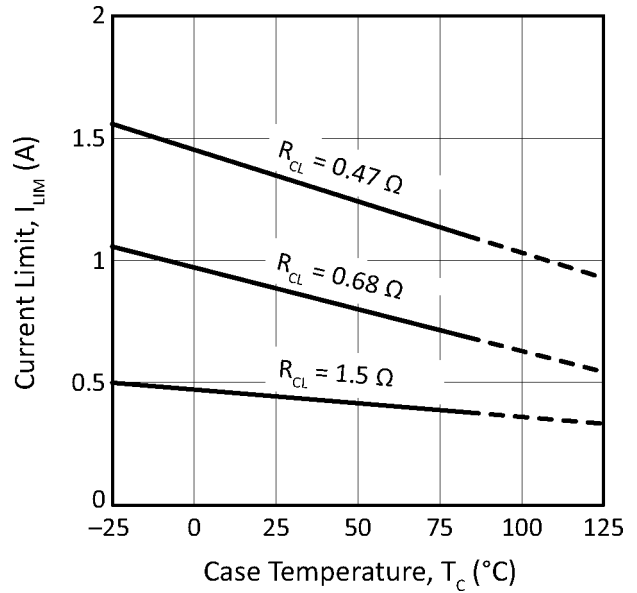
注記: PB51A の仕様は、左記該当欄の PB51 の仕様と同じです。

代表的な性能グラフ

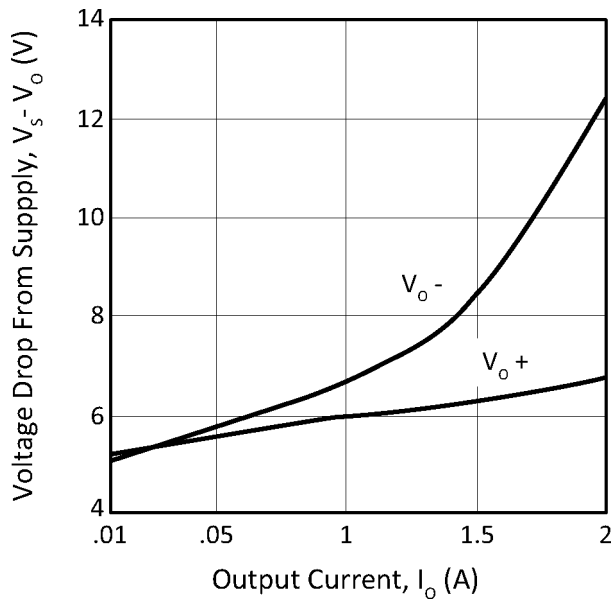
**Figure 3: Power Derating**



**Figure 4: Current Limit**



**Figure 5: Output Voltage Swing**



**Figure 6: Small Signal Response**

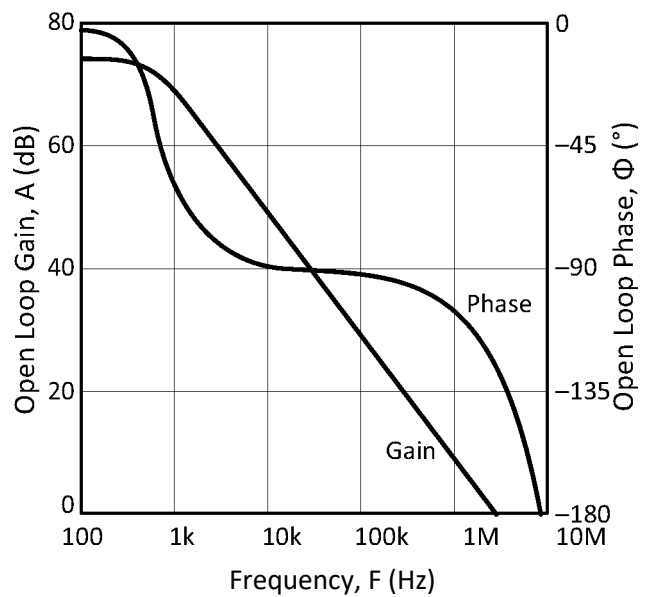


Figure 7: Small Signal Response

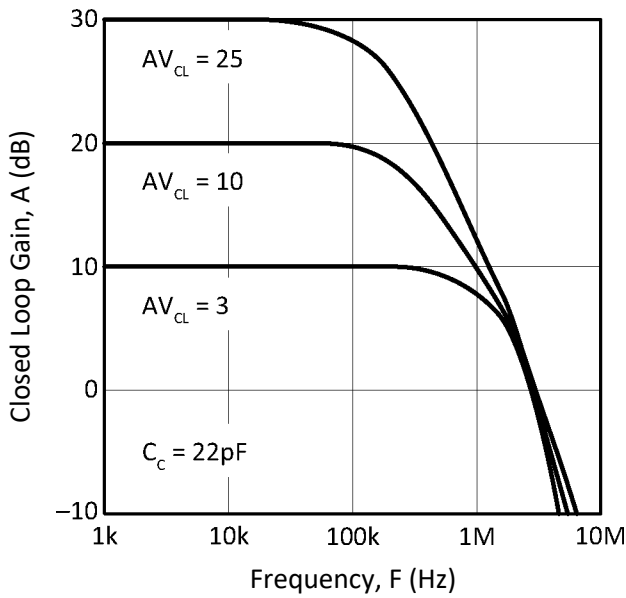


Figure 8: Small Signal Response

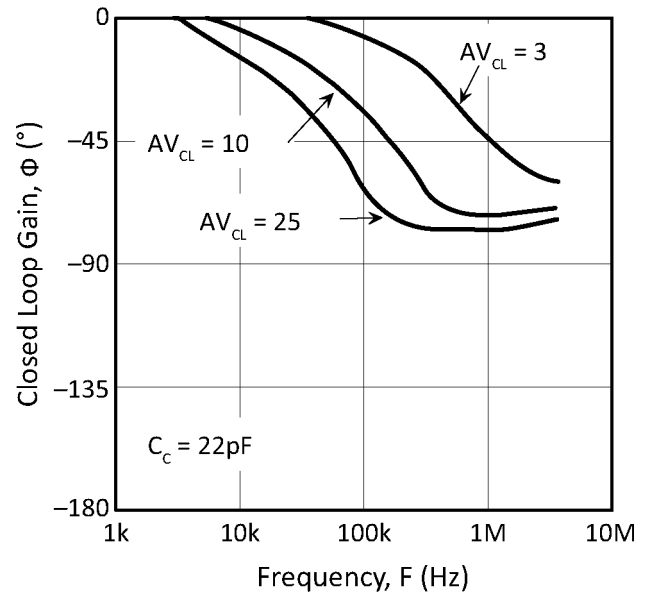


Figure 9: Quiescent Current

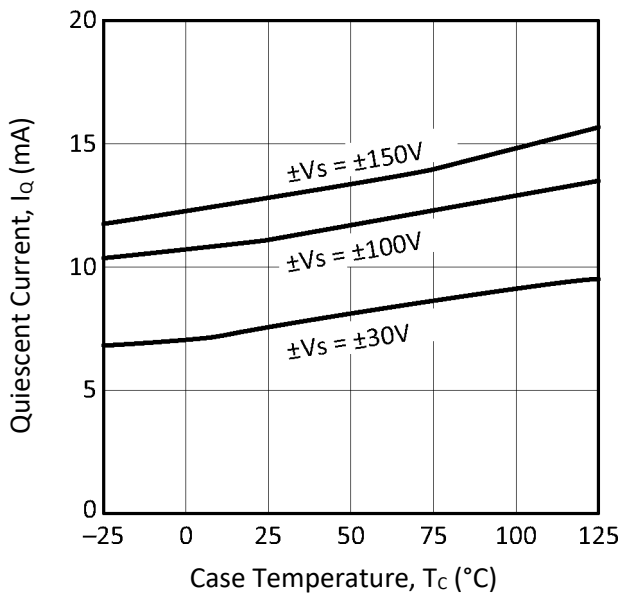
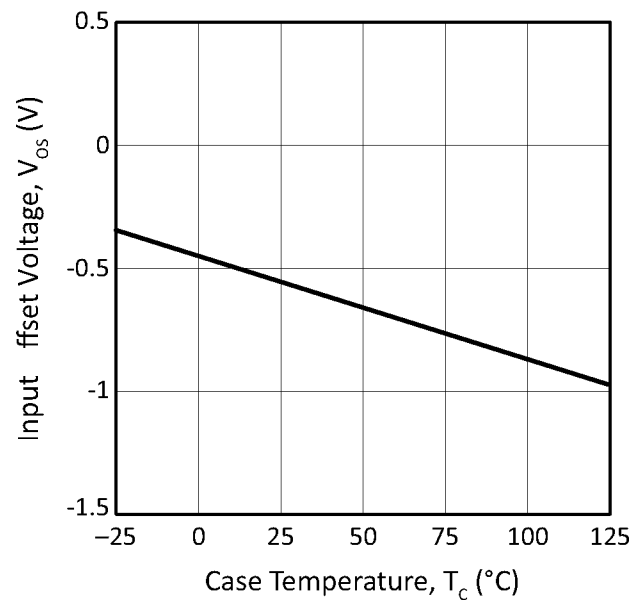
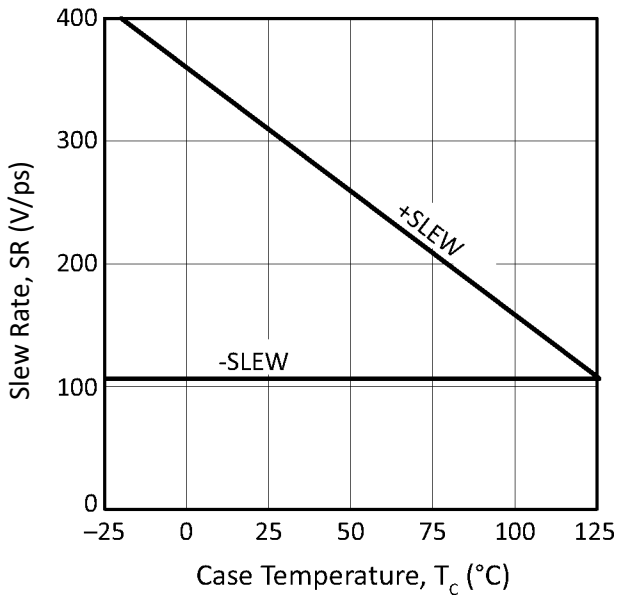


Figure 10: Input Offset Voltage

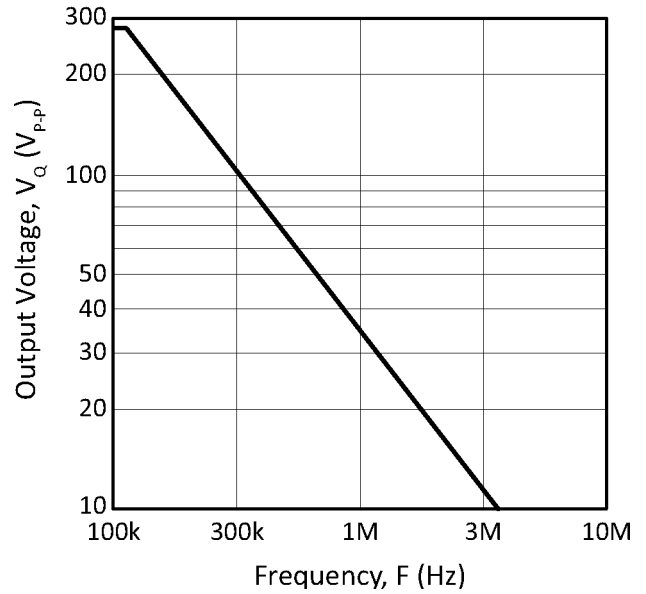




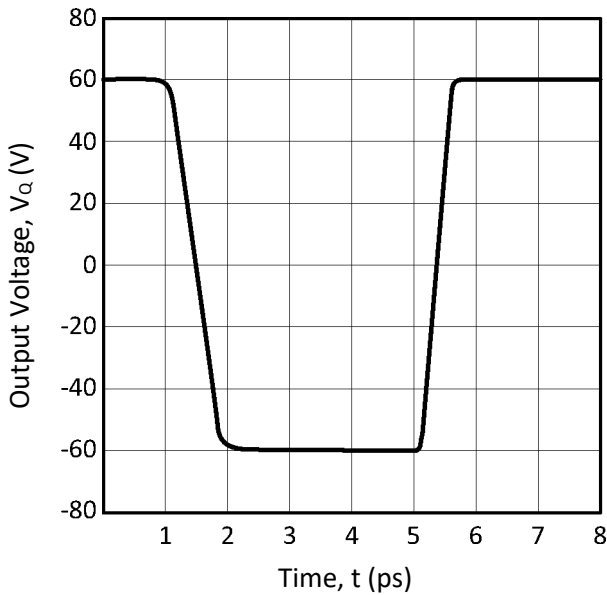
**Figure 11: Slew Rate vs. Temperature**



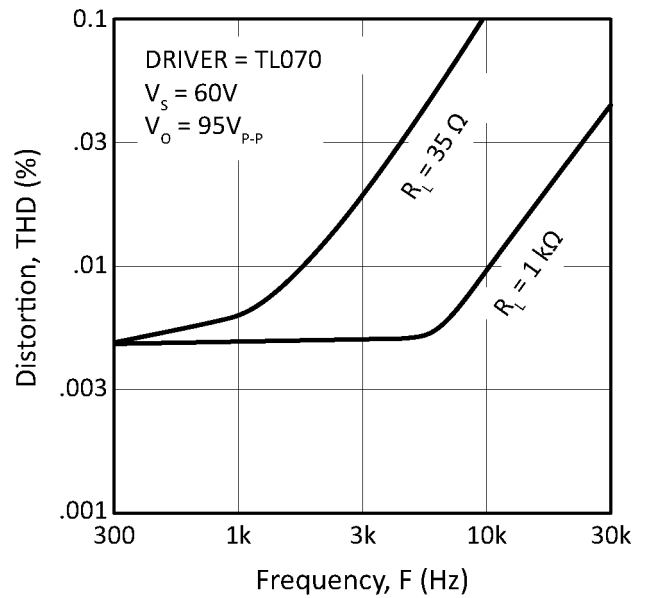
**Figure 12: Power Response**



**Figure 13: Pulse Response**



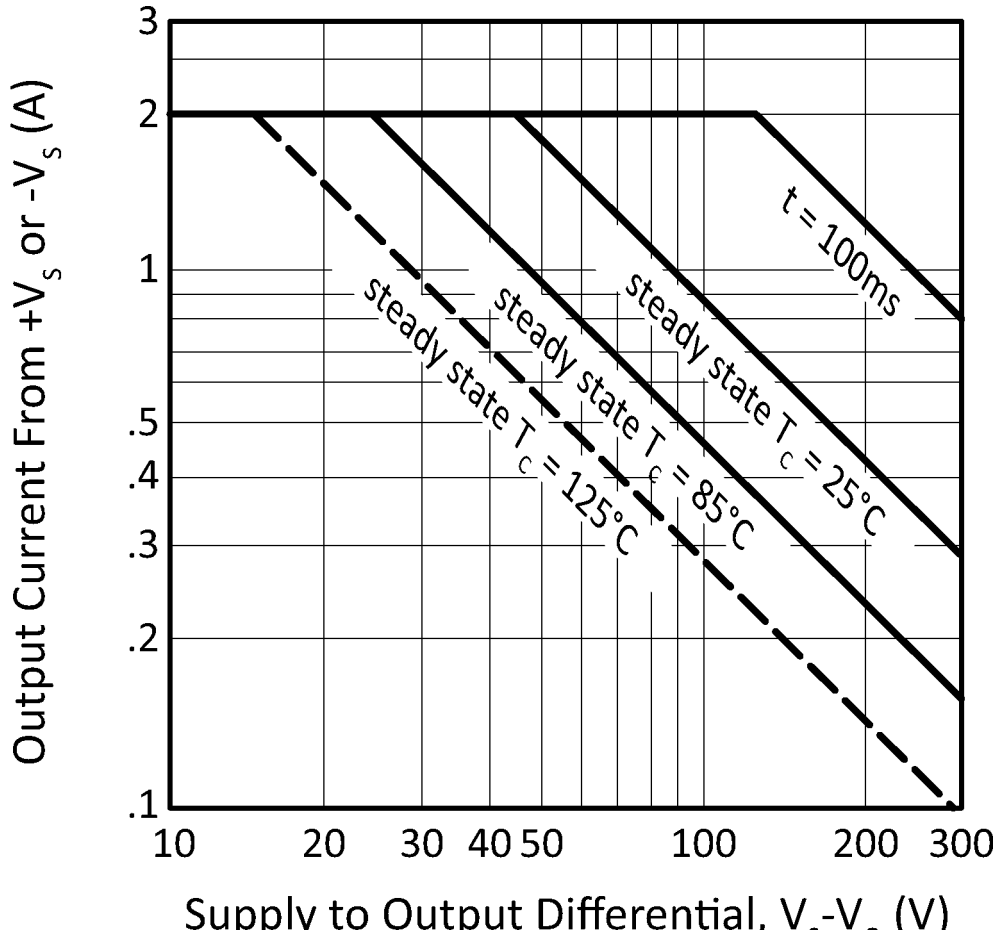
**Figure 14: Harmonic Distortion**



**安全動作領域(SOA)**

注) 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。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、外付けの高速回復ダイオードを使用する必要があります。

Figure 15: SOA



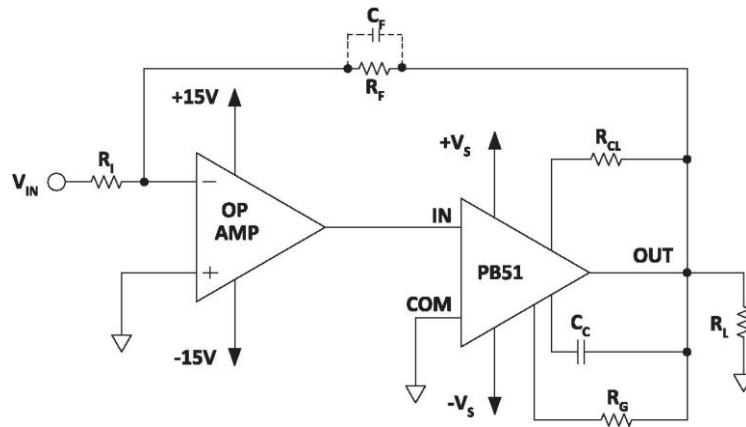
**一般的注意事項**

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「一般的な使用上の注意」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。

**代表的なアプリケーション**

**Figure 16: Typical Application**



**電流制限**

正しく動作させるためには、電流制限抵抗器 (RCL) を外部接続図のように接続する必要があります。最小値は 0.33 Ω 実用最大値は 47 Ω です。信頼性を高めるためには抵抗値はできるだけ高く設定してください。その値は次のように計算されます。

$$I_{CL} = \frac{0.65V}{R_{CL}} + 0.01A \quad -I_{CL} = \frac{0.65V}{R_{CL}}$$

**複合アンプに関する考察**

2 つのアンプをフィードバックループ内でカスケード接続することは多くの利点がありますが、そのためには、いくつかのアンプやシステムのパラメータを慎重に検討する必要があります。中でも特に重要なのは、ゲイン、安定性、スルーレート、ドライバーの出力振幅です。ブースターアンプを高いゲインで動作させると、スルーレートが高くなりドライバーの出力要件が低くなります。しかし、安定性を確保するのが難しくなります。

### ゲイン設定

ブースターの閉ループゲインは次の式で与えられます。複合アンプの閉ループゲインは、フィードバックネットワークによって決定されます。その式は、 $-R_f/R_i$ (反転)または  $1+R_f/R_i$ (非反転)となります。ドライバーアンプの「実効利得」は、複合ゲインをブースターゲインで割ったものになります。

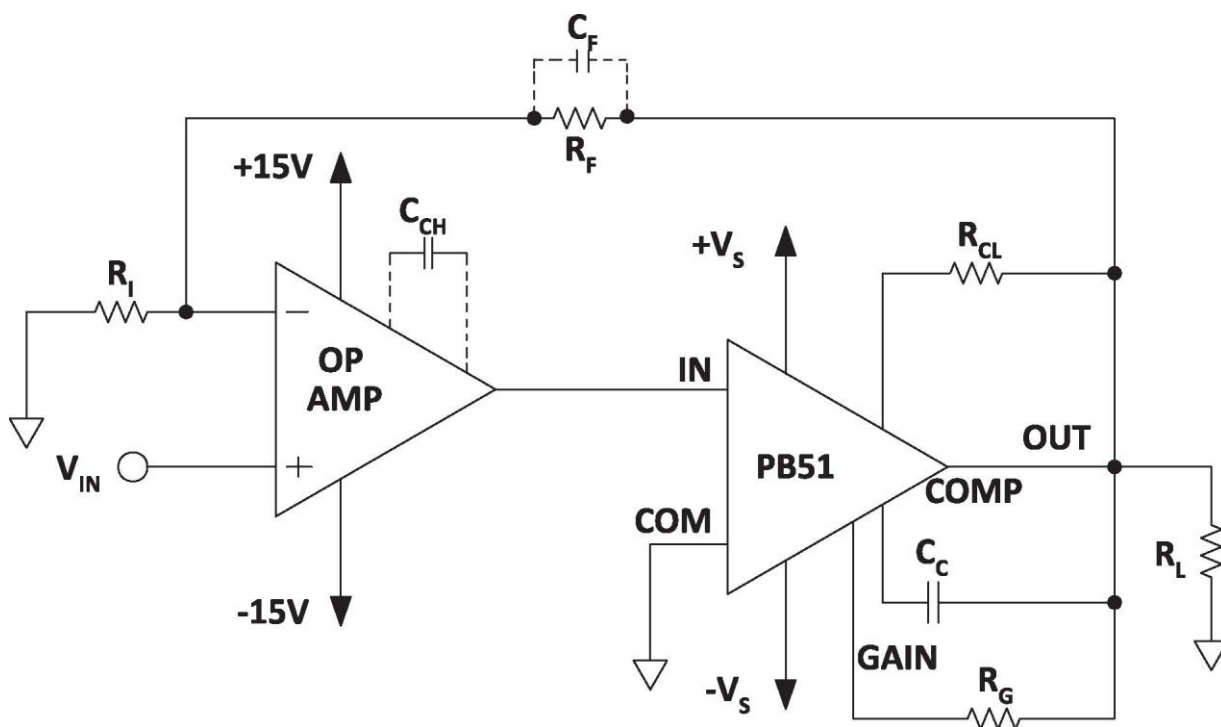
$$R_G = [(A_v - 1) \cdot 3.1k] - 6.2k$$

$$A_v = \frac{R_G + 6.2k}{3.1k} + 1$$

例 反転した構成 (図 17)

- $R_i = 2k, R_f = 60k, R_g = 0:$
- $A_v (\text{booster}) = (6.2k/3.1k) + 1 = 3$
- $A_v (\text{composite}) = 60k/2k = -30$
- $A_v (\text{driver}) = -30/3 = -10$

Figure 17: Composite Amplifier Example



## 安定性

安定性を高めるためには、以下の点に注意してください。

1. ブースターを実用的な最小ゲインで動作させる。
2. ドライバーアンプは実用上最も高い実効利得で動作させる。
3. ドライバーの利得-帯域幅積をブースターの閉ループ帯域幅より小さくする。
4. ループ内の位相差を最小にする。

(1)と(2)を両立させるには、ブースターゲインを 3~10 に設定し、トータル(複合)ゲインをブースターゲインの 3 倍以上に設定します。ガイドライン(3)は、低い合成利得の設定では、必要に応じてドライバーを補正することを意味します。ブースターとループ補償コンデンサ  $C_c$  および  $C_f$  を必要に応じて使用することで、ループ内の位相シフト(4)を最小限に抑えることができます。代表的な値は 5pF~33pF です。

ドライバーの実効利得がユニティー(すなわち、トータルゲイン=ブースターゲイン)の構成では、安定性を得ることが最も困難です。この場合、表 1 は、オペアンプドライバーで最適な矩形波応答を得るための補正值です。

**Table 1:** Example Drivers

DRIVER	$C_{CH}$	$C_f$	$C_c$	FPBW	SR
OP07	-	22p	22p	4kHz	1.5
741	-	18p	10p	20kHz	7
LF155	-	4.7p	10p	60kHz	>60
LF156	-	4.7p	10p	80kHz	>60
TL070	22p	15p	10p	80kHz	>60

For:  $R_f = 33K$ ,  $R_i = 3.3K$ ,  $R_G = 22K$

TYPICAL VALUES FOR CASE WHERE OP AMP EFFECTIVE GAIN = 1.

## スルーレート

コンポジットアンプのスルーレートは、ドライバーのスルーレートにブースターのゲインをかけたものになります。最大値はブースターのスルーレートと等しくなるように設定されています。

## 出力振幅

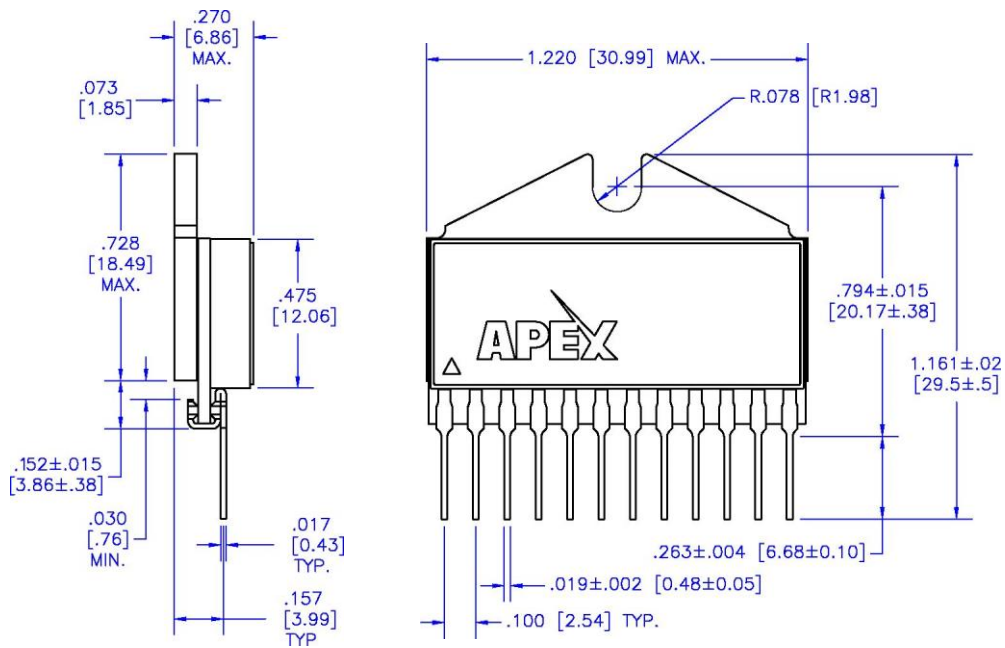
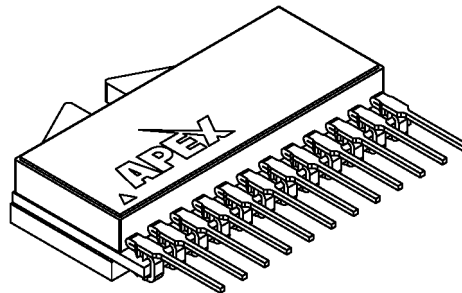
ドライバーのオペアンプに要求される最大出力電圧振幅は、ブースターからの最大出力振幅をブースターのゲインで割ったものになります。ドライバーの  $V_{os}$  は、ドライバーからも供給される必要があり、ドライバーの利用可能なスイング範囲から減算する必要があります。また、ドリフトとブースターゲインの精度の影響を考慮して、ドライバーの最大利用可能スイングを計算する必要があります。

# PB51 • PB51A

## パッケージオプション

Part Number	Apex Package Style	Description
PB51	DP	12-pin SIP
PB51A	DP	12-pin SIP
PB51EE	EE	12-pin SIP w/ formed leads
PB51EEA	EE	12-pin SIP w/ formed leads

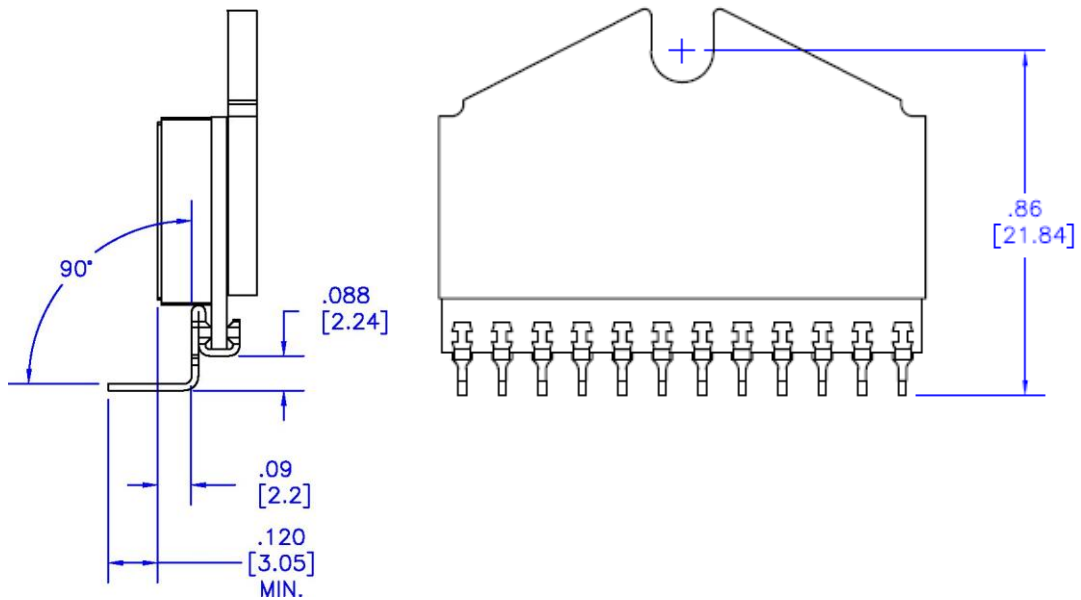
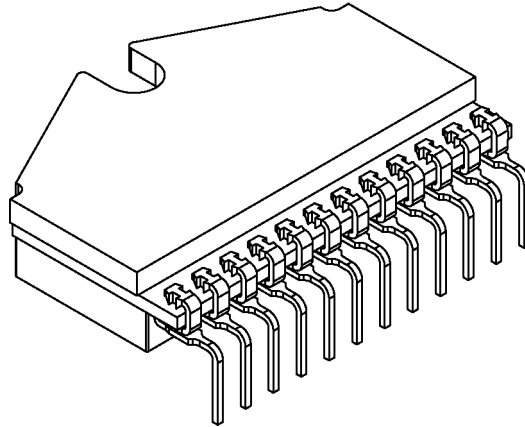
## パッケージスタイル DP



### 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 /J" max.) underplate.
4. Package: Vectra liquid crystal polymer, black
5. Epoxy—sealed & ultrasonically welded non —hermetic package.
6. Package weight: 267 oz. [11.41 g]

パッケージスタイル EE



**NOTES:**

1. Dimensions are 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が、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.