

# LM4865

*LM4865 BOOMER 750 mW Audio Power Amplifier with DC Volume Control and  
Headphone Switch*



Literature Number: JAJ654

ご注意：この日本語データシートは参考資料として提供しており、内容が最新でない場合があります。製品のご検討およびご採用に際しては、必ず最新の英文データシートをご確認ください。



2002年10月

## LM4865

Boomer<sup>®</sup> オーディオ・パワーアンプ・シリーズ  
DC 制御電子ボリューム機能およびヘッドフォン・スイッチ付き、  
750mW オーディオ・パワーアンプ

### 概要

LM4865 は、1%未満の THD で 5V 電源のときに 8 負荷に 750 mW の連続平均パワーを出力できる、DC 制御電子ボリューム機能付きのモノラル・ブリッジ・オーディオ・パワーアンプです。ヘッドフォン・センス端子を使用して、ブリッジ接続スピーカ・モードからヘッドフォン（シングルエンド）モードに、またその逆に切り換え可能です。携帯電子機器での省電力化を図るため、LM4865 にはマイクロパワー・シャットダウン・モードが付いています。同モードのときの待機時電流  $I_Q$  は 0.7  $\mu$ A（代表値）です。300mV より低い電圧を DC Vol/SD 端子に印加すると、マイクロパワー・シャットダウン・モードに入ります。

各種 Boomer オーディオ・パワーアンプは、忠実度の高い大きな音声信号を出力することを特に目的として設計されています。外付け部品がほとんど要らず、低い電源電圧で動作します。

### アプリケーション

セルラーフォン  
ハンドヘルド・ラジオ

その他のポータブル・オーディオ機器

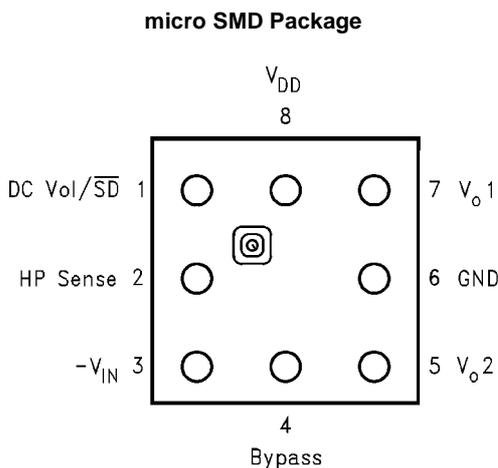
### 主な仕様

出力電力 (SO、micro SMD、8 負荷、THD + N = 1.0%)	750mW (typ)
出力電力 (SO、micro SMD、8 負荷、THD + N = 10%)	1W (typ)
シャットダウン電流	0.7 $\mu$ A (typ)
電源電圧範囲	2.7V ~ 5.5V

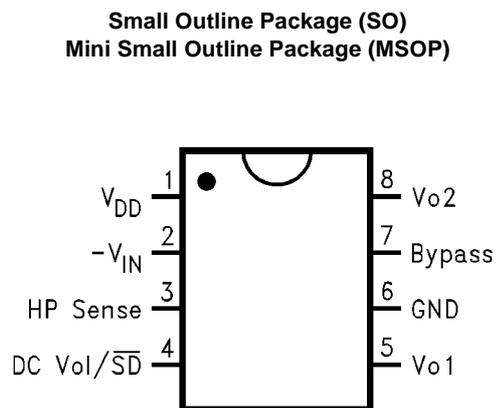
### 特長

- DC 制御電子ボリューム
- ヘッドフォン・アンプ・モード
- “クリック/ポップ”抑制
- DC 制御電子ボリューム端子が Low のときのシャットダウン制御
- サーマル・シャットダウン保護

### ピン配置図



Top View  
Order Number LM4865IBP  
See NS Package Number BPA08CFB



Top View  
Order Number LM4865M, LM4865MM  
See NS Package Number M08A, MUA08A

「BOOMER」は、(株)パーテックススタンダードからナショナルセミコンダクタージャパン(株)に使用許諾されている商標です。

LM4865 Boomer<sup>®</sup> DC 制御電子ボリューム機能およびヘッドフォン・スイッチ付き、750mW オーディオ・パワーアンプ

代表的なアプリケーション

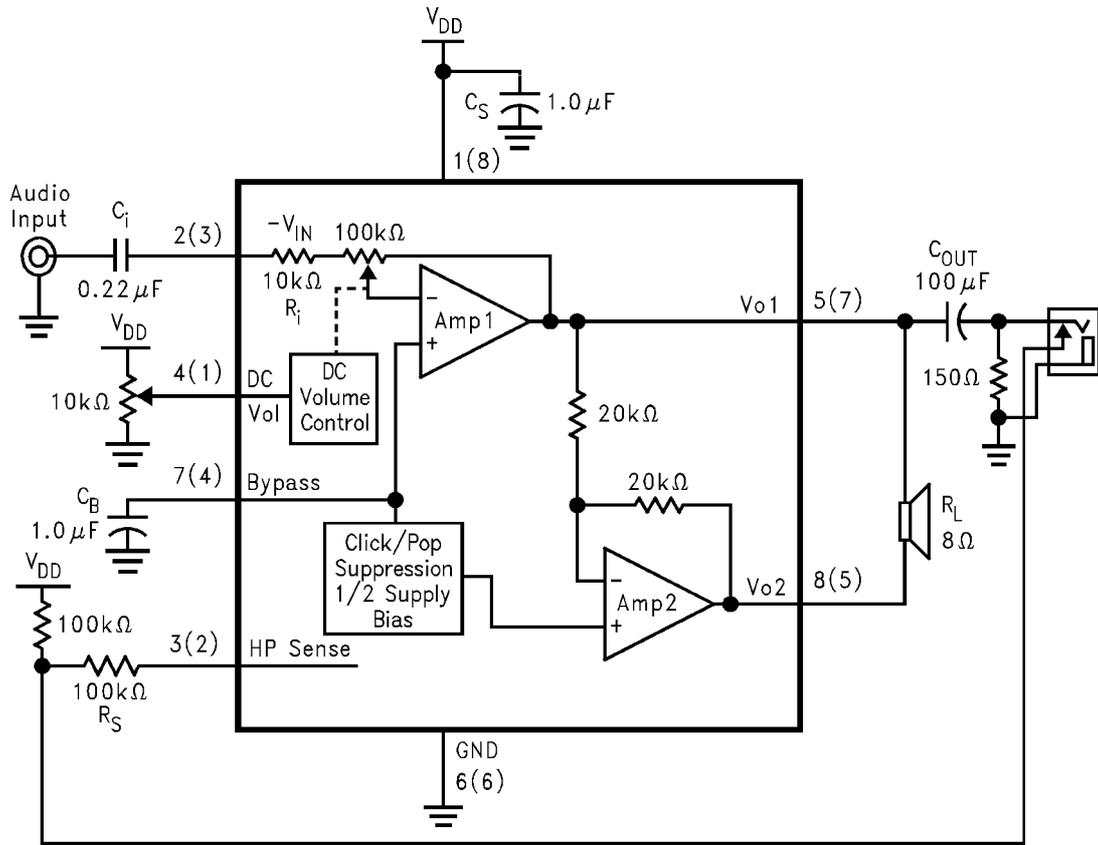


FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

(( 内の数値は micro SMD パッケージ固有です。))

**絶対最大定格** (Note 2)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

電源電圧	6.0V
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
入力電圧	- 0.3V ~ $V_{DD} + 0.3V$
消費電力 (Note 3)	内部的に制限
ESD 耐圧 (Note 4)	2000V
ESD 耐圧 (Note 5)	200V
接合部温度	150
ハンダ付け	
ペーパー・フェーズ (60 秒)	215
赤外線 (15 秒)	220

## 熱抵抗

J <sub>C</sub> (SOP)	35	/W
J <sub>A</sub> (SOP)	150	/W
J <sub>C</sub> (MSOP)	56	/W
J <sub>A</sub> (MSOP)	190	/W
J <sub>A</sub> (micro SMD)	150	/W

**動作定格**

## 温度範囲

T <sub>MIN</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>MAX</sub>	- 40	T <sub>A</sub>	+ 85
電源電圧			2.7V	V <sub>DD</sub>	5.5V

その他の表面実装法については、アプリケーション・ノート AN-450 「表面実装法と信頼性上における効果」を参照下さい。

**電気的特性** (Note 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は  $V_{DD} = 5V$  に対して適用されます。リミット値は  $T_A = 25$  にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4865			
			Min (Note 7)	Typica (Note 6)	Max (Note 7)	Units
$V_{DD}$	Supply Voltage		2.7		5.5	V
$I_{DD}$	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A, HP\ Sense = 0V$		4	7	mA
		$V_{IN} = 0V, I_O = 0A, HP\ Sense = 5V$		3.5	6	mA
$I_{SD}$	Shutdown Current	$V_{PIN4} = 0.3V$		0.7		$\mu A$
$V_{OS}$	Output Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$		5	50	mV
$P_O$	Output Power	THD = 1% (max), HP Sense < 0.8V, f = 1kHz, $R_L = 8$	500	750		mW
		THD = 10% (max), HP Sense < 0.8V, f = 1kHz, $R_L = 8$		1.0		W
		THD + N = 1%, HP Sense > 4V, f = 1kHz, $R_L = 32$		80		mW
		THD = 10%, HP Sense > 4V, f = 1kHz, $R_L = 32$		110		mW
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$P_O = 300\ mW_{rms}, f = 20Hz-20kHz, R_L = 8$		0.6		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV_{rms}, R_L = 8, C_B = 1.0\ \mu F, f = 1kHz$		50		dB
Gain <sub>RANGE</sub>	Single-Ended Gain Range	Gain with $V_{PIN4} = 4.0V, (80\% \text{ of } V_{DD})$	18.8	20		dB
		Gain with $V_{PIN4} = 0.9V, (18\% \text{ of } V_{DD})$	- 70	- 72		dB
$V_{IH}$	HP Sense High Input Voltage		4			V
$V_{IL}$	HP Sense Low Input Voltage				0.8	V

**Note 1:** 特記のない限り、電圧はすべてグラウンド端子を基準として測定されています。

**Note 2:** 「絶対最大定格」は、それを超えた場合にデバイスの破壊が生じる可能性があるリミット値を示します。「動作定格」は、デバイスが動作可能な条件を示し、特定の性能リミット値を保証するものではありません。「電気的特性」は、特定の試験条件のもとにおける、特定の性能リミット値を保証する DC および AC の電気的規格値を示します。これは、デバイスが動作定格内で動作していることを前提としています。リミット値の定めのないパラメータに対しては、規格値は保証されませんが、Typ 値がデバイス性能の優れた指標になります。

**Note 3:** 最大消費電力定格は、 $T_{JMAX}$ 、 $J_A$ 、周囲温度  $T_A$  によって規定され、高温では緩和しなければなりません。最大許容消費電力は、 $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、絶対最大定格に示されている数値のいずれか小さい方です。LM4865M については、 $T_{JMAX} = 150$  です。

**Note 4:** 人体モデル、1.5k の抵抗を通して 100 pF を放電させます。

**Note 5:** マシン・モデル、全端子を通して 220pF ~ 240pF を放電させます。

**Note 6:** Typ 値は 25 における測定値であり、パラメトリック基準を表します。

**Note 7:** リミット値は、ナショナル・セミコンダクター社の AOQL (平均出荷品質水準) に基づいて保証されます。

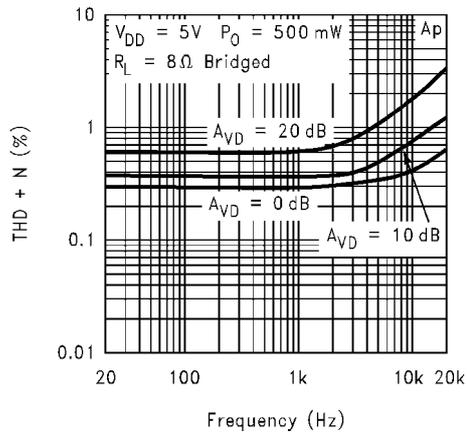
**Note 8:** 待機時消費電流は、実際の負荷がアンプに接続されているときのオフセット電圧により異なります。

## 外付け部品の説明 (Figure 1を参照)

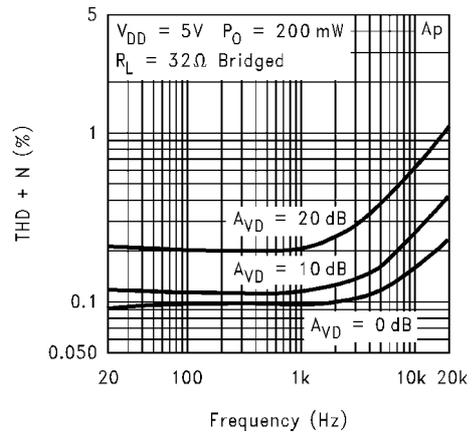
外付け部品	機能的説明
1. $C_i$	アンプの入力端子へのDC電圧の結合を阻止する入力結合コンデンサ。 $C_i$ は内蔵抵抗 $R_i$ と連携してハイパス・フィルタも構成します。 $R_i$ の値は、 $10k < (R_i) < 110k$ の範囲にするよう注意が必要です。したがって、 $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ になります。 $C_i$ の値の決定方法については、「外付け部品の正しい選択」を参照してください。
2. $C_S$	電源フィルタを構成する電源バイパス・コンデンサ。電源バイパス・コンデンサの正しい選択と配置については、「電源のバイパス処置」を参照してください。
3. $C_B$	中間電位フィルタを構成するバイパス接点用コンデンサ。 $C_B$ の正しい選択と配置については、「外付け部品の正しい選択」を参照してください。

## 代表的な性能特性

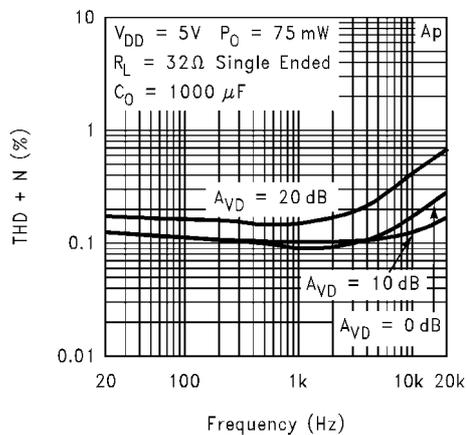
THD + N vs Frequency



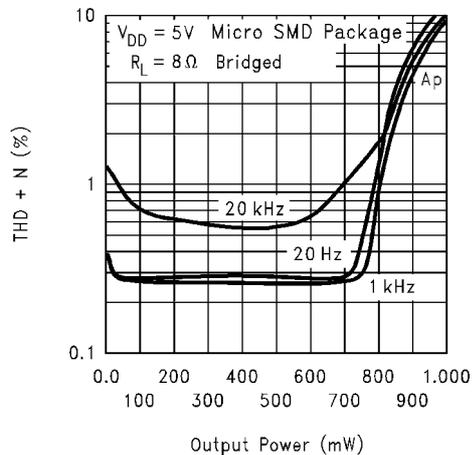
THD + N vs Frequency



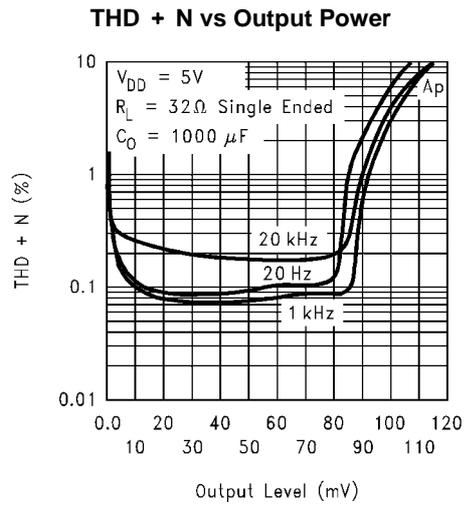
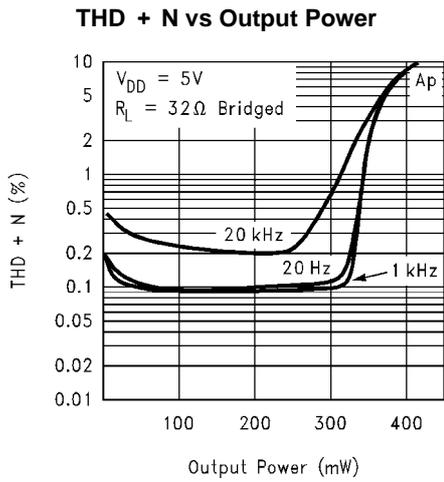
THD + N vs Output Power



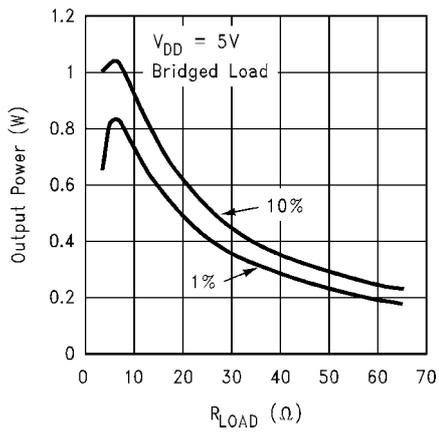
THD + N vs Output Power



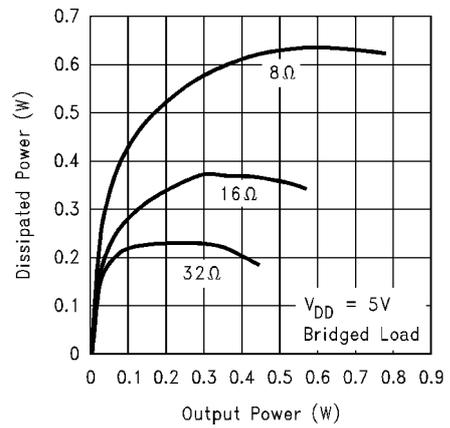
代表的な性能特性



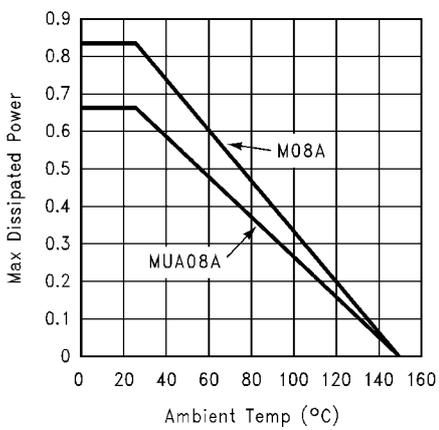
**Power Dissipation vs Load Resistance**



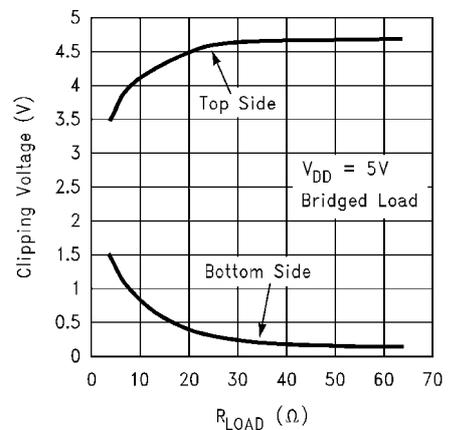
**Power Dissipation vs Output Power**



**Power Derating Curve**

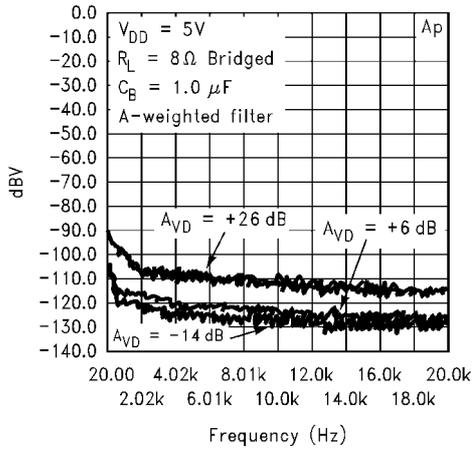


**Clipping Voltage vs RL**

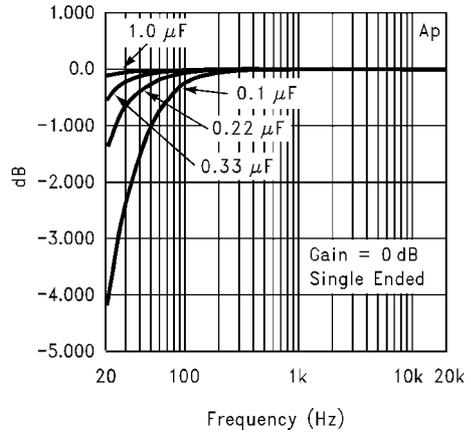


代表的な性能特性

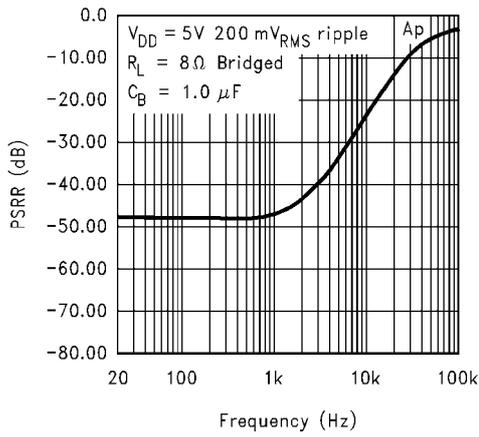
Noise Floor



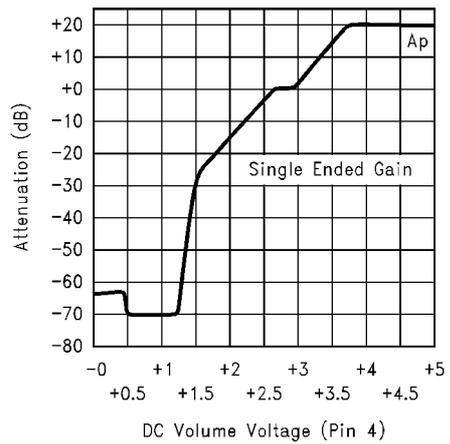
Frequency Response vs Input Capacitor Size



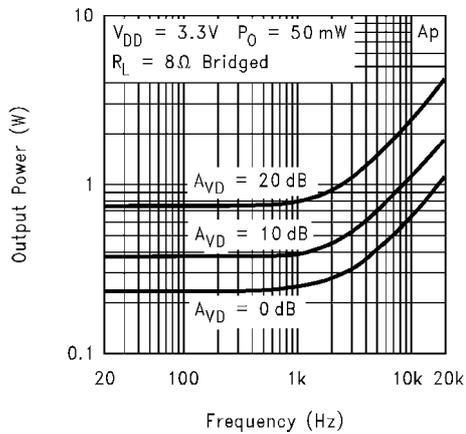
Power Supply Rejection Ratio



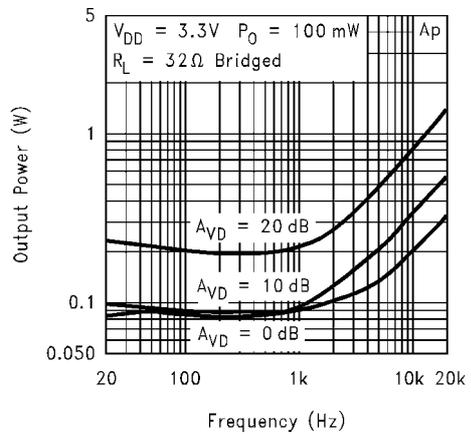
Attenuation Level vs DC-Vol Amplitude



THD + N vs Frequency

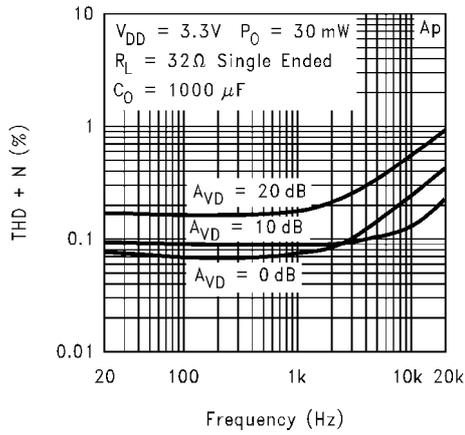


THD + N vs Frequency

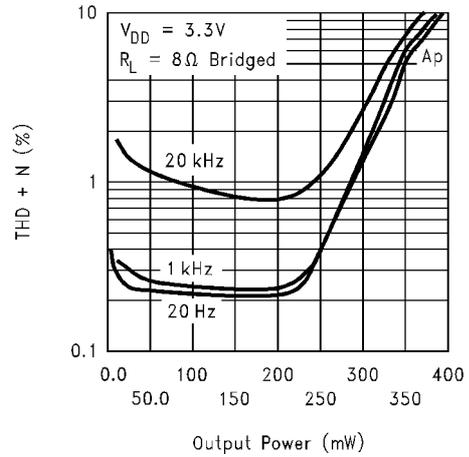


代表的な性能特性 (つづき)

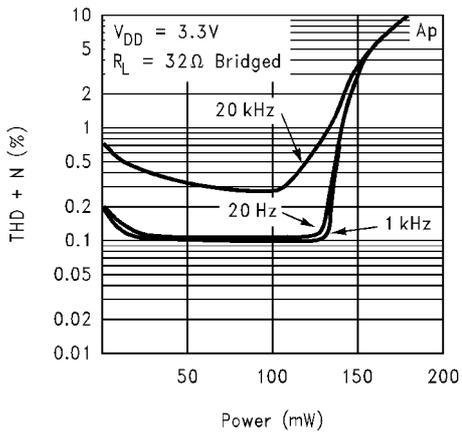
THD + N vs Frequency



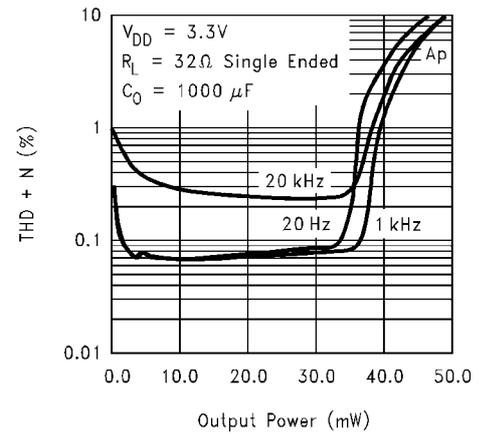
THD + N vs Output Power



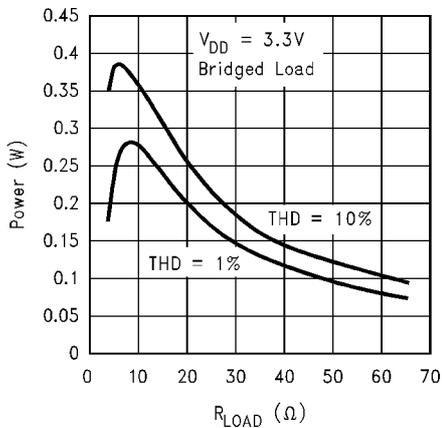
THD + N vs Output Power



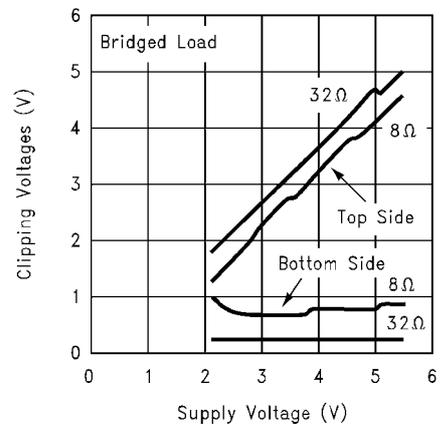
THD + N vs Output Power



Output Power vs Load Resistance

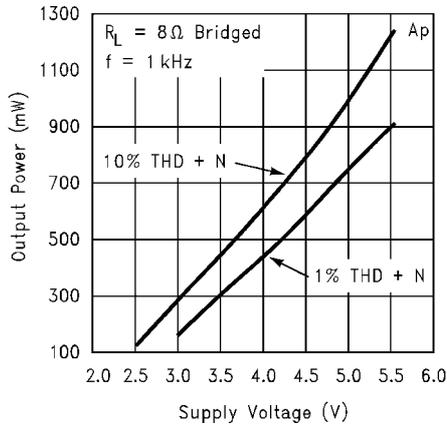


Clipping Voltage vs Supply Voltage

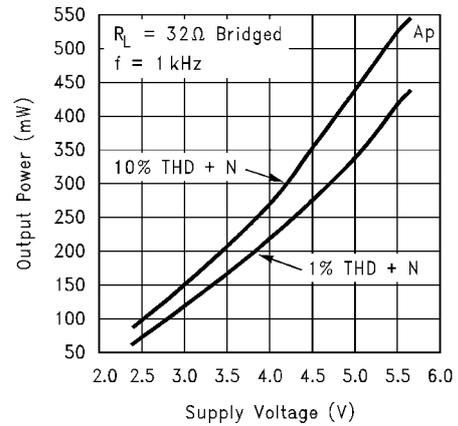


## 代表的な性能特性 (つづき)

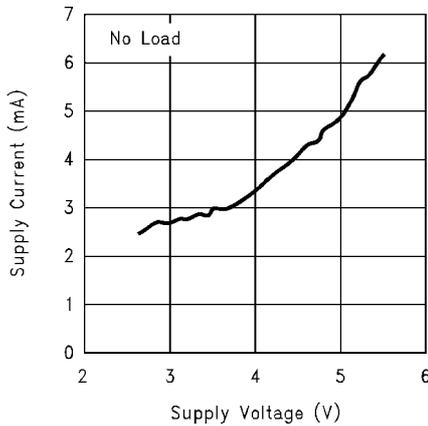
Output Power vs Supply Voltage



Output Power vs Supply Voltage



Supply Current vs Supply Voltage



## アプリケーション情報

## ブリッジ構成の説明

Figure 1 に示すように、LM4865 は 2 つのオペアンプを内蔵しています。初段アンプの閉ループ・ゲインについては、外部から印加する DC 電圧で設定します。一方、2 段階目アンプのゲインは、内蔵されている 2 個の 20k 抵抗で -1 に設定されています。LM4865 は、2 本のアンプ出力端子の間に接続したスピーカか、 $V_{O1}$  と GND との間に接続したモノラル・ヘッドフォンを駆動ができます。

Figure 1 を見ると、Amp1 の出力信号が Amp2 の入力信号として使用されているのがわかります。つまり、両方のアンプは、大きさが同じで位相が 180 ずれている信号を生成します。

この位相のずれを利用するため、 $V_{O1}$  と  $V_{O2}$  との間に接続した負荷を差動方式で駆動します。通常はこれをブリッジ・モードと言います。このモードは、アンプ 1 個の出力端子とグラウンドの間に接続した負荷を駆動するシングルエンド・モードとは異なります。

電源電圧が同じとすれば、ブリッジ・モードの場合は差動出力が得られるため、負荷の両端に掛かる電圧の振幅が 2 倍になります。これは、シングルエンド構成では得られない利点です。同じ条件でシングルエンド・アンプと比べると、ブリッジ・モードでは 4 倍の出力電力が得られます。アンプに電流制限が掛からず、出

力信号がクリッピングしない条件なら、こうしたしくみにより達成可能出力電力が増えます。アンプの閉ループ・ゲインをどのように設定すれば出力信号のクリッピングが最小になるかは、「オーディオ・パワーアンプの設計」を参照してください。

差動ブリッジ出力のうち 1 つの利点は、負荷の両端に正味 DC 電圧が掛からないことです。これは、電源電圧の半分の電位で  $V_{O1}$  と  $V_{O2}$  にバイアスが掛かるためです。したがって、単一電源のシングルエンド・アンプでは必要なカップリング・コンデンサが要りません。シングルエンド構成では、出力カップリング・コンデンサがないと、電源電圧の半分の電圧がバイアスとして負荷の両端に掛かります。電源電圧の半分の電圧でバイアスが掛かることによって生ずる電流により、IC 内部の消費電力が増え、場合によってはスピーカなどの負荷が完全に壊れてしまうことがあります。

## 消費電力

消費電力は、正しく作動するシングルエンド・アンプやブリッジ・アンプを設計するときの大きな問題の 1 つです。シングルエンド・アンプの場合は、電源電圧と出力負荷の値がわかれば、式 (1) で最大消費電力点が求められます。

$$P_{\text{DMAX}} = (V_{\text{DD}})^2 / (2 \cdot 2R_L) \quad \text{シングルエンド・モード} \quad (1)$$

## アプリケーション情報 (つづき)

しかし、ブリッジ接続アンプによる負荷への出力パワーを増大させた場合、その直接的結果として内部消費電力が増大します。式 (2) は、所定の電源電圧で動作し、指定された負荷をドライブするブリッジ接続アンプの最大消費電力点を示しています。

$$P_{DMAX} = 4 \cdot (V_{DD})^2 / (2 \cdot 2R_L) \quad \text{ブリッジ・モード} \quad (2)$$

LM4865 は、1 つのパッケージのなかにオペアンプが 2 つ入っていて、内部の最大消費電力はシングルエンド・アンプのその 4 倍になります。消費電力がそのように大幅に増大しても、LM4865 はヒート・シンク対応を必要としません。5V 電源と 8 負荷で動作するものとして、最大消費電力点は、式 (2) から 633mW になります。式 (2) から求められた最大消費電力点は、式 (3) から求められる消費電力を超えてはなりません。

$$P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A \quad (3)$$

Micro SMD および SO パッケージは  $J_A = 150 \text{ W/W}$  で、MSO パッケージは  $J_A = 190 \text{ W/W}$  です。LM4865 の  $T_{JMAX}$  は 150 です。特定の周囲温度  $T_A$  について、式 (3) から、IC のパッケージ構成によってサポートされる最大内部消費電力を見つかります。式 (2) の計算結果が式 (3) の計算結果を上回る場合は、電源電圧を下げるか負荷インピーダンスを上げるか周囲温度を下げるかしてください。LM4865 のパッケージを micro SMD または SOP とし、電源電圧を 5V とし、負荷を 8 Ω として通常の使い方をする場合、最大接合部温度を超えない最大周囲温度は約 55 °C です。同じ条件を MSO パッケージに適用すると最大周囲温度は約 30 °C です。以上の数値は、表面実装をしたデバイスで最大消費電力点の前後で動作させる場合を想定しています。内部消費電力は出力電力の値によって変わってくるため、出力電力を下げれば、より高い周囲温度も許容できます。最大値より小さい出力パワー・レベルに対する消費電力については、「**代表的な性能特性**」の項の各曲線を参照してください。

### 電源のバイパス処置

パワーアンプ全般に言えますが、ノイズを減らし、電源電圧変動除去能力を高めるには、電源を正しくバイパスすることが重要です。Bypass 端子と電源端子の間に接続するコンデンサは、できるだけ LM4865 の近くに配置してください。Bypass 端子とグラウンドとの間にコンデンサを接続すると、内部バイパス電圧の安定度が増し、その結果 PSRR が改善されます。Bypass 端子に接続するコンデンサの容量を大きくするほど、PSRR が改善される割合も大きくなります。標準的なアプリケーションでは、5V のレギュレータに 10μF と 0.1μF のフィルタ・コンデンサが使用されています。これらのコンデンサは、電源の安定度には有効ですが、LM4865 の電源ノードをバイパスする必要性はなくなません。特に  $C_B$  に代表されるバイパス・コンデンサの値をどの程度に設定すればよいかは、PSRR に対する要求レベル、クリック / ポップ除去性能、システムのコスト、寸法に対する制約などで決まります。クリック / ポップ除去性能については「**外付け部品の選定**」の項で述べます。

### DC 電圧によるボリュームの制御

LM4865 は、DC Vol/SD 端子に印加する DC 電圧で制御するボリューム制御回路を内蔵しています。同端子は、micro SMD パッケージでは端子 1、MSOP、SOP の両パッケージでは端子 4 です。入力するボリューム制御電圧の範囲は GND ~  $V_{DD}$  です。ボリュームと入力制御電圧との標準的な関係を描いたグラフを「**代表的な性能特性**」に示します。この DC Vol/SD 端子は LM4865 のマイクロパワー・シャットダウン機能の制御端子も兼ねています。詳細については、「**シャットダウン機能**」の項を参照してください。

ボリューム制御装置全般に言えますが、LM4865 に内蔵されているボリューム制御機構も、設定をするときは、外部スピーカに入力されている増幅信号を聞きながら行います。DC Vol/SD 端子に印加される実際の電圧は、聴取者の望むボリュームに相当する値になります。つまり、このボリューム制御機構は、人間の耳と好みを含む 1 つの帰還システムの中での使用を前提に設計されています。この帰還システムは、ゲインを正確に設定しなくても十分に機能します。聴取者は自分の耳で判断してボリュームを好みのレベルにセットするのであり、実際に印加される DC 電圧を読んでボリュームを設定するものではありません。したがって、ボリューム制御の精度は重要ではありません。必要なのは、ボリュームがなめらかに変化していくことと、大きくなりすぎず小さくなりすぎない好みのボリュームが実現できるだけの細かいきざみ幅で設定できることです。ゲインの精度は重要ではないので、同じ DC 制御電圧を印加したときのボリュームは部品によってばらつきがあります。2 つの LM4865 を同じゲインに設定しようとする場合、外部から入力する制御電圧が同じになるとは限りません。Figure 2 に、DC Vol/SD 端子に印加する電圧を変えたときの、20 個の LM4865 のボリュームのばらつきを示します。ユニティ・ゲインより高いところでは、制御電圧を一定としたときの部品間のばらつきが 8dB にも及ぶ可能性があります。

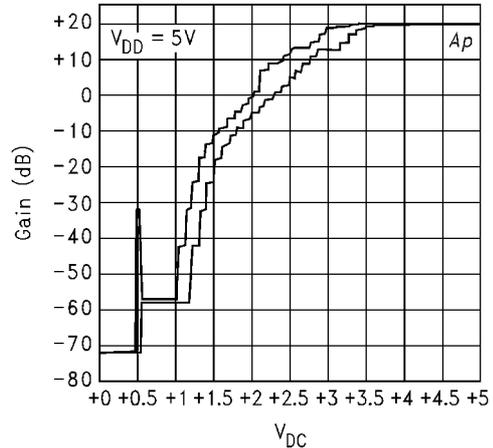


FIGURE 2. Typical part-to-part gain variation as a function of DC-Vol control voltage

### ミュートおよびシャットダウン機能

LM4865 のミュート機能とシャットダウン機能は DC Vol/SD 端子で制御します。500mV ~ 1V の範囲の電圧を印加するとミュート状態になります。ミュート時の減衰率は代表値で 75dB です。LM4865 では、マイクロパワー・シャットダウン・モードになると、アンプのバイパス回路がオフになります。DC Vol/SD 端子に 300mV 未満の直流電圧を印加すると、マイクロパワー・シャットダウン・モードになります。シャットダウン時の電源電流は 0.7μA (代表値) まで下がります。DC Vol/SD 端子に印加する電圧が 300mV ~ 500mV の範囲にあるときは、どちらの状態になるかははっきりしていません。このときの LM4865 は、電流が十分に供給されているミュート状態か、マイクロパワー・シャットダウン・モードに入った完全ミュート状態かのいずれかになります。LM4865 は、ミュート・モードに入っても、通常の待機時電源電流を消費します。シャットダウン・モード時の性能を最良にするには DC Vol/SD 端子を GND に接続します。DC Vol/SD が 0.5V より上昇するときは、アンプは「**代表的な性能特性**」の項の減衰曲線に追随します。

## アプリケーション情報 (つづき)

### ヘッドフォン感知機能

LM4865 の HP-Sense 端子に  $4V \sim V_{CC}$  の電圧を印加すると、Amp2 がオフになり、ブリッジ接続された負荷がミュートされます。IC がこのシングルエンド・モードのときは、待機時消費電流が低下します。

Figure 3 に、LM4865 のヘッドフォン制御機能の実用化例を示します。ヘッドフォン・ジャックにヘッドフォンが接続されていないときは、R1 と R2 から成る分圧器により、HP-Sense 端子 (MSOP、SOP パッケージでは端子 3) に印加される電圧が約 50mV に設定されます。この 50mV によって LM4865 が有効になり、ブリッジ・モードで作動します。

LM4865 がブリッジ・モードで作動している間、負荷の両端に生ずる DC 電位は基本的に 0V です。HP センスのスレッシュホールドは理想的状況でも 4V に設定されているので、出力シングングによってシングルエンド・モードが誤ってトリガされることはありません。ヘッドフォン・ジャックにヘッドフォンを接続すると、 $V_{O1}$  からヘッドフォン・ジャックの接点端子が外れ、R1 を通じて HP Sense 端子が  $V_{CC}$  にプルアップされます。これによって、ヘッドフォン機能が働き、Amp2 がオフになり、ブリッジ接続されているスピーカがミュートされます。アンプはそれによってヘッドフォンをドライブします。ヘッドフォンのインピーダンスは抵抗 R2 と直列になります。ヘッドフォンの標準的インピーダンスは 32  $\Omega$  なので、抵抗 R2 の出力ドライブ能力に対する影響は無視できます。アンプ出力は電源電圧の半分の電圧でオフセットされていますが、出力カップリング・コンデンサがその DC 成分を阻止します。これによりヘッドフォンを保護します。

マイクロプロセッサまたはスイッチをヘッドフォン・ジャックの接点端子の代わりに使用できます。マイクロプロセッサまたはスイッチで、4V より高い電圧を HP Sense 端子に印加すると、ブリッジ接続されているスピーカがミュートされ、Amp1 によってヘッドフォンが駆動されます。

### 外付け部品の正しい選択

LM4865 の性能を最大に引き出すには、外付け部品を正しく選ぶ必要があります。外付け部品の公差が広くても LM4865 は正常に作動しますが、最良の性能を得るには部品の値を正しく設定しなければなりません。

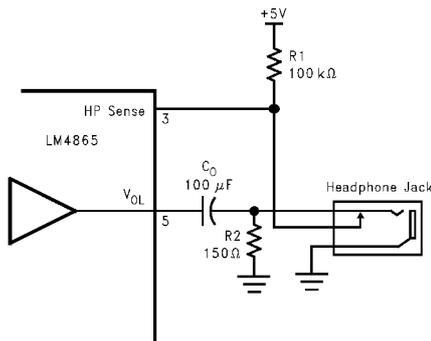


FIGURE 3. Headphone Circuit

### 入力コンデンサの値の選択

可聴周波数範囲の最も低い周波数を増幅するには、大きな容量を持つ入力カップリング・コンデンサが必要です。大容量コンデンサは高価であり、携帯機器の空間効率を損なうおそれがあります。しかし、携帯機器に使用されるようなスピーカは多くの場合、内蔵であるか外付けであるかに関係なく、150Hz より低い信号を再生する能力はほとんどありません。このように周波数応答に限

界があるスピーカを使用する場合、大きな容量の入力コンデンサを使用してもシステム性能に改善はほとんど見込めません。

Figure 1 を見ると、公称入力インピーダンス  $R_{IN}$  は、最大ボリュームのとき 10k  $\Omega$  であり、最小ボリュームのとき 110k  $\Omega$  であることがわかります。入力コンデンサ  $C_i$  と  $R_{IN}$  で構成されるハイパス・フィルタの 3dB 減衰遮断周波数は式 (4) で計算できます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C_i} \quad (4)$$

ボリュームを最小値から最大値まで変化させると、それにつれて  $R_{IN}$  は 110k  $\Omega$  から 10k  $\Omega$  へと小さくなります。式 (4) からわかるとおり、ボリュームを上げるほど 3dB 減衰周波数は高いほうへ移動します。したがって  $C_i$  の値を決めるときは  $R_{IN} = 10k \Omega$  として計算してください。そうすれば、必要なだけ通過周波数帯域が確保されます。周波数帯域の下限が 150Hz のスピーカを使用する場合の  $C_i$  は、式 (4) から 0.1  $\mu F$  と求められます。Figure 1 では  $C_i$  は 0.22  $\mu F$  となっていますが、これは周波数応答範囲が 75Hz まで延びているスピーカを考慮したものです。

### バイパス・コンデンサの値の選択

入力コンデンサの容量をできるだけ小さくすることももちろん大切ですが、バイパス・コンデンサ  $C_B$  の値を選ぶときにも十分に検討する必要があります。LM4865 のターンオン時間を決めるのは  $C_B$  ですから、ターンオン・ポップを最小にするには  $C_B$  の値が最も重要です。LM4865 の出力のゼロ入力 DC 電圧 (公称値で  $V_{DD}/2$ ) までの上昇が遅ければ遅いほど、ターンオン・ポップは小さくなります。 $C_i$  の値を小さくして (0.1  $\mu F \sim 0.39 \mu F$  の範囲)、同時に  $C_B$  を 1.0  $\mu F$  に選定すると、クリックやポップ・ノイズは低減できます。クリックとポップ・ノイズを最小限にするには、可能な限り  $C_i$  を小さく選定します。

### クリック / ポップ抑制回路

LM4865 は、ターンオンおよびシャットダウン時のトランジェントつまり「クリック / ポップ」を最小限に抑えるための回路を内蔵しています。ここでは、電源電圧を投入することも、シャットダウン・モードを解除することも、どちらも「ターンオン」と呼びます。電源電圧がその最終的な値まで徐々に上昇している間、LM4865 に内蔵されている各アンプはユニティ・ゲイン・バッファとして働きます。内蔵されている電流源の 1 つによって、Bypass 端子の電圧が制御され直線的に変化していきます。理論上は、入出力とも、Bypass 端子の電圧に追随します。内蔵されている各アンプのゲインは、Bypass 端子の電圧が  $V_{DD}$  の 1/2 に達するまでユニティのまま変わりません。Bypass 端子の電圧が安定するとすぐに完全作動状態となり、外部から DC Vol/SD 端子に印加する電圧値によってそのゲインが設定されます。

Bypass 端子の電流を変えることはできませんが、 $C_B$  の容量を変えるとターンオン時間とクリック / ポップの大きさが変わります。 $C_B$  の容量を増やすとターンオン・ポップが小さくなります。ただし、 $C_B$  の容量を増やすとターンオン時間が長くなるため、どこかで折り合いを付けなければなりません。 $C_B$  の大きさとターンオン時間との間には正比例の関係があります。下に、さまざまな  $C_B$  の値に対する代表的なターンオン時間をいくつか示します。

$C_B$	$T_{ON}$
0.01 $\mu F$	20ms
0.1 $\mu F$	200ms
0.22 $\mu F$	420ms
0.47 $\mu F$	840ms
1.0 $\mu F$	2sec

## アプリケーション情報 (つづき)

“ クリック / ポップ ” を除去するには、ターンオン前にすべてのコンデンサを放電させなければなりません。V<sub>DD</sub> をあまり急速に切り替えると、コンデンサが十分に放電できず、その結果クリック / ポップが発生することがあります。シングルエンド構成での出力は、C<sub>OUT</sub> を介して負荷に結合されています。このコンデンサは、通常大きな容量を持っています。C<sub>OUT</sub> は、内部の 20k を介して放電され、C<sub>OUT</sub> の容量に比例して、この放電時定数は長くなります。シングルエンド・モードでのトランジェントを減少させるためには、内部抵抗 20k と並列に 1 ~ 5k の外部抵抗を接続します。しかし、この抵抗を使用すると、自己消費電流は増加します。

## プリント回路基板の推奨レイアウト

Figure 4 ~ Figure 6 に、SO-8 パッケージ版の LM4865 と関連外付け部品について最適化した 2 層 PC 基板の推奨レイアウト例を示します。Figure 7 ~ Figure 11 に、micro SMD パッケージ版の LM4865 について最適化した 4 層 PC 基板の推奨レイアウト例を示します。micro SMD パッケージ版の LM4865 を使用する場合は 4 層基板を推奨します。そうすれば、内層の 1 つは GND 端子に接続し、もう 1 つの内層は V<sub>DD</sub> 端子に接続してヒート・シンクとして働かせるからです。どちらのレイアウトも、5V の外部電源、8 のスピーカ、32 のヘッドフォンとともに使用できるように設計されています。この推奨 PC 基板レイアウトの等価回路を Figure 1 に示します。

どちらの回路基板も使用するの簡単です。5V 電源を V<sub>DD</sub> パッドに接続し、グラウンドを GND パッドに接続して、基板の - OUT パッドと + OUT パッドとの間に、最小インピーダンス 8 のスピーカを接続するだけです。ヘッドフォンが使用できるように、ヘッドフォン・ジャック J1 を用意しています。図のようにジャックを接続しておけば、ヘッドフォン・プラグを挿し込んだとき、外部スピーカが自動的にオフになります。

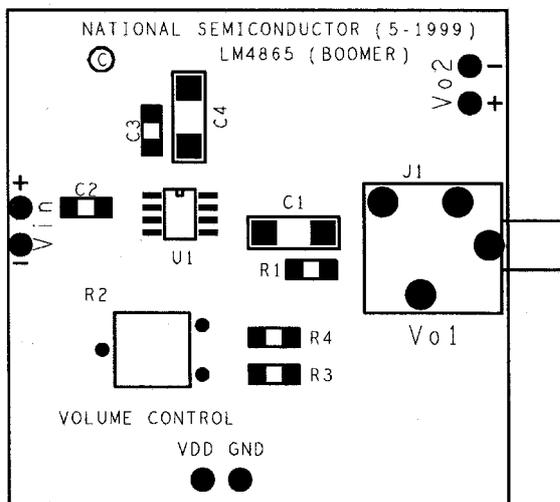


FIGURE 4. Recommended SO PC board layout: component side silkscreen

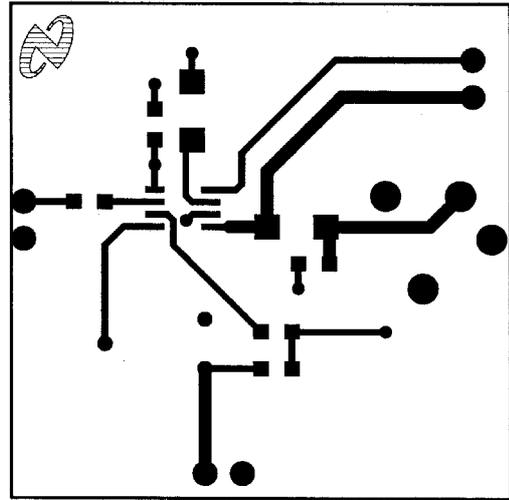


FIGURE 5. Recommended SO PC board layout: component side layout

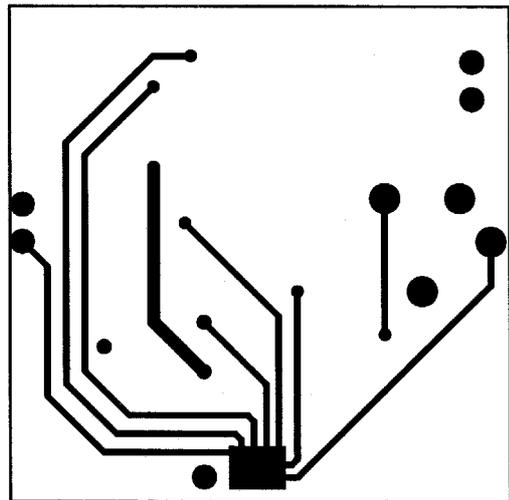


FIGURE 6. Recommended SO PC board layout: bottom side layout

アプリケーション情報 (つぎ)

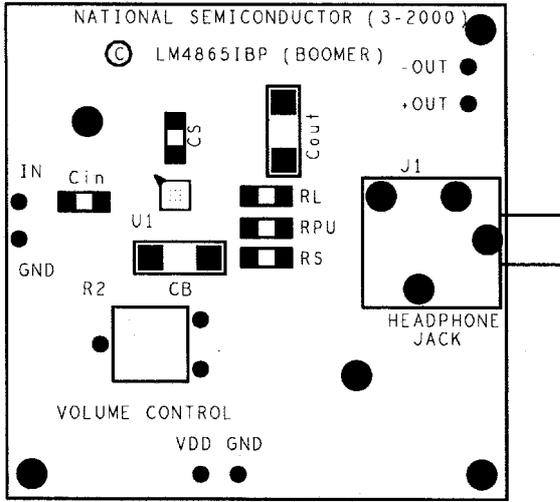


FIGURE 7. Recommended micro SMD PC board layout: component side silkscreen

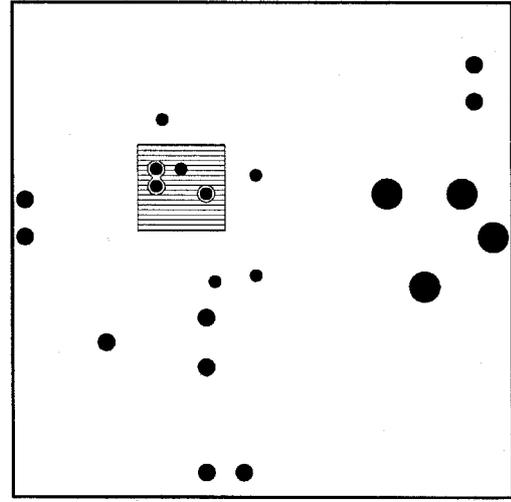


FIGURE 9. Recommended micro SMD PC board layout: Inner layer  $V_{CC}$  layout

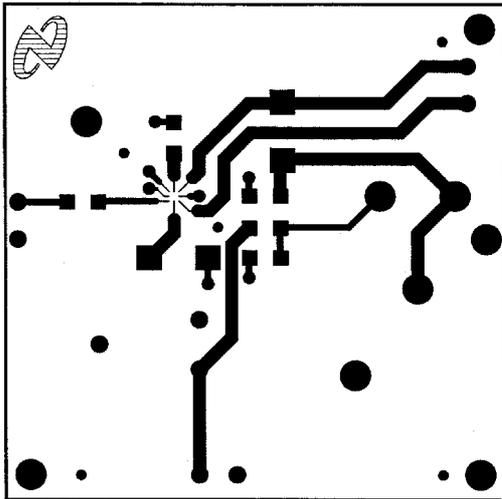


FIGURE 8. Recommended micro SMD PC board layout: component side layout

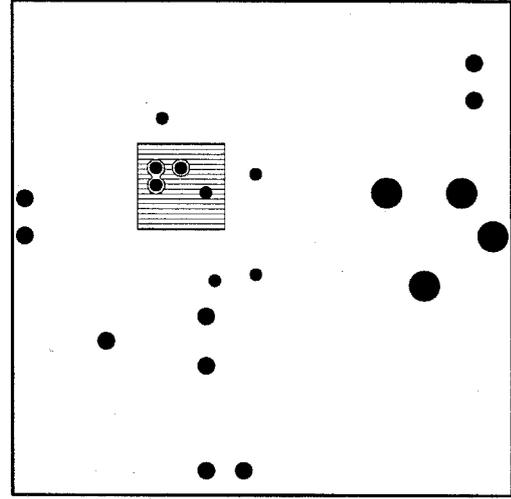


FIGURE 10. Recommended micro SMD PC board layout: Inner layer ground layout

アプリケーション情報 (つづき)

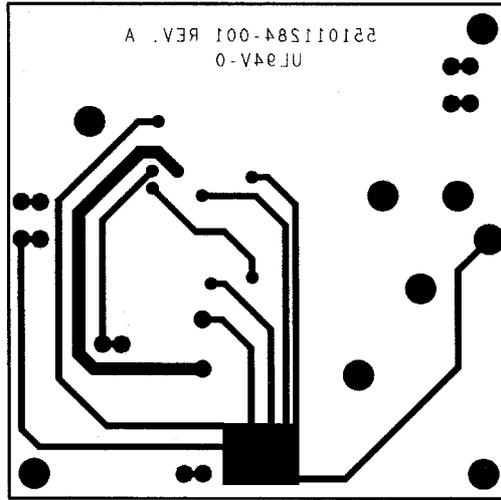
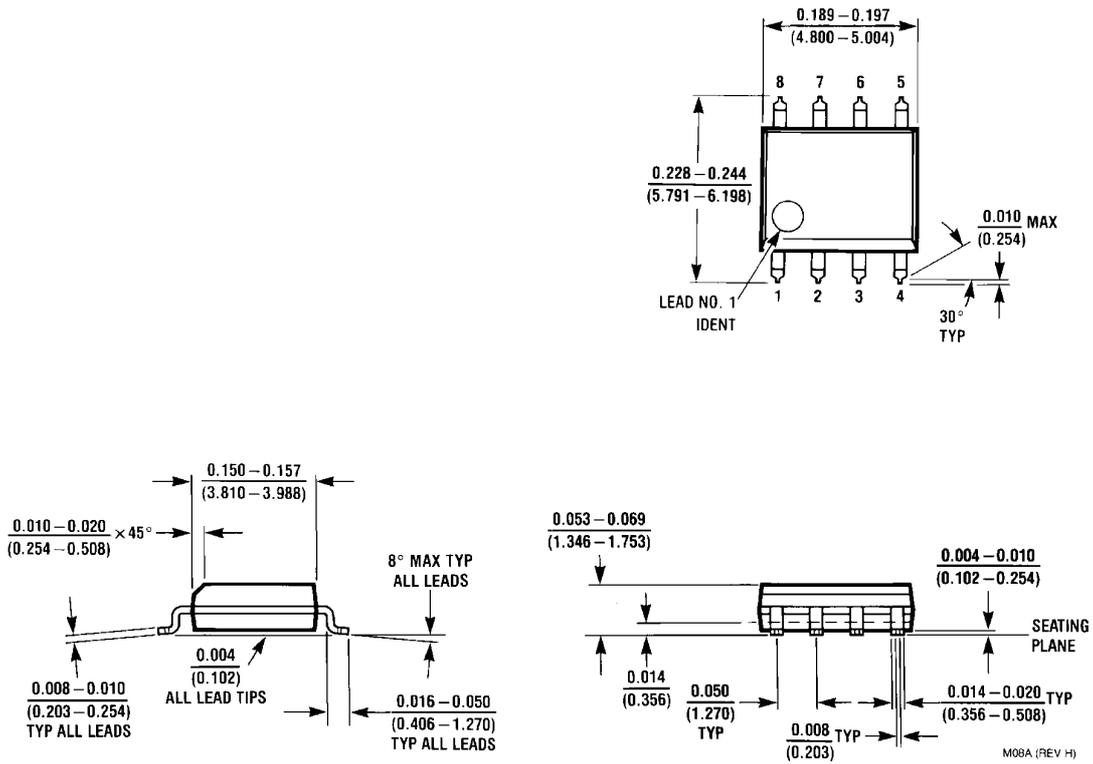


FIGURE 11. Recommended micro SMD PC board layout:  
bottom side layout

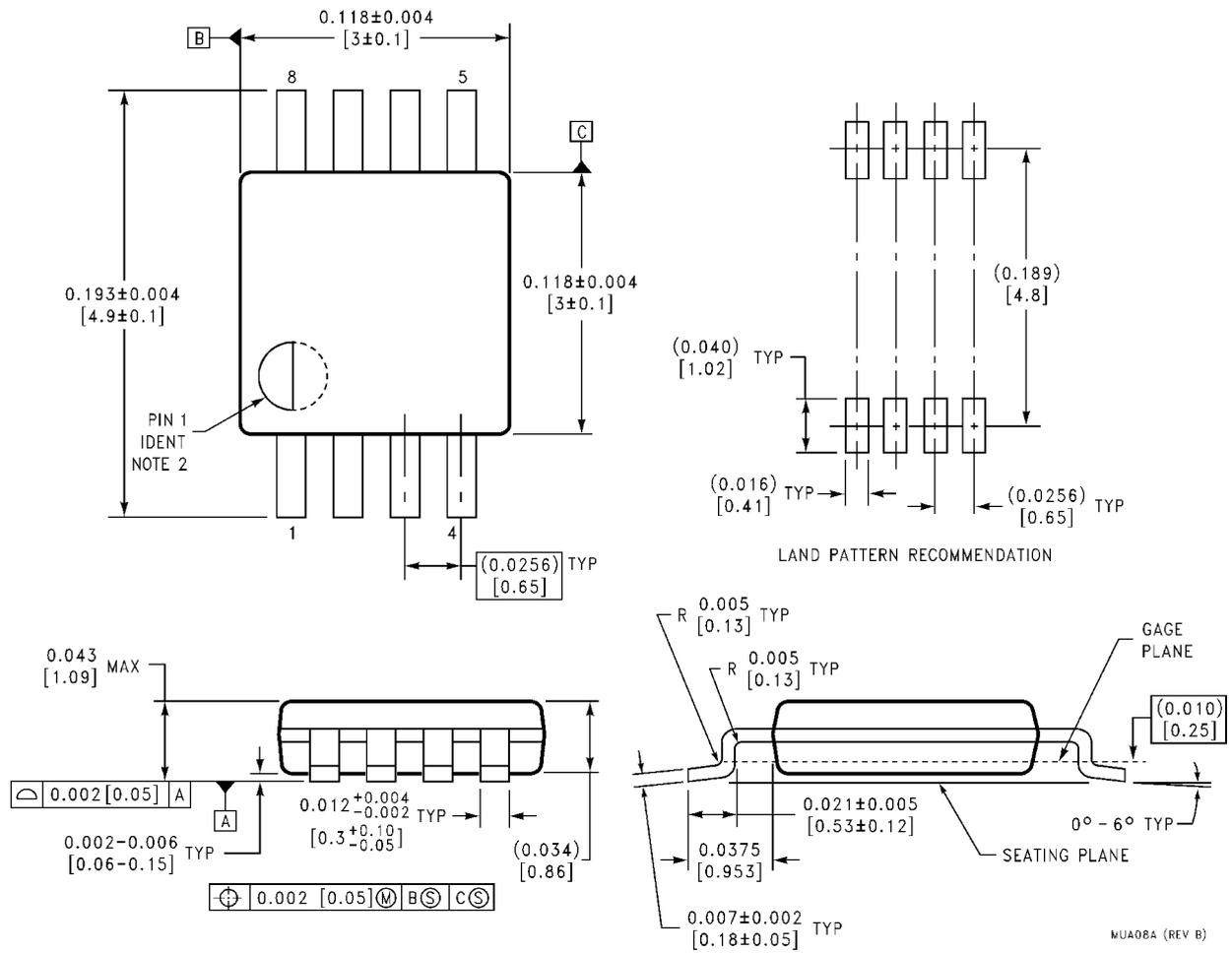
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



Order Number LM4865M  
NS Package Number M08A

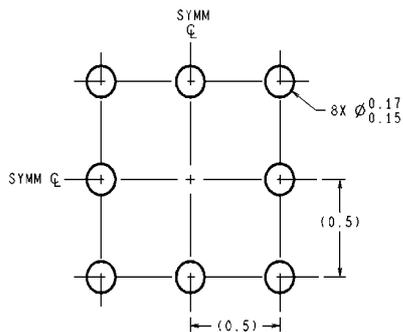
M08A (REV. H)

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つぎ)



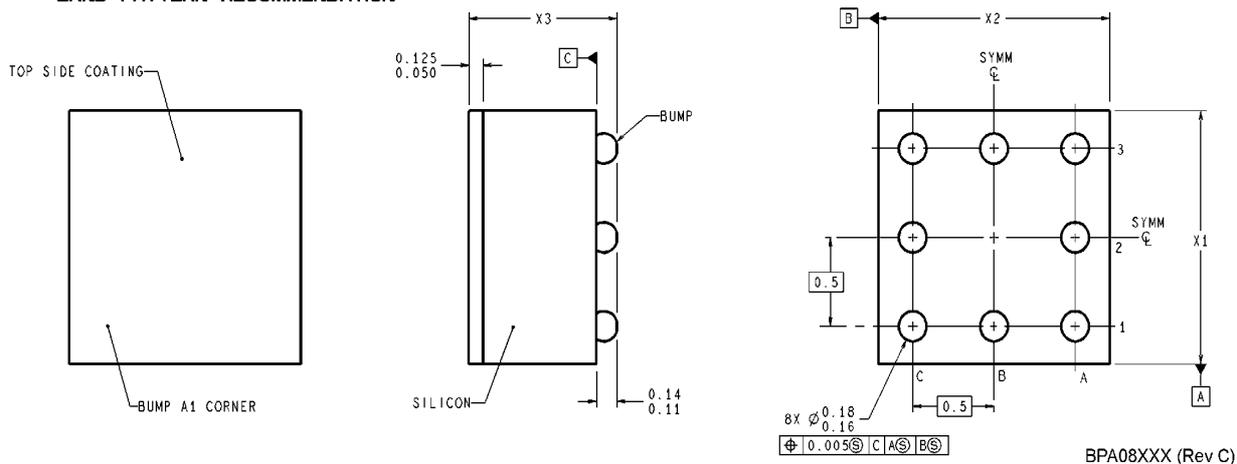
8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package  
 Order Number LM4865MM  
 NS Package Number MUA08A

**外形寸法図** 単位は millimeters ( つぎ )



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

**LAND PATTERN RECOMMENDATION**



**8-Bump micro SMD**  
**Order Number LM4865IBP, LM4865IBPX**  
**NS Package Number BPA08CFB**  
**X1 = 1.336 ± 0.03    X2 = 1.412 ± 0.03    X3 = 0.850 ± 0.10**

**生命維持装置への使用について**

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

**ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社**

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16    TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

<http://www.national.com/JPN/>

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。

**0120-666-116**

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは承認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
    - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
  4. 機械的衝撃
    - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
  5. 熱衝撃
    - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
  6. 汚染
    - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
    - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上