

# LM4910

*LM4910 Output Capacitor-less Stereo 35mW Headphone Amplifier*



Literature Number: JAJ989

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

## LM4910 Boomer<sup>®</sup> オーディオ・パワーアンプ・シリーズ 出力コンデンサ不要ステレオ 35mW ヘッドフォン・アンプ

### 概要

LM4910は、携帯システムなどの要求仕様の厳しいアプリケーション向けに開発されたオーディオ・パワーアンプです。3.3Vの単一DC電源から、平均で35mWのパワーを、高調波歪み(THD + N) 1%未満で、32Ωの負荷に対して連続して供給できる性能を備えています。

LM4910は新しい回路トポロジーを採用しており、出力カップリング・コンデンサおよび中間電位バイパス・コンデンサは必要ありません(特許出願中)。またLM4910は優れたポップ/クリック回路を内蔵しているので、ターンオン/オフ時に発生する過渡ノイズを抑制します。

Boomer オーディオ・パワーアンプは、外付け部品を最小限に抑え、高品質の出力電力を供給するように設計されました。LM4910は、出力カップリング・コンデンサ、中間電位バイパス・コンデンサ、ブートストラップ・コンデンサを必要としないので、低消費電力型の携帯システムに最適です。

LM4910のシャットダウン端子をロジック LOW レベルにすると、シャットダウン・モードに移行し、低消費電力動作となります。内部熱暴走保護機能も備えています。また、ユニティ・ゲインで安定した動作が得られ、

抵抗によりゲイン設定が可能です。

### 主な仕様

PSRR (f = 217Hz) 65dB (typ)  
出力電力 ( $V_{DD} = 3.3V$ ,  $R_L = 32\Omega$ , THD = 1%) 35mW (typ)  
シャットダウン電流 0.1μA (typ)

### 特長

ヘッドフォン出力にカップリング・コンデンサ不要(特許出願中)  
中間電位バイパス・コンデンサ不要(特許出願中)  
ターンオン/オフ時のポップ/クリック・ノイズを抑制する改良された回路方式  
超低消費電力となるシャットダウン・モード  
ユニティ・ゲインで安定動作  
2.2V ~ 5.5V 動作  
実装面積を低減できる MSOP、および SOIC パッケージでの供給

### アプリケーション

携帯電話  
PDA  
携帯型エレクトロニクス製品  
携帯型 MP3 プレーヤ

### 代表的なアプリケーション

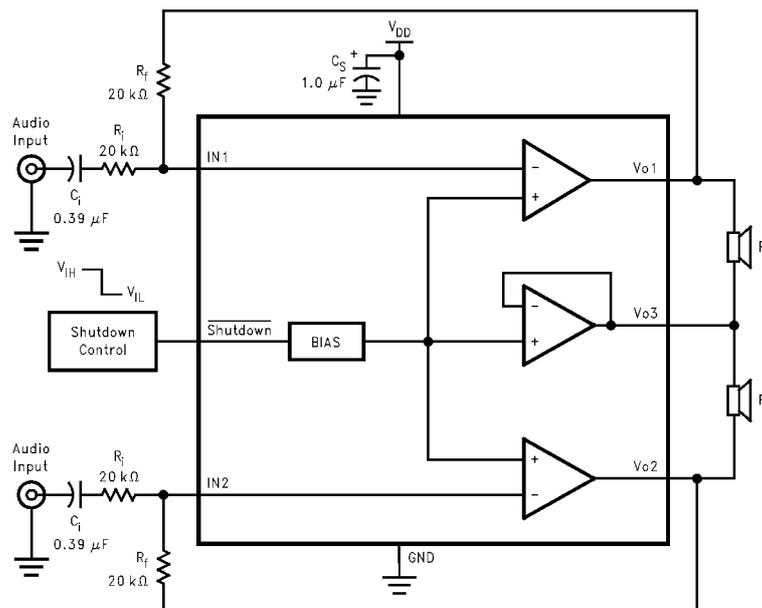
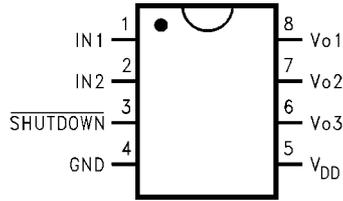


FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

「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。

配置図

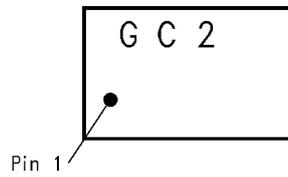
Connection Diagram



Top View

Order Number LM4910MM or LM4901MA  
See NS Package Number MUA08A or M08A

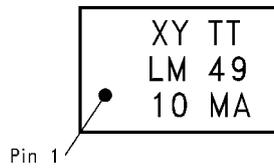
MSOP Marking



Top View

G - Boomer Family  
C2 - LM4910MM

SO Marking



Top View

TT - Die Traceability  
Bottom 2 lines - Part Number

**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 (Note 9)	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)	内部にて制限
ESD 耐圧 (Note 10)	10kV
ESD 耐圧 (Note 4)	2000V
ESD 耐圧 (Note 5)	200V
接合部温度	150

熱抵抗

$J_C$ (MSOP)	56	/W
$J_A$ (MSOP)	190	/W
$J_C$ (SOP)	35	/W
$J_A$ (SOP)	150	/W

**動作定格**

温度範囲

$T_{MIN}$	$T_A$	$T_{MAX}$	- 40	$T_A$	85
-----------	-------	-----------	------	-------	----

出力電圧 ( $V_{DD}$ )

2.2V	$V_{CC}$	5.5V
------	----------	------

**電気的特性  $V_{DD} = 3.3V$**  (Note 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は  $V_{DD} = 3.3V$ 、 $A_V = 1$ 、32 負荷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	LM4910		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7、8)	
$I_{DD}$	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$ , 32 Load	3.5	6	mA (max)
$I_{SD}$	Standby Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1	1.0	$\mu A$ (max)
$V_{OS}$	Output Offset Voltage		5	30	mV (max)
$P_O$	Output Power	THD = 1% (max); $f = 1kHz$	35	30	mW (min)
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$P_O = 30mW_{rms}$ ; $f = 1kHz$	0.3		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV_{p-p}$ sinewave Input terminated with 10 to ground	65 ( $f = 217Hz$ ) 65 ( $f = 1kHz$ )		dB
$V_{IH}$	Shutdown Input Voltage High			1.5	V (min)
$V_{IL}$	Shutdown Input Voltage Low			0.4	V (max)

**電気的特性  $V_{DD} = 3V$**  (Note 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は  $V_{DD} = 3V$ 、 $A_V = 1$ 、32 負荷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	LM4910		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7、8)	
$I_{DD}$	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$ , 32 Load	3.3	6	mA (max)
$I_{SD}$	Standby Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1	1.0	$\mu A$ (max)
$V_{OS}$	Output Offset Voltage		5	30	mV (max)
$P_O$	Output Power	THD = 1% (max); $f = 1kHz$	30	25	mW (min)
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$P_O = 25mW_{rms}$ ; $f = 1kHz$	0.3		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV_{p-p}$ sinewave Input terminated with 10 to ground	65 ( $f = 217Hz$ ) 65 ( $f = 1kHz$ )		dB
$V_{IH}$	Shutdown Input Voltage High			1.5	V (min)
$V_{IL}$	Shutdown Input Voltage Low			0.4	V (max)

電气的特性  $V_{DD} = 2.6V$  (Note 1, 2)

特記のない限り、以下の規格値は  $V_{DD} = 2.6V$ 、 $A_V = 1$ 、32 負荷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	LM4910		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7, 8)	
$I_{DD}$	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$ , 32 Load	3.0		mA (max)
$I_{SD}$	Standby Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1		$\mu A$ (max)
$V_{OS}$	Output Offset Voltage		5		mV (max)
$P_O$	Output Power	THD = 1% (max); $f = 1kHz$	13		mW
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$P_O = 10mW_{rms}$ ; $f = 1kHz$	0.3		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV_{p-p}$ sinewave Input terminated with 10 $\Omega$ to ground	55 ( $f = 217Hz$ ) 55 ( $f = 1kHz$ )		dB

**Note 1:** 特記のない限り、すべての電圧は GND 端子を基準にして測定されます。

**Note 2:** 「絶対最大定格」とは、デバイスが破壊する可能性のあるリミット値を示します。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定のリミット値を保証するものではありません。「電气的特性」とは特定の性能リミット値を保証する特別な試験条件での DC および AC の電气的仕様を示します。この場合デバイスが動作定格の範囲にあるものとします。リミット値 (Limit) が記載されていないパラメータ仕様は保証されていませんが、代表値 (Typical) はデバイス性能を示す目安になります。

**Note 3:** 温度上昇時の動作では最大消費電力の定格を  $T_{JMAX}$  (最大接合部温度)、 $J_A$  (接合部・周囲間熱抵抗) および  $T_A$  (周囲温度) にしたがって下げなければなりません。最大許容消費電力は  $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、LM4910 の場合の詳細については、“Power Derating Curves”を参照して下さい。

**Note 4:** 使用した試験回路は、人体モデルに基づき直列抵抗 1.5k  $\Omega$  と 100pF コンデンサからなる回路を使用し、各端子に放電させます。

**Note 5:** マシン・モデルでは 220pF ~ 240pF コンデンサを介して直接各端子に放電させます。

**Note 6:** 代表値 (Typical) は  $T_A = 25$   $^{\circ}C$  で得られる最も標準的な数値です。

**Note 7:** リミット値 (Limit) はナショナル セミコンダクター社の AOQL (平均出荷品質レベル) に基づき保証されます。

**Note 8:** データシートの最小 / 最大リミット値は、設計、テスト、または統計的分析により保証されています。

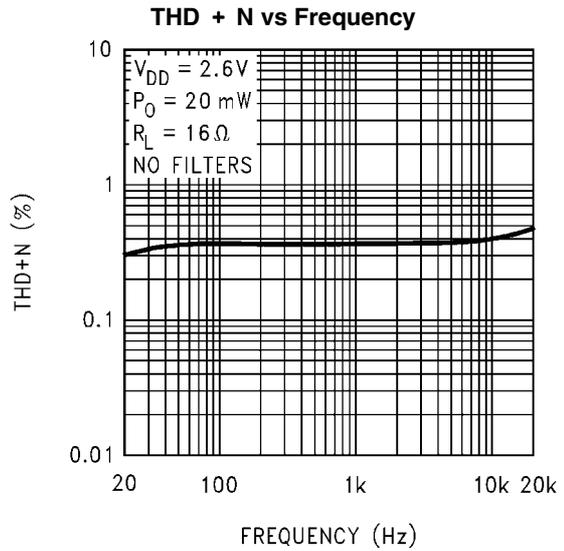
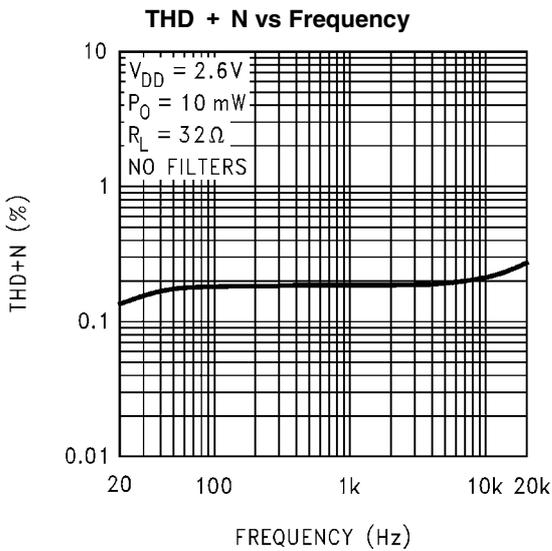
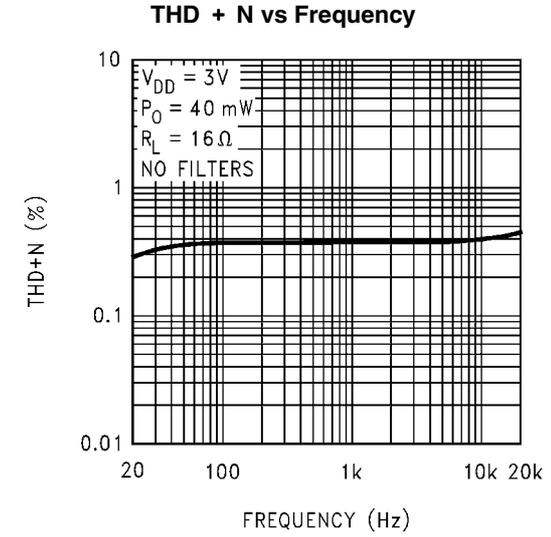
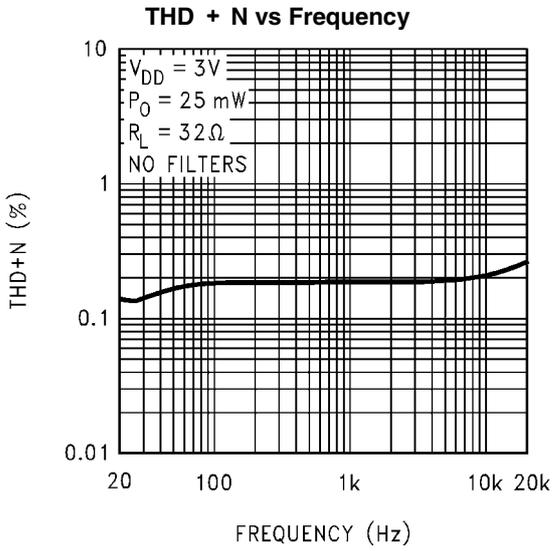
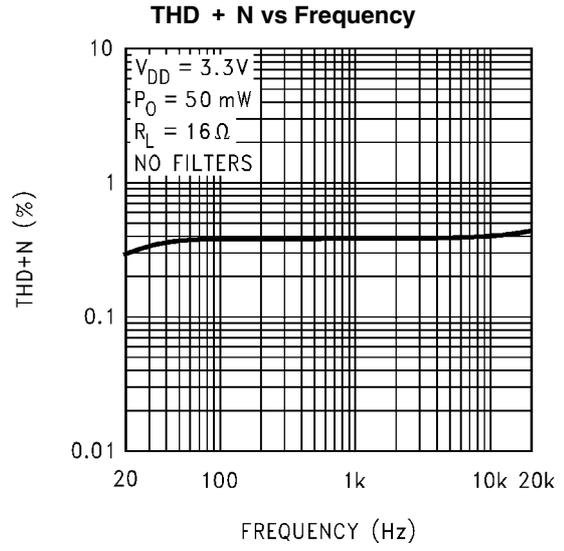
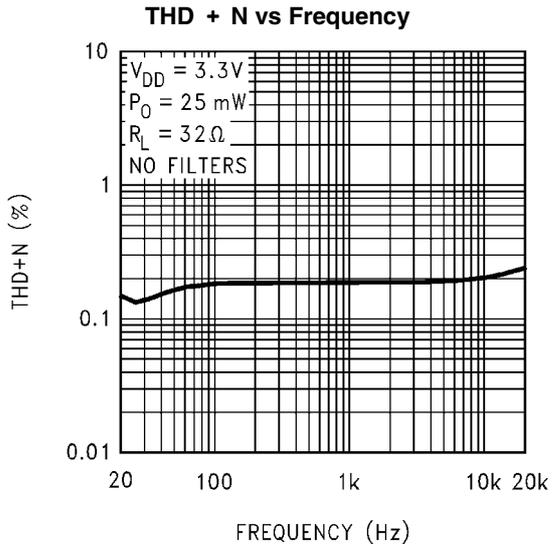
**Note 9:** デバイスがイネーブルでかつ  $V_{DD}$  が 6V を超えていると、回路性能は低下し、さらにデバイスに物理的な損傷を与える可能性があります。デバイスがシャットダウン状態でかつ  $V_{DD}$  が 6V を超えているとき、超過した電流のほとんどは ESD 保護回路を流れます。電源回路の出力インピーダンスによって最大電流が 10mA に制限されていればデバイスは保護されます。

**Note 10:** 使用した試験回路は、人体モデルに基づき、100pF コンデンサから 1.5k  $\Omega$  抵抗を介して 6 ピンからグラウンドへと放電させた場合です。

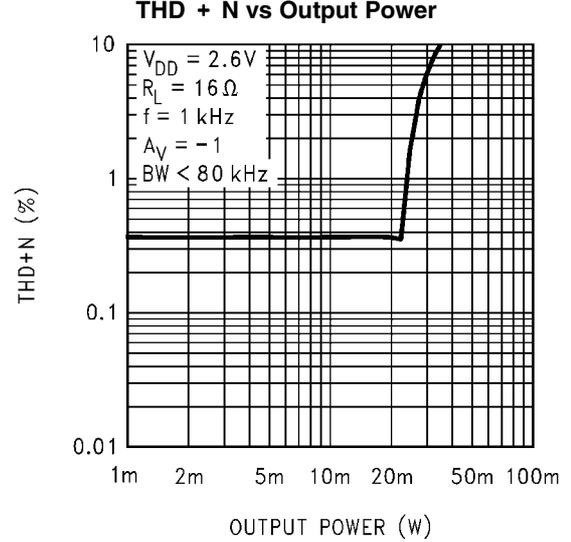
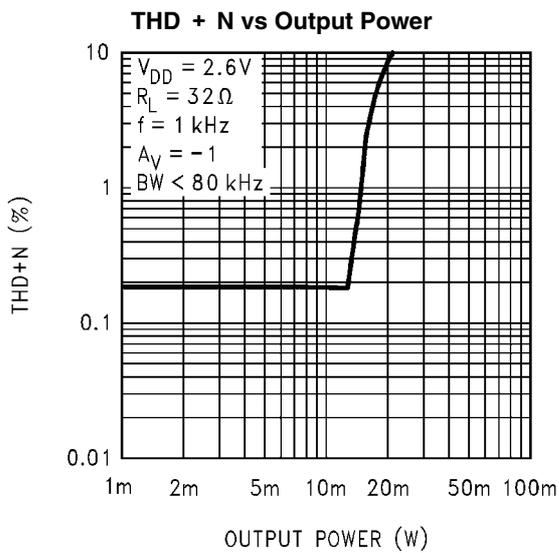
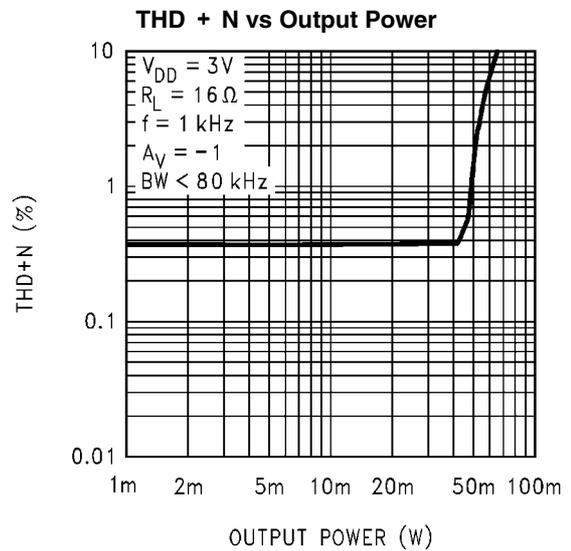
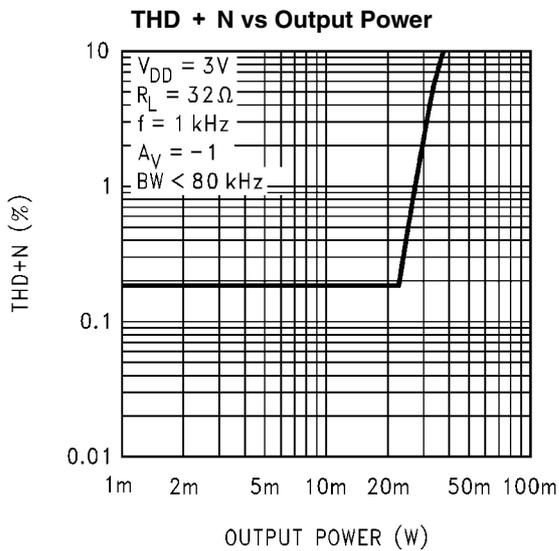
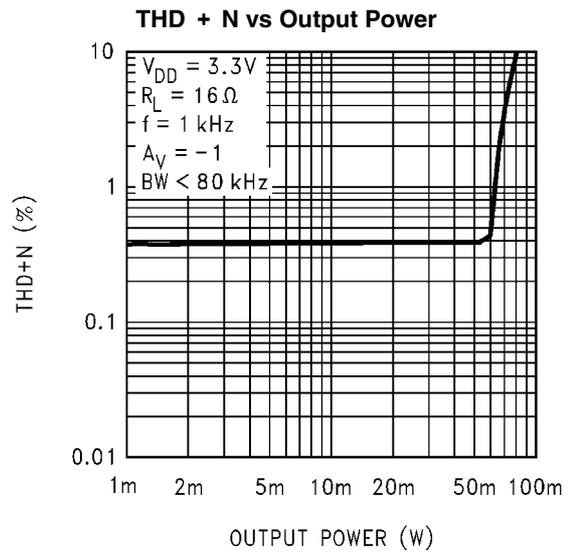
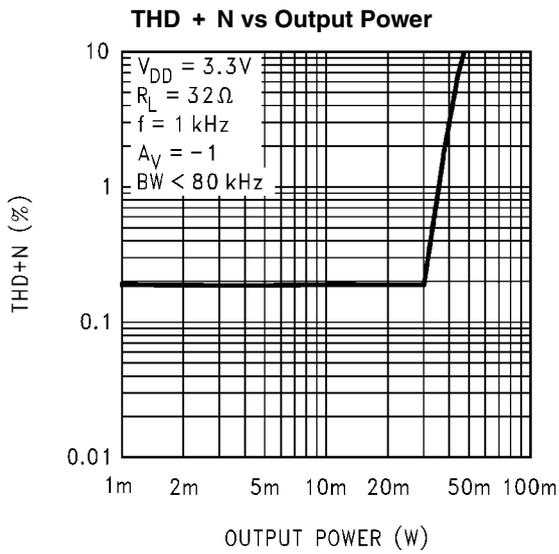
## 外付け部品 (Figure 1)

外付け部品	機能説明
1. $R_i$	$R_f$ と共に閉ループ・ゲインを設定する反転入力抵抗です。この抵抗は、 $C_i$ とともにハイパス・フィルタ $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ を構成します。
2. $C_i$	アンプの入力端子を外部からの DC 電圧を制限するための入力カップリング・コンデンサです。 $R_i$ とともにハイパス・フィルタ $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ を構成します。 $C_i$ の値の設定方法については、「外付け部品の選択」の項を参照下さい。
3. $R_f$	$R_i$ とともに閉ループ・ゲインを設定します。
4. $C_S$	電源フィルタとして機能するバイパス・コンデンサです。バイパス・コンデンサ、の適切な配置法 / 選定については「電源のバイパス」の項を参照下さい。

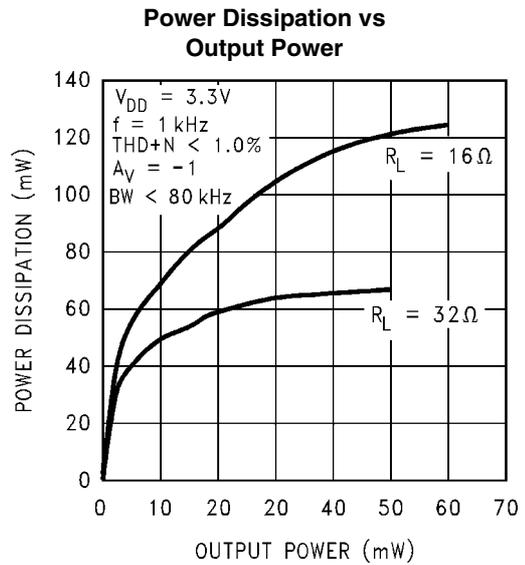
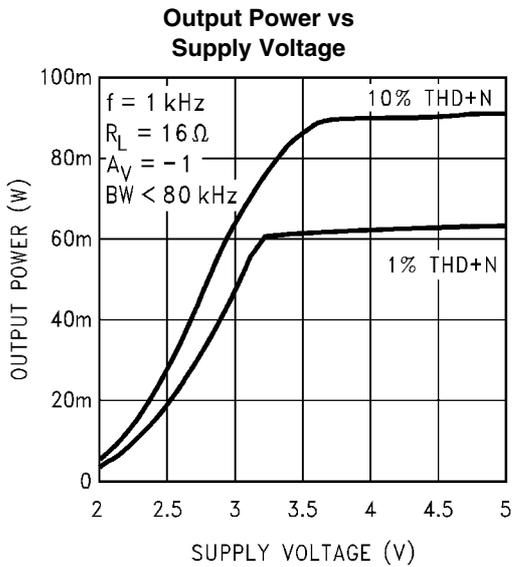
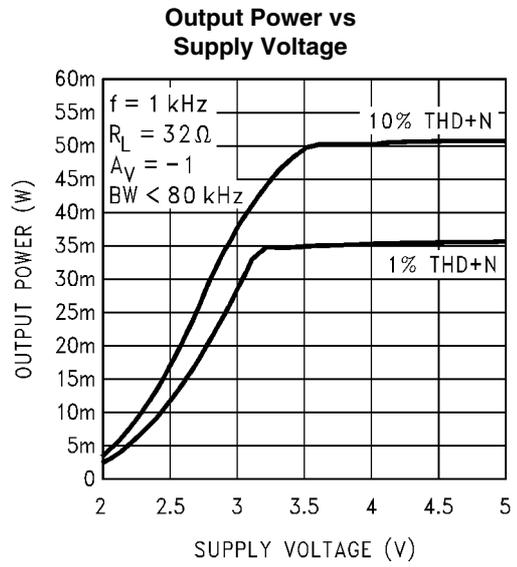
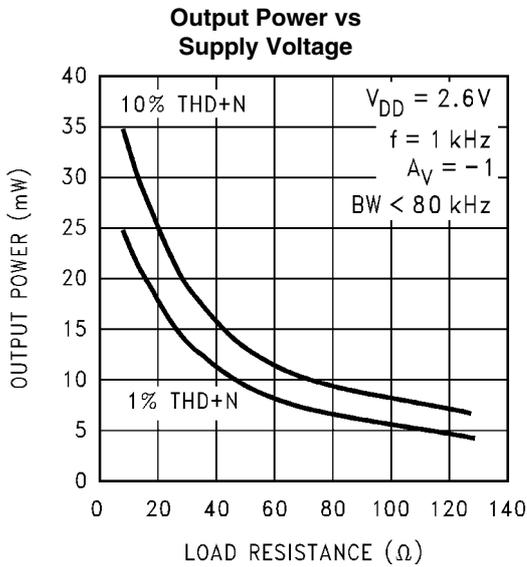
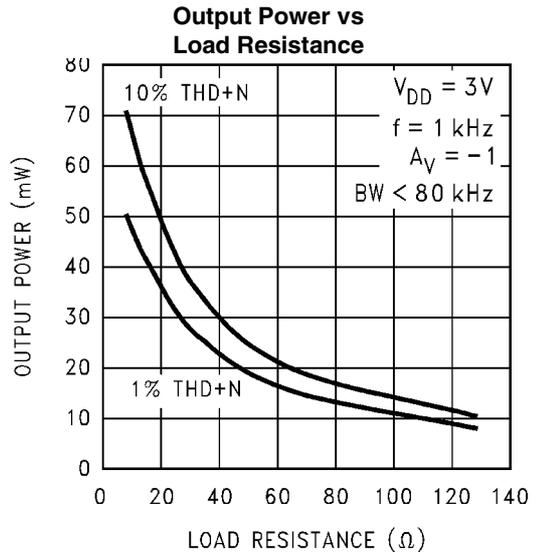
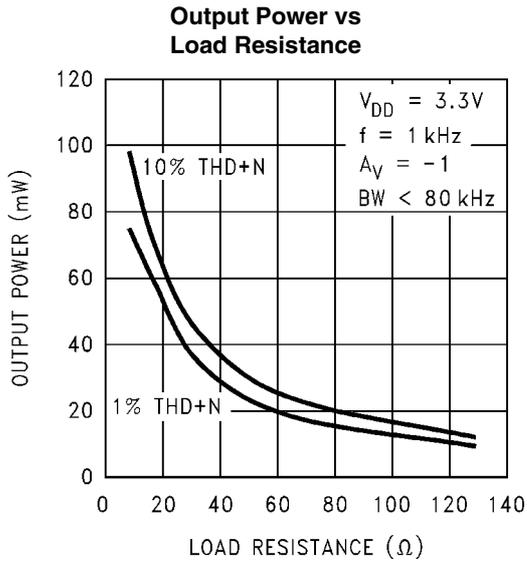
代表的な性能特性



代表的な性能特性 (つづき)

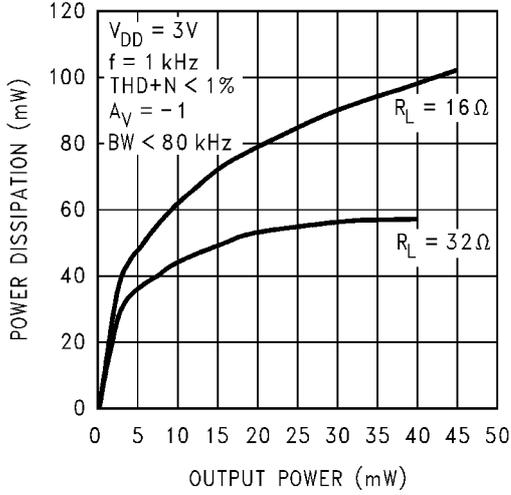


代表的な性能特性 (つづき)

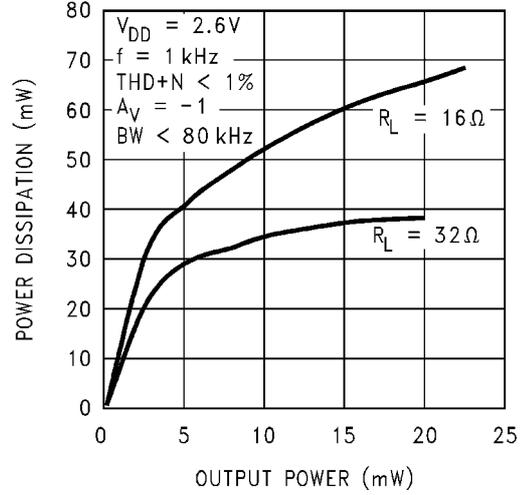


代表的な性能特性 (つづき)

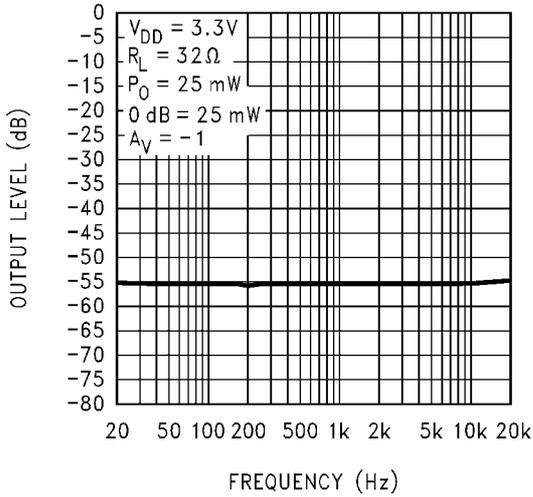
Power Dissipation vs Output Power



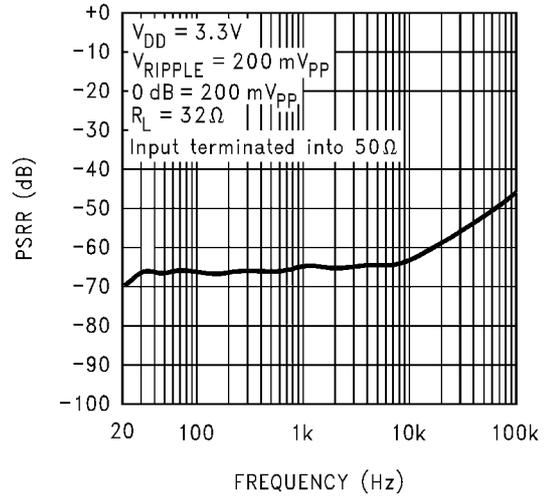
Power Dissipation vs Output Power



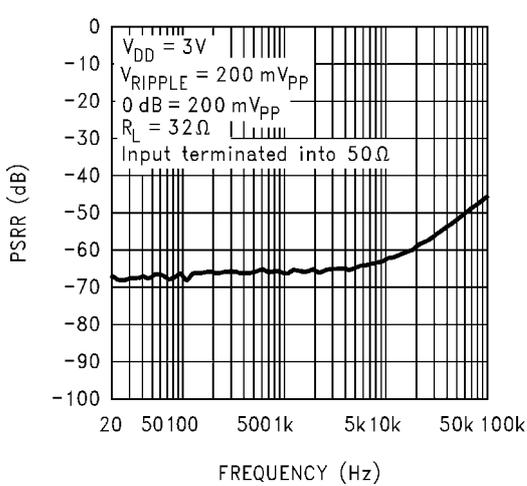
Channel Separation



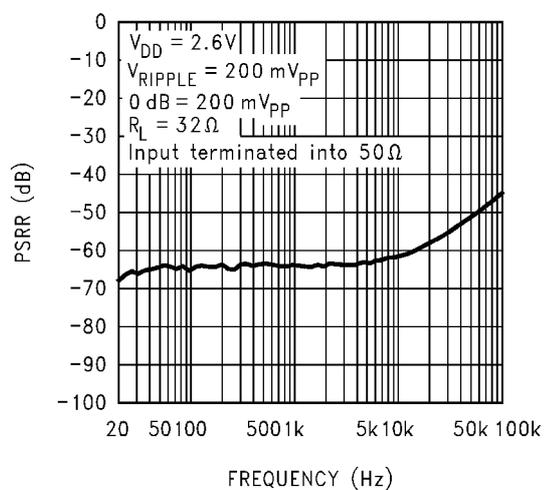
Power Supply Rejection Ratio



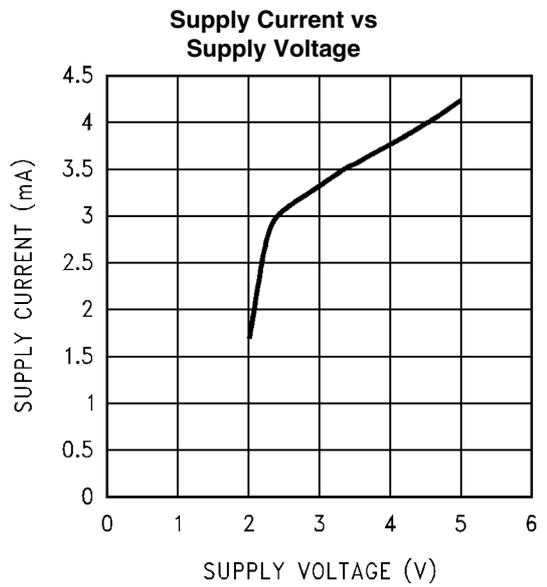
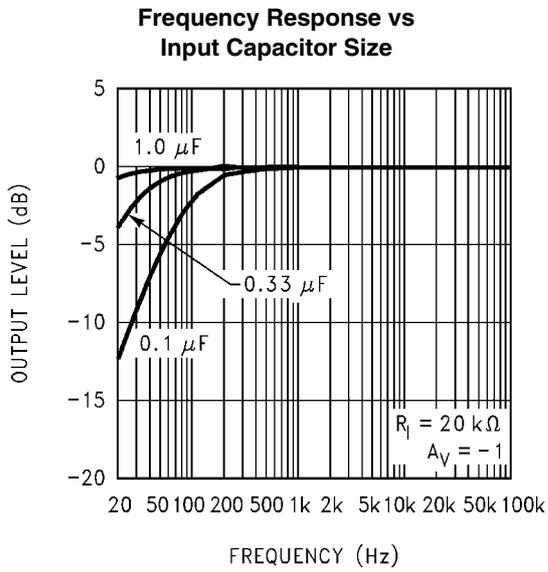
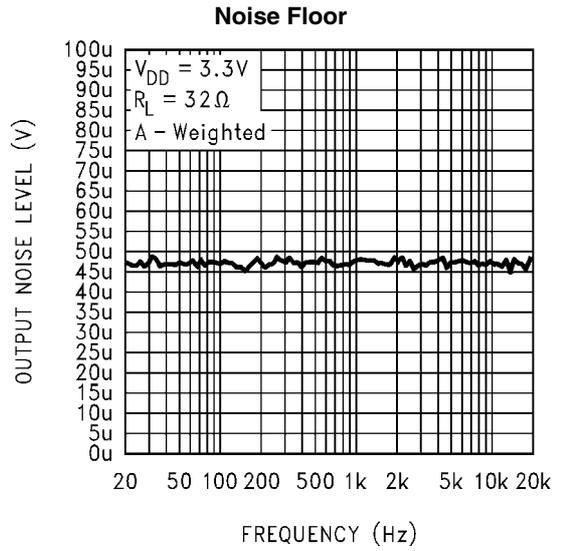
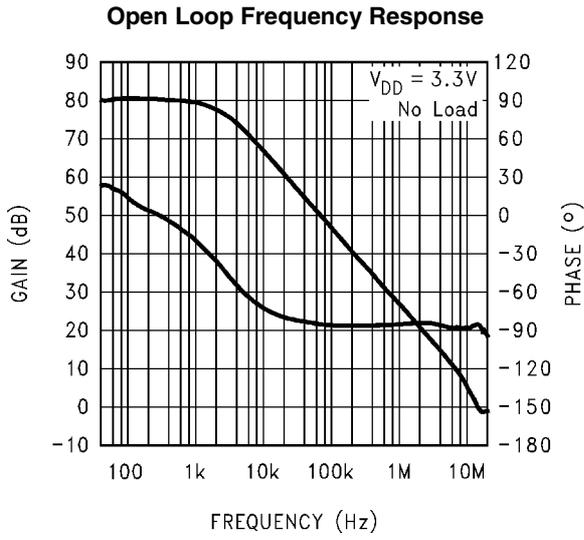
Power Supply Rejection Ratio



Power Supply Rejection Ratio



代表的な性能特性 (つづき)



## アプリケーション情報

### 出力カップリング・コンデンサ不要

シングルエンド (SE) のヘッドフォン機能を持つ単一電源動作のオーディオ・アンプでは、各シングルエンド出力に出力カップリング・コンデンサを一般的に必要とします。この出力カップリング・コンデンサはヘッドフォンに対して、アンプの出力段にバイアスされている  $1/2 V_{DD}$  の DC 電圧を遮断するとともに、オーディオ信号を通過させる働きをします。オーディオ信号はヘッドフォン・ジャックのスリーブを通じて回路のグラウンドへリターンします。

しかし LM4910 では、このようなカップリング・コンデンサは必要ありません。Amp3 がヘッドフォン・ジャックのスリーブにバンドギャップ・リファレンス電圧 ( $V_{REF} = 1.58V$ ) を印加するように内部回路が構成されています。この電圧はヘッドフォンを駆動する Amp1 と Amp2 の静止時電圧と同じです。すなわちヘッドフォン動作はブリッジ接続負荷 (BTL) 動作と似ており、ヘッドフォン・スピーカ端子間には等しい DC 電圧が印加されるようになっています。したがってヘッドフォン・スピーカに DC 電流が流れるのは実質的にありません。スピーカ端子に印加されるオーディオ出力信号の振幅に従い AC 電流のみが流れます。

ヘッドフォン・ジャックのスリーブは前述の通り、回路グラウンドにはなりません。ヘッドフォン出力ジャックをライン出力として用いる場合は、接続したライン・プラグのスリーブに LM4910 のバンドギャップ・リファレンス電圧が印加される点に注意が必要です。この場合コンデンサ・カップリングにより DC を遮断する外部機器であれば問題はあきません。まれに DC 結合されている機器が存在しますが、そのような機器を接続した場合は LM4910 の監視機能が働き、ヘッドフォン・ジャックのスリーブに流れる電流を監視します。電流値が 500mA (ピーク) を超えるとアンプはシャットダウン状態となり、LM4910 と外部機器を保護します。

### 中間電位バイパス・コンデンサ不要

一般的な単一電源オーディオ・アンプでは、回路を  $1/2 V_{DD}$  でバイアスすれば、オーディオ信号の出力振幅の維持が図られています。  $V_{DD}$  とグラウンド間に接続した単純な抵抗分圧回路により、アンプが必要とする適切なバイアス電圧を生成して実装します。しかしこの方法は、バイアス電圧の安定性とアンプの PSRR 性能を高めるために中間電位バイパス・コンデンサを必要とします。

LM4910 は内部生成のバンドギャップ電圧をバッファし、これをアンプのバイアス電圧にする方式を採用しています。バンドギャップ・リファレンス電圧は  $V_{DD}$  には直接関係しないので、電源に重畳しているノイズやリップル分の影響を受けにくい特徴があります。このような工夫により、LM4910 では中間電位のバイパス・コンデンサがなくても安定したバイアス電圧と優れた PSRR 性能を実現しています。

### 出力過渡ノイズ (クリック / ポップ) の抑止

LM4910 は出力過渡ノイズ (クリック / ポップ) を抑止する最新の回路方式を採用しています。この回路は、電源投入時もしくはシャットダウン動作からの復帰時に、出力過渡ノイズの発生を完全に抑止します。また LM4910 は残存の過渡ノイズをマスクするため、入力信号が十分な振幅になるまでミュート状態を維持します。Figure 2 は 32 負荷に対する差動信号 (波形 B) ですが、LM4910 が過渡ノイズを発生させていないのがわかります。LM4910 の SHUTDOWN 端子はアクティブ High 動作で、Figure 2 では波形 A に示されるロジック信号によって制御されています。また波形 C は出力信号  $V_{O1}$ 、波形 D は出力信号  $V_{O3}$  です。

低ゲイン (0dB 以下) 設定時にも充分なクリック / ポップ抑止性能を維持するためには、フィードバック抵抗  $R_F$  とアンプ入力段の浮遊容量で構成される RC を小さくするのが重要です。低ゲイン時もしくは負荷に対する電力を抑えている場合は、「出力ノイズの低

減 / 出力パワーの抑制」の項で述べているように、負荷に対して電流制限抵抗を直列に設ける方法がより確実です。

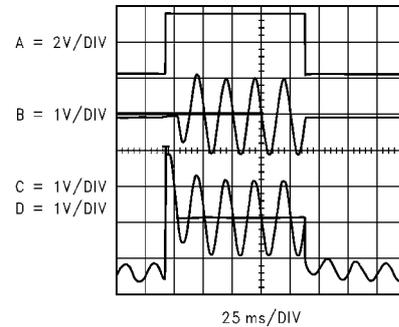


FIGURE 2.

### アンプの構成に関する説明

Figure 1 に示すように、LM4910 は 3 つのオペアンプを内蔵しています。そのうち 2 つのアンプはゲインを外部から設定でき、残りの 1 つはユニティ・ゲイン・バッファとしてバイアス点が内部で固定されています。前者の 2 つのアンプの開ループ・ゲインは、 $R_F$  と  $R_i$  の比で設定されます。すなわちデバイスの各チャンネルのゲインは次式のようになります。

$$A_V = - (R_F / R_i)$$

$V_{O3}$  がバッファされた LM4910 のバイアス電圧になり、その電圧を基準として  $V_{O1}$  と  $V_{O2}$  で負荷を駆動するので、出力カップリング・コンデンサは不要となります。一般的なシングルエンド構成のアンプでは、負荷の片側がグラウンドに接続されているので、出力の DC レベルを遮断するために大型でコストの高い出力カップリング・コンデンサが必要です。

LM4910 で採用したアンプ構成は、単一電源のシングルエンド・アンプに比べて優れています。出力  $V_{O1}$ 、 $V_{O2}$ 、 $V_{O3}$  は  $V_{REF} = 1.58V$  でバイアスされているため、各負荷とも DC 電圧は印加されません。そのため単一電源のシングルエンド・アンプで必要な出力カップリング・コンデンサを省略できました。仮に一般的な単一電源のシングルエンド・アンプで出力カップリング・コンデンサを取り去ると、バイアス電圧が負荷に印加されるためデバイス内部の消費電力は増加し、さらにスピーカの損傷を引き起こす可能性があります。

### 消費電力

アンプを設計する場合、まず消費電力について検討する必要があります。ブリッジ・アンプでは、負荷への電力供給量の増加がそのまま内部消費電力の増加につながります。あるアプリケーション下での最大消費電力は、電力消費に関するグラフまたは式 1 から得られます。

$$P_{D\text{MAX}} = 4(V_{DD})^2 / ({}^2R_L) \quad (1)$$

ここで重要な点は、150 という最大接合部温度  $T_{J\text{MAX}}$  を超えてはならないことです。ただし 3.3V 電源を用いて一般的なヘッドフォン (インピーダンス 32 ) アンプとして動作させた場合の最大消費電力はわずか 138mW です。したがって消費電力は大きな問題とはなりません。

## アプリケーション情報 (つづき)

### 電源のバイパス

どんなパワーアンプの場合でもそうであるように、電源の適切なバイパスは低ノイズと高い電源除去のために重要です。電源端子のコンデンサはできる限りデバイスの近くに配置してください。

「代表的なアプリケーション」では、3.3V のレギュレータの他に電源フィルタとして 10 $\mu$ F のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサとセラミックのバイパス・コンデンサを使用しています。これは LM4910 の電源をバイパスするために必要で削減できません。バイパス・コンデンサ  $C_S$  の推奨値は 0.1 $\mu$ F から 1 $\mu$ F の範囲です。

### マイクロパワー・シャットダウン

SHUTDOWN 端子に印加する電圧で LM4910 のシャットダウン機能を制御します。SHUTDOWN 端子にロジック LOW 電圧を印加すると、マイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。LM4910 のマイクロパワー・シャットダウン機能が有効になると、アンプのバイパス回路がオフになり、電源電流が小さくなります。LOW レベルの最大スレッショルドは 0.4V で、HIGH レベルの最小スレッショルドは 1.5V です。シャットダウン電流を 0.1 $\mu$ A (typ) と低い値にするには、できるだけグラウンドに近い値を SHUTDOWN 端子に印加します。印加する電圧がグラウンドより高いと、シャットダウン電流が増えることがあります。

マイクロパワー・シャットダウン機能を制御する方法はいくつかあります。例えば、単極単投 (single-pole-single-throw, SPST) スイッチ、マイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用する方法などです。スイッチを使用するときは、SHUTDOWN 端子と  $V_{DD}$  の間に 100k のプルアップ抵抗を 1 個外付けしてください。スイッチは、SHUTDOWN 端子とグラウンドの間に接続します。このスイッチを開くとアンプは通常どおりの動作をします。スイッチを閉じると、SHUTDOWN 端子とグラウンドがつながりマイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。スイッチと抵抗が SHUTDOWN 端子がフローティング状態になるのを防いでいます。これにより、状態が不必要に変化するのを防げます。マイクロプロセッサやマイクロコントローラを搭載している装置ではデジタル出力を使用して SHUTDOWN 端子に制御電圧を印加します。アクティブ回路で SHUTDOWN 端子を駆動する場合、プルアップ抵抗は要りません。

### 外付け部品の選択

パワーアンプ IC を使用する場合には、デバイスの性能を引き出し充分なシステム性能を得るためには、アプリケーションに応じて適切な外付け部品の選択が重要になります。LM4910 は外付け部品に対して広い許容度を有しますが、システム全体の性能を最大限に引き出すためには充分検討したうえで部品定数を決定すべきです。

LM4910 はユニティ・ゲインで安定しているため、設計の柔軟性が高くなっています。LM4910 は低ゲイン設定で使用したほうが THD + N を小さくでき、かつ S/N 比を高くできます。ただし低ゲインで使用する場合は、所望の出力パワーを得るためには入力振幅が大きくなってはなりません。オーディオ・コーデックなど、1V<sub>rms</sub> を超える出力を持つデバイスも提供されるようになっています。なおゲイン設定抵抗には大きな抵抗値を用いてはなりません。 $R_i$  と  $R_f$  は 1M  $\Omega$  以下にしてください。ゲイン設定の詳細は「オーディオ・パワーアンプの設計」の項を参照してください。

ゲインとともにもう一つの重要な設計項目がアンプの閉ループ帯域幅です。帯域幅は主に、Figure 1 に示す外付け部品によって決まります。入力コンデンサ  $C_i$  は低周波数応答を決める一次のハイパス・フィルタを構成します。この容量は、必要な周波数応答およびターンオン時間から決定します。

### 入力コンデンサの値の選定

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、 $C_i$  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ヘッドフォンは多くの場合、60Hz 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ヘッドフォンを使用する場合、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。

システム・コストとサイズに加えて、ターンオン時は、コンデンサ  $C_i$  のサイズに影響されます。より大きな入力カップリング・コンデンサはバイパス DC 電圧になるためにより多くのチャージを必要とします。このチャージ電流はフィードバックを經由して出力から供給されます。よって低周波応答に応じたコンデンサの大きさを最小にすると、ポップ・ノイズの発生を最小に抑えられます。入力コンデンサ  $C_i$  は小容量 (0.1 $\mu$ F から 0.39 $\mu$ F) を推奨します。

### 外部電源付きスピーカの使用

LM4910 はヘッドフォン動作を前提として設計されていますが、機器のヘッドフォン出力は外部電源付きスピーカの駆動に用いられる場合がよくあります。LM4910 は出力カップリング・コンデンサを必要としない差動出力方式を採用しているため、ヘッドフォン・ジャックのスリーブはグラウンドではなく  $V_{O3}$  出力電圧が印加されています。そのため、シングルエンド入力の外部電源付きスピーカを使った場合、ターンオン / オフ時にスピーカの DC 電位が変化するため、LM4910 内蔵のクリック / ポップ回路は過渡ノイズを抑止できません。すなわち外部電源付きスピーカが差動入力を持たない限り、ターンオン / オフ時に大きなクリック / ポップ・ノイズが発生します。

## オーディオ・パワーアンプの設計

### 30mW/32 オーディオ・アンプ

設計条件 :	
出力電力	30mWrms
負荷インピーダンス	32
入力レベル	1Vrms
入力インピーダンス	20k

設計者はまず規定の出力電力を得られる必要な電源電圧を決めなければなりません。「代表的な性能特性」の出力電力と供給電圧のグラフから推測すれば、供給電圧を簡単に推測できます。

3.3V は多くのアプリケーションで使われる標準的な電源電圧なので、ここで述べる例でも電源電圧を 3.3V としています。電源のヘッドルームを増やすと、LM4910 は無歪みで 30mW 以上の電力を供給できます。この時、設計者は「消費電力」の項で示されている負荷インピーダンス条件に合うように電源電圧を選択しなければなりません。

電力消費の等式がひとたび考慮されると、必要なゲインは式 2 から求められます。

$$A_V \geq \sqrt{(P_O R_L)} / (V_{IN}) = V_{orms} / V_{inrms} \quad (2)$$

## アプリケーション情報 (つづき)

式 2 から、最小ゲインは  $A_V = 0.98$  であるため、 $A_V = 1$  とします。所望の入力インピーダンスは、 $20k\ \Omega$  で、 $A_V = 1$  のとき、 $R_f$  と  $R_i$  の比は 1:1 となります。以上から  $R_i = 20k\ \Omega$ 、 $R_f = 20k\ \Omega$  と選択します。

設計の最後のステップではアンプの  $-3dB$  周波数帯域を決めます。帯域全体に対して  $\pm 0.25dB$  以下のフラットな特性を得るためには、低域カットオフ周波数は要求帯域下限の  $1/5$  の周波数以下とし、高域カットオフ周波数は要求帯域上限の  $5$  倍の周波数以上としなければなりません。カットオフ周波数をこのように定めると要求帯域内でのゲイン変動は  $0.17dB$  となり、要求特性である  $\pm 0.25dB$  を満足します。結果は次のようになります。

$$f_L = 100\text{Hz}/5 = 20\text{Hz} \quad (3)$$

および

$$f_H = 20\text{kHz} \times 5 = 100\text{kHz} \quad (4)$$

## 出力ノイズの低減 / 出力パワーの抑制

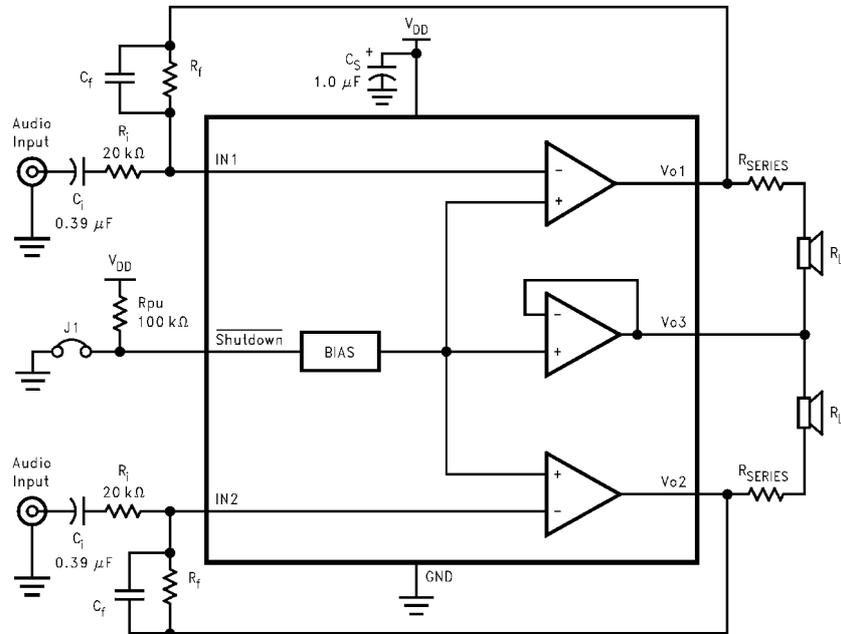


FIGURE 3.

負荷に与えられる出力ノイズは、Figure 3 に示すように各負荷に外付けの直列抵抗  $R_{SERIES}$  を設ければ低減を図れます。  $R_{SERIES}$  とヘッドフォン・スピーカ  $R_L$  のインピーダンスは抵抗分圧回路を構成します。したがって出力ノイズは  $R_L/(R_L + R_{SERIES})$  で求まる係数だけ低減されます。 Figure 4 に、さまざまな負荷インピーダンスに対する  $R_{SERIES}$  値と出力ノイズ電圧の関係を示します。この

「外付け部品の選択」の項で述べたように、入力段の  $R_i$  と  $C_i$  はアンプの通過周波数下限を決めるハイパス・フィルタを構成します。カップリング・コンデンサの容量は式 3 から求めます。

$$C_i = 1/(2 R_i f_L) \quad (5)$$

この結果から、

$$1/(2 * 20k * 20\text{Hz}) = 0.397\mu\text{F}$$

となるので、部品系列から最も近い値である  $0.39\mu\text{F}$  を選択します。

高周波のポールは、望みの高周波のポール  $f_H$  と差動ゲイン  $A_V$  の積で決まります。  $A_V = 1$ 、 $f_H = 100\text{kHz}$  のとき、 $GBWP = 100\text{kHz}$  となり、これは LM4910 の  $11\text{MHz}$  の  $GBWP$  より先はるかに小さくなります。この数字は、デザイナーがもっと高いゲインのアンプをデザインする必要があるとしても、帯域幅の制限にぶつかわずに、LM4910 を使えることを示しています。

$R_{SERIES}$  により、負荷に供給される電力も  $R_L/(R_L + R_{SERIES})^2$  で求められる係数だけ低下します。しかし一般的なヘッドフォン・アプリケーションでは  $10\text{mW}$  以下の出力パワーしか必要としないので、問題にはならないと考えられます。 Figure 5 に、さまざまな負荷インピーダンスに対する  $R_{SERIES}$  値と出力パワー (THD + N が 1%) の関係を示します。

## アプリケーション情報 (つづき)

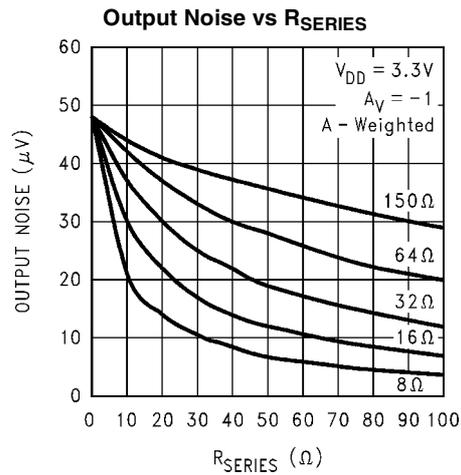


FIGURE 4.

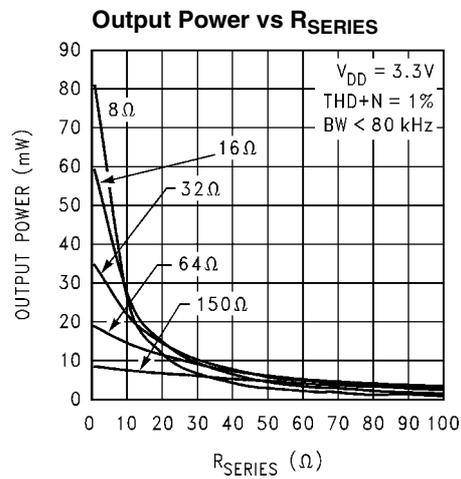


FIGURE 5.

## アプリケーション情報 (つづき)

## 高ゲイン・オーディオ・アンプ

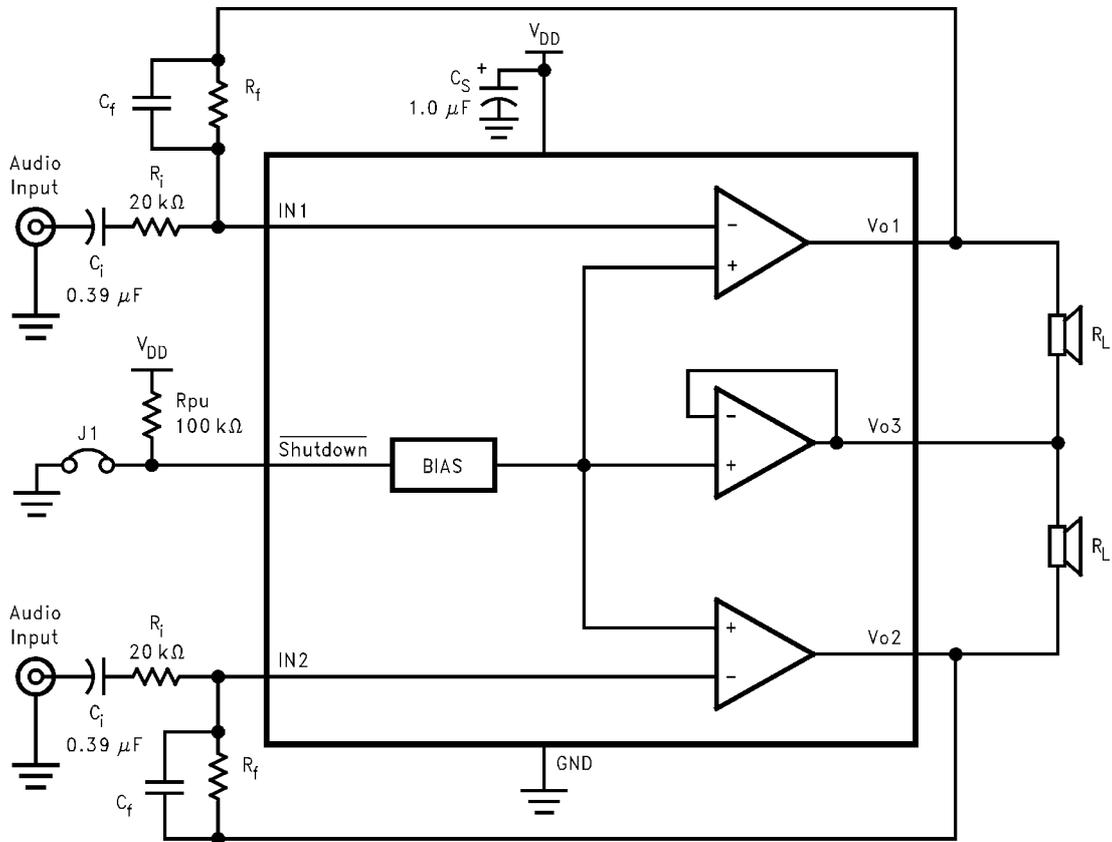


FIGURE 6.

LM4910はユニティ・ゲインで安定して動作し、また通常のアプリケーションではゲイン設定用抵抗、入力カップリング・コンデンサ、および電源のバイパス・コンデンサのほかには外付け部品を必要としません。しかし、閉ループ差動ゲインが必要な場合は、アンプの帯域を制限するために、Figure 6に示すようなフィードバック・コンデンサ ( $C_f$ ) が必要です。このフィードバック・コンデンサがロー

パス・フィルタを構成するため、高い周波数での発振が抑制されます。ただし、 $R_f$ と $C_f$ の組み合わせによっては20kHz以下で周波数応答のロール・オフが起きてしまうため、-3dBとなる周波数を見積もる際には注意が必要です。オーディオ帯域内の周波数領域でロール・オフを起こさない抵抗とコンデンサの値の例は $R_f=20k$ 、 $C_f=25pF$ です。このときの-3dB点は約320kHzです。

アプリケーション情報 (つづき)

リファレンス・デザイン・ボードおよびレイアウトのガイドライン MSOP および SO ボード

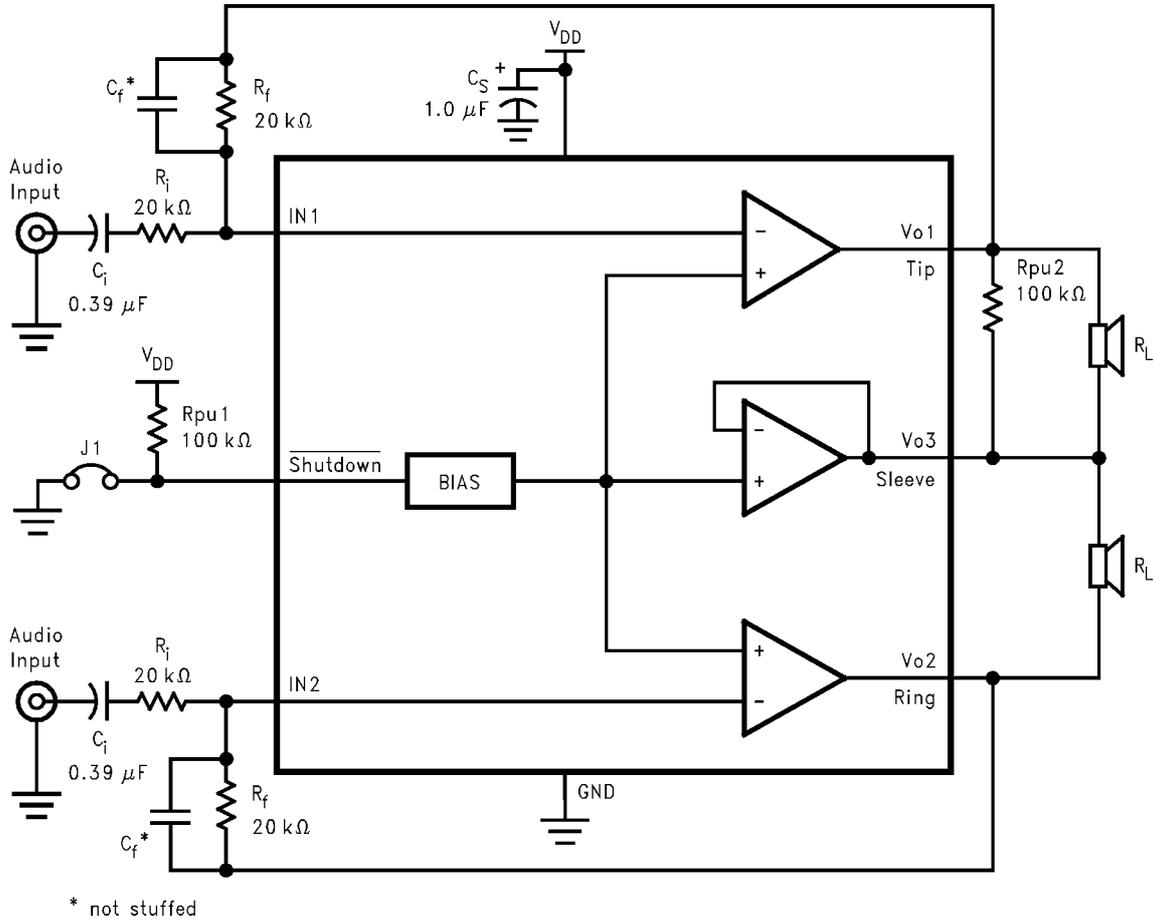


FIGURE 7.

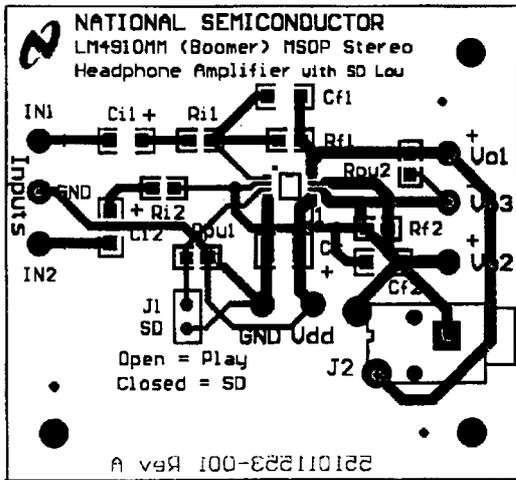
(Note: R<sub>PU2</sub> は試験の測定時にのみ使用されるため通常は必要ありません)



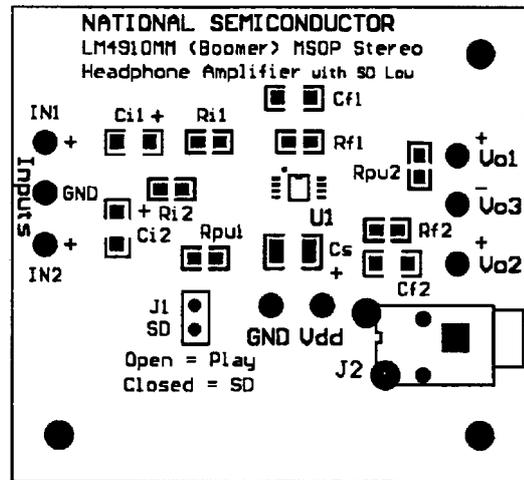
アプリケーション情報 (つづき)

LM4910 MSOP デモ・ボード図

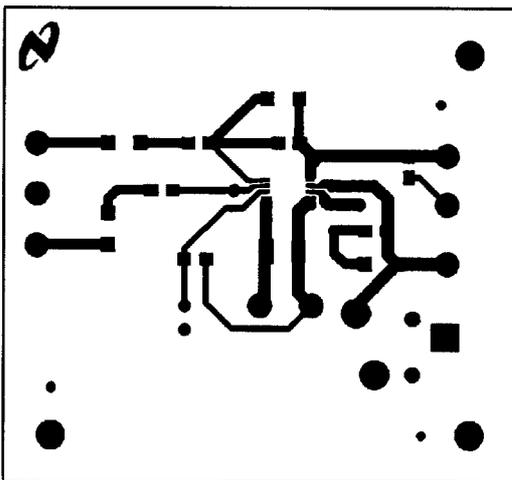
Composite View



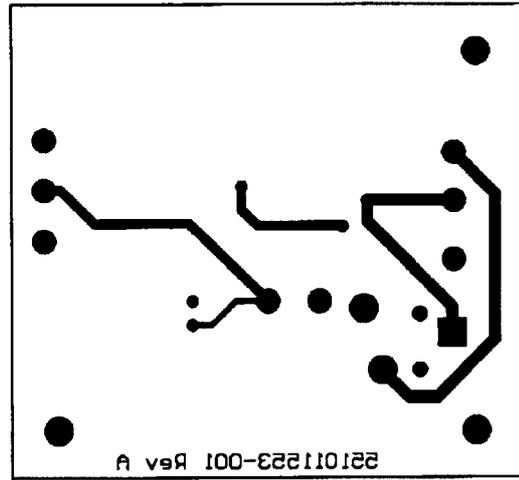
Silk Screen



Top Layer



Bottom Layer



## アプリケーション情報 (つづき)

### LM4910 Reference Design Boards Bill of Materials

Part Description	Qty	Ref Designator
LM4910 Mono Reference Design Board	1	
LM4910 Audio AMP	1	U1
Tantalum Cap 1 $\mu$ F 16V 10	1	Cs
Ceramic Cap 0.39 $\mu$ F 50V Z50 20	2	Ci
Resistor 20k 1/10W 5	4	Ri, Rf
Resistor 100k 1/10W 5	1	Rpu
Jumper Header Vertical Mount 2X1, 0.100	1	J1

### プリント基板レイアウトのガイドライン

ここでは、デジタルとアナログの種々の電源およびグラウンド配線を含むデジタル / アナログ混在基板を設計する上での実用上のガイドラインを示します。ただし、これらのガイドラインは経験則に基づく一般的な推奨事項であって、実際の結果は最終レイアウトに大きく依存する点に注意してください。

#### THD を低減する

THD 性能を改善するために、プリント基板上の電源、グラウンドおよびすべての出力の配線インピーダンスは低めに設計したほうがよく、それら配線の配線幅は極力広くしてください。アンプのゲインを大きくすると、配線インピーダンスが THD 性能に対して及ぼす影響もそれまで以上に強くなります。また寄生配線インピーダンスが THD 性能に及ぼす影響はユニティ・ゲイン (0dB) では小さくなりますが、LM4910 の実アプリケーションにおける負の要因であることには変わりありません。

### デジタル / アナログ混在での推奨レイアウト

#### 電源とグラウンド回路

アナログ / デジタル混在の 2 層基板の設計では、デジタルの電源およびグラウンド配線と、アナログの電源およびグラウンド配線を分離することが重要です。一筆書きのデジ・チェーン配線も、基板上の一点から個々に配線を行うスター状のほうが、低い電圧

レベルの信号性能に大きな効果があります。スター状の配線とは、各回路または各デバイスそのものに、電源とグラウンドを個別に供給するのを指します。この方式は基板の配線作業に多くの工数を必要としますが、基板そのもののコストを上昇させることはありません。配線をまたぐためのジャンパ線が必要となる程度です。

#### 電源とグラウンドの一点接続

アナログの電源配線は一点でデジタル側に接続して下さい。また、型フィルタは、アナログ部とデジタル部の高周波ノイズ・カップリングを最小限に抑えます。さらに、デジタルおよびアナログの各電源パターンを、他方の層のグラウンド・パターンのちょうど上側に配線すると、ノイズ・カップリングを最小限に抑えます。

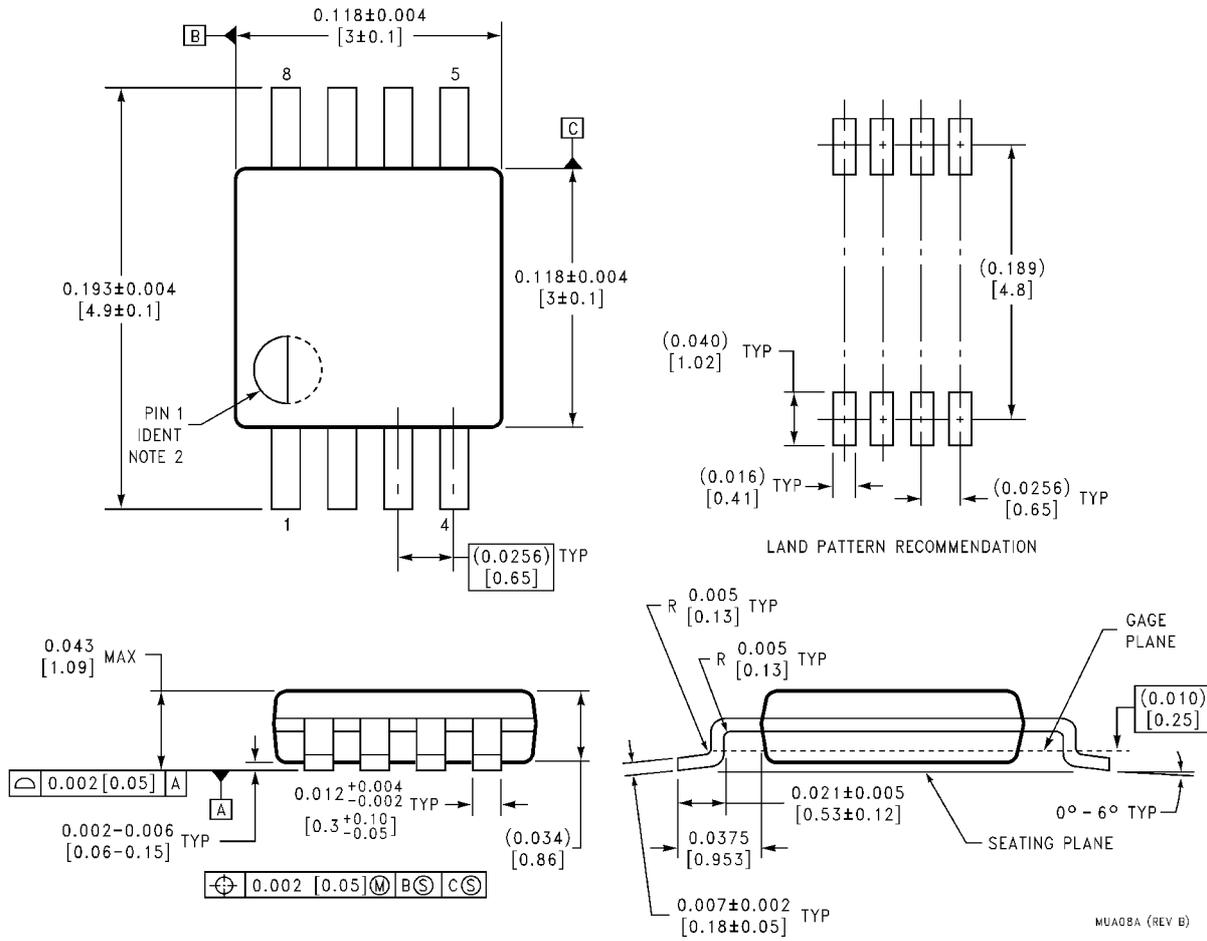
#### デジタル部品とアナログ部品の配置

すべてのデジタル部品および高速デジタル信号は、アナログ部品およびアナログ回路の配線からなるべく離れた位置に配置するようにして下さい。

#### 設計 / レイアウトにおける典型的な問題の回避

グラウンド・ループを作り込まないようにしてください。また、基板の同一層において、デジタル信号とアナログ信号を隣り合わせで平行配線するのは避けてください。また、デジタル信号とアナログ信号を層間で交差させるときは、可能な限り 90 度の角度で交差させてください。これは、容量性ノイズ・カップリングとクロス・トークを最小限に抑えることにつながります。

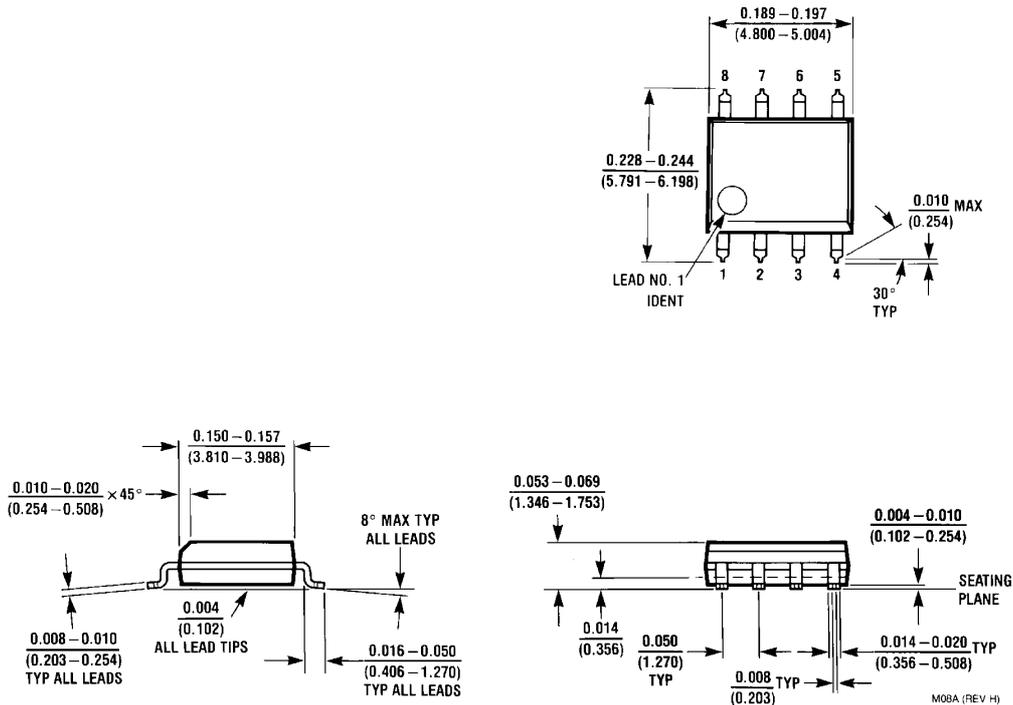
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



**MSOP**  
**Order Number LM4910MM**  
**NS Package Number MUA08A**

MUA08A (REV B)

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



SO  
Order Number LM4910MA  
NS Package Number M08A

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、保証もしくは是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。
- マウンタやはんだ付け設備等、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