

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。



2000年8月

## LM4882

### Boomer<sup>®</sup> オーディオ・パワーアンプ・シリーズ

### 250mW オーディオ・パワーアンプ (シャットダウン・モード付き)

#### 概要

LM4882は、5V電源で8Ωの負荷に1チャンネル当たり、250mWの平均電力を連続して供給できる、1チャンネルのオーディオアンプです。オーディオ帯域全域にわたりTHD + N(全高調波歪み+ノイズ)を1%未満に抑えています。

Boomer<sup>®</sup> オーディオ・パワーアンプは、外部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。LM4882は、ブートストラップ・コンデンサ、あるいはスナバ回路を必要としないので、低消費電力型の携帯機器に最適です。

クリック音及びポップ音のない外部制御による低消費電力のシャットダウン・モード、サーマル・シャットダウン(熱暴走)保護機能を内蔵しています。

ユニティ・ゲインで安定した動作が得られ、外部抵抗によりゲイン設定が可能です。

#### 主な仕様

THD(250mW 連続平均出力, $R_L = 8\Omega$ , 1kHz)	1.0% (max)
出力電力 (THD + N = 1%, $R_L = 4\Omega$ , 1kHz)	380mW (typ)
THD(85mW 連続平均出力, $R_L = 32\Omega$ , 1kHz)	0.1% (typ)
シャットダウン電流	0.7μA (typ)

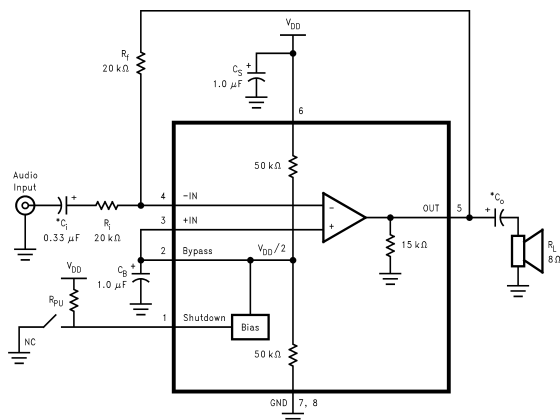
#### 特長

MSOP 表面実装パッケージ	
「クリップ、ポップ音」低減回路	
電源電圧	2.4V ~ 5.5V
動作温度範囲	-40 ~ 85
ユニティ・ゲインで安定動作	
外部抵抗によりゲイン設定可能	
ブートストラップ・コンデンサ、スナバ回路が不要	

#### アプリケーション

- ハンドヘルド・コンピュータ
- 携帯電話
- 汎用オーディオ

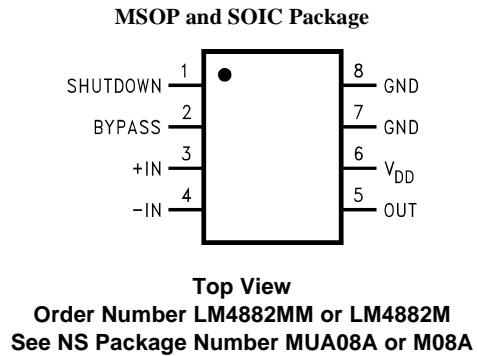
#### 代表的なアプリケーション



\* 入出力コンデンサの選択の項を参照して下さい。

FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

#### ピン配置図



Boomer<sup>®</sup> 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。

LM4882 Boomer<sup>®</sup> 250mW オーディオ・パワーアンプ (シャットダウン・モード付き)

## 絶対最大定格 (Note 1)

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。

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 “ スモール・アウトライン (SO) パッケージ表面実装法と製品信頼性における効果 ” を参照ください。

電源電圧	6.0V
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
入力電圧	- 0.3V ~ $V_{DD} + 0.3V$
消費電圧 (Note 3)	内部にて制限
ESD 耐圧 (Note 4)	2000V
5 ピン	1500V
接合部温度	150
ハンダ付け	
スモール・アウトライン・パッケージ	
ペーパー・フェーズ (60 秒)	215
赤外線 (15 秒)	220

## 熱抵抗

J <sub>C</sub> (MSOP)	56	/W
J <sub>A</sub> (MSOP)	210	/W
J <sub>C</sub> (SOP)	35	/W
J <sub>A</sub> (SOP)	170	/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

2.4V	V <sub>DD</sub>	5.5V
------	-----------------	------

## 電気的特性 (Note 1、2)

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

Symbol	Parameter	Conditions	LM4882		Units (Limits)
			Typical (Note 5)	Limit (Note 6)	
I <sub>DD</sub>	Quiescent Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A$	2	4.0	mA (max)
I <sub>SD</sub>	Shutdown Current	$V_{pin1} = V_{DD}$	0.5	5	μA (max)
V <sub>OS</sub>	Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$	5	50	mV (max)
P <sub>O</sub>	Output Power	THD + N = 1% (max); f = 1 kHz; R <sub>L</sub> = 4 R <sub>L</sub> = 8 R <sub>L</sub> = 32 THD + N = 10%; f = 1 kHz R <sub>L</sub> = 4 R <sub>L</sub> = 8 R <sub>L</sub> = 32	380 270 95 480 325 125	250	mW mW (min) mW mW mW mW
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	R <sub>L</sub> = 8, P <sub>O</sub> = 250 mWrms; R <sub>L</sub> = 32, P <sub>O</sub> = 85 mWrms; f = 1 kHz	0.5 0.1		% %
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{pin3} = 2.5V, V_{ripple} = 200 mV_{rms},$ f = 120 Hz	50		dB

## 電気的特性 (Note 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は各パッケージに対し  $V_{DD} = 3V$  に適用されます。リミット値は  $T_A = 25$  にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4882		Units (Limits)
			Typical (Note 5)	Limit (Note 6)	
I <sub>DD</sub>	Quiescent Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A$	1.2		mA
I <sub>SD</sub>	Shutdown Current	$V_{pin1} = V_{DD}$	0.3		μA
V <sub>OS</sub>	Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$	5		mV
P <sub>O</sub>	Output Power	THD + N = 1% (max); f = 1 kHz R <sub>L</sub> = 8 R <sub>L</sub> = 32 THD + N = 10%; f = 1 kHz R <sub>L</sub> = 8 R <sub>L</sub> = 32	80 30 105 40		mW mW mW mW

## 電気的特性 (Note 1、2) (つづき)

特記のない限り、以下の規格値は各パッケージに対し  $V_{DD} = 3V$  に適用されます。リミット値は  $T_A = 25$  にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4882		Units (Limits)
			Typical (Note 5)	Limit (Note 6)	
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$R_L = 8 \Omega$ , $P_O = 70 \text{ mWrms}$ ;	0.25		%
		$R_L = 32 \Omega$ , $P_O = 30 \text{ mWrms}$ ;	0.3		%
		$f = 1 \text{ kHz}$			
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{pin3} = 2.5V$ , $V_{ripple} = 200 \text{ mVrms}$ , $f = 120 \text{ Hz}$	50		dB

**Note 1:** 特記のない限り、全ての電圧は 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いいます。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。電気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 の電気的仕様を示します。この場合デバイスが動作条件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  $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、LM4882 の場合は  $T_{JMAX} = 150$  です。基板実装時における接合部・周囲間熱抵抗はパッケージ MUA08A のとき  $210 \text{ }^\circ\text{C/W}$ 、M08A のとき  $170 \text{ }^\circ\text{C/W}$  です。

**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:** 代表値 (Typical) は  $T_A = 25$  で得られる最も標準的な数値です。

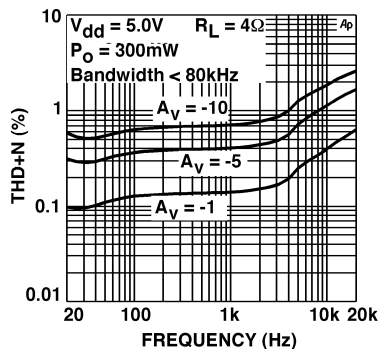
**Note 6:** リミット値 (Limit) はナショナル セミコンダクター社の AOQL (平均出荷品質レベル) に基づき保証されます。

## 外部部品 (Figure 1)

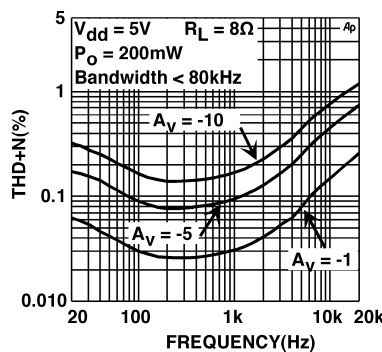
外部部品	機能説明
1. $R_i$	$R_f$ と共にクローズ・ループのゲインを設定する反転入力抵抗です。 この抵抗は、 $C_i$ とともにハイパス・フィルタ ( $f_c = 1 / (2 R_i C_i)$ ) を構成します。
2. $C_i$	アンプの入力端子を外部からの DC 電圧を制限するための入力カップリング・コンデンサです。 $R_i$ とともにハイパス・フィルタ ( $f_c = 1 / (2 R_i C_i)$ ) を構成します。 $C_i$ の値の設定方法については、“外部部品の選定” の項を参照下さい。
3. $R_f$	$R_i$ とともにクローズ・ループのゲインを設定します。
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“電源バイパス” の項を参照下さい。
5. $C_B$	中間電位のフィルタとして機能するバイパス・コンデンサです。 $C_B$ の適切な配置法 / 選定については“外部部品の選定” の項を参照下さい。
6. $C_O$	出力端子に於ける DC バイアス成分を除去するためのカップリング・コンデンサ。 また、負荷 $R_L$ とハイパス・コンデンサを形成します。 $f_o = 1 / (2 R_L C_O)$

## 代表的な性能特性

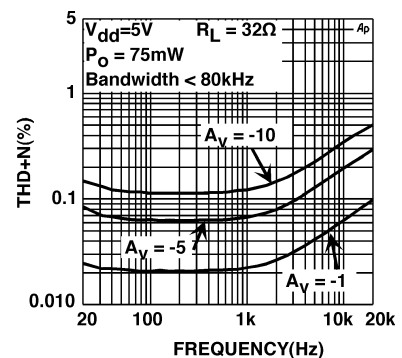
THD + N vs Frequency



THD + N vs Frequency

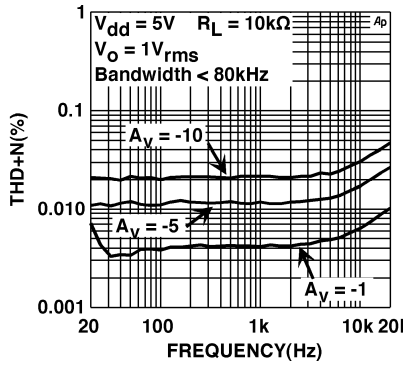


THD + N vs Frequency

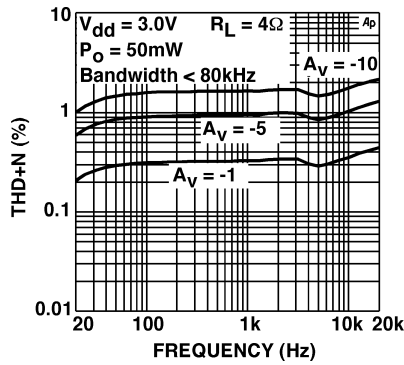


代表的な性能特性 (つづき)

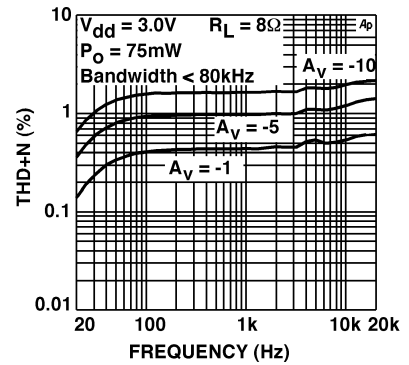
THD + N vs Frequency



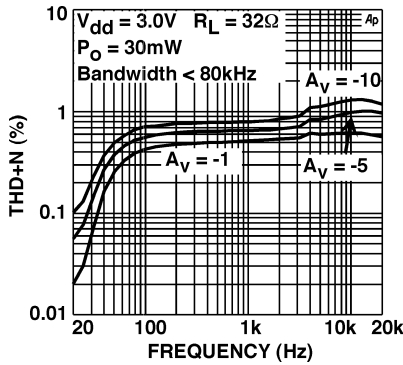
THD + N vs Frequency



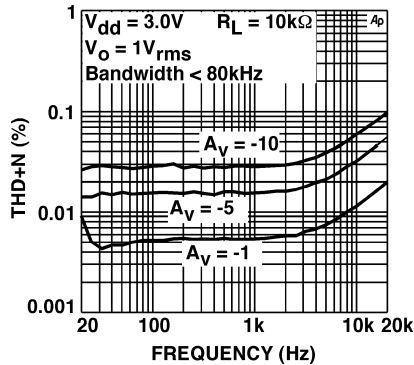
THD + N vs Frequency



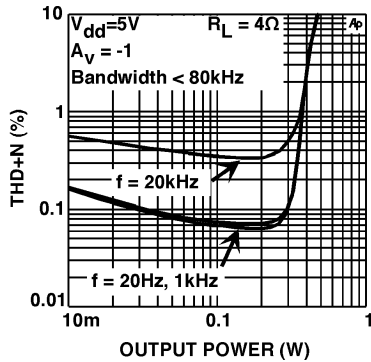
THD + N vs Frequency



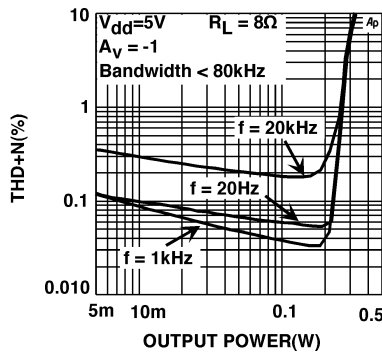
THD + N vs Frequency



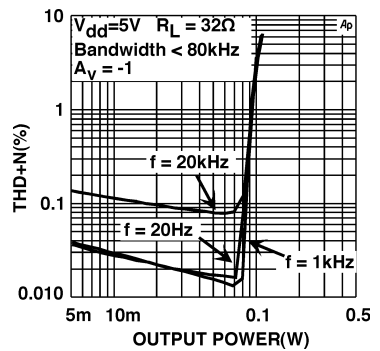
THD + N vs Output Power



THD + N vs Output Power

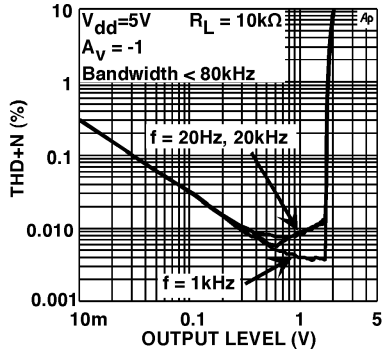


THD + N vs Output Power

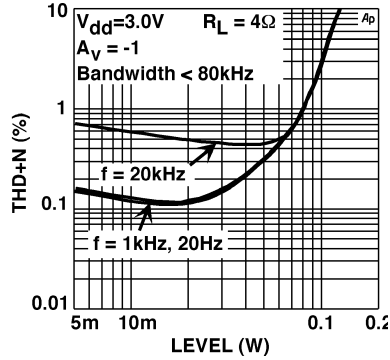


代表的な性能特性 (つづき)

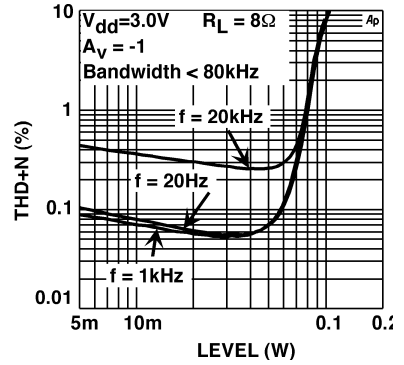
THD + N vs Output Power



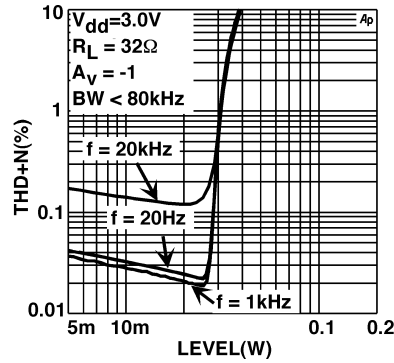
THD + N vs Output Power



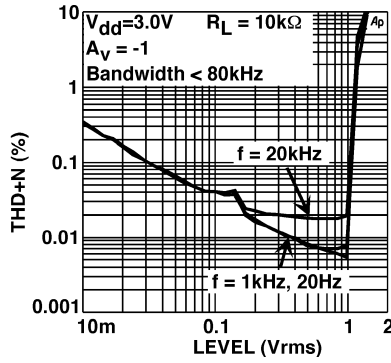
THD + N vs Output Power



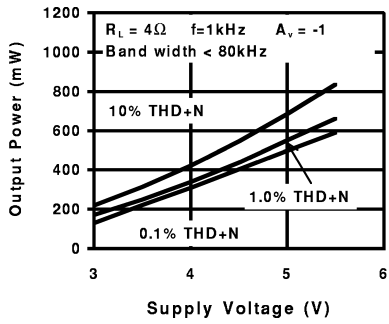
THD + N vs Output Power



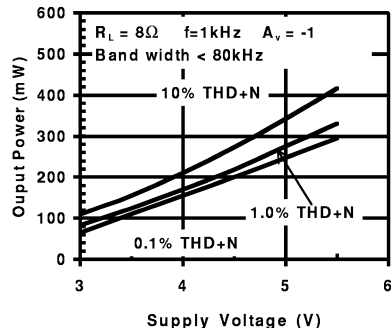
THD + N vs Output Power



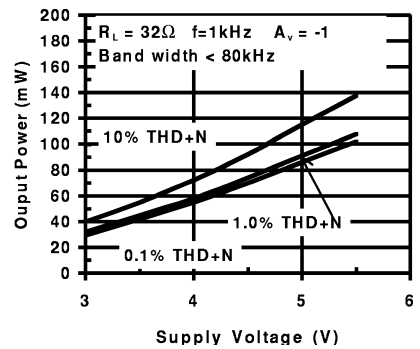
Output Power vs Supply Voltage



Output Power vs Supply Voltage

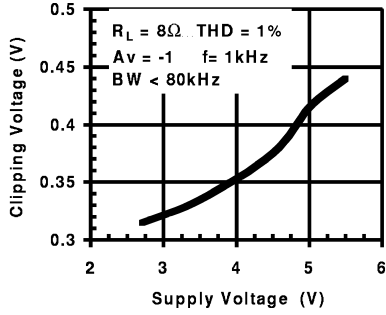


Output Power vs Supply Voltage

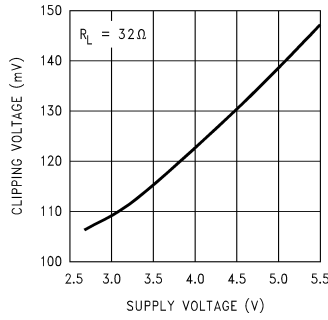


代表的な性能特性 (つづき)

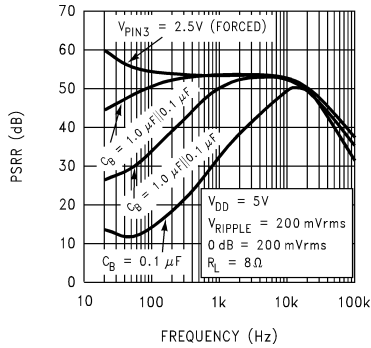
Dropout Voltage vs Supply Voltage



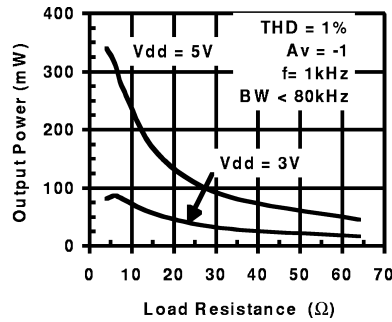
Dropout Voltage vs Supply Voltage



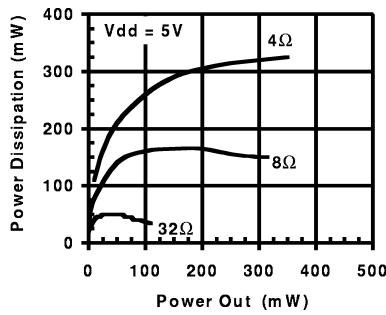
Power Supply Rejection Ratio



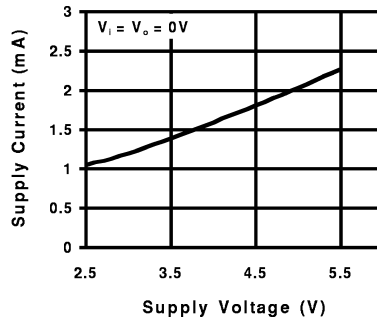
Output Power vs Load Resistance



Power Dissipation vs Output Power

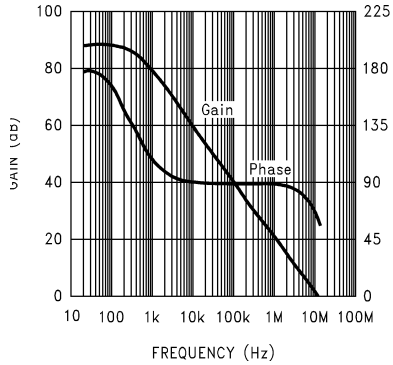


Supply Current vs Supply Voltage

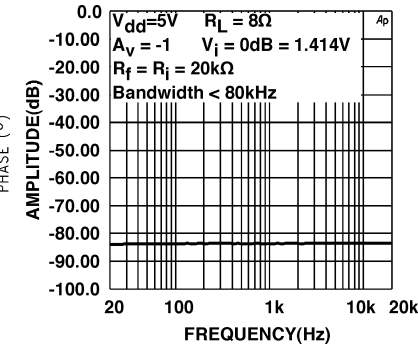


代表的な性能特性 (つぎ)

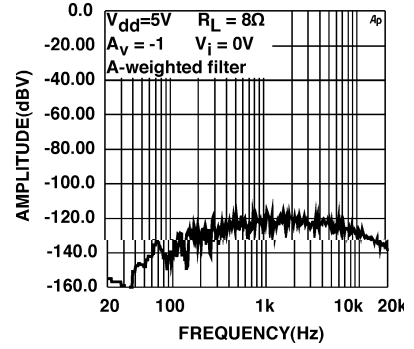
Open Loop Frequency Response



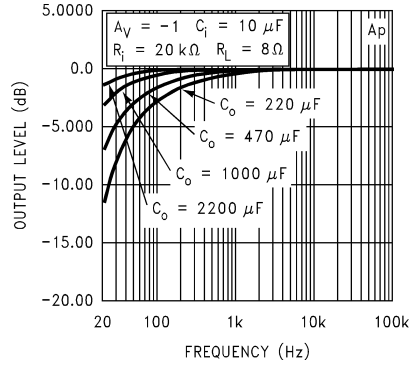
Output Attenuation in Shutdown Mode



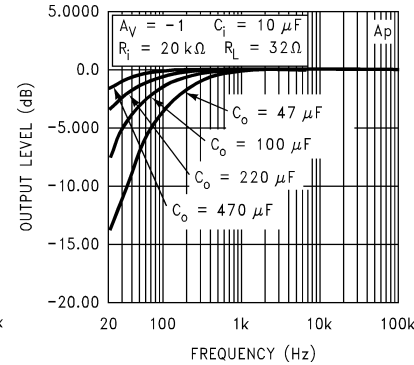
Noise Floor



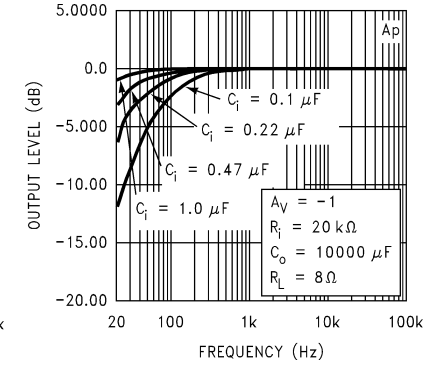
Frequency Response vs Output Capacitor Size



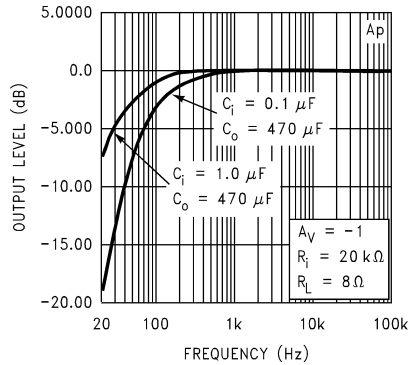
Frequency Response vs Output Capacitor Size



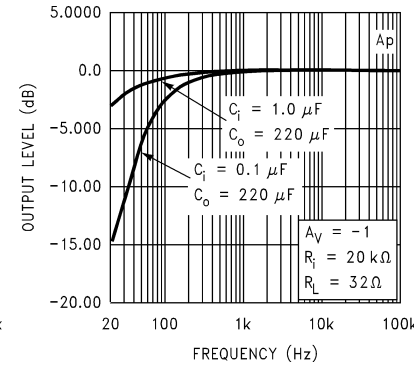
Frequency Response vs Input Capacitor Size



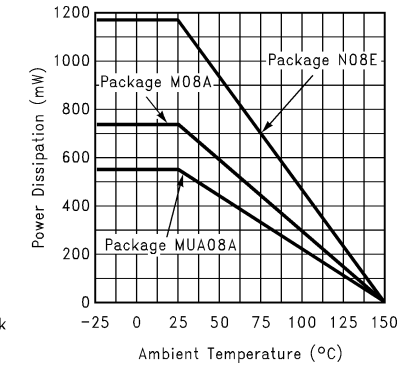
Typical Application Frequency Response



Typical Application Frequency Response



Power Derating Curve



## アプリケーション情報

### シャットダウン機能

未使用時の電力消費量を抑えるために、LM4882 はアンプのバイパス回路を外部からオフにするシャットダウン端子を備えています。シャットダウン端子がロジック HIGH の状態になると、シャットダウン機能が働き、アンプがオフになります。ロジック HIGH と LOW のスレッシュホールドは、標準では電源電圧のほぼ半分の値になります。デバイスの性能を最大限に引き出すには、GND と電源電圧の間でスイッチするのが最も良いと言えます。シャットダウン端子に  $V_{DD}$  を印加すると、LM4882 の電源電流はアイドル・モードで最少となります。デバイスがシャットダウン端子に  $V_{DD}$  以下の電圧を印加されディセーブルとなっている間、アイドル電流は標準的な値の  $0.5\mu\text{A}$  より大きくなる場合があります。いずれの場合でも、シャットダウン端子は明確な電圧が印加されている必要があります。シャットダウン端子をフローティングの状態にした場合、好ましくないシャットダウン状態になる場合があります。多くのアプリケーションでは、マイクロコントローラの出力や、マイクロプロセッサの出力でシャットダウン回路を制御し、迅速かつスムーズなシャットダウンへの移行を実現しています。別の方法として、単接点スイッチを外付けのプルアップ抵抗と一緒に使用する方法があります。この方法では、このスイッチはクローズ状態の時に GND に接続され、アンプをイネーブルとします。スイッチがオープンとなると外付けのプルアップ抵抗は、LM4882 をディセーブルします。このことはシャットダウン端子が好ましくないシャットダウン状態になることを防止します。

### 消費電力

消費電力は、いかなるパワーアンプを使用する時にも主要な検討事項となります。そして正しい設計をするために、理解しておかなければなりません。式 1 は、所定の電源電圧で動作し、特定の出力負荷を駆動する、シングル・エンド型アンプの最大消費電力を表します。

$$P_{DMAX} = (V_{DD})^2 / (2 \cdot 2R_L) \quad (1)$$

このような内部消費電力ですが、LM4882 では広い周囲温度範囲においてヒートシンクを必要としません。式 1 から、最大消費電力は、電源電圧が 5V、負荷が 4 Ω の時、316mW となります。式 1 より得られる最大消費電力は、必ず式 2 で得られる消費電力の値より先小さくなるようにして下さい。

$$P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A \quad (2)$$

LM4882 の表面実装パッケージでは  $J_A = 210 \text{ W/}^\circ\text{C}$ 、 $T_{JMAX} = 150$  です。システム環境の周囲温度  $T_A$  によっては、式 2 を用いて IC パッケージの最大内部消費電力を算出することができます。もし、式 1 の値が式 2 の値より先大きい場合には、電源電圧の値を下げるか、負荷インピーダンスの値を大きくして下さい。電源電圧 5V、負荷 4 Ω の代表的なアプリケーションで動作させるとすれば、最大接合部温度に影響の無い最大消費電力ポイントでの最大周囲温度は、約 83 °C となります。消費電力は出力電力の関数なので、最大消費電力付近で通常動作させない場合は最大周囲温度を上げることができます。低出力電力時の消費電力については、「代表的な性能特性」の特性グラフを参照して下さい。

### 電源のバイパス

どのようなパワーアンプでも、低ノイズ特性と高 PSRR (電源変動除去比) を引き出すために、電源のバイパス処理が必要です。バイパス・ピンおよび電源ピンのコンデンサはできる限りデバイスの近くに配置して下さい。「代表的な性能特性」に示すように、大容量の中間電位用バイパス・コンデンサを用いれば、中間電位の安定性は良くなり、低周波 THD + N が改善されます。代表的なアプリケーションでは、5V のレギュレータの他に、 $10\mu\text{F}$  と  $0.1\mu\text{F}$  のバイパス・コンデンサを使用します。これらのコンデンサ

は、電源の電圧を安定させますが、LM4882 の電源端子をバイパスする必要がなくなるわけではありません。従って、バイパス・コンデンサ (特に  $C_B$ ) は、「外部部品の選択」に記載してある、要求する低周波での PSRR、クリック、ポップノイズの性能、システムのコストならびにサイズ等を考えて選択します。

### 外部部品の選択

パワーアンプを使用する際の外付け部品の選択は、デバイスを効果的に利用すること、システムの性能にとって重要な事です。LM4882 は外部部品の選択は容易ですが、部品の定数がシステム・クオリティに影響するということを考慮して下さい。

LM4882 は、ユニティゲインで安定で、設計者に最大限のシステムの柔軟性を与えます。LM4882 は、THD + N 値を低くし、S/N 比を良くするために低いゲイン構成で使用されるべきです。ロー・ゲイン構成には、出力電力を達成するために大きな入力信号が要求されます。 $V_{rms}$  またはそれより大きな入力信号は、オーディオ・コーデック等の出力から得られます。より詳しい、適切なゲインの設定につきましては、「オーディオ・パワーアンプの設計」の章を参照下さい。

ゲインのほかの主要な検討事項には、アンプの閉ループの帯域幅があります。広い範囲の帯域幅は Figure 1 に示されている外部部品の選択により与えられます。入力カップリング・コンデンサ  $C_i$ 、出力カップリング・コンデンサ  $C_o$  の両者とも、低周波数のレスポンスを制限するハイパス・フィルタを形成します。これらの値は、アプリケーションにより必要とされる周波数のレスポンスを基準に選択されます。

### クリック、ポップ回路

LM4882 は、ターン・オン、ターン・オフ時の“クリック、ポップ音”を最小限にするための回路を内蔵しています。このターン・オンは、電源立ち上げ時または、シャットダウン・モードからの復帰時を意味します。デバイスは、ターン・オン時内部的にミュート・オンされます。内部電流源は、バイパス端子の電圧と共に上昇し、入力及び出力は、バイパス端子電圧に追従します。このデバイスは、バイパス端子が  $1/2V_{DD}$  に達するまで、ミュート・オンされたままです。バイパス点が安定するとすぐに、外部抵抗にて設定されたゲインによる動作となります。

バイパス端子の電流源を変更することはできませんが、 $C_B$  の容量を変更することにより、ターン・オンの時間や“クリック、ポップ音”のレベルを変えられることができ、この値を増加させることにより“ターン・オン時のポップ音”を減少させることができます。しかし、より大きなバイパス・コンデンサを使用することによってデバイスのターン・オンの時間が長くなります。 $C_B$  の容量とターン・オン時間との間には比例関係があり、以下  $C_B$  によって与えられるターン・オン時間 ( $t_{yp}$ ) の例を示します。

$C_B$	$T_{ON}$
0.01 $\mu\text{F}$	20 ms
0.1 $\mu\text{F}$	200 ms
0.22 $\mu\text{F}$	420 ms
0.47 $\mu\text{F}$	900 ms

“クリック及びポップ音”を減少させるためには、ターン・オンする前にすべてのコンデンサを放電する必要があります。急速に、電源またはシャットダウン機能をオン / オフさせることにより、本機能が充分に働かず“クリック及びポップ音”が発生することがあります。

## アプリケーション情報 (つづき)

$C_i$  の値もまた、ターン・オン・ポップに影響します。 $C_i$  の値は、低周波数域での過度な減衰無くカップリングする必要があります。しかしスピーカを使用する多くのシステムでは、100 ~ 150Hz 以下の信号再現能力は減少します。この時、大きな入出力コンデンサを使用することは、システム全体のパフォーマンスを上げるとは限りません。多くのケースでは、 $C_B$  を  $0.1\mu\text{F}$  とし、 $C_i$  は小さな値を ( $0.1 \sim 0.33\mu\text{F}$ ) を選択することによりターン・オン時のノイズは、ほとんど発生しません。 $C_i$  に  $0.33\mu\text{F}$  以上の値を使う場合、 $C_B$  の容量を増やす必要があります。 $C_B$  の容量を増加させることは、“クリック及びポップ音”を減少させますが、デバイスのターン・オン時間が長くなることに注意して下さい。

## オ - ディオ ・ パワーアンプの設計

### 250mW/8 オーディオアンプの設計

設計条件:

出力電力	250mWrms
負荷インピーダンス	8
入力レベル	1Vrms (max)
入力インピーダンス	20k
帯域幅	100Hz–20kHz $\pm$ 0.50dB

設計者はまず、規定の出力電力を得るために必要な電源電圧を決定しなければなりません。必要な電源電圧を計算するには、2つのパラメータ ( $V_{\text{OPEAK}}$  とドロップ電圧)を知る必要があります。「代表的な性能特性」に示すとおりドロップアウト電圧は、530mV (代表値)です。 $V_{\text{OPEAK}}$  の値は、式3から求めることができます。

$$V_{\text{opeak}} = \sqrt{(2R_L P_O)} \quad (3)$$

250mW の出力電力を 8  $\Omega$  の負荷に供給する場合、必要となる  $V_{\text{OPEAK}}$  は 2V となります。 $V_{\text{OPEAK}}$  と  $V_{\text{OD}}$  の和から最小電圧は 4.55V となります。標準的な電源電圧は、多くのアプリケーションの場合 5V が規定されています。更に大きな電源電圧を使用するとヘッドルームが得られ、LM4882 では 300mW を越えるピーク電力を信号をクリップすることなく得ることができます。この時点で、設計者は、選択した電源だけでなく出力インピーダンスも「消費電力」の項に記載されている条件を満たしていることを確認しなければなりません。

消費電力についての式は得られているので、必要な利得は式4から求められます。

$$A_V \geq \sqrt{(P_O R_L)} / (V_{IN}) = V_{\text{orms}} / V_{\text{inrms}} \quad (4)$$

$$A_V = R_f / R_i \quad (5)$$

式4から、最小  $A_V$  は:  $A_V = 1.4$

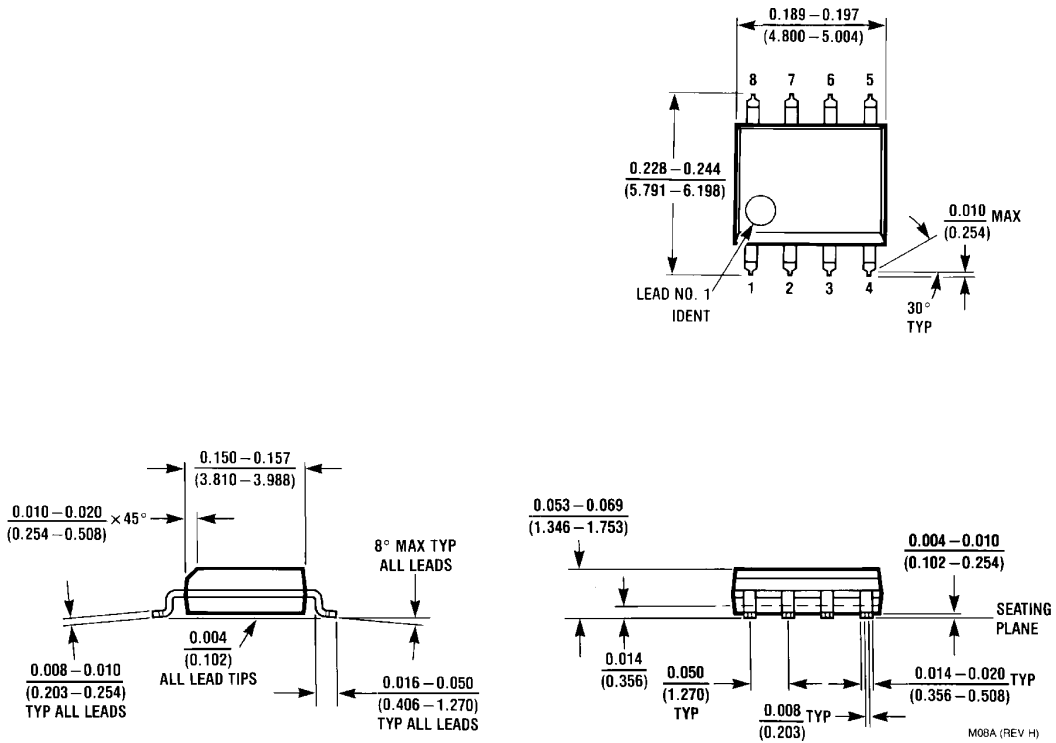
所望する入力インピーダンスは 20k  $\Omega$  で利得は 1.4 なので、28k  $\Omega$  が 5%精度の抵抗から  $R_f$  に選定されます。この組み合わせの結果、公称の利得は 1.4 となります。最終設計段階では、- 3dB 周波数ポイントで示される 2 組の帯域幅を規定します。- 3dB ポイントから 5 倍離れると、通過帯域特性から - 0.17dB となります。「外部部品」の項で定めた通り、 $R_i$  と結合される  $C_i$ 、そして  $C_O$  と  $R_L$  両方とも 1 次のハイパス・フィルタを形成します。従って、所望する 100Hz の低周波数のレスポンスを  $\pm 0.5\text{dB}$  以内で得るには、両方のポールとも考慮しなければなりません。同じ周波数における 2 つの値のフィルタの組み合わせは、2 次カーブを形成します。この結果、- 3dB のポイントから 5 倍離れたところで - 0.34dB 下がります。従って、20Hz の周波数は、下に示す式にレスポンスが 100Hz における低下が - 0.5dB より良いことを確かめるために使われます。

$$C_i \quad 1 / (2 \times 20k \times 20 \text{ Hz}) = 0.397\mu\text{F}; 0.39\mu\text{F} \text{ を使用。}$$

$$C_O \quad 1 / (2 \times 8 \times 20\text{Hz}) = 995\mu\text{F}; 1000\mu\text{F} \text{ を使用。}$$

高域ポールは、所望する高域ポール  $f_H$  と閉ループ・ゲイン  $A_V$  により決定されます。閉ループ・ゲイン 1.4 と  $f_H = 100\text{kHz}$  の積から GBWP (利得帯域幅積) = 140kHz となり LM4882 の GBWP の 12.5MHz よりずっと小さな値となります。従って、設計者は利得の大きいアンプを設計しなければならない場合にも、帯域幅の問題に直面せずに LM4882 を使用することができます。

外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



Order Number LM4882  
NS Package Number M08A

