

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。



2004年9月

LM4862

Boomer[®] オーディオ・パワーアンプ・シリーズ 675mW 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

LM4862 は、ブリッジ接続のオーディオ・パワーアンプで、8 負荷へ、1%以下の THD + N で、5V 電源から、675mW の平均電力を連続して供給できます。

Boomer オーディオ・パワーアンプは、少ない外付け部品で、高品質の出力パワーを供給するようにデザインされました。LM4862 は出力カップリング・コンデンサ、ブートストラップ・コンデンサ、あるいはスナバ回路網を必要としないので、低電力のポータブル・システムに最適です。

LM4862 は外部からコントロールできる、低消費電力のシャットダウン・モード、さらに内蔵のサーマル・シャットダウン保護機構を備えています。

LM4862 はユニティ・ゲインで安定した動作が得られ、外部抵抗で、利得を設定できます。

アプリケーション

THD + N (500mW の連続平均電力で 8 負荷駆動時)	1%(最大)
8 への 1kHz での 10%THD + N での出力電力	825mW (代表値)
シャットダウン電流	0.7μA (代表値)

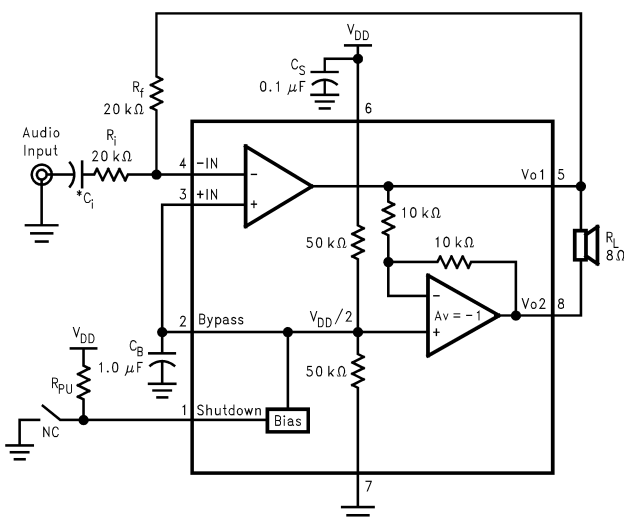
特長

- 出力カップリング・コンデンサ、ブートストラップ・コンデンサ、スナバ回路が不要。
- SO パッケージあるいは DIP パッケージ
- ユニティ・ゲインで安定動作
- 外部から設定可能な利得構成
- LM4861 とピン互換

アプリケーション

- ポータブル・コンピュータ
- 携帯電話
- 玩具、ゲーム

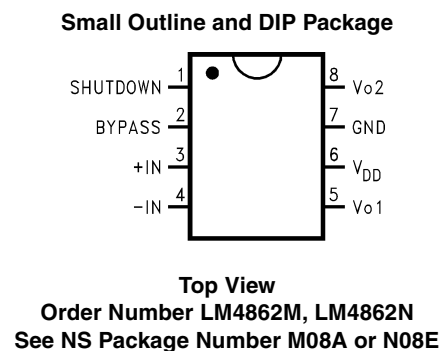
代表的なアプリケーション



* 「入力コンデンサの選択」の項を参照してください。

FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

ピン配置図



商標「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。

LM4862 Boomer[®] 675mW 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 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ください。

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 ~ $V_{DD} + 0.3V$
消費電力 (Note 3)	内部制限
ESD 耐圧 (Note 4)	2000V
ESD 耐圧 (Note 5)	200V
接合部温度	150
ハンダ付け	
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			
JC (DIP)	37	/W	
JA (DIP)	107	/W	
JC (SO)	35	/W	
JA (SO)	170	/W	

動作定格

ハンダ付け

温度範囲

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)

赤外線 (15 秒)

T_{MIN}	T_A	T_{MAX}	- 40	T_A	85
電源電圧	2.7V	V_{DD}	5.5V		

電気的特性 (Note 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は $V_{DD} = 5V$ 、 $R_L = 8\ \Omega$ 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	LM4862		Units (Limits)
			Typical (Note 6)	Limit (Note 7)	
V_{DD}	Supply Voltage			2.7 5.5	V (min) V (max)
I_{DD}	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$, $I_O = 0A$ (Note 8)	3.6	6.0	mA (max)
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{PIN1} = V_{DD}$	0.7	5	μA (max)
V_{OS}	Output Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$	5	50	mV (max)
P_O	Output Power	THD = 1% (max); $f = 1\ kHz$; $R_L = 8\ \Omega$ THD + N = 10%; $f = 1\ kHz$; $R_L = 8\ \Omega$	675 825	500	mW (min) mW
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$P_O = 500\ mW_{rms}$; $R_L = 8\ \Omega$ $A_{VD} = 2$; $20\ Hz \leq f \leq 20\ kHz$	0.55		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{DD} = 4.9V$ to $5.1V$	50		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。「動作条件」とはデバイスが機能する条件を示しますが、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」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の仕様は保証されませんが、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・周囲温度間熱抵抗)、 T_A (周囲温度) に従って下げなければなりません。最大許容消費電力は $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、または絶対最大定格で示される値のうち、いずれか低い方の値です。LM4862 の場合、 T_{JMAX} は +150、基板実装時における J_A は 170 /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 と 100pF の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 200pF ~ 240pF の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 $T_A = +25$ 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: 待機時消費電流は、実際の負荷をアンプに接続しているときのオフセット電圧により異なります。

Automatic Switching Circuit

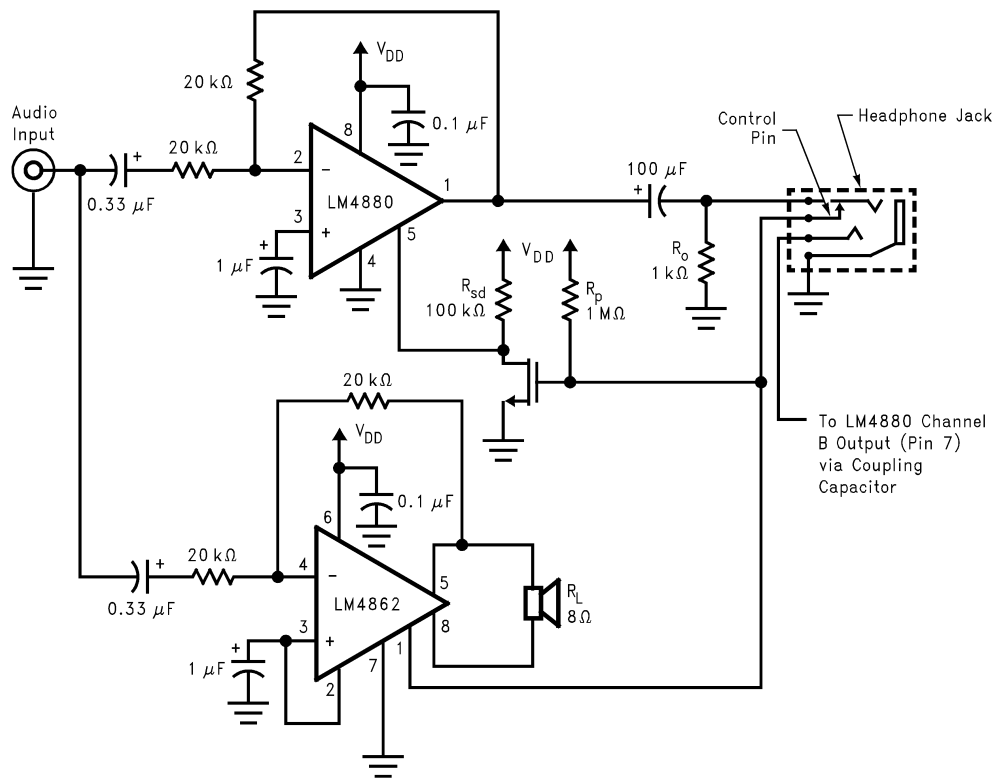


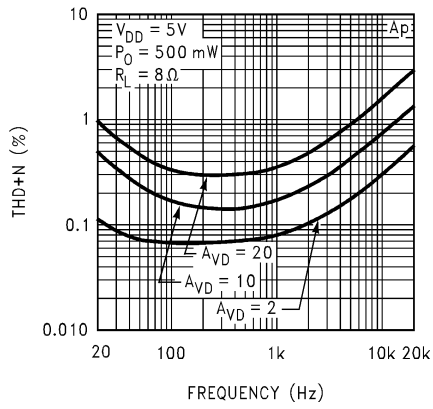
FIGURE 2. Automatic Switching Circuit

外付け部品 (Figure 1)

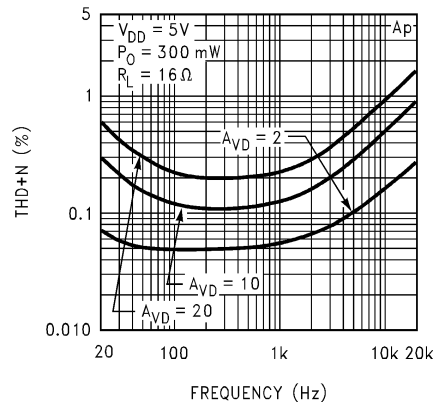
部品		機能説明
1.	R_i	R_f と共に閉ループ利得を設定するための反転入力抵抗。また、この抵抗は C_i と共に $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ のハイパス・フィルタを形成します。
2.	C_i	アンプの入力端子における不要な DC 成分を除去するための入力カップリング・コンデンサ。また、 R_i と共に $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ のハイパス・フィルタを形成します。
3.	R_f	R_i と共に閉ループ利得を設定するためのフィードバック抵抗。
4.	C_s	電源フィルタとして機能する電源バイパス・コンデンサ。電源バイパス・コンデンサの適切な配置方法 / 選択については、「アプリケーション情報」の項を参照。
5.	C_B	中間電位をフィルタリングするバイパス・ピン・コンデンサ。バイパス・コンデンサの適切な配置方法 / 選択については、「アプリケーション情報」の項を参照。

代表的な性能特性

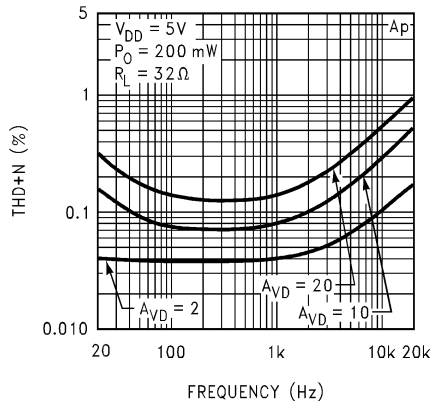
THD + N vs Frequency



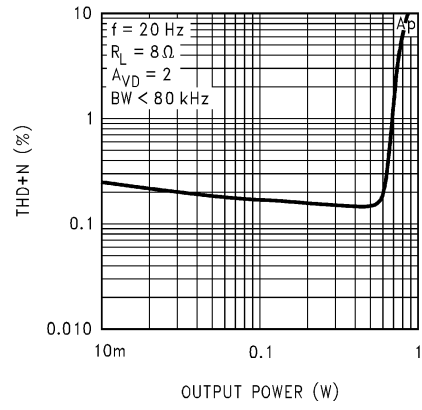
THD + N vs Frequency



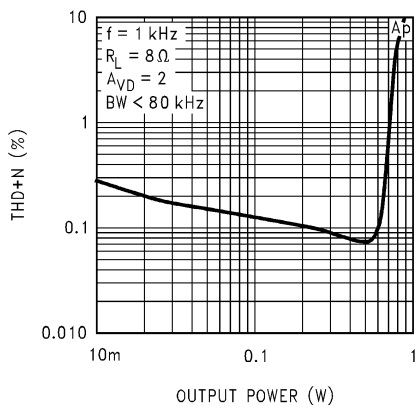
THD + N vs Frequency



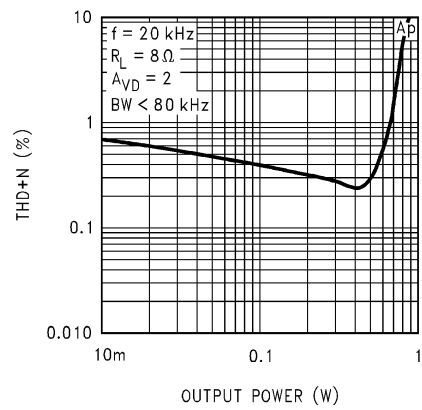
THD + N vs Output Power



THD + N vs Output Power

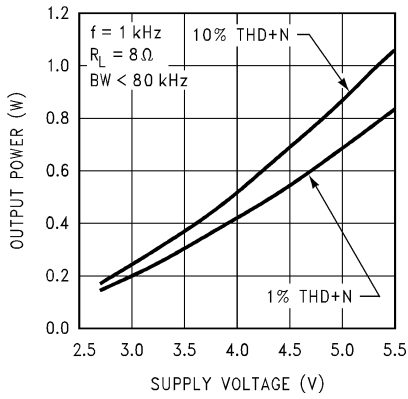


THD + N vs Output Power

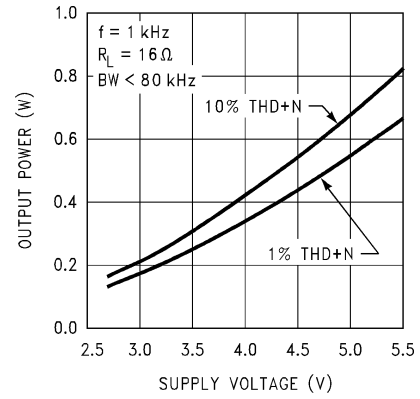


代表的な性能特性 (つづき)

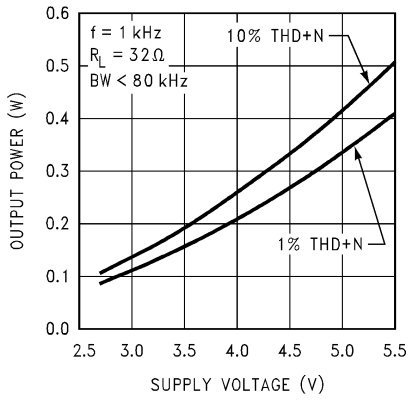
Output Power vs Supply Voltage



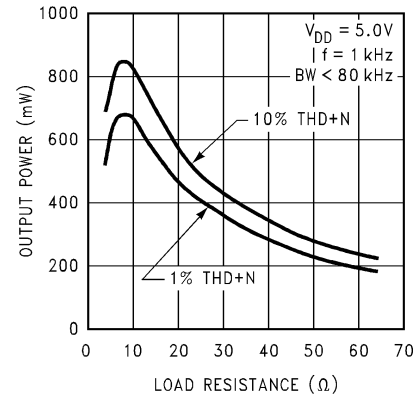
Output Power vs Supply Voltage



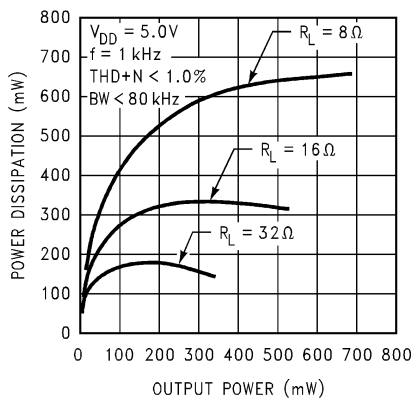
Output Power vs Supply Voltage



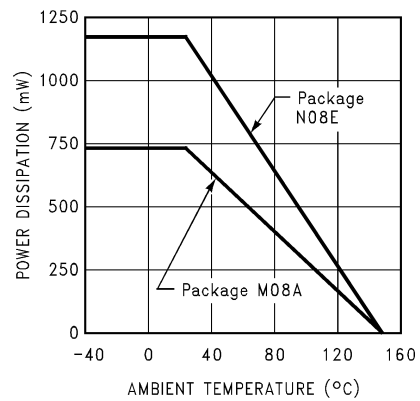
Output Power vs Load Resistance



Power Dissipation vs Output Power

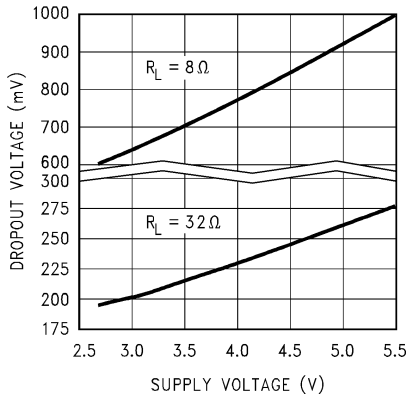


Power Derating Curve

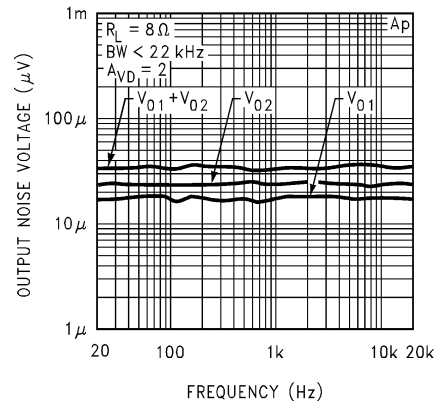


代表的な性能特性 (つづき)

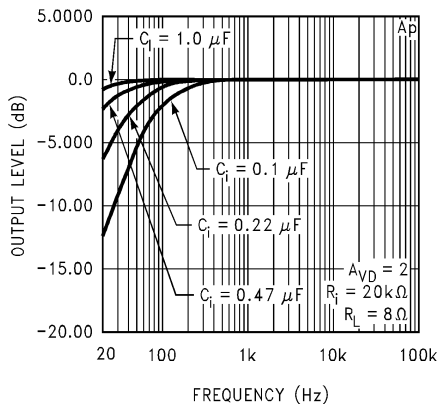
Dropout Voltage vs Power Supply



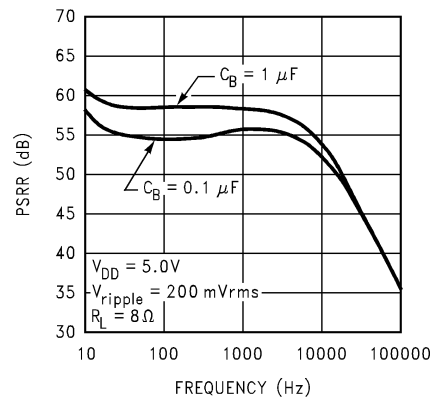
Noise Floor



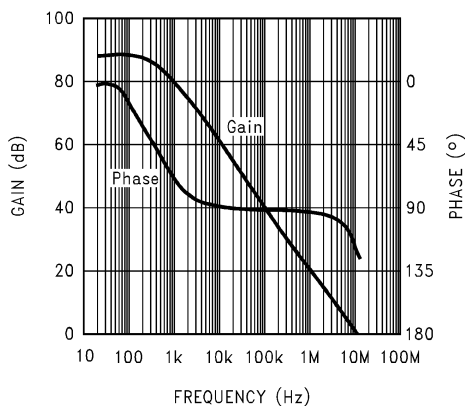
Frequency Response vs Input Capacitor Size



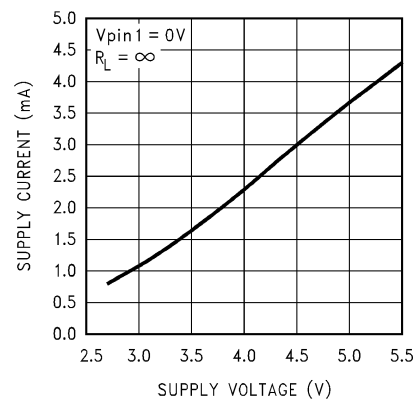
Power Supply Rejection Ratio



Open Loop Frequency Response



Supply Current vs Supply Voltage



アプリケーション情報

ブリッジ構成

Figure 1 に示してあるように、LM4862 は 2 つのオペアンプを内蔵しており、いくつかの異なるアンプ構成が可能です。1 段階アンプの利得は外部から構成でき、2 段階のアンプは、反転構成で、ユニティ・ゲインに内部で固定してあります。最初のアンプの閉ループ利得は R_f と R_i の比で設定され、2 段階のアンプの利得は 2 個の 10k Ω 内部抵抗で固定されています。Figure 1 に示されているように、アンプ 1 の出力はアンプ 2 の入力役を果たします。その結果、両方のアンプは、大きさが等しく、位相が 180 $^\circ$ ずれた信号を発生します。したがって、IC の差動利得は次のようになります。

$$A_{VD} = 2 * (R_f / R_i)$$

出力 V_{o1} と V_{o2} によって負荷を差動的にドライブすることにより、一般的に「ブリッジ・モード」と呼ばれるアンプ構成が実現されます。ブリッジ・モードの動作は、負荷の一端が接地されている従来のシングル・エンドのアンプ構成と異なります。

ブリッジ・アンプ構成は負荷を差動でドライブし、そのため、特定の電源電圧に対して出力のスイングを 2 倍にするので、シングル・エンド構成に比べて、いくつかのきわだった利点があります。その結果、同じ条件のシングル・エンドに比べて、4 倍の出力電力が可能です。得られる出力電力のこの増加は、アンプが電流制限されたり、クリップされたりしないことを仮定しています。スピーカ・システムに使われている高周波トランスデューサを損傷する過度のクリッピングを引き起こさないように、アンプの閉ループ利得を選ぶには、「オーディオ・パワーアンプの設計」を参照してください。

LM4862 で使われているようなブリッジ構成は、シングル・エンド・アンプに比べて 2 倍の利点も持っています。差動出力 V_{o1} と V_{o2} は 1/2 電源でバイアスされているので、負荷の両端には DC 電圧は存在しません。このため、単電源のシングル・エンド・アンプの構成では必要な、出力のカップリング・コンデンサが不要になります。出力カップリング・コンデンサがなければ、負荷の両端に半電源のバイアスをかけると、IC の内部電力消費を増加させ、スピーカに損傷を与えます。

電力消費

アンプがブリッジ構成か、あるいはシングル・エンド構成かにかかわらず、アンプを設計しようとするとき、電力消費は大きな問題となります。ブリッジ・アンプによって負荷に供給される電力が増加すると、内部電力消費も増加します。式 1 は与えられた電源電圧で動作し、特定の出力負荷をドライブしているブリッジ・アンプの最大電力消費点を表しています。

$$P_{DMAX} = 4 * (V_{DD})^2 / (2 * R_L) \quad (1)$$

LM4862 はひとつのパッケージ内に 2 つのアンプを持っているので、最大内部電力消費はシングル・エンド・アンプの 4 倍になります。このような電力消費の相当な増加にもかかわらず、LM4862 はヒートシンクを必要としません。5V の電源と 8 Ω の負荷を仮定すると、式 1 から、最大電力消費点は 625mW となります。式 1 から得られた最大電力消費点は式 2 から得られる電力消費より大きくなってはいけません。

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

SO パッケージの場合、 $J_A = 170$ W/度で、DIP パッケージの場合、 $J_A = 107$ W/度です。LM4862 では、 $T_{JMAX} = 150$ 度です。システムをどまぐ周囲温度 T_A に依存して、IC パッケージがサポートする最大内部電力消費を見つめるのに、式 2 を使うことができます。式 1 の結果が式 2 の結果より大きければ、電源電圧を小さくするか、負荷インピーダンスを大きくするか、あるいは周囲温度を下げるかしなければなりません。5V 電源で、8 Ω 負荷の代表的アプリケーションの場合、デバイスが最大電力消費点あたりで動作していれば、最高接合部温度を超さない最高周囲温度は約 44 度です。電力消費は出力電力の関数なので、最大電力消費点の近くの動作でなければ、周囲温度を上げることができません。出力電力が低いときの電力消費に関しては、「代表的な性能特性」のグラフを参照してください。

電源のバイパス

どんなパワーアンプの場合でも、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。バイパス・ピンと電源ピンのコンデンサは両方ともできるだけデバイスの近くに配置しなければなりません。「代表的な性能特性」に示されているように、大きな中間電位バイパス・コンデンサの効果は、中間電位の安定性の向上による PSRR の改善です。代表的なアプリケーションでは、電源の安定性を助ける 10 μ F と 0.1 μ F のバイパス・コンデンサを使いますが、LM4862 の電源ノードをバイパスする必要はなくなりません。バイパス・コンデンサ、特に C_B の選択は、望みの PSRR、「外付け部品の適切な選択」で説明されているクリックとポップの特性、システムのコスト、寸法上の制約に依存します。

シャットダウン機能

使用しないときの電力消費を減らすために、LM4862 には、アンプのバイアス回路を外部からターンオフするためのシャットダウン・ピンがあります。シャットダウン・ピンに論理 High が加えられると、シャットダウン機能がアンプをターンオフします。論理 Low と論理 High のレベルの間のトリガ・ポイントが通常、電源電圧の半分です。最上のデバイス性能を得るには、グラウンドと電源の間でスイッチするのが最上です。シャットダウン・ピンを V_{DD} にスイッチすることにより、LM4862 がアイドル・モードで電源から引き出す電流は最小になります。シャットダウン・ピンの電圧が V_{DD} より下で、デバイスがディセーブルされている間、アイドル電流は 0.7 μ A の代表値より大きくなります。いずれにせよ、シャットダウン・ピンを浮かせたままにしておく不要のシャットダウン状態を引き起こす場合があるので、シャットダウン・ピンは一定の電圧に固定してください。

多くのアプリケーションでは、素早く、円滑にシャットダウンへ移行させるシャットダウン回路をコントロールするのに、マイクロコントローラやマイクロプロセッサの出力が使われます。他の方法は、閉じるとグラウンドに接続され、アンプをイネーブルする単接点のスイッチを使うことです。開くと、47k Ω のソフト・プルアップ抵抗が LM4862 をディセーブルします。LM4862 にはソフト・プルダウン抵抗が内蔵されていないので、確定した電圧をシャットダウン・ピンに外部から与えなければなりません。そうしないと、内部のロジック・ゲートが浮いたままになり、アンプを予期せずディセーブルすることがあります。

アプリケーション情報 (つづき)

自動スイッチング回路

Figure 2 に示されているように、LM4862 と LM4880 は、ヘッドフォンが差し込まれているかどうかにしたがって、自動的にスイッチをオン・オフするように設定できます。LM4880 はステレオ・シングルエンドの負荷をドライブするのに使い、LM4862 はブリッジされた内部スピーカをドライブします。

この自動スイッチング回路は、出力ピンのひとつと、通常閉じているスイッチを形成する、ヘッドフォン・ジャックの多くに共通のシングル・コントロール・ピンを使用しています。この回路の出力 (LM4880 の 5 ピンの電圧) は、スイッチの位置により 2 つの状態をとります。ヘッドフォン・ジャック内のスイッチが開いているとき、NMOS インバータがオンするので、LM4880 はイネーブルされ、LM4862 はディスエーブルされます。ヘッドフォン・ジャックがなければ、内部スピーカはオンすべきで、外部スピーカはオフすべきです。したがって、LM4862 のシャットダウン・ピンの電圧は Low になり、LM4880 のシャットダウン・ピンの電圧は High になります。

この回路の動作は簡単です。スイッチが閉じていると、 R_p と R_o は 50mV 以下のゲート電圧をつくる抵抗分圧を形成します。このゲート電圧は NMOS インバータをオフに保ち、 R_{SD} は LM4880 のシャットダウン・ピンを電源電圧へプルします。これにより、LM4880 はシャットダウンされ、LM4862 は通常の動作モードに置かれます。スイッチが開くと、反対の状態になります。抵抗 R_p は NMOS のゲートを High にプルし、それがインバータをターンオンして、LM4880 のシャットダウン・ピンに論理 Low の信号を与えます。この状態は、LM4880 をイネーブルし、LM4862 をシャットダウン・モードに置きます。

図を簡単にするため、この回路のひとつのチャネルだけを Figure 2 に示しますが、代表的なアプリケーションでは、LM4880 がステレオ・ヘッドフォン・ジャックをドライブし、2 つの LM4862 が一対の内部スピーカをドライブします。内部スピーカが一個だけ必要な場合、左右の入力をモノ・チャネルヘミックスするのに、LM4862 をひとつだけ使うことができます。

外付け部品の選択

集積回路のパワーアンプを使ったアプリケーションで、外付け部品の適切な選択は、デバイスとシステムの性能を最適化するのに重要です。LM4862 は外付け部品の組み合わせに関して寛容ですが、部品の値についてシステム全体の品質を最大限良くするように配慮しなければなりません。

LM4862 はユニティ・ゲインで安定であり、デザイナーに最大限のシステムの自由度を与えます。LM4862 は、低利得構成で使って、THD + N 値を最小にし、SN 比を最大にします。低利得構成では、与えられた出力電力を得るのに大きな入力信号を必要とします。1Vrms 以上の入力信号がオーディオ・コーデックのような信号源から得られます。適切な利得の選択のもっと詳細な説明に関しては、「オーディオ・パワーアンプの設計」を参照してください。

利得の他に、主要な考慮点のひとつはアンプの閉ループ帯域幅です。帯域幅は Figure 1 に示す外付け部品の選択によって決まります。入力カップリング・コンデンサ C_i は低周波応答を制限する 1 次のハイ・パス・フィルタを形成します。この値は、いくつかの明確な理由により、必要な周波数応答に基づいて選ばなければなりません。

入力コンデンサの選択

大きな入力コンデンサは、ポータブル・デザインには、高価であり、かつスペースをとりすぎます。減衰なしに低周波をカップリングするには、特定のサイズのコンデンサが必要です。しかし、多くの場合、内部外部問わず、ポータブル・システムで使われるスピーカは、100 ~ 150Hz 以下の信号はほとんど再生できません。このため、大きな入力コンデンサを使っても、システムの性能を上げることはできないかもしれません。

システムのコストとサイズに加えて、クリックとポップの性能も入力カップリング・コンデンサ C_i のサイズの影響を受けます。大きな入力カップリング・コンデンサは、静止 DC 電圧 (定格 $1/2V_{DD}$) に達するのに、より多くの電荷を必要とします。この電荷はフィードバックを介して出力から来るので、デバイスがイネーブルされたときポップを発生する傾向があります。このため、必要な低周波応答に基づいてコンデンサのサイズを最小にすることにより、ターンオン・ポップを最小にすることができます。

入力コンデンサのサイズを最小にすることに加えて、バイパス・コンデンサの値に十分配慮してください。バイパス・コンデンサ C_B は、どのくらい速く LM4862 がターンオンするかを決めるので、ターンオン・ポップを最小にするのにもっとも重要な部品です。LM4862 の出力が静止 DC 電圧 (定格 $1/2V_{DD}$) までゆっくり上昇すればするほど、ターンオン・ポップは小さくなります。1.0μF の C_B と小さな値の C_i (0.1μF から 0.39μF の範囲) を選べば、実際上クリックなし、ポップなしのシャットダウン機能を実現できます。0.1μF の C_B でもデバイスはちゃんと機能しますが (発振やモーターボータインクなし)、デバイスはターンオン・クリックやポップに対してずっと弱くなります。このため、もっともコストに厳しいデザイン以外のすべてのデザインで、1.0μF 以上の C_B 値を推奨します。

オーディオ・パワーアンプの設計

500mW/8 オーディオ・アンプの設計

前提:

パワー出力	500mWrms
負荷インピーダンス	8
入力レベル	1Vrms
入力インピーダンス	20k
帯域幅	100Hz ~ 20kHz ± 0.25dB

デザイナーはまず規定された出力パワーを得るための最小電源を決めます。「代表的性能特性」の出力パワーと電源電圧の関係のグラフから外挿して、電源電圧は容易に見つけることができます。最小電源電圧を決める 2 番目の方法は、式 3 を使って必要な V_{opeak} を計算し、ドロップアウト電圧を加えることです。この方法を使うと、最小電源電圧は $(V_{\text{opeak}} + (2 * V_{\text{OD}}))$ となるでしょう。ただし、 V_{OD} は「代表的性能特性」のドロップアウト電圧と電源電圧の関係のグラフからの外挿です。

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

出力パワーと電源電圧のグラフを 8 負荷に使うと、最小電源電圧は 4.3V となります。しかし、ほとんどのアプリケーションで 5V が標準的電源電圧なので、それを電源電圧として選びます。電源電圧にゆとりがあるので、LM4862 は、信号をクリップすることなしに、500mW を超えるピークを再生できます。このとき、デザイナーは、電源電圧と出力インピーダンスの選択が「電力消費」で説明されている条件に抵触しないことを確認しなければなりません。

アプリケーション情報 (つづき)

電力消費の等式がひとたび考慮されると、必要な差動利得は式 4 から求めることができます。

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

$$R_f / R_i = A_{VD} / 2: \quad (5)$$

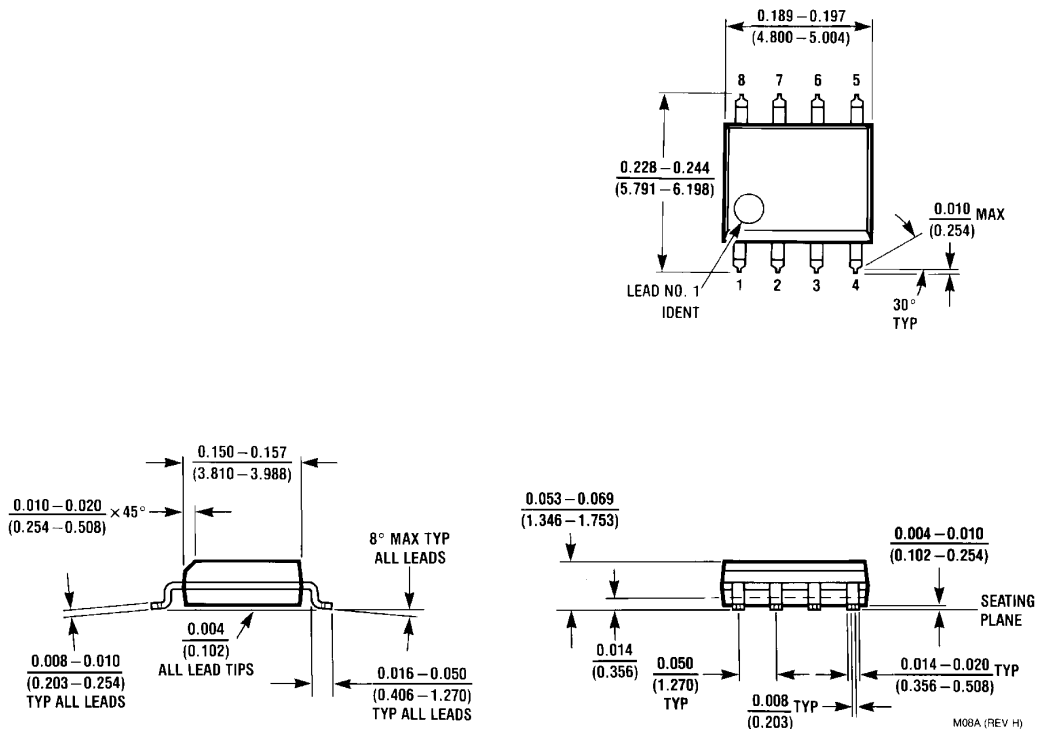
式 4 から、最小 A_{VD} は 2 となります； $A_{VD} = 2$ を使います。望みの入力インピーダンスは 20k だったので、 A_{VD} が 2 のとき、 R_f と R_i の比が 1:1 なら、 $R_i = R_f = 20k$ となります。デザインの最後のステップは、帯域幅の条件を検討することで、それは - 3dB の周波数ポイントで記述します。- 3dB のポイントから 5 倍離れる

と、パスバンド応答から 0.17dB 下がります。これは必要な ± 0.25 dB の仕様よりすぐれています。この結果、低周波と高周波の極は、各々 20Hz と 100kHz になります。「外付け部品」で述べられているように、 C_i とともに R_i はハイパス・フィルタを形成します。

$C_i = 1 / (2 * 20k * 20Hz) = 0.397 \mu F$; 0.39 μF を使います。

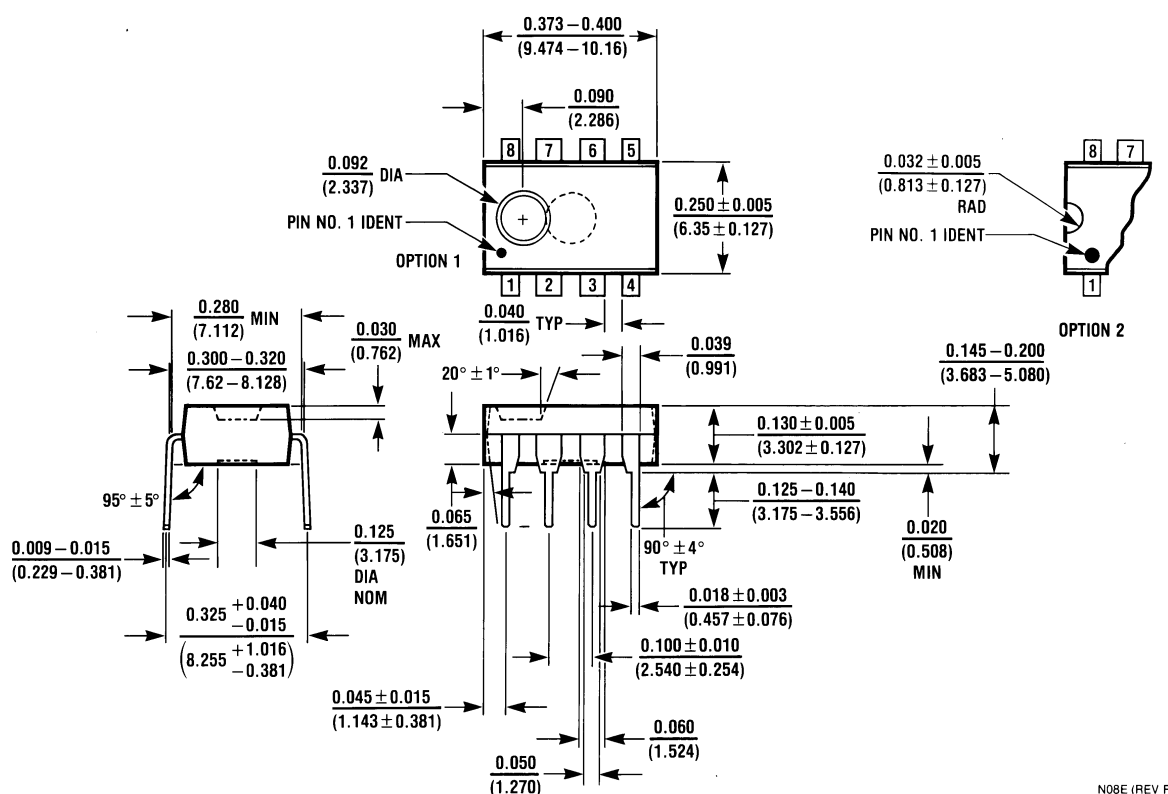
高周波のポールは、望みの高周波のポール f_H と差動利得 A_{VD} の積で決まります。 $A_{VD} = 2$ で、 $f_H = 100kHz$ のとき、 $GBWP = 100kHz$ となり、これは LM4862 の 12.5MHz の $GBWP$ よりはるかに小さくなります。この数字は、デザイナーが、もっと高い差動利得のアンプをデザインする必要があるとしても、帯域幅の問題にぶつかることなしに、LM4862 を使えることを示しています。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



8-Lead (0.150 Wide) Molded Small Outline Package, JEDEC
Order Number LM4862M
NS Package Number M08A

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



8-Lead (0.300 Wide) Molded Dual-In-Line Package
Order Number LM4862N
NS Package Number N08E

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。

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ください。

 **0120-666-116**