

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

LM4881

Boomer[®] オーディオ・パワーアンプ・シリーズ

デュアル 200mW 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

LM4881は、5V電源で8Ωの負荷に1チャンネル当たり、200mWの平均電力を連続して供給できる、2チャンネル入り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0.1%未満に抑えています。

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。LM4881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 + N (125mW 連続平均出力、 $R_L = 8 \Omega$ 、1kHz)	0.1% (max)
THD + N (75mW 連続平均出力、 $R_L = 32 \Omega$ 、1kHz)	0.02% (typ)
出力電力 (THD + N = 10%、 $R_L = 8 \Omega$ 、1kHz)	300mW (typ)
シャットダウン電流	0.7μA (typ)
電源電圧範囲	2.7V ~ 5.5V

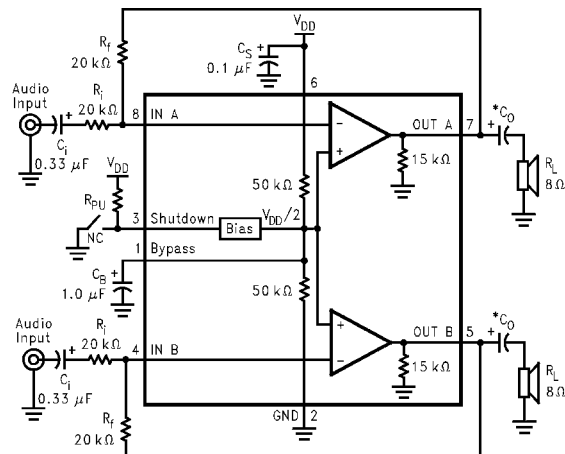
特長

- MSOP 表面実装パッケージ
- 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
- サーマル・シャットダウン保護
- 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

- ヘッドフォン・アンプ
- ハンドヘルド・コンピュータ
- マイクロフォン・アンプ

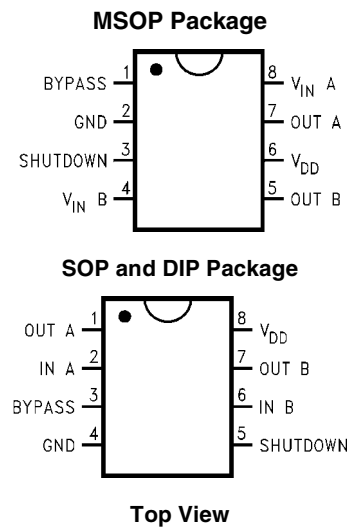
代表的なアプリケーション



* 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



Order Number LM4881MM, LM4881M, or LM4881N
See NS Package Number MUA08A, M08A, or N08E

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。

LM4881 Boomer[®] デュアル 200mW 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 3)

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 ~ $V_{DD} + 0.3V$
消費電圧 (Note 4)	内部にて制限
ESD 耐圧 (Note 5)	3500V
ESD 耐圧 (Note 6)	250V
接合部温度	150
ハンダ付け (Note 1)	
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 (MSOP)	56	/W
JA (MSOP)	210	/W
JC (SOP)	35	/W
JA (SOP)	170	/W
JC (DIP)	37	/W
JA (DIP)	107	/W

動作定格

温度範囲

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

Note 1: 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" を参照下さい。

電気的特性 (Note 2、3)

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	LM4881		Units (Limits)	
			Typ (Note 7)	Limit (Note 8)		
V_{DD}	Power Supply Voltage			2.7	V (min)	
				5.5	V (max)	
I_{DD}	Quiescent Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A$	3.6	6.0	mA (max)	
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{PIN1} = V_{DD}$	0.7	5	μA (max)	
V_{OS}	Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$	5	50	mV (max)	
P_O	Output Power	THD = 0.1% (max); f = 1 kHz;				
		$R_L = 8$	200	125	mW (min)	
		$R_L = 16$	150		mW	
		$R_L = 32$	85		mW	
		THD + N = 10%; f = 1 kHz;				
		$R_L = 8$	300		mW	
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$R_L = 16, P_O = 120 \text{ mWrms};$	0.025		%	
		$R_L = 32, P_O = 75 \text{ mWrms};$ f = 1 kHz	0.02		%	
PSRR		$C_B = 1.0 \mu F, V_{RIPPLE} = 200 \text{ mVrms}, f = 120\text{Hz}$	50		dB	

電気的特性 (Note 2、3)

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	LM4881		Units (Limits)	
			Typ (Note 7)	Limit (Note 8)		
I_{DD}	Quiescent Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A$	1.1		mA	
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{PIN1} = V_{DD}$	0.7		μA	
V_{OS}	Offset Voltage	$V_{IN} = 0V$	5		mV	
P_O	Output Power	THD = 1% (max); f = 1 kHz;				
		$R_L = 8$	70		mW	
		$R_L = 16$	65		mW	
		$R_L = 32$	30		mW	
		THD + N = 10%; f = 1 kHz;				
		$R_L = 8$	95		mW	
THD + N	Total Harmonic Distortion + Noise	$R_L = 16, P_O = 60$ mWrms;	0.2		%	
		$R_L = 32, P_O = 25$ mWrms;	0.03		%	
		f = 1 kHz				
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$C_B = 1.0 \mu F, V_{RIPPLE} = 200$ mVrms, f = 100 Hz	50		dB	

Note 2: 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 3: 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。動作条件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 4: 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 $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、LM4881 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 MSOP のとき 210 /W、SOP のとき 170 /W、DIP のときは、107 /W です。

Note 5: 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 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 6: 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 7: 代表値 (Typical) は $T_A = 25$ で得られる最も標準的な数値です。

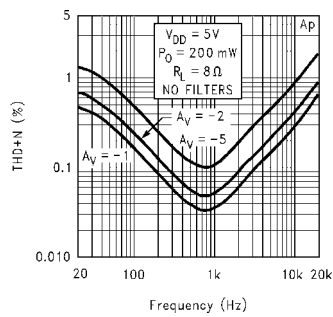
Note 8: リミット値 (Limit) はナショナル セミコンダクター社の AOQL (平均出荷品質レベル) に基づき保証されます。

外付け部品 (Figure 1)

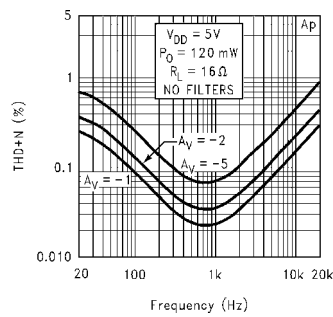
外付け部品	機能説明
1. R_i	R_i と共に閉ループ利得を設定する反転入力抵抗です。 この抵抗は、 C_i とともにハイパス・フィルタ ($f_c = 1/(2 * R_i * C_i)$) を構成します。
2. C_i	アンプの入力端子を外部からの DC 電圧を制限するための入力カップリング・コンデンサです。 R_i とともにハイパス・フィルタ ($f_c = 1/(2 * R_i * C_i)$) を構成します。 C_i の値の設定方法については、" 外付け部品の選定 " の項を参照下さい。
3. R_f	R_f とともに閉ループ利得を設定します。
4. C_S	電源フィルタとして機能するバイパス・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 " 外付け部品の選定 " 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・フィルタを形成します。 $f_0 = 1/(2 * R_L * C_O)$

代表的な性能特性

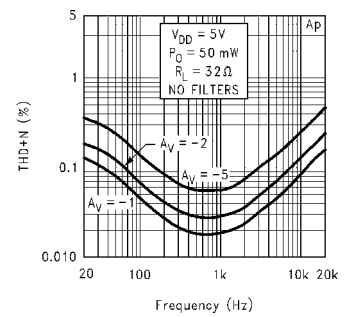
THD + N vs Frequency



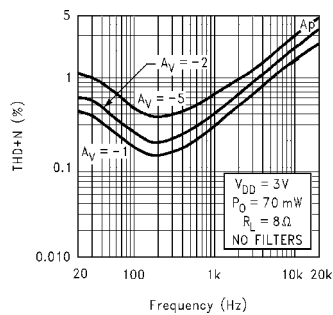
THD + N vs Frequency



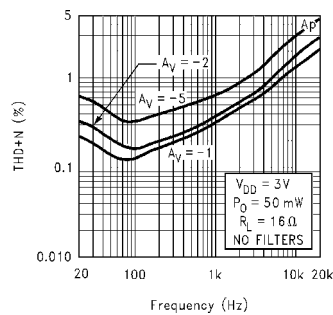
THD + N vs Frequency



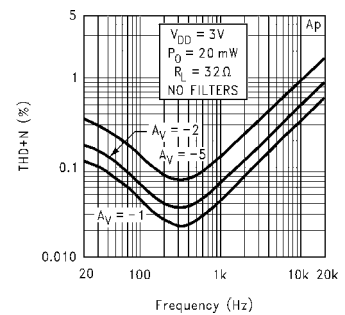
THD + N vs Frequency



THD + N vs Frequency

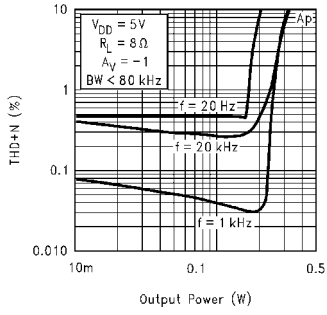


THD + N vs Frequency

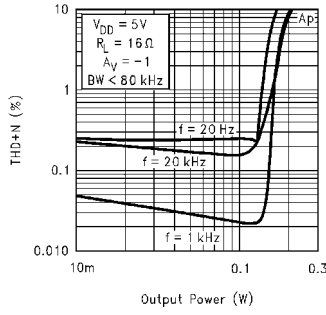


代表的な性能特性 (つづき)

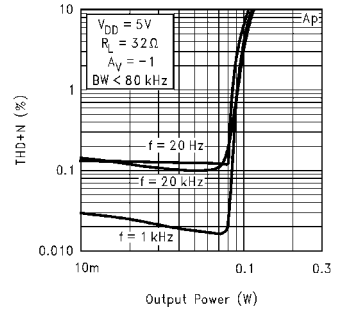
THD + N vs Output Power



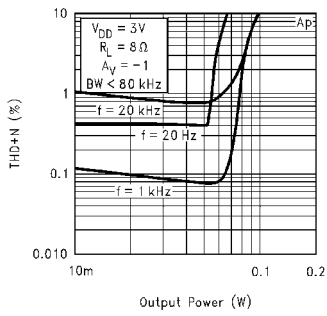
THD + N vs Output Power



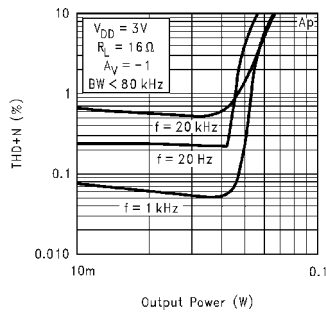
THD + N vs Output Power



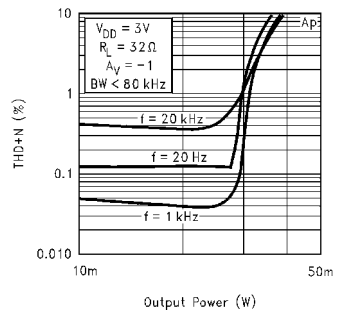
THD + N vs Output Power



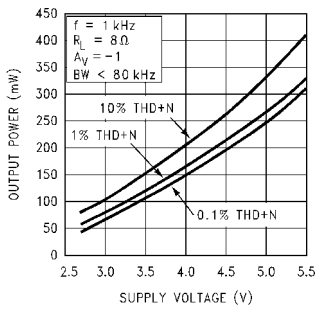
THD + N vs Output Power



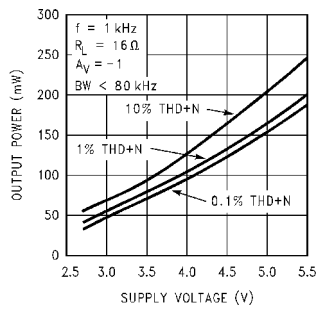
THD + N vs Output Power



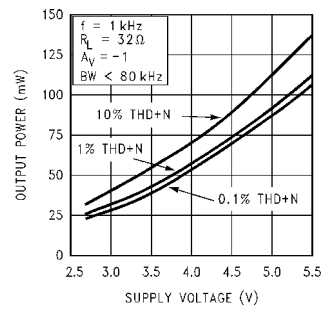
Output Power vs Supply Voltage



Output Power vs Supply Voltage

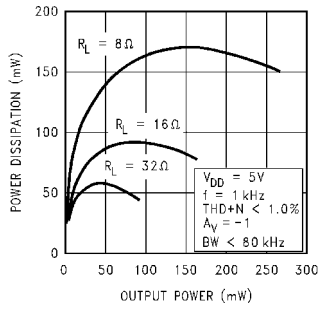


Output Power vs Supply Voltage

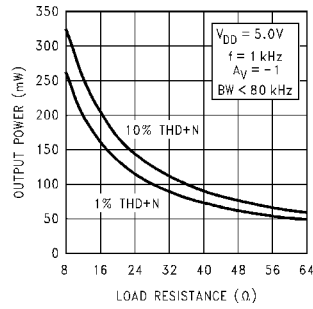


代表的な性能特性 (つづき)

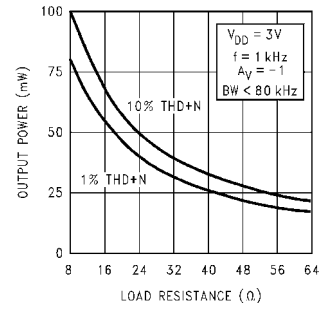
Power Dissipation vs Output Power



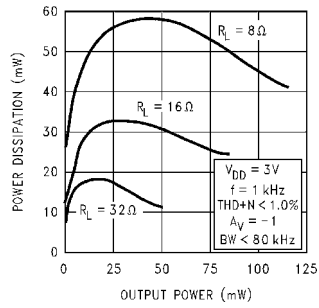
Output Power vs Load Resistance



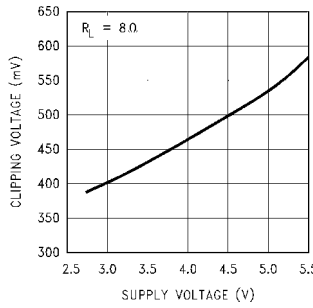
Output Power vs Load Resistance



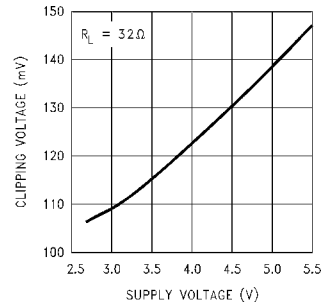
Power Dissipation vs Output Power



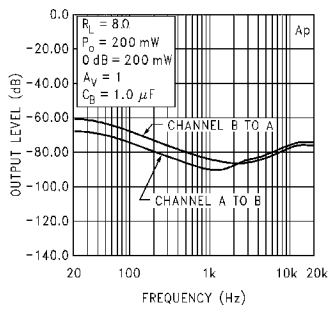
Clipping Voltage vs Supply Voltage



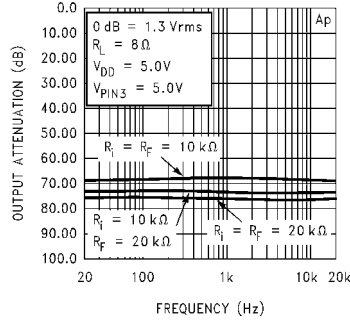
Clipping Voltage vs Supply Voltage



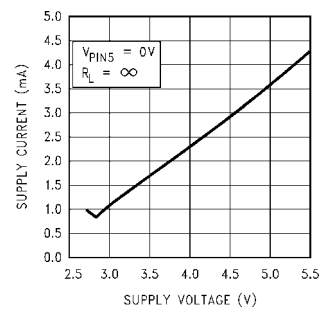
Channel Separation



Output Attenuation in Shutdown Mode

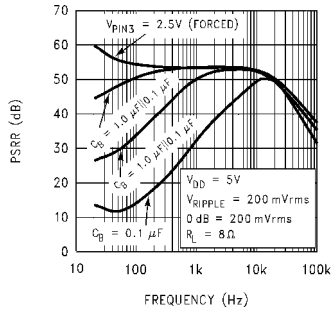


Supply Current vs Supply Voltage

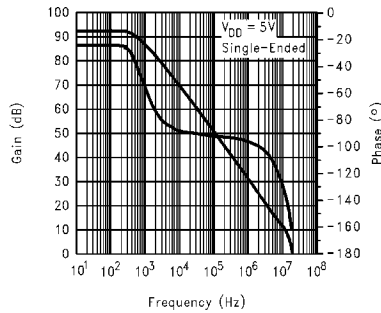


代表的な性能特性 (つぎ)

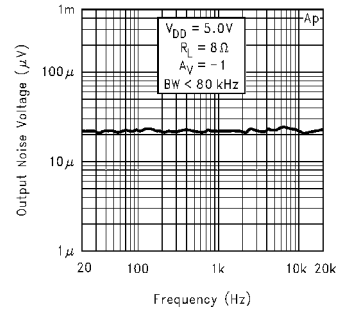
Power Supply Rejection Ratio



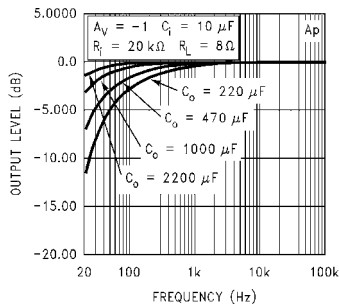
Open Loop Frequency Response



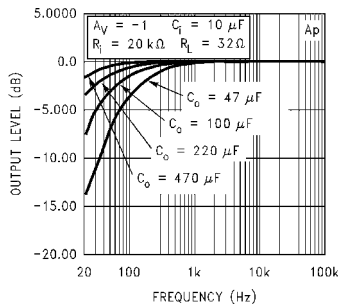
Noise Floor



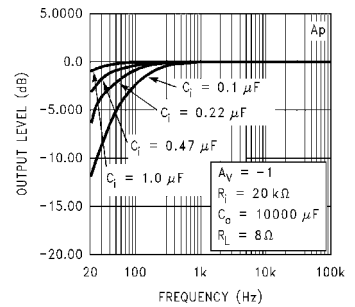
Frequency Response vs Output Capacitor Size



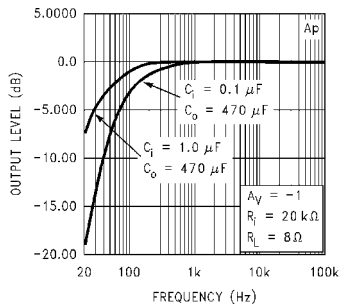
Frequency Response vs Output Capacitor Size



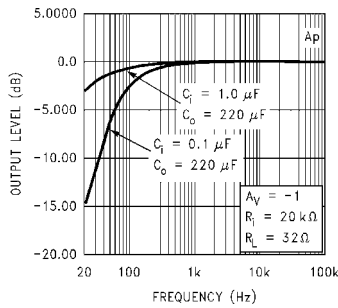
Frequency Response vs Output Capacitor Size



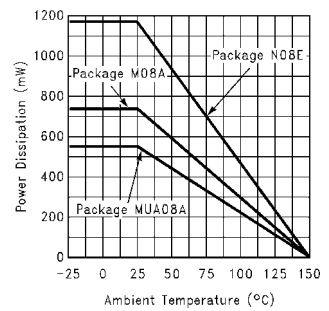
Typical Application Frequency Response



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、LM4881 はアンプのバイア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、LM4881 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 $0.7\mu\text{A}$ 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、LM4881 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。

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

LM4881 は、2 つのパワーアンプを一つのパッケージに収めているので、最大内部消費電力の値は、式 1 の結果の 2 倍となります。この様に内部消費電力は大きくなりますが、LM4881 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、アンプ一つ当たりの最大消費電力は、電源電圧が 5V、負荷が 8 の時、158mW となります。このことより、パッケージの最大消費電力は 317mW 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小さくなるようにして下さい。

$$P_{D\text{MAX}} = (T_{J\text{MAX}} - T_A) / J_A \quad (2)$$

LM4881 の MSO パッケージでは $J_A = 210$ /W、SOP で $J_A = 170$ /W、DIP で $J_A = 107$ /W、 $T_{J\text{MAX}}$ は共に $T_{J\text{MAX}} = 150$ 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 8 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 96 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、LM4881 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、「外付け部品の選択」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。

外付け部品の選択

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と、システムの性能にとって重要な事です。LM4881 は外付け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点を考慮して下さい。

LM4881 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。LM4881 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。1Vrms 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、適切な利得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。

利得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。

入力 / 出力のコンデンサの選択

大容量の入力・出力のコンデンサはポータブルな設計にとって、高価かつ大きなスペースを必要とします。低周波数を減衰しすぎずに結合するのに必要な値のコンデンサが必要となります。しかし、多くの場合、ポータブル・システムでは電池が使用され、内部または外部でも 150Hz 以下の信号を出力する能力は低くなります。従って、大きな入力・出力コンデンサを使用することは、システムの性能を上げることにならないかも知れません。

システムのコストとサイズに加えて、クリック、ポップ・ノイズも、入力カップリング・コンデンサ C_i の値に影響されます。大きな入力コンデンサは、バイアス DC 電圧 (通常 V_{DD} の 1/2) に達するまで、多くのチャージを必要とします。このチャージは、出力からフィードバックを経由して供給され、そして、デバイスがアクティブとなる時に、ポップ・ノイズを発生しがちです。従って、必要な低周波数のレスポンスに基づきコンデンサの値を小さくすることは、ターン・オン時のポップ・ノイズを小さくすることができます。

アプリケーション情報 (つづき)

入力と出力のコンデンサの値を小さくすることに加えて、バイパス・コンデンサの値も考慮する必要があります。バイパス・コンデンサ C_B は、ターン・オン時のポップ・ノイズを低減するのに最も重要な部品で、LM4881 がいかに速くターン・オンするかを決定します。LM4881 の出力が立ち上がるのが、バイパス電圧 (通常 V_{DD} の 1/2) に達するより遅いとき、ターン・オン時のポップ・ノイズは小さくなります。 C_B を $1.0\mu\text{F}$ に選ぶのに加えて、 C_1 の値を小さく ($0.1\mu\text{F}$ から $0.39\mu\text{F}$ の間) すると、実質上では、クリックやポップを抑える機能となります。デバイスが適切に機能していても (発振やモーターボート音がなるとき)、 C_B が $0.1\mu\text{F}$ のとき、デバイスは更にターン・オン時のクリックやポップ・ノイズに影響されやすくなります。従って、 C_B の値を $1.0\mu\text{F}$ 、またはそれ以上に選ぶことを推奨します。

オ - デイオ ・ パワーアンプの設計

デュアル 200mW/8 オーディオアンプの設計

設計条件 :

出力電力	200mWrms
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_{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_{OPEAK} の値は、式 3 から求めることができます。

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

200mW の出力電力を 8 の負荷に供給する場合、必要となる V_{OPEAK} は 1.79V となります。 V_{OPEAK} と V_{OD} の和から最小電圧は 2.32V 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、LM4881 では 200mW 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。

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

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

式 4 から、最小 A_V は : $A_V = 1.26$

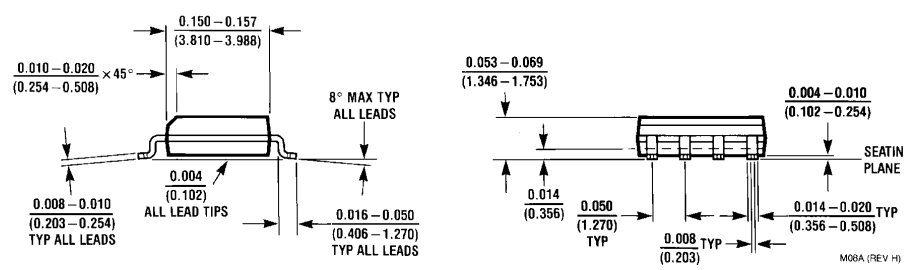
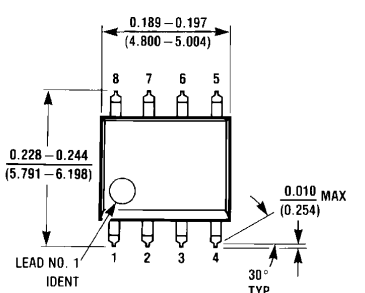
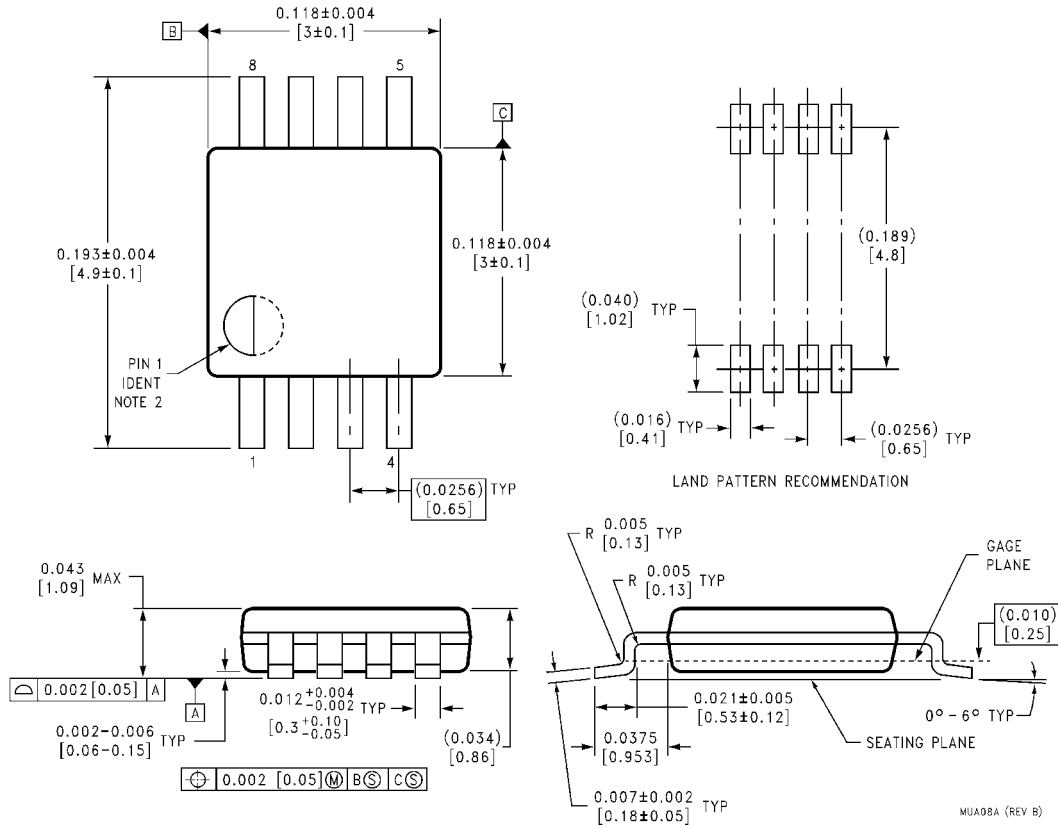
所望する入力インピーダンスは 20k で利得は 1.26 なので、27k が 5%精度の抵抗から R_f に選定されます。この組み合わせの結果、公称の利得は 1.35 となります。最終設計段階では、- 3dB 周波数ポイントで示される 2 組の帯域幅を規定します。- 3dB ポイントから 5 倍離れると、通過帯域特性から - 0.17dB となります。「外付け部品」の項で定めた通り、 R_i と結合される C_i 、そして C_O と R_L 両方とも 1 次のハイパス・フィルタを形成します。従って、所望する 100Hz の低周波数のレスポンスを $\pm 0.5\text{dB}$ 以内で得るには、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。

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

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

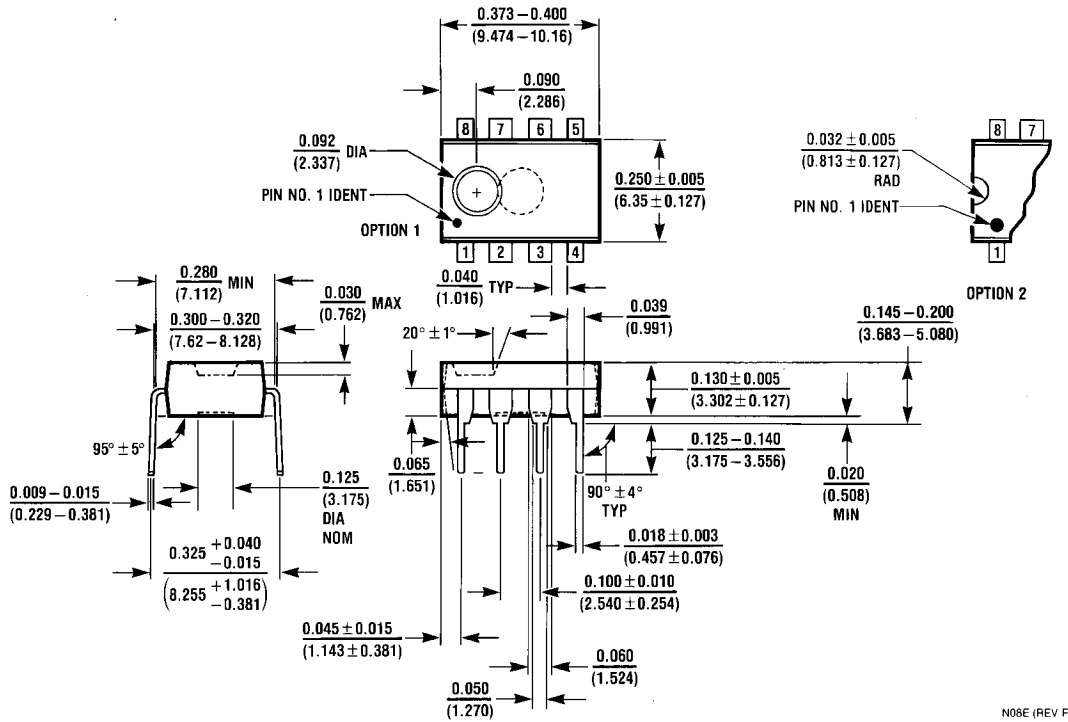
高域ポールは、所望する高域ポール f_H と閉ループ利得 A_V により決定されます。閉ループ利得 1.35 と $f_H = 100\text{kHz}$ の積から GBWP (利得帯域幅積) = 135kHz となり LM4881 の GBWP の 18MHz よりずっと小さな値となります。従って、設計者は利得の大きいアンプを設計しなければならない場合にも、帯域幅の問題に直面せずに LM4881 を使用することができます。

外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



Order Number LM4881M
NS Package Number M08A

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



Order Number LM4881N
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。

<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