

LM1876

*LM1876 Overture Audio Power Amplifier Series Dual 20W Audio Power
Amplifier with Mute and Standby Modes*



Literature Number: JAJ820



2003 年 7 月

LM1876

Overture[®] オーディオ・パワーアンプ・シリーズ
デュアル 20W オーディオ・パワーアンプ
(ミュート、スタンバイ・モード付き)

概要

LM1876 は 4Ω および 8Ω 負荷に対して 0.1% 以下の全高調波歪 (THD + N) で連続平均出力電力 20W/ チャンネルを出力する能力があるステレオ・オーディオ・パワーアンプです。

個々のアンプは独立したスムーズ・フェードイン / フェードアウトするミュート機能と外部ロジックでコントロールできる省電力スタンバイ機能を備えています。

SPiKe™ 保護 (Self Peak Instantaneous Temperature (°C)) 回路により、ディスクリートやハイブリッド・アンプより優れたダイナミック SOA (Safe Operating Area) 保護を行います。**SPiKe** 保護は、過電圧、低電圧、さらに、電源への短絡、熱暴走、瞬間的溫度上昇等を含む過負荷に対して、出力が保護されていることを意味します。

主な仕様

- 1kHz 時、4Ω/8Ω 負荷への連続平均出力電力が
2 × 15W のときの THD + N 0.1% (max)
- 1kHz 時、8Ω 負荷への連続平均出力電力が
2 × 20W のときの THD + N 0.009% (Typ)
- スタンバイ電流 4.2mA (Typ)

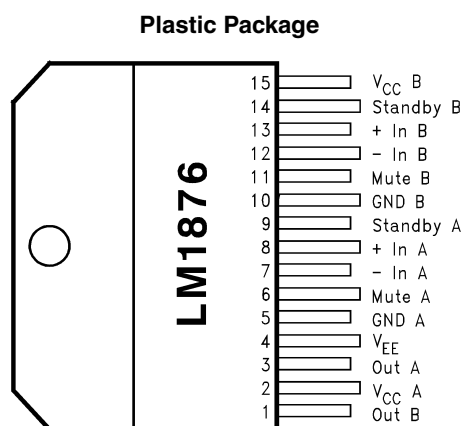
特長

- SPiKe 保護
- 少ない外付け部品
- 静かなフェードイン / フェードアウトのミュート機能
- 省電力スタンバイ・モード
- フルモールド 15 ピン TO-220 パッケージ
- 非モールド 15 ピン TO-220 パッケージ
- 広電源電圧範囲 20V ~ 64V

アプリケーション

- ハイエンド・ステレオ TV
- コンポーネント・ステレオ
- ミニコンボ

ピン配置図



Top View
Isolated Package
Order Number LM1876TF
See NS Package Number TF15B
Non-Isolated Package
Order Number LM1876T
See NS Package Number TA15A

SPiKe™ および Overture[®] はナショナル セミコンダクター社の商標です。

代表的なアプリケーション

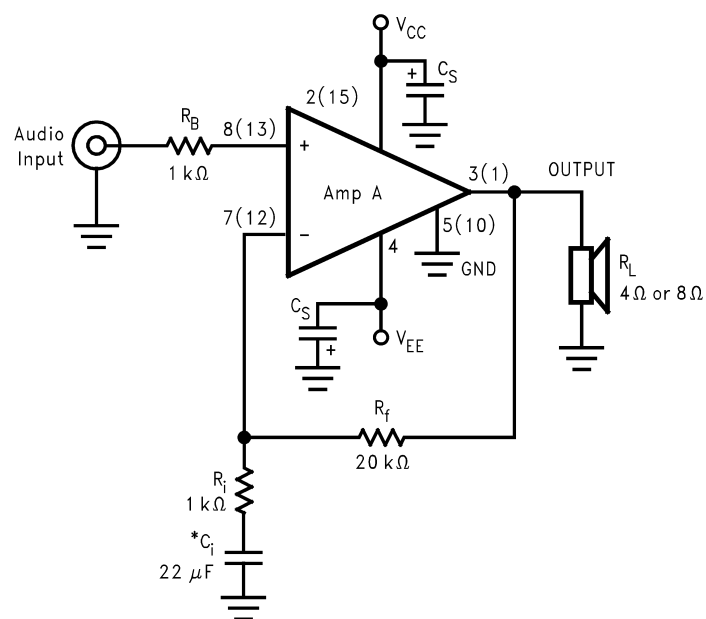


FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

Note: カッコ内は、Bch の端子番号です。

* 設計条件等により必要なオプション部品です。

絶対最大定格 (Note 4、5)

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。

電源電圧 $|V_{CC}| + |V_{EE}|$
(無信号時)

64V

電源電圧 $|V_{CC}| + |V_{EE}|$
(信号時)

64V

同相入力電圧範囲

$V_{CC} \sim V_{EE}$
ただし $|V_{CC}| + |V_{EE}|$

54V

差動入力電圧

54V

出力電流

内部制限

消費電力 (Note 6)

62.5W

ESD 定格 (Note 7)

2000V

最大接合部温度 (Note 8)

+ 150

熱抵抗

フルモールド TF パッケージ

 θ_{JC}

2 /W

非モールド T パッケージ

 θ_{JC}

1 /W

リード温度

TF パッケージ (ハンダ付け、10 秒)

+ 260

保存温度範囲

- 40 ~ + 150

動作定格 (Note 4、5)

温度範囲

 T_{MIN} T_A T_{MAX}

- 20

 T_A + 85電源電圧 $|V_{CC}| + |V_{EE}|$ (Note 1)

20V ~ 64V

電気的特性 (Note 4、5)

特記のない限り、 $V_{CC} = +22V$ 、 $V_{EE} = -22V$ 、 $R_L = 8\Omega$ です。リミット値は $T_A = 25$ で適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM1876		Units (Limits)
			Typical (Note 9)	Limit (Note 10)	
$ V_{CC} + V_{EE} $	Power Supply Voltage (Note 11)	$GND - V_{EE} \geq 9V$		20 64	V (min) V (max)
P_O (Note 3)	Output Power (Continuous Average)	THD + N = 0.1% (max), $f = 1 \text{ kHz}$ $ V_{CC} = V_{EE} = 22V$, $R_L = 8\Omega$ $ V_{CC} = V_{EE} = 20V$, $R_L = 4\Omega$ (Note 13)	20 22	15 15	W/ch (min) W/ch (min)
THD + N	Total Harmonic Distortion Plus Noise	15 W/ch, $R_L = 8\Omega$ 15 W/ch, $R_L = 4\Omega$, $ V_{CC} = V_{EE} = 20V$ $20 \text{ Hz} \leq f \leq 20 \text{ kHz}$, $A_V = 26 \text{ dB}$	0.08 0.1		% %
X_{talk}	Channel Separation	$f = 1 \text{ kHz}$, $V_O = 10.9 \text{ Vrms}$	80		dB
SR (Note 3)	Slew Rate	$V_{IN} = 1.414 \text{ Vrms}$, $t_{rise} = 2 \text{ ns}$	18	12	V/ μ s (min)
I_{total} (Note 2)	Total Quiescent Power Supply Current	Both Amplifiers $V_{CM} = 0V$, $V_O = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$ Standby: Off Standby: On	50 4.2	80 6	mA (max) mA (max)
V_{OS} (Note 2)	Input Offset Voltage	$V_{CM} = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$	2.0	15	mV (max)
I_B	Input Bias Current	$V_{CM} = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$	0.2	0.5	μ A (max)
I_{OS}	Input Offset Current	$V_{CM} = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$	0.002	0.2	μ A (max)
I_O	Output Current Limit	$ V_{CC} = V_{EE} = 10V$, $t_{ON} = 10 \text{ ms}$, $V_O = 0V$	3.5	2.9	Apk (min)
V_{OD} (Note 2)	Output Dropout Voltage (Note 12)	$ V_{CC} - V_O $, $V_{CC} = 20V$, $I_O = +100 \text{ mA}$ $ V_O - V_{EE} $, $V_{EE} = -20V$, $I_O = -100 \text{ mA}$	1.8 2.5	2.3 3.2	V (max) V (max)
PSRR (Note 2)	Power Supply Rejection Ratio	$V_{CC} = 25V$ to $10V$, $V_{EE} = -25V$, $V_{CM} = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$ $V_{CC} = 25V$, $V_{EE} = -25V$ to $-10V$ $V_{CM} = 0V$, $I_O = 0 \text{ mA}$	115 110	85 85	dB (min) dB (min)

電氣的特性 (Note 4、5)(つづき)

特記のない限り、 $V_{CC} = +22V$ 、 $V_{EE} = -22V$ 、 $R_L = 8\Omega$ です。リミット値は $T_A = 25$ で適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM1876		Units (Limits)
			Typical (Note 9)	Limit (Note 10)	
CMRR (Note 2)	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CC} = 35V$ to $10V$, $V_{EE} = -10V$ to $-35V$, $V_{CM} = 10V$ to $-10V$, $I_O = 0$ mA	110	80	dB (min)
A_{VOL} (Note 2)	Open Loop Voltage Gain	$R_L = 2$ k Ω , $\Delta V_O = 20$ V	110	90	dB (min)
GBWP	Gain Bandwidth Product	$f_O = 100$ kHz, $V_{IN} = 50$ mVrms	7.5	5	MHz (min)
e_{IN} (Note 3)	Input Noise	IHF — A Weighting Filter $R_{IN} = 600\Omega$ (Input Referred)	2.0	8	μV (max)
SNR	Signal-to-Noise Ratio	$P_O = 1W$, A—Weighted, Measured at 1 kHz, $R_S = 25\Omega$	98		dB
		$P_O = 15W$, A—Weighted Measured at 1 kHz, $R_S = 25\Omega$	108		dB
A_M	Mute Attenuation	Pin 6,11 at 2.5V	115	80	dB (min)
Standby Pin					
V_{IL}	Standby Low Input Voltage	Not in Standby Mode		0.8	V (max)
V_{IH}	Standby High Input Voltage	In Standby Mode	2.0	2.5	V (min)
Mute pin					
V_{IL}	Mute Low Input Voltage	Outputs Not Muted		0.8	V (max)
V_{IH}	Mute High Input Voltage	Outputs Muted	2.0	2.5	V (min)

Note 1: 動作は 64V まで保証されますが、熱設計が適切でない場合、SPIKe 保護回路により、歪率が悪くなる場合があります。詳細は、「アプリケーション情報」を参照してください。

Note 2: DC テスト。テスト回路 # 1 を参照。

Note 3: AC テスト。テスト回路 # 2 を参照。

Note 4: 特記のない限り、すべての電圧は、GND ピン (pin5、10) を基準にして測定されます。

Note 5: 「絶対最大定格」とは、IC に破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。「動作定格」とは IC が動作する条件を示し、特定の性能リミット値を保証するものではありません。「電氣的特性」では、AC、DC のリミット値が示され、特定のテスト条件で保証されます。このことは、デバイスが「動作定格」内にあると仮定しています。リミット値が規定されていないパラメータは保証されませんが、代表値 (Typical) は、デバイスのパラメータを示す指標になります。

Note 6: 25 以上のケース温度では、最大接合部温度 $T_J = 150$ と、接合部 - ケース間熱抵抗 $\theta_{JC} = 2.0$ /W でデレーティングしなければなりません。「アプリケーション情報」の「正しいヒートシンクの選択」を参照ください。

Note 7: ESD は人体モデルに基づき 100pF のコンデンサから、1.5k Ω を通し各端子に放電させます。

Note 8: 最大動作接合部温度は 150 ですが、瞬間安全動作領域温度は 250 です。

Note 9: 代表値は、25 で測定され、標準の値です。

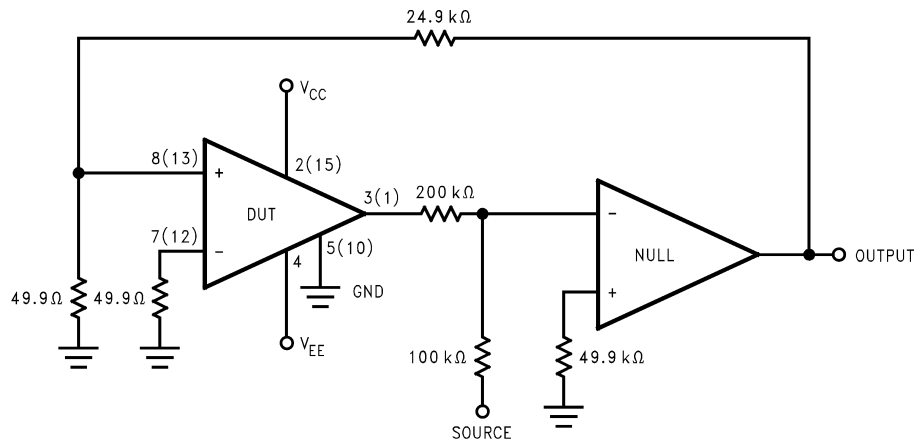
Note 10: リミット値は、全部品製造検査により規定値を満たしていることを保証しています。

Note 11: 低電圧ロックアウト回路をディスエーブルするため、 V_{EE} 電位は少なくともグランド電位を基準に - 9V 以上なくてはなりません。また、 V_{CC} と V_{EE} 間の電位差も 14V 以上なければなりません。

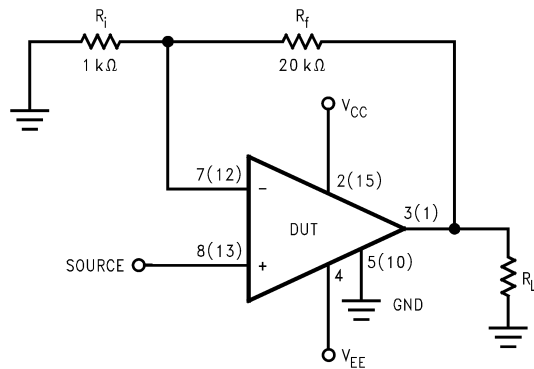
Note 12: 出力ドロップアウト電圧 V_{OD} は、電源電圧からクリップ電圧を引いた値です。「代表的な性能特性」の “ Clipping Voltage vs Supply Voltage ” のグラフを参照ください。

Note 13: $\pm 20V$ の電源電圧で 4 Ω 負荷の時、LM1876 は、0.1%以下の THD + N で、平均出力電力 22W (Typ) を出力できます。 $\pm 20V$ 以上の電源電圧では、出力トランジスタの電流制限のため、4 Ω 負荷に対して 22W 以上出力できません。つまり、 $\pm 20V$ 以上の電源電圧では、内部消費電力が増加するだけで、出力電力は大きくありません。「アプリケーション情報」に説明するように、内部消費電力が増加すると、より大きなヒートシンクを必要とします。

テスト回路 #1 (Note 2) (DC テスト回路)



テスト回路 #2 (Note 3) (AC テスト回路)



Bridged Amplifier Application Circuit

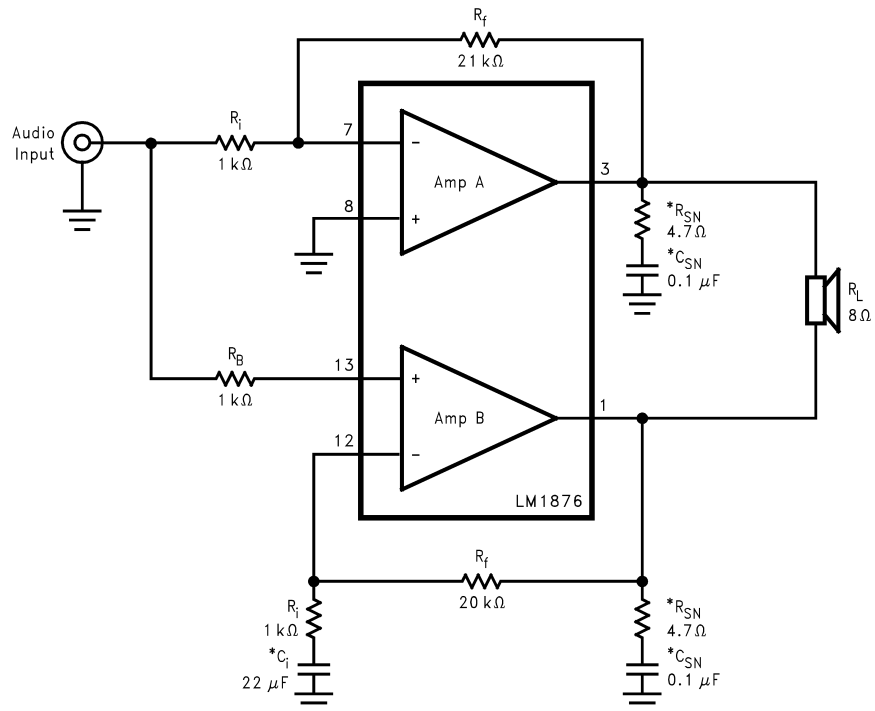


FIGURE 2. Bridged Amplifier Application Circuit

Single Supply Application Circuit

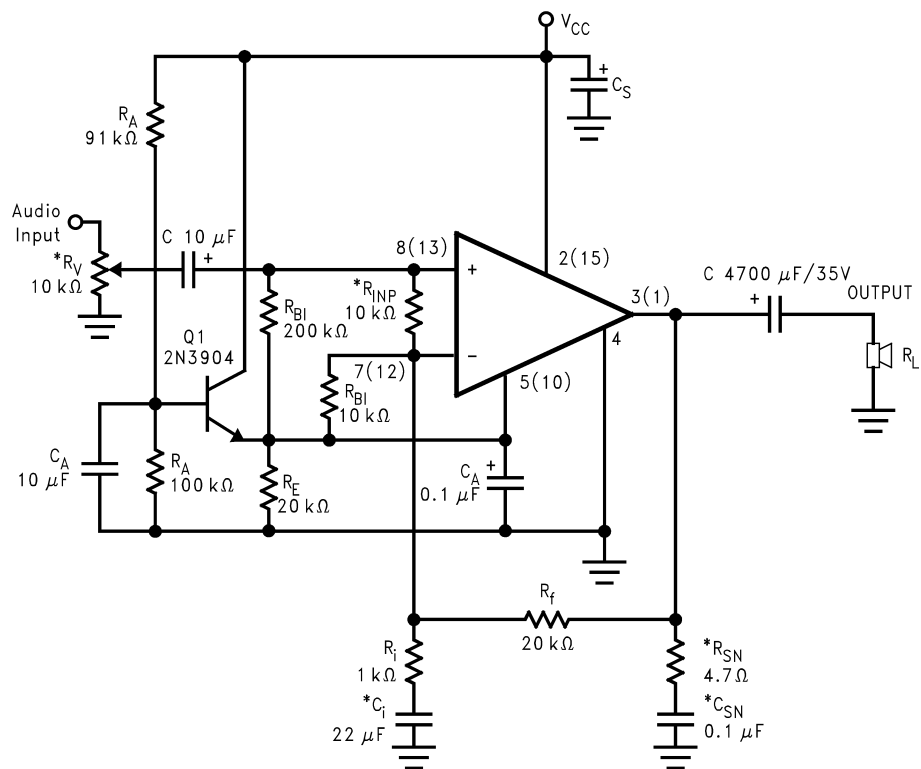


FIGURE 3. Single Supply Amplifier Application Circuit

Note: * 設計条件等により必要なオプション部品です。

Auxiliary Amplifier Application Circuit

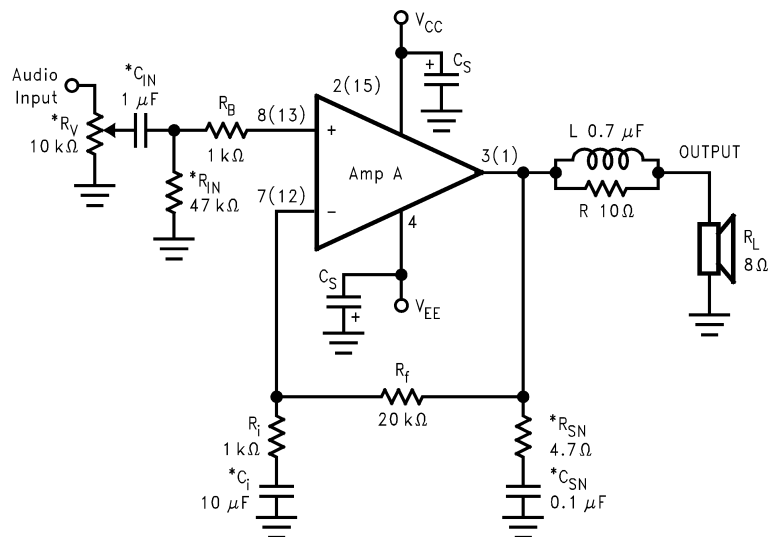
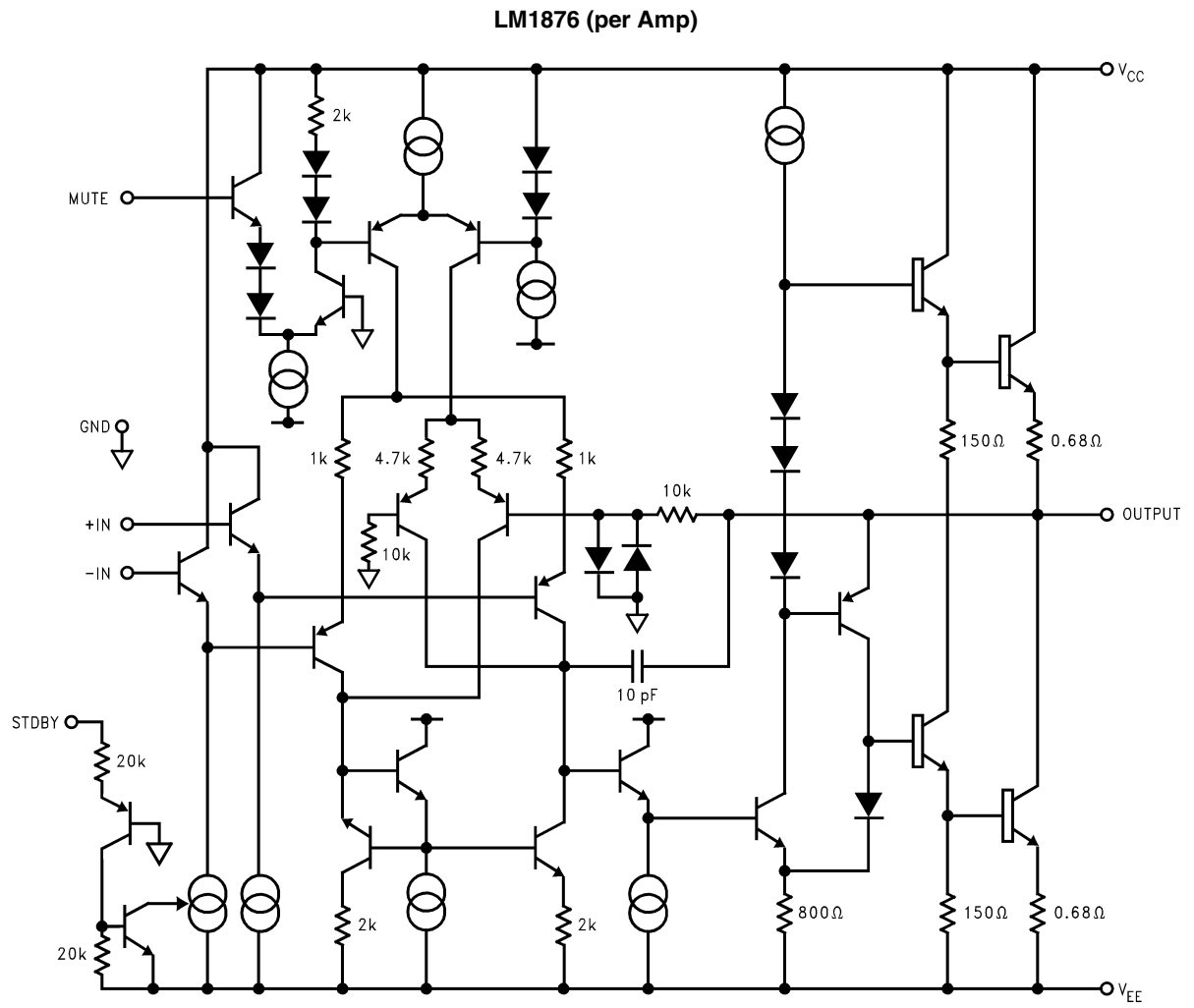


FIGURE 4. Special Audio Amplifier Application Circuit

等価回路 (保護回路を除く)

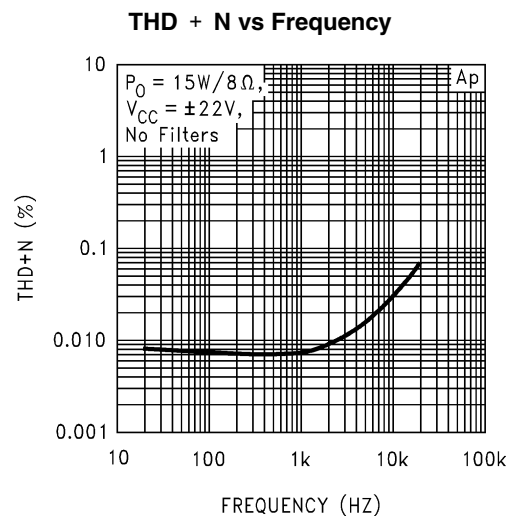
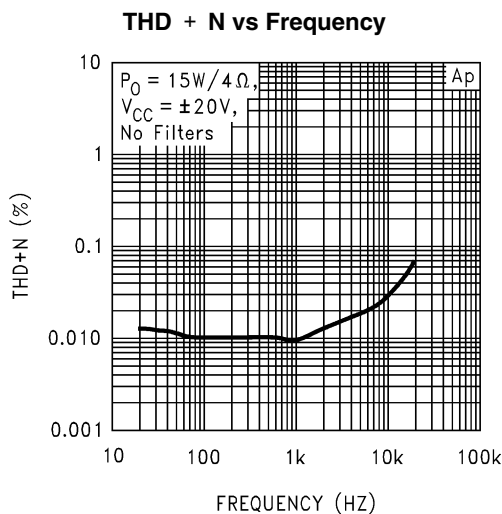


外付け部品の説明

部品	機能の説明
1 R_B	低電圧ロックアウト回路がオフのとき、低入力インピーダンスのため、パワーダウン時に、負荷へ流れ込むおそれのある電流が、アンプの非反転入力より入り込むのを防ぎます。この現象は、電源電圧が 1.5V より低いとき起きます。
2 R_i	R_i とともに AC ゲインを設定する反転入力抵抗。また、 C_i とともに $f_C = 1/(2\pi R_i C_i)$ のハイパス・フィルタを構成します。
3 R_f	R_i とともに AC ゲインを設定する帰還抵抗。
4 C_i (Note 14)	DC でユニティ・ゲインを設定する帰還コンデンサ。 R_i とともに $f_C = 1/(2\pi R_i C_i)$ のハイパス・フィルタを構成します。
5 C_S	電源のフィルタおよびバイパスとして働きます。バイパス・コンデンサの適切な配置と選択については、「電源のバイパス」を参照してください。
6 R_V (Note 14)	入力端子電圧レベルの設定により、ボリューム・コントロールとして機能します。
7 R_{IN} (Note 14)	回路で C_{IN} を使用するとき、アンプの入力端子の DC バイアスを設定します。また、 $f_C = 1/(2\pi R_{IN} C_{IN})$ のハイパス・フィルタを C_{IN} とともに形成します。Figure 4 を参照してください。
8 C_{IN} (Note 14)	入力信号の DC オフセットをカットする入力コンデンサ。
9 R_{SN} (Note 14)	C_{SN} とともに高周波発振を除去するボールをつくって出力段を安定化させます。
10 C_{SN} (Note 14)	R_{SN} とともに高周波発振を除去するボールをつくって出力段を安定化させます。 $f_C = 1/(2\pi R_{SN} C_{SN})$ 。Figure 4 を参照してください。
11 L (Note 14)	R で大きな容量性負荷をデカップリングし、直列共振回路の Q を下げるため、高周波で L は高インピーダンスになります。他方、R を短絡してオーディオ信号を負荷へ通すため、低周波では、L は低インピーダンスになります。Figure 4 を参照してください。
12 R (Note 14)	
13 R_A	単電源動作で、トランジスタ Q1 に DC 電圧のバイアスを与えます。
14 C_A	単電源動作で、バイアス・フィルタとして動作します。
15 R_{INP} (Note 14)	単電源動作で、アンプの入力ピン間の電圧差を制御します。 R_{INP} の機能の詳細は「アプリケーション情報」の「クリック / ポップ」を参照してください。
16 R_{BI}	単電源動作の入力バイパス電流を供給します。 R_{BI} の機能の詳細は「アプリケーション情報」の「クリック / ポップ」を参照してください。
17 R_E	単電源動作時の、トランジスタ Q1 の DC バイアス電流を定めます。この抵抗は、 C_A とともに中間電位ポイントを安定させます。

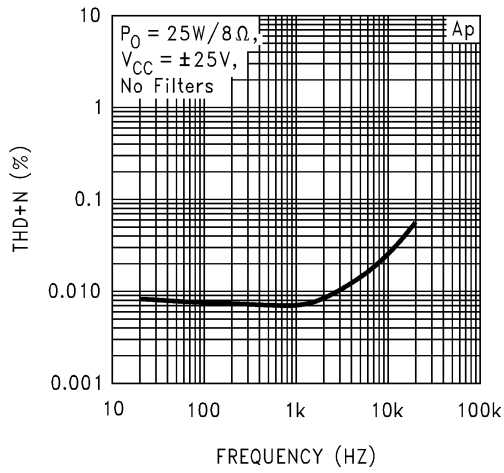
Note 14: 設計条件等により必要なオプション部品です。

代表的な性能特性

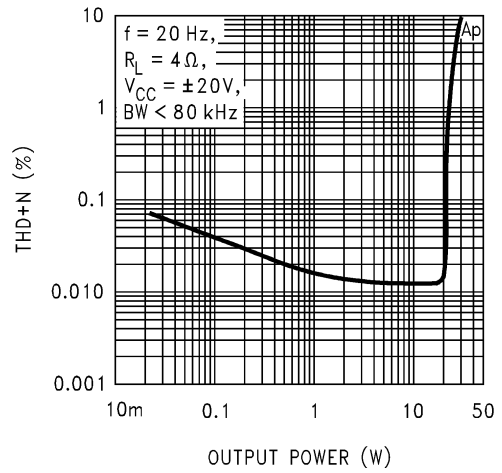


代表的な性能特性 (つづき)

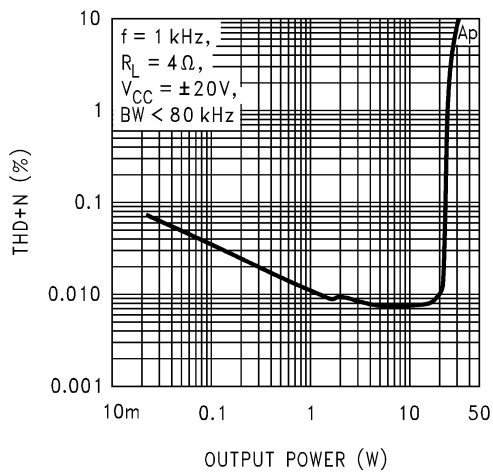
THD + N vs Frequency



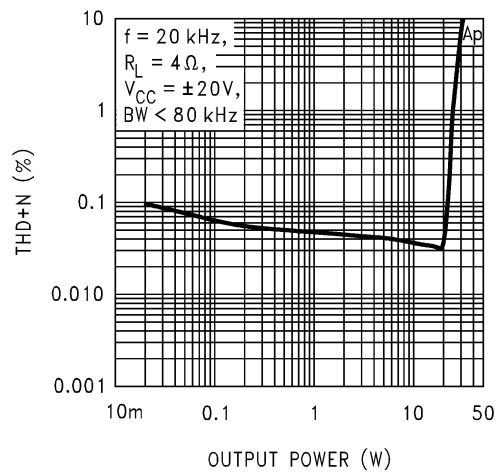
THD + N vs Output Power



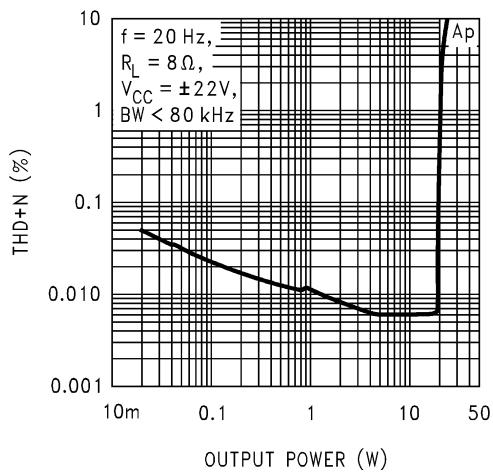
THD + N vs Output Power



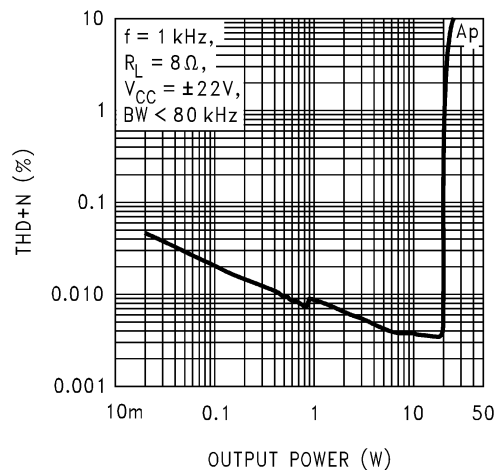
THD + N vs Output Power



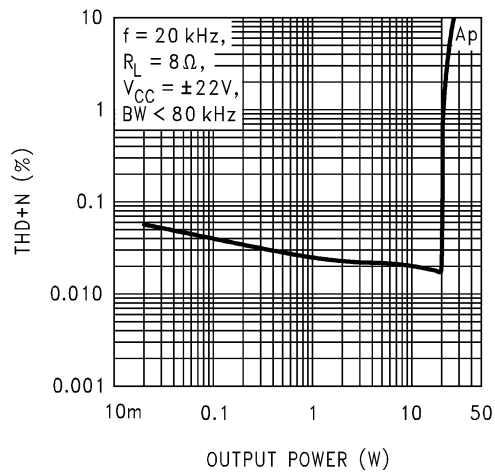
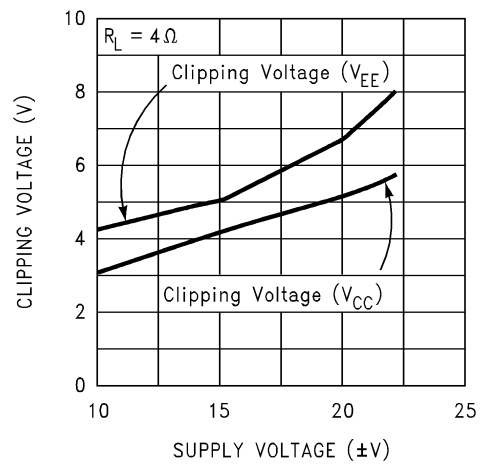
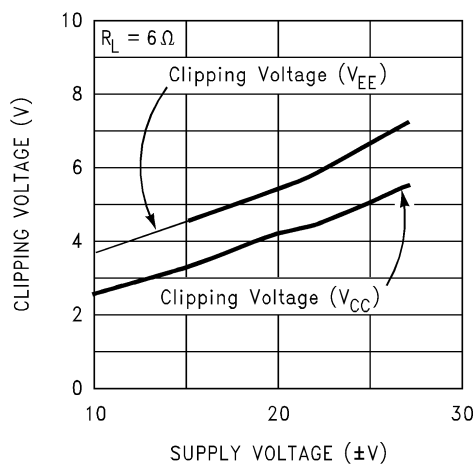
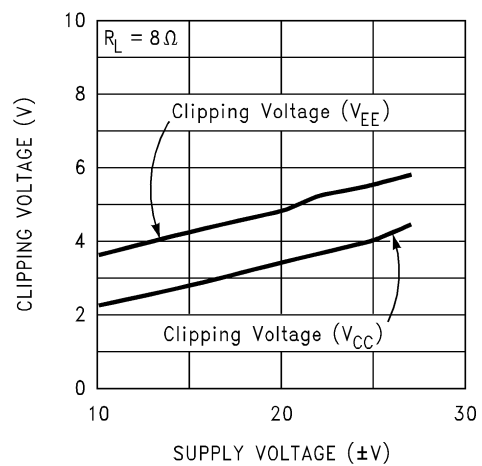
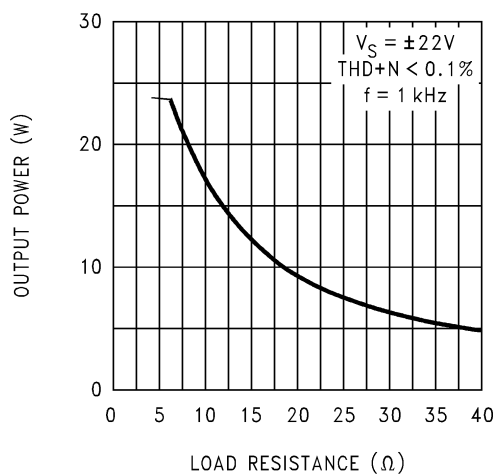
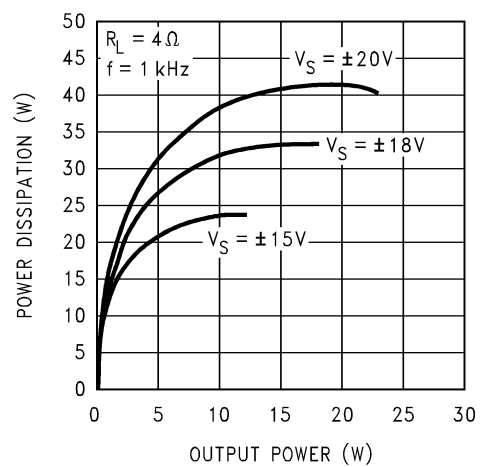
THD + N vs Output Power



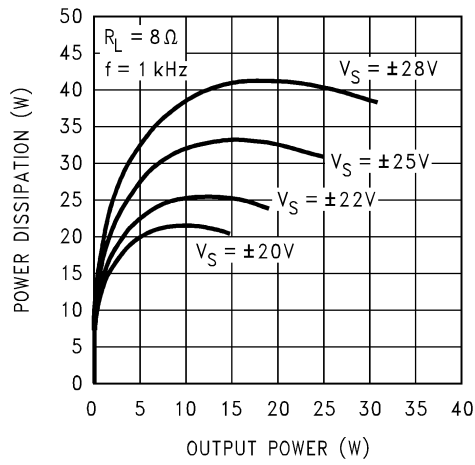
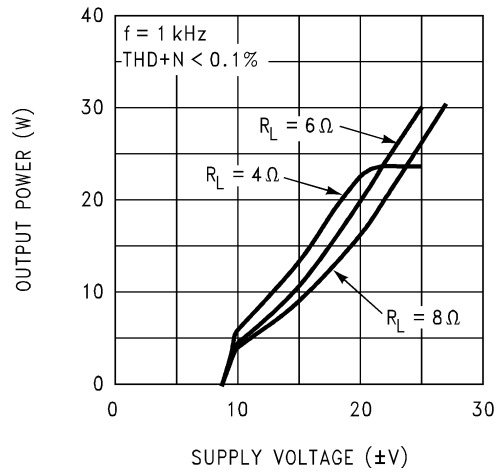
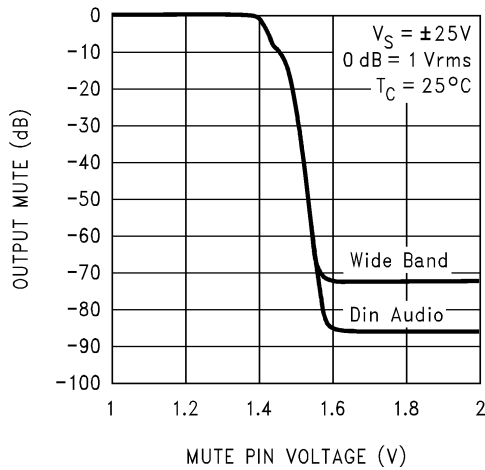
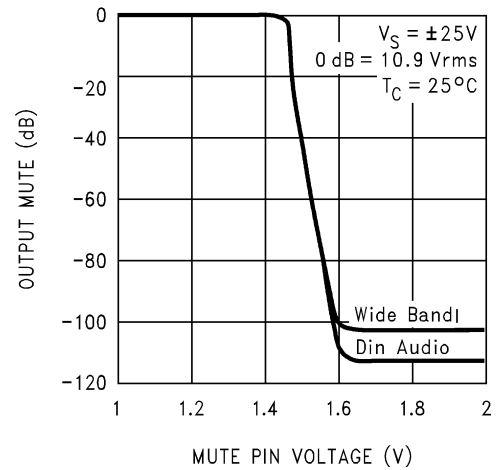
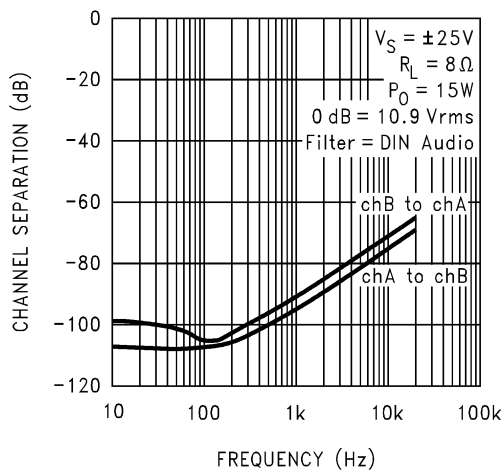
THD + N vs Output Power



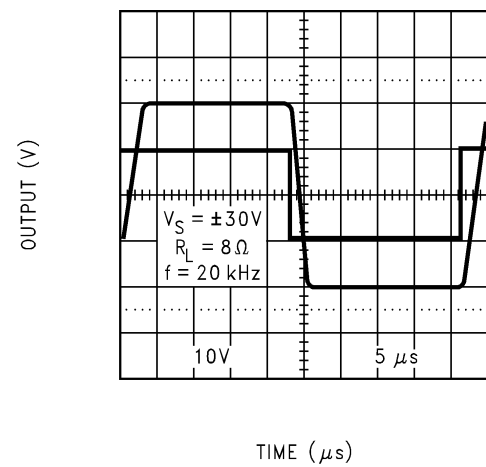
代表的な性能特性 (つづき)

THD + N vs
Output PowerClipping Voltage vs
Supply VoltageClipping Voltage vs
Supply VoltageClipping Voltage vs
Supply VoltageOutput Power vs
Load ResistancePower Dissipation vs
Output Power

代表的な性能特性 (つづき)

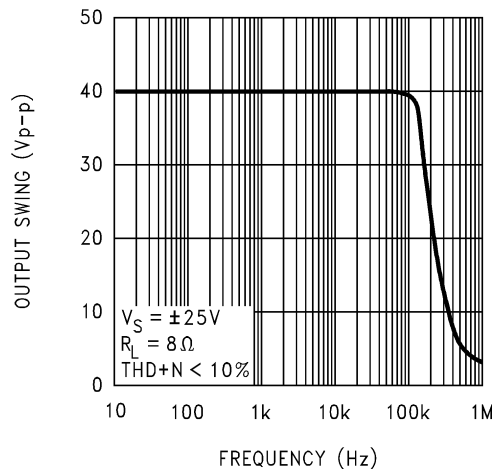
Power Dissipation vs
Output PowerOutput Power vs
Supply VoltageOutput Mute vs
Mute Pin VoltageOutput Mute vs
Mute Pin VoltageChannel Separation vs
Frequency

Pulse Response

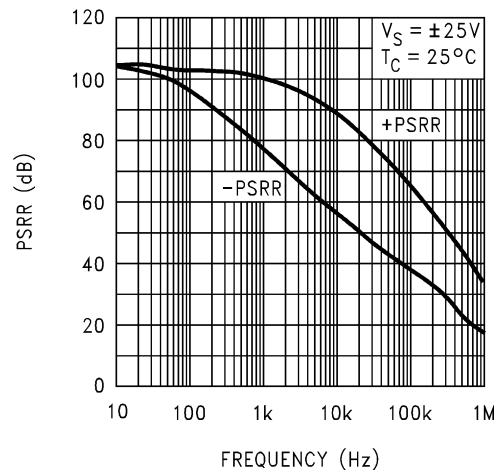


代表的な性能特性 (つづき)

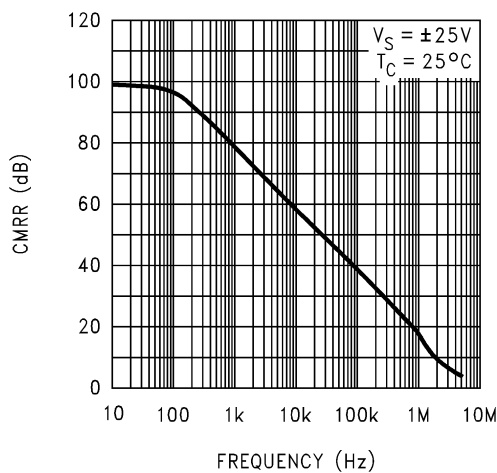
Large Signal Response



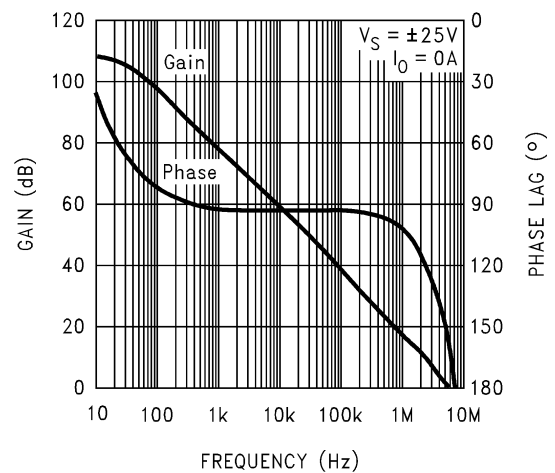
Power Supply Rejection Ratio



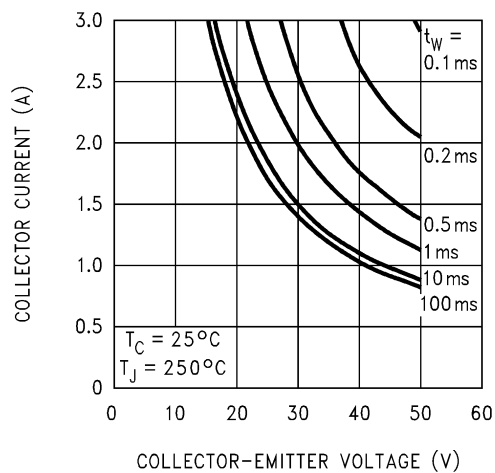
Common-Mode Rejection Ratio



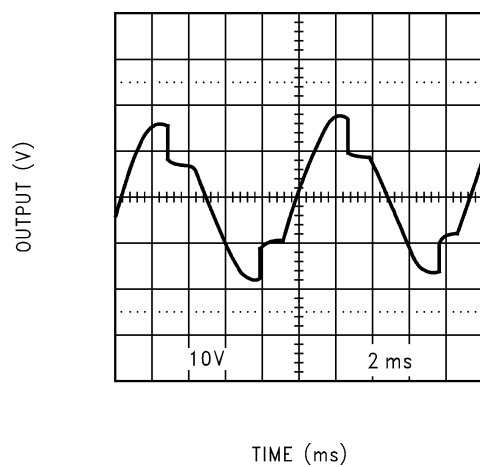
Open Loop Frequency Response



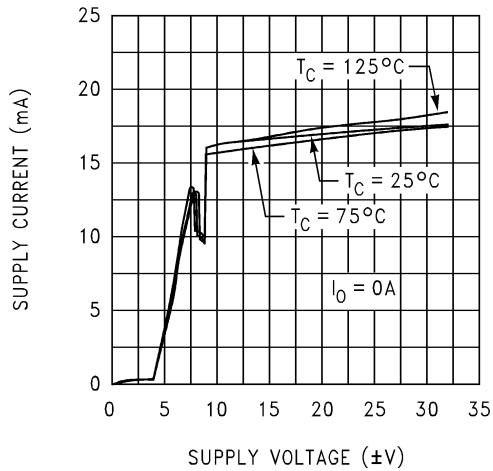
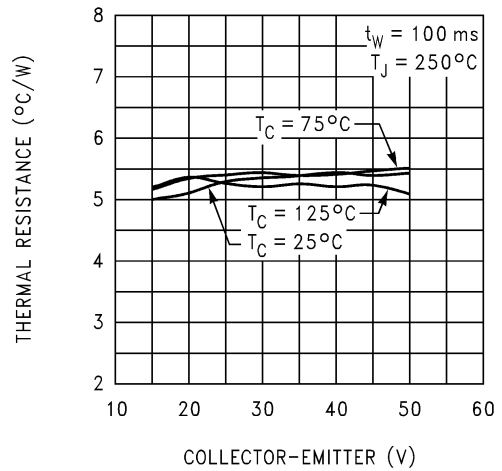
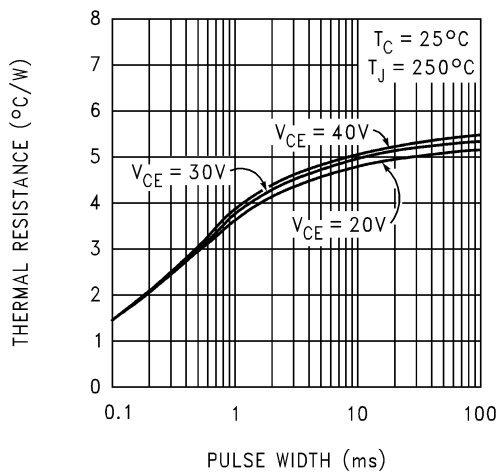
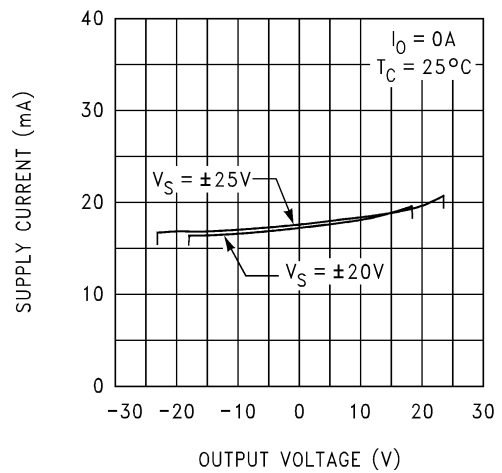
Safe Area



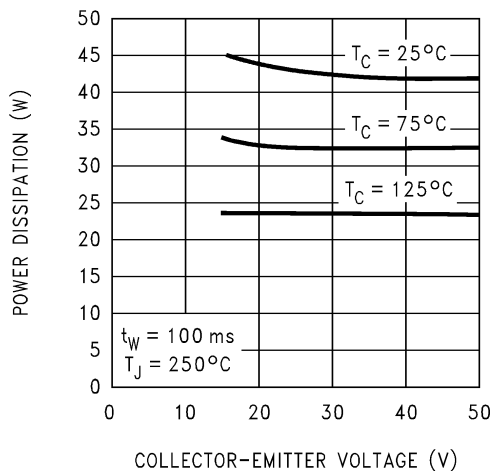
SPiKe Protection Response



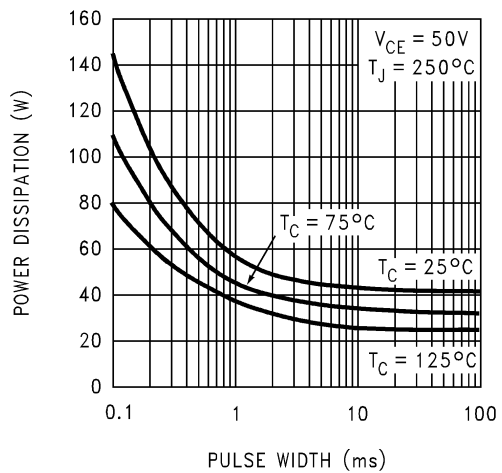
代表的な性能特性 (つづき)

Supply Current vs
Supply VoltagePulse Thermal
ResistancePulse Thermal
ResistanceSupply Current vs
Output Voltage

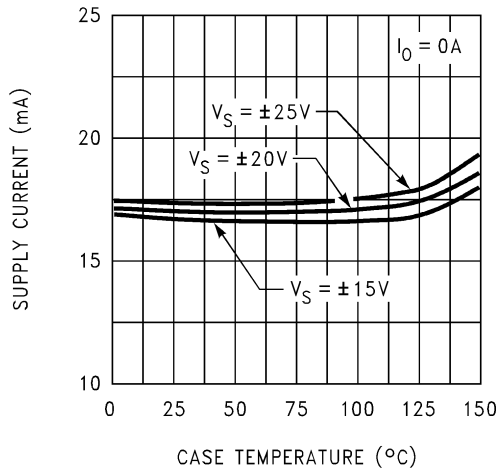
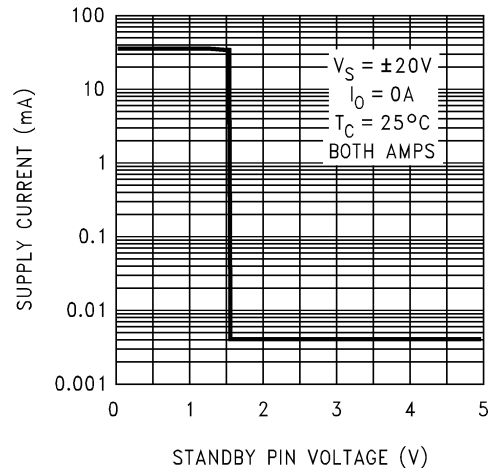
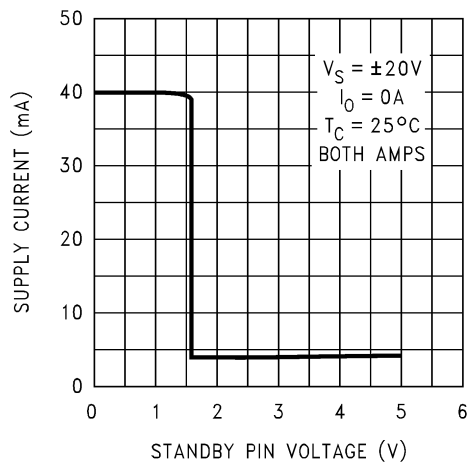
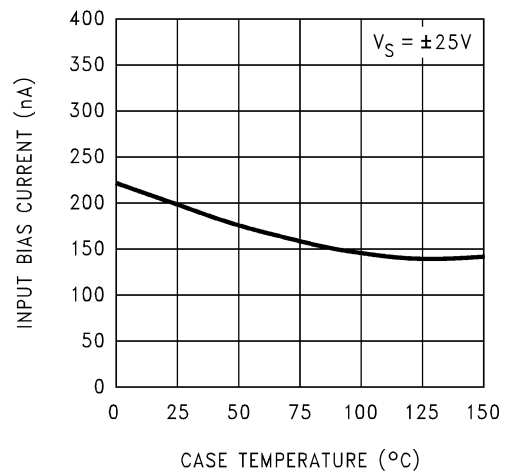
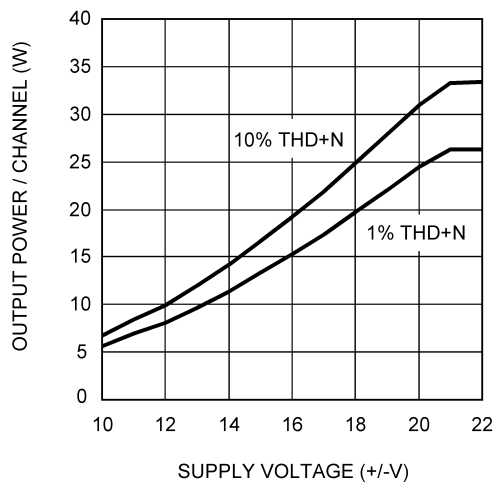
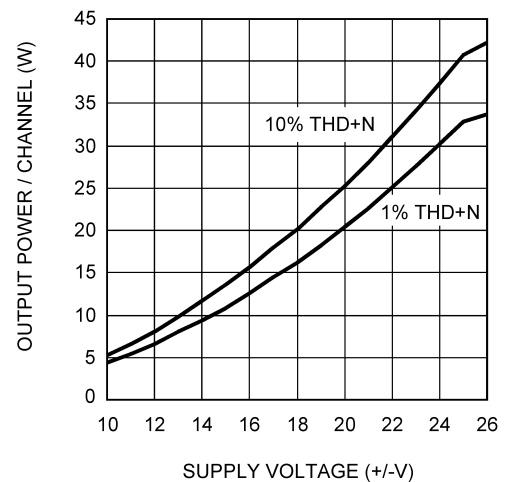
Pulse Power Limit



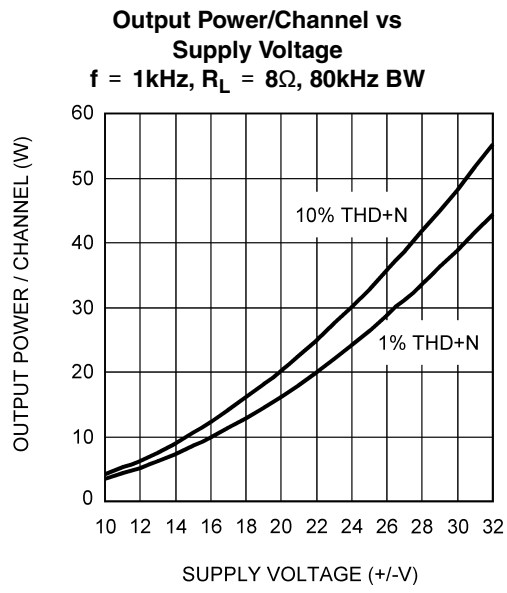
Pulse Power Limit



代表的な性能特性 (つづき)

Supply Current vs
Case TemperatureSupply Current (I_{CC}) vs
Standby Pin VoltageSupply Current (I_{EE}) vs
Standby Pin VoltageInput Bias Current vs
Case TemperatureOutput Power/Channel vs
Supply Voltage
 $f = 1kHz, R_L = 4\Omega, 80kHz BW$ Output Power/Channel vs
Supply Voltage
 $f = 1kHz, R_L = 6\Omega, 80kHz BW$ 

代表的な性能特性 (つづき)



アプリケーション情報

ミュート・モード

ロジック “High” の電圧をミュート・ピンに印加すると、アンプへの入力信号はミュートされます。ミュート・ピンをオープンにするか、ロジック “Low” にすると、アンプは非ミュート・モードになります。2つのミュートピンがあり、各々アンプに対応しています。アプリケーション上必要であれば、1つのアンプはミュート状態、もう一つのアンプはアクティブ状態にもできます。ミュート減衰率とミュート・ピンの電圧の関係については、「代表的な性能特性」を参照してください。

スタンバイ・モード

LM1876 のスタンバイ・モードによりアンプの待機状態の電力消費を大幅に減らすことができます。スタンバイ・ピンにロジック “High” の電圧を印加すると、アンプはスタンバイ・モードになります。このモードで、 V_{CC} 電源から引き込まれる電流は、代表値で $10\mu A$ 以下です。 V_{EE} 電源からはき出される電流は代表値で $4.2mA$ です。これで明らかなように、スタンバイ・モードを利用すると、待機状態の電力消費が大幅に低減します。2つのスタンバイ・ピンがあり、チャンネルごとにスタンバイ・モードの使いわけができます。スタンバイ・ピンの電圧の関係を示す特性曲線については、「代表的な性能特性」を参照してください。

低電圧保護

システムの電源投入時、低電圧保護回路は、LM1876 をターンオンする前に、電源とそれに対応するコンデンサがそれらの最終値の近くまで立ち上がる余裕を与え、DC 出圧スパイクが発生しないようにします。電源遮断時には、電源より先に、LM1876 の出力をグラウンドまで落とし、システムの終了時にトランジェントが起きないようにします。

過電圧保護

LM1876 は、出力電流を約 $3.5A$ (ピーク) に制限し、内部クランプ・ダイオードを使用せずに、電圧クランプを行う過電圧保護回路を内蔵しています。しかし、クランプ効果は全く同じで、出力トランジスタは、交互に大きな電流スパイクをシンクするように設計されています。

SPiKe 保護

LM1876 のパワー・トランジスタ・アレイは、瞬間ピーク温度のストレスから保護されています。「代表的な性能特性」の Safe Area のグラフに、SPiKe 保護回路がイネーブルされていないデバイス動作領域が示されています。Safe Area のグラフの右の波形は、ダイナミック保護回路がイネーブルされたとき、どのように波形が歪むかを示しています。

熱保護

LM1876 は、デバイスへの長期的熱ストレスを防ぐための優れた熱保護機構を備えています。ダイの温度が $165^\circ C$ に達すると、LM1876 はシャットダウンします。ダイの温度が約 $155^\circ C$ に下がると、再び動作を開始しますが、温度が再度上昇し始めると、 $165^\circ C$ で再びシャットダウンします。したがって、異常状態が一時的なものであれば、デバイスは相対的に高い温度まで上がります。

が、継続的な場合は、デバイスがシュミット・トリガのようにサーマル・シャットダウンの温度範囲の $165^\circ C$ と $155^\circ C$ の間を巡回します。これにより、熱サイクルによる IC へのストレスを大幅に減らし、他方、継続的な異常状態での信頼性を改善します。

ダイの温度は直接ヒートシンクに依存するので、「正しいヒートシンクの選択」で論じられているように、正常な動作中にサーマル・シャットダウンが起きないように選びます。コストとスペースの制約のもとで可能な最良のヒートシンクを使えば、半導体パワー・デバイスの長期信頼性が向上します。

最大消費電力の決定

IC パッケージでの消費電力は非常に重要なパラメータで、最適な出力電力を得るには、完全な理解が必要です。最大消費電力 (P_D) の計算が正しくないと、不適切なヒートシンクを使い、サーマル・シャットダウン回路が動作し、出力電力を制限してしまいます。

式 (1) は、 V_{CC} を全電源電圧として、各アンプでの理論的最大消費電力ポイントを例示しています。

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

このように、全電源電圧と定格出力負荷がわかれば、最大消費電力を計算できます。LM1876 は 2 チャンネルなので式 (1) から得られる値の 2 倍となります。理論的な消費電力だけでなく、実際の消費電力の範囲を示している、「代表的な性能特性」の消費電力と出力電力の関係のグラフを参照してください。

正しいヒートシンクの選択

ハイパワー・オーディオ・アンプのヒートシンクは、通常の環境で熱保護回路が動作しないレベルにダイの温度を保つように選択します。

ダイ (接合部) から外側の空気 (周囲) への熱抵抗は 3 つの熱抵抗 (θ_{JC} , θ_{CS} , θ_{SA}) の和です。LM1876TF の熱抵抗 θ_{JC} (接合部からケース) は $2^\circ C/W$ で、LM1876T では $1^\circ C/W$ です。サーマルロイのサーマコート熱コンパウンドを使うと、熱抵抗 θ_{CS} (ケースからシンク) は約 $0.2^\circ C/W$ です。熱の流れ (消費電力) は電流に、熱抵抗は電気抵抗に、温度降下は電圧降下にそれぞれ類似しているので、LM1876 の消費電力は次のようになります。

$$P_{D\text{MAX}} = (T_{J\text{MAX}} - T_{\text{AMB}}) / \theta_{JA} \quad (2)$$

ただし、 $T_{J\text{MAX}} = 150^\circ C$ 、 T_{AMB} はシステムの周囲温度で、 $\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}$ です。

式 (1) を使って、最大パッケージ消費電力が計算されると、ヒートシンクの最大熱抵抗 θ_{SA} ($^\circ C/W$ 表示) が計算できます。この計算は、式 (2) で θ_{SA} を解いて得られる式 (3) を使って行われます。

$$\theta_{SA} = [(T_{J\text{MAX}} - T_{\text{AMB}}) - P_{D\text{MAX}}(\theta_{JC} + \theta_{CS})] / P_{D\text{MAX}} \quad (3)$$

θ_{SA} の値は、システム設計者のアンプに対する要求事項に依存することに注意してください。オーディオ・アンプが動作する周囲温度が通常の $25^\circ C$ より高ければ、他の条件が同等だとして、ヒートシンクの熱抵抗は小さくする必要があります。

アプリケーション情報 (つづき)

電源のバイパス

LM1876 はすぐれた電源除去特性をもち、安定化電源を必要としません。しかし、発振を防ぐだけでなく、システムの性能を上げるには、LM1876 は、パッケージの近くに短いリードの、低インピーダンスのコンデンサで、電源のライン線をバイパスしなければなりません。電源のバイパスが不適切だと、“モーターボートینگ”として知られている低周波の発振や高周波での不安定性として現れます。これらの不安定性は、低周波の変動を吸収するのに使われる大きなタンタルまたは電解コンデンサ (10 μ F 以上) と電源ラインを通した高周波の帰還を防ぐための小さなセラミック・コンデンサ (0.1 μ F) を使う複数のバイパスによって除かれます。

適切なバイパスがなされていないと、負荷電流の半波成分である電源ライン線の電流は、内部回路にフィードバックされる場合があります。この信号は高周波で歪みを生じるので、470 μ F 以上の電解コンデンサを使い、パッケージの端子で電源をバイパスする必要があります。

ブリッジ・アンプ・アプリケーション

LM1876 は内部に 2 つのパワー・オペアンプがあります。よく使われるパワーアンプの構成法のひとつが Figure 2 に示しており、“ブリッジ・モード”動作と呼ばれるもので、負荷を差動でドライブします。ブリッジ・モード動作は、出力負荷の片側がグラウンドに接続されている従来のシングルエンドのアンプ構成法とは異なります。

ブリッジ・アンプは負荷を差動でドライブし、そのため、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、きわだった利点があります。その結果、理論的には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となります。得られる出力電力は、アンプの出力が電流制限されたり、クリップしないことを仮定しています。

ブリッジ・アンプによって負荷へ供給される電力は増加しますが、内部消費電力の増加が生じます。ブリッジ構成の各アンプの内部消費電力は、シングルエンドの消費電力の 2 倍に増加します。LM1876 を用いたオーディオ・パワーアンプでは 1 つのパッケージ内に 2 つのアンプが使われているので、パッケージの消費電力が 4 倍に増えます。LM1876 の最大システム消費電力を計算するには式 (1) で得られた値を 4 倍します。

$P_{D\text{MAX}}$ のこの値は、ブリッジ・アンプのアプリケーションのためのヒートシンクを計算するのに使用できます。ブリッジ・モードでは、電源電圧と負荷に対する内部消費電力がシングルエンドより大きくなるので、式 (3) で示されているように、ヒートシンク θ_{SA} はそれにしたがって減らさなければなりません。所定のアプリケーションのための適切なヒートシンクの詳細に関しては、「正しいヒートシンクの選択」を参照してください。

単電源アンプ・アプリケーション

LM1876 の代表的アプリケーションは両電源アンプです。しかし、Figure 3 に示されているように、LM1876 は単電源構成でも使えます。これには、入出力の基準として使われる中間電位バイアスをつくるために、いくつかの外付け部品を必要とします。信号は、両電源のアプリケーションではグラウンドを基準にスイングすると同様に、中間電位を基準にスイングします。LM1876 のすべての機能を利用するには、回路の適切なバイアスとともに、他にもいくつか考慮しなければなりません。

LM1876 は、中間電位を基準にした内部論理ゲート付きのミュートおよびスタンバイ機能を備えています。したがって、ミュートあるいはスタンバイ機能をイネーブルするには、これらのピンの電圧は中間電位より最低 2.5V 高くしなければなりません。単電源システムでは、ミュートやスタンバイ機能をコントロールするのに使われるマイクロプロセッサや論理回路デバイスは、通常、中間電位ではなく、グラウンドを基準に動作しています。LM1876 の論理回路をコントロールするのにこれらのデバイスを使うには、Figure 5 のような“レベル・シフタ”を使わなければなりません。両電源構成では、グラウンドが中間電位なので、レベル・シフタは必要ありません。

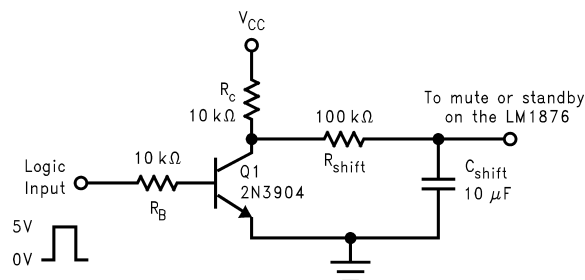


FIGURE 5. Level Shift Circuit

ロジック入力ノードの電圧が 0V のとき、2N3904 は“オフ”なので、抵抗 R_C が、ミュートあるいはスタンバイ入力を、電源へプルアップします。これにより、ミュートあるいはスタンバイ機能がイネーブルされます。ロジック入力が 5V のとき、2N3904 が“オン”になるので、コレクタの電圧は実質的に 0V となります。これにより、ミュートあるいはスタンバイ機能はディスエーブルされるので、アンプは通常の動作モードになります。 R_{shift} と C_{shift} は、ミュートあるいはスタンバイ機能がイネーブルあるいはディスエーブルされたとき、トランジェントを抑える RC 時定数を設定します。さらに、 R_{shift} は、LM1876 の内部ロジック・ゲートによって流される電流を制限し、デバイスの信頼性を保ちます。これらの機能の詳細は「アプリケーション情報」の「ミュート・モード」と「スタンバイ・モード」を参照してください。

クリック / ポップ

両電源のオーディオ・パワーアンプとして使用する場合「代表的なアプリケーション」に示すように、LM1876 はミュートとスタンバイ機能の利用時には、優れたクリック / ポップ特性を示します。さらに、デバイスは、低電圧保護機能を備えており、電源の投入時あるいは遮断時の不要のトランジェントを除去します。これらの機能は、安定で一定の中間電位に基づいています。両電源のアプリケーションでは、グラウンドが安定中間電位となります。しかし、単電源のアプリケーションでは、電源電圧 V_{CC} と同様、中間電位をチャージアップする必要があります。このため、クリックレス、ポップレスのターンオンを得るのは、困難です。LM1876 は差動入力段を使用しているため、アンプの入力に発生する不均一なチャージは、出力のクリックやポップを引き起こします。

アプリケーション情報 (つづき)

トランジェントなしの電源投入と電源遮断を実現するためには、入力端子にあらわれる電圧は、理想的には同じでなくてはなりません。同じ電圧の信号は同相となり、LM1876により除去されます。Figure 3 では、抵抗 R_{INP} が、2 つのノードの間で電圧差を制限して、入力を同電位に保つ役割をします。これにより、アンプの入力の不均一なチャージングによるターンオン・ポップが大幅に減少します。このチャージングは各アプリケーションの負荷に依存するので、システム設計者は最適な性能を実現するため、これらの値を調整する必要があります。

Figure 3 に示されているように、抵抗 R_{BI} は、2N3904 のエミッタの中間電位ノードから LM1876 にバイアスを加えるのを助けます。しかし、負の帰還回路と入出力カップリング・コンデンサがあるため、2 つの異なる R_{BI} (10k Ω と 200k Ω) が必要となります。これらの抵抗が入力を同じ速度で引き上げる結果、ポップなしのターンオンが実現されます。これらの抵抗値をわずかに変えると、高速で立ち上がる電源によるポップを減らせる場合と、システムのターンオン時にオーバーシュートを生じさせてしまう場合があります。

オーディオ・パワーアンプの設計

15W/8 Ω のオーディオ・アンプの設計

設定:

出力電力	15Wrms
負荷インピーダンス	8 Ω
入力レベル	1Vrms (max)
入力インピーダンス	47k Ω
帯域幅	20Hz ~ 20kHz $\pm$ 0.25dB

設計者は、まず、特定の出力パワーを得るのに必要な電圧と電流の両方に関して、電源の条件を決めなければなりません。 V_{OPEAK} は式 (4) から、 I_{OPEAK} は式 (5) から、それぞれ求められます。

$$V_{OPEAK} = \sqrt{(2R_L P_O)} \quad (4)$$

$$I_{OPEAK} = \sqrt{(2P_O)/R_L} \quad (5)$$

最大電源電圧を決めるのに、次のパラメータを考慮しなければなりません。ドロップアウト電圧をピーク出力電圧 V_{OPEAK} へ加え、電源電圧範囲を決めます (I_{OPEAK} での電源電圧)。無負荷時の電圧は電源のレギュレーションにより決まりますが、これは通常 15% 高くなります。電源電圧は高い AC ライン条件でも 10% 上昇します。したがって、最大電源電圧は次式から求められます。

$$\text{最大電源電圧} \approx \pm (V_{OPEAK} + V_{OD}) (1 + \text{レギュレーション}) \quad (1.1)$$

8 Ω 負荷へ 15W の出力電力を供給する場合、必要な V_{OPEAK} は 15.49V です。 V_{OPEAK} に V_{OD} を加えて、最小電源電圧レールは $\pm 20.5V$ となります。レギュレーションを考慮して、最大電源電圧は $\pm 26V$ となり、必要な I_{OPEAK} は式 (5) から 1.94A となります。8 Ω 負荷にたいして 15W を出力するデュアル・アンプの場合には、電源から 1.94Apk の 2 倍の 3.88Apk の I_{OPEAK} が流れることに注意しなければなりません。ここで、出力電力と電源電圧の関係をチェックし、低い THD + N を維持しながら、デバイスから必要な出力電力が得られることを確認します。また、必要な電源電圧と負荷インピーダンスで、必要なヒートシンクの値 θ_{SA} が、コストとサイズの制約のもとで実現可能であるかどうか、検証しておきます。ヒートシンクの問題が検討されたら、式 (6) から必要なゲインが決定できます。

$$A_V \geq \sqrt{(P_O R_L)} / (V_{IN}) = V_{ORMS} / V_{INRMS} \quad (6)$$

式 (6) から、最小 A_V は、

$$A_V = 11$$

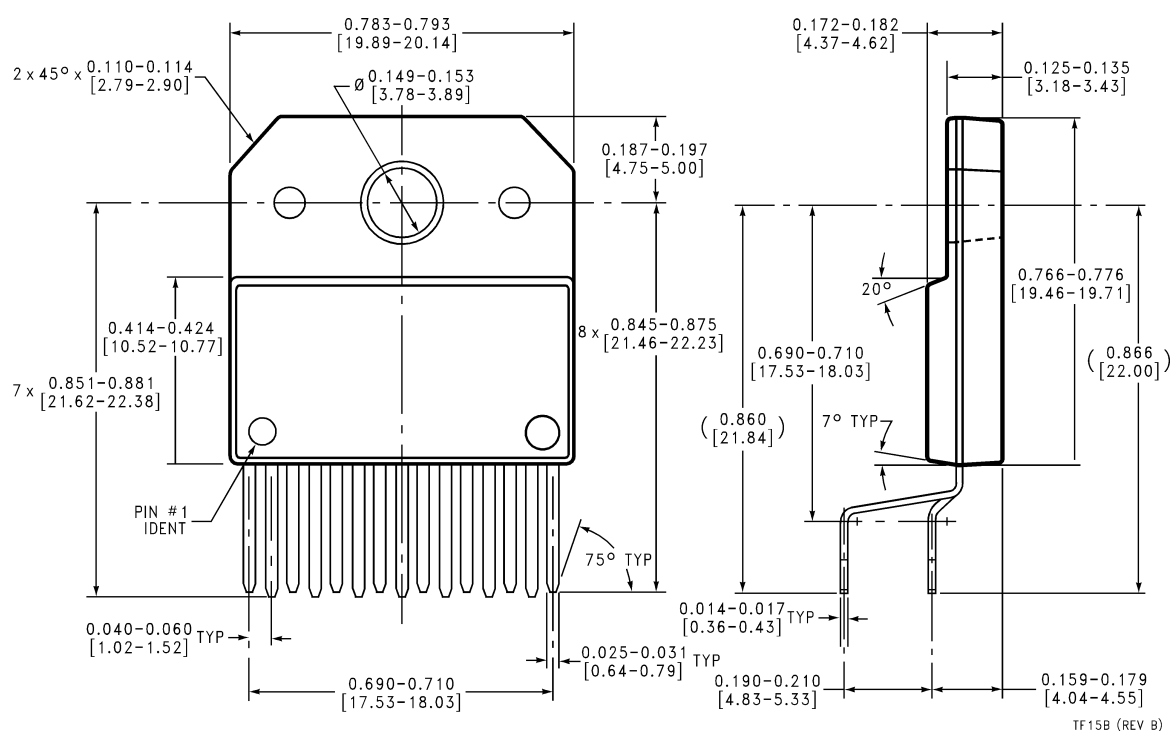
ゲインに 21 を選び、帰還抵抗を $R_f = 20k\Omega$ とすると、式 (7) から R_i の値が得られます。

$$R_i = R_f (A_V - 1) \quad (7)$$

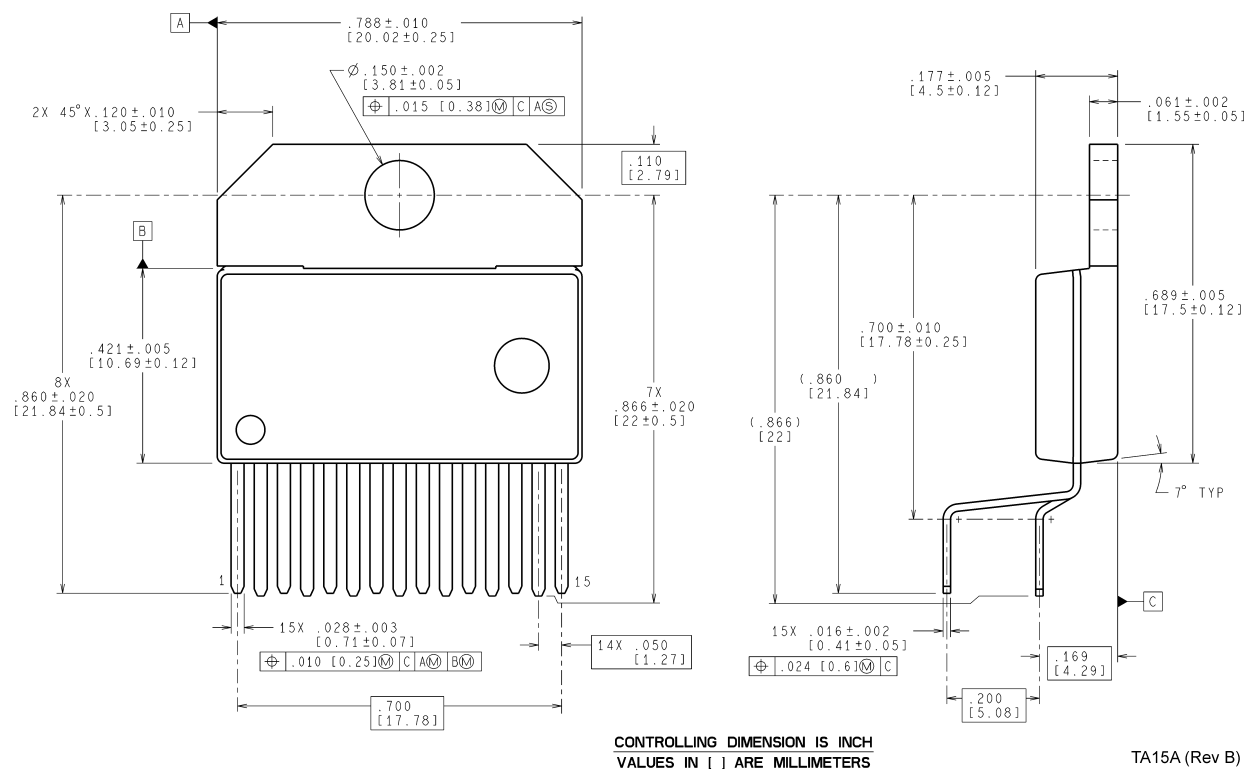
こうして、 $R_i = 1k\Omega$ で、非反転利得は 21 となります。必要な入力インピーダンスは 47k Ω なので、 R_{IN} には 47k Ω を選びます。最後のデザイン・ステップは、帯域幅の必要条件を検討することです。この条件は、- 3dB 周波数ポイントで表します。- 3dB ポイントから 5 倍離れると、パスバンド応答から 0.17dB 下がり、これは必要とされる $\pm 0.25dB$ より良い値です。これで、低周波、高周波のポールはそれぞれ 4Hz と 100kHz になります。「外付け部品の説明」で述べられているように、 C_i とともに R_i はハイパス・フィルタを形成します。

$$C_i = 1 / (2\pi * 1k\Omega * 4Hz) = 39.8 \mu F; 39\mu F \text{ を使います。}$$

高周波のポールは、望みの高周波のポール f_H と利得 A_V の積によって決められます。 $A_V = 21$ 、 $f_H = 100kHz$ のとき、GBWP は 2.1MHz となり、LM1876 の最小 GBWP の 5MHz 以下です。これにより、アンプの高周波応答は 20kHz で 0.17dB より先落ちることではなく、デザインの帯域幅条件内に十分入ります。



Isolated TO-220 15-Lead Package
Order Number LM1876TF
NS Package Number TF15B



Non-Isolated TO-220 15-Lead Package
Order Number LM1876T
NS Package Number TA15A

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

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ご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取り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う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おりません。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るとか、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