

# LM4766

*LM4766 Overture Audio Power Amplifier Series Dual 40W Audio Power Amplifier with Mute*



Literature Number: JAJ634



2006年3月

## LM4766

Overture™ オーディオ・パワーアンプ・シリーズ

デュアル 40W オーディオ・パワーアンプ (ミュート付き)

### 概要

LM4766 は、標準で、0.1%未満の THD+N で、8 負荷に、非絶縁型 “T” パッケージではチャンネルあたり 40W、絶縁型 “TF” パッケージではチャンネルあたり 30W 連続平均出力のパワーを供給可能なステレオ・オーディオ・アンプです。

LM4766 は、その自己ピーク瞬時温度 (K<sub>e</sub>) (SPiKe™) 保護回路を活用して得られる性能は、本来的にダイナミックに保護される安全動作領域 (SOA) を提供し、ディスクリート、ハイブリッド両タイプのアンプより上位クラスのもので、SPiKe プロテクションにより、これらの部品の出力が、熱暴走や瞬時温度ピークを含む過電圧、低電圧、過負荷から保護されています。

LM4766 内の各アンプは、滑らかに遷移して出力のポップを最少に抑える、独立したフェード・イン / アウト型ミュート機能を備えています。この IC は、ノイズ・フロアが 2μV と極めて低く、また定格パワーにおける THD + N 値が 0.06% と非常に小さいため、LM4766 はハイエンドのステレオ TV やミニコンポ・システムの最適デバイスになっています。

### 主な仕様

1kHz、8 負荷動作時の連続平均出力パワー 30W × 2  
における THD + N 0.1% (max)  
1kHz、8 負荷動作時の連続平均出力パワー 30W × 2  
における THD + N 0.009% (typ)

### 特長

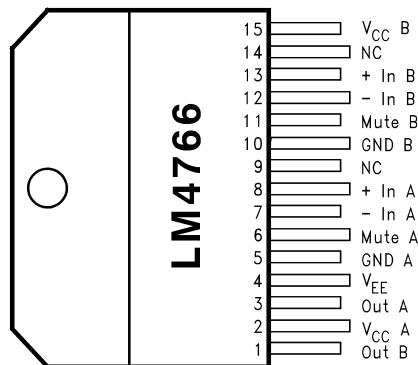
SPiKe プロテクション  
必要な外付け部品数の最小化  
静かなフェード・イン / アウト・ミュート・モード  
非絶縁型 15 ピン TO-220 パッケージ  
広電源電圧範囲 20V ~ 78V

### 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  
コンパクト・ステレオ

### ピン配置図

Plastic Package



### Top View

Non-Isolated TO-220 Package  
Order Number LM4766T  
See NS Package Number TA15A  
Isolated TO-220 Package  
Order Number LM4766TF  
See NS Package Number TF15B

SPiKe™ プロテクションおよび Overture™ はナショナル セミコンダクター社の商標です。

LM4766 デュアル 40W オーディオ・パワーアンプ (ミュート付き)

## 代表的なアプリケーション

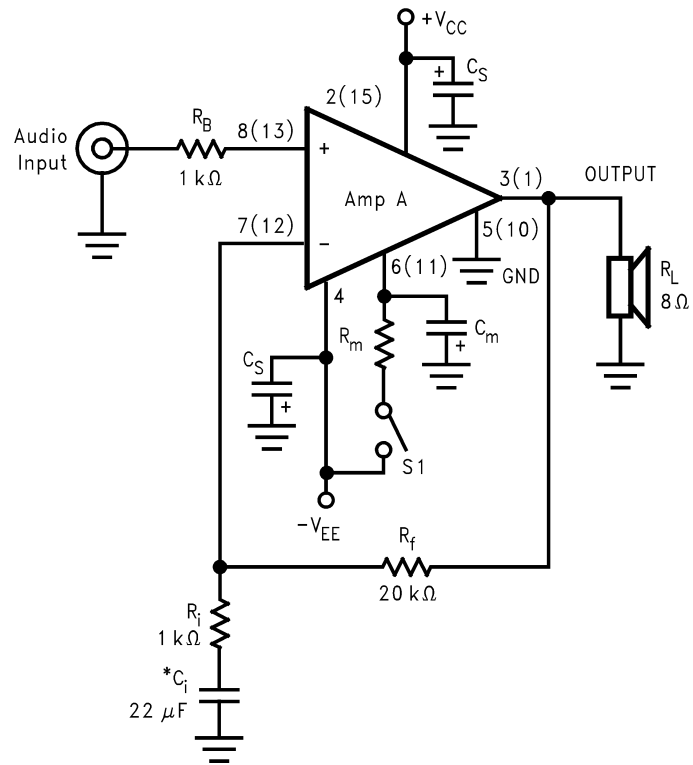


FIGURE 1. Typical Audio Amplifier Application Circuit

Note: 括弧内の数字はアンプ B のピンアウトです。

\* オプション部品は実際の設計要件によって変わります。

## 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} $ (入力なし)	78V
電源電圧 $ V_{CC}  +  V_{EE} $ (入力あり)	74V
同相入力電圧 ( $V_{CC}$ または $V_{EE}$ ) および $ V_{CC}  +  V_{EE} $	60V
差動入力電圧	60V
出力電流	内部制限
消費電力 (Note 6)	62.5W
ESD 耐圧 (Note 7)	3000V
接合部温度 (Note 8)	150

熱抵抗

非絶縁 T パッケージ

JC 1 /W

絶縁 TF パッケージ

JC 2 /W

ハンダ付け情報

T、TF パッケージ

保存温度

- 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 ~ 60V

## 電気的特性 (Note 4, 5)

特記のない限り、以下の仕様は、 $V_{CC} = +30V$ 、 $V_{EE} = -30V$ 、 $I_{MUTE} = -0.5mA$ 、 $R_L = 8\Omega$  に対して適用されます。リミット値は、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$  に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4766		Units (Limits)
			Typical (Note 9)	Limit (Note 10)	
$ V_{CC}  +  V_{EE} $	Power Supply Voltage (Note 11)	$GND - V_{EE} \geq 9V$	18	20	V (min)
				60	V (max)
$P_O$	Output Power	T Package, $V_{CC} = \pm 30V$ , THD+N = 0.1% (max), $f = 1kHz$ , $f = 20kHz$	40	30	W/ch (min)
(Notes 3, 13)	(Continuous Average)	TF Package, $V_{CC} = \pm 26V$ (Note 13), THD+N = 0.1% (max), $f = 1kHz$ , $f = 20kHz$	30	25	W/ch (min)
THD+N	Total Harmonic Distortion Plus Noise	T Package 30W/ch, $R_L = 8\Omega$ , $20Hz \leq f \leq 20kHz$ , $A_V = 26dB$	0.06		%
		TF Package 25W/ch, $R_L = 8\Omega$ , $20Hz \leq f \leq 20kHz$ , $A_V = 26dB$	0.06		%
$X_{talk}$	Channel Separation	$f = 1kHz$ , $V_O = 10.9V_{rms}$	60		dB
SR (Note 3)	Slew Rate	$V_{IN} = 1.2V_{rms}$ , $t_{rise} = 2ns$	9	5	V/ $\mu s$ (min)
$I_{total}$ (Note 2)	Total Quiescent Power Supply Current	Both Amplifiers $V_{CM} = 0V$ , $V_O = 0V$ , $I_O = 0mA$	48	100	mA (max)
$V_{OS}$ (Note 2)	Input Offset Voltage	$V_{CM} = 0V$ , $I_O = 0mA$	1	10	mV (max)
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 0V$ , $I_O = 0mA$	0.2	1	$\mu A$ (max)
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = 0V$ , $I_O = 0mA$	0.01	0.2	$\mu A$ (max)
$I_O$	Output Current Limit	$ V_{CC}  =  V_{EE}  = 10V$ , $t_{ON} = 10ms$ , $V_O = 0V$	4	3	Apk (min)
$V_{OD}$ (Note 2)	Output Dropout Voltage (Note 12)	$ V_{CC} - V_O $ , $V_{CC} = 20V$ , $I_O = +100mA$ $ V_O - V_{EE} $ , $V_{EE} = -20V$ , $I_O = -100mA$	1.5	4	V (max)
			2.5	4	V (max)

## 電氣的特性 (Note 4, 5) (つづき)

特記のない限り、以下の仕様は、 $V_{CC} = +30V$ 、 $V_{EE} = -30V$ 、 $I_{MUTE} = -0.5mA$ 、 $R_L = 8\ \Omega$  に対して適用されます。リミット値は、 $T_A = 25\ ^\circ C$  に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4766		Units (Limits)
			Typical (Note 9)	Limit (Note 10)	
PSRR (Note 2)	Power Supply Rejection Ratio	$V_{CC} = 30V$ to $10V$ , $V_{EE} = -30V$ , $V_{CM} = 0V$ , $I_O = 0mA$	125	85	dB (min)
		$V_{CC} = 30V$ , $V_{EE} = -30V$ to $-10V$ $V_{CM} = 0V$ , $I_O = 0mA$	110	85	dB (min)
CMRR (Note 2)	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CC} = 50V$ to $10V$ , $V_{EE} = -10V$ to $-50V$ , $V_{CM} = 20V$ to $-20V$ , $I_O = 0mA$	110	75	dB (min)
$A_{VOL}$ (Note 2)	Open Loop Voltage Gain	$R_L = 2k\Omega$ , $\Delta V_O = 40V$	115	80	dB (min)
GBWP	Gain Bandwidth Product	$f_O = 100kHz$ , $V_{IN} = 50mV_{rms}$	8	2	MHz (min)
$e_{IN}$ (Note 3)	Input Noise	IHF-A Weighting Filter $R_{IN} = 600\Omega$ (Input Referred)	2.0	8	$\mu V$ (max)
SNR	Signal-to-Noise Ratio	$P_O = 1W$ , A-Weighted, Measured at $1kHz$ , $R_S = 25\Omega$	98		dB
		$P_O = 25W$ , A-Weighted Measured at $1kHz$ , $R_S = 25\Omega$	112		dB
$A_M$	Mute Attenuation	Pin 6,11 at $2.5V$	115	80	dB (min)

**Note 1:** 動作は 60V まで保証されていますが、適切な熱対応処置を講じないと、SPiKe プロテクション回路によって歪みが発生することがあります。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 電気テスト。テスト回路 #1 を参照。

**Note 3:** AC 電気テスト。テスト回路 #2 を参照。

**Note 4:** 特記のない限り、電圧はすべて GND 端子 (5, 10) を基準として測定します。

**Note 5:** 「絶対最大定格」は、それを超えた場合にデバイスに破壊を生じる可能性があるリミット値を示します。「動作定格」は、デバイスが動作可能である条件を示しているもので、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」は、特定の性能範囲を保証する特定の試験条件のもとにおける DC および AC の電氣的仕様を示します。これは、デバイスが動作定格内にあることを前提としています。リミットの定めのないパラメータに対しては、仕様は保証されませんが、Typ 値がデバイス性能の優れた指標になります。

**Note 6:**  $25\ ^\circ C$  を超えるケース温度における動作については、最高接合部温度  $150\ ^\circ C$ 、T パッケージの場合の接合部からケースへの熱抵抗  $\theta_{JC} = 1\ ^\circ C/W$  に基づいて、デバイスの定格を緩和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決定」を参照してください。

**Note 7:**  $1.5k\ \Omega$  の抵抗を通して  $100pF$  を放電させる人体モデル。

**Note 8:** 動作接合部温度の最高値は  $150\ ^\circ C$  ですが、瞬間的安全動作領域は  $250\ ^\circ C$  です。

**Note 9:** Typ 値は  $25\ ^\circ C$  における測定値であり、パラメトリック基準を表します。

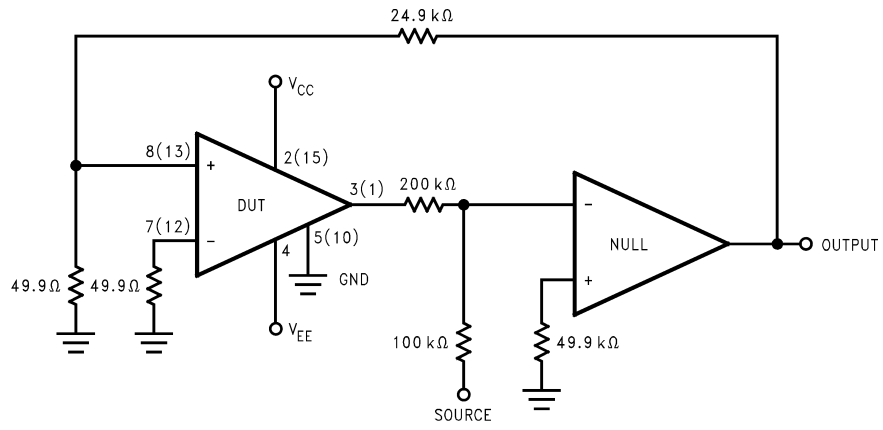
**Note 10:** リミット値は、全部品製造検査により規定値を満たしていることを保証しています。

**Note 11:** 不足電圧保護回路を無効にさせるためには、 $V_{EE}$  はその端子でグラウンドから最低  $-9V$  でなければなりません。さらに、 $V_{CC}$  と  $V_{EE}$  との電圧差は  $14V$  より高くなければなりません。

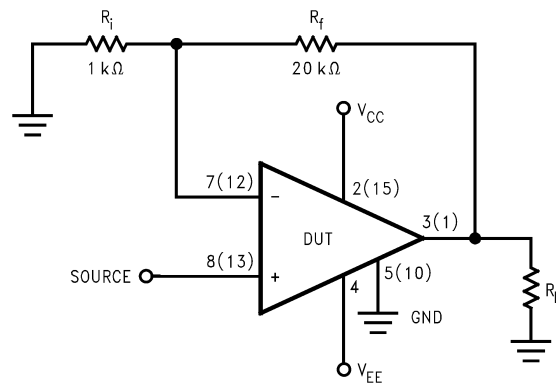
**Note 12:** 出力ドロップアウト電圧  $V_{OD}$  は、電源電圧とクリッピング電圧との差です。「代表的な性能特性」の“Clipping Voltage vs. Supply Voltage”のグラフを参照してください。

**Note 13:** 非絶縁型パッケージ (T) の熱抵抗  $\theta_{JC}$  は  $1\ ^\circ C/W$  ですが、これに対して絶縁型パッケージ (TF) の  $\theta_{JC}$  は  $2\ ^\circ C/W$  となっています。絶縁型パッケージは、このように接合部からケースへの熱抵抗が大きいため、電源電圧を低くしてパッケージの消費電力を抑える必要があります。 $\pm 26V$  以上の電源を用いる場合は、通常動作時にサーマル・シャットダウンを起こさないよう、熱抵抗が  $1\ ^\circ C/W$  以下のヒートシンクを併用してください。

### テスト回路 #1 (Note 2) (DC 電気テスト回路)



### テスト回路 #2 (Note 3) (AC 電気テスト回路)



ブリッジ・アンプ応用回路

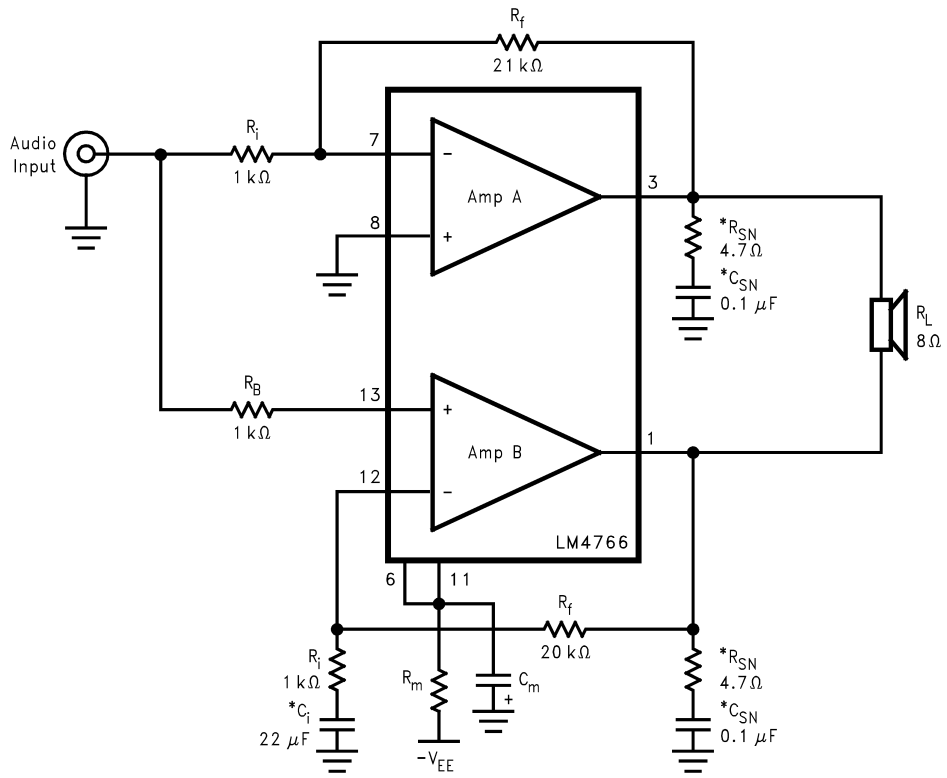


FIGURE 2. Bridged Amplifier Application Circuit

単一電源応用回路

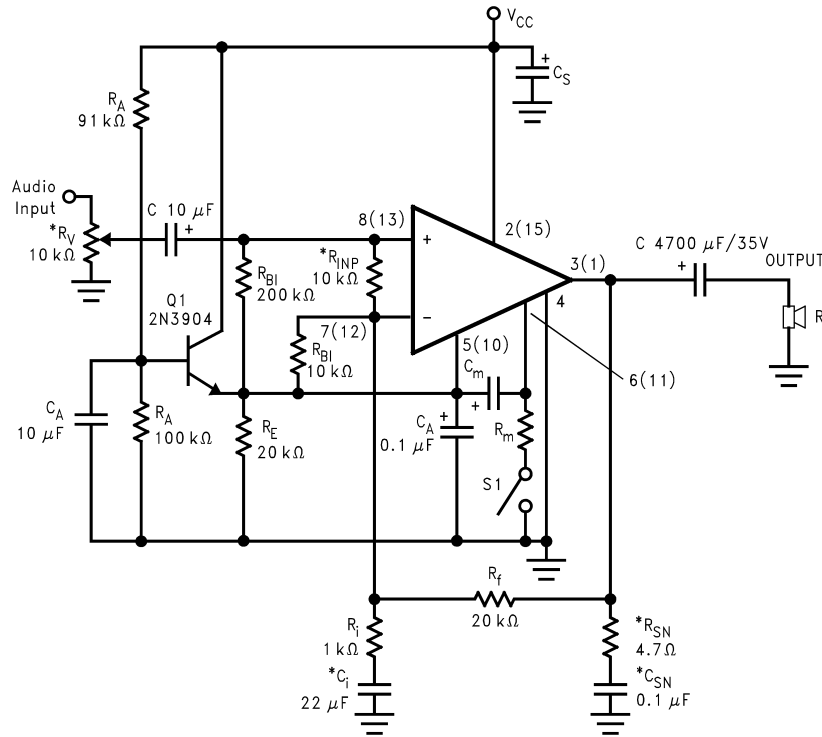


FIGURE 3. Single Supply Amplifier Application Circuit

Note: \* オプション部品は実際の設計要件によって変わります。

応用回路例

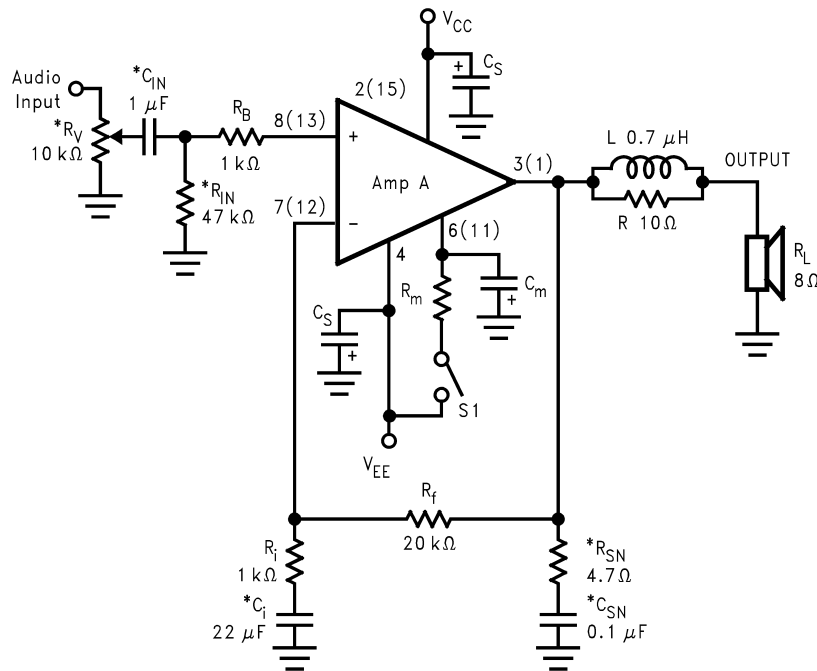
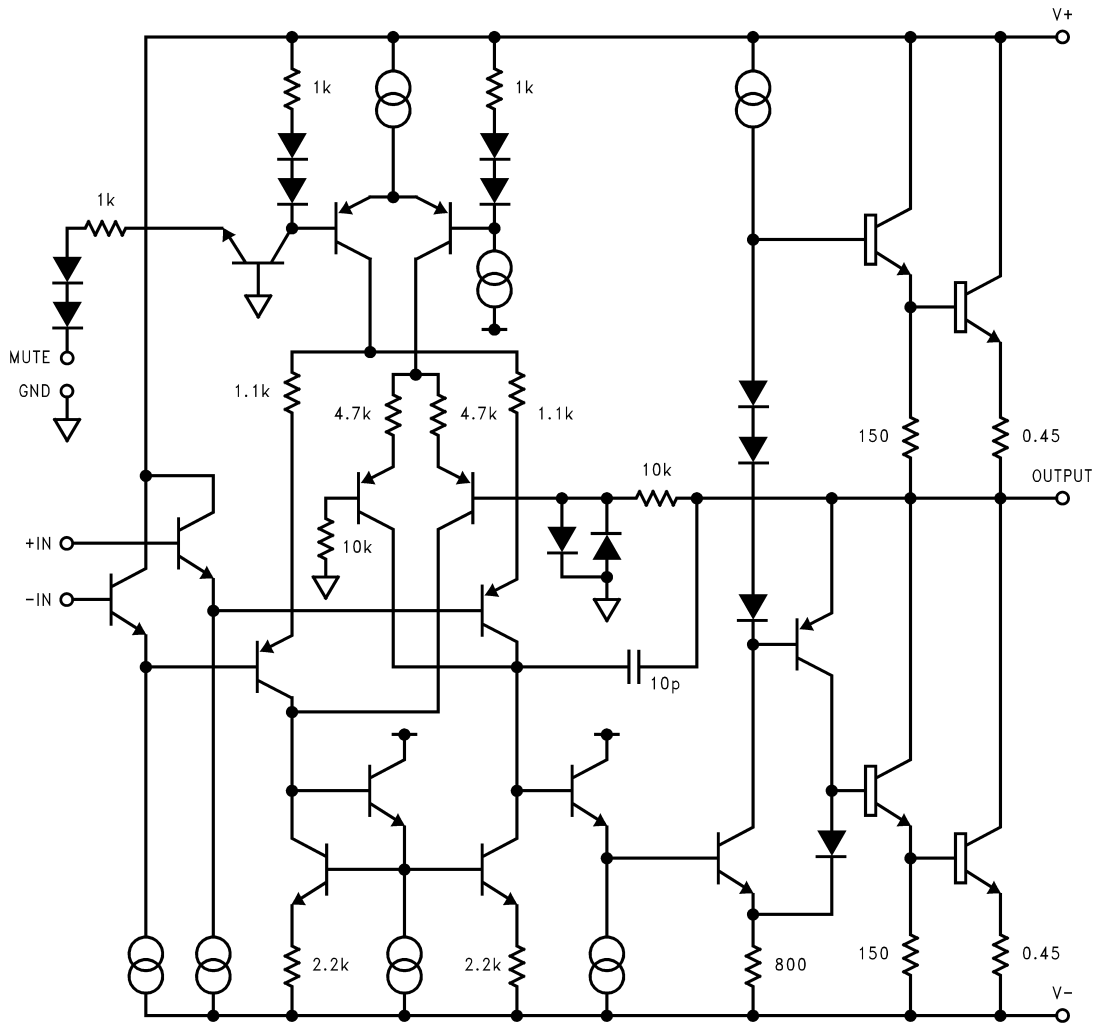


FIGURE 4. Special Audio Amplifier Application Circuit



等価回路 (アクティブ保護回路は除外してあります)

LM4766 (One Channel Only)



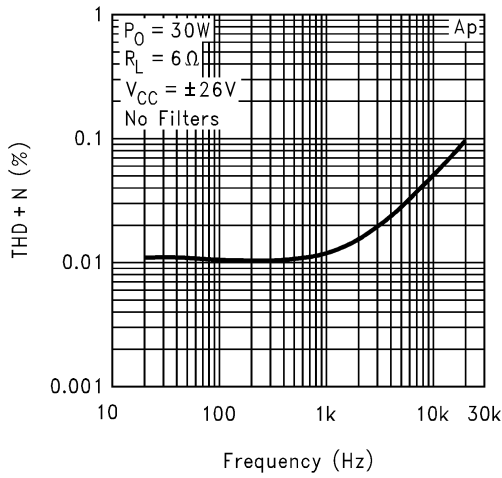
## 外付け部品の説明

部品		機能説明
1	R <sub>B</sub>	アンプの非反転入力への電流の流入を防止します。不足電圧回路がオフであると、流入した電流は、システムのパワー・ダウン時に、回路の低入力インピーダンスのためにそのまま負荷に流れてしまう場合があります。この現象は、電源電圧が 1.5V より低いときに発生します。
2	R <sub>i</sub>	R <sub>f</sub> と連携して AC ゲインを生じるための反転入力抵抗。
3	R <sub>f</sub>	R <sub>i</sub> と連携して AC ゲインを生じるための帰還抵抗。
4	C <sub>i</sub> (Note 14)	DC でユニティ・ゲインを保証する帰還コンデンサ。さらに、R <sub>i</sub> と連携して、 $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ のハイパス・フィルタを構成します。
5	C <sub>S</sub>	電源のフィルタおよびバイパス機能を果たします。バイパス・コンデンサの適切な配置と選択は、「アプリケーション情報」の「電源バイパス処置」を参照してください。
6	R <sub>V</sub> (Note 14)	入力電圧レベルを設定することにより、ボリューム・コントロールの役割を果たします。
7	R <sub>IN</sub> (Note 14)	回路に C <sub>IN</sub> が存在するときに、アンプの入力端子の DC バイアスポイントを設定します。さらに、C <sub>IN</sub> と連携して、 $f_c = 1/(2 R_{IN} C_{IN})$ のハイパス・フィルタを構成します。Figure 4 を参照。
8	C <sub>IN</sub> (Note 14)	入力信号の DC オフセットがそのままアンプの入力に流入しないよう阻止する入力コンデンサ。
9	R <sub>SN</sub> (Note 14)	C <sub>SN</sub> と連携して高周波の不安定性を低減させるポールを形成することにより、出力段を安定させます。
10	C <sub>SN</sub> (Note 14)	R <sub>SN</sub> と連携して高周波の不安定性を低減させるポールを形成することにより、出力段を安定させます。ポールは $f_c = 1/(2 R_{SN} C_{SN})$ に設定されます。Figure 4 を参照。
11	L (Note 14)	高周波では、R が高容量性負荷を減結合し、直列共振回路の Q を低下させられるように高インピーダンスにします。さらに、低周波では、R を短絡してオーディオ信号をそのまま負荷に伝えるように低インピーダンスにします。Figure 4 を参照。
12	R (Note 14)	
13	R <sub>A</sub>	単一電源動作で、トランジスタ Q1 に DC 電圧バイアスを供給します。
14	C <sub>A</sub>	単一電源動作向けに、バイアス・フィルタ機能を果たします。
15	R <sub>INP</sub> (Note 14)	単一電源動作向けに、アンプの両入力間の電圧差を制限します。R <sub>INP</sub> 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 <sub>BI</sub>	単一電源動作向けに、入力バイアス電流を供給します。R <sub>BI</sub> 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 <sub>E</sub>	単一電源動作で、トランジスタ Q1 への固定 DC 電流を設定します。この抵抗は、C <sub>A</sub> と連携して 1/2 電源電圧点を安定させます。
18	R <sub>M</sub>	ミュートングをオフにするために、端子 6 または 11 から 0.5mA を流出できるように設定されるミュート抵抗。R <sub>M</sub> は、式 $R_M = ( V_{EE}  - 2.6V)/I$ で計算します。I = 0.5mA です。「代表的な性能特性」の曲線 “Mute Attenuation vs Mute Current (per Amplifier)” を参照してください。
19	C <sub>M</sub>	ミュートングをオンおよびオフにするための大きな時定数を形成するように設定されるミュート・コンデンサ。
20	S <sub>1</sub>	オープン時にアンプへの入力音楽信号をミュートさせるミュート・スイッチ。

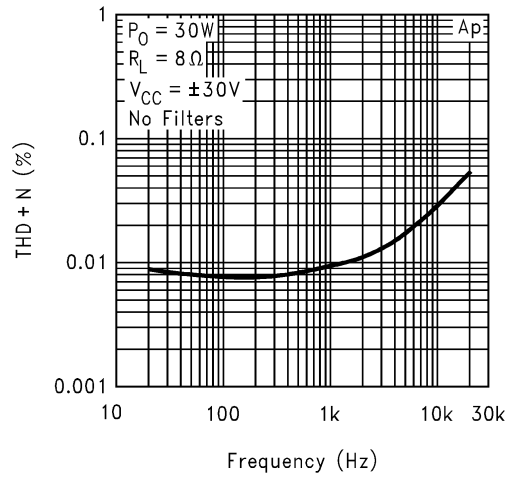
**Note 14:** オプション部品は実際の設計要件によって変わります。

代表的な性能特性

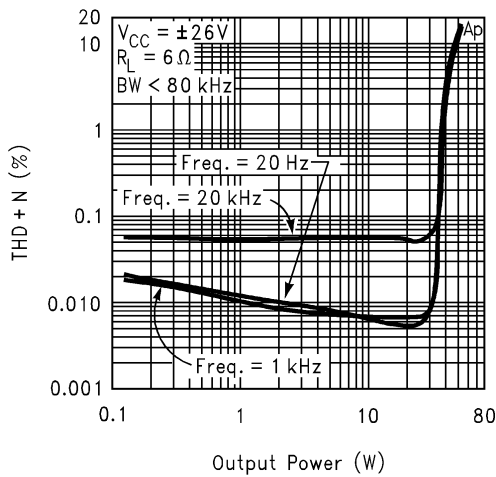
THD + N vs Frequency



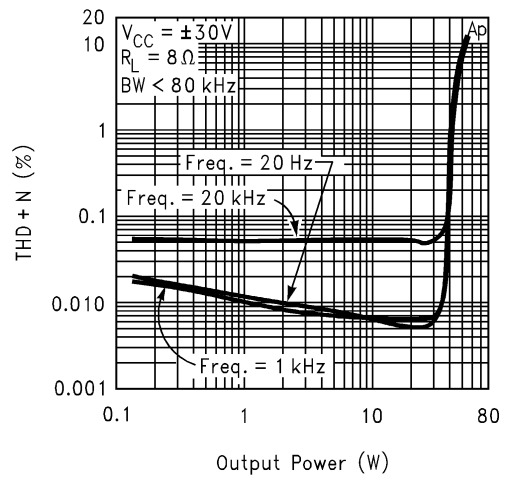
THD + N vs Frequency



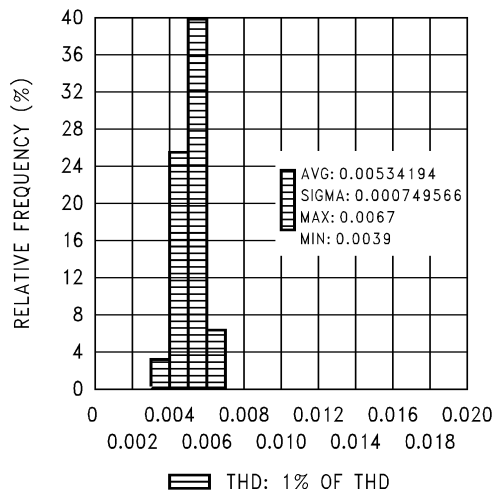
THD + N vs Output Power



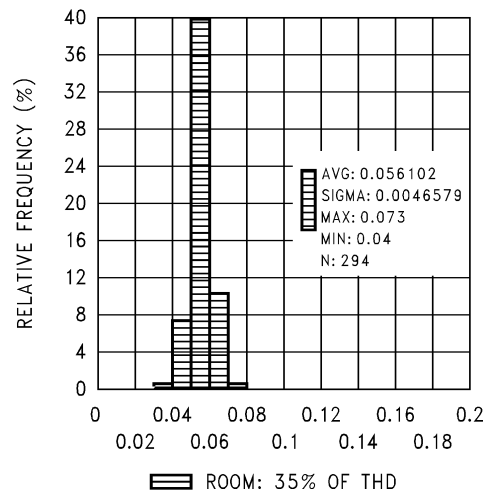
THD + N vs Output Power



THD + N vs Distribution

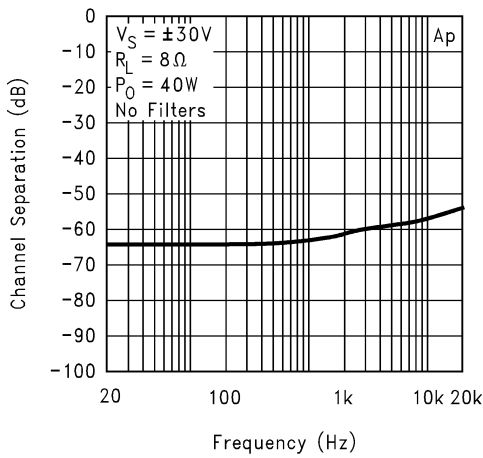


THD + N vs Distribution

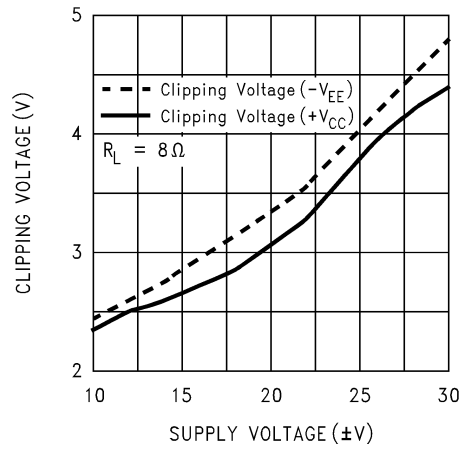


代表的な性能特性 (つづき)

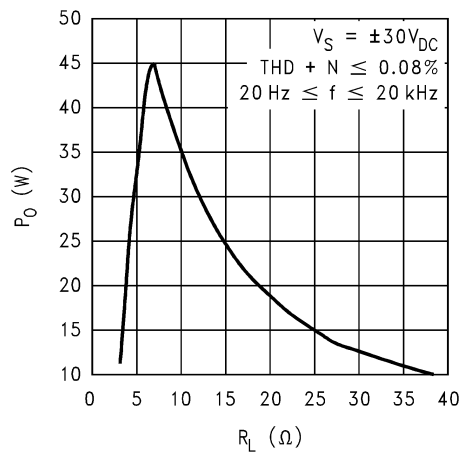
Channel Separation vs Frequency



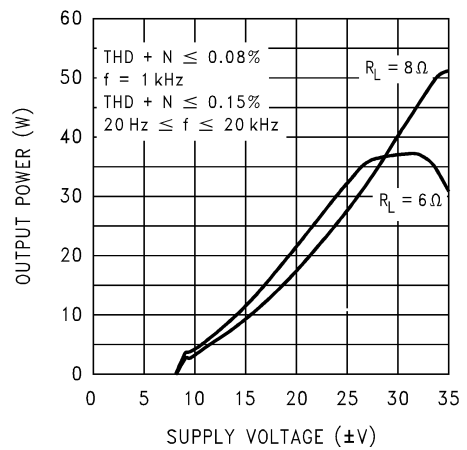
Clipping Voltage vs Supply Voltage



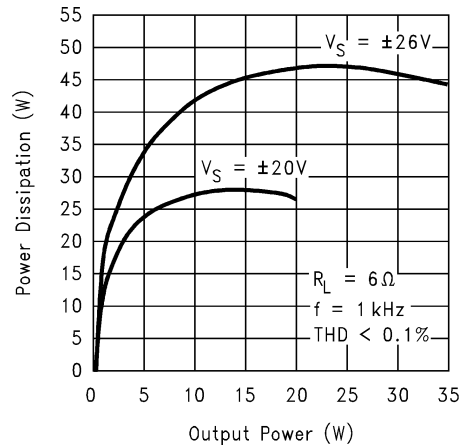
Output Power vs Load Resulance



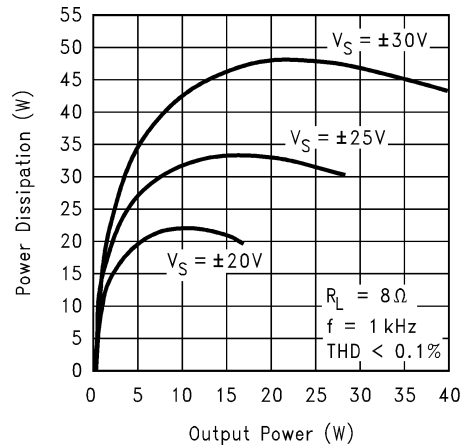
Output Power vs Supply Voltage



Power Dissipation vs Output Power



Power Dissipation vs Output Power

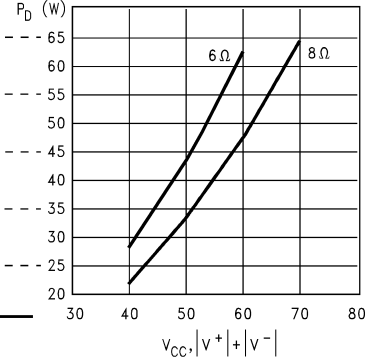


代表的な性能特性 (つぎ)

Max Heatsink Thermal Resistance (  $\theta_{SA}$  )  
at the Specified Ambient Temperature (  $T_A$  )

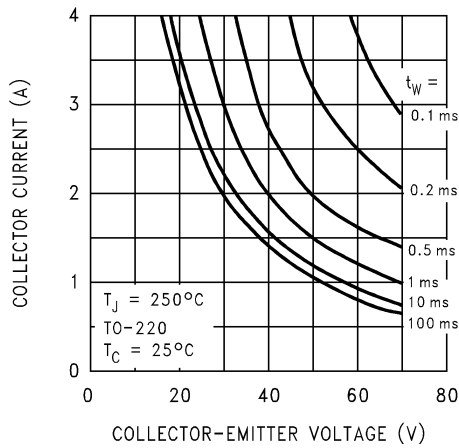
$T_A = 25^\circ\text{C}$	40	50	60	70	80	90	100
0.72							
0.88							
1.07	0.80						
1.30	1.00	0.80					
1.58	1.24	1.02	0.80				
1.93	1.55	1.30	1.05	0.80			
2.37	1.94	1.66	1.37	1.09	0.80		
2.97	2.47	2.13	1.80	1.47	1.13	0.80	
3.80	3.20	2.80	2.40	2.00	1.60	1.20	0.80
5.05	4.30	3.80	3.30	2.80	2.30	1.80	1.30

Maximum Power Dissipation  
vs. Supply Voltage

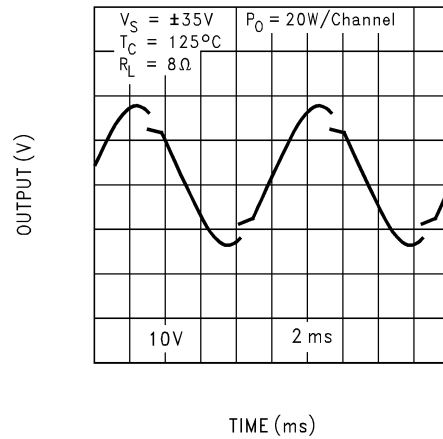


Note: 上の表におけるヒートシンクの最大熱抵抗値  $\theta_{SA}$  は、サーマル・コンパウンドを使用して得られる  $\theta_{CS} = 0.2$   $^\circ\text{C}/\text{W}$  で計算したものです。

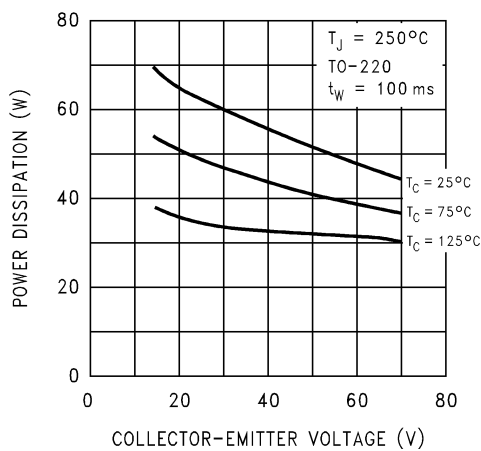
Safe Area



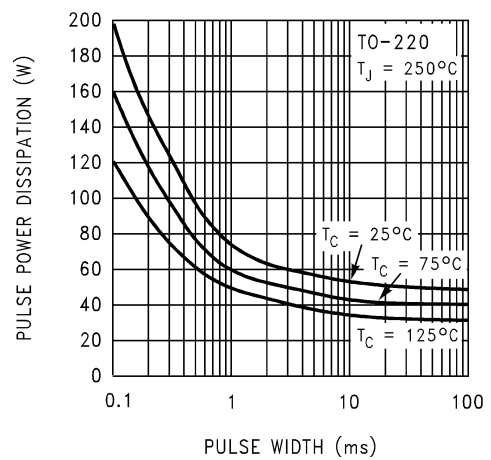
SPiKe Protection  
Response



Pulse Power Limit

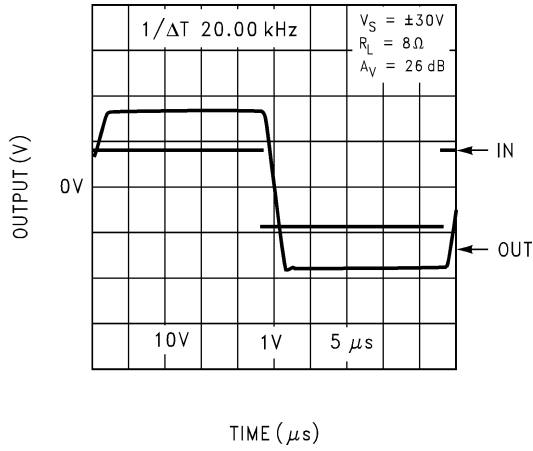


Pulse Power Limit

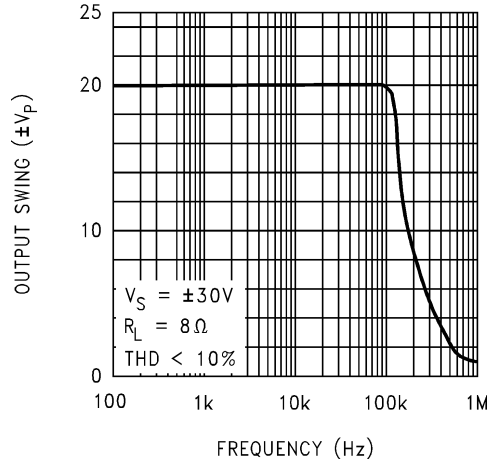


代表的な性能特性 (つづき)

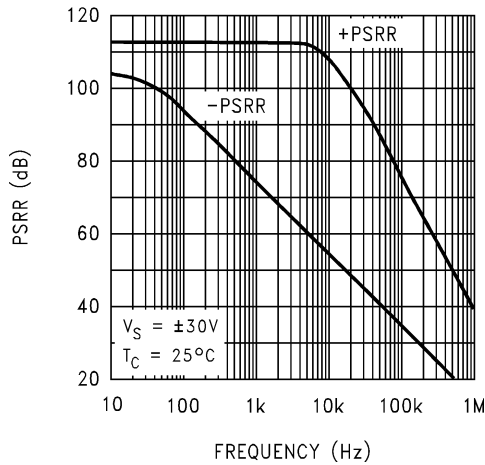
**Pulse Response**



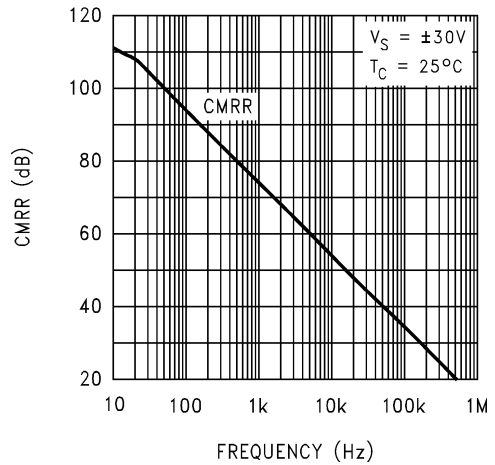
**Large Signal Response**



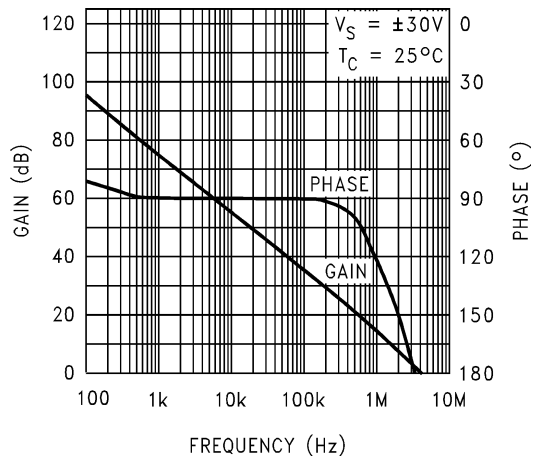
**Power Supply Rejection Ratio**



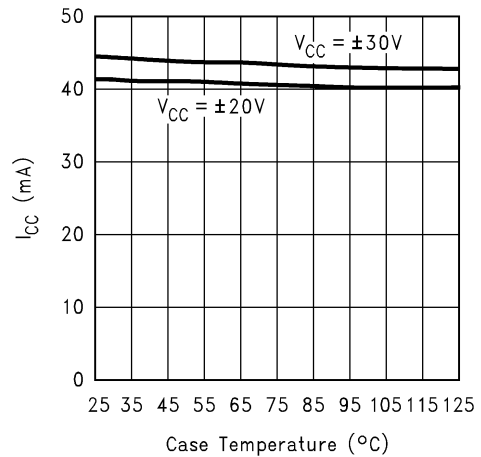
**Common-Mode Rejection Ratio**



**Open Loop Frequency Response**

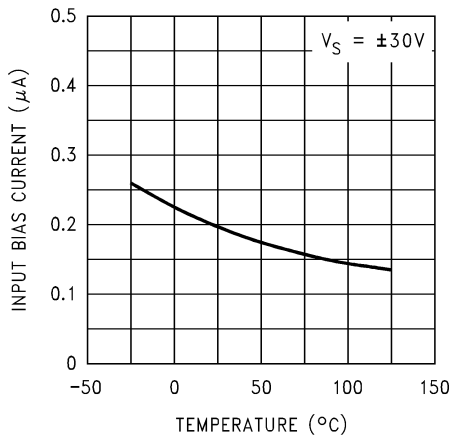


**Supply Current vs Case Temperature**

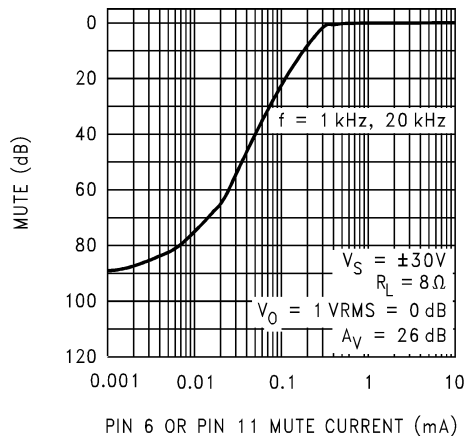


代表的な性能特性 (つづき)

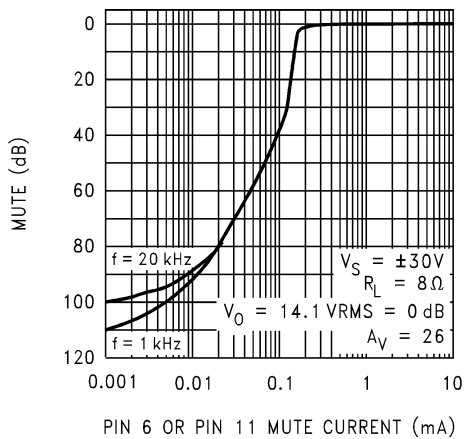
Input Bias Current vs Case Temperature



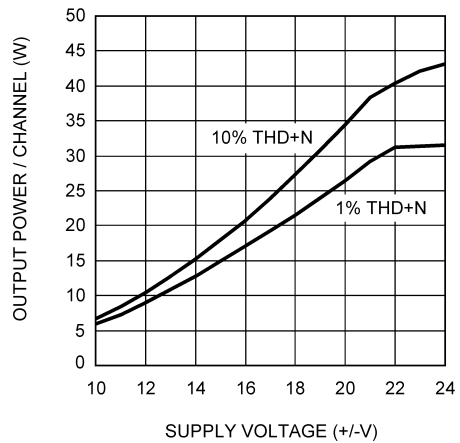
Mute Attenuation vs Mute Current (per Amplifier)



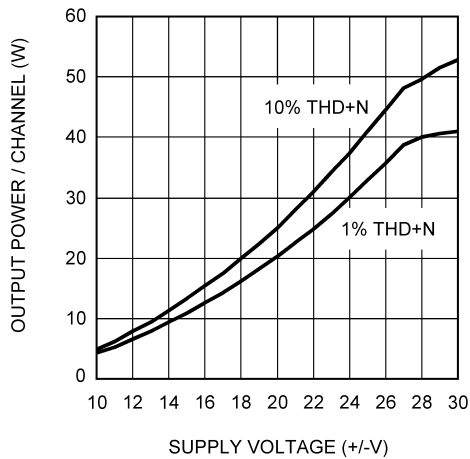
Mute Attenuation vs Mute Current (per Amplifier)



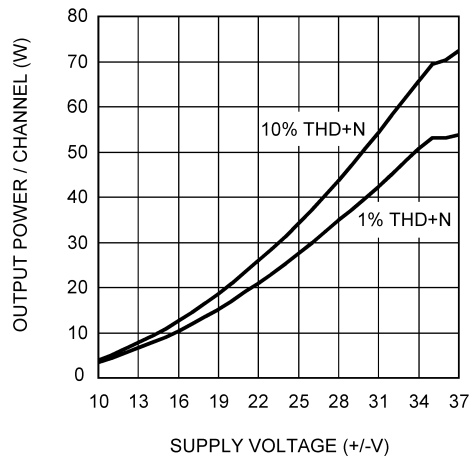
Output Power/Channel vs Supply Voltage  
f = 1kHz, R<sub>L</sub> = 4Ω, 80kHz BW



Output Power/Channel vs Supply Voltage  
f = 1kHz, R<sub>L</sub> = 6Ω, 80kHz BW



Output Power/Channel vs Supply Voltage  
f = 1kHz, R<sub>L</sub> = 8Ω, 80kHz BW



## アプリケーション情報

### ミュート・モード

LM4766 では、ミュート機能によって、デバイスの各ミュート端子から 0.5mA 以上を流出させて、アンプへの入力音楽信号をミュートできます。これは、Figure 1 の “Typical Audio Amplifier Application Circuit” に示すように、使用する負電源電圧に関して抵抗  $R_M$  を選択し、スイッチと併用して実現されます。このスイッチは、オープン時には端子 6 または 11 から  $-V_{EE}$  への電流を遮断し、したがって LM4766 をミュート・モードにします。

端子 6 または 11 からの流出電流による減衰値については、「代表的な性能特性」の “Mute Attenuation vs Mute Current” 曲線を参照してください。抵抗  $R_M$  は下の式で計算します。

$$R_M = (| -V_{EE} | - 2.6V) / I_{pin6}$$

$$I_{pin6} = I_{pin11} = 0.5mA \text{ です。}$$

端子 6 と 11 を接続すれば、ミュート機能に必要な抵抗とコンデンサの数を 1 つずつのみにできます。ミュート抵抗は、各アンプをミュート・モードから十分に抜け出させるために、抵抗  $R_M$  を通して 1mA が流出されるように選択しなければなりません。電源ラインのゆらぎを考慮に入れて、1 ミュート端子につき 1mA、または両ミュート端子を接続する場合は合計 2mA を流出させるのが賢明です。

### 低電圧保護

システムのパワー・アップ時には、DC 出力のスパイクを発生させないために、LM4766 をオンにする前に低電圧保護回路により、電源とそれぞれの対応のコンデンサの電圧が通常動作時の値付近まで上昇できます。パワー・オフ時には、パワー・ダウンでトランジエントを発生させないように、LM4766 の出力が電源より先にグラウンド・レベルに下げられます。

### 過電圧保護

LM4766 は、過電圧保護回路を内蔵しています。この回路は出力電流を約  $4.0A_{PK}$  に制限し、他方ではさらに、内部クランプ・ダイオードを通さなくても、電圧クランプを行います。クランプ効果はまったく同じですが、大きな電流スパイクをシンクすることにより、出力トランジスタは交互に動作するように設計されています。

### SPIke プロテクション

LM4766 は、パワー・トランジスタ・アレイにかかる瞬時的ピーク温度ストレスから保護されています。「代表的な性能特性」の “Safe Operating” のグラフは、SPIke プロテクション回路がオンでない状態のデバイス動作の領域を示したものです。その SOA グラフの右側の波形は、SPIke プロテクションがオンになったとき、ダイナミック保護によってどのように波形歪みが生じるかを示したものです。詳細は、AN-898 を参照してください。

### 熱保護

LM4766 は、デバイスにかかる長期間の熱ストレスを防止する高度な熱保護機構を備えています。ダイ上の温度が 165℃ に達すると、LM4766 はシャットダウンします。ダイ温度が約 155℃ に下がると、LM4766 は再び動作を開始しますが、温度が再び上昇し始めると、165℃ で再びシャットダウンが起こります。したがって、障害条件が一時的であれば、デバイスは比較的高温まで加熱が可能ですが、障害が持続する場合、デバイスは 165℃ と 155℃ のサーマル・シャットダウン温度の上下限の間で、シュミット・トリガのように熱サイクルを繰り返します。その結果、熱サイクルによって IC にかかるストレスが大幅に軽減される一方で、障害が持続する条件下で IC の信頼性が向上します。

ダイ温度は、使用するヒートシンクに直接依存するので、通常動作中にサーマル・シャットダウンに到達させないように、ヒートシンクを選択する必要があります。「正しいヒートシンクの決定」の説明に従って、システムのコストと空間の制約内で可能な最良のヒートシンクを使用すれば、あらゆるパワー半導体デバイスの長期的信頼性が向上します。

### 最大消費電力の決定

集積回路パッケージ内の消費電力は、非常に重要なパラメータであり、その決定に際しては、最適パワー出力が得られるかどうかを理解する必要があります。最大消費電力の計算を誤ると、ヒートシンク容量の不足につながり、その結果サーマル・シャットダウンが生じ、出力パワーが制限されます。

式 (1) で、各アンプの理論的最大消費電力の例を示します。 $V_{CC}$  は合計電源電圧です。

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

したがって、合計電源電圧と定格出力負荷がわかると、最大消費電力点を計算できます。各 LM4766 にアンプが 2 つ入っているため、パッケージとしての消費電力は、式 (1) から与えられる数値の 2 倍になります。「代表的な性能特性」の “Power Dissipation vs. Output Power” のグラフを参照してください。それらのグラフは、単に、式 (1) から与えられる理論的最大点だけでなく、実際のフル・レンジ消費電力を示しています。

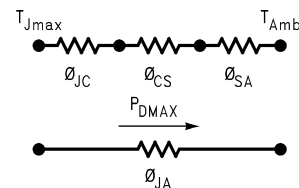
### 正しいヒートシンクの決定

ハイパワー・オーディオ・アンプのヒートシンクの選択は、決して熱保護回路を通常環境下では動作させないように、ダイ温度を特定のレベルに維持するために行います。

ダイ (接合部) から外気 (周囲環境) への熱抵抗は、 $J_C$ 、 $C_S$ 、 $S_A$  の 3 つの熱抵抗の組み合わせです。加えて、LM4766T の  $1^\circ C/W$  の熱抵抗  $J_C$  (接合部からケースへの熱抵抗) があります。Thermalloy Thermacode サーマル・コンパウンドを使用すると、熱抵抗  $C_S$  (ケースからヒートシンクへの熱抵抗) は約  $0.2^\circ C/W$  です。対流熱流 (消費電力) は電流に類似しているため、熱抵抗は電気抵抗に類似し、温度降下は電圧降下に類似しており、LM4766 の消費電力は次式で与えられます。

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

$T_{JMAX} = 150^\circ C$ 、 $T_{AMB}$  はシステムの周囲温度であり、 $J_A = J_C + C_S + S_A$  です。



式 (1) を使用して、最大パッケージ消費電力が計算できれば、ヒートシンクの  $^\circ C/W$  単位の最大熱抵抗  $S_A$  (ヒートシンクから周囲への熱抵抗) が計算できます。この計算は、式 (3) を使用して行います。式 (3) は式 (2) を  $S_A$  について解くと得られます。

$$S_A = [(T_{JMAX} - T_{AMB}) - P_{DMAX} (J_C + C_S)] / P_{DMAX} \quad (3)$$

ここでも、 $S_A$  の値はシステム設計者のアンプ要件によって決まることに注意しなければなりません。オーディオ・アンプを動作させる周囲温度が  $25^\circ C$  より高い場合は、その他をすべて等しいとすれば、ヒートシンクの熱抵抗を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)

## 電源のバイパス処置

LM4766 は、電源電圧安定度が優れており、安定化電源を必要としません。しかし、システム性能を向上させ、加えて発振の可能性をなくすためには、リード線を短くした低インピーダンスのコンデンサをパッケージ端子に近接して配置、接続し、LM4766 の電源リードをバイパスさせる必要があります。電源のバイパスが不十分な場合は、「モータボートイング」として知られる低周波発振や高周波の不安定性によって明らかになります。これらの不安定性は、低周波変動を吸収するための大きなタンタルまたは電解コンデンサ (10  $\mu$ F 以上) と、電源ラインを介した高周波のフィードバックを防止するための小さなセラミック・コンデンサ (0.1  $\mu$ F) を利用したバイパス処置によって除去できます。

十分なバイパス処置が講じられていない場合は、負荷電流の整流された成分が電源リード線を流れて、内部回路にフィードバックされる可能性があります。この信号は、高周波の歪みの原因となるので、470  $\mu$ F 以上の電解コンデンサを使用して、電源をパッケージ端子でバイパスさせる必要があります。

## ブリッジ接続アンプ・アプリケーション

LM4766 にはオペアンプが 2 つあり、いくつかの異なるアンプ構成が可能です。それらの構成の 1 つは「ブリッジ接続モード」と呼ばれ、LM4766 の両出力により負荷が差動的にドライブされます。この構成は Figure 2 に示してあります。ブリッジ接続モードの動作は、古典的なシングルエンド・アンプ構成とは異なります。つまり、後者の場合は負荷の片側がグラウンドに接続されます。

ブリッジ・アンプ設計には、シングルエンド構成に明確に優る利点があります。ブリッジ・アンプ設計は負荷の差動ドライブが可能であり、したがって、指定された電源電圧で出力スイングが 2 倍になることです。結果として、同条件のもとで、シングルエンド・アンプと比較して理論的には 4 倍の出力パワーが可能になります。この達成可能な出力パワーの増大は、アンプに電流制限作用も、電圧クリッピングもないことを前提としています。

ブリッジ・アンプによる負荷への供給パワー増大の直接の結果として、内部的消費電力が増大します。ブリッジ構成の各オペアンプについて、内部消費電力はシングルエンドの場合の消費電力に対して 2 倍になります。1 つのパッケージ内にオペアンプが 2 つある LM4766 のようなオーディオ・パワーアンプは、パッケージの消費電力が 4 倍になります。LM4766 のブリッジ接続負荷の場合の最大消費電力点を計算するには、式 (1) の結果に 4 を乗じます。

この  $P_{DMAX}$  の値を使用して、ブリッジ接続アンプ・アプリケーションの正しいサイズのヒートシンクを計算できます。与えられた電源と負荷に対する内部消費電力は、ブリッジ接続モードを使用すると増大するので、式 (3) からわかるように、ヒートシンクの  $S_A$  を減少させる必要があります。与えられたアプリケーションの適切なヒートシンク効果の詳細は、「正しいヒートシンクの決定」を参照してください。

## 単一電源アンプ・アプリケーション

LM4766 の標準的アプリケーションは、両電源アンプです。しかし、Figure 3 に示すように、LM4766 は単一電源構成でも使用できます。この構成では、いくつかの外付け部品を使用して 1/2 電源電圧バイアスが発生され、入力と出力の基準電位として使用されます。したがって、信号は、両電源アプリケーションでグラウンドの上下にスイングするのと同様に、1/2 電源電圧の上下にスイングします。ミュート機能など、LM4766 のすべての機能を利用するためには、正しい回路バイアスをかけるのに加えて、他にも 2、3 の配慮点を重視しなければなりません。

## クリック / ポップ

両電源型オーディオ・アンプとしての LM4766 の標準的アプリケーションでは、ミュート・モードを活用するとき、この IC は、優れた“クリック”および“ポップ”性能を発揮します。このデバイスは、さらに、不要なパワー・アップやパワー・ダウン時のトランジエントを除去する不足電圧保護機能も取り入れています。これらの機能は、安定した一定不変の 1/2 電源電位を基礎としています。両電源アプリケーションでは、グラウンドが安定した 1/2 電源電位になります。しかし、単一電源アプリケーションでは、上下の電源電圧と同様に、1/2 電源電圧は 1/2  $V_{CC}$  まで充電される必要があります。そのために、クリック / ポップ・ノイズのない電源投入の実現は大きな課題になっています。アンプの両入力の充電に少しでも不均衡があると、LM4766 の差動入力トポロジーのために、出力にクリック / ポップ・ノイズが生じます。

トランジエントのないパワー・アップやパワー・ダウンを達成するためには、両入力端子に現れる電圧は理想的には同じである必要があります。そのような信号は、性質的に同相になり、LM4766 によって除去されます。Figure 3 で、抵抗  $R_{INP}$  は、2 ノード間に現れる可能性がある電圧差を制限して、両入力を同電位に維持する役割を果たします。これで、アンプの両入力の充電の不均衡によるあらゆるタイプのターンオン・ポップ・ノイズが大幅に低減されるはずですが、この充電は、特定アプリケーションの負荷のかけ方に基づきます。したがって、システム設計者は最適性能が得られるようにこれらの値を調整しなければならない場合があります。

Figure 3 に示すように、 $R_{BI}$  のラベルの抵抗は 2N3904 のエミッタの 1/2 電源電圧ノードから外れて、LM4766 にかかるバイアス電圧の上昇を支援します。しかし、回路の入力と出力の間の結合コンデンサに加えて負帰還があるため、 $R_{BI}$  の値は異なる 2 つ、つまり 10k と 200k になります。これらの抵抗によって、両入力の電位は同じレートで上昇し、ポップ・ノイズのないターンオンとなります。これらの抵抗値をわずかに調整だけで、システムの電源投入時に電圧が極端に急傾斜で上昇したり、オーバーシュートを生じる電源に起因するポップ・ノイズが低減される場合があります。

## オーディオ・パワーアンプの設計

## 30W/8 オーディオ・アンプの設計

条件:	
パワー出力	30W <sub>RMS</sub>
負荷インピーダンス	8
入力レベル	1V <sub>RMS</sub> (max)
入力インピーダンス	47k
帯域幅	20Hz ~ 20kHz、 $\pm 0.25$ dB

設計者は、まず、指定された出力パワーを得るために必要な電圧と電流によって、電源の必要条件を決定します。 $V_{OPEAK}$  は式 (4) から、 $I_{OPEAK}$  は式 (5) からそれぞれ決定できます。

## アプリケーション情報 (つづき)

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

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

最大電源電圧を決定するに際しては、以下の条件を検討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スイング  $V_{OPEAK}$  に加えて、 $I_{OPEAK}$  の電流における電源電圧の上限値を得ます。電源の変動率によって無負荷電圧が決まります。無負荷電圧は通常約 15% 高くなります。電源電圧は、ハイ・ライン条件時にも 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。

$$\text{Max supplies} \approx \pm (V_{OPEAK} + V_{OD}) (1 + \text{regulation}) \quad (1.1)$$

8 の負荷に 30W の出力パワーを供給するためには、必要な  $V_{OPEAK}$  は 21.91V です。  $V_{OPEAK}$  と  $V_{OD}$  を加算して、25.4V の最小電源電圧上限が求められます。安定化により、最大電源電圧は  $\pm 32V$  になり、必要な  $I_{OPEAK}$  は式 (5) から 2.74A になります。8 負荷のデュアル 30W アンプの場合は、電源から流出する  $I_{OPEAK}$  は  $2.74A_{PK}$  の 2 倍、つまり  $5.48A_{PK}$  です。この点で、パワー出力と電源電圧の関係を調べて、低 THD + N を維持しながら、デバイスから必要な出力パワーが得られることを確認します。さらに、設計者は、システムのコストとサイズの制約条件が与えられた場合、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値  $S_A$  が実現可能なことを確認します。ヒートシンク問題に対応できたら、式 (6) から必要なゲインを求められます。

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

式 (6) から、最小  $A_V$  は 15.5 以上です。

21 のゲインを選択し、帰還抵抗  $R_f$  を 20k とすると、 $R_i$  の値は式 (7) から求められます。

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

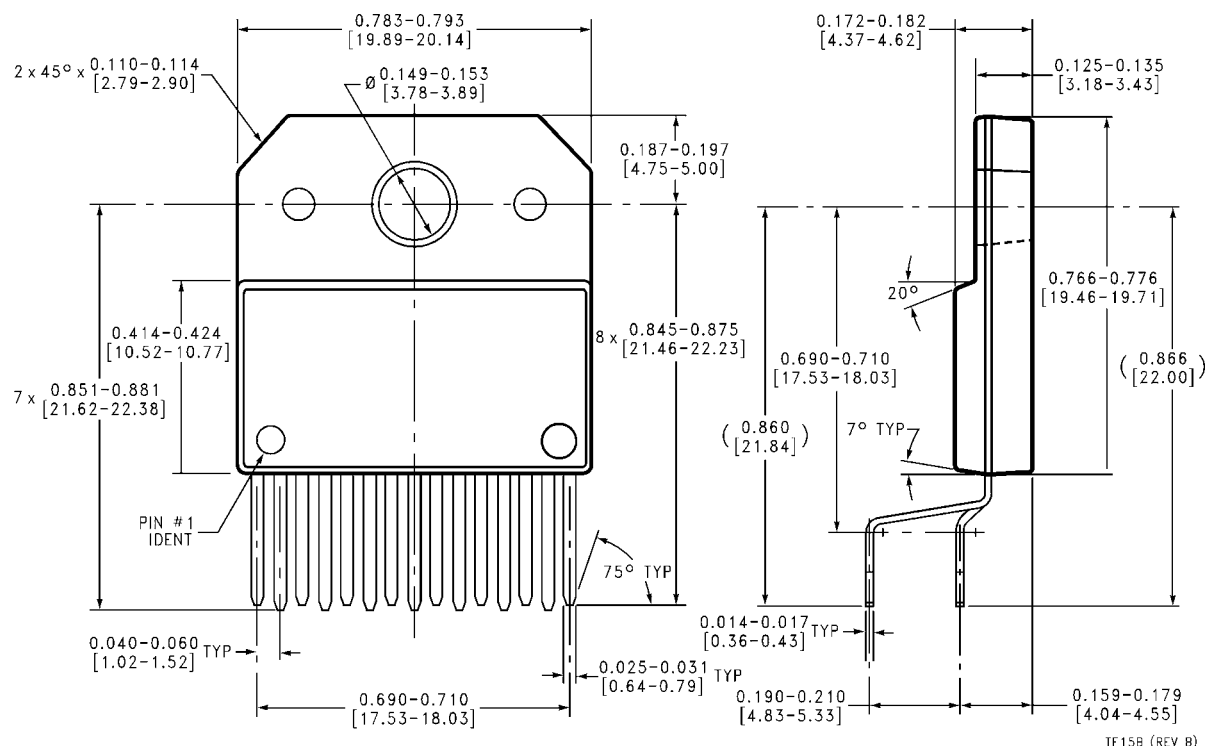
したがって、 $R_i = 1k$  では、非反転ゲインは 21 になります。求められる入力インピーダンスは 47k だったので、 $R_{IN}$  には 47k の値が選択されました。最終設計ステップは、必要な帯域幅に対応したものです。帯域幅は、-3dB の周波数点のペアとして指定しなければなりません。-3dB の点から 5 倍離れたところでは、通過帯域応答から 0.17dB 下がり、これは指定された必要値  $\pm 0.25dB$  より優れています。この事実から、それぞれ 4Hz と 100kHz の低周波および高周波ポールができます。「外付け部品」に示すように、 $R_i$  は  $C_i$  と連携してハイパス・フィルタを構成します。

$$C_i = 1 / (2 * 1k * 4Hz) = 39.8\mu F; \quad 39\mu F \text{ を使用します。}$$

高周波のポールは、求められる高周波のポール  $f_H$  とゲイン  $A_V$  との積によって決定されます。  $A_V = 21$ 、 $f_H = 100kHz$  から、結果のゲイン帯域幅積 (GBWP) は 2.1MHz であり、これは 8MHz の LM4766 の保証最小 GBWP 未満です。したがって、アンプの高周波応答が、十分に設計帯域要件内である 20kHz で 0.17dB ダウンより悪くならないことが保証されます。



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



Isolated TO-220 15-Lead Package  
Order Number LM4766TF  
NS Package Number TF15B

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

## 生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2006 National Semiconductor Corporation  
製品の最新情報については [www.national.com](http://www.national.com) をご覧ください。

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/](http://www.national.com/jpn/)

# 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