

# LM4916

*LM4916 1.5V, Mono 85mW BTL Output, 14mW Stereo Headphone Audio Amplifier*



Literature Number: JAJSA21

## LM4916

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

## 1.5V 動作、85mW モノラル BTL 出力、14mW ステレオ・ヘッドフォン出力 オーディオ・アンプ

### 概要

LM4916 はユニティ・ゲインで安定した特性を持つオーディオ・アンプで、差動出力 (ブリッジ接続負荷 BTL) のモノラル・パワーアンプ、またはシングルエンド (SE) のステレオ・ヘッドフォン・アンプとして動作します。1.5V 単一電源で動作させた場合、モノラル BTL モードでは 8 Ω 負荷に THD + N = 1% で 85mW を供給します。シングルエンド・ステレオ・ヘッドフォン・モードではチャンネルあたり 16 Ω 負荷に THD + N = 1% で 14mW を供給します。

LM4916 は MM パッケージと LLP パッケージで提供され、どちらも薄型で小型を特長としています。これらのパッケージの採用によりプリント基板面積の削減と出力の向上を実現しています。

LM4916 は、デバイスのターンオンおよびターンオフ時に生じる出力過渡ノイズ (クリックとポップ) を低減する回路、熱暴走保護 (サーマル・シャットダウン) 回路に加え、外部からのアクティブ LOW 信号によって制御可能なマイクロパワー・シャットダウン・モードを備えています。Boomer オーディオ・パワーアンプは、少ない外付け部品で回路を構成できるように、また表面実装パッケージで高音質の出力が得られるように設計されています。

### アプリケーション

モノラル BTL 出力パワー	
( $R_L = 8 \Omega$ 、 $V_{DD} = 1.5V$ 、THD + N = 1%) 85mW (代表値)	
ステレオ・ヘッドフォン出力パワー	
( $R_L = 16 \Omega$ 、 $V_{DD} = 1.5V$ 、THD + N = 1%) 14mW (代表値)	
マイクロパワー・シャットダウン時電流	0.02 $\mu$ A (代表値)
動作電圧範囲	$0.9V < V_{DD} < 2.5V$
1kHz、 $V_{DD} = 1.5V$ での PSRR	66dB (代表値)

### 特長

- 単一セル 0.9V ~ 2.5V バッテリー動作に対応
- モノラル・スピーカ向け BTL モード
- シングルエンド・ステレオ・ヘッドフォン・モード
- ユニティ・ゲインで安定動作
- クリック / ポップ・ノイズ抑止回路
- 超低消費電力となるシャットダウン・モード
- 高速ターンオン・ミュート機能
- サーマル・シャットダウン保護回路

### アプリケーション

- 単一セル型ポータブル・オーディオ製品
- 単一セル型ポータブル電子機器

### 代表的なアプリケーション

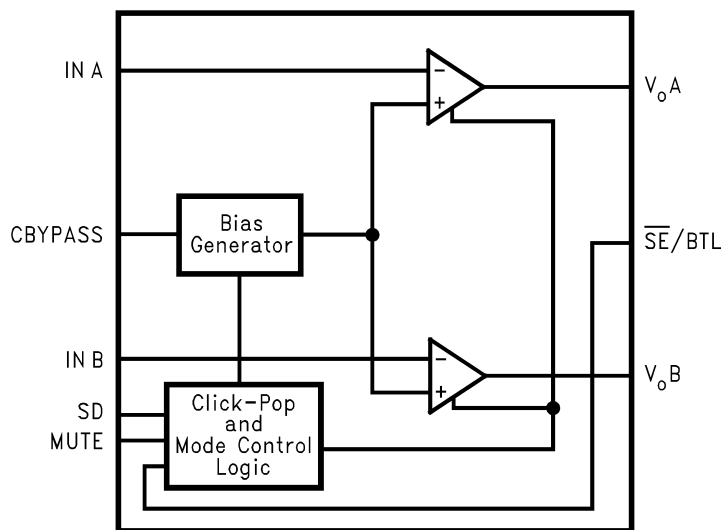
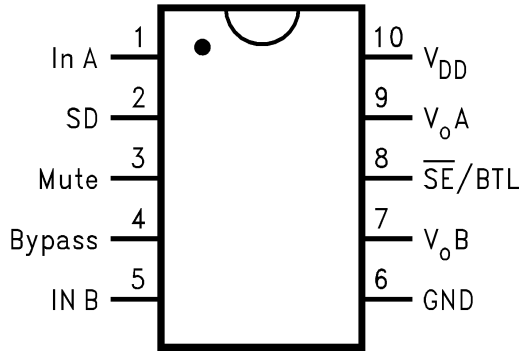


FIGURE 1. Block Diagram

「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) に使用を許諾されている商標です。

配置図

MSOP Package

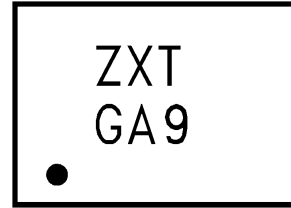


Top View

Order Number LM4916MM

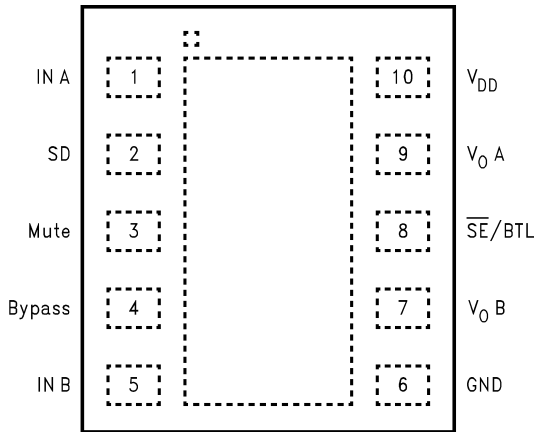
See NS Package Number MUB10A for MSOP

MSOP Marking



Z - Plant Code  
X - Date Code  
T - Die Traceability  
G - Boomer Family  
A9 - LM4916MM

LD Package

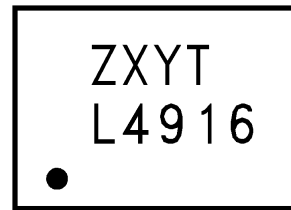


Top View

Order Number LM4916LD

See NS Package Number LDA10A

LLP Marking



Z - Plant Code  
XY - Date Code  
T - Die Traceability  
Bottom Line - Part Number

標準回路

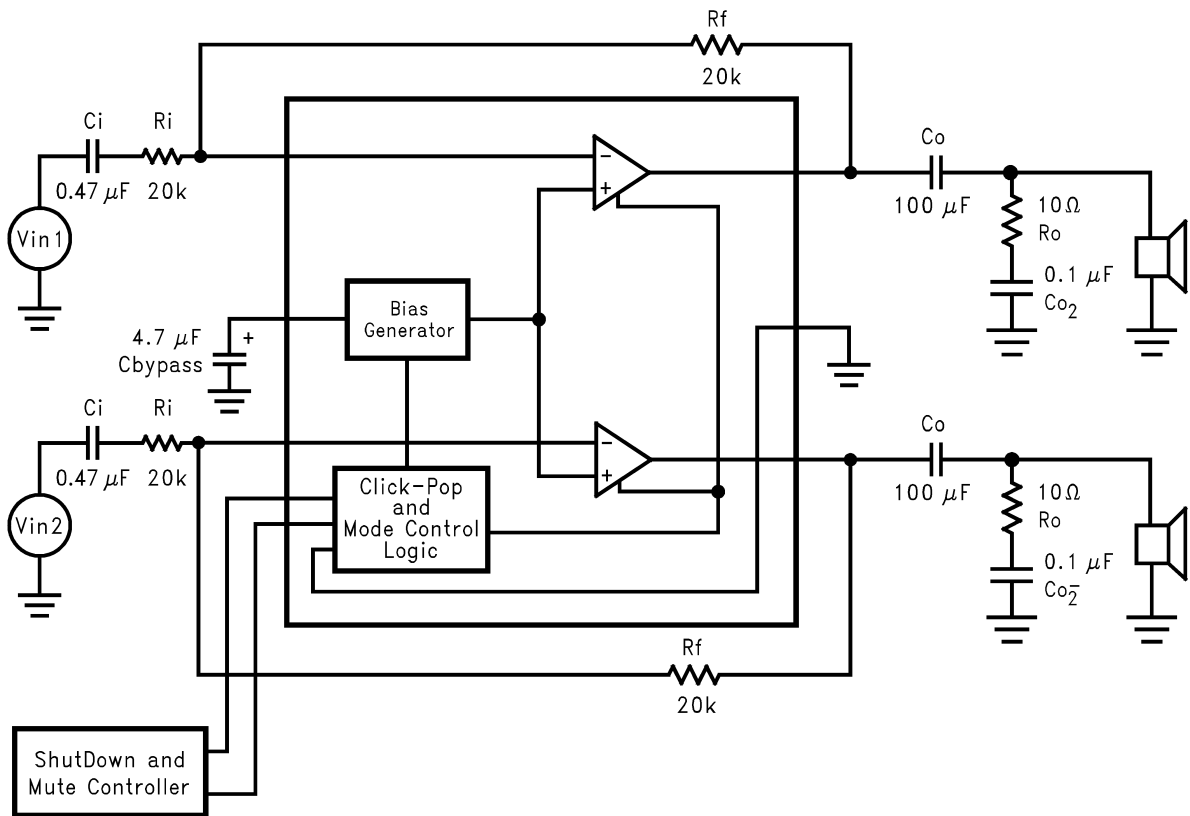


FIGURE 2. Typical Single Ended Output Configuration Circuit

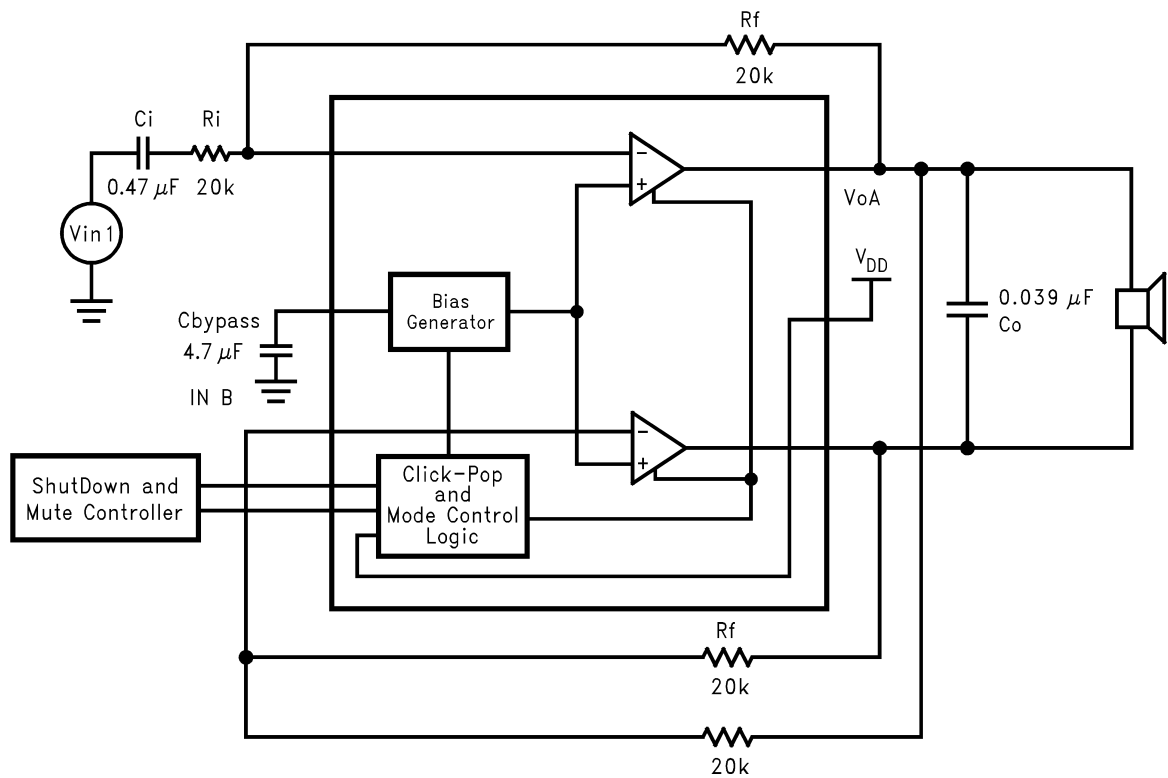


FIGURE 3. Typical BTL Speaker Configuration Circuit

## 絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

電源電圧	3.6V
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
入力電圧	- 0.3V ~ $V_{DD} + 0.3V$
消費電力 (Note 2)	内部制限
ESD 耐圧 (Note 3)	2000V
ESD 耐圧 (Note 4)	200V
接合部温度	150
ハンダ付け情報	
スモール・アウトライン・パッケージ ペーパ・フェーズ (60 秒)	215

赤外線 (15 秒)	220
その他の表面実装法は、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上における効果」を参照ください。	
熱抵抗	
$J_A$ (代表値) MUB10A	175 /W
$J_A$ (代表値) LDA10A	73 /W

## 動作定格

温度範囲					
$T_{MIN}$	$T_A$	$T_{MAX}$	- 40	$T_A$	85
電源電圧 (Note 10)	0.9V	$V_{DD}$	2.5V		

## LM4916 の電気的特性 (Note 1、5)

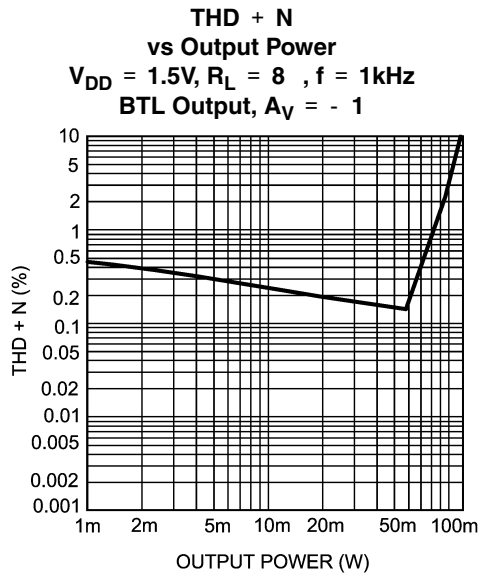
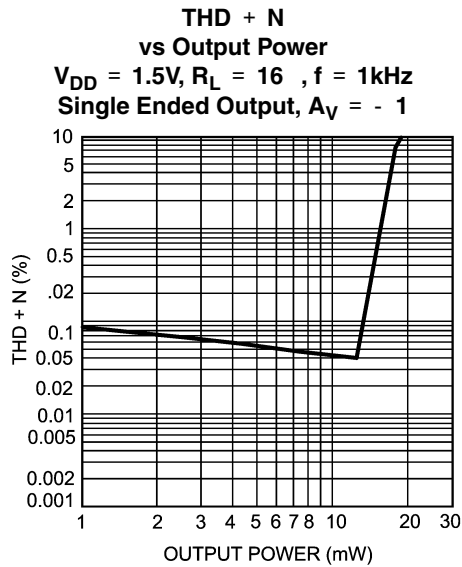
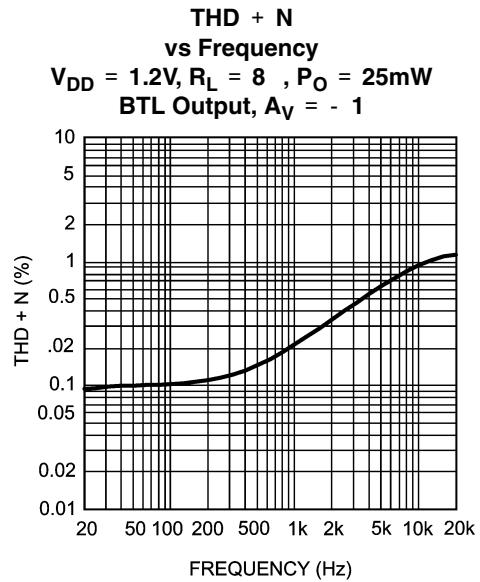
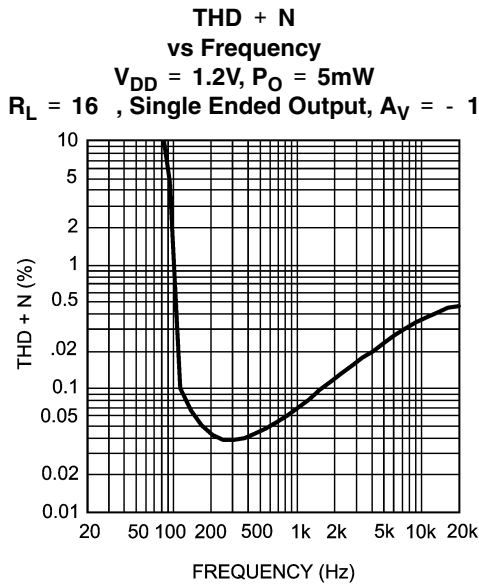
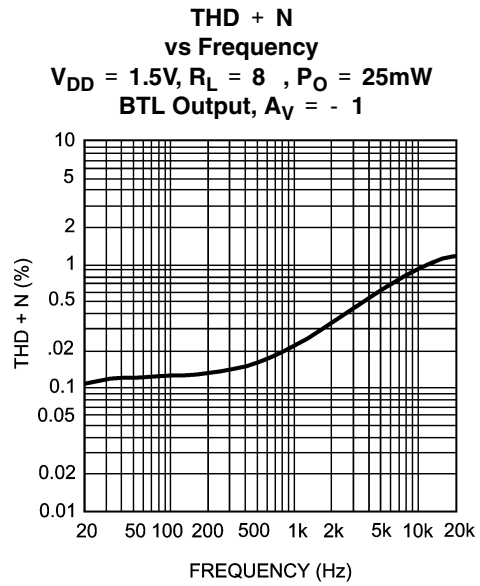
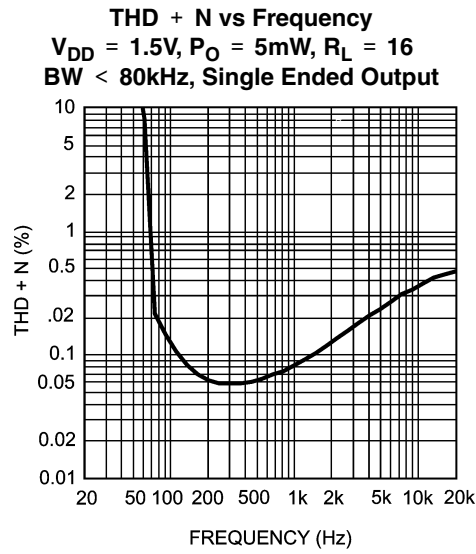
以下の仕様は、特記のない限り、 $V_{DD} = 1.5V$  で動作する Figure 4 の回路に適用されます。リミット値は  $T_A = 25$  で適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4916		Units (Limits)
			Typical (Note 6)	Limit (Note 7)	
$V_{DD}$	Supply Voltage (Notes 10, 11)			0.9	V (min)
				2.5	V (max)
$I_{DD}$	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V, I_O = 0A, R_L = \infty$ (Note 8)	1.0	1.4	mA (max)
$I_{SD}$	Shutdown Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.02		$\mu A$ (max)
$V_{OS}$	Output Offset Voltage	BTL	5	50	mV (max)
$P_O$	Output Power (Note 9)	$f = 1kHz$			
		$R_L = 8\Omega$ BTL, THD+N = 1%	85	70	mW (min)
		$R_L = 16\Omega$ SE, THD+N = 1%	14		mW
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$R_L = 8\Omega$ , BTL, $P_O = 25mW, f = 1kHz$	0.1	0.5	%
		$R_L = 16\Omega$ , SE, $P_O = 5mW, f = 1kHz$	0.2		
$V_{NO}$	Output Voltage Noise	20Hz to 20kHz, A-weighted	10		$\mu V_{RMS}$
$I_{MUTE}$	Mute Current	$V_{MUTE} = 0, SE$	15		$\mu A$
Crosstalk		$R_L = 16\Omega, SE$	55		dB (min)
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV_{P-P}$ $C_{BYPASS} = 4.7\mu F, R_L = 8\Omega$ $f = 1kHz, BTL$	62		dB
		$V_{RIPPLE} = 200mV_{P-P}$ sine wave $C_{BYPASS} = 4.7\mu F, R_L = 16\Omega$ $f = 1kHz, SE$	66		dB (min)
$V_{IH}$	Control Logic High		0.7		V (min)
$V_{IL}$	Control Logic Low		0.3		V (max)

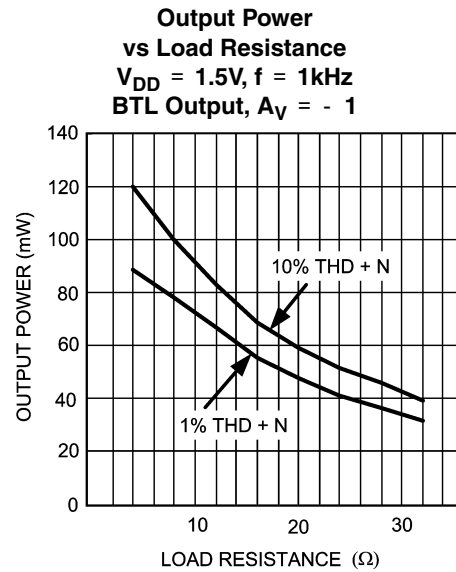
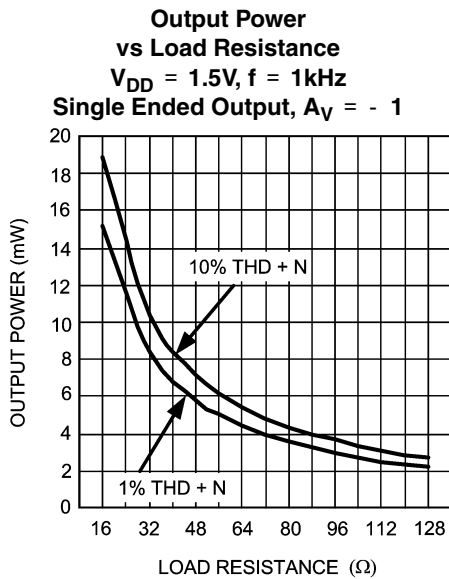
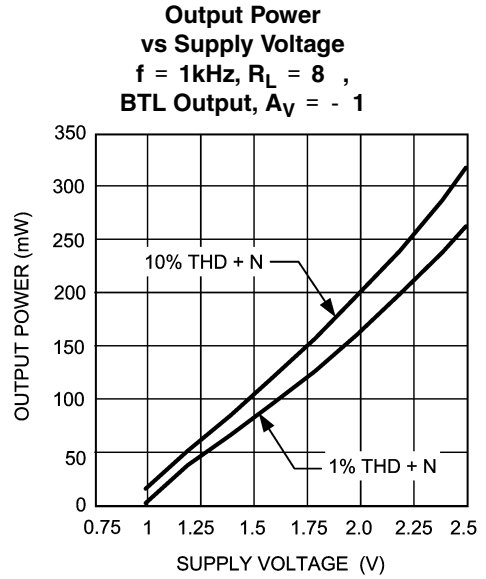
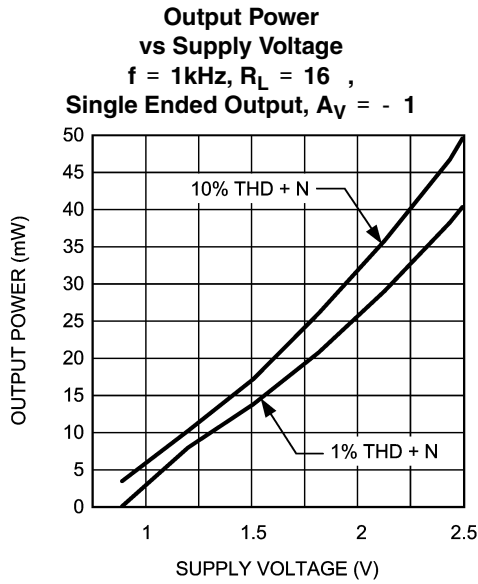
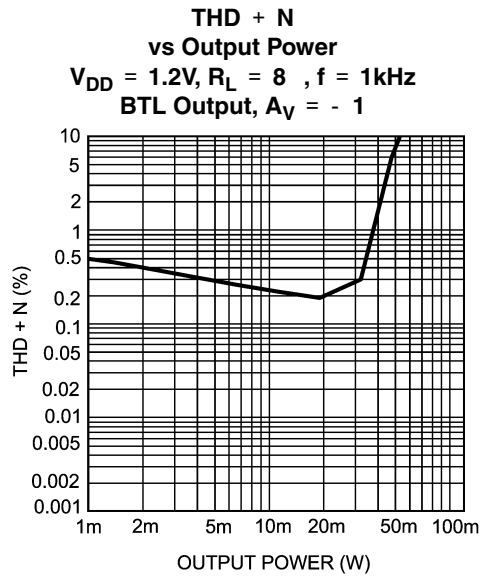
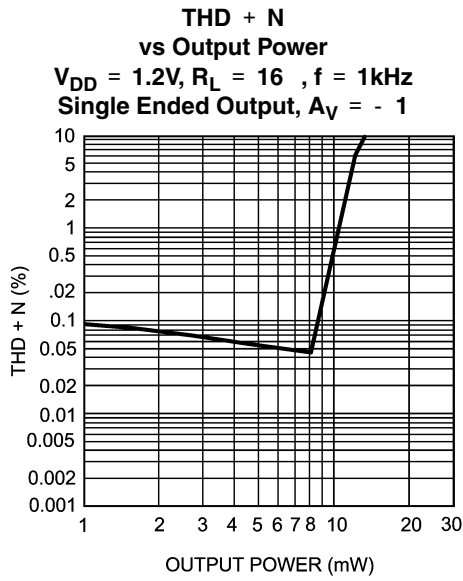
## 電気的特性 (つづき)

- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、デバイスが破壊する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を保証するものではありません。仕様および試験条件の保証値に関しては、「電気的特性」を参照ください。これはデバイスが、動作定格内と仮定しています。リミット値のないパラメータについては仕様は保証されません。しかし、代表値によってデバイスのパフォーマンスが解ります。
- Note 2:** 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  $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$  です。LM4916 の場合、 $T_{JMAX} = +150$ 、熱抵抗は「アプリケーション情報」または「絶対最大定格」を参照ください。
- Note 3:** 使用した試験回路は、人体モデルに基づき、直列抵抗 1.5kΩ 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 4:** マシン・モデルでは、220pF ~ 240pF のコンデンサを介して直接各端子に放電させます。
- Note 5:** 特記のない限り、すべての電圧はグラウンド (GND) を基準に測定されています。
- Note 6:** 代表値 (Typical) は、 $T_A = 25$  で得られるもっとも標準的な数値です。
- Note 7:** データシートの最小 / 最大リミット値は、設計、テスト、または統計的分析により保証されています。
- 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。
- Note 9:** 出力電力は、IC の端子で測定されます。
- Note 10:** 電源電圧が 0.9V の場合、LM4916 は 0 未満では機能しません。電源電圧が 1V 以上の場合、LM4916 は -40 まで動作が可能です。
- Note 11:** 電源ラインのリプル電圧は 400mV<sub>pp</sub> を超えてはなりません。

代表的な性能特性

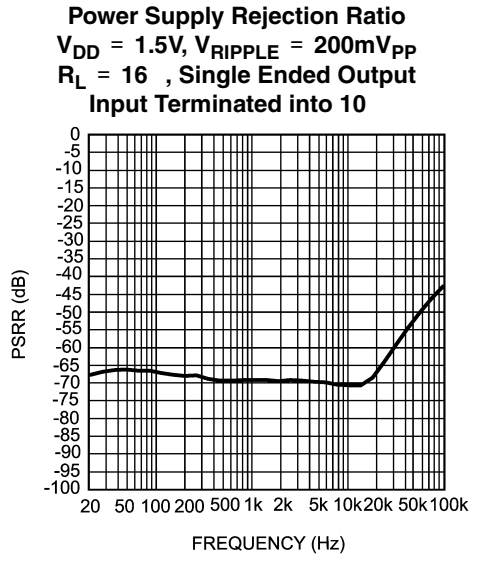
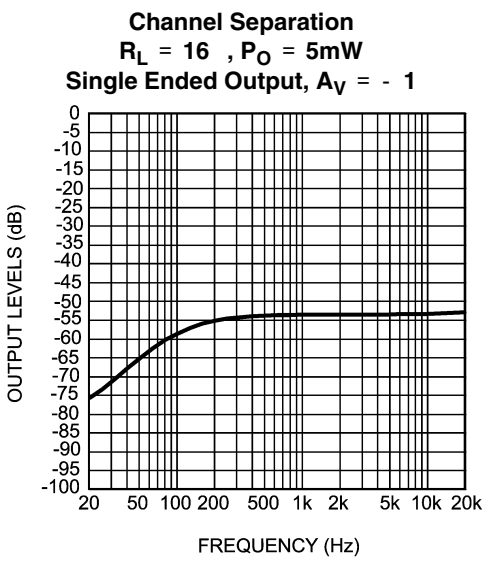
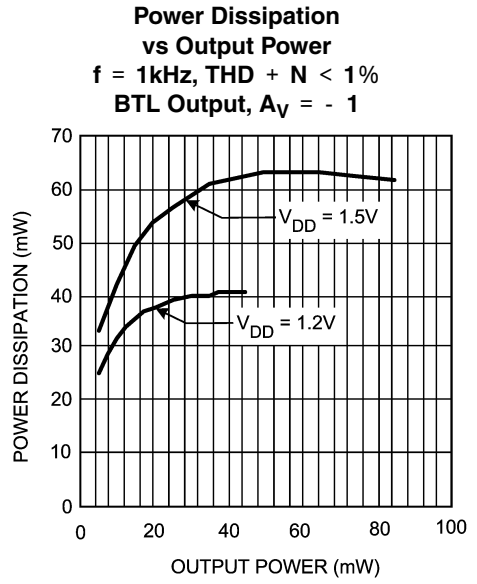
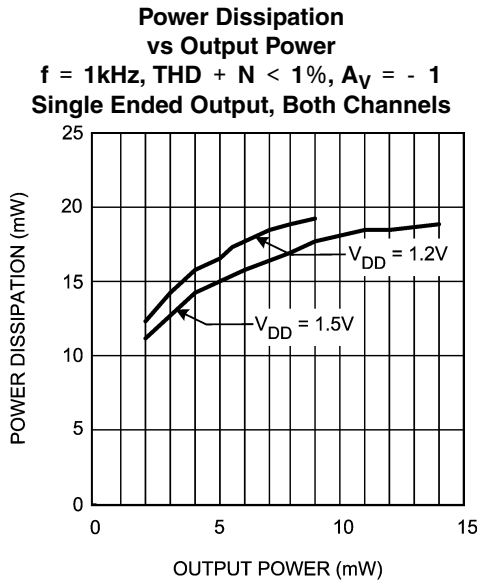
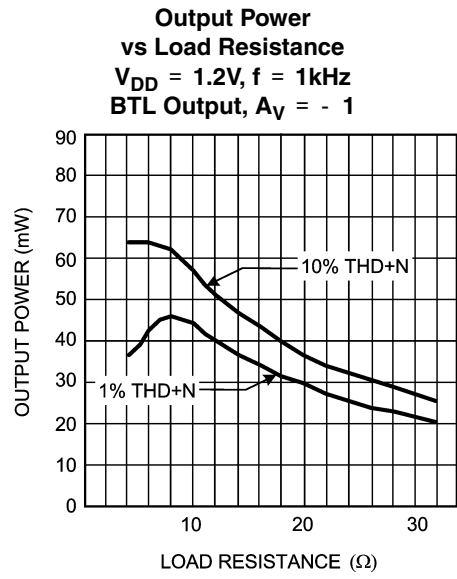
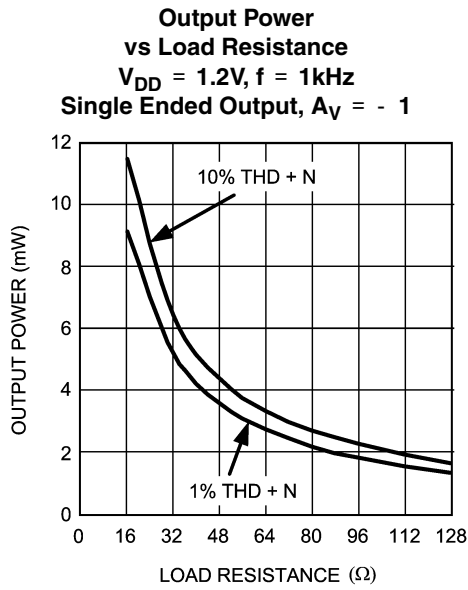


代表的な性能特性 (つづき)



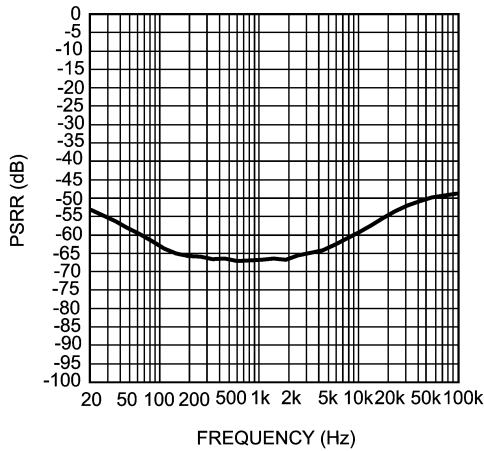


代表的な性能特性 (つづき)

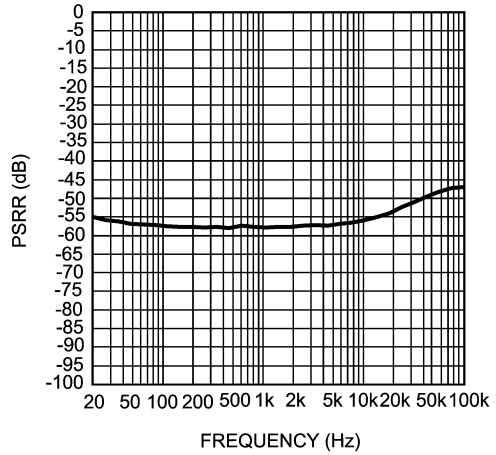


代表的な性能特性 (つづき)

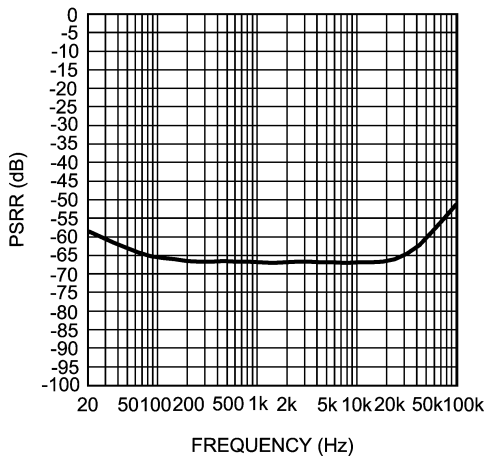
**Power Supply Rejection Ratio**  
 $V_{DD} = 1.5V, V_{RIPPLE} = 200mV_{PP}$   
 $R_L = 8 \Omega$ , BTL  
 Input Terminated into 10



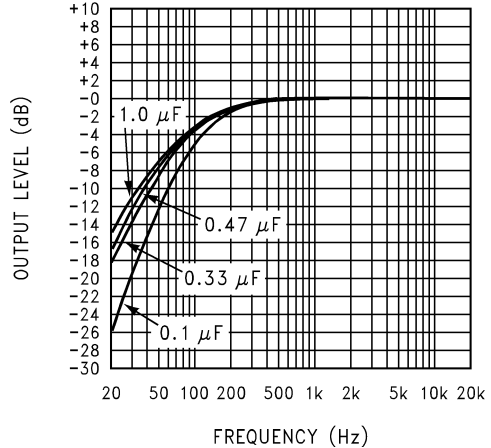
**Power Supply Rejection Ratio**  
 $V_{DD} = 1.2V, V_{RIPPLE} = 200mV_{PP}$   
 $R_L = 8 \Omega$ , BTL  
 Input Terminated into 10



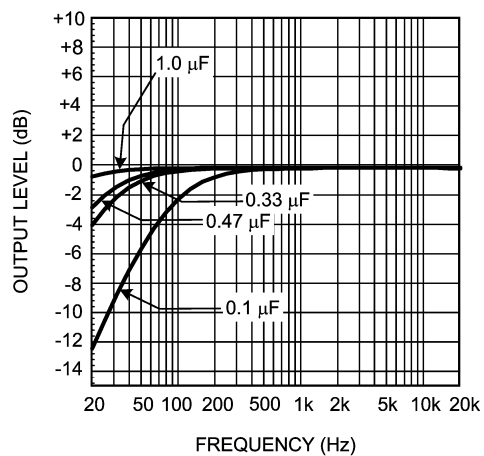
**Power Supply Rejection Ratio**  
 $V_{DD} = 1.2V, V_{RIPPLE} = 200mV_{PP}$   
 $R_L = 16 \Omega$ , Single Ended Output  
 Input Terminated into 10



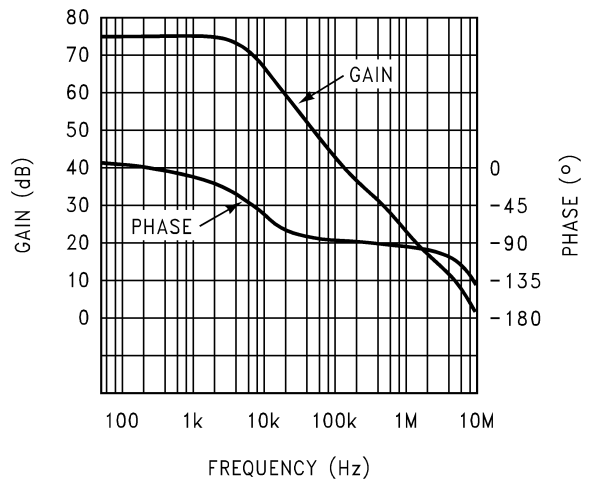
**Frequency Response vs Input Capacitor Size**  
 $V_{DD} = 1.5V, R_L = 16 \Omega$   
 $AV = -1$ , BW < 80kHz, Single Ended Output



**Frequency Response vs Input Capacitor Size**  
 $V_{DD} = 1.5V, R_L = 8 \Omega$   
 $AV = -1$ , BW < 80kHz, BTL Output

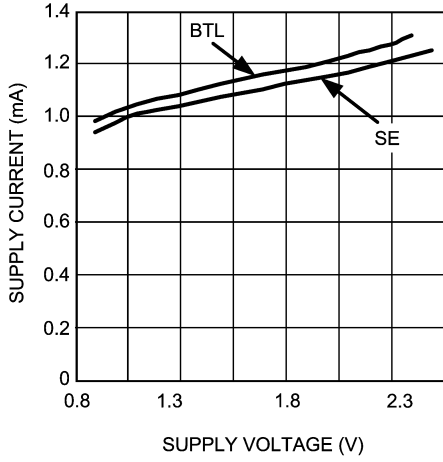


**Open Loop Frequency Response**  
 $V_{DD} = 1.5V$ , No load

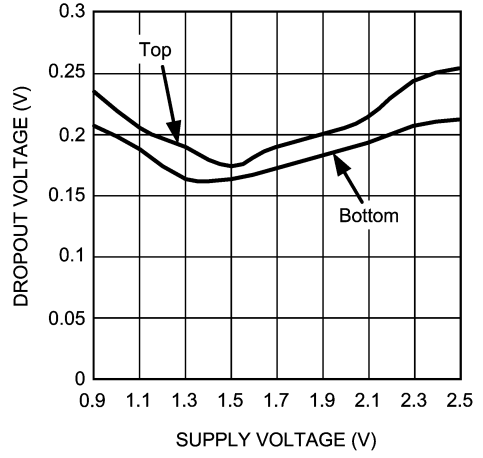


代表的な性能特性 (つづき)

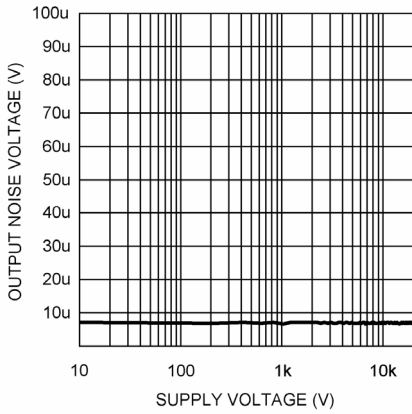
Supply Voltage vs Supply Current



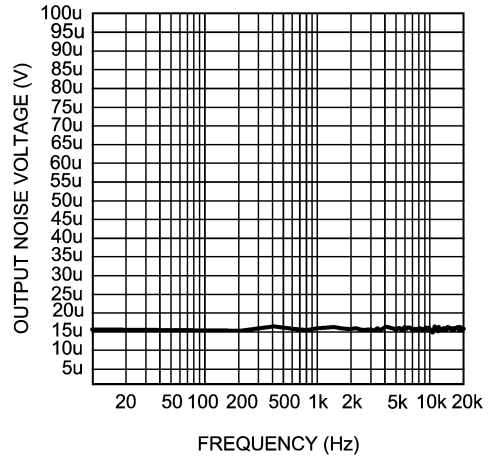
Clipping Voltage vs Supply Voltage



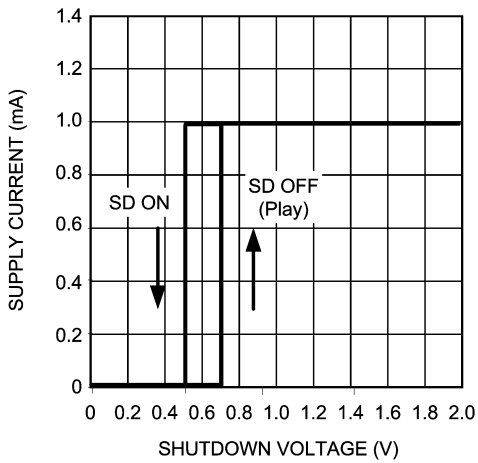
Noise Floor  
V<sub>DD</sub> = 1.5V, Single Ended Output  
16, 80kHz Bandwidth



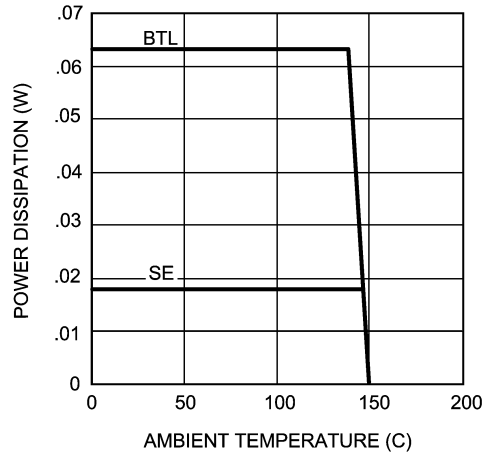
Noise Floor  
V<sub>DD</sub> = 1.5V, BTL Output  
8, 80kHz Bandwidth



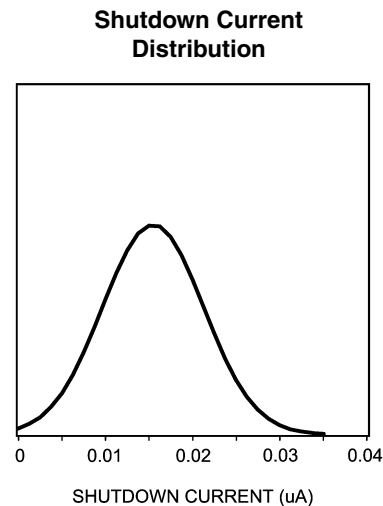
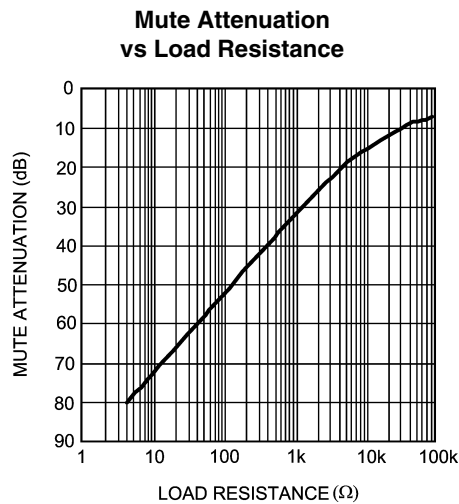
Shutdown Hysteresis Voltage  
V<sub>DD</sub> = 1.5V



Power Derating Curve  
V<sub>DD</sub> = 1.5V



## 代表的な性能特性 (つづき)



## アプリケーション情報

## シングルエンド (SE) 構成の説明

LM4916 は Figure 2 に示すように 2 個のオペアンプを内蔵しており、それぞれのゲインは外部回路で設定可能です。2 つのオンプの閉ループ・ゲインは、 $R_f$  と  $R_i$  の比で設定されます。すなわち、各チャネルのゲインは次式のようにになります。

$$A_{VD} = - (R_f / R_i)$$

LM4916 をシングルエンド・モードで動作させる場合は、SE/BTL 端子 (8 ピン) をグラウンドに接続し、両方の出力 ( $V_{oA}$  と  $V_{oB}$ ) にはそれぞれカップリング・コンデンサを接続してください。これらの出力カップリング・コンデンサはヘッドフォンまたは通常のシングルエンド (SE) 負荷に対して、オンプの出力段にバイアスされている  $1/2 V_{DD}$  の DC 電圧を遮断する一方でオーディオ信号を通過させる働きをします。オーディオ信号はヘッドフォン・ジャックのスリーブを通じて回路のグラウンドへリターンします。

## ブリッジ (BTL) 構成

Figure 3 に示すように、LM4916 は 2 個のオペアンプを内蔵しています。1 段目のオンプのゲインは外部で設定できますが、2 段目のオンプは反転構成により外部でユニティ・ゲインに固定されています。1 段目オンプの閉ループ・ゲインは  $R_f : R_i$  比の選択で設定できますが、2 段目のオンプのゲインは 2 本の外部 20k 抵抗で決まります。Figure 3 の回路例では、オンプ 1 の出力をオンプ 2 に対する入力として使用しています。これにより、2 個のオンプから出力される信号は、振幅が同じで位相が 180 度ずれたものになります。したがって、IC のゲインは次式で表されます。

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

出力  $V_{o1}$  と  $V_{o2}$  を介して負荷を差動駆動すると、一般に「ブリッジ・モード」と呼ばれるオンプ構成になります。ブリッジ・モード動作は、負荷の片側を接地する従来のシングルエンド・オンプ構成とは異なります。ブリッジ・オンプ設計では、シングルエンド構成より大きな利点がいくつかあります。ブリッジ・オンプ設計では、負荷を差動駆動し、同じ電源電圧でシングルエンド構成の 2 倍の出力振幅が得られます。出力振幅が 2 倍になれば、同じ条件でシングルエンド・オンプを用いた場合に比べ、出力電力は 4 倍になります。このように出力電力を増大するには、オンプ出力が電流制限やクリップを起こさないことが前提になります。クリップを引

き起こさずにオンプの閉ループ・ゲインを選ぶには、「オーディオ・パワーオンプの設計」を参照してください。

シングルエンド・オンプと比べて、ブリッジ・オンプ (LM4916) には、もう 1 つの利点があります。差動出力の  $V_{o1}$  と  $V_{o2}$  は中間電位にバイアスされるため、負荷に DC 電圧はかかりません。したがって、単一電源のシングルエンド・オンプで必要な出力カップリング・コンデンサは不要となります。

## 動作モード選択の詳細

LM4916 はシングルエンド (SE)、ブリッジ (BTL) のどちらのモードでも構成できます (Figure 2、3 参照)。ターンオン時のデフォルトはシングルエンド・モードです。LM4916 は、ターンオン時、またはシャットダウンからの復帰時に、次のように SE/BTL 端子の状態をセンシングして動作モードを決定します。デバイスのバイアス電圧 (BYPASS 端子) が 60mV まで上昇すると、内部コンパレータは SE/BTL の電圧レベルを検出します。続いてバイアス電圧が 10mV まで上昇するとコンパレータ結果がラッチされます。検出された動作モードに応じて、この後、バイアス電圧の上昇度合いが変わります。BTL モードでは、シングルエンド・モードに比べておよそ 11 倍速く上昇します。バイアス電圧が上昇している間 ( $T_{WU}$ ) はシャットダウン機能は有効ではなく、ターンオンを適切に行うために SHUTDOWN 端子を HIGH にしてはなりません。加えて、確実なターンオン動作を保証するために、 $V_{DD}$  のスルーレートは 2.5V/ms より先大きくなくてはなりません。パワーアップ時の推奨タイミングを、SHUTDOWN 信号と MUTE 信号を合わせて Figure 5 に示します。上述のモード選択回路は、 $C_B$  が放電している間は機能が停止します。Figure 4 に、ターンオン時間が異なる 2 系統の電源電圧を用いた LM4916 システムに対応するアプリケーション回路を示します。LM4916 の SHUTDOWN 端子は 25k ~ 50k のプルアップ抵抗を介して  $V_{DD}$  に接続されています。また SHUTDOWN 端子は、別系統の電圧で動作する外部マイクロコントローラのオープンドレイン出力でも駆動されています。この回路では、LM4916 が後からパワーアップしたときはマイクロコントローラが先に SHUTDOWN 端子を HIGH にし、LM4916 が先にパワーアップしたときは  $V_{DD}$  が SHUTDOWN 端子電圧を上昇させるため、シャットダウン機能は LM4916 のターンオン時に確実にディスエーブルされます。以上のシーケンスによって LM4916 は適切にパワーアップし、正しい動作モードに移行します。なお SE/BTL 端子 (8 ピン) は、シングルエンド・モードではグラウンドに、BTL モードでは  $V_{DD}$  に接続しなければなりません。

アプリケーション情報 (つづき)

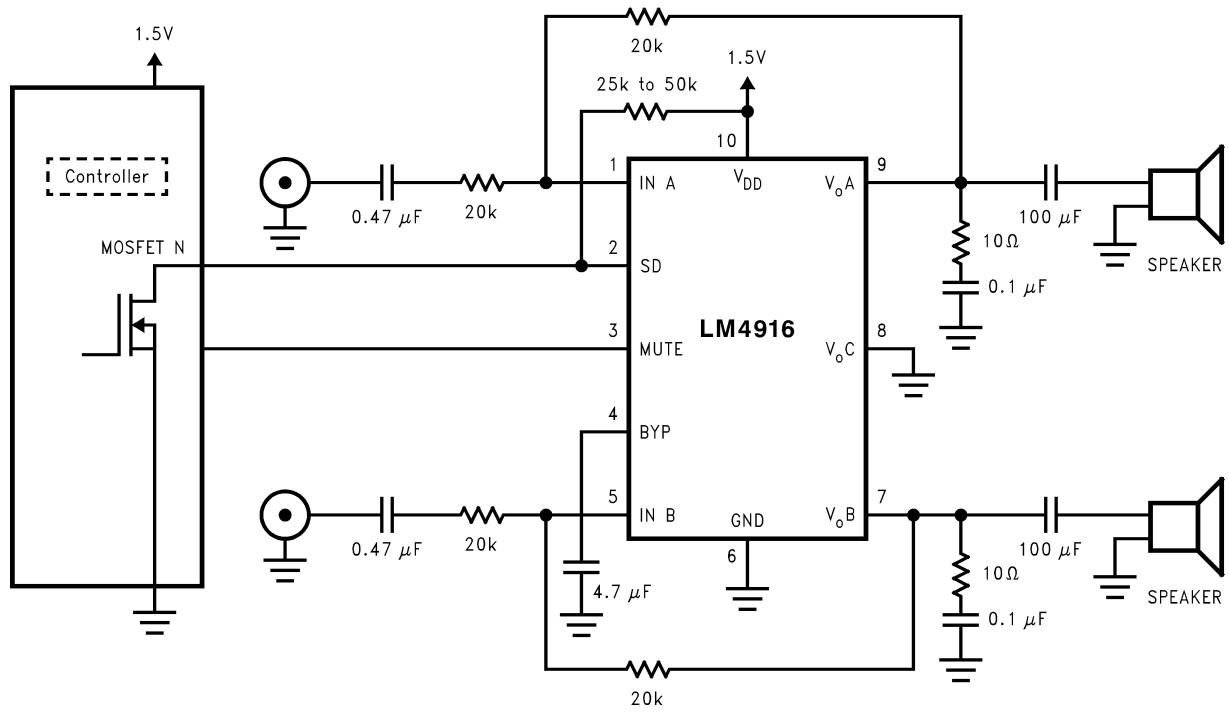


FIGURE 4. Recommended Circuit for Different Supply Turn-On Timing

## アプリケーション情報 (つぎ)

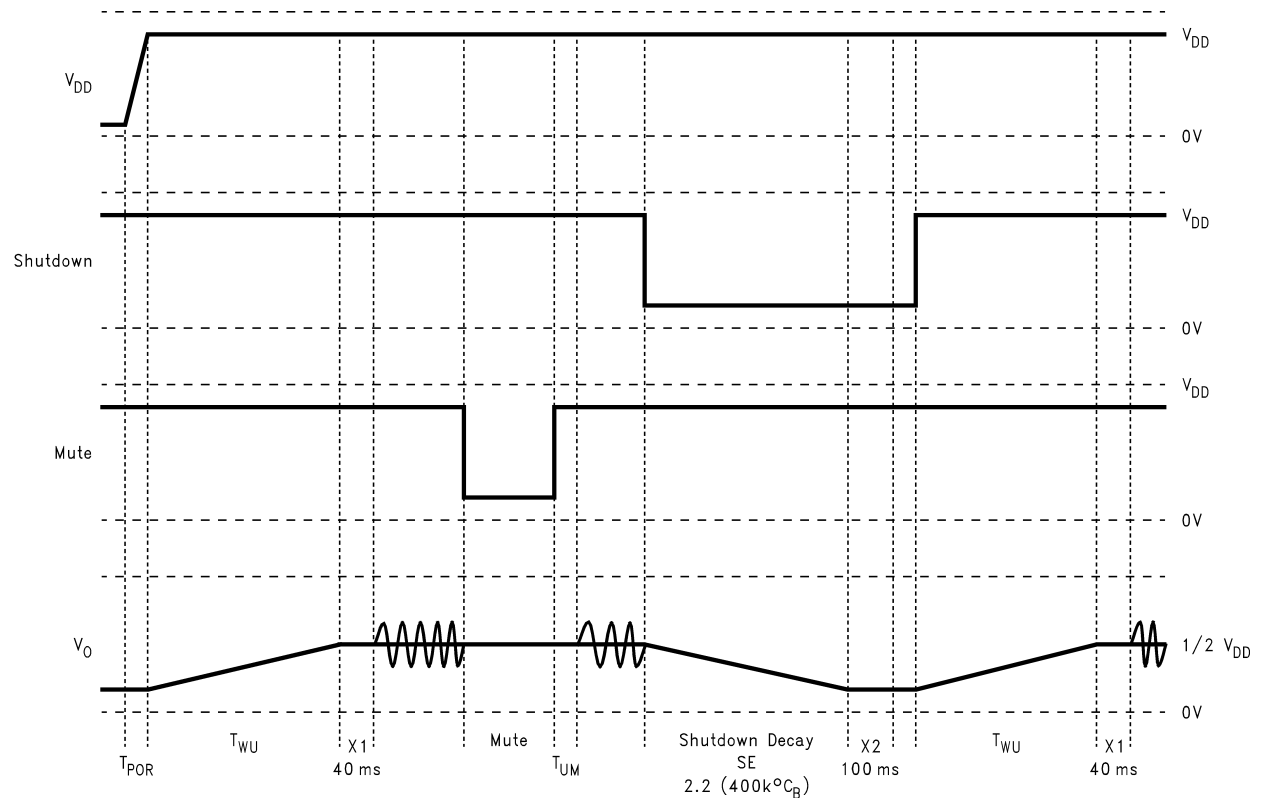


FIGURE 5. Turn-On, Shutdown, and Mute Timing for Cap-Coupled Mode

## 消費電力

アンプを設計する場合、そのアンプ構成をブリッジ型またはシングルエンド型にするに関わらず、まず消費電力について検討する必要があります。ブリッジ・アンプでは、負荷への電力供給量の増加がそのまま内部消費電力の増加につながります。LM4916は1パッケージに2組のアンプを収容しているため、最大内部消費電力はシングルエンド・アンプの4倍になります。与えられたBTLモードでの最大内部消費電力点は、「代表的な性能特性」の“Power Dissipation vs Output Power”グラフ、または式1から求めます。

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

シングルエンド・モードでは、式2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シングルエンド・アンプの最大内部消費電力点を表しています。

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

LM4916は1つのパッケージ内に2つのアンプを持っているため、最大内部消費電力点は、式2で得られる値の2倍になります。

式2から1.5Vの電源と16Ωの負荷を仮定すると、最大内部消費電力点は1アンプ当たり7mWとなります。したがって、パッケージ全体の最大内部消費電力点は14mWとなります。

式1、2で得られた最大消費電力点は、式3から得られる許容消費電力を超えてはなりません。

$$P_{\text{DMAX}} = (T_{\text{JMAX}} - T_A) / \theta_{\text{JA}} \quad (3)$$

LM4916のMUB10Aパッケージの場合、 $\theta_{\text{JA}} = 175 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ 、 $T_{\text{JMAX}} = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ です。システムをどの程度周囲温度 $T_A$ に依存して、ICパッケージがサポートする最大内部消費電力を見つけるのに、式3が使えます。式1、2の結果が式3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 $T_A$ を下げなければなりません。1.5V電源で、16Ω負荷の代表的アプリケーションの場合、デバイスが最大消費電力点あたりで動作すれば、最高接合部温度を超えない最高周囲温度は約146°Cです。このように一般的なアプリケーションでは、消費電力は大きな問題にはなりません。消費電力は出力電力の関数なので、最大消費電力点近くの動作でなければ、それに応じて周囲温度を上げてかまいません。出力電力が低いときの消費電力に関しては、「代表的な性能特性」のグラフを参照してください。

## アプリケーション情報 (つづき)

## Exposed-DAP パッケージを PCB に実装する際の考慮事項

LM4916 Exposed-DAP (ダイ・アタッチ・パドル) パッケージ (LD) には、ダイとそのハンダ付け実装先となる PCB との間の熱抵抗が低い特長があります。そのため、ダイから発生した熱は、周囲の PCB 銅箔面からグラウンド・プレーンに伝わり最後には空気中へと短時間で逃げられます。

LD パッケージの場合は PCB の銅箔面に DAP をハンダ付けする必要があります。DAP を実装する PCB 銅箔面は、途切れのない広い面積の銅箔層に接続してください。この銅箔層が熱を吸収して放散する役割を果たします。PCB のレイアウト、製作、LD (LLP) パッケージの実装に関するより詳しく具体的な情報は、ナショナル セミコンダクターのアプリケーション・ノート AN-1187 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。電源端子のコンデンサはできる限りデバイスの近くに配置してください。「代表的なアプリケーション」では、1.5V のレギュレータの他に電源フィルタとして 10 $\mu$ F のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサとセラミックのバイパス・コンデンサを使用しています。これは LM4916 の電源をバイパスするために必要で削減できません。バイパス・コンデンサの推奨値は 0.1 $\mu$ F ~ 1 $\mu$ F の範囲です。

## マイクロパワー・シャットダウン

SHUTDOWN 端子に印加する電圧で LM4916 のシャットダウン機能を制御します。SHUTDOWN 端子にロジック LOW 電圧を印加すると、マイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。LM4916 のマイクロパワー・シャットダウン機能が有効になると、アンプのバイパス回路がオフになり、消費電流が小さくなります。シャットダウン端子のスレッシュホールドは、「代表的な性能特性」の“Shutdown Hysteresis Voltage” グラフに示されるように電源電圧に依存します。シャットダウン電流を 0.02 $\mu$ A (typ) と低い値にするには、できるだけグラウンドに近い値を SHUTDOWN 端子に印加します。印加する電圧がグラウンドより高いと、シャットダウン電流が増える場合があります。マイクロパワー・シャットダウン機能を制御する方法はいくつかあります。例えば、単極単投 (single-pole-single-throw) スイッチ、マイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用する方法などです。スイッチを使用するときは、SHUTDOWN 端子と  $V_{DD}$  の間に 100k $\Omega$  のプルアップ抵抗を 1 個外付けしてください。スイッチは、SHUTDOWN 端子とグラウンドの間に接続します。このスイッチを開くとアンプは通常どおりの動作をします。スイッチを閉じると、SHUTDOWN 端子とグラウンドがつながり、マイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。スイッチと抵抗が SHUTDOWN 端子がフローティング状態になるのを防いでいます。これにより、状態が不必要に変化するのを防ぎます。マイクロプロセッサやマイクロコントローラを搭載している装置ではデジタル出力を使用して SHUTDOWN 端子に制御電圧を印加します。アクティブ回路で SHUTDOWN 端子を駆動する場合、プルアップ抵抗は要りません。

## ミュート機能

LM4916 がシングルエンド・モードで動作しているときは、出力ポップ/クリック・ノイズが小さく、省電流 (代表値 20 $\mu$ A) のミュート機能が使え、高速ターンオン / ターンオフが可能になります。ミュート機能は出力レベルをバイパス・レベルに保つため、シャットダウン・モードより消費電力は大きくなりますが、ターンオン / オフ時間は高速です。MUTE 端子にロジック LOW 電圧を印加すると、ミュート機能が働きます。スレッシュホールド電圧と機能のインネープルはシャットダウン機能と同様です。LM4916 で高インピーダンス負荷を駆動した場合、ミュート効果が十分に得られない場合があります。その理由は、入力抵抗とフィードバック抵抗を通して入力信号が出力に伝わるフィード・スルー成分を低減するために、LM4916 では代表的なヘッドフォン負荷 (16 ~ 32  $\Omega$ ) を前提としているからです。ミュートの減衰量は次の式から求められます。

$$\text{ミュート減衰量 (dB)} = 20\text{Log}[R_L / (R_i + R_f)]$$

アプリケーションの負荷が高インピーダンスとわかっていれば、十分なミュート減衰量を得るために、負荷に抵抗を並列接続したほうがよい場合があります。なお BTL モードでは、シャットダウン遷移のほうが高速で、かつミュート・モードより消費電力が少ないため、LM4916 を BTL モードで動作させている場合、上記のミュート機能を使う必要はありません。どちらの動作モードでも、MUTE 信号の入力仕様は SHUTDOWN 信号と同じです。MUTE 信号はシャットダウン中もインネープルにできますが、シャットダウン移行後、および復帰後のある短時間はトグルしてはなりません。この時間は Figure 5 のタイミング・ダイアグラムに、X1 (シャットダウンからの復帰後の時間)、X2 (シャットダウンに移行後の時間) として示されています。X1 はシャットダウンからの復帰時間 ( $T_{WU}$ ) に続く 40ms  $\pm$  25% です。X2 は、デバイスがシャットダウンに入ってバイパス電圧が低下 ( $2.2 \times 250k \times C_B$ ) したあとに続く 100ms  $\pm$  25% です。X1 と X2 に関連するこれらの遷移期間のタイミングを Figure 5 に示します。シングルエンド・モードで動作しているとき、MUTE 端子は上述の期間にトグルしてはならないことを除いて、シャットダウン中、または通常動作中の任意の時点でアクティブにできます。ミュート機能は正しく使用しないと大きなクリック / ポップノイズが発生したり、減衰機能そのものが動作しない場合があります。

## 外付け部品の選択

パワー・アンプ IC を使用する場合に、デバイスの性能を引き出し十分なシステム性能を得るためには、アプリケーションに応じて適切な外付け部品の選択が重要になります。LM4916 は外付け部品に対して広い許容度を有しますが、システム全体の性能を最大限に引き出すためには充分検討したうえで部品定数を決定すべきです。LM4916 はユニティ・ゲインで安定しているため、設計の柔軟性が高くなっています。LM4916 は低ゲイン設定で使用したほうが THD + N を小さくでき、かつ S/N 比を高くできます。ただし低ゲインで使用する場合、所望の出力パワーを得るためには入力振幅が大きくなってはなりません。オーディオ・コーデックなど、1V<sub>rms</sub> を超える出力を持つデバイスも提供されるようになっていきます。なおゲイン設定抵抗には大きな抵抗値を用いてはなりません。R<sub>i</sub> と R<sub>f</sub> は 1M $\Omega$  以下にしてください。ゲイン設定の詳細は「オーディオ・パワー・アンプの設計」を参照してください。ゲインとともにもう一つの重要な設計項目がアンプの閉ループ帯域幅です。帯域幅は主に、Figure 2、3 に示す外付け部品によって決まります。入力コンデンサ C<sub>i</sub> は低周波数応答を決める一次のハイパス・フィルタを構成します。この容量は、必要な周波数応答およびターンオン時間から決定します。

## アプリケーション情報 (つづき)

### 入力コンデンサの値の選定

可聴周波数範囲の最も低い周波数を増幅するには、大きな容量を持つ入力カップリング・コンデンサ、 $C_i$  が必要です。大容量コンデンサは高価であり、携帯機器の空間効率を損なうおそれがあります。しかし、携帯機器に使用されるようなヘッドフォンは多くの場合、60Hz より低い信号を再生する能力はほとんどありません。このように周波数応答に限界があるヘッドフォンを使用する場合、大きな容量の入力コンデンサを使用してもシステム性能に改善はほとんど見込めません。システム・コストとサイズに加えて、ターンオン時は、コンデンサ  $C_i$  のサイズに影響されます。より大きな入力カップリング・コンデンサはバイアス DC 電圧になるためにより多くのチャージを必要とします。このチャージ電流はフィードバックを經由して出力から供給されます。よって低周波応答に応じたコンデンサの大きさを最小にすると、ポップ・ノイズの発生を最小に抑えられます。入力コンデンサ  $C_i$  は小容量 (0.1  $\mu\text{F}$  から 0.47  $\mu\text{F}$ ) を推奨します。

### バイパス・コンデンサの値の選定

入力コンデンサの容量をできるだけ小さくすることに加えて、BYPASS 端子に接続されるコンデンサ  $C_B$  の容量も十分に検討する必要があります。 $C_B$  は LM4916 が待機時状態に安定するまでの時間を決めるため、ターンオン・ポップを抑える上でその容量は重要です。LM4916 の出力が待機時 DC 電圧 (通常は  $V_{DD}$  の 1/2) に到達するまでの時間が長くなるほどターンオン・ポップは小さくなります。 $C_B$  を 4.7  $\mu\text{F}$  にし、 $C_i$  を 0.1  $\mu\text{F}$  ~ 0.47  $\mu\text{F}$  の小さい値にすれば、クリックレスかつポップレスを実現できます。前項で述べたとおり、必要とする帯域幅を得る以上に  $C_i$  を大きくしないほうが、クリック・ノイズとポップ・ノイズを小さくできます。これによって、電源電圧が印加されたとき、LM4916 がシャットダウンから復帰したときの出力過渡ノイズを確実に低減できます。

### 外付け部品点数の削減

LM4916 を高ゲインで使用する場合は外付け部品の削減が可能です。たとえば、BTL 構成で 8V/V ( $A_V > 8$ ) を超えるゲインに設定した場合、出力コンデンサ  $C_O$  は必要ありません。また、シングルエンド構成で 4V/V ( $A_V > 4$ ) を超えるゲインに設定した場合、両チャンネルの出力コンデンサ  $C_{O2}$  と出力抵抗  $R_O$  は不要になります。

シングルエンド・モードでは、ゲインが低い場合 ( $A_V < 4$ ) でも外付け部品を削減できます。各チャンネルの出力コンデンサ  $C_{O2}$  と出力抵抗  $R_O$  は省略が可能です。その場合、それら部品の代わりに、各チャンネルの入力端子とグラウンド (1 ピンとグラウンド間、5 ピンとグラウンド間) に 7.5k の抵抗を追加して補償を行なってください。

### クリック / ポップ除去性能の最適化

LM4916 は電源投入時およびシャットダウンからの復帰時 (クリック / ポップ) を抑止する回路を内蔵しています。ここでは、電源電圧を投入することも、マイクロパワー・シャットダウン・モードを解除することも、どちらも「ターンオン」と呼びます。

BYPASS 端子が最終電圧である  $V_{DD}/2$  に上昇していく過程で、LM4916 の内部アンプは、ゲイン設定によらずユニティ・ゲイン・バッファとして動作します。内部電流源は BYPASS 端子とグラウンド間に接続されているコンデンサをリニアな特性で充電します。理論上は、入出力とも BYPASS 端子の電圧に追随します。内蔵されている各アンプのゲインは、BYPASS 端子の電圧が  $V_{DD}$  の 1/2 に達するまでユニティのまま変わりません。BYPASS 端子の電圧が安定するとデバイスは完全な動作状態となり、アンプの内部出力はそれぞれの出力端子に接続されます。BYPASS 端

子の電流を変えられませんが、 $C_B$  の容量を変えるとターンオン時間が変わります。 $C_B$  の大きさとターンオン時間の長さとの間には、正比例の関係があります。下に、さまざまな  $C_B$  の値に対する代表的なターンオン時間をいくつか示します。

#### Single-Ended

$C_B(\mu\text{F})$	$T_{ON}$
0.1	117ms
0.22	179ms
0.47	310ms
1.0	552ms
2.2	1.14s
4.7	2.4s

#### BTL

$C_B(\mu\text{F})$	$T_{ON}(\text{ms})$
0.1	72
0.22	79
0.47	89
1.0	112
2.2	163
4.7	283

「クリック / ポップ」を除去するには、ターンオン前にすべてのコンデンサを放電させなければなりません。 $V_{DD}$  をあまり急速に切り替えると、コンデンサが十分に放電できず、その結果「クリック / ポップ」が発生する場合があります。

### オーディオ・パワーアンプの設計

#### 25mW/16 オーディオ・アンプ

設計条件:

出力電力	10mWrms
負荷インピーダンス	16
入力レベル	0.4Vrms
入力インピーダンス	20k

設計では、最初に動作モード (SE または BTL) を決め、次に所望の出力パワーを得るために必要な最低電源電圧を決定します。「代表的な性能特性」の出力電力と供給電圧のグラフから推測すれば、供給電圧を簡単に推測できます。1.5V は多くのアプリケーションで使われる標準的な電圧なので、ここで述べる例でも電源電圧を 1.5V としています。電源のヘッドルームを増やすと、LM4916 は無歪みで 10mW 以上の電力を供給できます。この時、設計者は「消費電力」で示されている負荷インピーダンス条件に合うように電源電圧を選択しなければなりません。電力消費の等式がひとたび考慮されると、必要なゲインは式 2 から求められます。

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



## アプリケーション情報 (つづき)

式 4 から、最小ゲインは  $A_V = 1$  であるため、 $A_V = 1$  とします。所望の入力インピーダンスは、 $20k$  で、 $A_V = 1$  のとき、 $R_f$  と  $R_i$  の比は 1:1 となります。以上から  $R_i = 20k$ 、 $R_f = 20k$  と選択します。設計の最終過程では、 $-3dB$  周波数の上限 / 下限ペアとして規定される要求帯域を検討します。低域カットオフ周波数を要求帯域下限の  $1/5$  の周波数以下とし、また高域カットオフ周波数を要求帯域上限の  $5$  倍の周波数以上に設定すると、要求帯域内でのゲイン変動は  $0.17dB$  となり、要求特性である  $\pm 0.25dB$  を満足します。

$$f_L = 100Hz/5 = 20Hz$$

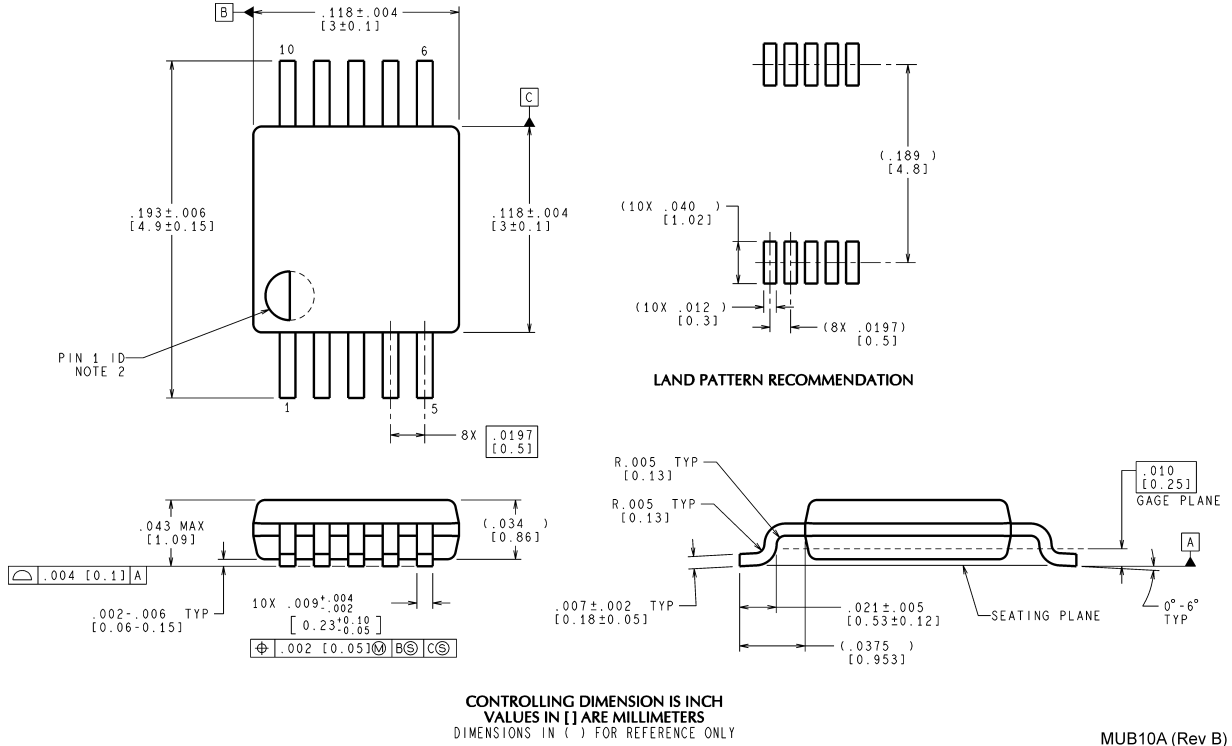
$$f_H = 20kHz * 5 = 100kHz$$

「外付け部品の選択」で述べたように、 $R_i$  と  $C_i$  はハイパス・フィルタを構成します。

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

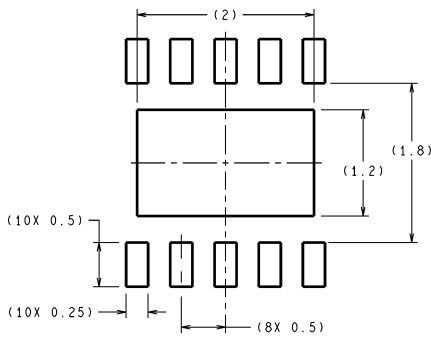
高周波のポールは、望みの高周波のポール  $f_H$  と差動ゲイン  $A_V$  の積で決まります。 $A_V = 1$ 、 $f_H = 100kHz$  のとき、 $GBWP = 100kHz$  となり、これは LM4916 の  $3MHz$  の  $GBWP$  よりかはるかに小さくなります。この例は、デザイナーがもっと高いゲインのアンプをデザインする必要があるとしても、帯域幅の制限にぶつからずに、LM4916 を使えることを示しています。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)

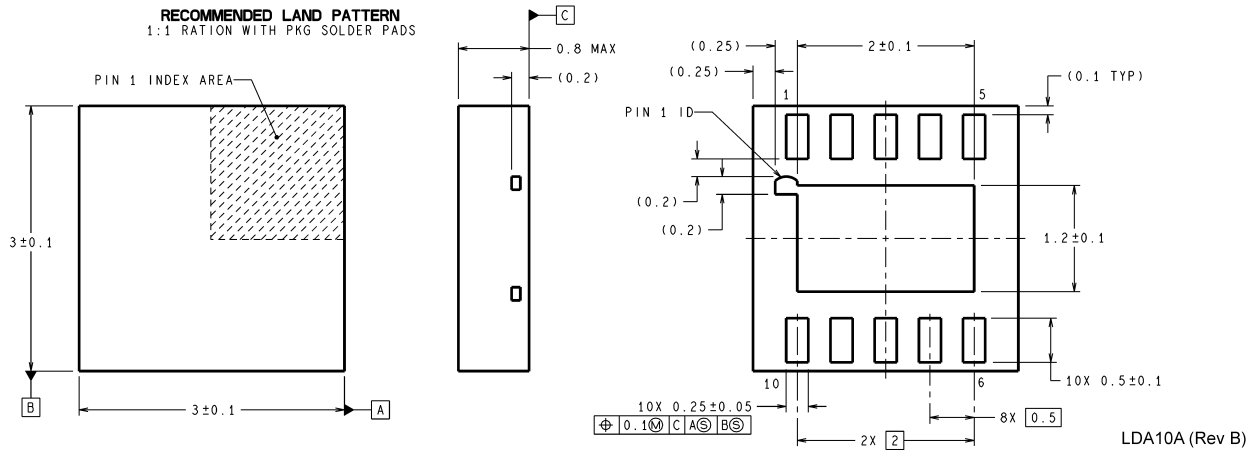


MUB10A (Rev B)

**MSOP Package**  
Order Number LM4916MM  
NS Package Number MUB10A



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



LDA10A (Rev B)

**LD Package**  
Order Number LM4916LD  
NS Package Number LDA10A  
単位は millimeters

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社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