

MAX9722A/MAX9722B

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

概要

ステレオヘッドフォンアンプのMAX9722A/MAX9722Bは、基板面積を重視するポータブル機器用に設計されています。MAX9722A/MAX9722Bは、独自の特許取得のDirectDriveアーキテクチャを用いて単一電源からグランド基準出力を生成するので、大容量の出力コンデンサが不要になり、コスト、基板面積、及び部品の高さが削減されます。また、このアンプの利得は、内部(-2V/V、MAX9722B)または外部(MAX9722A)で設定されます。MAX9722A/MAX9722Bは、0.009%の低THD+Nで、チャンネル当たり最大70mWを16Ω負荷に、または130mWを32Ω負荷に供給します。217Hzで80dBの電源除去比(PSRR)のおかげで、これらのデバイスはリニアレギュレータを追加せずにノイズの多いデジタル電源で動作することができます。MAX9722A/MAX9722Bは、ヘッドフォン出力に±8kV ESD保護を備えています。包括的なクリック/ポップ抑制回路は、スタートアップやシャットダウン時の可聴クリック/ポップを抑制します。低電力シャットダウンモードでは、消費電流は0.1μAに低減します。

MAX9722A/MAX9722Bは2.4V~5.5Vの単一電源で動作し、消費電流はわずか5.5mAです。また、短絡及び過熱保護を備え、-40°C~+85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。これらのデバイスは、小型16ピン、薄型QFNパッケージ(3mm x 3mm x 0.8mm)及び16ピンTSSOPパッケージで提供されます。

アプリケーション

ノートブック及び デスクトップPC	スマートフォン PDA
MP3プレーヤ フラットパネルモニタ	ポータブルオーディオ 機器
携帯電話	

型番

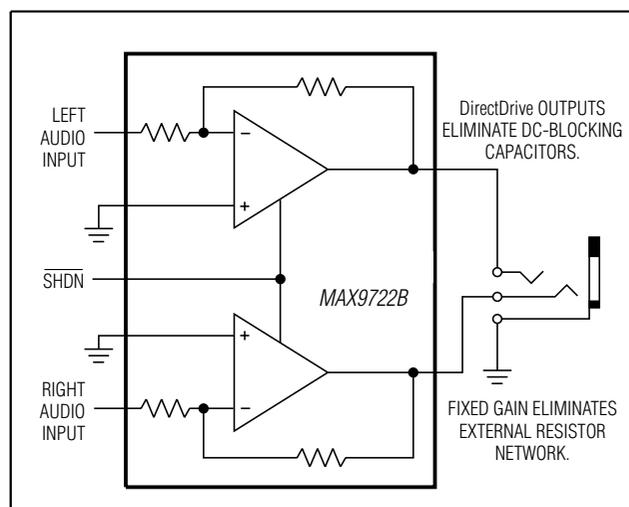
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX9722AETE	-40°C to +85°C	16 Thin QFN-EP* (3mm x 3mm x 0.8mm)	AAX
MAX9722AEUE	-40°C to +85°C	16 TSSOP	—
MAX9722BETE	-40°C to +85°C	16 Thin QFN-EP* (3mm x 3mm x 0.8mm)	AAV
MAX9722BEUE	-40°C to +85°C	16 TSSOP	—

*EP = Exposed paddle.

特長

- ◆ 単一電源動作 : 2.4V~5.5V
- ◆ 高PSRR(217Hzで80dB)によりLDOは不要
- ◆ 大容量出力コンデンサ不要
- ◆ グランド基準出力によりヘッドフォングランドピンのDCバイアス電圧が不要
- ◆ 出力コンデンサに起因する低周波応答の悪化なし
- ◆ 差動入力によりノイズ除去を向上
- ◆ 可変利得(MAX9722A)、または-2V/Vの固定利得(MAX9722B)
- ◆ チャンネル当り130mWを32Ωに供給
- ◆ 低THD+N : 0.009%
- ◆ クリック/ポップ抑制内蔵
- ◆ 低自己消費電流 : 5.5mA
- ◆ 短絡/過熱保護
- ◆ ESD保護アンプ出力 : ±8kV(ヒューマンボディモデル)
- ◆ 省スペース16ピンThin QFN(3mm x 3mm x 0.8mm)パッケージで提供

簡略ダイアグラム



ピン配置及び標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

本データシートは日本語翻訳であり、相違及び誤りのある可能性があります。設計の際は英語版データシートを参照してください。

価格、納期、発注情報についてはMaxim Direct (0120-551056)にお問い合わせいただくか、Maximのウェブサイト(japan.maximintegrated.com)をご覧ください。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PGND to SGND	-0.3V to +0.3V	PVSS to SVSS	0V
PVDD and SVDD to PGND or SGND	-0.3V to +6V	Output Short Circuit to GND.....	Continuous
PVSS and SVSS to PGND	+0.3V to -6V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
IN ₋ to SGND	(SVSS - 0.3V) to (SVDD + 0.3V)	16-Pin Thin QFN (derate 14.7mW/°C above +70°C)....	1176mW
OUT ₋ to PGND	-3.0V to +3.0V	16-Pin TSSOP (derate 9.4mW/°C above +70°C)	755mW
SHDN ₋ to SGND	(SGND - 0.3V) to (SVDD + 0.3V)	Junction Temperature	+150°C
C1P to PGND	-0.3V to (PVDD + 0.3V)	Operating Temperature Range.....	-40°C to +85°C
C1N to PGND	(SVSS - 0.3V) to +0.3V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
PVDD to SVDD.....	0V	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(PVDD = SVDD = +5V, PGND = SGND = 0V, SHDN₋ = SVDD, C1 = C2 = 1μF, R_L = ∞, resistive load referenced to ground, for MAX9722A gain = -1V/V (R_{IN} = R_F = 10kΩ), for MAX9722B gain = -2V/V (internally set), T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GENERAL						
Supply Voltage Range	V _{DD}	Guaranteed by PSRR test	2.4		5.5	V
Quiescent Supply Current	I _{DD}	R _L = ∞		5.5	13	mA
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	SHDN ₋ = SGND		0.1	2	μA
SHDN ₋ Input Logic High	V _{IH}		2			V
SHDN ₋ Input Logic Low	V _{IL}				0.8	V
SHDN ₋ Input Leakage Current			-1	+0.05	+1	μA
SHDN ₋ to Full Operation Time	t _{SON}			80		μs
AMPLIFIERS						
Voltage Gain	A _V	MAX9722B (Note 2)	-1.98	-2	-2.02	V/V
Gain Matching		MAX9722B, between the right and left channels		±2		%
Input Offset Voltage	V _{IS}	Between IN ₊ and IN ₋ , AC-coupled (MAX9722A)		±0.5	±2.5	mV
		Between IN ₊ and IN ₋ , AC-coupled (MAX9722B)		±1.5	±5	
Input Bias Current	I _{BIAS}	IN ₊ and IN ₋		50		nA
Input Impedance	R _{IN}	MAX9722B, measured at IN ₋	10	14.4	20	kΩ
Input Common-Mode Voltage Range	V _{CM}		-0.5		+0.7	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	Input referred, MAX9722A, T _A = +25°C	-60	-70		dB
Power-Supply Rejection Ratio (Note 3)	PSRR	DC, V _{DD} = 2.4V to 5.5V, input referred	-80	-90		dB
		f = 217Hz, 100mV _{P-P} ripple, input referred		-80		
		f = 10kHz, 100mV _{P-P} ripple, input referred		-50		
Output Power	P _{OUT}	R _L = 16Ω, THD+N = 1%, T _A = +25°C	60	70		mW
		R _L = 32Ω, THD+N = 1%, T _A = +25°C		130		
Output Voltage	V _{OUT}	R _L = 1kΩ		2		V _{RMS}
Output Impedance in Shutdown				10		kΩ

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($P_{VDD} = S_{VDD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = S_{VDD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, resistive load referenced to ground, for MAX9722A gain = $-1V/V$ ($R_{IN} = R_F = 10k\Omega$), for MAX9722B gain = $-2V/V$ (internally set), $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Total Harmonic Distortion Plus Noise (Note 4)	THD+N	$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 55mW$, $f = 1kHz$		0.03		%
		$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 125mW$, $f = 1kHz$		0.009		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 20mW$, $f = 22Hz$ to $22kHz$		100		dB
Noise	V_n	22Hz to 22kHz bandwidth, input AC grounded		6		μV_{RMS}
Slew Rate	SR			0.5		$V/\mu s$
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillation		200		pF
Charge-Pump Oscillator Frequency	f_{OSC}		505	600	800	kHz
Crosstalk		$R_L = 32\Omega$, $V_{IN} = 200mV_{P-P}$, $f = 10kHz$, $A_V = 1$		78		dB
ESD Protection		Human Body Model (OUTR and OUTL)		± 8		kV
Thermal-Shutdown Threshold				145		$^\circ C$
Thermal-Shutdown Hysteresis				5		$^\circ C$

Note 1: All specifications are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$; temperature limits are guaranteed by design.

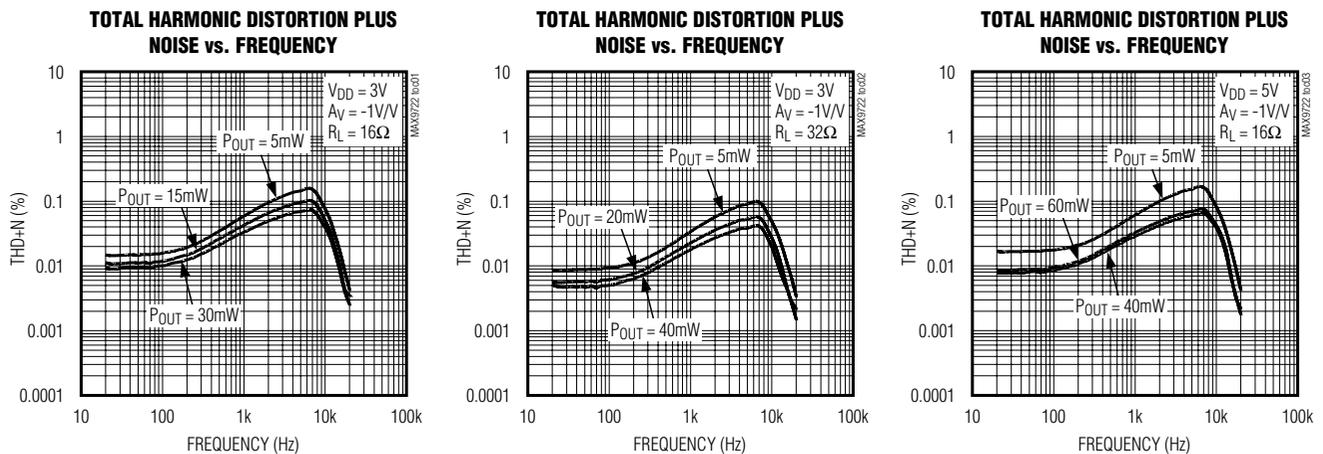
Note 2: Gain for the MAX9722A is adjustable.

Note 3: The amplifier inputs are AC-coupled to ground through C_{IN-} .

Note 4: Measurement bandwidth is 22Hz to 22kHz.

標準動作特性

(MAX9722A, $P_{VDD} = S_{VDD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = S_{VDD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

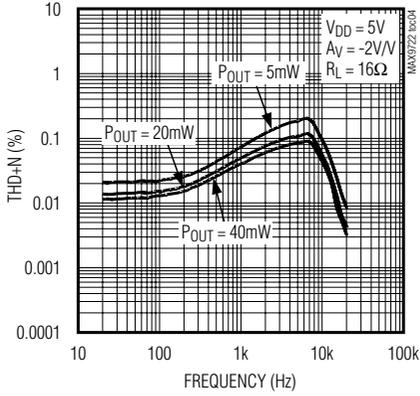


シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

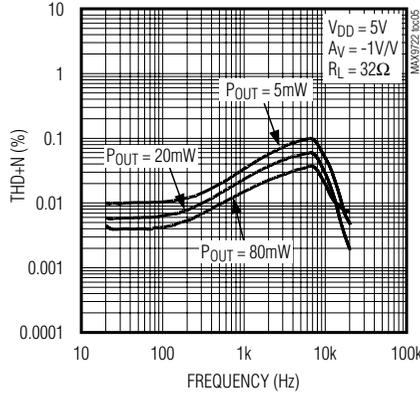
標準動作特性(続き)

(MAX9722A, $V_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

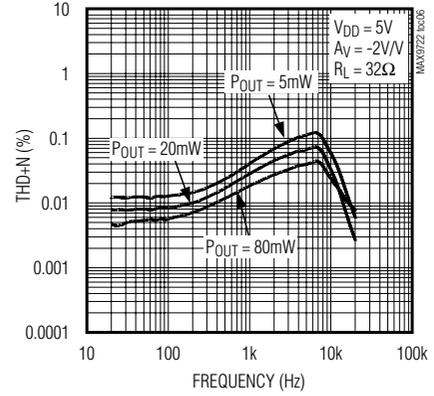
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



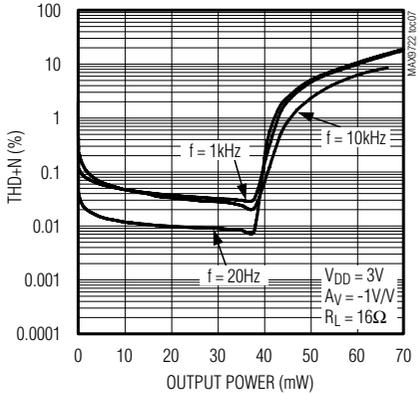
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



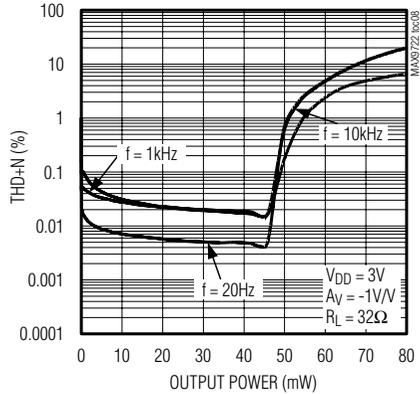
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



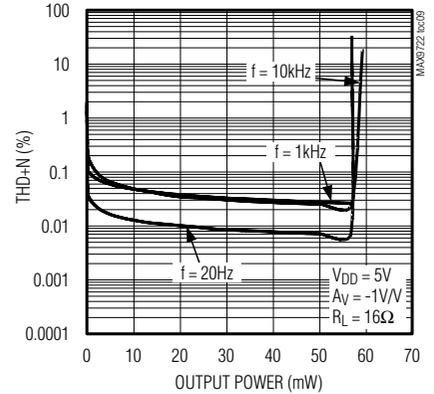
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



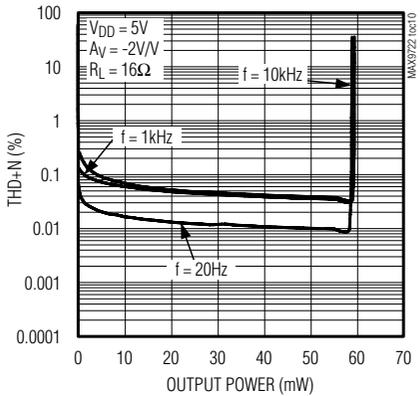
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



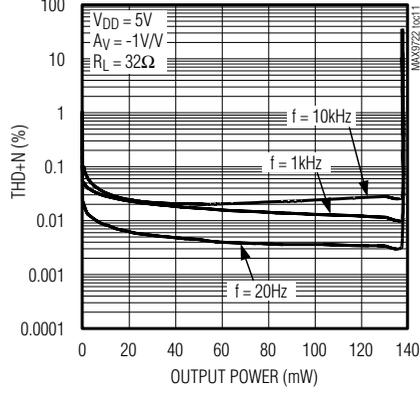
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



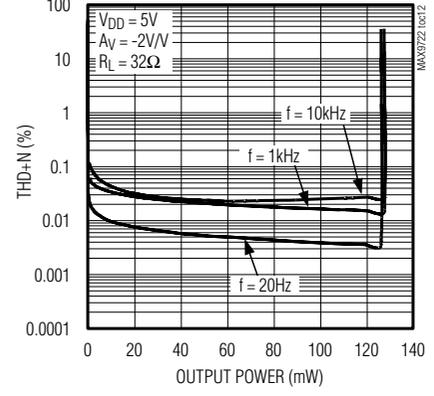
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER

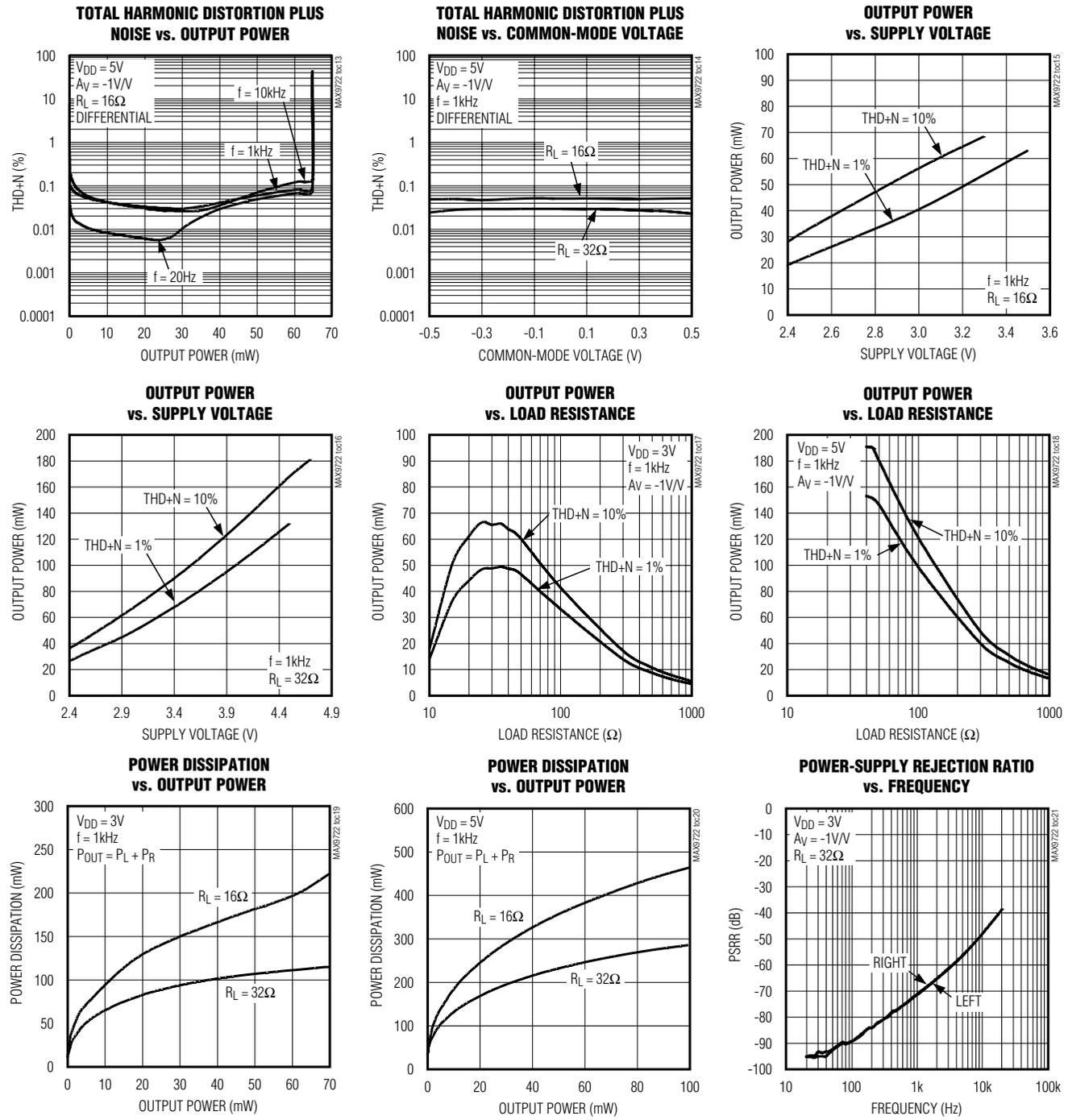


シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

標準動作特性(続き)

(MAX9722A, $V_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

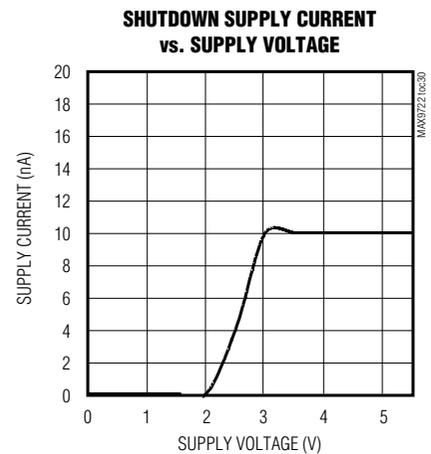
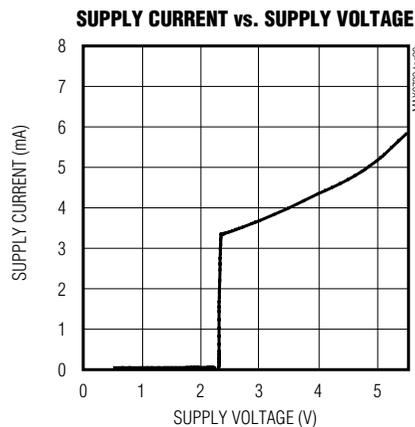
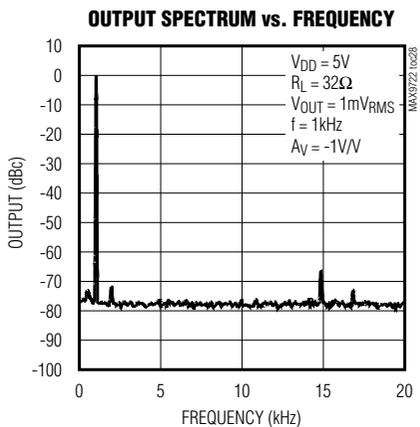
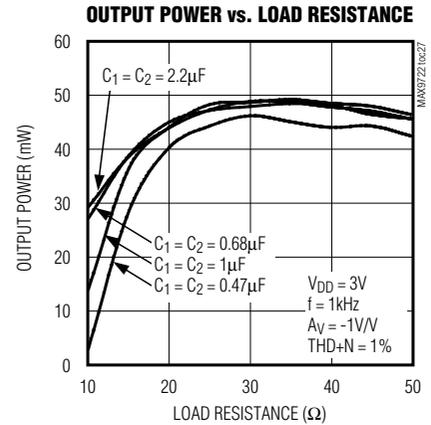
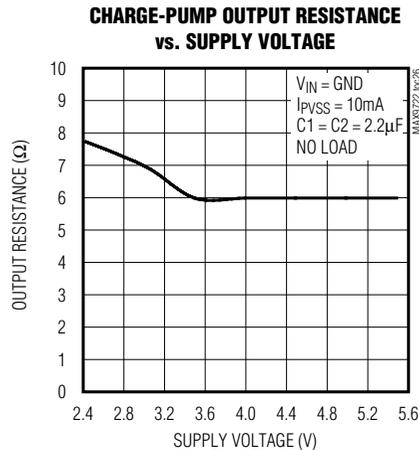
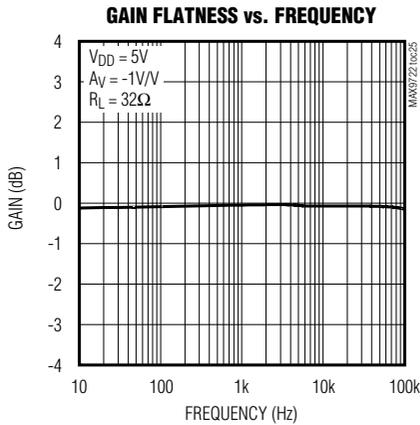
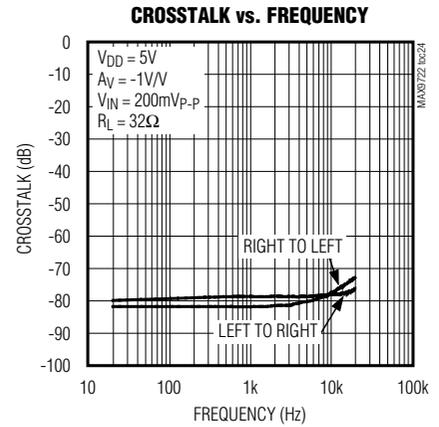
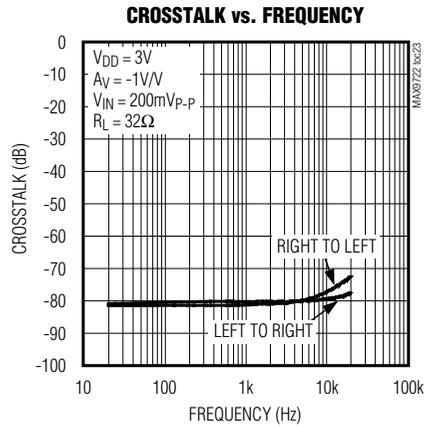
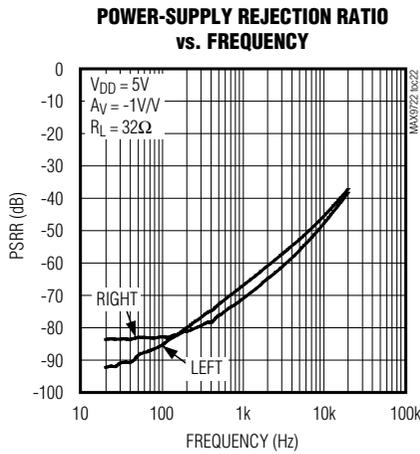


シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

標準動作特性(続き)

(MAX9722A, $V_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

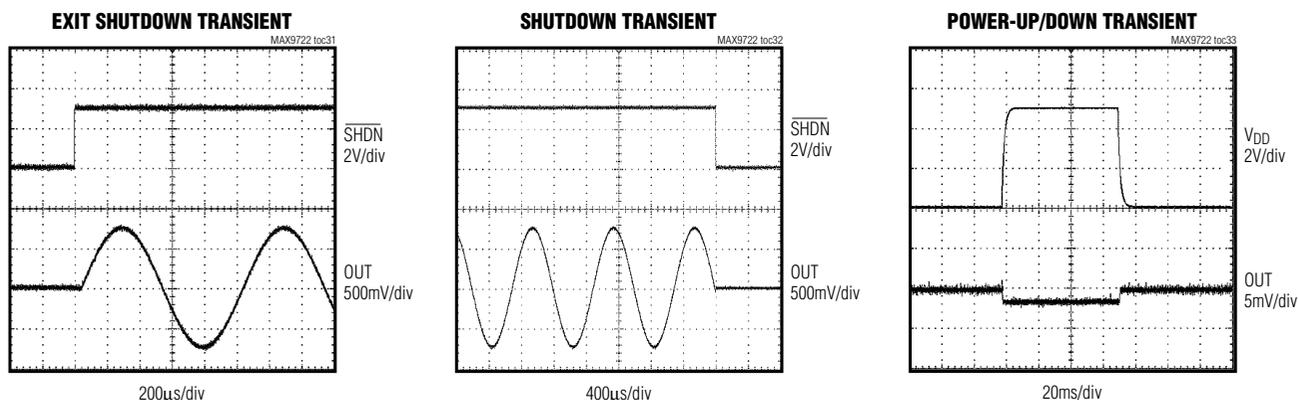


シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

標準動作特性(続き)

(MAX9722A, $PV_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $gain = -1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子		名称	機能
THIN QFN	TSSOP		
1	3	PV _{DD}	チャージポンプ電源。チャージポンプインバータ、チャージポンプロジック、及び発振器に電源供給。正電源電圧(2.4V~5.5V)に接続します。端子にできるだけ近接したPGNDに1μFコンデンサでバイパスします。
2	4	C1P	フライングコンデンサ、正端子
3	5	PGND	電源グランド。グランドに接続します。
4	6	C1N	フライングコンデンサ、負端子
5	7	PV _{SS}	チャージポンプ出力。SV _{SS} に接続します。
6	8	SGND	信号グランド。グランドに接続します。
7	9	INR+	非反転右チャンネル、オーディオ入力
8	10	INR-	反転右チャンネル、オーディオ入力
9, 13	11, 15	SV _{DD}	アンプ正電源電圧。正電源電圧(2.4V~5.5V)に接続します。1μFコンデンサで、端子にできるだけ近接したSGNDにバイパスします。
10	12	OUTR	右チャンネル出力
11	13	SV _{SS}	アンプ負電源電圧。PV _{SS} に接続します。
12	14	OUTL	左チャンネル出力
14	16	INL-	反転左チャンネル、オーディオ入力
15	1	INL+	非反転左チャンネル、オーディオ入力
16	2	\overline{SHDN}	アクティブロー、シャットダウン入力
—	—	EP	裏面放熱パドル未接続、または電氣的に絶縁された銅パターンに半田付け。電位のある面に接続しないでください。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

詳細

ステレオヘッドフォンアンプのMAX9722A/MAX9722Bはマキシムが特許取得済みのDirectDriveアーキテクチャを備えているので、従来の単一電源ヘッドフォンアンプで不可欠な大容量出力結合コンデンサが不要になります。これらのデバイスは、2個のAB級ヘッドフォンアンプ、低電圧ロックアウト(UVLO)/シャットダウン制御、チャージポンプ、及び包括的なクリック/ポップ抑制回路(「標準動作回路」参照)から構成されています。チャージポンプは正電源電圧(PV_{DD})を反転し、負電源電圧(PV_{SS})を生成します。ヘッドフォンアンプは、出力をGNDの近くでバイアスし、2極電源で動作します(図1)。このGNDバイアスの利点は、アンプ出力がDC部品(通常V_{DD}/2)を備えていないという点です。従来のヘッドフォンアンプに必要な大容量出力コンデンサが不要なので、基板面積が節減され、システムコストが低減し、周波数応答が向上します。これらのデバイスは、不十分な電源から動作を保護する低電圧ロックアウトと、スタートアップ及びシャットダウン時の可聴トランジェントを排除するクリック/ポップ抑制回路を特長としています。また、MAX9722A/MAX9722Bは過熱及び短絡保護を備え、出力ピンで±8kVのESDスパイクに耐えることができます。

差動入力

MAX9722は差動入力アンプとして設定することができるので(図2)、多数のCODECに対応しています。差動入力は、シングルエンド入力に比べてノイズ耐性が向上しています。携帯電話などの機器では、RFトランスミッタからの高周波信号がアンプの入力トレースと結合することがあります。アンプの入力ではこの信号はコモンモードノイズとして出現します。差動入力アンプは2つの入力の差を増幅し、両入力に共通する信号は除去されます。差動入力に設定されると、MAX9722の利得は以下の式で設定されます。

$$A_V = R_{F1}/R_{IN1}$$

R_{IN1}はR_{IN2}と等しく、R_{F1}はR_{F2}と等価である必要があります。

コモンモード除去比(CMRR)は、外付け抵抗マッチングによって制約を受けます。たとえば、1%許容抵抗のワーストケースでは40dBのCMRRをもたらし、また0.1%の抵抗では60dBのCMRRをもたらします。マッチングを最適化するには、抵抗アレイを用います。

MAX9722BのR_{IN1}及びR_{F1}は内蔵抵抗であり、R_{IN2} = 15kΩ、R_{F2} = 30kΩに設定されています。ただし、最適な結果を得るには、MAX9722Aを使用します。

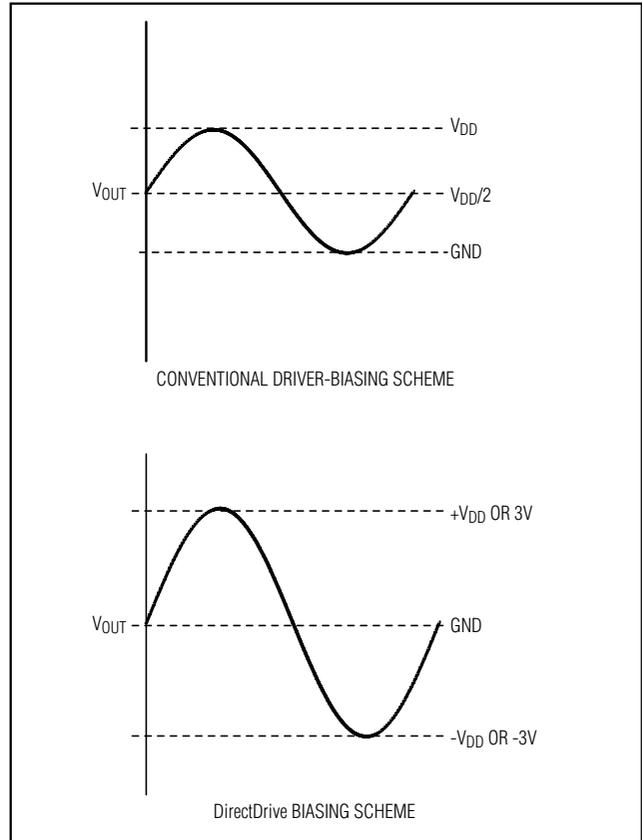


図1. 従来型ドライバの出力波形とMAX9722A/MAX9722Bの出力波形との比較

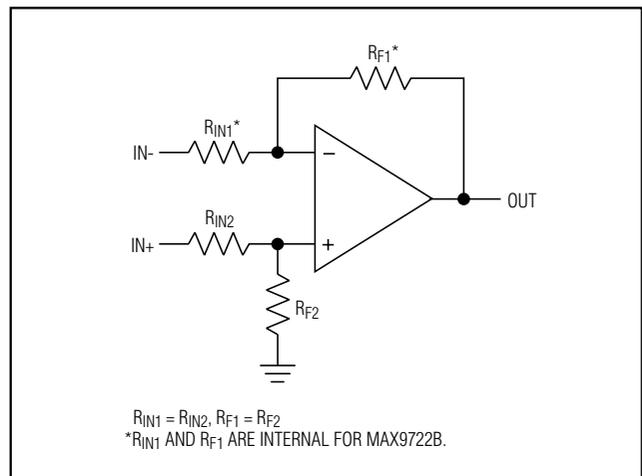


図2. 差動入力構成

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

DirectDrive

従来の単一電源ヘッドフォンアンプは、出力を公称DC電圧(通常、電源電圧の半分)の近くでバイアスさせて、最大ダイナミックレンジを実現しています。このDCバイアスをヘッドフォンから排除するには大容量結合コンデンサが必要です。こうしたコンデンサがない場合は、相当量のDC電流がヘッドフォンに流れるので、不要な電力消費が発生し、ヘッドフォン及びヘッドフォンアンプが損傷するおそれがあります。

マキシムの特許取得済みのDirectDriveアーキテクチャでは、チャージポンプによって内部負電源電圧を生成するので、MAX9722A/MAX9722Bの出力をGNDの近くでバイアスすることができます。DC部品がない場合は、大容量出力コンデンサは不要です。2個の大容量(220 μ F、typ)タンタルコンデンサの代わりに、MAX9722A/MAX9722Bのチャージポンプでは2個の小容量セラミックコンデンサが必要で、基板面積が節減され、コストが低減し、ヘッドフォンアンプの周波数応答が向上します。コンデンササイズの詳細については、「標準動作特性」の「出力 対 チャージポンプ容量/負荷抵抗(Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance)」グラフを参照してください。アンプのオフセットにより、アンプ出力には低DC電圧が存在します。ただし、MAX9722Aのオフセットは通常0.5mVであり、32 Ω 負荷と組み合わせられると、ヘッドフォンへの15.6 μ A以下のDC電流流出が発生します。出力結合コンデンサをなくそうとするこれまでの試みは、ヘッドフォンリターン(スリーブ)をヘッドフォンアンプのDCバイアス電圧にバイアスするというものでした。この方式は以下のいくつかの問題をもたらします。

- スリーブは通常シャーシに接地されています。このバイアス方式によると、スリーブをシステムグランドから絶縁する必要があり、製品設計が複雑になります。
- ESDのスパイク時には、アンプのESD構造がシステムグランドへの唯一の経路になります。このため、アンプはESDスパイクに対する耐性を備える必要があります。
- ヘッドフォンジャックを他の機器へのライン出力として使用すると、スリーブのバイアス電圧が他の機器のグランド電位に接続されるため、アンプが損傷するおそれがあります。
- マイクとスピーカを組み合わせたヘッドセットを使用する場合には、マイクにはGND基準が通常必要です。スリーブのアンプDCバイアスは、マイクの接続要件を満たしません(図3)。

低周波応答

従来のヘッドフォンアンプに不可欠な出力コンデンサにはコストやサイズ上でデメリットがあるだけでなく、

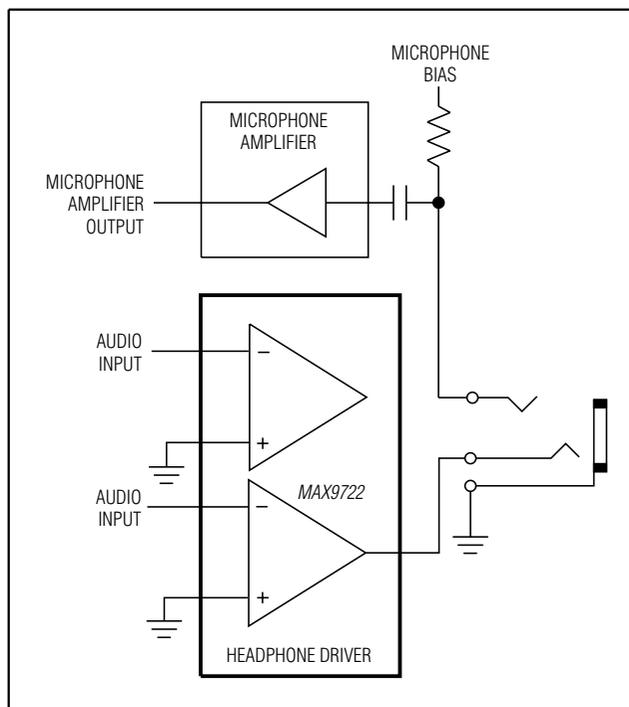


図3. イヤホンスピーカとマイクを組み合わせたヘッドセットの構成

以下のようにアンプの低周波応答を制約し、オーディオ信号を歪ませるおそれもあります。

- 1) ヘッドフォン負荷のインピーダンスと出力コンデンサが、以下で設定される-3dB点を備えるハイパスフィルタを構成します。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_L C_{OUT}}$$

ここでは、 R_L はヘッドフォンのインピーダンスであり、 C_{OUT} は出力コンデンサの値です。

ハイパスフィルタは従来のシングルエンド、単一電源ヘッドフォンアンプには不可欠で、ヘッドフォンからオーディオ信号の中間DCバイアス成分を排除することができます。このフィルタの短所は、低周波数信号を減衰させる場合があることです。 C_{OUT} の値を大きくすると、この現象は低減しますが、コンデンサが物理的に大型化し、高価になります。図4に C_{OUT} のサイズと、それに伴う低周波減衰との関係を示しています。100 μ F出力コンデンサ付16 Ω ヘッドフォンの-3dB点は100Hzで標準オーディオ帯域内にあり、再生信号の低周波減衰をもたらすことに注意してください。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

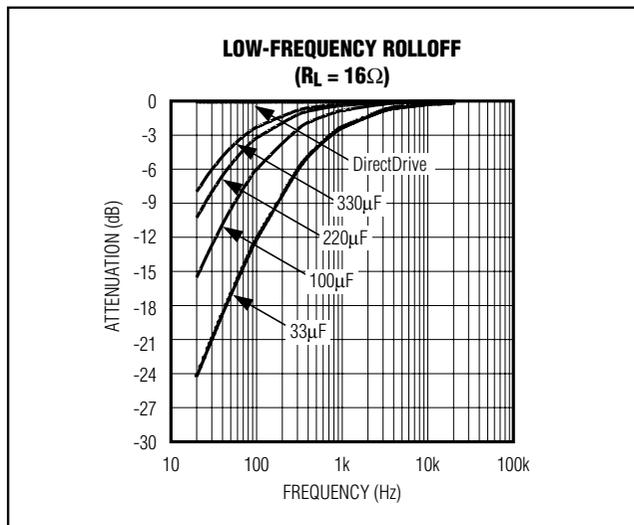


図4. 一般的な出力コンデンサの値に対する低周波減衰

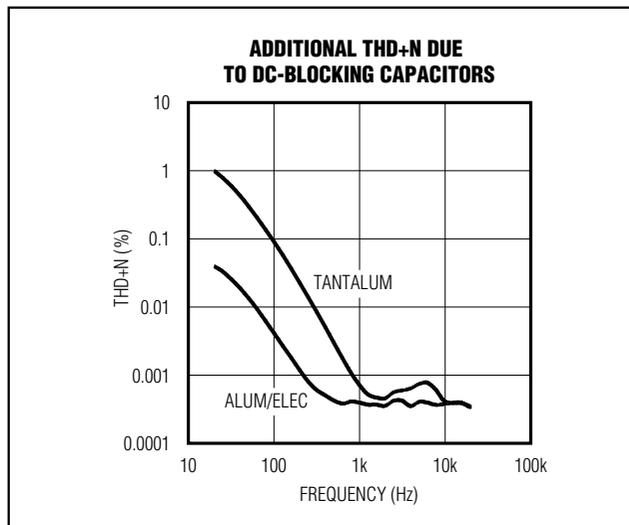


図5. 出力コンデンサがもたらす歪み

2) 出力コンデンサの電圧関数と容量値が変動すると、コンデンサの電圧係数は再生オーディオ信号に歪みをもたらします。コンデンサのリアクタンスは-3dB点以下の周波数で顕著であり、電圧係数は周波数依存の歪みとして出現します。図5に、2種類のコンデンサ誘導体がもたらすTHD+Nを示しています。100Hz以下でTHD+Nが急増していることに注目してください。低周波減衰と周波数依存の歪みが組み合わされると、マルチメディアラップトップや、MP3、CD、DVDプレーヤなど低周波効果を重視するポータブルオーディオ機器でのオーディオ再生が損なわれます。DirectDrive技術によって出力コンデンサを排除すると、以上のコンデンサに関連する欠点も排除されます。

チャージポンプ

MAX9722A/MAX9722Bは、低ノイズのチャージポンプを備えています。600kHzのスイッチング周波数は可聴範囲をはるかに超えているので、オーディオ信号に干渉しません。また、600kHzのスイッチング周波数は450kHzの中間周波数にも干渉しません。そのスイッチドライバは、ターンオン/ターンオフトランジエントが生成するノイズを最小限に抑制するスイッチングスルーレート制御機能を備えています。チャージポンプのスイッチングスルーレートを制限すると、寄生ボンドワイヤやトレースインダクタンスがもたらすdi/dtノイズが最小限に抑制されます。通常は不要ですが、C2の値を上げると、さらなる高周波ノイズ減衰を実現することができます(「標準動作回路」参照)。

クリック/ポップ抑制

従来の単一電源オーディオアンプでは、出力結合コンデンサは可聴クリック/ポップの最大の要因です。スタートアップ時に、アンプによって結合コンデンサはバイアス電圧(通常、電源電圧の半分)まで充電されます。同様に、シャットダウン時にはコンデンサはGNDまで放電されます。このため、コンデンサにDCシフトが生じ、スピーカに可聴トランジエントが発生します。MAX9722A/MAX9722Bには出力結合コンデンサが不要なので、こうした問題は発生しません。

また、MAX9722A/MAX9722Bは、デバイス内の可聴トランジエント源を排除する包括的なクリック/ポップ抑制回路を備えています。「標準動作特性」のパワーアップ/パワーダウン波形では、スタートアップやシャットダウン時にDCシフトがほとんどなく、スプリアストランジエントは全く存在しないことを示しています。

ほとんどのアプリケーションでは、MAX9722A/MAX9722Bを駆動するプリアンプの出力は、通常、電源電圧の半分のDCバイアスを備えています。スタートアップ時に、入力結合コンデンサはMAX9722A/MAX9722Bのフィードバック抵抗を通じてプリアンプのDCバイアス電圧まで充電されるので、入力コンデンサにDCシフトがもたらされ、可聴クリック/ポップが発生します。プリアンプのスタートアップに応じて、SHDNの立上りをR_{IN}とC_{IN}によって設定される4~5倍の時定数(80ms~100ms)だけ遅延させて、入力フィルタによるこうしたクリック/ポップを排除します。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

シャットダウン

MAX9722A/MAX9722Bは、オーディオ信号のシャットダウンやミュートを行うことができるシャットダウン制御を備えています。SHDNをローにすると、アンプとチャージポンプがディセーブルされ、アンプの出力インピーダンスが10kΩに設定されて、消費電流が低減します。シャットダウンモードでは、消費電流は0.1μAまで低減します。SHDNをハイにすると、チャージポンプはイネーブルされます。

アプリケーション情報

電力消費

通常動作状態で、リニアパワーアンプは相当量の電力を消費します。パッケージ別の最大電力消費は、「連続電力消費(Continuous Power Dissipation)」として「絶対最大定格(Absolute Maximum Ratings)」セクションに記載されています。または以下の式で算出することができます。

$$P_{DISSPKG(MAX)} = \frac{T_{J(MAX)} - T_A}{\theta_{JA}}$$

ここでは、「絶対最大定格」セクションで規定されているように、 $T_{J(MAX)}$ は+145°C、 T_A は周囲温度、 θ_{JA} はディレーティング係数の逆数です。たとえば、薄型QFNパッケージの θ_{JA} は+63.8°C/Wであり、TSSOPパッケージの場合は99.3°C/Wです。

MAX9722A/MAX9722Bは、1個のチャージポンプと2個のアンプという2種類の電力消費源を備えています。任意のアプリケーションの電力消費が特定パッケージで許容される最大値を超える場合は、 SV_{DD} の低減、負荷インピーダンスの増大、周囲温度の低下、またはデバイスへの放熱装置の追加のいずれかを行います。大きな出力、電源、及びグラウンドトレースによって、パッケージの最大電力消費が改善されます。

過熱保護を通じて、MAX9722A/MAX9722Bの総電力消費が抑制されます。ジャンクション温度が+145°Cを超えると、サーマル保護回路によってアンプ出力段がディセーブルされます。ジャンクション温度が5°C低下すると、アンプはイネーブルされます。このため、連続過熱状態においてはパルス出力が発生します。

出力

これらのデバイスは、ワーストケース(両チャンネルが同相の場合)でも動作が保証されています。こうした状態では2個のアンプはチャージポンプから電流を同時に消費して、 SV_{SS} ヘッドルームでわずかな損失が発生します。標準的なステレオオーディオアプリケーション

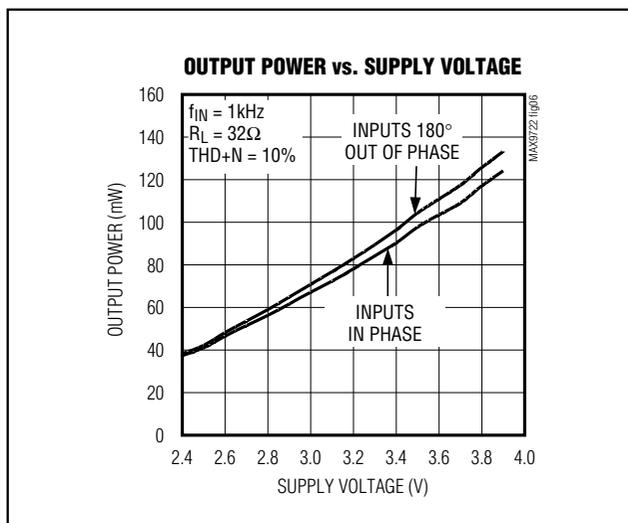


図6. 出力コンデンサがもたらす歪み

では、左右の信号間で大きさ及び位相に差があるので、最大出力は増大します。図6に、同相及び逆位相の2つの極端なケースを示しています。実際には、有効な出力はこれら極端なケースの間にあります。

負電源電圧からの他回路への電源供給

MAX9722A/MAX9722Bのその他の利点は、内部で生成される負電源電圧(PV_{SS})です。この電圧はグラウンド基準出力レベルを備えています。ただし、この PV_{SS} を使用して、 PV_{SS} から5mAの設計限界電流消費内で、他のデバイスに電源供給することができます。この限界を超えると、ヘッドフォンアンプの動作に悪影響を及ぼします。標準的なアプリケーションは、LCDモジュールのコントラストを調整する負電源電圧です。

PV_{SS} は PV_{DD} にほぼ比例し、安定化電圧ではありません。 PV_{SS} から他のデバイスに電源供給する場合は、チャージポンプ出力インピーダンスを考慮する必要があります。チャージポンプ出力インピーダンスのプロットは、「標準動作特性」に記載されています。最適な結果を得るには、1μFのチャージポンプコンデンサを使用します。

UVLO

MAX9722A/MAX9722Bは、電源電圧が2.2V (typ) 以下の場合に、デバイスが動作しないようにするUVLO機能を備えています。この機能により、電圧低下状態時でも適切に動作し、バッテリーの過放電が阻止されます。電源電圧がUVLOスレッショルドに達すると、MAX9722A/MAX9722Bのチャージポンプはターンオンされ、アンプへの電源供給が行われます。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

部品の選択

入力フィルタ

入力抵抗(R_{IN})とともに、入力コンデンサ(C_{IN})が、入力信号からDCバイアスを除去するハイパスフィルタを構成します(「標準動作回路」参照)。AC結合コンデンサによって、デバイスは信号を最適なDCレベルにバイアスすることができます。電源インピーダンスがゼロの場合は、ハイパスフィルタの-3dB点は以下によって求められます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C_{IN}}$$

f_{-3dB} が対象最低周波数を大幅に下回るように、 C_{IN} を選択します。MAX9722Bの場合は、DC電気特性(DC Electrical Characteristics)表に記載されているように R_{IN} の値を使用します。 f_{-3dB} を高く設定しすぎると、デバイスの低周波応答に影響を及ぼします。タンタルやアルミ電解など、低電圧係数の誘電体のコンデンサを使用します。セラミックなど高電圧係数のコンデンサは、低周波数で歪みが増大するおそれがあります。

チャージポンプコンデンサの選択

性能を最適化するには、100mΩ以下のESRのコンデンサを使用します。低ESRのセラミックコンデンサを使用すると、チャージポンプの出力抵抗は最低限に抑制されます。拡張温度範囲で性能を最適化するには、X7R誘電体付コンデンサを選択します。表1に推奨製造メーカーを掲載しています。

フライングコンデンサ (C1)

フライングコンデンサ(C1)の値によって、チャージポンプの負荷レギュレーションと出力抵抗が影響を受けます。C1の値が小さすぎると、十分な電流ドライブを供給するためのデバイス能力が低下し、出力電圧の損失をもちます。C1の値を上げると、負荷レギュレーションが改善され、チャージポンプ出力抵抗がある程度まで低下します。「標準動作特性」の「出力対チャージポンプ容量/負荷抵抗(Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance)」グラフを参照してください。1μF以上の場合は、スイッチのオン抵抗と、C1及びC2のESRによって左右されます。

ホールドコンデンサ (C2)

ホールドコンデンサの値とESRは、 PV_{SS} のリップルを直接左右します。C2の値を大きくすると、出力リップルが低下します。同様に、C2のESRを小さくすると、リップル及び出力抵抗がともに低減します。最大出力

表1. 推奨コンデンサ製造メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata	770-436-1300	770-436-3030	www.murata.com
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	www.t-yuden.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com

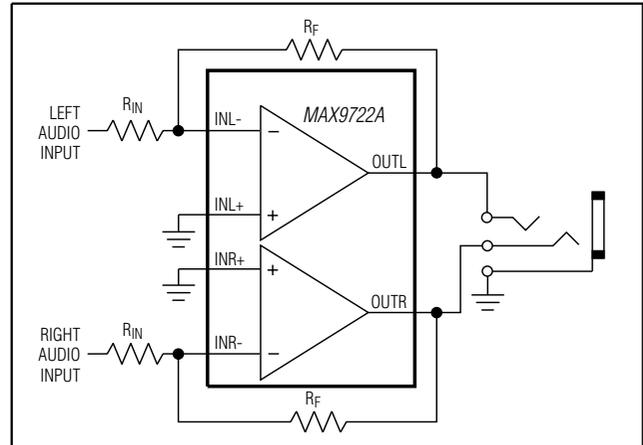


図7. MAX9722Aの利得設定

レベルが低いシステム内ではより低い容量値を使用することができます。「標準動作特性」の「出力対チャージポンプ容量/負荷抵抗(Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance)」グラフを参照してください。

電源バイパスコンデンサ

電源バイパスコンデンサ(C3)によって、電源の出力インピーダンスが低減し、MAX9722A/MAX9722Bのチャージポンプスイッチングトランジエントの影響が低下します。C1と同じ値のC3で PV_{DD} をバイパスし、 PV_{DD} 及びPGND端子に物理的に近い位置に配置します。

アンプ利得

MAX9722Bの利得は、内部で-2V/Vに設定されます。利得設定抵抗はすべてデバイスに内蔵されているので、外付け部品点数を削減することができます。DirectDriveとともに、内部設定利得によって、アンプ回路を構成するのにわずか5個の小型1μFコンデンサしか必要がないヘッドフォンアンプが実現します。コンデンサの内訳は、チャージポンプ用に2個、オーディオ入力結合用に2個、電源バイパス用に1個です(「標準動作回路」を参照)。

MAX9722Aアンプの利得は、図7に示されているように外部で設定されます。その利得は、以下の式で求められます。

$$A_V = -R_F/R_{IN}$$

10kΩのフィードバック抵抗値を選択します。10kΩ以外の値では入力バイアス電流によって出力オフセット電圧が増加して、負荷へのDC電流流出量が増大します。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

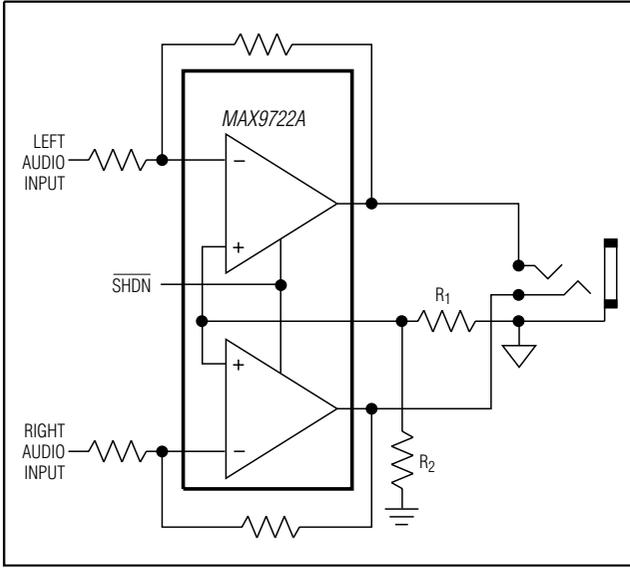


図8. コモンモード検出入力によってグラウンドループノイズを除去

コモンモード検出

ヘッドフォンジャックを他の機器(ノートブックPC、デスクトップPC、及びステレオレシーバ)との接続用のライン出力として使用すると、機器グラウンド間の電位差によってグラウンドループと過度のグラウンド電流の流れが発生する場合があります。ヘッドフォンリターンとデバイスグラウンド間の差を検出し、補正するコモンモード入力を形成するために、MAX9722AのINR+及びINL+入力を接続します(図8参照)。ヘッドフォンジャックリターンと、デバイスのSGND間の抵抗分圧器を通じて、INR+とINL+を接続します。コモンモード除去を最適化するには、 R_1 と R_{IN} 、及び R_2 と R_F とが同じ値の抵抗を使用します。MAX9722Bの場合は、 $R_{IN} = 15k\Omega$ 、 $R_F = 30k\Omega$ です。SGNDと R_2 との間にコンデンサを追加して、DC CMRRを向上します(「標準動作回路」参照)。グラウンド検出が不要の場合は、INR+及びINL+をSGNDに直接接続します。

コモンモードノイズ除去

家庭用ハイファイシステムへのライン出力として使用されるヘッドフォンソケットなど、たとえばノートブックコンピュータ(トランスミッタ、左側)とアンプ

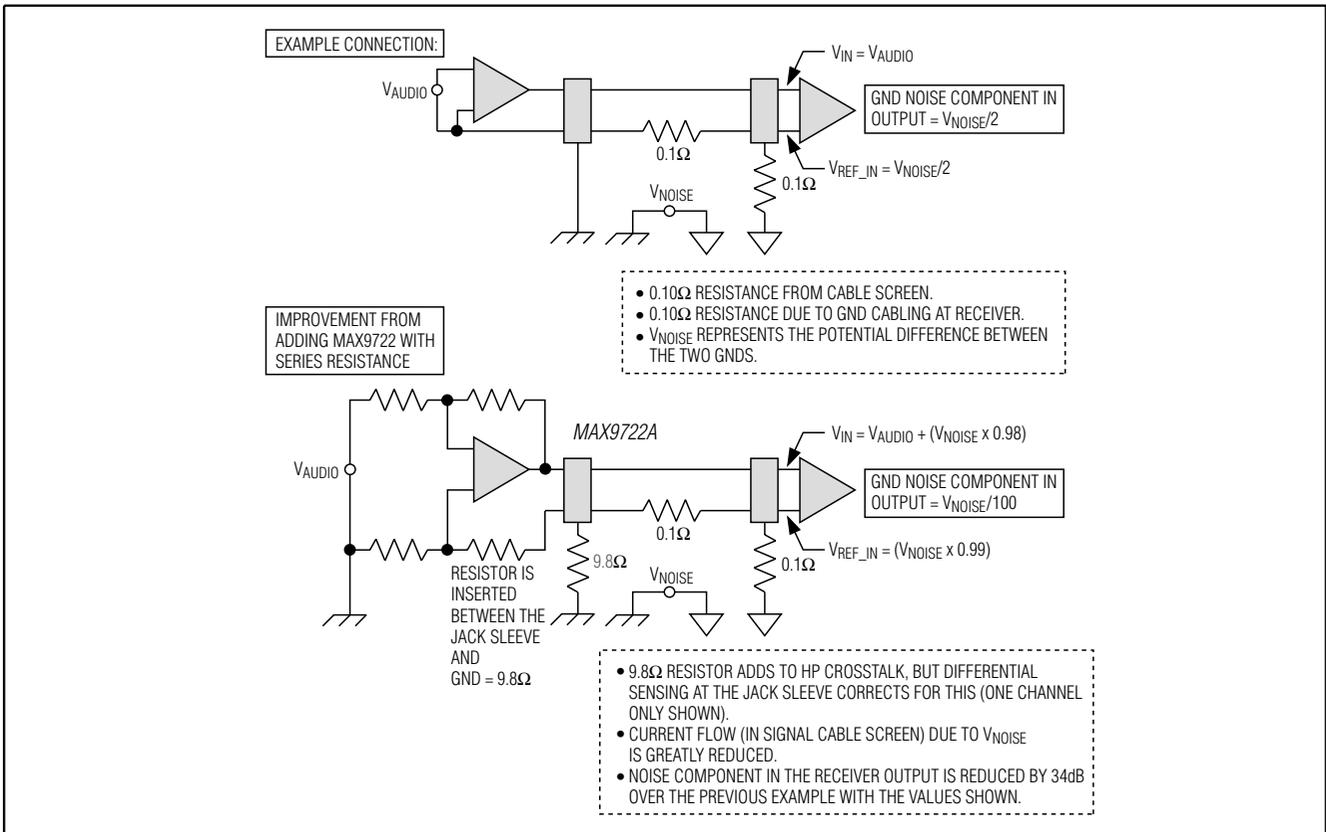


図9. コモンモードノイズ除去

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

(レシーバ、右側)のような2デバイス間の理論的な接続を図9に示しています。上図では、2つのGND基準間の電圧差(V_{NOISE} で表記)によって、電流が2デバイス間のケーブルスクリーンを流れます。このため、オーディオスクリーンケーブルインピーダンスの分圧器の動作とアンプのGND配線により、レシーバ側でノイズのピックアップが発生する場合があります。

(下図に示すように)ジャックソケットとノートブックPCのGND間にインピーダンスを導入すると、役立ちます。これには、以下の効果があります。

ケーブルスクリーンの(GND電位差による)電流の流れが低減し、安全になります。

これによって、MAX9722A/MAX9722Bの差動検出が、レシーバ(アンプ)側から見るGNDノイズを低減することができます。

もう一方の効果は、(ジャックGNDリターンに抵抗を導入することで)差動ヘッドフォンジャック検出を通じてヘッドフォンクロストークが補正されることです。図9には1チャンネルのみが表示されています。

図9には抵抗の数値例がいくつか表示されていますが、オーディオ設計者が制御するのはヘッドフォンジャックリターンに追加される1個の直列抵抗のみです。必要に応じて、この抵抗をオーディオよりはるかに高い周波数でESD用にバイパスすることができることに留意してください。この追加抵抗の上限は、低インピーダンス負荷の駆動時ではヘッドフォンアンプが持つ最大出力スイングの許容値によって決まります。ヘッドフォンリターン電流は、この抵抗の電圧として出現します。

圧電スピーカアンプ

薄型圧電スピーカは、ポータブル電子機器に高品質サウンドを提供することができます。ただし、圧電スピーカは、有効な音圧レベルを生成するために、スピーカエレメントで大きな電圧スイング($8V_{p-p}$ 以上)を通常必要とします。ポータブル機器の電源は、性質上、通常低電圧です。バッテリーで動作するので、従来のアンプは圧電スピーカを駆動するのに十分な電圧スイングを供給することができません。一方、MAX9722のDirectDriveアーキテクチャは、5Vの単一電源で動作しながら、最大 $12V_{p-p}$ で圧電スピーカを駆動するように設定することができます。

ステレオのMAX9722は+5V電源電圧を印加すると、-5V電源電圧を生成する反転チャージポンプを備えています。MAX9722の各出力は、 $6V_{p-p}$ をスイングすることができます。これで、圧電スピーカを駆動するのに十分な

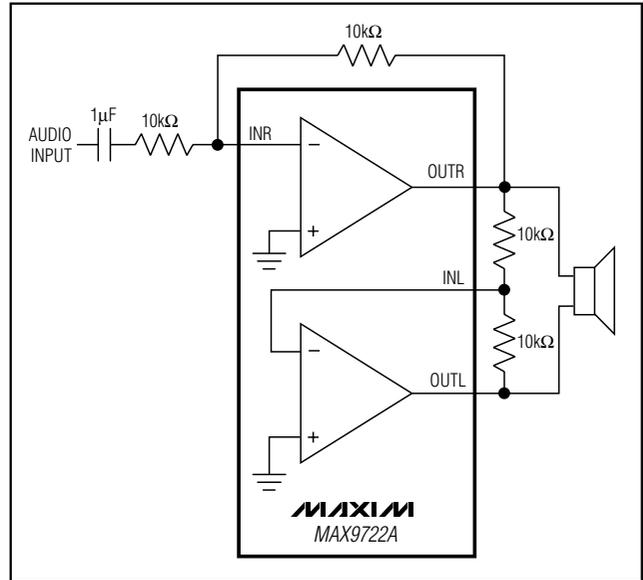


図10. MAX9722のBTL構成

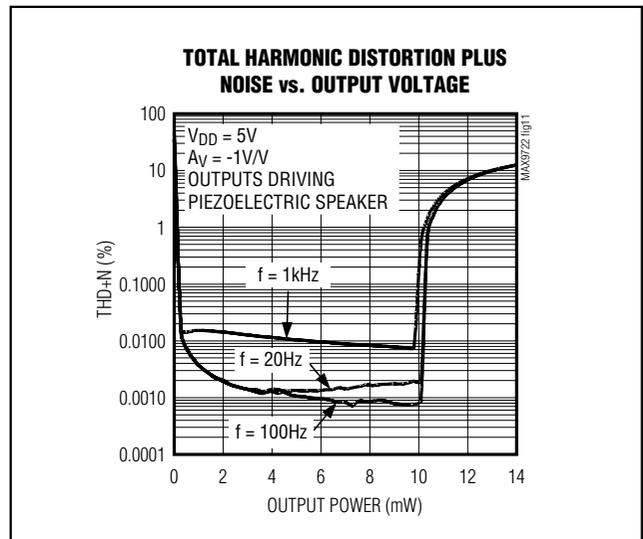


図11. MAX9722におけるTHD+Nと出力電圧との関係

場合もあります。より高い出力電圧を望む場合は、MAX9722Aをブリッジ接続負荷(BTL)アンプとして設定すると(図10)、負荷から見る最大出力スイングが $12V_{p-p}$ に倍増します。BTL構成ではMAX9722の右チャンネルはマスタアンプとして機能し、デバイスの利得の設定、スピーカの片側の駆動、左チャンネルへの信号の提供を行います。左チャンネルはユニティゲインフォロアとして設定され、右チャンネル出力の反転とスピーカ他方の駆動を行います。高精度抵抗を使って左チャンネルの利得を設定すると、低い歪みと適切なマッチングが実現します。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

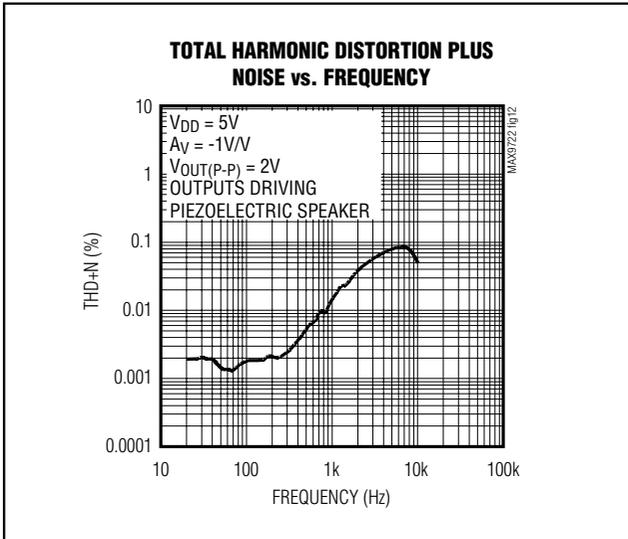


図12. MAX9722におけるTHD+Nと周波数との関係

MAX9722はPanasonic WM-R57A圧電スピーカで試験され、その試験で得られたTHD+N曲線が表示されています(図11及び図12)。両図では、周波数が増加するにつれて、THD+Nが増大することに注目してください。この増大は圧電スピーカの容量特性が原因で、周波数が増加するにつれて、スピーカのインピーダンスが低下し、アンプの電流消費が増大します。

さらに、スピーカの容量特性によって、MAX9722が不安定になる場合があります。これらの試験でMAX9722は、WM-R57Aの駆動時に不安定性を示しました。シンプルなインダクタ/抵抗回路をスピーカと直列に挿入することで、スピーカの容量をアンプから絶縁し、安定性を維持しながら高周波帯域でデバイス出力が約10Ωの抵抗負荷を得ることができます。MAX9722はWM-R57Aで安定しませんでした、異なる特性を持つ別のスピーカでは安定した動作と絶縁部品の排除を実現する場合があります。

レイアウト及び接地

適切なレイアウトと接地は、性能の最適化に不可欠です。プリント基板のシングルポイントでPGNDとSGNDを接続します。チャージポンプ(C2及びC3)に関連する全部品をPGND面に接続します。このデバイスにPV_{DD}及びSV_{DD}を接続します。このデバイスにPV_{SS}及びSV_{SS}を接続します。両電源のバイパスは、チャージポンプコンデンサのC2及びC3を使って実現することができます(「標準動作回路」参照)。コンデンサのC2及びC3をこのデバイスにできるだけ近接して配置します。SGND及びオーディオ信号経路上のトレース/部品から離れて、PGND、及びスイッチングトランジエントを

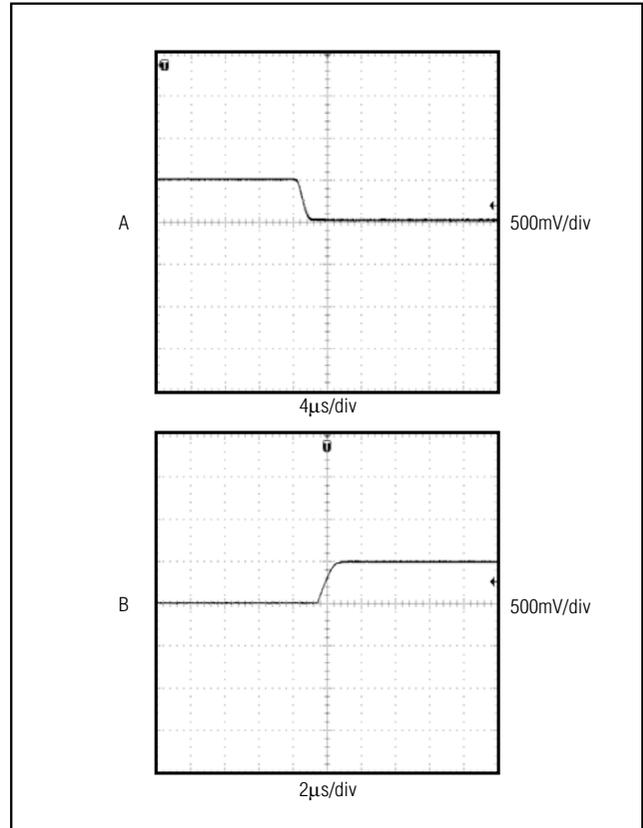


図13. MAX9722の容量性負荷安定性波形：
(a) 立下りエッジ、(b) 立上りエッジ

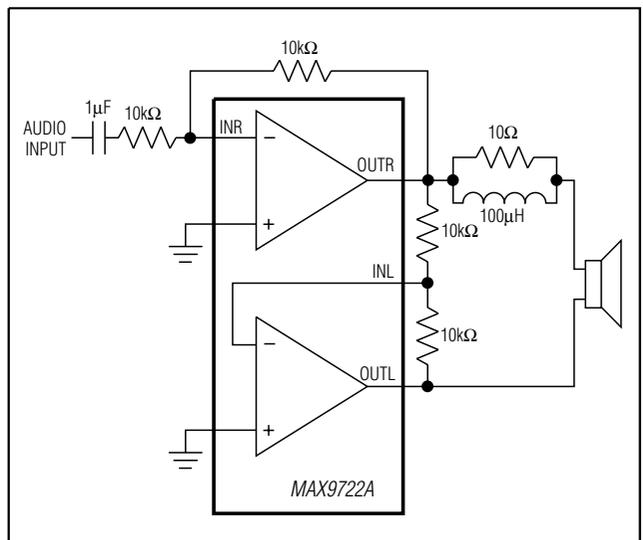
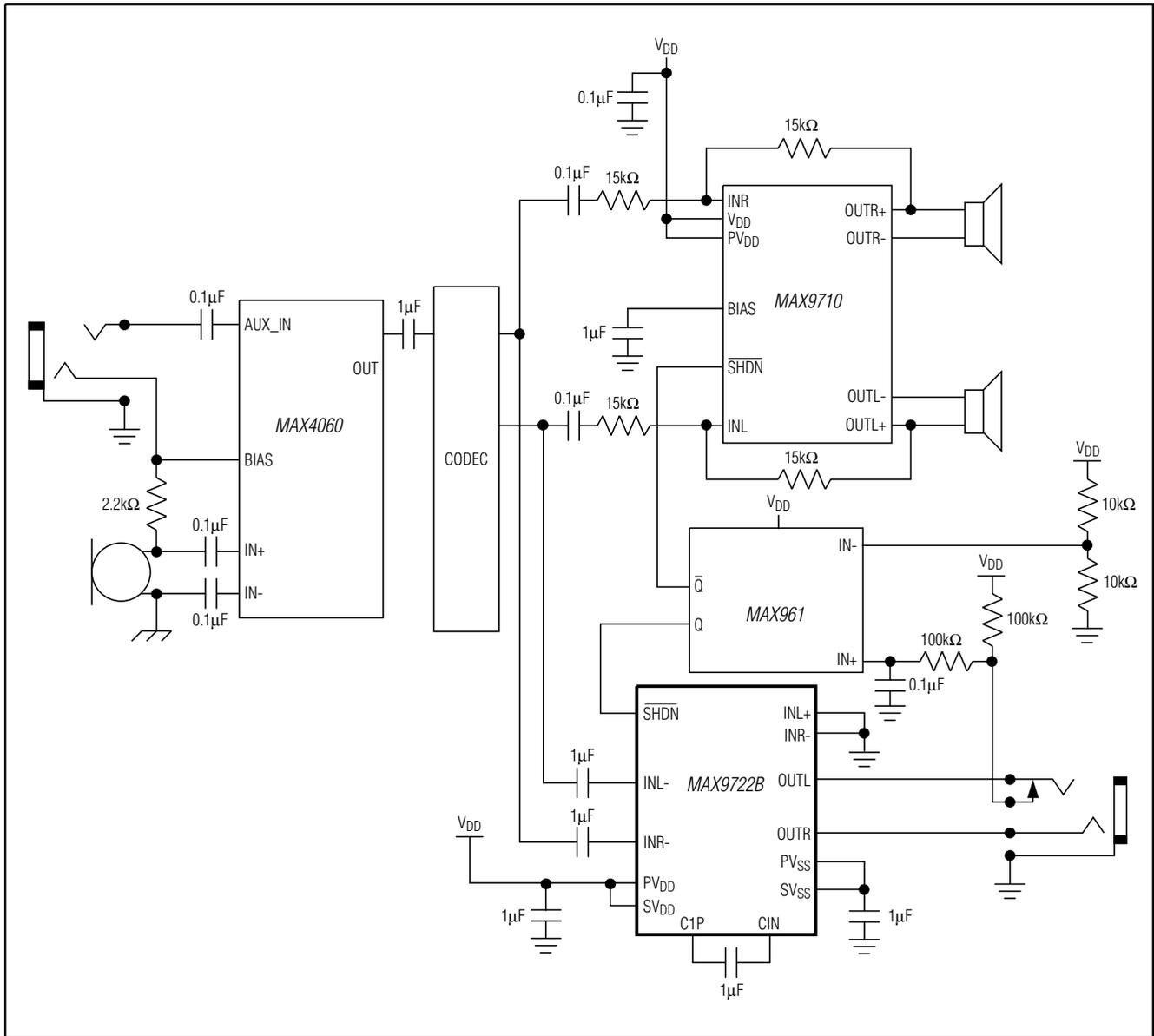


図14. 絶縁回路によって安定性を向上

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

システムダイアグラム



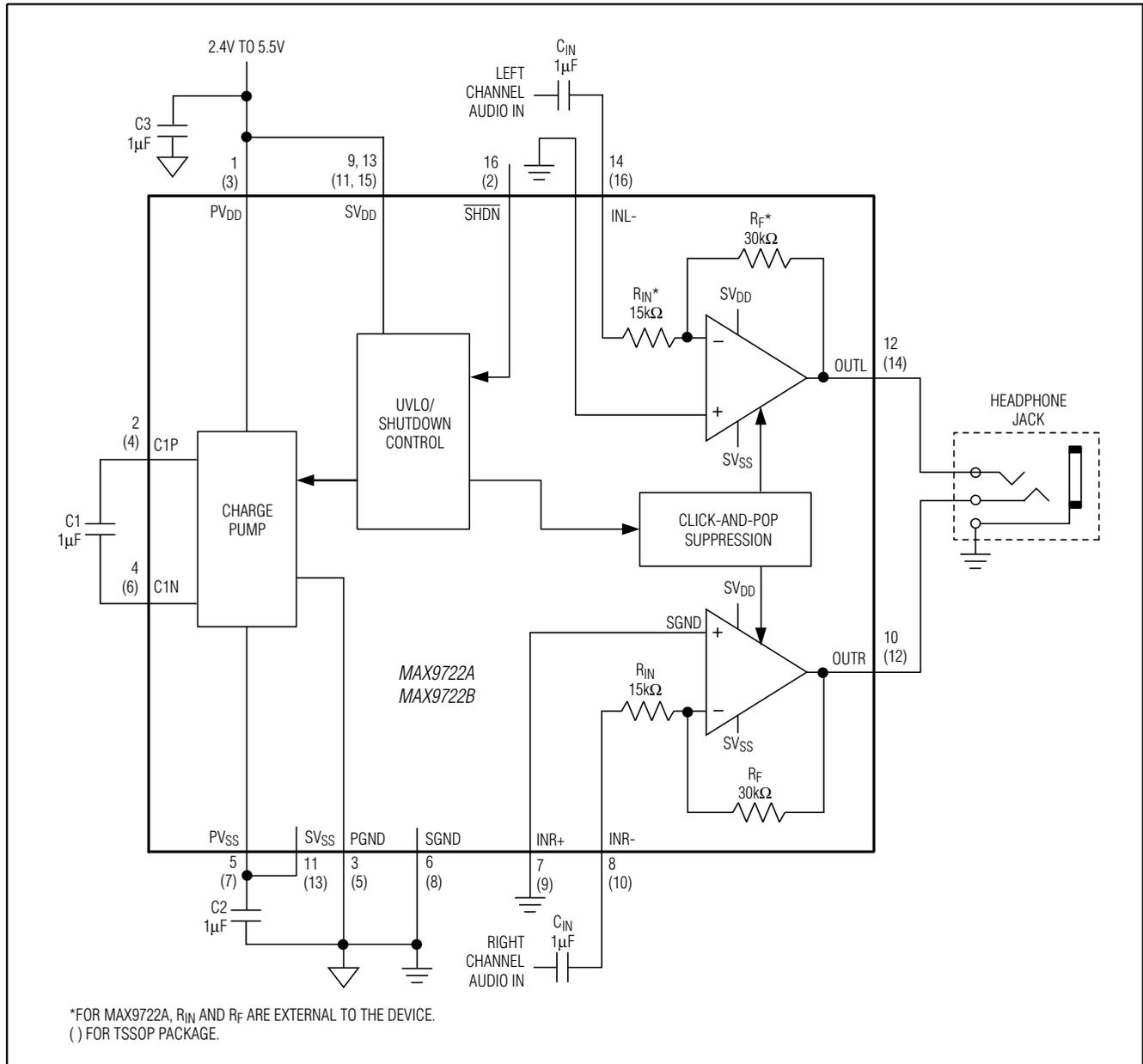
搬送する全トレースを配線します。レイアウトガイドについては、MAX9722の評価キットを参照してください。薄型QFNパッケージは、パッケージの放熱効率を向上する裏面放熱パドルを装備しています。MAX9722A/

MAX9722Bには追加放熱機能は不要です。裏面放熱パドルは、GNDやSV_{DD}から絶縁してください。裏面放熱パドルをGNDやSV_{DD}に接続しないでください。

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、 130mWステレオヘッドフォンアンプ

標準動作回路

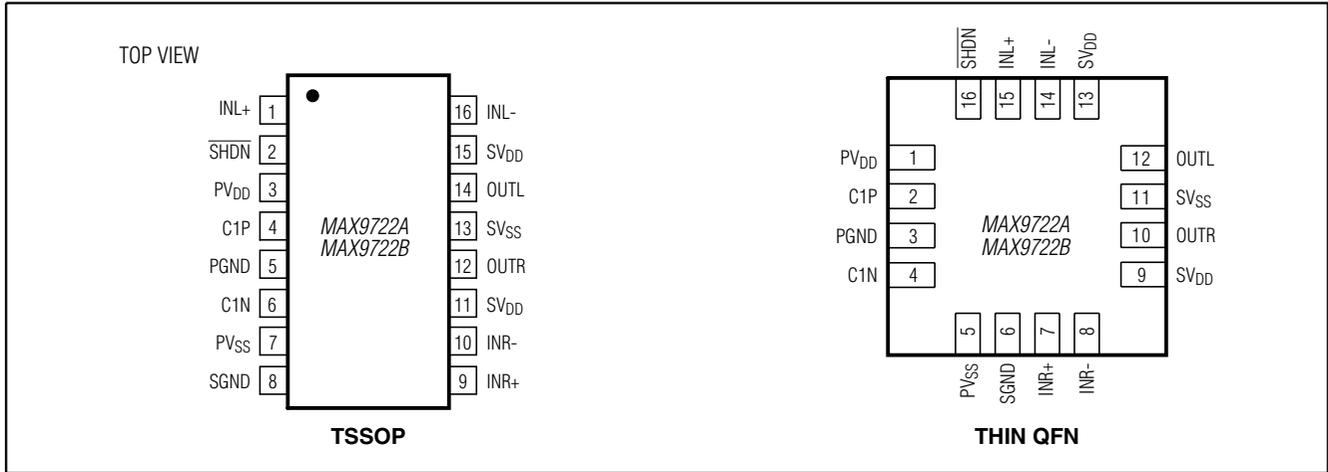
MAX9722A/MAX9722B



シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、 130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

ピン配置



チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1100

PROCESS: BiCMOS

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。

COMMON DIMENSIONS

	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	—	1.10	—	.043
A ₁	0.05	0.15	.002	.006
A ₂	0.85	0.95	.033	.037
b	0.19	0.30	.007	.012
b ₁	0.19	0.25	.007	.010
c	0.09	0.20	.004	.008
c ₁	0.09	0.14	.004	.006
D	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
E	4.30	4.50	.169	.177
e	0.65 BSC		.026 BSC	
H	6.25	6.55	.246	.258
L	0.50	0.70	.020	.028
N	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
α	0°	8°	0°	8°

JEDEC	N	VARIATIONS				
		MILLIMETERS		INCHES		
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
AB-1	14	D	4.90	5.10	.193	.201
AB	16	D	4.90	5.10	.193	.201
AC	20	D	6.40	6.60	.252	.260
AD	24	D	7.70	7.90	.303	.311
AE	28	D	9.60	9.80	.378	.386

NOTES:

- DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE FLASH
- MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm PER SIDE
- CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
- MEETS JEDEC OUTLINE MD-153. SEE JEDEC VARIATIONS TABLE
- *N* REFERS TO NUMBER OF LEADS
- △ THE LEAD TIPS MUST LIE WITHIN A SPECIFIED ZONE. THIS TOLERANCE ZONE IS DEFINED BY TWO PARALLEL PLANES. ONE PLANE IS THE SEATING PLANE, DATUM [-C-]; THE OTHER PLANE IS AT THE SPECIFIED DISTANCE FROM [-C-] IN THE DIRECTION INDICATED

PROPRIETARY INFORMATION			
TITLE: PACKAGE OUTLINE, TSSOP 4.40mm BODY			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0066	REV. F	1/1

TSSOP4.40mm.EPS

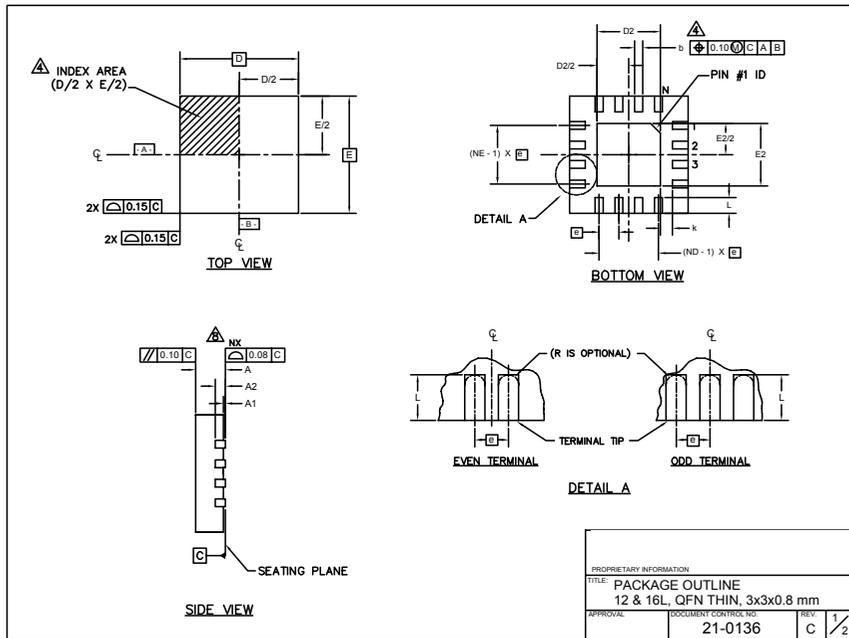
MAX9722A/MAX9722B

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。



PKG REF.	12L 3x3			16L 3x3		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
b	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30
D	2.90	3.00	3.10	2.90	3.00	3.10
E	2.90	3.00	3.10	2.90	3.00	3.10
e	0.50 BSC.			0.50 BSC.		
L	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50
N	12			16		
ND	3			4		
NE	3			4		
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A2	0.20 REF			0.20 REF		
k	0.25	-	-	0.25	-	-

PKG CODES	D2			E2			PIN ID	JEDEC
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.		
T1233-1	0.95	1.10	1.25	0.95	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-1
T1633-1	0.95	1.10	1.25	0.95	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-2
T1633F-3	0.65	0.80	0.95	0.65	0.80	0.95	0.225 x 45°	-

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.20 mm AND 0.25 mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220 REVISION C.

PROPRIETARY INFORMATION			
TITLE: PACKAGE OUTLINE 12 & 16L, QFN THIN, 3x3x0.8 mm			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0136	REV. C	REV. 2/2

シャットダウン付、5V、差動入力、DirectDrive、 130mWステレオヘッドフォンアンプ

MAX9722A/MAX9722B



マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表に示すパラメータ値(min、maxの各制限値)は、このデータシートの他の場所で引用している値より優先されます。

Maxim Integrated Products, Inc. 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-1000

21

© 2003 Maxim Integrated Products

MaximはMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。