

MAX4411

80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

概要

固定利得、ステレオヘッドフォンアンプのMAX4411は、基板スペースが重視されるポータブル機器用に設計されています。MAX4411は、ユニークな特許取得済みDirectDriveアーキテクチャを採用しており、単一電源からグラウンド基準出力を生成するため、大容量の出力コンデンサが不要となり、コスト、基板スペース、および部品高さを削減することができます。また、アンプの利得(MAX4411では-1.5V/V、MAX4411Bでは-2V/V)が内部で設定されるため、部品数をさらに削減することができます。

MAX4411は、16Ω負荷にチャンネル当り最大80mWを出力し、0.003%の低いTHD+Nを実現します。このデバイスは、217Hzでの電源除去比(PSRR)が86dBであるため、ノイズの多いデジタル電源でもリニアレギュレータなしで動作します。MAX4411は、ヘッドフォン出力に±8kVのESD保護を備えています。包括的なクリックアンドポップ回路が電源起動およびシャットダウン時の可聴クリック/ポップ音を抑制します。左右独立の低電力シャットダウン制御によって、ミックスモード、モノラル/ステレオアプリケーションの節電を最も効果的に行うことができます。

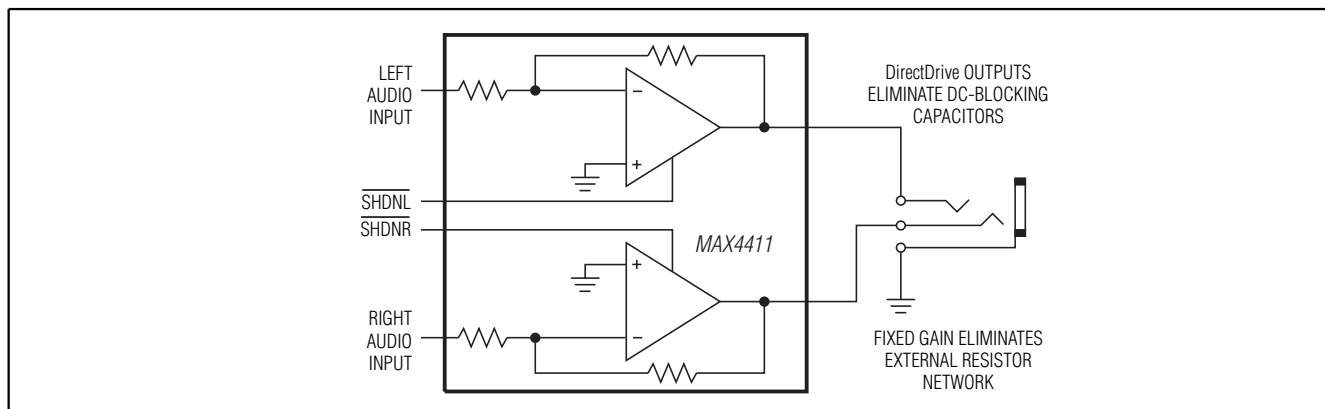
MAX4411は、1.8V~3.6Vの単一電源で動作し、消費電流はわずか5mAです。また、短絡/熱過負荷保護を備え、-40℃~+85℃の拡張温度範囲での動作が保証されています。MAX4411は、小型(2mm x 2mm x 0.6mm)、16ピンチップスケールパッケージ(UCSP™)、および20ピンTQFNパッケージ(4mm x 4mm x 0.8mm)で提供されます。

アプリケーション

ノートブックコンピュータ MP3プレーヤ
携帯電話 スマートフォン
PDA ポータブルオーディオ機器

UCSPはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

ファンクションダイアグラム



ピン配置と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。

特長

- ◆ 大容量出力コンデンサ不要
- ◆ 固定の-1.5V/V利得のため外部フィードバックネットワークが不要
MAX4411: -1.5V/V
MAX4411B: -2V/V
- ◆ グラウンド基準出力のためヘッドフォングラウンド端子の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
- ◆ 16Ω負荷にチャンネル当り80mWを出力
- ◆ 低THD+N: 0.003%
- ◆ 高PSRR: 86dB (217Hz時)
- ◆ クリックアンドポップ音抑制回路内蔵
- ◆ 1.8V~3.6Vの単一電源動作
- ◆ 低自己消費電流: 5mA
- ◆ 左右独立の低電力シャットダウン制御
- ◆ 短絡/熱過負荷保護
- ◆ ±8kV ESD保護のアンプ出力
- ◆ 省スペースパッケージ:
16ピンUCSP (2mm x 2mm x 0.6mm)
20ピンTQFN (4mm x 4mm x 0.8mm)

型番

PART	TEMP RANGE	PIN/BUMP-PACKAGE	GAIN (V/V)
MAX4411EBE-T	-40°C to +85°C	16 UCSP-16	-1.5
MAX4411EBE+T	-40°C to +85°C	16 UCSP-16	-1.5
MAX4411ETP	-40°C to +85°C	20 Thin QFN	-1.5

型番はデータシートの最後に続いています。

+は鉛フリーパッケージを示します。

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PGND to SGND-0.3V to +0.3V
 PVDD to SVDD-0.3V to +0.3V
 PVSS to SVSS-0.3V to +0.3V
 PVDD and SVDD to PGND or SGND-0.3V to +4V
 PVSS and SVSS to PGND or SGND-4V to +0.3V
 IN₋ to SGND(SVSS - 0.3V) to (SVDD + 0.3V)
 SHDN₋ to SGND(SGND - 0.3V) to (SVDD + 0.3V)
 OUT₋ to SGND(SVSS - 0.3V) to (SVDD + 0.3V)
 C1P to PGND(PGND - 0.3V) to (PVDD + 0.3V)
 C1N to PGND(PVSS - 0.3V) to (PGND + 0.3V)

Output Short Circuit to GND or VDD.....Continuous
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 16-Bump UCSP (derate 7.4mW/°C above +70°C).....589mW
 20-Pin Thin QFN (derate 16.9mW/°C above +70°C) ..1349mW
 Junction Temperature.....+150°C
 Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Storage Temperature Range.....-65°C to +150°C
 Bump Temperature (soldering)
 Reflow+230°C
 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 = 3V, PGND = SGND = 0V, SHDN_L = SHDN_R = SVDD, C1 = C2 = 2.2μF, C_{IN} = 1μF, R_L = ∞, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V _{DD}	Guaranteed by PSRR test		1.8		3.6	V
Quiescent Supply Current	I _{DD}	One channel enabled		3.2		mA	
		Two channels enabled		5 8.4			
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	SHDN _L = SHDN _R = GND		6 10		μA	
SHDN ₋ Thresholds		V _{IH}		0.7 x SV _{DD}		V	
		V _{IL}		0.3 x SV _{DD}			
SHDN ₋ Input Leakage Current				-1		+1	μA
SHDN ₋ to Full Operation	t _{SON}			175			μs
CHARGE PUMP							
Oscillator Frequency	f _{OSC}			272	320	368	kHz
AMPLIFIERS							
Voltage Gain	A _v	MAX4411		-1.55	-1.5	-1.45	V/V
		MAX4411B		-2.1	-2	-1.9	
Gain Match	ΔA _v			1			%
Total Output Offset Voltage	V _{OS}	Input AC-coupled	MAX4411	0.7 2.8		mV	
			MAX4411B	0.75 3.0			
Input Resistance	R _{IN}			10	14	19	kΩ
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	1.8V ≤ V _{DD} ≤ 3.6V, MAX4411	DC (Note 2)	72	86	dB	
		V _{DD} = 3.0V, 200mV _{P-P} ripple, MAX4411 (Note 3)	f _{ripple} = 217Hz	86			
			f _{ripple} = 1kHz	75			
			f _{ripple} = 20kHz	53			

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($P_{VDD} = S_{VDD} = 3V$, $P_{GND} = S_{GND} = 0V$, $\overline{SHDNL} = \overline{SHDNR} = S_{VDD}$, $C_1 = C_2 = 2.2\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$1.8V \leq V_{DD} \leq 3.6V$, MAX4411B	DC (Note 2)	69	86	dB
		$V_{DD} = 3.0V$, 200mV _{p-p} ripple, MAX4411B (Note 3)	$f_{RIPPLE} = 217Hz$	86		
			$f_{RIPPLE} = 1kHz$	73		
			$f_{RIPPLE} = 20kHz$	51		
Output Power	P_{OUT}	THD+N $\leq 1\%$ $T_A = +25^\circ C$	$R_L = 32\Omega$	65		mW
			$R_L = 16\Omega$	55	80	
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	$f_{IN} = 1kHz$	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 50mW$	0.003		%
			$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 60mW$	0.004		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 20mW$, $f_{IN} = 1kHz$, BW = 22Hz to 22kHz	MAX4411	94		dB
			MAX4411B	95		
Slew Rate	SR			0.8		V/ μs
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillations		150		pF
Crosstalk		$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 1.6mW$, $f_{IN} = 10kHz$		90		dB
Thermal Shutdown Threshold				140		$^\circ C$
Thermal Shutdown Hysteresis				15		$^\circ C$
ESD Protection		Human Body Model (OUTR, OUTL)		± 8		kV

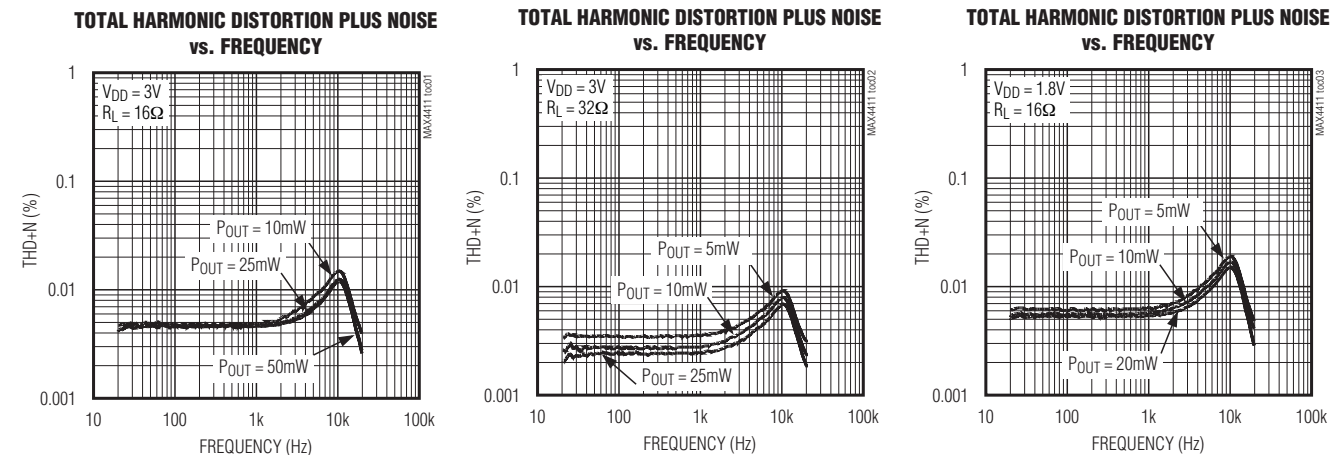
Note 1: All specifications are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$; temperature limits are guaranteed by design.

Note 2: Inputs are connected directly to GND.

Note 3: Inputs are AC-coupled to ground.

標準動作特性

($C_1 = C_2 = 2.2\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

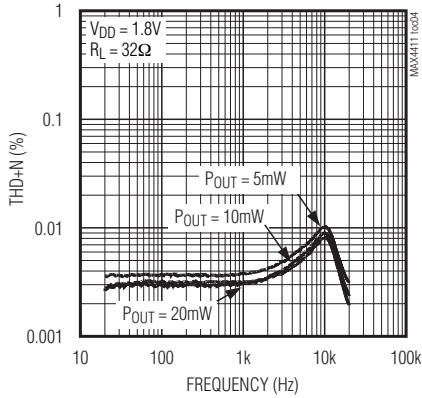


80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

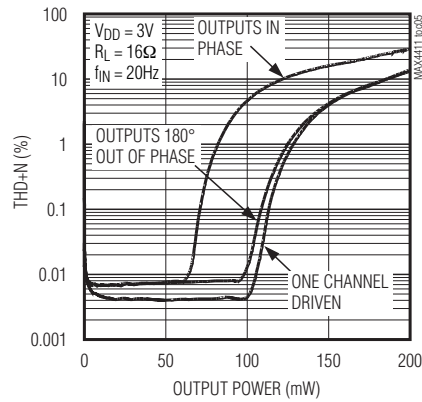
標準動作特性(続き)

($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

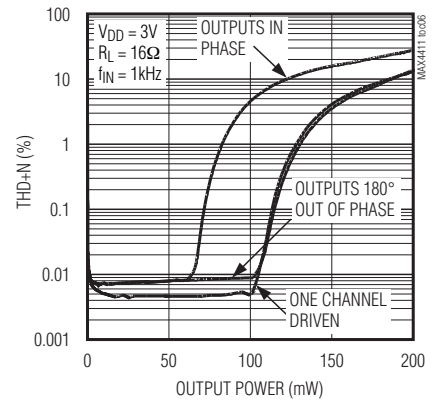
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. FREQUENCY**



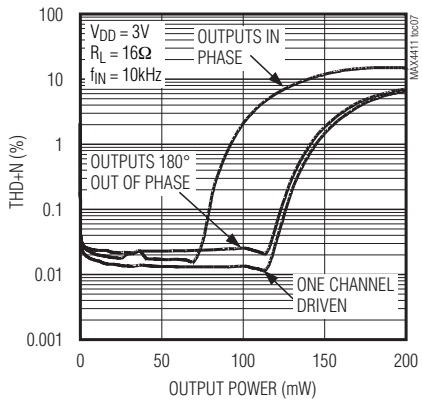
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



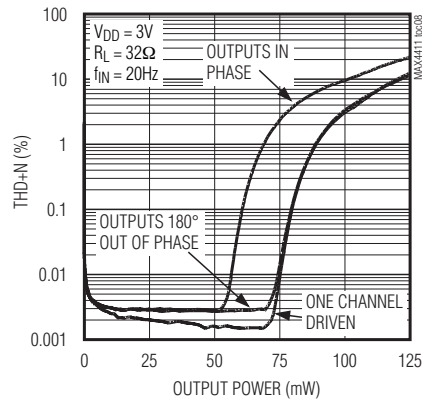
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



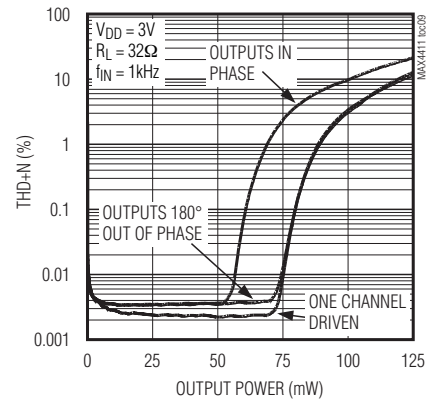
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



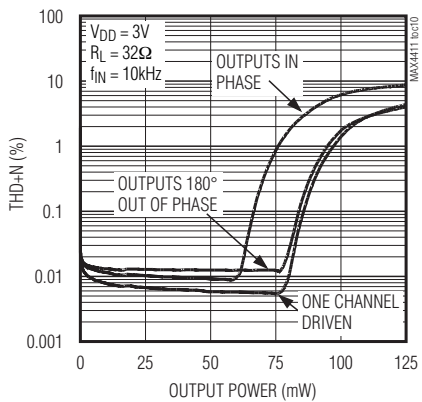
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



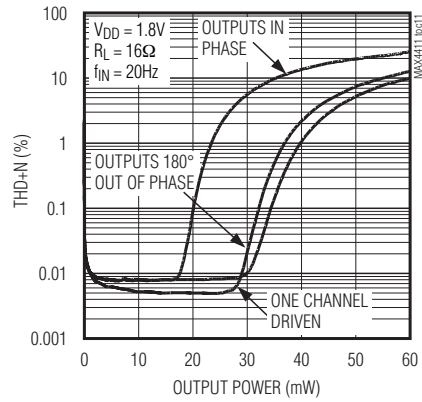
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



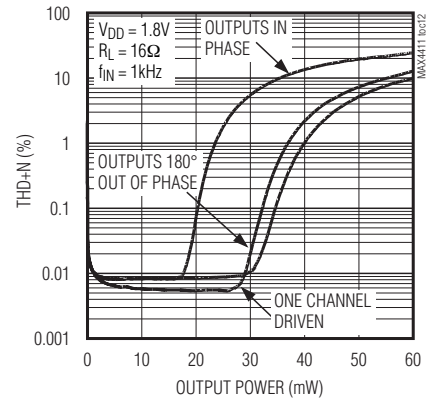
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**



**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE
vs. OUTPUT POWER**

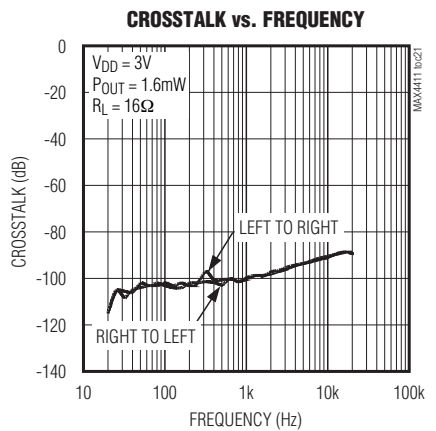
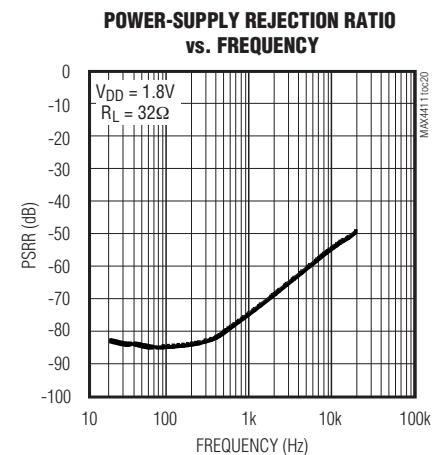
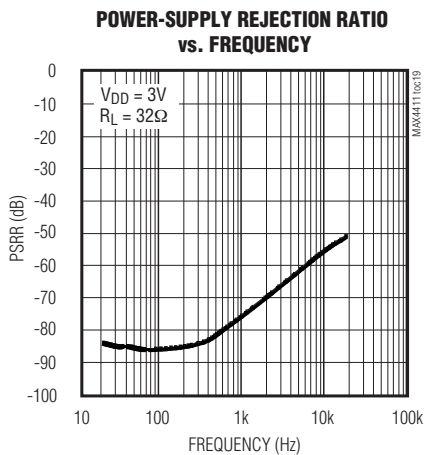
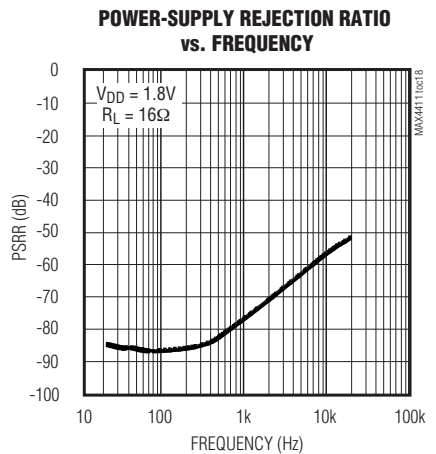
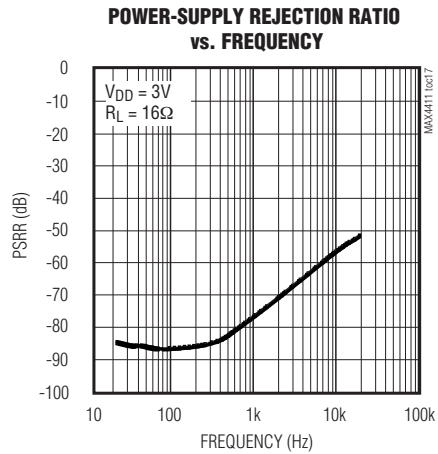
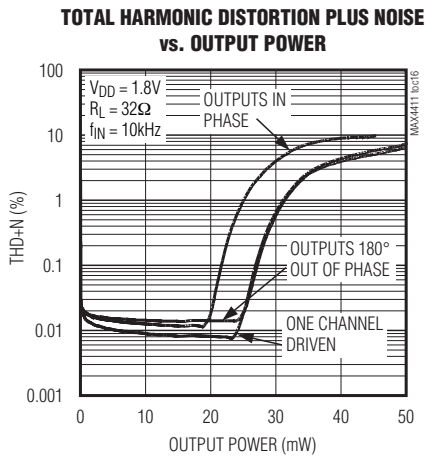
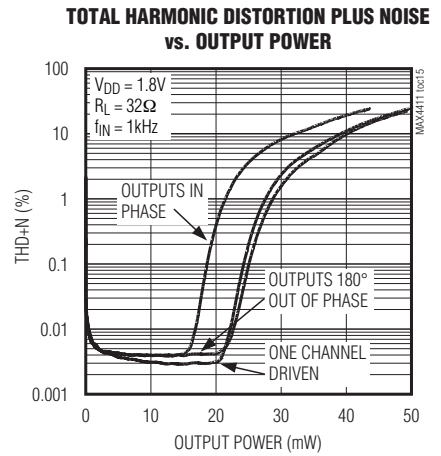
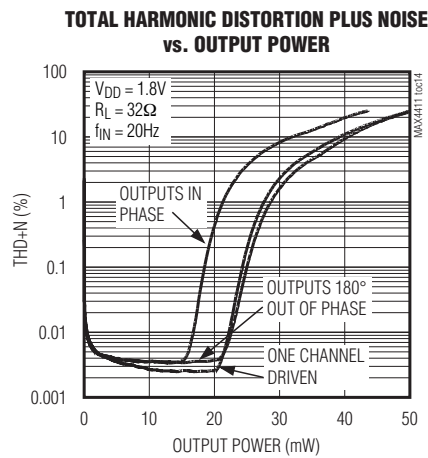
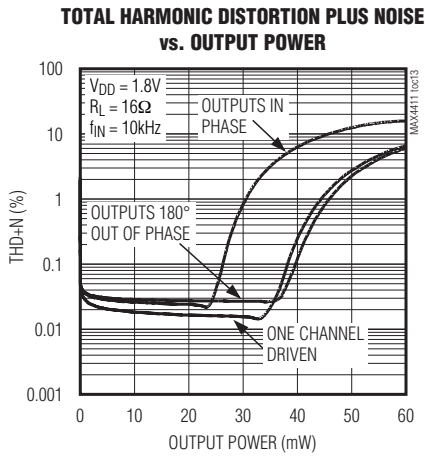


80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

標準動作特性(続き)

($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

MAX4411

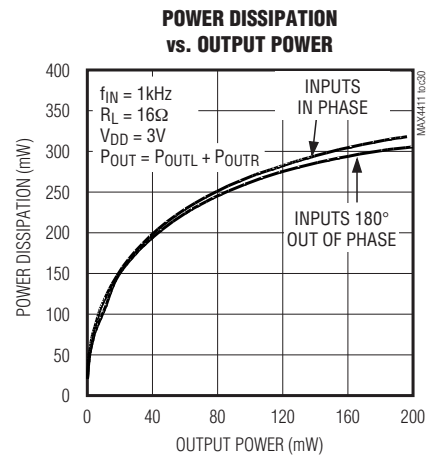
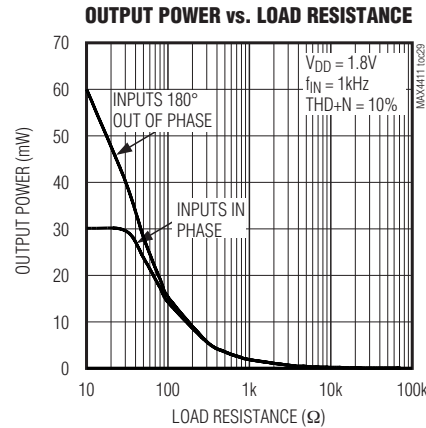
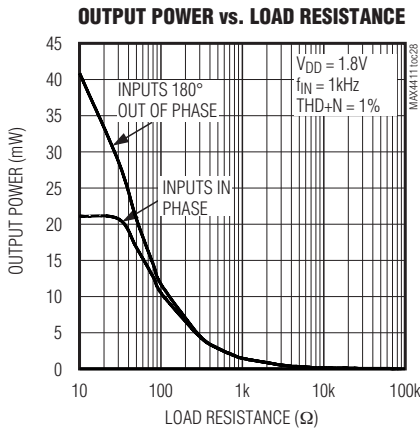
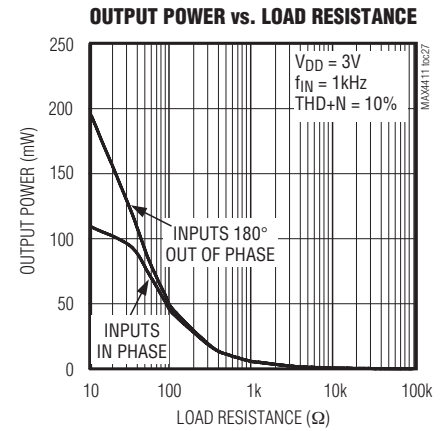
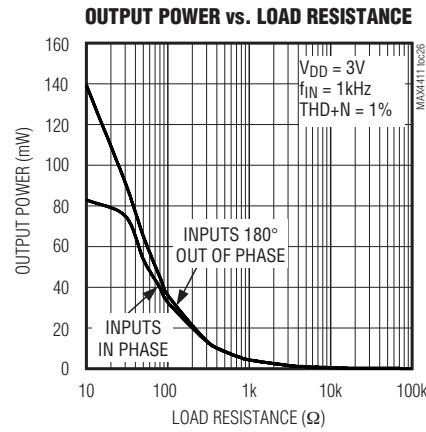
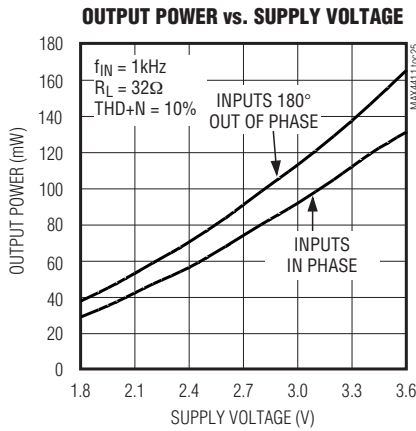
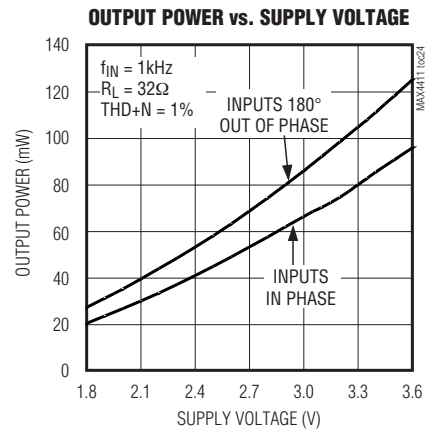
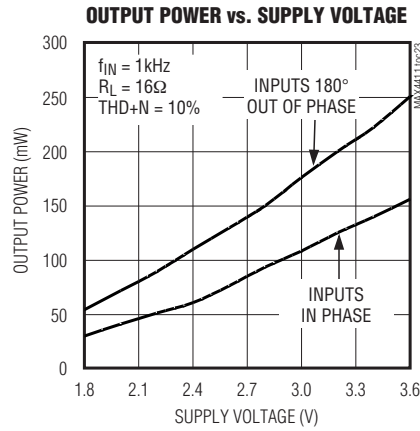
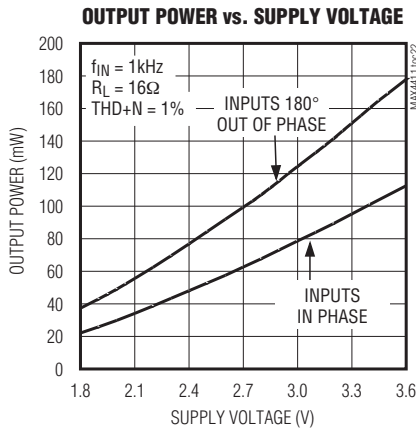


80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

標準動作特性(続き)

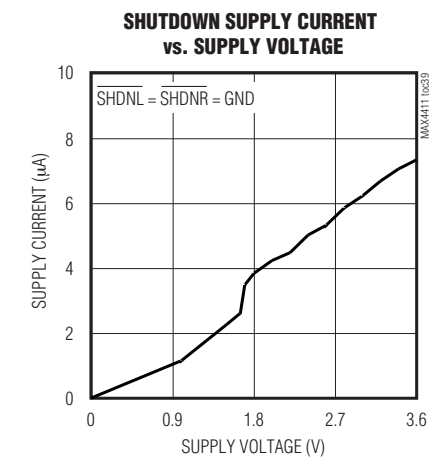
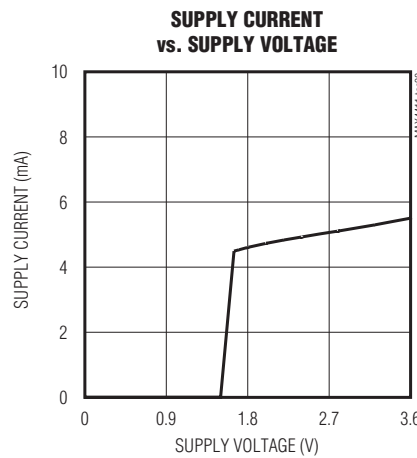
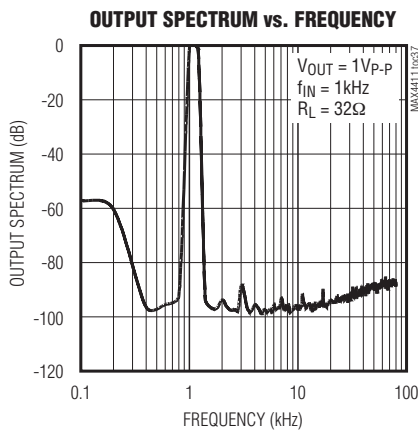
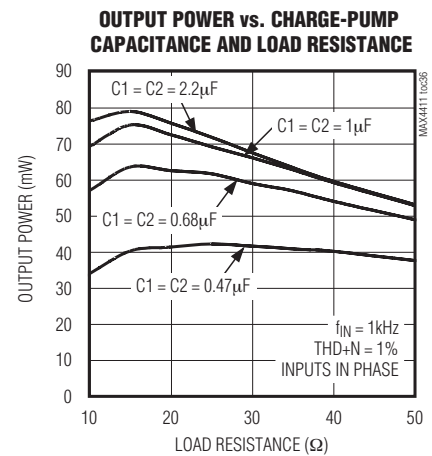
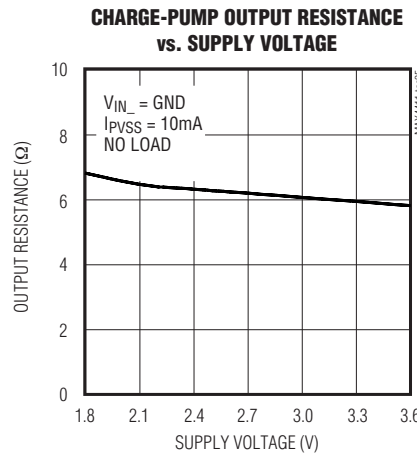
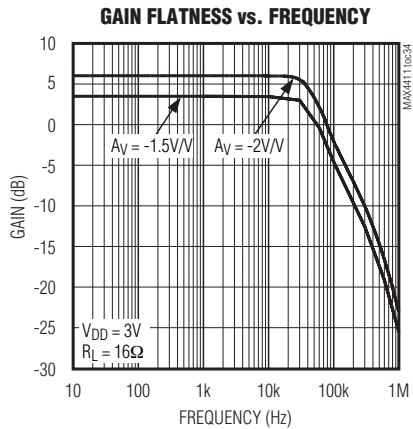
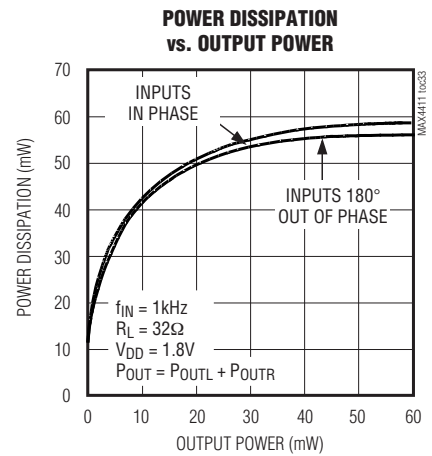
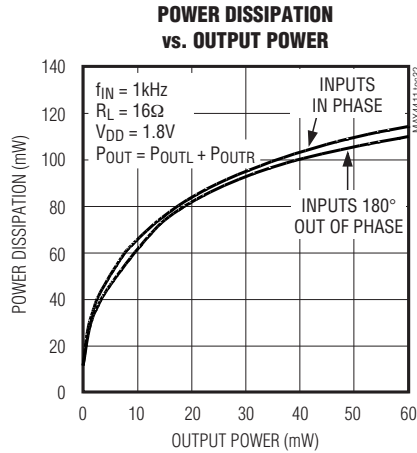
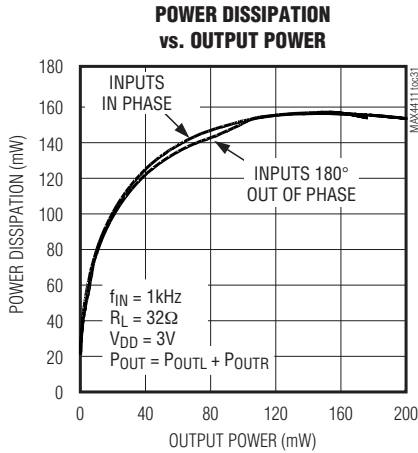
($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

標準動作特性(続き)

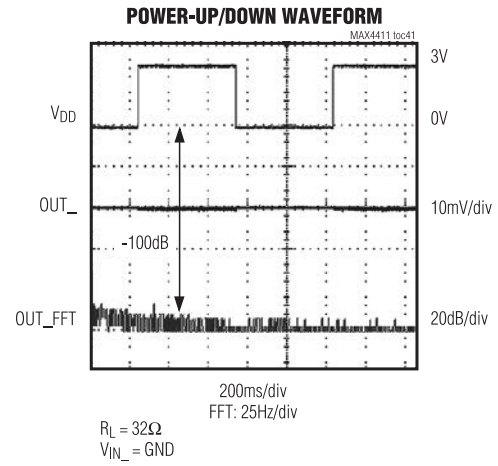
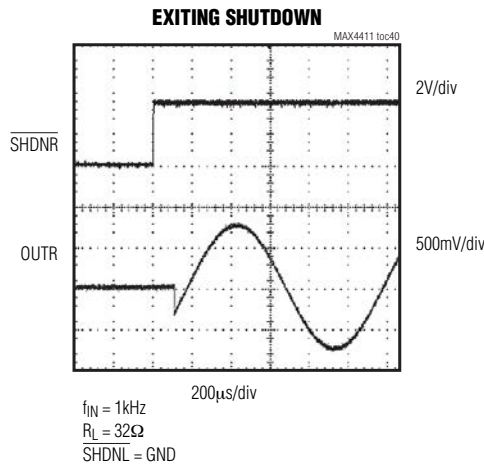
($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

標準動作特性(続き)

($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子	パンプ	名称	機能
QFN	UCSP		
1	A4	C1P	フライングコンデンサの正端子
2	B4	PGND	電源グラウンド。グラウンド(0V)に接続します。
3	C4	C1N	フライングコンデンサの負端子
4, 6, 8, 12, 16, 20	—	N.C.	接続なし。内部で接続されていません。
5	D4	PVSS	チャージポンプ出力
7	D3	SVSS	アンプの負電源。PVSSに接続します。
9	D2	OUTL	左チャンネル出力
10	D1	SVDD	アンプの正電源。正電源(1.8V~3.6V)に接続します。
11	C2	OUTR	右チャンネル出力
13	C1	INL	左チャンネルオーディオ入力
14	B1	$\overline{\text{SHDNR}}$	アクティブローの右チャンネルシャットダウン。通常動作の場合は、 V_{DD} に接続します。
15	A1	INR	右チャンネルのオーディオ入力
17	A2	SGND	信号グラウンド。グラウンド(0V)に接続します。
18	B2	$\overline{\text{SHDNL}}$	アクティブローの左チャンネルシャットダウン。通常動作の場合は、 V_{DD} に接続します。
19	A3	PVDD	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、および発振器に電源を供給します。正電源(1.8V~3.6V)に接続します。
—	—	EP	エクスポーズドパッド。未接続のままにします。GNDまたは V_{DD} を含むいずれの電圧にも接続しないでください。

80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

詳細

固定利得のステレオヘッドフォンドライバのMAX4411は、マキシムの特許取得済みDirectDriveアーキテクチャを採用しているため、従来の単一電源ヘッドフォンドライバで必要とされる大出力の結合コンデンサが不要です。このデバイスは、2個の80mW AB級ヘッドフォンドライバ、内部フィードバック回路、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、および包括的なクリック/ポップ抑制回路で構成されています(「標準動作回路」を参照)。チャージポンプは、正電源(PV_{DD})を反転して負電源(PV_{SS})を生成します。ヘッドフォンドライバは、これらのバイポーラ電源で動作し、出力はGNDにバイアスされます(図1)。これらのドライバは、他の3V単一電源ドライバの約2倍の電源電圧範囲があり、利用可能な出力電力が増大します。このGNDバイアスの利点は、ドライバ出力が通常はV_{DD}/2となるDC成分を持たないことです。従来のヘッドフォンに必要とされる大出力コンデンサが不要となるため、ボード面積、システムコストが節減され、周波数応答が改善されます。

各チャンネルは、左/右独立のアクティブローのシャットダウン制御を備え、ミックスモードのモノラル/ステレオ動作の節電を最適化します。このデバイスは、不十分な電源での動作を回避する低電圧ロックアウト、および起動時とシャットダウン時の可聴過渡ノイズを除去するクリック/ポップ抑制を備えています。さらに、MAX4411は、熱過負荷と短絡保護も備え、出力端子において±8kVのESD放電に耐えることができます。

固定利得

MAX4411は、-1.5V/V (MAX4411)または-2V/V (MAX4411B)のいずれかに固定された内部利得設定を利用します。すべての利得設定抵抗がこのデバイスに内蔵されているため、外付け部品数が削減されます。内部設定された利得をDirectDriveと組み合わせることによって、アンプ回路の完成に、わずか5個の小型1μFコンデンサ(チャージポンプ用2個、オーディオ入力結合用2個、および電源バイパス用1個)で済むヘッドフォンアンプが構成されます(「標準動作回路」を参照)。

DirectDrive

従来の単一電源のヘッドフォンドライバは、最大のダイナミックレンジを得るために、出力を公称DC電圧(通常は電源の1/2)にバイアスします。ヘッドフォンにこのDCバイアスが印加されることをブロックするために、大容量の結合コンデンサが必要となります。これらのコンデンサがない場合、大きいDC電流がヘッドフォンに流れるため、不必要な電力が消費され、ヘッドフォンとヘッドフォンドライバの両方が損傷するおそれがあります。

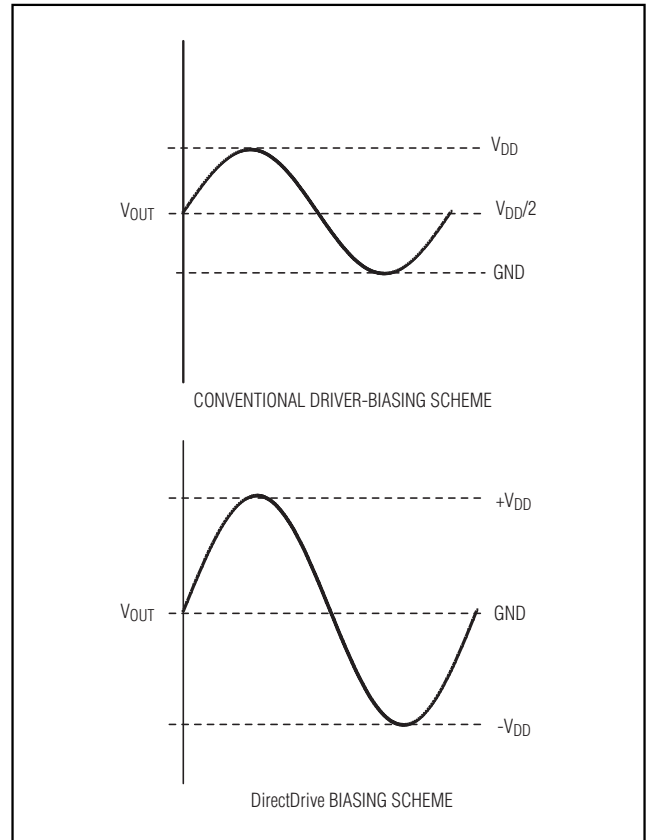


図1. 従来のドライバの出力波形対MAX4411の出力波形

マキシムの特許取得済みDirectDriveアーキテクチャは、チャージポンプを使用して内部で負電源電圧を生成します。このため、MAX4411の出力はGNDの近くにバイアスされ、単一電源による動作時のダイナミックレンジが約2倍になります。DC成分がないため、大出力コンデンサは不要です。2個の大型(220μF, typ)タンタルコンデンサの代わりに、MAX4411のチャージポンプは、2個の小型セラミックコンデンサしか必要としないため、ボード面積を縮小し、コストが削減され、ヘッドフォンドライバの周波数応答が改善されます。可能なコンデンササイズの詳細については、「標準動作特性」の「Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance (出力電力対チャージポンプ容量/負荷抵抗)」のグラフを参照してください。アンプオフセットのため、ドライバ出力には低いDC電圧があります。しかしMAX4411のオフセットは標準的には0.7mVで、32Ω負荷と組み合わせた場合、ヘッドフォンのDC電流は23μA未満になります。

出力結合コンデンサを不要にする以前の試みの1つとして、ヘッドフォンリターン(スリープ)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方法がありました。この方式は次に示すいくつかの問題があります。

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

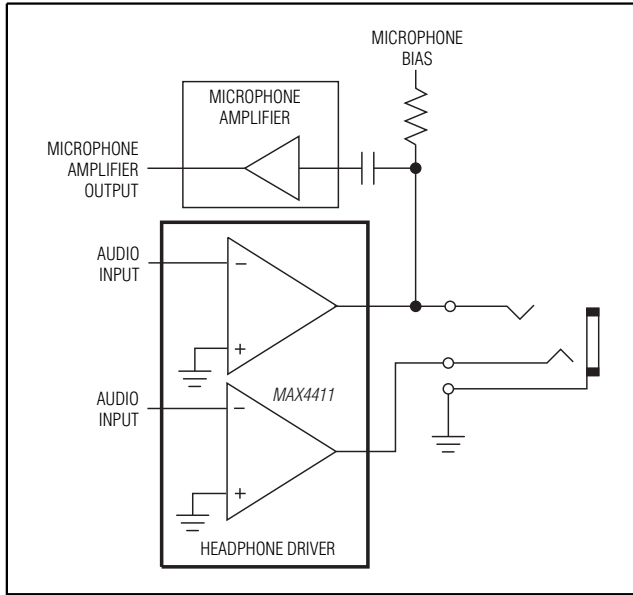


図2. イヤホン付きスピーカ/マイクロフォンを組み合わせたヘッドセット構成

- スリープは通常、ケースにグランドされます。このバイアス方式を使用した場合、スリープはシステムグランドから絶縁する必要があるため、製品設計が複雑になります。
- ESD放電の場合、ドライバのESD構造がシステムグランドに対する唯一の経路となります。そのため、ドライバは完全なESD放電に耐えることができる必要があります。
- 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場合、スリープのバイアス電圧は他の機器のグランド電位と競合するため、ドライバを損傷するおそれがあります。
- マイクロフォン/スピーカを組み合わせたヘッドセットを使用する場合、マイクロフォンは通常、GND基準を必要とします。スリープのドライバDCバイアスは、マイクロフォン要件と競合します(図2)。

低周波応答

従来のヘッドフォンアンプで必要とされる出力コンデンサのコストとサイズの不利点に加え、これらのコンデンサは、アンプの低周波応答を制限し、次に示すようにオーディオ信号を歪ませる可能性があります。

- 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は、次の式で設定される-3dBポイントのハイパスフィルタを形成します。

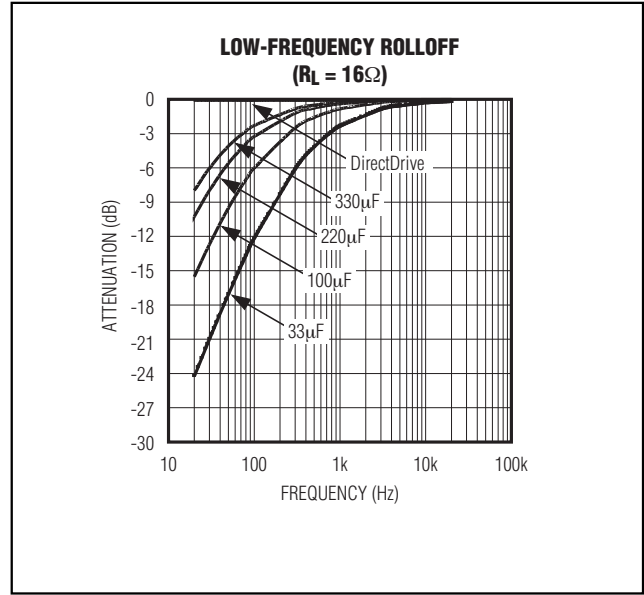


図3. 標準的な出力コンデンサ値に対する低周波での減衰度

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

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

従来型のシングルエンド単一電源ヘッドフォンドライバには、ヘッドフォンをオーディオ信号の中位のDCバイアス成分から遮断するために、ハイパスフィルタが必要です。このフィルタの弱点は、低周波信号を減衰させることです。 C_{OUT} の値を大きくするとこのような影響が低減されますが、コンデンサの物理的サイズが大きくなり、コストも高くなります。図3は、 C_{OUT} のサイズと対応する低周波での減衰度との関係を示しています。100μFの出力コンデンサを備えた16Ωのヘッドフォンの-3dBポイントは、100Hzで通常のオーディオ帯域内にあるため、再生された信号の低周波成分が減衰します。

- 2) 出力コンデンサの電圧係数は、再生されたオーディオ信号が歪む原因となります。これは、容量値がコンデンサ両端間の電圧の関数として変化するためです。低周波では、コンデンサのリアクタンスが-3dBポイント未満の周波数で支配的になり、電圧係数が周波数に依存する歪みとして現れます。図4は、2種類のコンデンサの誘電体のタイプによって発生するTHD+Nを示しています。100Hzを下まわると、THD+Nが急激に増加することに注意してください。

80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

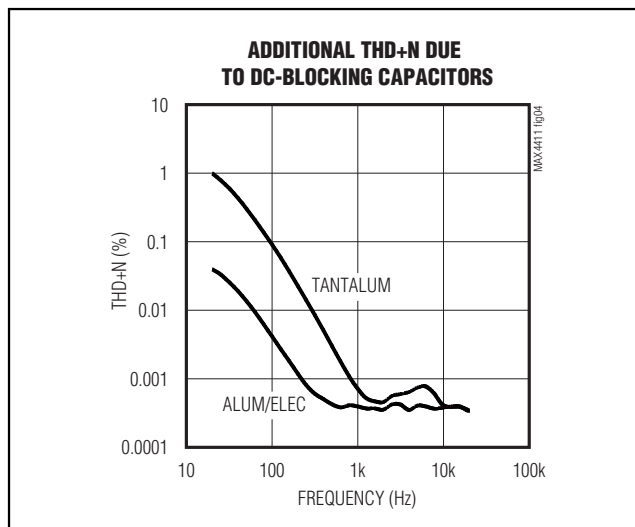


図4. 出力コンデンサに起因する歪み

低周波での減衰と周波数依存の歪みが複合されて、マルチメディアラップトップやMP3、CD、DVDプレーヤなどの低周波効果を強調するポータブルオーディオ機器のオーディオ再生が悪化します。DirectDrive技術を採用して出力コンデンサを不要にすると、コンデンサに関係するこれらの欠点が解消されます。

チャージポンプ

MAX4411は、低ノイズチャージポンプを備えています。320kHz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ため、オーディオ信号に干渉しません。スイッチドライバの速度は制御されているため、ターンオンおよびターンオフ過渡によって発生するノイズを最小限に抑えます。チャージポンプのスイッチング速度を制限すると、ボンドワイヤとトレースの寄生インダクタンスによって発生するdi/dtノイズが最小限に抑制されます。また、C2のサイズを大きくすると高周波ノイズも減衰させることができます(「標準動作回路」を参照)が、通常、これは必要ではありません。

シャットダウン

MAX4411は、2個のシャットダウン制御を備え、各チャネルを独立してシャットダウンするか、またはミュートにすることができます。SHDN_Lは左チャネルを制御し、SHDN_Rは右チャネルを制御します。いずれかのSHDN_{__}をローに駆動すると、そのチャネルがディセーブルになり、ドライバ出力のインピーダンスが1kΩに設定され、消費電流が低減します。両方のSHDN_{__}入力がローに駆動された場合、チャージポンプもディセーブルになり、さらに消費電流が6μAまで低減されます。チャージポンプは、いずれかのSHDN_{__}入力がハイに駆動されると、イネーブルになります。

クリック/ポップ音の抑制

従来の単一電源のオーディオドライバでは、出力結合コンデンサは可聴クリック/ポップ音の主な原因です。起動時、ドライバは結合コンデンサをそのバイアス電圧(通常は電源の1/2)まで充電します。同様に、シャットダウン時、コンデンサはGNDに放電します。このため、コンデンサ両端間にDCシフトが生じ、スピーカにそれが可聴過渡音として現れます。MAX4411は出力結合コンデンサが不要なため、これは発生しません。

さらに、MAX4411は、大規模なクリック/ポップ抑制を備え、デバイス内部の可聴過渡音のソースを除去します。「標準動作特性」の「Power-Up/Down Waveform (パワーアップ/ダウン波形)」は、起動またはシャットダウン時の出力に可聴範囲の最小スペクトル成分があることを示しています。

多くのアプリケーションでは、MAX4411を駆動するプリアンプの出力には、通常は電源の1/2のDCバイアスがあります。起動時、入力結合コンデンサは、MAX4411のR_Fを通してプリアンプのDCバイアス電圧まで充電され、コンデンサ両端間にDCシフトと可聴クリック/ポップが発生します。プリアンプの起動に対し、R_{IN}とC_{IN}によるSHDN_{__}信号の立上りを時定数の4~5倍(80ms~100ms)に遅らせることによって、入力フィルタによって発生するクリック/ポップが除去されます。

アプリケーション情報

電力損失

通常の動作状態では、リニアパワーアンプは相当量の電力を消費する可能性があります。各パッケージの最大電力消費は、「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の「Continuous Power Dissipation (許容損失)」の項に記載されており、次の式によって計算することができます。

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

ここで、T_{J(MAX)}は+150℃、T_Aは周囲温度、およびθ_{JA}は℃/Wの軽減率の逆数です(「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項を参照)。たとえば、QFNパッケージのθ_{JA}は+59.3℃/Wです。

MAX4411には、チャージポンプと2個のドライバという2つの電力消費源があります。所定のアプリケーションの電力消費が所定のパッケージの許容最大値を超える場合、V_{DD}を下げる、負荷インピーダンスを大きくする、周囲温度を下げる、またはデバイスにヒートシンクを取り付けるなどの対策を行います。出力、電源、およびグラウンドのトレースを広げると、パッケージの最大電力消費が改善されます。

80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

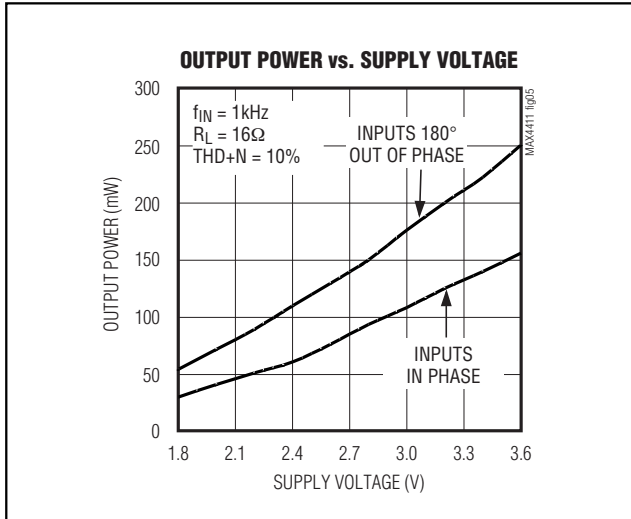


図5. 出力電力対入力電源電圧(入力が同相/逆相の場合)

熱過負荷保護によって、MAX4411の総電力消費が抑えられます。接合部温度が+140℃を超える場合は、熱保護回路構成がアンプ出力段をディセーブルにします。アンプは、接合部温度が15℃下がるとイネーブルになります。このため、連続的な熱過負荷状態ではパルス状の出力が発生します。

出力電力

このデバイスは、ワーストケースのシナリオ(両入力同相の場合)でも動作が保証されています。このような状態では、各ドライバはチャージポンプから電流を同時に消費し、V_{SS}のヘッドルームでわずかに失われます。標準的なステレオオーディオアプリケーションでは、左右の信号間で大きさと位相の両方に差があるため、最大出力電力は増大します。図5は、同相と逆相の2つの両極端のケースを示しています。実際には、利用可能な出力はこれらの両極端なケースの間にあります。

負電源からの他の回路への給電

MAX4411のもう1つの利点は、内部で生成される負電源電圧(PV_{SS})です。この電圧によってグラウンド基準出力レベルが提供されます。また、このPV_{SS}は、PV_{SS}から引き出される電流が5mAの設計制限電流内で、他のデバイスに給電するために使用することもできます。この制限を超えると、ヘッドフォンドライバ動作に影響を及ぼします。負電源の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の調整用です。

PV_{SS}は、PV_{DD}にほぼ比例し、レギュレーションされた電圧ではありません。PV_{SS}から他のデバイスに給電する場合は、チャージポンプの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、2.2μFのチャージポンプコンデンサを使用します。

部品の選択

入力フィルタ

入力コンデンサ(C_{IN})は、内部R_{IN}と合わせて、受信信号から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」を参照)。AC結合コンデンサによって、アンプは信号を最適なDCレベルにバイアスすることができます。ゼロのソースインピーダンスを仮定した場合、-3dBポイントのハイパスフィルタは次の式によって求められます。

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

ここで、R_{IN}は、「Electrical Characteristics (電気的特性)」に記載されたアンプの内部入力抵抗値です。f_{-3dB}が対象の最低周波数を大幅に下回るように、C_{IN}を選択します。f_{-3dB}をあまり高く設定すると、アンプの低周波応答に影響を及ぼします。タンタルまたはアルミニウム電解など、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

最適な性能を得るには、100mΩ未満のESRのコンデンサを使用します。低ESR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小限に抑えられます。拡張温度範囲で最適な性能を得るには、X7R誘電体のコンデンサを選択します。表1は、推奨メーカーを示しています。

フライングコンデンサ(C1)

フライングコンデンサ(C1)の値は、チャージポンプの負荷レギュレーションと出力抵抗に影響を及ぼします。C1値が小さすぎると、十分な電流駆動を供給するためのデバイスの能力が低下し、出力電圧が小さくなります。C1の値を大きくすると、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「Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance (出力電力対チャージポンプ容量/負荷抵抗)」のグラフを参照してください。2.2μFを超えるとスイッチのオン抵抗と、C1およびC2のESRが主要因になります。

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}のリプルにじかに影響します。C2の値を大きくすると、出力リプルが低下します。同様に、C2のESRを小さくすると、リプルと出力抵抗の両方が低減します。コンデンサ値を

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX4411

表1. 推奨のコンデンサメーカー

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

注：この部品メーカーに問い合わせる際には、MAX4411を使用していることをお知らせください。

小さくすると最大出力電力レベルが低いシステム内で使用することができます。「標準動作特性」の「Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance (出力電力対チャージポンプ容量/負荷抵抗)」の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)は、電源の出力インピーダンスを下げ、MAX4411のチャージポンプのスイッチング過渡の影響を低減します。PV_{DD}を、C3 (C1と同じ値)でバイパスし、物理的にPV_{DD}端子とPGND端子の近くに配置してください。

ボリューム制御の追加

デジタルポテンショメータを追加すると簡単にボリューム制御を行えます。図6は入力アッテネータとして使用するデュアルログテーパーデジタルポテンショメータのMAX5408と共にMAX4411を示しています。MAX5408のハイ端子はオーディオ入力に、ロー端子はグラウンドに、ワイパはC_{IN}に接続します。ワイパが最上位置に設定されると、オーディオ信号は減衰せずに通過します。ワイパが最下位置に設定されると、入力は完全に減衰します。

レイアウトとグラウンド

最適な性能を得るには、適切なレイアウトとグラウンドが不可欠です。PGNDとSGNDを合わせてPCB上のシングルポイントに接続します。チャージポンプ(C2とC3)に関わるすべての部品をPGNDプレーンに接続します。

PV_{DD}とSV_{DD}およびPV_{SS}とSV_{SS}はこのデバイスの端子で接続します。両電源のバイパスは、チャージポンプコンデンサ用のC2およびC3によって行います(「標準動作回路」)。コンデンサのC2とC3は、できる限りデバイスの近くに配置します。SGNDと、オーディオ信号経路上のトレース/部品からPGNDと、スイッチング過渡を伝えるすべてのトレースを離して配線します。

QFNパッケージは、パッケージの熱効率を向上させるエクスポーズドパッドを備えています。しかし、MAX4411では、ヒートシンクの追加は不要です。エクスポーズドパッドは必ず、GNDまたはV_{DD}から絶縁してください。エクスポーズドパッドをGNDまたはV_{DD}に接続しないでください。

UCSPパッケージのMAX4411を使用する場合、OUTR (バンプC2)へのトレースは、予想される最大電流の処理に十分な広い幅にしてください。複数のトレースにする必要があります。

UCSPアプリケーション情報

最新のアプリケーションの詳細(UCSP構造、サイズ、キャリアテープ情報、PCB技術、バンプパッドレイアウト、および推奨のリフロー温度プロファイル)、および信頼性の試験結果の詳細については、マキシムのウェブサイト(japan.maxim-ic.com/ucsp)にアクセスし、アプリケーションノート「UCSP—ウェハレベルチップスケールパッケージ」を参照してください。

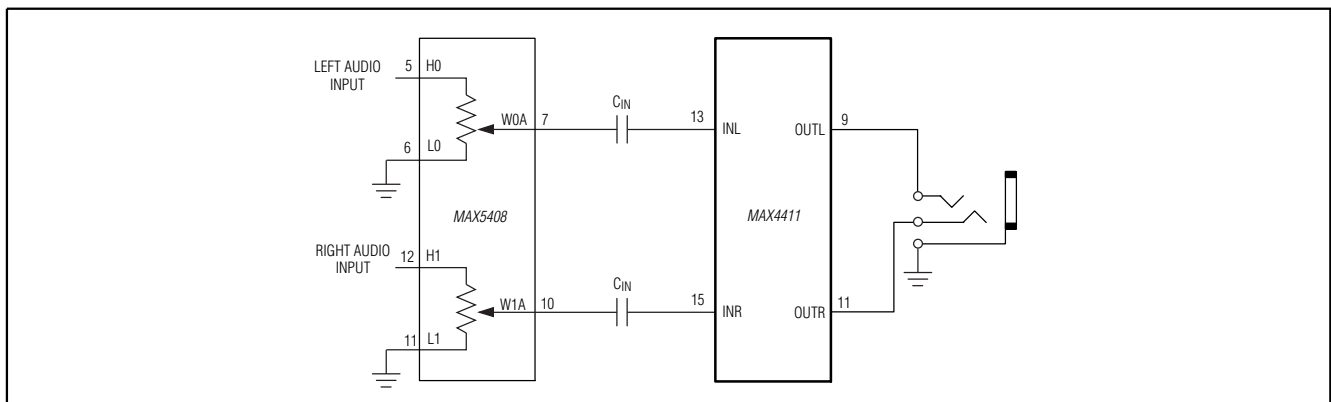
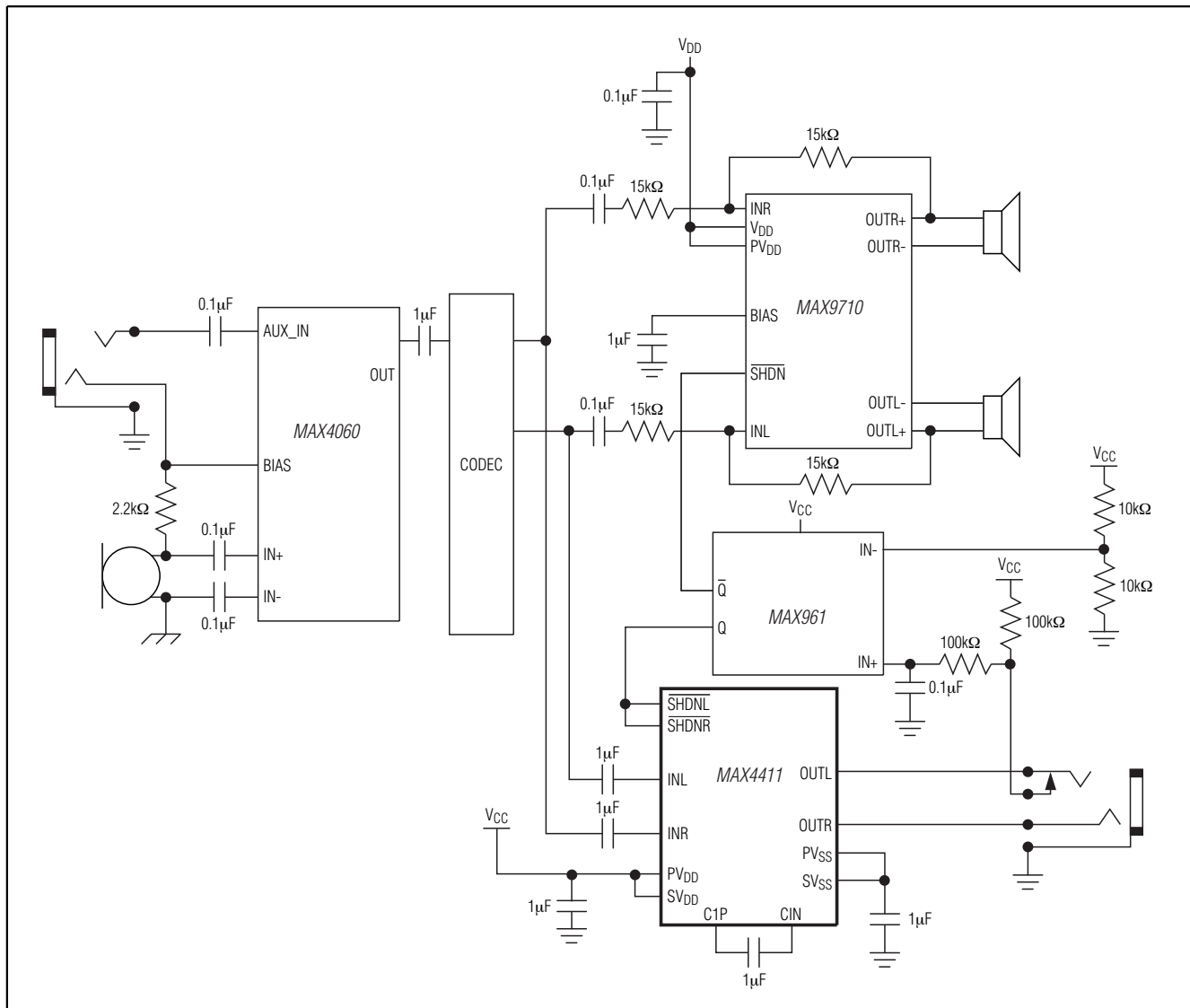


図6. MAX4411とMAX5408のボリューム制御回路

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

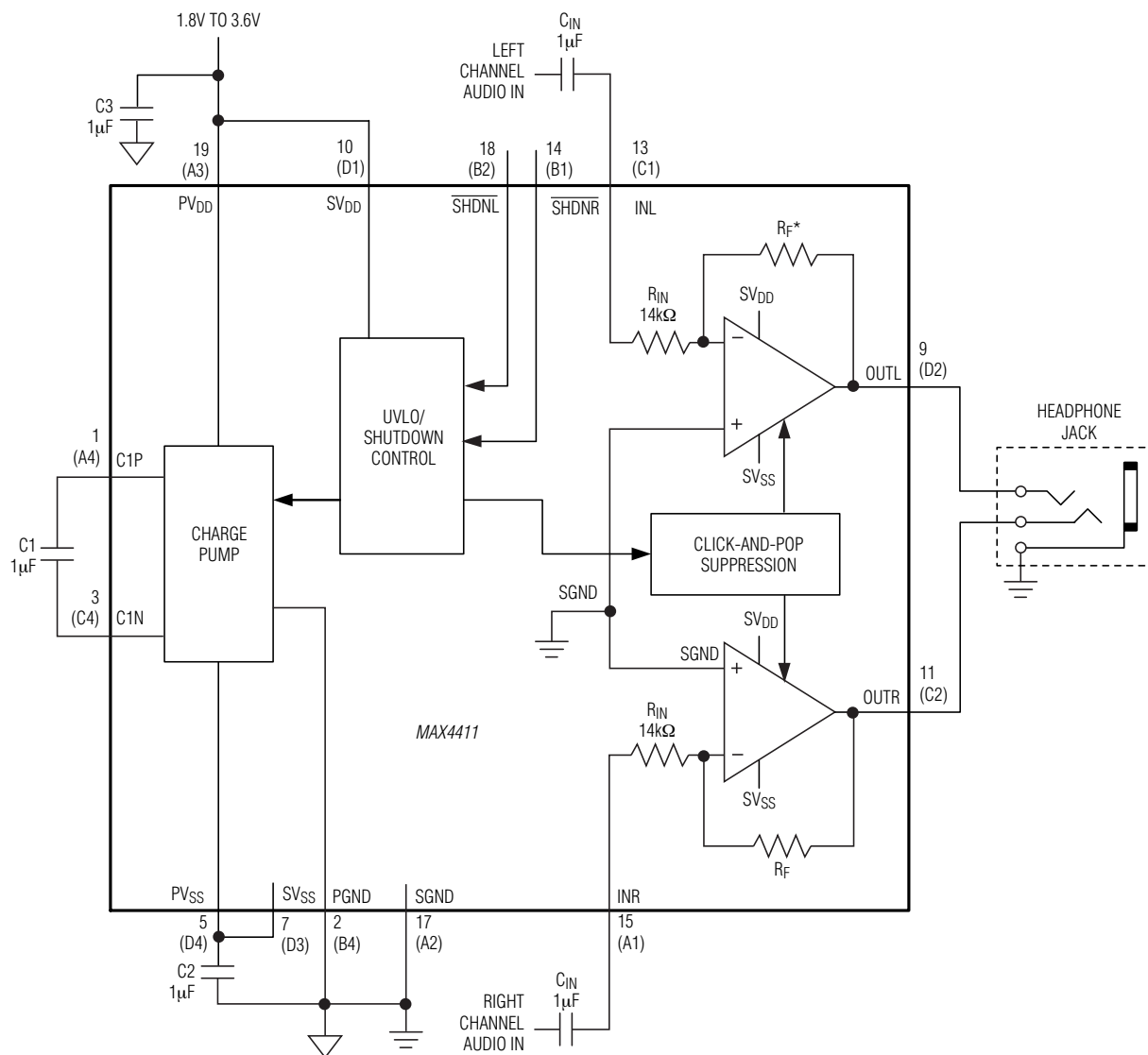
システムダイアグラム



80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

標準動作回路

MAX4411

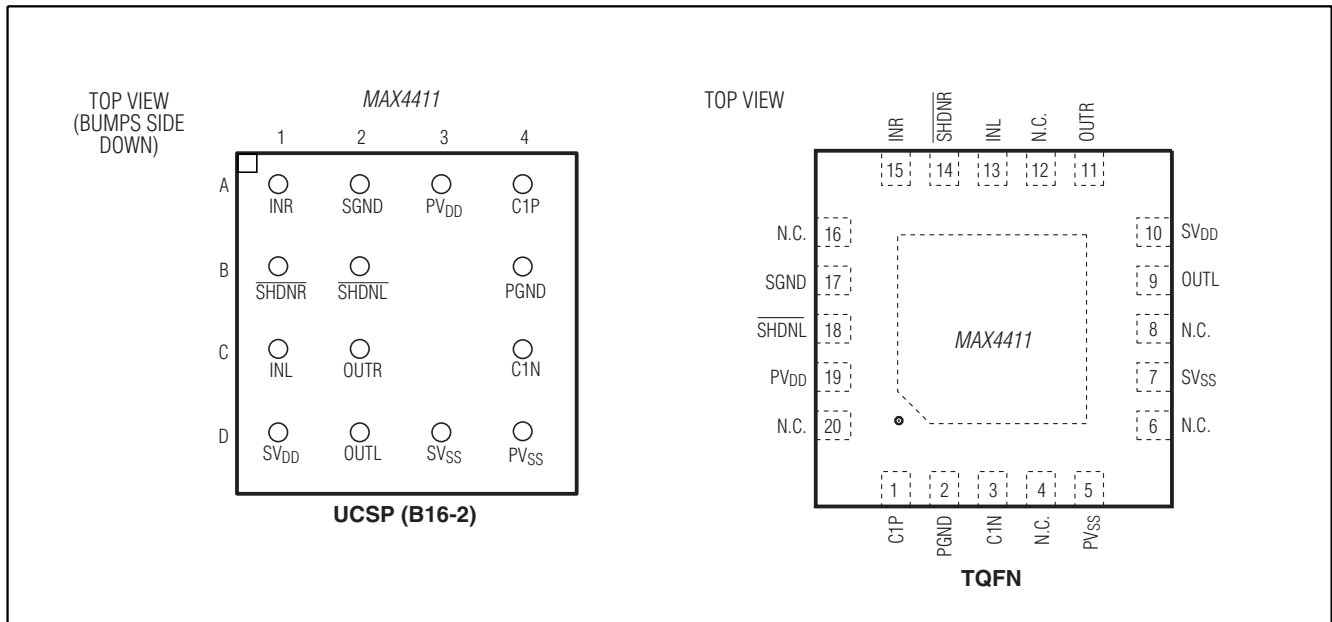


*MAX4411: 21kΩ, MAX4411B: 28kΩ

() UCSP BUMPS.

80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

ピン配置



型番(続き)

PART	TEMP RANGE	PIN/BUMP-PACKAGE	GAIN (V/V)
MAX4411ETP+	-40°C to +85°C	20 Thin QFN	-1.5
MAX4411BEBE-T	-40°C to +85°C	16 UCSP-16	-2
MAX4411BEBE+T	-40°C to +85°C	16 UCSP-16	-2
MAX4411BETP	-40°C to +85°C	20 Thin QFN	-2
MAX4411BETP+	-40°C to +85°C	20 Thin QFN	-2

+は鉛フリーパッケージを示します。

チップ情報

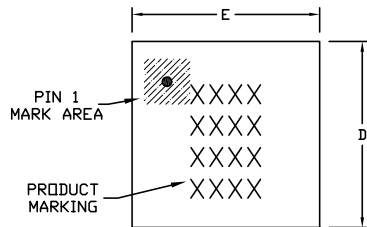
TRANSISTOR COUNT: 4295

PROCESS: BiCMOS

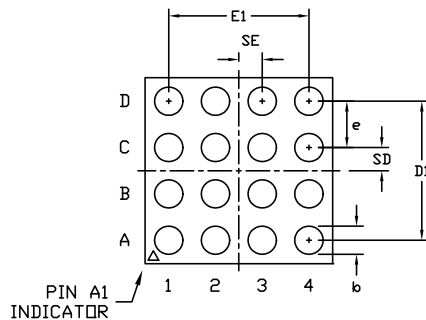
80mW、固定利得、DirectDrive、 シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

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、japan.maxim-integrated.com/packagesをご参照下さい。)



TOP VIEW



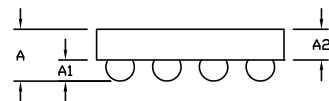
BOTTOM VIEW

COMMON DIMENSIONS	
A	0.62±0.05-0.08
A1	0.29±0.02
A2	0.33 REF.
b	0.35±0.03
D1	1.50 BASIC
E1	1.50 BASIC
e	0.50 BASIC
SD	0.25 BASIC
SE	0.25 BASIC

PKG. CODE	VARIABLE DIMENSIONS		DEPOPULATED SOLDER BALLS
	D	E	
B16-1	2.02±0.05	2.02±0.05	NONE
B16-2	2.02±0.05	2.02±0.05	B3, C3
B16-3	2.02±0.05	2.02±0.05	B3, C2
B16-4	2.02±0.05	2.02±0.05	B2, C3
B16-5	2.02±0.05	2.02±0.05	B2, B3, C2, C3
B16-6	2.02±0.05	2.02±0.05	C3

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. PRODUCT MARKING: NUMBER OF CHARACTERS AND LINES VARY PER PRODUCT.



SIDE VIEW

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE:

PACKAGE OUTLINE, 4x4 UCSP

APPROVAL

DOCUMENT CONTROL NO.

21-0101

REV.

H

1/1

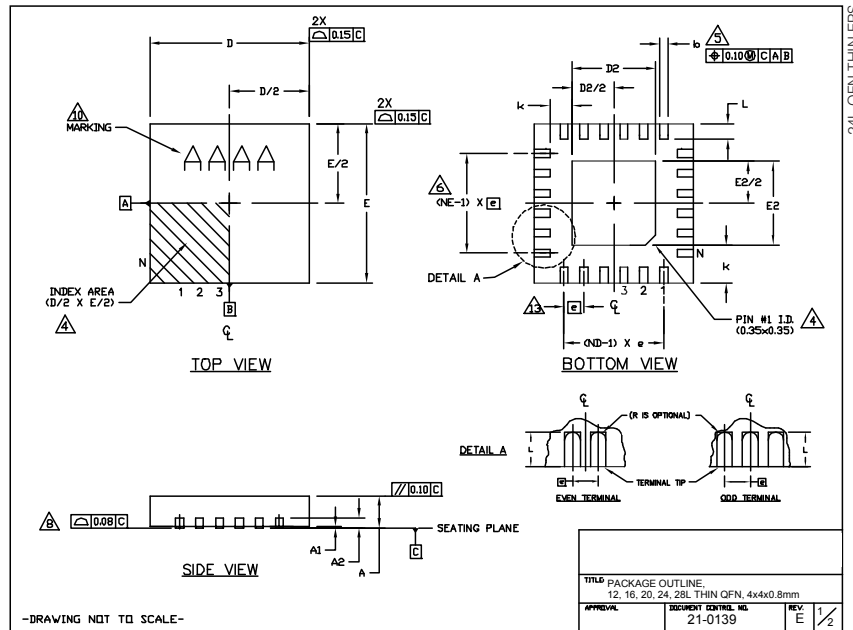
16L UCSP:EPS

MAX4411

80mW、固定利得、DirectDrive、シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

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、japan.maxim-ic.com/packages をご参照下さい。)



COMMON DIMENSIONS															
PKG	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4		
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
A2	0.25 REF.	0.25	0.30	0.25 REF.	0.25	0.30	0.25 REF.	0.25	0.30	0.25 REF.	0.25	0.30	0.25 REF.	0.25	0.30
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35
B	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
C	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	0.80 BSC.	0.85	0.90	0.80 BSC.	0.85	0.90	0.80 BSC.	0.85	0.90	0.80 BSC.	0.85	0.90	0.80 BSC.	0.85	0.90
K	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65
N	12	16	20	16	20	24	20	24	28	24	28	32	28	32	36
ND	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8	7	8	9
NE	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8	7	8	9
WOGG	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8	WGG8

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 NUMBER CONNECTION SHALL CONFORM TO JEDEC J-55-1 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 0.25 MM AND 0.30 MM FROM TERMINAL TP.

 NO 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 HATE SINK SLUG AND THE TERMINALS.

 DRAWING CONFORMS TO JEDEC M0220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2444-11.

 MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.

 COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm

 WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm

 LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION "a", ±0.05.

14. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY

EXPOSED PAD VARIATIONS							
PKG CODES	B2			E2			DOWN BOWS ALLOWED
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	
T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T1244-5	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2044-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-5	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-6	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-7	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-8	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-9	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-10	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-11	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-12	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-13	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-14	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-15	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-16	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-17	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-18	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-19	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-20	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-21	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-22	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-23	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-24	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-25	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-26	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-27	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-28	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-29	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-30	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-31	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-32	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-33	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-34	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-35	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-36	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-37	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-38	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-39	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-40	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-41	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-42	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-43	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-44	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-45	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-46	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-47	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-48	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-49	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-50	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-51	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-52	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-53	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-54	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-55	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-56	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-57	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-58	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-59	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-60	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-61	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-62	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-63	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-64	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-65	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-66	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-67	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-68	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-69	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-70	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-71	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-72	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-73	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-74	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-75	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-76	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-77	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-78	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-79	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-80	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-81	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-82	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-83	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-84	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-85	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-86	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-87	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-88	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-89	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-90	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-91	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-92	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-93	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-94	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-95	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-96	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-97	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-98	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-99	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-100	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-101	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-102	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-103	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-104	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-105	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-106	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-107	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-108	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-109	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-110	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-111	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-112	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-113	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-114	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-115	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-116	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-117	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-118	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-119	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-120	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-121	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-122	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-123	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-124	1.95						