

出力保護および診断付き 車載用DirectDrive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MAX13330/MAX13331は診断付きでバッテリー/グランドに対する出力短絡およびESD保護を必要とする車載アプリケーション用に設計されています。これらのデバイスはマキシム独自の特許取得済み[†] DirectDrive[®]方式を使用して、単一電源からグランド基準の出力を生成し、大容量の出力コンデンサを不要として、基板スペースと部品の高さが削減されます。アンプの利得はMAX13330では内部設定(-1.5V/V)またはMAX13331では複数の抵抗を使用して外部から調整されます。

MAX13330/MAX13331はチャンネルあたり16Ω負荷に120mW、または32Ω負荷に135mWを供給して、0.01%の小さいTHD+Nを備えています。小さい出力インピーダンスと効率の良いチャージポンプを内蔵しているため、このデバイスは最小8Ωまでの負荷の駆動が可能で、小型のラウドスピーカの使用が可能です。217Hzで80dBのPSRRによって、これらのデバイスはリニアレギュレータの追加なしにノイズの大きいデジタル電源での動作が可能です。これらのデバイスはヘッドフォン出力に±15kVのヒューマンボディモデルのESD保護および最高+45Vの短絡保護を備えています。包括的なクリック/ポップ回路によって、起動およびシャットダウン時の可聴クリックおよびポップが抑圧されます。低電力シャットダウンモードでは電源電流が3μA (typ)に低減します。

MAX13330/MAX13331は-40°C ~ +105°CのAEC-Q100 Level 2の自動車用温度範囲での動作が保証され、16ピンのQSOPパッケージで提供されます。

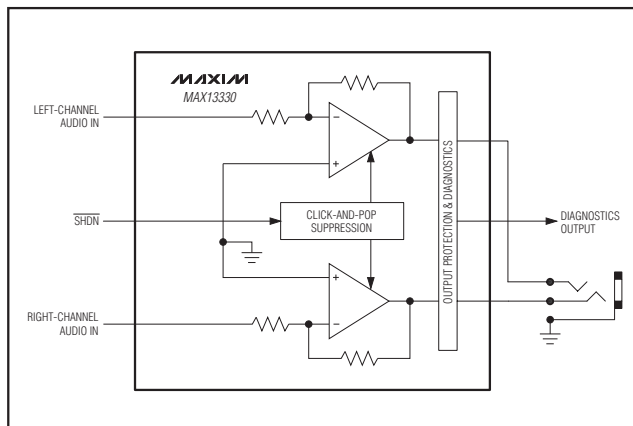
アプリケーション

車載エンタテインメントシステム

車載後部座席エンタテインメントシステム

DirectDriveはMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。
†米国特許番号7061327

簡略ブロック図



特長

- ◆ 4V~5.5Vの単一電源動作
- ◆ 2MHzのチャージポンプによってAMラジオ干渉を排除
- ◆ グランド基準出力によって、大容量の出力コンデンサが不要
- ◆ グランドおよびバッテリー(最大+45VのV_{BAT})への出力短絡保護、ロードダンプ保護
- ◆ 短絡診断出力
- ◆ 可変利得(MAX13331)または固定の-1.5V/Vの利得(MAX13330)
- ◆ チャンネルあたり32Ωの負荷インピーダンスに対し0.01%のTHD+Nで125mWを供給
- ◆ 0.01%と小さいTHD+N
- ◆ クリック/ポップ抑制を内蔵
- ◆ 高いPSRRによってLDOが不要
- ◆ 出力コンデンサによる低周波応答の悪化なし
- ◆ 各出力端子は±15kVのヒューマンボディモデルのESD保護

型番

PART	GAIN	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX13330GEEV+T	-1.5V/V	-40°C to +105°C	16 QSOP
MAX13331GEEV+T	Externally Set	-40°C to +105°C	16 QSOP

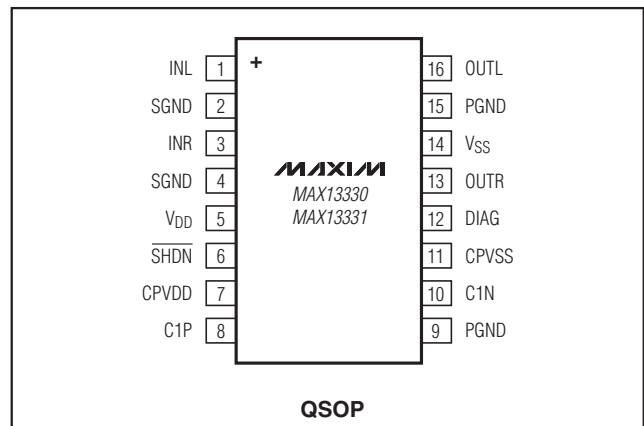
+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

T = テープ&リール

/Vは車載認定製品を表します。

標準アプリケーション回路はデータシートの最後に記載されています。

ピン配置



出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{DD} , CPVDD to SGND	-0.3V to +6V
V _{SS} , CPVSS to SGND	+0.3V to -6V
V _{DD} , CPVDD	-0.3V to +0.3V
V _{SS} , CPVSS	-0.3V to +0.3V
SHDN, DIAG to SGND	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
OUT_ to PGND	(V _{CPVSS} - 0.3V) to +45V
IN_ to SGND (MAX13330)	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)
IN_ to SGND (MAX13331)	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
C1P to PGND	-0.3V to (V _{CPVDD} + 0.3V)
C1N to PGND	(V _{SS} - 0.3V) to +0.3V
Output Short-Circuit Duration	Continuous

Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
16-Pin QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C)	666.7mW
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ _{JC}) (Note 1)	
θ _{JC}	37°C/W
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ _{JA}) (Note 1)	
θ _{JA}	120°C/W
Operating Temperature Range	-40°C to +105°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to <http://www.maxim-ic.com/thermal-tutorial>.

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

(V_{DD} = V_{CPVDD} = +5V, V_{SGND} = V_{PGND} = 0, SHDN = V_{DD}, C1 = C2 = 1μF, R_L = ∞, resistive load referenced to ground, for MAX13330 gain = -1.5V/V (internally set), for MAX13331 gain = -1.5V/V (R_{IN} = 30kΩ, R_{FB} = 45kΩ), T_A = T_J = -40°C to +105°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
GENERAL							
Amplifier Supply Voltage Range	V _{DD}		4.0		5.5	V	
Charge-Pump Supply Voltage Range	V _{CPVDD}		4.0		5.5	V	
Charge-Pump Output Voltage	V _{CPVSS}			-V _{DD}		V	
Quiescent Supply Current	I _{DD}	R _L = ∞		10		mA	
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}				10	μA	
SHDN Input-Logic High	V _{IH}		2			V	
SHDN Input-Logic Low	V _{IL}				0.8	V	
SHDN Input Leakage Current			-1		+1	μA	
SHDN to Full Operation Time	t _{SON}			100		μs	
DIAGNOSTICS							
Diagnostic Output Voltage	V _{DIAG}	R _{DIAG} = ∞, T _A = +25°C	No fault			0.02 x V _{DD}	V
			OUTR short to SGND	0.22 x V _{DD}	0.25 x V _{DD}	0.28 x V _{DD}	
			OUTL short to SGND	0.47 x V _{DD}	0.50 x V _{DD}	0.53 x V _{DD}	
			OUTR short to V _{BAT}	0.72 x V _{DD}	0.75 x V _{DD}	0.78 x V _{DD}	
			OUTL short to V _{BAT}	0.97 x V _{DD}			
Short-to-SGND Threshold			130			mA	
Short-to-V _{BAT} Threshold			130			mA	

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DD} = V_{CPVDD} = +5V$, $V_{SGND} = V_{PGND} = 0$, $\overline{SHDN} = V_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, resistive load referenced to ground, for MAX13330 gain = $-1.5V/V$ (internally set), for MAX13331 gain = $-1.5V/V$ ($R_{IN} = 30k\Omega$, $R_{FB} = 45k\Omega$), $T_A = T_J = -40^\circ C$ to $+105^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
AMPLIFIERS						
Voltage Gain	A_V	MAX13330	-1.48	-1.5	-1.52	V/V
Gain Matching		MAX13330		± 0.2		%
Input Offset Voltage				± 1	± 6	mV
Input Bias Current		$V_{IN_} = 0$		50		nA
Input Impedance	R_{IN}	MAX13330	20	30		k Ω
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	DC, $V_{DD} = 4.0V$ to $5.5V$, input referred		-86		dB
		$f = 1kHz$, $V_{RIPPLE} = 100mV_{P-P}$		-80		
Output Power Per Channel	$P_{OUT_}$	THD+N = 1%; $V_{DD} = V_{CPVDD} = 5V$; $f_{IN} = 1kHz$	$R_L = 8\Omega$	75		mW
			$R_L = 16\Omega$	120		
			$R_L = 32\Omega$	135		
Output Voltage	$V_{OUT_}$	$R_L = 1k\Omega$		2		V_{RMS}
Output Impedance in Shutdown				14		k Ω
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 100mW$, $f = 1kHz$		0.03		%
		$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 125mW$, $f = 1kHz$		0.01		%
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 135mW$, $f = 22Hz$ to $22kHz$		100		dB
Noise	V_n	$f = 22Hz$ to $22kHz$ bandwidth; inputs AC-coupled to grounded		6		μV_{RMS}
Slew Rate	SR			0.3		V/ μs
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillation			3000	pF
Click-and-Pop Level	K_{CP}	Peak voltage, $T_A = +25^\circ C$, A-weighted, 32 samples per second; Inputs AC-coupled to ground	Into shutdown	-80		V
			Out of shutdown	-60		
Charge-Pump Oscillator Frequency	f_{OSC}		1.9	2.2	2.5	MHz
Crosstalk		$R_L = 32\Omega$, $V_{IN} = 200mV_{P-P}$, $f = 10kHz$		-75		dB
Thermal-Shutdown Temperature				+155		$^\circ C$
Thermal-Shutdown Hysteresis				10		$^\circ C$
ESD Protection		Human Body Model (OUTR and OUTL)		± 15		kV

Note 2: All devices are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$; specifications over temperature limits are guaranteed by design and QA sampling.

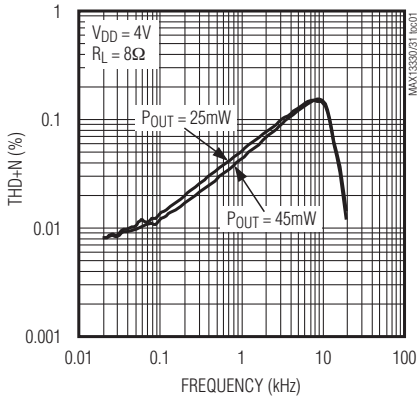
出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

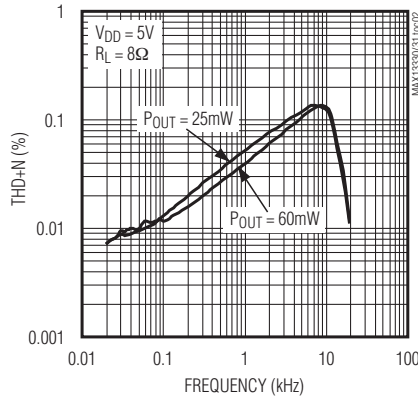
標準動作特性

($V_{DD} = V_{CPVDD} = 5V$, $V_{SGND} = V_{PGND} = 0$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1.5V/V$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

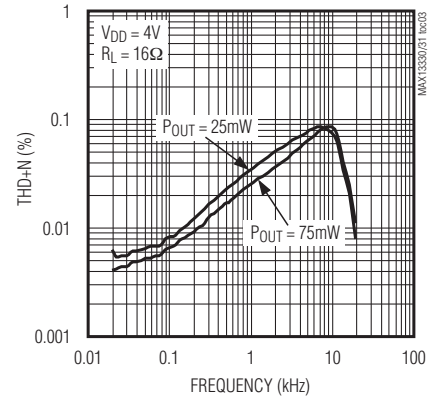
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



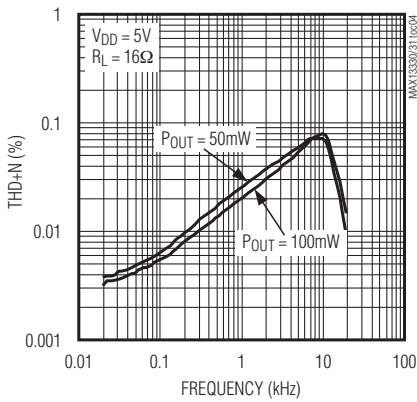
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



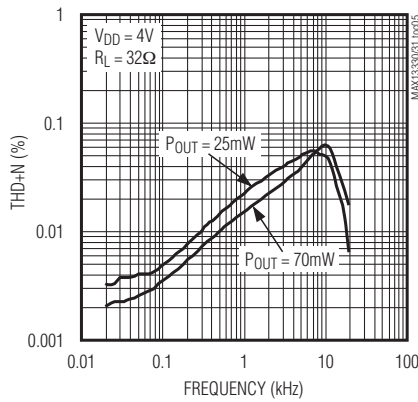
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



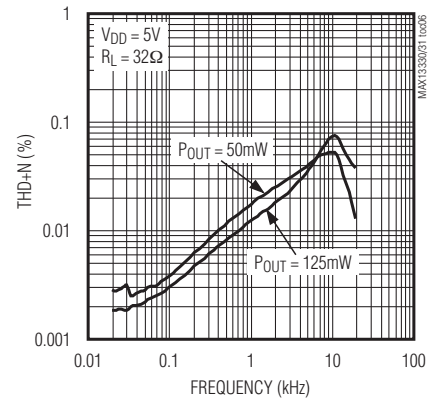
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



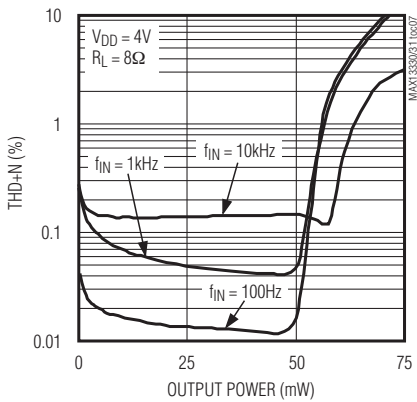
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



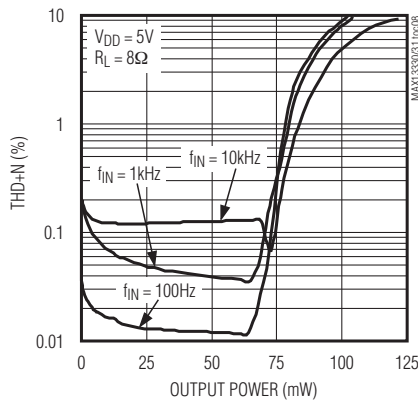
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



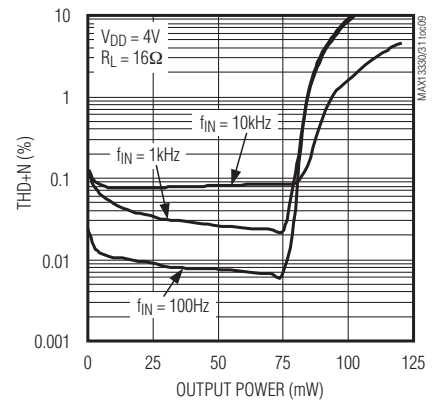
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER

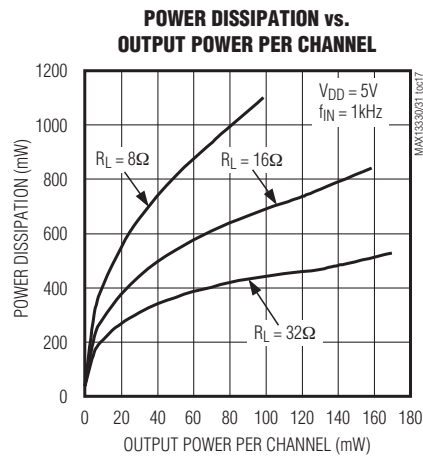
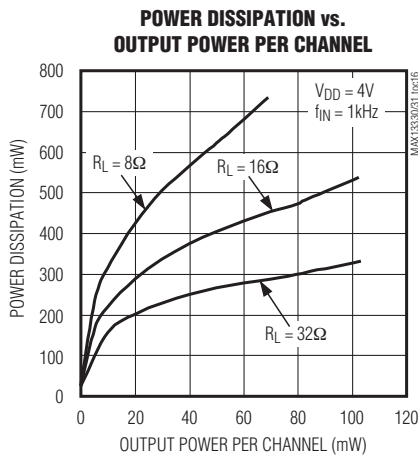
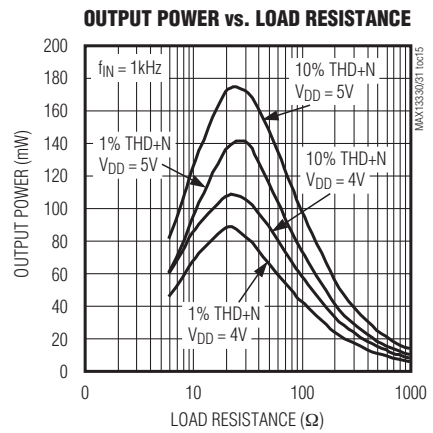
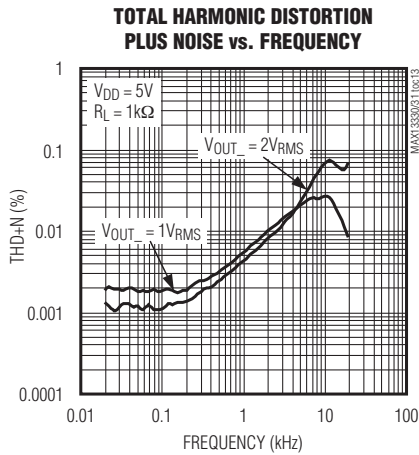
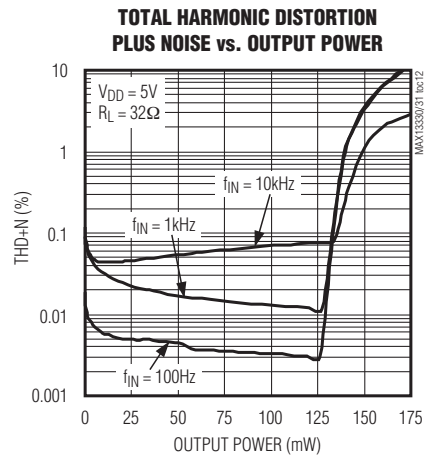
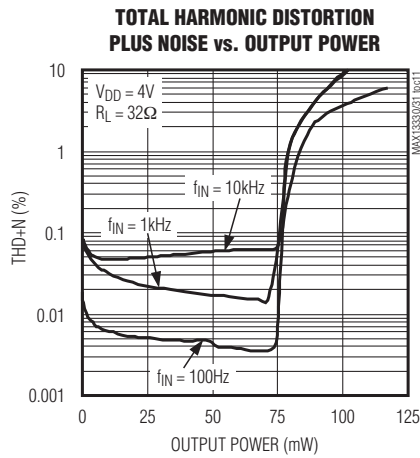
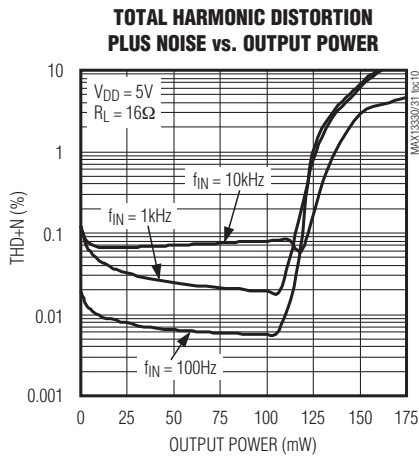


出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

標準動作特性(続き)

($V_{DD} = V_{CPVDD} = 5V$, $V_{SGND} = V_{PGND} = 0$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1.5V/V$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



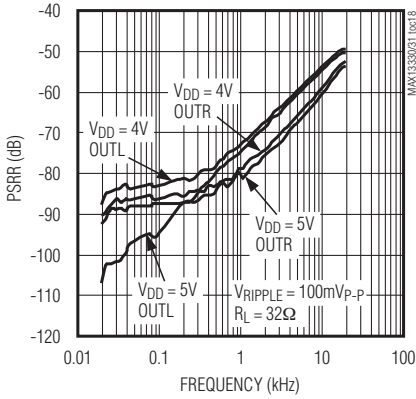
出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

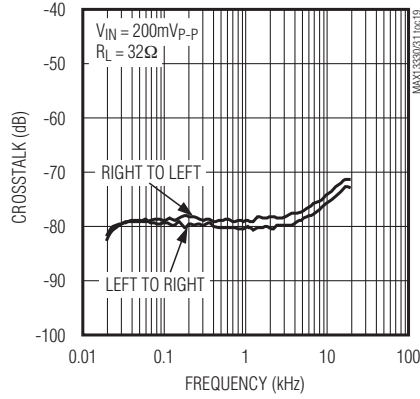
標準動作特性(続き)

($V_{DD} = V_{CPVDD} = 5V$, $V_{SGND} = V_{PGND} = 0$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1.5V/V$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

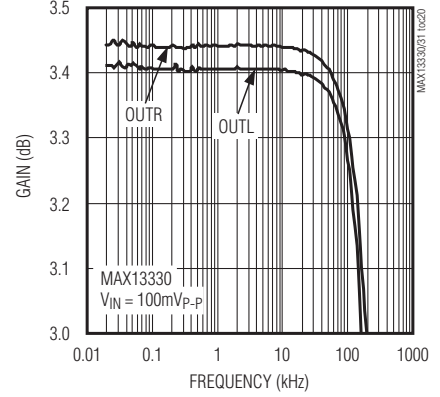
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY



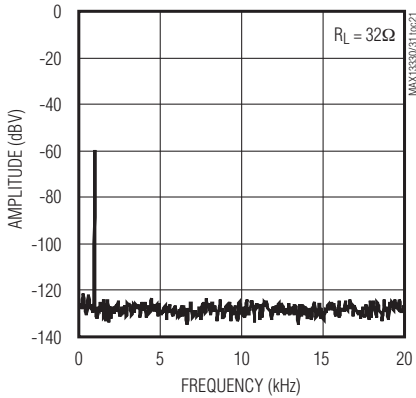
CROSSTALK vs. FREQUENCY



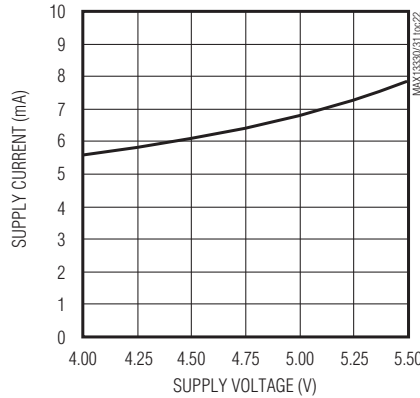
GAIN FLATNESS vs. FREQUENCY



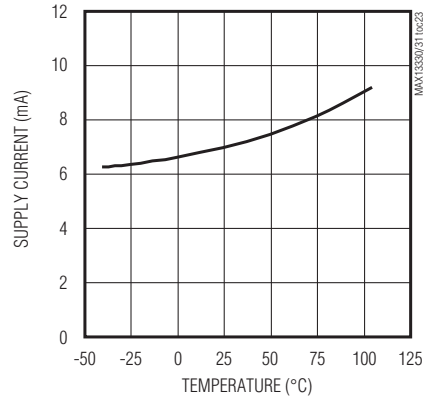
OUTPUT FFT



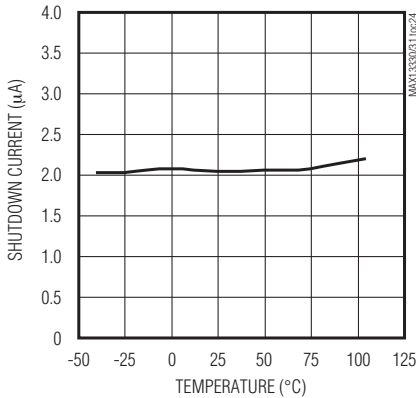
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



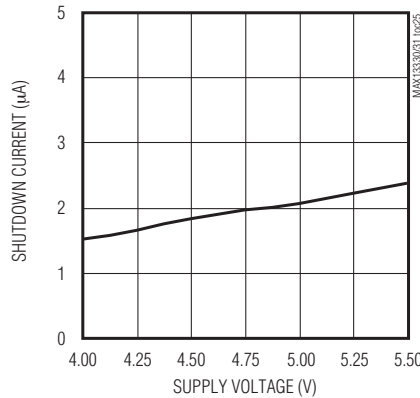
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



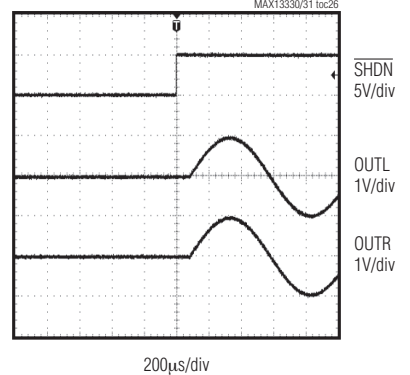
SHUTDOWN CURRENT vs. TEMPERATURE



SHUTDOWN CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



EXITING SHUTDOWN TRANSIENT

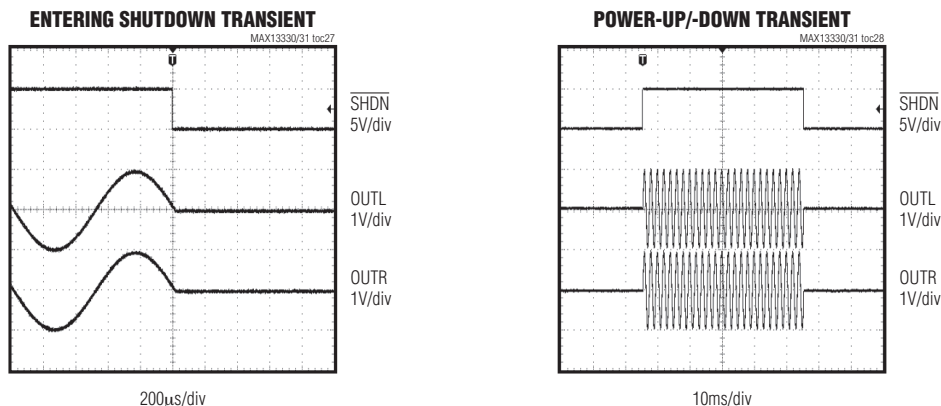


出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

標準動作特性(続き)

($V_{DD} = V_{CPVDD} = 5V$, $V_{SGND} = V_{PGND} = 0$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1.5V/V$, 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
1	INL	反転左チャンネルオーディオ入力
2, 4	SGND	アンプ信号グランド。各アンプの非反転入力にはアンプの信号グランドに接続されています。これらの2つの端子は信号グランドプレーンに接続してください。
3	INR	反転右チャンネルオーディオ入力
5	V_{DD}	アンプの正電源。正電源に接続してください。可能な限り端子の近くでSGNDに $1\mu F$ のコンデンサでバイパスしてください。
6	\overline{SHDN}	アクティブローのシャットダウン入力。
7	CPVDD	チャージポンプ用電源。チャージポンプ用インバータ、チャージポンプロジック、および発振器に給電します。正電源に接続してください。可能な限り端子の近くでPGNDに $1\mu F$ のコンデンサでバイパスしてください。
8	C1P	フライングコンデンサ用正端子。C1PとC1Nの間に $1\mu F$ のコンデンサを接続してください。
9, 15	PGND	パワーグランド。この2つの端子はパワーグランドプレーンに接続してください。
10	C1N	フライングコンデンサ用負端子。C1PとC1Nの間に $1\mu F$ のコンデンサを接続してください。
11	CPVSS	チャージポンプ出力。 V_{SS} に接続して、 $1\mu F$ のコンデンサでPGNDにバイパスしてください。
12	DIAG	診断電圧出力
13	OATR	右チャンネル出力
14	V_{SS}	アンプの負電源。CPVSSに接続してください。
16	OATL	左チャンネル出力

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

詳細

MAX13330/MAX13331ヘッドフォンアンプはマキシムの特許取得済みのDirectDrive方式を備え、従来の単一電源ヘッドフォンアンプで必要とした大容量結合コンデンサを排除します。これらのデバイスは2つのクラスABヘッドフォンアンプ、低電圧ロックアウト(UVLO)、ローパワーシャットダウン制御、包括的クリック/ポップ抑制、出力短絡/ESD保護、および出力短絡診断で構成されます。

これらのデバイスは最小 8Ω の負荷を駆動し、チャンネル当たり 16Ω に最大 120mW および 32Ω に 135mW を供給可能です。MAX13330は -1.5V/V の固定利得を備え、MAX13331は外付け抵抗で設定される可変利得を備えています。ヘッドフォン出力は $\pm 15\text{kV}$ のヒューマンボディモデルのESD保護、およびグランドまたはバッテリー(最大 $+45\text{V}$ の V_{BAT})に対して強化短絡保護を備えています。内蔵の短絡診断出力によって、アナログ電源電圧の分数電圧として動作中のMAX13330/MAX13331の状態が提供されます。

DirectDrive

従来の単一電源のヘッドフォンアンプは最大のダイナミックレンジを得るために、公称DC電圧(通常は電源の半分)を中心に出力がバイアスされます。ヘッドフォンからこのDCバイアスをブロックするためには、大容量の結合コンデンサが必要です。このようなコンデンサがなければ、ヘッドフォンに非常に大きいDC電流が流れ、その結果、不要な電力消費とヘッドフォンおよびヘッドフォンアンプの両方に損傷を与える可能性があります。

マキシムの特許取得済みのDirectDrive方式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て、MAX13330/MAX13331の出力を、SGNDを中心としてバイアスすることが可能です(図1)。DC成分が無いため、大きいDCブロックコンデンサは不要です。2つの大容量($220\mu\text{F}$, typ)のタンタルコンデンサの代わりに、MAX13330/MAX13331のチャージポンプには2つの小さいセラミックコンデンサが必要で、基板面積を節約し、コストを下げ、かつヘッドフォンアンプの周波数応答が向上します。可能なコンデンサの大きさについては「標準動作特性」の「Output Power vs. Load Resistance (出力パワー 対 負荷抵抗)」のグラフを参照してください。アンプのオフセットによって、アンプ出力には小さいDC電圧が存在します。しかしMAX13330の出力オフセットは標準値で $\pm 2.5\text{mV}$ であり、 32Ω の負荷と結合した場合、ヘッドフォンアンプに流れるDC電流は $\pm 78\mu\text{A}$ 以下です。出力結合コンデンサを不要とするこれまでの試みには、

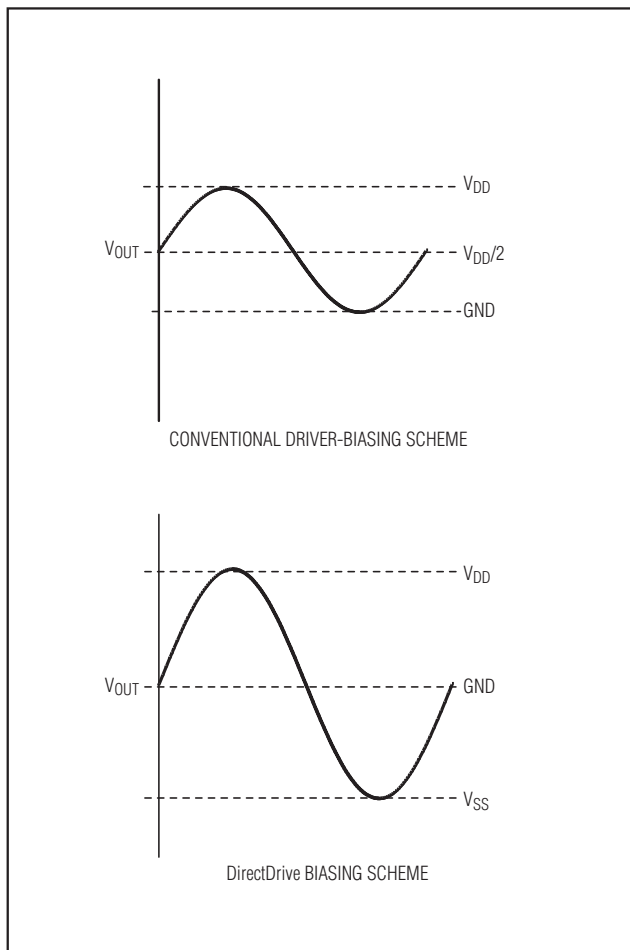


図1. 従来のドライバ出力波形 対 MAX13330/MAX13331の出力波形

ヘッドフォンのリターン(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方法がありました。

この方式には幾つかの問題が発生します。

- スリーブは通常シャーシにグランドされます。このバイアス法を採用すると、システムグランドからスリーブを絶縁しなければならず、製品設計が複雑になります。
- ESD放電の間、アンプのESD構造がシステムグランドに対する唯一の経路になります。このため、アンプは全ESD放電に耐える能力がなければなりません。
- 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と一致せず、アンプを損傷する可能性があります。

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

低周波応答

従来のヘッドフォンアンプに必要な出力コンデンサのコストとサイズの不利益に加えて、これらのコンデンサはアンプの低周波応答を制限して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によって次の式で設定される-3dBポイントのハイパスフィルタが形成されます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi \times R_L \times C_{OUT}} \text{ (Hz)}$$

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。ハイパスフィルタは従来のシングルエンドの単一電源ヘッドフォンアンプには必要であり、ヘッドフォンからオーディオ信号の中間電位のDCバイアス成分を遮断します。このフィルタの欠点は低周波信号を減衰させる可能性があることです。 C_{OUT} を大きくすると、この効果は減少しますが、物理的に大きく、高価なコンデンサになります。図2には C_{OUT} の大きさとその結果の低周波減衰の関係が示されています。16Ωのインピーダンスのヘッドフォンで100μFの出力コンデンサの使用では-3dBポイントは100Hzになってしまいますが、一方でこれは十分に通常のオーディオ帯域内にあり、その結果再生信号の低周波減衰が起こることに注意してください。

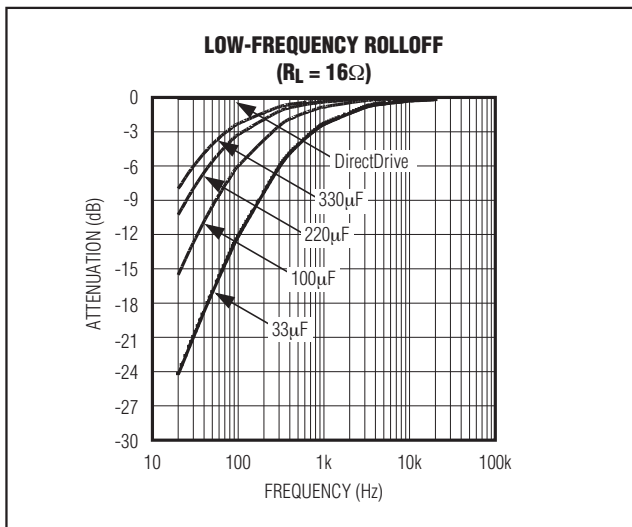


図2. 一般的な出力コンデンサの値に対する低周波減衰

2) 出力コンデンサの電圧係数は再生されるオーディオ信号が歪む原因となります。それはコンデンサの両端間の電圧が変化して、コンデンサの値が変わるためです。-3dBポイントを下回る周波数ではコンデンサのリアクタンス成分が支配的となり、電圧係数は周波数依存性の歪みとして現れます。図3は誘電体が異なる2種のコンデンサのタイプに対するTHD+Nを示しています。-3dBポイントが100Hzを下回るとTHD+Nは急速に大きくなることに注意してください。低周波での減衰と周波数依存の歪みが合わさって、マルチメディア用ラップトップコンピュータ、MP3、CD、およびDVDプレーヤなど低周波効果を強調する携帯オーディオ機器におけるオーディオ再生が悪化します。DirectDrive技術によって出力コンデンサの必要性をなくしたことによって、これらのコンデンサに付随する欠点がなくなります。

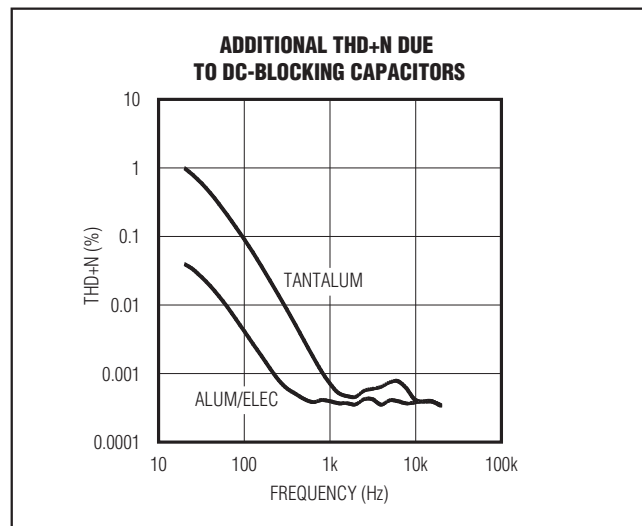


図3. 出力コンデンサに起因する歪み

チャージポンプ

MAX13330/MAX13331は低ノイズのチャージポンプを備えています。2.2MHz (typ)のスイッチング周波数はオーディオが必要とする再生の範囲を十分に超えています。このため、オーディオ信号と干渉せず、AM帯域干渉を避けることができます。スイッチのドライバはスイッチ速度が制御され、ターンオンとターンオフトランジェントによって生成されるノイズを最小化します。チャージポンプのスイッチング速度を制限することによって、ボンドワイヤやトレースの寄生インダクタンス起因のdi/dtノイズが最小化されます。通常は必要ありませんが、C2の値を大きくして高周波のノイズ減衰回路を追加することができます(「標準アプリケーション回路」を参照)。

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

診断出力

MAX13330/MAX13331はアナログ電源V_{DD}の分数電圧としてアナログ診断出力を提供します。DIAGの電圧は表1に示すようにシステムに存在する最高優先順位のフォルト状態に対応します。両方のヘッドフォン出力に同時にフォルト状態が起きると、診断出力はOUTRのフォルト状態のみを通知し、その状態がクリアまたは排除されるまで続きます。その場合にのみ、OUTLのフォルト状態がDIAGに通知されます。DIAGへの設定にはハイインピーダンス入力に接続してください。

表1. MAX13330/MAX13331の診断の優先順位

V _{DIAG}	STATE	PRIORITY
V _{DD}	OUTL Short to V _{BAT}	3
3/4 V _{DD}	OUTR Short to V _{BAT}	1
1/2 V _{DD}	OUTL Short to SGND	4
1/4 V _{DD}	OUTR Short to SGND	2
0	No Fault	5
Three State	Shutdown	—

両方のヘッドフォン出力のV_{BAT}への短絡は動的で、フォルト状態が除去されるとV_{DIAG}はすぐに自動的にクリアされます。正の出力電圧がOUTLまたはOUTRに存在する場合に生じるGNDへの短絡はV_{DIAG}がラッチされる結果となり、それはフォルト状態がクリアされるまで続きます。

V_{DIAG}がラッチされた場合、それはSHDNをローに5μs以下の間、トグルするか、またはMAX13330/MAX13331の完全リセットを開始するとクリアすることができます。5μs以下の間、SHDNをローにトグルすると、デバイスをシャットダウンまたはアンプの出力状態を遮ることなく、グラウンドへのフォルトはクリアされます。完全なリセットのためにはSHDNを50μs以上の間、ローに強制する必要があります。アンプ出力はハイインピーダンスになり、デバイスがシャットダウンから抜け出すまでその状態が続きます。

クリック/ポップ抑制

従来の単一電源のオーディオアンプでは、出力結合コンデンサが可聴クリック/ポップの主要な要因になります。起動時、アンプは結合コンデンサをそのバイアス電圧まで充電します。それは通常、電源電圧の半分です。同様に、シャットダウン時、コンデンサはSGNDまで放電します。この結果、コンデンサの両端間にDCシフトが起こり、それがスピーカでは可聴トランジェントとして現れます。MAX13330/MAX13331は出力コンデンサが不要であるため、この問題は起こりません。

さらにMAX13330/MAX13331はデバイスの内部のすべての可聴トランジェント源を除去する広範なクリック/ポップ抑制を備えています。「標準動作特性」の「Power-Up/-Down Transient (電源投入/切断トランジェント)」のグラフは起動またはシャットダウン時には最小のDCシフトでスプリアストランジェントが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、MAX13330/MAX13331を駆動するプリアンプの出力は通常電源の半分のDCバイアスを持っています。起動時、入力結合コンデンサはMAX13330/MAX13331のフィードバック抵抗を通してプリアンプのDCバイアス電圧に充電され、その結果、コンデンサの両端間のDCシフトと可聴クリック/ポップを生じます。プリアンプの起動に対して、R_{IN}とC_{IN}による時定数の4~5倍(80ms~100ms)、SHDNを遅らせると、入力フィルタ起因のこのクリック/ポップが除去されます。

シャットダウン

MAX13330/MAX13331はシャットダウン制御を備えており、オーディオ信号をシャットダウンまたはミュートにすることが可能です。

SHDNをローに駆動すると、アンプおよびチャージポンプがディセーブルになり、アンプの出力インピーダンスは14kΩ (typ)に設定され、電源電流が低減します。シャットダウンモードでは、電源電流は2μAに低減します。SHDNをハイに駆動すると、チャージポンプはイネーブルになります。

アプリケーション情報

電力消費

通常の動作状態では、リニアパワーアンプは非常に大きい電力を消費する可能性があります。各パッケージの最大消費電力は連続した電力消費の場合の「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項で与えられるか、または次の式で計算可能です。

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

ここでT_{J(MAX)}は+145°C、T_Aは周囲温度、θ_{JA}は「Absolute Maximum Ratings」の項で定められる°C/Wで表したディレーティングファクタの逆数です。QSOPパッケージの熱抵抗θ_{JA}は120°C/Wです。

MAX13330/MAX13331はチャージポンプと2つのアンプの2種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個々のパッケージの最大許容値を超える場合は、V_{DD}を小さくするか、負荷抵抗を増加させるか、周囲温度を下げるか、またはデバイスにヒートシンクを付けてください。出力、電源、およびグラウンドの各トレースを広げると、パッケージの最大消費電力が増加します。

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

熱過負荷保護によってMAX13330/MAX13331の総消費電力が制限されます。接合部温度が+145°C (typ)を超えると、熱保護回路がアンプの出力段をディセーブルにします。接合部温度が5°Cだけ、冷却されると、アンプはイネーブルになります。この結果、熱過負荷状態が連続していればパルス状の出力になります。

出力パワー

このデバイスは両方の入力同相のワーストケースに対して仕様が定められています。この状態では、両方のアンプはチャージポンプから同時に電流を取り込み、 V_{SS} のヘッドルームがそれに比例して低減します。代表的なステレオのオーディオアプリケーションでは、左と右の信号は大きさと位相が異なり、その結果、最大に達成可能な出力パワーが増加します。図4は同相と逆相の2つの極端なケースを示しています。実際には、利用可能なパワーはこれらの極値の間にあります。

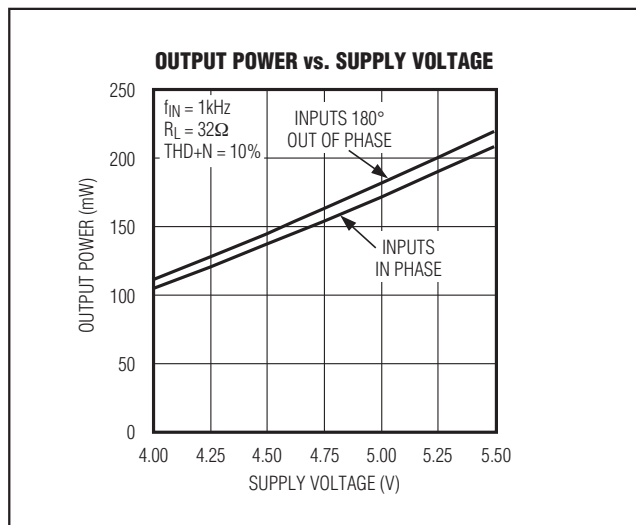


図4. 出力パワー 対 電源電圧

UVLO

MAX13330/MAX13331はUVLO機能を備え、電源電圧が3.6V (typ)を下回るとデバイスの動作が阻止されます。この機能によってブラウンアウト状態の間の正常な動作が保証され、バッテリーの消耗を防ぎます。電源電圧がUVLOスレッショルドに達したら、チャージポンプがオンになり、アンプは給電されます。

部品の選択

利得設定抵抗(MAX13331の場合のみ)

MAX13330の利得は内部で-1.5V/Vに設定されており、利得設定抵抗はすべてデバイスに内蔵され、外付け部品点数が削減されます。利得の内部設定はDirectDriveと合わせて、アンプ回路を完成させるのに5個の小さい1μFのコンデンサのみを必要とするヘッドフォンアンプが得られるという結果になります。それ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、それに電源バイパス用に1個です(「標準アプリケーション回路」を参照)。MAX13331のアンプの利得は「標準アプリケーション回路」に示すように外部で設定され、利得は次の式で表されます。

$$A_V = -\frac{R_F}{R_{IN}} (V/V)$$

フィードバック抵抗の値は10kΩを選択してください。10kΩ以外の値は入力バイアス電流による出力オフセット電圧を増加させて、それが負荷に流れるDC電流の量を増加させます。

入力フィルタ

入力コンデンサ(C_{IN})は入力抵抗(R_{IN})と組み合わせてハイパスフィルタを構成し、入力信号からDCバイアスを除去します(「標準アプリケーション回路」を参照)。AC結合コンデンサによって、デバイスが信号を最適なDCレベルにバイアスすることが可能になります。ソースインピーダンスをゼロと仮定すると、ハイパスフィルタの-3dBポイントは次の式で与えられます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi \times R_{IN} \times C_{IN}} (\text{Hz})$$

C_{IN} は f_{-3dB} が対象とする最低周波数を十分に下回るように選定してください。MAX13330に対しては R_{IN} の値は「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表で与えられる値を使用してください。 f_{-3dB} の設定を高くし過ぎるとデバイスの低周波数応答に影響します。タンタルまたはアルミ電解コンデンサのような誘電体が小さい電圧係数を持つコンデンサを使用してください。セラミックのような大きい電圧係数のコンデンサは低周波で歪みが大きくなる可能性があります。

チャージポンプ用コンデンサの選択

最適な性能を得るためには100mΩを下回るESRを備えたコンデンサを使用してください。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が最小になります。拡張温度範囲で最良の性能を得るためにはX7Rの誘電体を備えたコンデンサを選択してください。

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

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します。C1の値が小さすぎるとデバイスに十分な電流駆動を提供する能力が低下し、これは出力電圧の損失に繋がります。C1の値を大きくすると、負荷レギュレーションが向上し、チャージポンプの出力抵抗がある程度まで、小さくなります。「標準動作特性」の「Output Power vs. Load Resistance」のグラフを参照してください。1 μ Fより大きくすると、スイッチのオン抵抗およびC1とC2のESRが支配的になります。

保持用コンデンサ(C2)

保持用コンデンサの値とESRはじかにCPVSSのリップルに影響します。C2の値を大きくすると出力リップルが減少します。同様にC2のESRを小さくするとリップルと出力抵抗の両方が小さくなります。最大出力パワーレベルが小さいシステムでは小さいコンデンサの値を使用可能です。「標準動作特性」の「Output Power vs. Load Resistance」のグラフを参照してください。

電源バイパスコンデンサ(C3)

電源バイパスコンデンサ(C3)は電源の出カインピーダンスを下げて、MAX13330/MAX13331のチャージポンプのスイッチングトランジェントの影響を小さくします。CPVDDはC1と同じ値のC3でバイパスし、それをCPVDDおよびPGND端子に物理的に近い配置としてください。

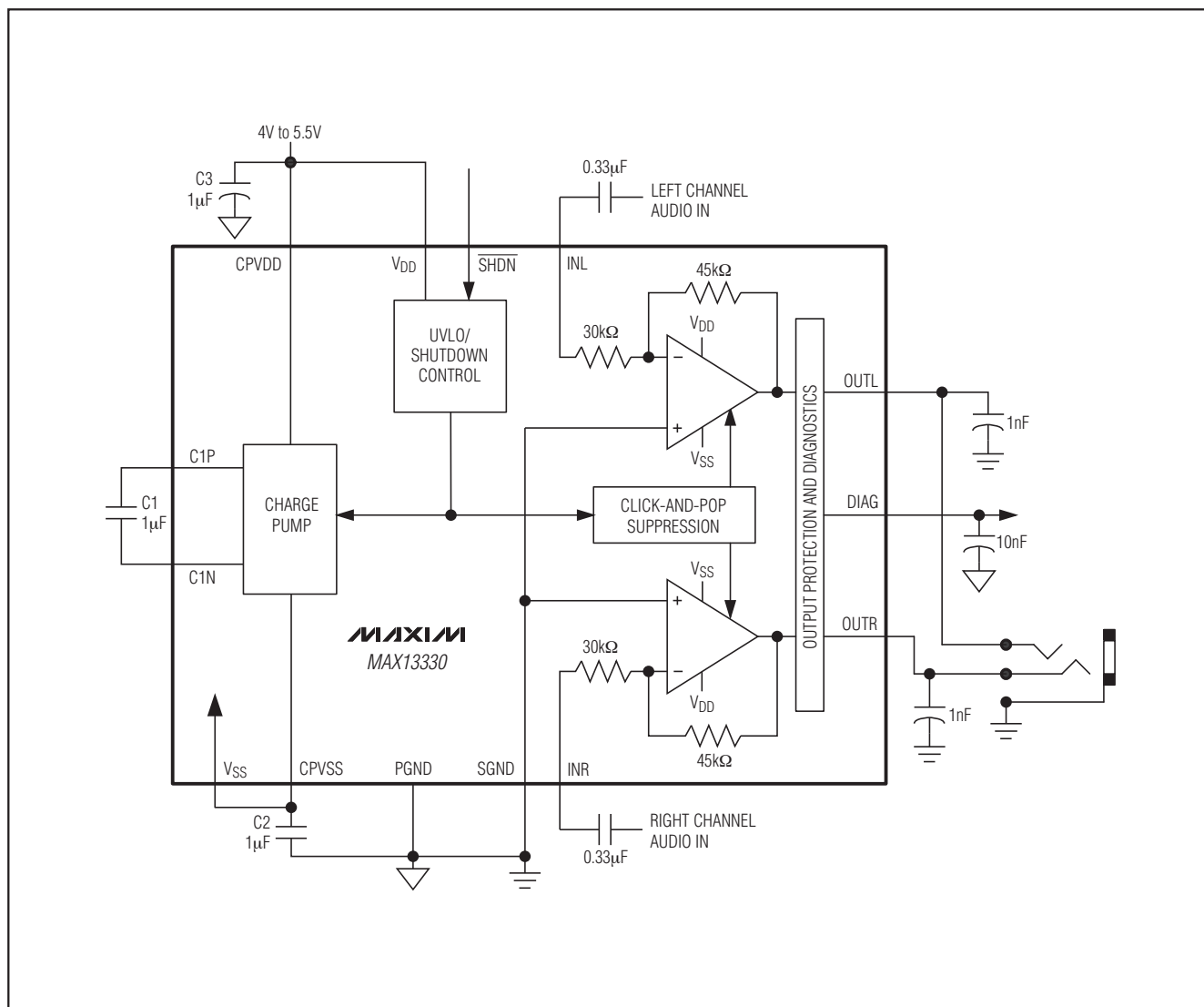
レイアウトとグラウンド

正しいレイアウトとグラウンドは最適な性能を得るために必須です。CPVDDとV_{DD}は相互にデバイスで接続してください。CPVSSとV_{SS}は相互にデバイスで接続してください。両方の電源のバイパスはチャージポンプコンデンサのC2およびC3によって行われます(「標準アプリケーション回路」を参照)。C2とC3はデバイスに可能な限り近づけて配置し、それらをPGNDプレーンにバイパスしてください。PGNDおよびスイッチングトランジェントを流すすべてのトレースは可能な限り短くしてEMIを低減してください。それらはSGND、オーディオ信号経路、および外部フィードバック部品(MAX13331)から離れた経路としてください。PGNDプレーンとSGNDプレーンはPCB上の1点で相互に接続してください。レイアウトのガイドラインはMAX13330/MAX13331の評価キットを参照してください。

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

標準アプリケーション回路

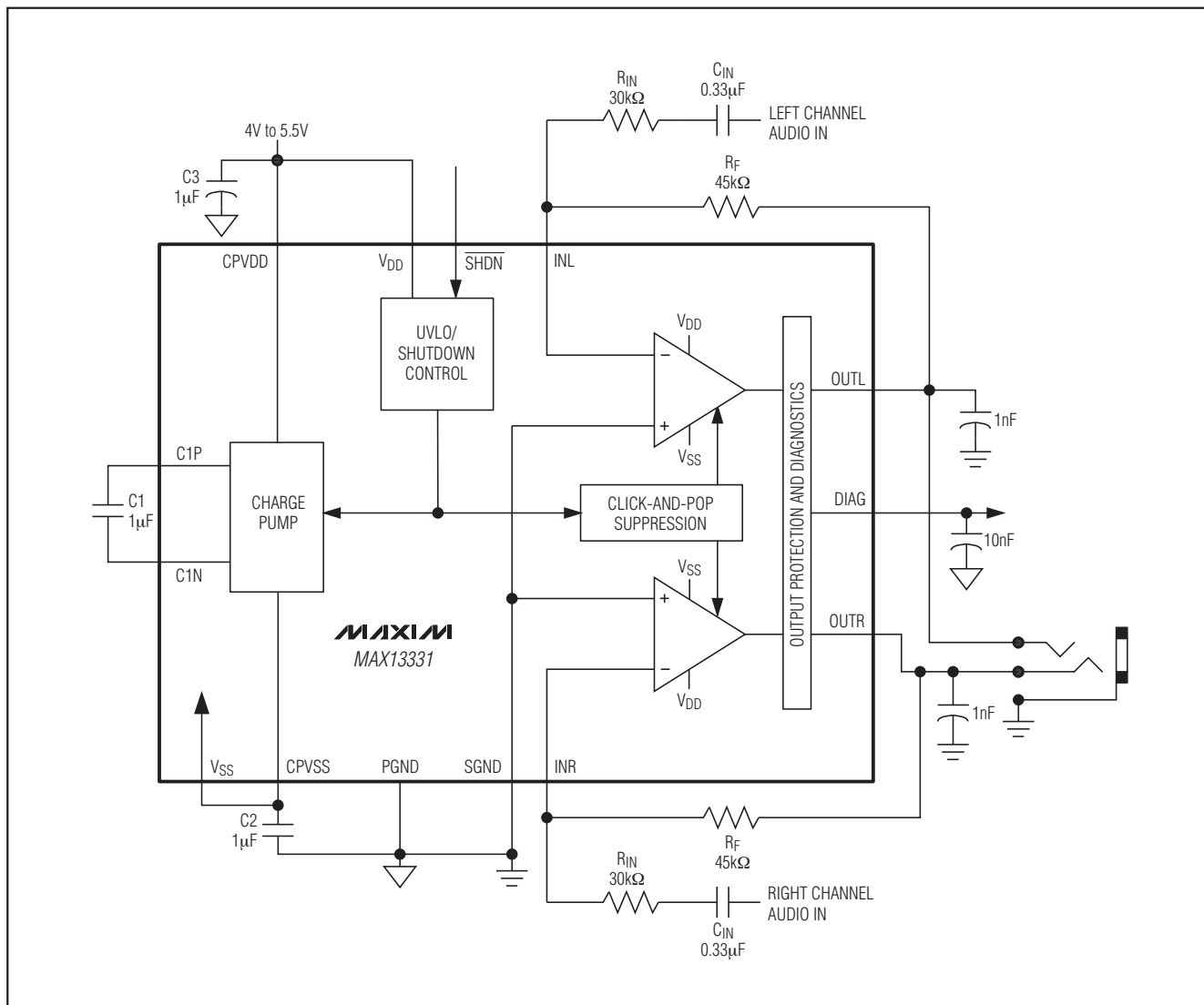
MAX13330/MAX13331



出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

標準アプリケーション回路(続き)



パッケージ

最新のパッケージ情報とランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照ください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
16-QSOP	E16-4	21-0055

出力保護および診断付き 車載用DirectDriveヘッドフォンアンプ

MAX13330/MAX13331

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	10/08	初版	—
1	4/09	THD+Nの特長を訂正、スタイル上の編集	1, 2, 3, 15

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム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。マキシム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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 15