

1V、低電力、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MAX9725A~MAX9725Dは基板スペースが貴重な携帯機器に好適です。MAX9725Eは外部入力および帰還抵抗でゲインを調節するフレキシビリティを提供します。MAX9725A~MAX9725Eは独自特許方式のDirectDrive®アーキテクチャを採用して、単一電源を使ってグラウンド基準の出力を生成し、大容量のDCブロッキングコンデンサを不要とし、コストを下げ、基板スペースを少なくし、部品の高さを抑えます。固定ゲインは-2V/V (MAX9725A)、-1.5V/V (MAX9725B)、-1V/V (MAX9725C)、および-4V/V (MAX9725D)となっており、外付け部品点数をさらに削減することができます。MAX9725EのDirectDriveヘッドフォンアンプは、外付け抵抗を使用して、最低-1V/Vまでゲインを調整することができます。

MAX9725は32Ω負荷にチャンネル当り最大20mWを供給し、0.006%のTHD+Nを達成します。1kHzにおける80dBの電源ノイズリジエクション比(PSRR)はMAX9725が、ノイズの多いデジタル電源を、リニアレギュレータを追加することなく使用することを可能とします。MAX9725はヘッドフォン出力に±8kVのESD耐圧特性を備えています。包括的なクリック/ポップ回路が起動時およびシャットダウン時に可聴クリック/ポップ音を抑制します。低電力シャットダウンモードは電源電流を0.6μA (typ)に低減します。

MAX9725は0.9V~1.8Vの単一電源で動作し、デバイスの電源は1個のAAまたはAAAバッテリーから直接給電することが可能です。MAX9725は2.1mAの電源電流しか消費せず、短絡保護回路を備え、-40°C~+85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。MAX9725は小型(1.54mm x 2.02mm x 0.6mm)、12ピンチップスケールパッケージ(UCSP™)および12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

MP3プレーヤ	スマートフォン
携帯電話	携帯用オーディオ機器
PDA	

型番

PART	PIN-PACKAGE	TOP MARK	GAIN (V/V)
MAX9725AEBC+TG45	12 UCSP	+ACK	-2
MAX9725AETC+	12 TQFN-EP*	+AAEW	-2
MAX9725BEBC+TG45	12 UCSP	+ACL	-1.5

型番はデータシートの最後に続いています。

注：すべてのデバイスは-40°C~+85°Cの動作温度範囲で仕様が規定されています。

+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

*EP = エクスポーズドパッド

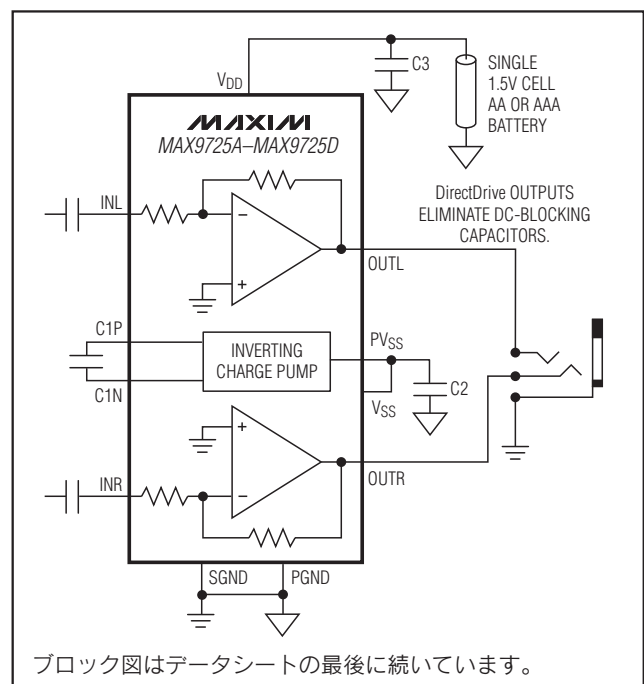
UCSPはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

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

特長

- ◆ 低自己消費電流：
 - 2.1mA (MAX9725A~MAX9725D)
 - 2.3mA (MAX9725E)
- ◆ 単一セル、単一電源動作：0.9V~1.8V
- ◆ 固定利得によって外付けのフィードバックネットワークは不要
 - MAX9725A：-2V/V
 - MAX9725B：-1.5V/V
 - MAX9725C：-1V/V
 - MAX9725D：-4V/V
- ◆ 外部入力および帰還抵抗で利得調整可能
 - MAX9725E：最小安定利得：-1V/V
- ◆ グラウンド基準出力によってDCバイアスなし
- ◆ 出力コンデンサによる低周波応答の劣化がない
- ◆ チャンネル当り20mWを32Ω負荷に供給
- ◆ 低THD+N：0.006%
- ◆ 高PSRR：80dB (1kHz)
- ◆ クリック/ポップ抑制機能内蔵
- ◆ 低電力シャットダウン制御
- ◆ 短絡保護
- ◆ ±8kV ESD保護付きのアンプ出力
- ◆ 省スペースパッケージで提供
 - 12ピンUCSP (1.54mm x 2.02mm x 0.6mm)
 - 12ピンTQFN (4mm x 4mm x 0.8mm)

ブロック図



ブロック図はデータシートの最後に続いています。

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SGND to PGND	-0.3V to +0.3V
V _{DD} to SGND or PGND	-0.3V to +2V
V _{SS} to PV _{SS}	-0.3V to +0.3V
C1P to PGND	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
C1N to PGND	(PV _{SS} - 0.3V) to +0.3V
V _{SS} , PV _{SS} to GND	+0.3V to -2V
OUTR, OUTL, INR, INL to SGND (MAX9725A–MAX9725D)	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)
OUTR, OUTL to SGND (MAX9725E)	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{DD} + 0.3V)
INR, INL to SGND (MAX9725E)	-4V to +4V

$\overline{\text{SHDN}}$ to SGND or PGND	-0.3V to +4V
Output Short-Circuit Current	Continuous
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
12-Bump UCSP (derate 6.5mW/°C above +70°C)	518.8mW
12-Pin Thin QFN (derate 16.9mW/°C above +70°C)	1349.1mW
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 (MAX9725A–MAX9725D)

(V_{DD} = 1.5V, V_{PGND} = V_{SGND} = 0V, $\overline{\text{SHDN}}$ = 1.5V, V_{SS} = V_{PVSS}, C1 = C2 = 1μF, C_{IN} = 1μF, R_L = ∞, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Supply Voltage Range	V _{DD}	Guaranteed by PSRR test	0.9		1.8	V	
Quiescent Supply Current	I _{DD}	Both channels active		2.1	3.3	mA	
Shutdown Current	I _{SHDN}	V _{SHDN} = 0V		0.6	10	μA	
		T _A = +25°C			30		
Shutdown to Full Operation	t _{ON}			180		μs	
$\overline{\text{SHDN}}$ Thresholds	V _{IH}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V	0.7 x V _{DD}			V	
	V _{IL}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V	0.3 x V _{DD}				
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Leakage Current	I _{LEAK}	V _{DD} = 0.9V to 1.8V (Note 2)			±1	μA	
CHARGE PUMP							
Oscillator Frequency	f _{OSC}		493	580	667	kHz	
AMPLIFIERS							
Voltage Gain	A _v	MAX9725A	-2.04	-2.00	-1.96	V/V	
		MAX9725B	-1.53	-1.5	-1.47		
		MAX9725C	-1.02	-1.00	-0.98		
		MAX9725D	-4.08	-4.00	-3.92		
Gain Match	ΔA _v		±0.5			%	
Total Output Offset Voltage	V _{OS}	Input AC-coupled, R _L = 32Ω to GND, T _A = +25°C	MAX9725A/MAX9725D		±0.3	±1.05	mV
			MAX9725B		±0.45	±1.58	
			MAX9725C		±0.6	±2.1	
Input Resistance	R _{IN}		15	25	35	kΩ	
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V _{DD} = 0.9V to 1.8V, T _A = +25°C 100mV _{P-P} ripple			60	80	dB
			f _{IN} = 1kHz		70		
			f _{IN} = 20kHz		62		
Output Power (Note 3)	P _{OUT}	V _{DD} = 1.5V	R _L = 32Ω	10	20	mW	
			R _L = 16Ω	25			
			V _{DD} = 1.0V, R _L = 32Ω	7			
		V _{DD} = 0.9V, R _L = 32Ω	6				

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725A–MAX9725D) (continued)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$, $f = 1kHz$		0.006		%
		$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 15mW$, $f = 1kHz$		0.015		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$	BW = 22Hz to 22kHz	89		dB
			A-weighted filter	92		
Slew Rate	SR			0.2		V/ μs
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillations		150		pF
Crosstalk	XTALK	$f_{IN} = 1.0kHz$, $R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 5mW$		100		dB
Click-and-Pop Level	KCP	$R_L = 32\Omega$, peak voltage, A-weighted, 32 samples per second (Note 4)	Into shutdown	72.8		dBV
			Out of shutdown	72.8		
ESD Protection	V_{ESD}	Human Body Model (OUTR, OUTL)		± 8		kV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725E)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = 32\Omega$, $R_F = 60k\Omega$, $R_{IN} = 10k\Omega$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V_{DD}	Guaranteed by PSRR test	0.9		1.8	V
Quiescent Supply Current	I_{DD}	Both channels active		2.3	3.7	mA
Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{SHDN} = 0V$	$T_A = +25^\circ C$	0.6	1	μA
			$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$		10	
Shutdown to Full Operation	t_{ON}			180		μs
SHDN Thresholds	V_{IH}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$	$0.7 \times V_{DD}$			V
	V_{IL}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$		$0.3 \times V_{DD}$		
SHDN Input Leakage Current	I_{LEAK}	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$ (Note 2)			± 1	μA
CHARGE PUMP						
Oscillator Frequency	f_{OSC}		483	592	687	kHz
AMPLIFIERS						
Voltage Gain	A_V	(Note 5)	-6.11	-6.07	-6.00	V/V
Minimum Stable Gain	ΔA_V			-1.0		V/V
Total Output Offset Voltage	V_{OS}	Input AC-coupled, $R_L = 32\Omega$ to GND, $T_A = +25^\circ C$ (Note 6)		± 0.63	± 2.1	mV
Input Resistance	R_{IN}		6.3	9.78	14	k Ω
INR, INL Input Leakage Current	I_{LK}				± 100	nA
Maximum Input Parasitic Capacitance	C_{PAR}			5		pF
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{DD} = 0.9V$ to $1.8V$, $T_A = +25^\circ C$	52.9	67.8		dB
		100mV _{p-p} ripple (Note 5)	$f_{IN} = 1kHz$		70	
			$f_{IN} = 20kHz$		62	

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX9725E) (continued)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = 32\Omega$, $R_F = 60k\Omega$, $R_{IN} = 10k\Omega$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (See the *Functional Diagrams*.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Power (Note 3)	P_{OUT}	$V_{DD} = 1.5V$	$R_L = 32\Omega$	10	24	mW
			$R_L = 16\Omega$		25	
		$V_{DD} = 1.0V$, $R_L = 32\Omega$		7		
		$V_{DD} = 0.9V$, $R_L = 32\Omega$		6		
Total Harmonic Distortion Plus Noise (Note 5)	THD+N	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$, $f = 1kHz$		0.006	%	
		$R_L = 16\Omega$, $P_{OUT} = 15mW$, $f = 1kHz$		0.015		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 12mW$	BW = 22Hz to 22kHz	89	dB	
			A-weighted filter	92		
Slew Rate	SR			0.3	$V/\mu s$	
Maximum Capacitive Load	C_L	No sustained oscillations		150	pF	
Crosstalk	XTALK	$f_{IN} = 1.0kHz$, $R_L = 32\Omega$, $P_{OUT} = 5mW$		100	dB	
Click-and-Pop Level	K_{CP}	$R_L = 32\Omega$, peak voltage, A-weighted, 32 samples per second (Note 4)	Into shutdown	72.8	dBV	
			Out of shutdown	72.8		
ESD Protection	V_{ESD}	Human Body Model (OUTR, OUTL)		± 8	kV	
Attenuation in Shutdown	ATT(SD)	$V_{SHDN} = 0V$	$R_L = 32\Omega$	-120	dB	
			$R_L = 10k\Omega$	-75		

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

Note 2: Input leakage current measurements limited by automated test equipment.

Note 3: $f_{IN} = 1kHz$, $T_A = +25^\circ C$, THD+N < 1%, both channels driven in-phase.

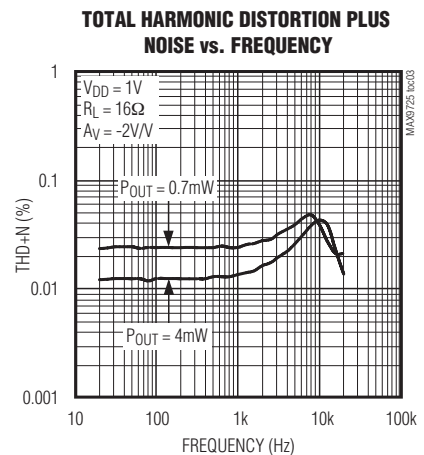
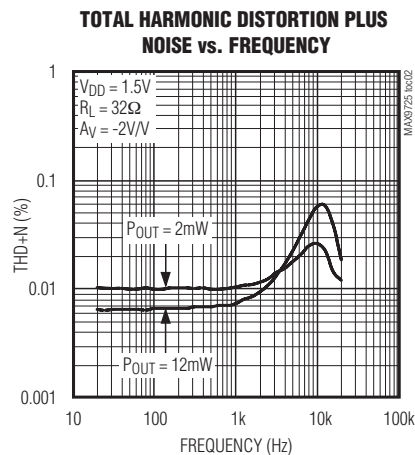
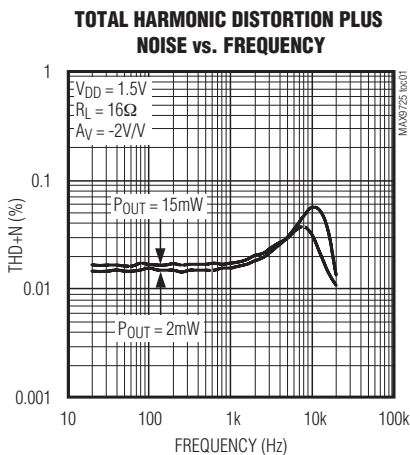
Note 4: Testing performed with 32Ω resistive load connected to outputs. Mode transitions controlled by \overline{SHDN} . K_{CP} level calculated as $20 \log$ [peak voltage under normal operation at rated power level/peak voltage during mode transition]. Inputs are AC-grounded.

Note 5: Using existing resistors with 1% precision.

Note 6: $R_{IN} = 10\Omega$, $R_F = 10k\Omega$.

標準動作特性

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)



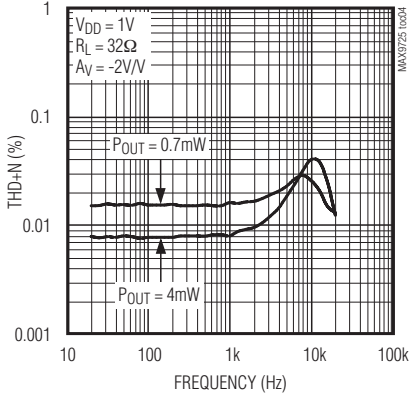
1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

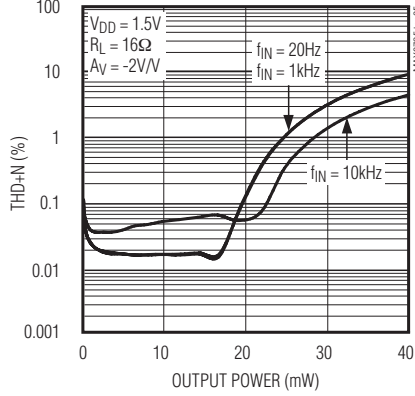
標準動作特性(続き)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22kHz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)

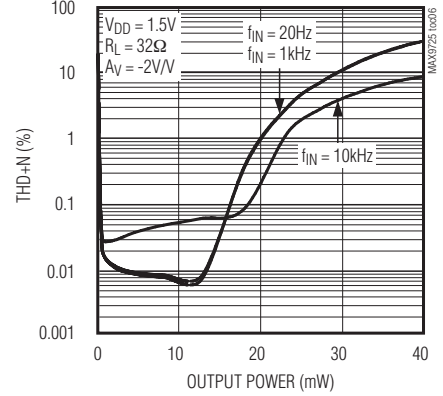
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY



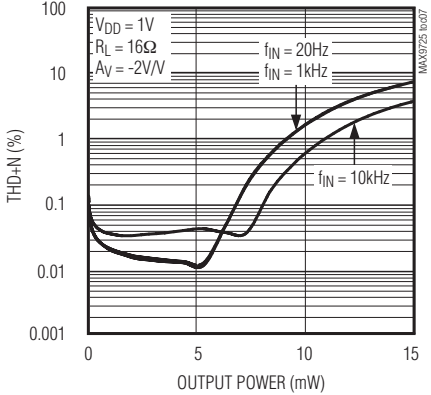
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



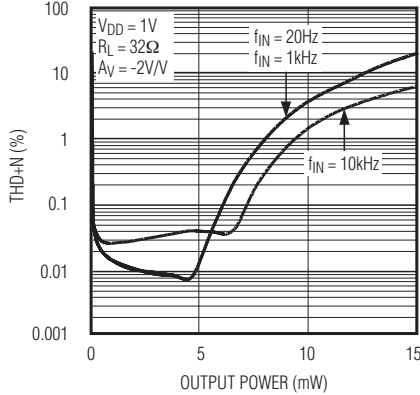
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



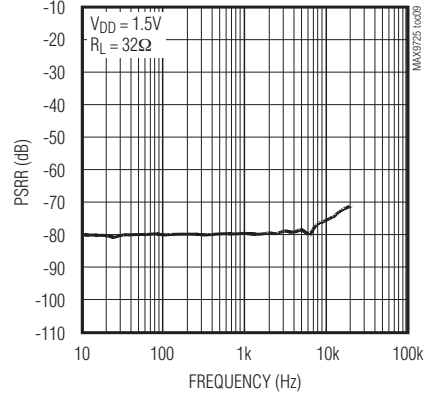
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



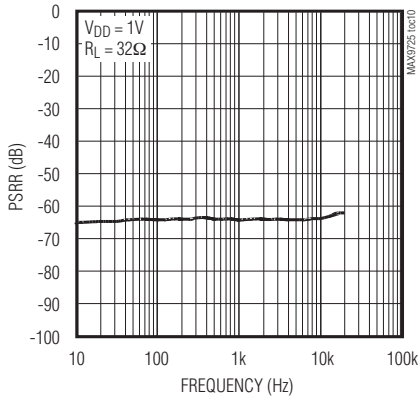
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER



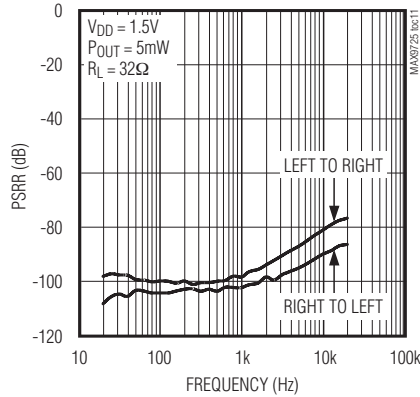
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY



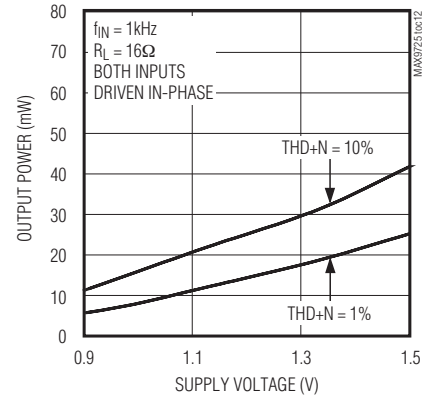
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY



CROSSTALK vs. FREQUENCY



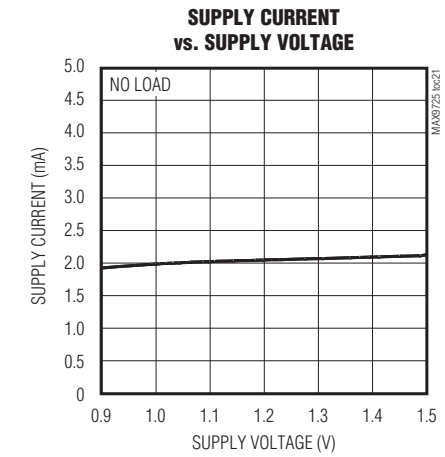
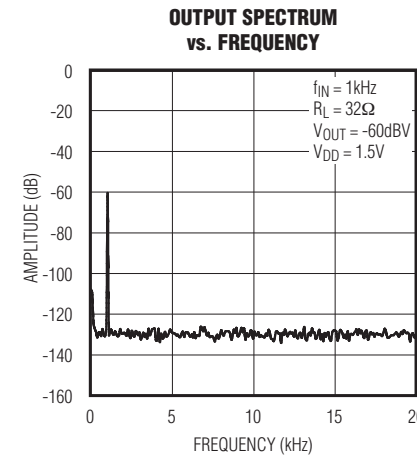
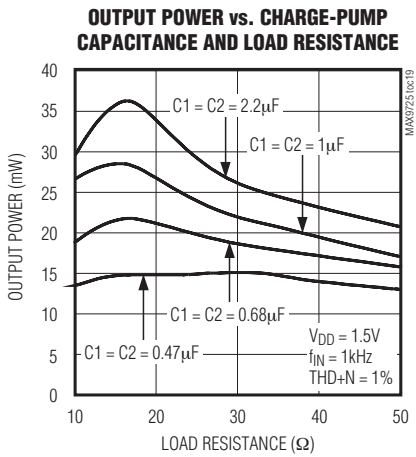
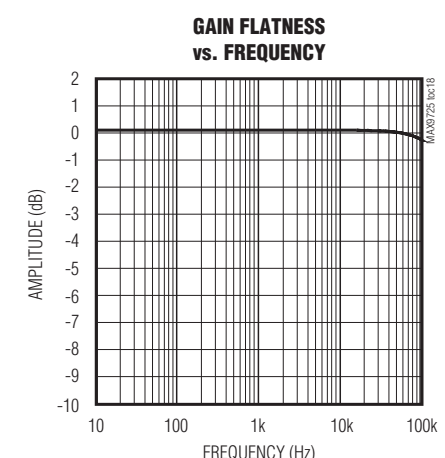
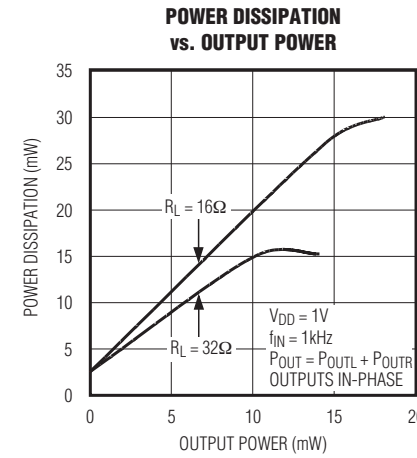
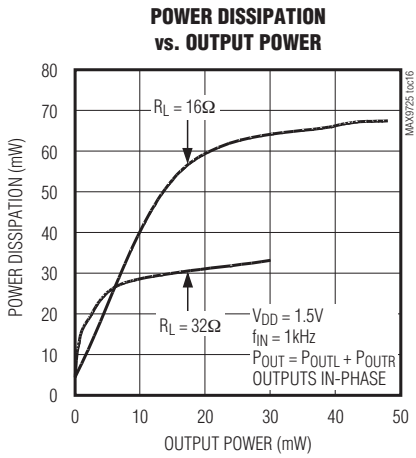
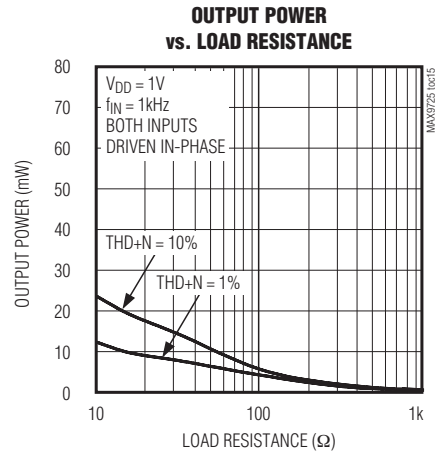
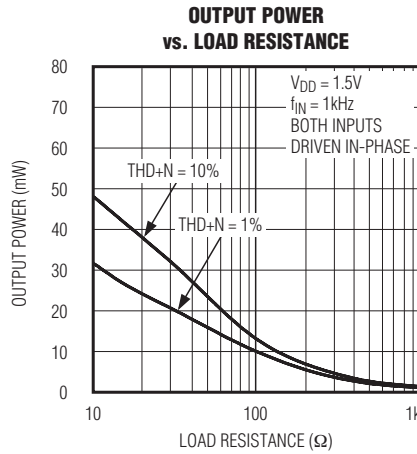
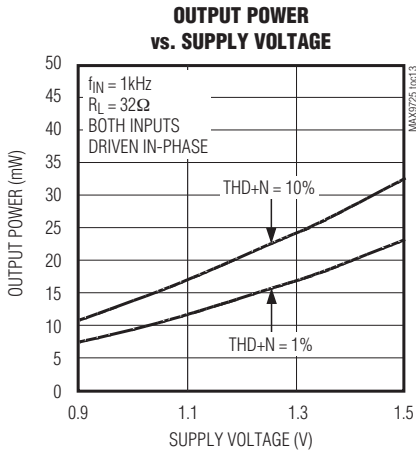
OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE



1V、低電力、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)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22kHz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)

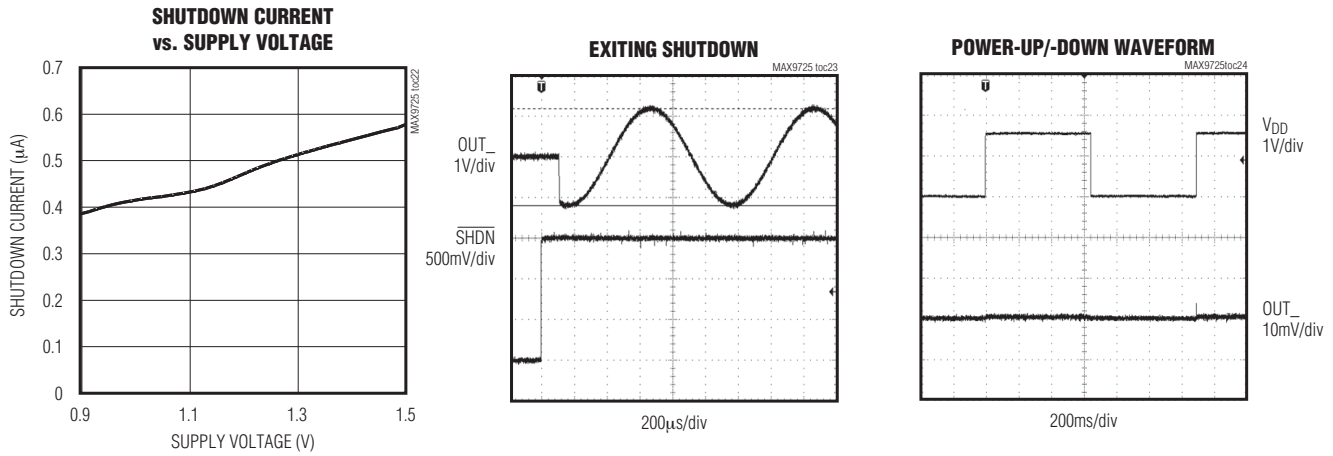


1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

標準動作特性(続き)

($V_{DD} = 1.5V$, $V_{PGND} = V_{SGND} = 0V$, $V_{SHDN} = 1.5V$, $V_{SS} = V_{PVSS}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (See the *Functional Diagrams*.)



端子説明

端子	バンプ	名称	機能
TQFN	UCSP		
1	A1	C1N	フライングコンデンサ用の負端子。1 μF のコンデンサをC1PとC1Nの間に接続してください。
2	A2	PVSS	反転チャージポンプ出力。1 μF でPVSSからPGNDにバイパスしてください。PVSSはVSSに接続しなければなりません。
3	A3	INL	左アンプ反転入力。入力コンデンサC1NとINLの間に入力抵抗 R_{IN} を接続してください (MAX9725Eのみ)。
4	A4	INR	右アンプ反転入力。入力コンデンサC1NとINRの間に入力抵抗 R_{IN} を接続してください。
5	B4	VSS	アンプの負電源。PVSSに接続しなければなりません。
6	B3	SGND	信号グランド。SGNDはPGNDに接続しなければなりません。SGNDは入力と出力信号のグランドリファレンスです。
7	C4	OUTR	右チャンネル出力。OUTRとINRの間に帰還抵抗 R_{FB} を接続してください (MAX9725Eのみ)。
8	C3	OUTL	左チャンネル出力。OUTLとINLの間に帰還抵抗 R_{FB} を接続してください (MAX9725Eのみ)。
9	C2	VDD	正電源入力。1 μF のコンデンサでPGNDにバイパスしてください。
10	C1	C1P	フライングコンデンサ用の正端子。1 μF のコンデンサをC1PとC1Nの間に接続してください。
11	B1	PGND	電源グランド。内蔵チャージポンプのグランド基準。PGNDはSGNDに接続しなければなりません。
12	B2	SHDN	アクティフローのシャットダウン。通常動作とするためにはVDDに接続してください。アンプとチャージポンプをディセーブルするためにはロー状態に強制してください。
EP	—	EP	エクスポーズドパッド。内部でVSSに接続されています。パッドはどこへも接続しないかまたはVSSにはんだ付けしてください。

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付き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ドライバのMAX9725は、Maximの特許取得済みのDirectDrive方式を採用しており、従来の単一電源ヘッドフォンドライバでは必要であった大容量の出力カップリングコンデンサを不要としました。MAX9725は2個の20mWクラスAB級ヘッドフォンドライバ、シャットダウン制御、反転チャージポンプ、利得設定抵抗器内臓、および包括的なクリック/ポップ抑制回路で構成されます(「ファンクションダイアグラム」を参照)。負電源(PVSS)は正電源(VDD)を反転して作られます。VDDおよびPVSSからドライバに給電することにより、ドライバのダイナミックレンジを拡大し、それは他の1V単電源ドライバの場合に比べてほぼ2倍となります。このダイナミックレンジの拡大のおかげで、より大きい電力を得ることができます。

MAX9725の出力は、ほぼGNDレベルにバイアスされています(図1)。このGNDバイアスの利点はドライバ出力がDC成分を持たないことであり、したがって大容量のDCブッキングコンデンサを必要としません。出力に大容量を不要としたことは、基板スペースが少なくても済み、システムコストを下げて、そして周波数応答を改善します。

DirectDrive

従来の単一電源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、公称DC電圧(普通は電源の半分の電圧)の周りに出力をバイアスする必要があります。このため、ヘッドフォンからDCバイアスを遮断するために大容量のコンデンサを必要とします。この大容量のコンデンサがなければ非常に大きいDC電流がヘッドフォンへ流れ、その結果、不要な電力を消費し、そしてヘッドフォンおよびヘッドフォンドライバに損傷を与える可能性があります。

MaximのDirectDrive方式は内部で負電源を作るためにチャージポンプを使用します。これにより、MAX9725の出力はほぼGNDレベルにバイアスされて、単一電源で動作させながら、ダイナミックレンジを拡大することができます。従来のアンプは1.5V電源の場合は理想的には16Ω負荷へ18mWを供給します。MAX9725は16Ω負荷へ25mWを供給します。DirectDrive方式は出力から2つの大きな(220μF, typ) DCブッキングコンデンサを不要にします。MAX9725のチャージポンプは2つの小さなコンデンサを使い、基板面積を少ししか使用せず、コストを下げ、ヘッドフォンドライバの周波数特性を改善します。使用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. Charge Pump Capacitance and Load Resistance (出力電力対チャージポンプの容量と負荷抵抗)」のグラフを参照してください。

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というものでした。この方式には次の問題があります。

- スリーブは通常シャーシにグランドされています。このバイアス方式の場合、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放電が起こった場合、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。ドライバはESD放電のすべてに耐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からのグランド電位と一致しないため、アンプを損傷するおそれがあります。

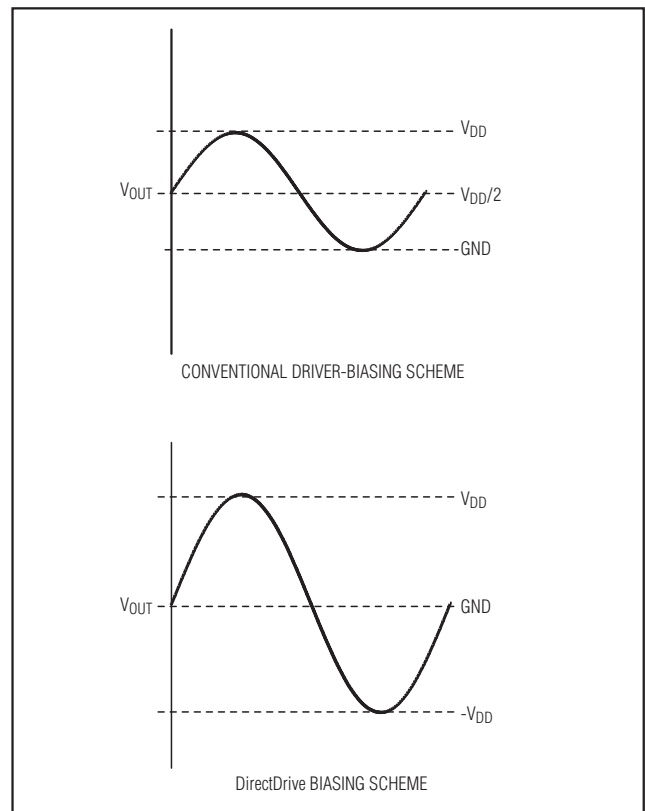


図1. 従来型ドライバの出力波形とMAX9725の出力波形(理想的な場合)

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

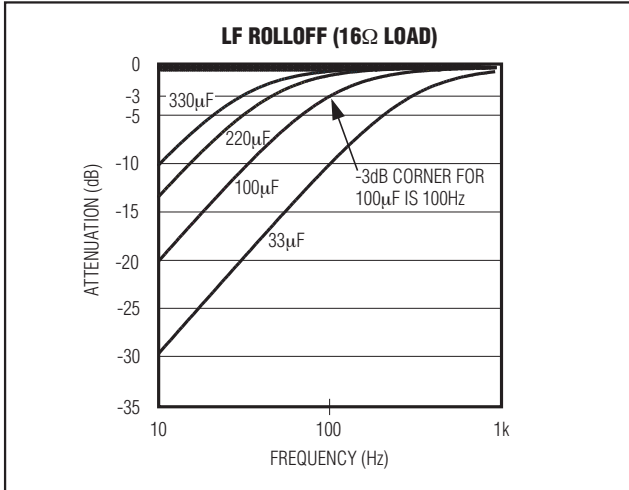


図2. よく使われるDCブロッキングコンデンサの容量値に対する低周波減衰

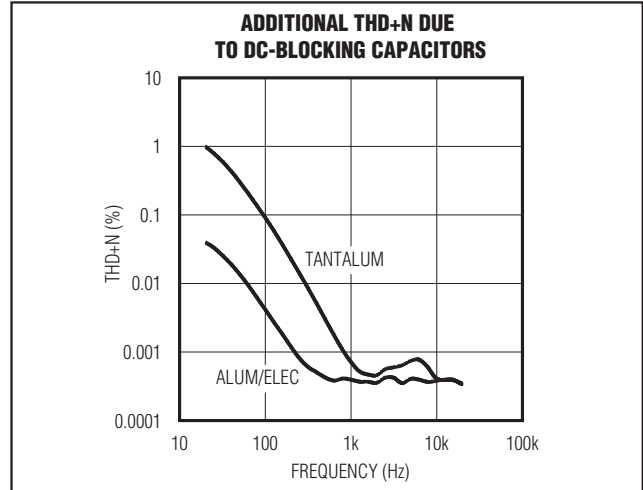


図3. DCブロッキングコンデンサに起因する歪み

低周波応答

大容量のDCブロッキングコンデンサはアンプの低周波応答を制限し、オーディオ信号を歪ませます。

- 1) ヘッドフォン負荷のインピーダンスとDCブロッキングコンデンサは、次式で算出される-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、 R_L はヘッドフォンのインピーダンスであり、 C_{OUT} はDCブロッキング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では、ヘッドフォンからのオーディオ信号が持つ中間レールのDCバイアス成分を遮断するために、ハイパスフィルタが必要です。そのフィルタの欠点は低周波成分を減衰させることです。 C_{OUT} を大きくすると、この影響が小さくなりますが、物理的に大きく、より高価なコンデンサとなります。図2は C_{OUT} の大きさとその値に対する低周波減衰度との関係を示しています。100μFのブロッキングコンデンサとした16Ωのヘッドフォンに対する-3dBポイントは100Hzであり、これは十分に通常のオーディオ帯域に入っており、再生した信号の低周波における減衰が起こることを示しています。

- 2) コンデンサに印加される電圧が変化するとコンデンサの値が変わるため、DCブロッキングコンデンサの電圧係数が、再生されたオーディオ信号の歪に寄与します。低周波では、-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が支配的となり、電圧係数が周波数依存の歪となって表れます。図3は2種の異なったコンデンサの誘電体のタイプによって

導入されるTHD+Nを示します。100Hzを下回る周波数ではTHD+Nは急速に増加します。

低周波減衰と周波数依存の歪みの組合せは、マルチメディアパソコン、およびMP3、CD、およびDVDプレーヤのような携帯型オーディオ機器におけるオーディオの再生に悪影響を与えます。これらの低周波のコンデンサに依存する欠陥はDirectDrive技術を使うことによって排除されます。

チャージポンプ

MAX9725は低ノイズのチャージポンプを備えています。580kHzのスイッチング周波数はオーディオ帯域を十分に越えており、オーディオ信号に干渉することはありません。スイッチのドライバはスイッチング速度を制御して、オンおよびオフの過渡によって発生するノイズを最小化します。ボンドワイヤおよびトレースによる寄生インダクタンスを原因とするdi/dtノイズはチャージポンプのオン/オフ速度を制限することによって最小化されます。高周波ノイズの減衰を加えるためには $C2$ を大きい容量とすることによって可能です(「フランクシヨンドイアグラム」を参照)。さらにノイズを減衰させることは、通常必要ではありません。

シャットダウン

MAX9725のローパワーシャットダウンモードは電源電流を0.6μAに減らします。 \overline{SHDN} をローに駆動するとアンプおよびチャージポンプをディセーブルします。シャットダウンモードでは、ドライバの出力インピーダンスは、標準値で50kΩ (MAX9725A)、37.5kΩ (MAX9725B)、25kΩ (MAX9725C)、100kΩ (MAX9725D)、または R_F (MAX9725E)となります。

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

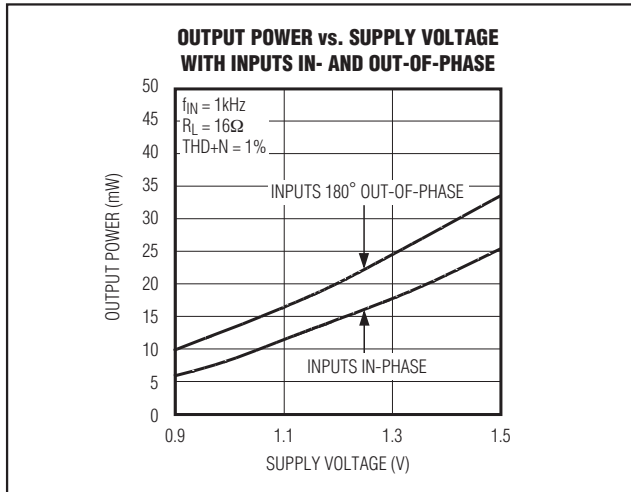


図4. 入力と出力が同相/逆相の場合の電源電圧対出力パワー

クリック/ポップ抑制

従来の単一電源のオーディオドライバでは出力カップリングコンデンサが可聴クリック/ポップの主な原因です。起動時、ドライバはカップリングコンデンサをバイアス電圧まで充電し、それは、通常、電源の半分の電圧です。同様にシャットダウン時は、コンデンサはGNDまで放電します。このコンデンサ両端間の直流レベルがシフトする結果、それがスピーカからの可聴過渡音として聞こえます。MAX9725のDirectDrive技術は出力結合コンデンサの使用を不要とします。

MAX9725は、また、デバイスに内在する可聴過渡音を抑制する広範なクリック/ポップ抑制機能を備えています。「標準動作特性」における「Power-Up/-Down Waveform (立上り/立下り波形)」は起動およびシャットダウン時の出力において、最小のDCシフトとスプリアス過渡ノイズが無いことを示しています。

大部分のアプリケーションにおいて、MAX9725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バイアスを持っています。起動時、入力結合コンデンサは内部の抵抗器(MAX9725A~MAX9725Dは25kΩ、MAX9725Eは10kΩ (min))を通してプリアンプのDCバイアスに充電され、可聴クリック/ポップを発生します。SHDNの立上りを、プリアンプの起動に対して、 $R_{IN} \times C_{IN}$ に基づく時定数の4倍または5倍に遅らせると、入力フィルタに起因するどのようなクリック/ポップも取り除くことができます(「ファンクションダイアグラム」を参照してください)。

アプリケーション情報

電力消費

リニアパワーアンプは通常の動作状態で大きな電力を消費します。各パッケージの最大電力消費は「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項には「Continuous Power Dissipation (連続電力消費)」として与えられていますが、次の式を用いて計算することもできます。

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

ここで、 $T_{J(MAX)}$ は+150°Cであり、 T_A は周囲温度、そして θ_{JA} は°C/Wで表したディレーティングファクタの逆数です。ディレーティングファクタは「Absolute Maximum Ratings」に規定されています。例えば、 θ_{JA} はTQFNパッケージの場合、+59.3°C/Wです。

MAX9725は2つの電力消費源を持っています。それはチャージポンプと2つのアンプです。電力消費が、パッケージが可能とする定格を超える場合には、 V_{DD} を下げるか、負荷インピーダンスを大きくするか、周囲温度を下げるか、またはデバイスにヒートシンクを取り付けるかしてください。出力、電源、およびグランドトレースの幅を広くすると θ_{JA} を下げ、パッケージから、より多い熱を周囲の空気に放散させることができます。

出力パワー

左右のオーディオ信号の大きさおよび/または位相が異なる場合、MAX9725の電力消費は増加します。図4は左右の入力信号が同相/逆相の2つの極端なケースを示しています。標準的なステレオアプリケーションの出力パワーは図4に示す極端な場合の間にあります。MAX9725は両入力同相の場合に、チャンネル当り20mWの出力定格となっています。

負電源を他の回路に給電する

MAX9725はグランド基準の出力信号を供給するために、内部で負電源電圧(PV_{SS})を生成します。チャージポンプから引き出される電流が1mAを超えることがなければ、 PV_{SS} から他のデバイスに給電することができます。 PV_{SS} から1mAを超える電流を引き出すとヘッドフォンドライバ出力およびTHD+N性能に悪影響を与えます。 PV_{SS} をLCDバイアスとして使用することが標準的なアプリケーションです。

PV_{SS} はレギュレートされておらず、 V_{DD} に比例します。最良のチャージポンプの動作のためには、C1PとC1Nの間に1μFのコンデンサを接続してください。

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

部品の選択

入力フィルタ

AC結合コンデンサ(C_{IN})および内部の利得設定用の抵抗器は、入力信号に存在する、いかなるDCバイアスをも除去するハイパスフィルタを形成します(「ファンクションダイアグラム」を参照)。C_{IN}はMAX9725A~MAX9725Dが信号を最適なDCレベルにバイアスすることを可能とします。ハイパスフィルタの-3dBポイントは、信号源インピーダンスがゼロであると仮定すると、次に式で与えられます。

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

f_{-3dB}が対象とする最低の周波数よりも、十分に低くなるようにC_{IN}を選んでください。MAX9725A~MAX9725Dに対するR_{IN}は25kΩとなり、MAX9725Eに対しては最低10kΩとなります。f_{-3dB}を高く設定しすぎると、アンプの低周波応答に影響を与えます。電圧係数が小さい誘電体を持つコンデンサを使用してください。AC結合用のコンデンサにはフィルムまたはCOG誘電体を使ったコンデンサを使用することは良い選択です。電圧係数が大きいコンデンサ、例えば、セラミック、は低周波で歪みが増加するという結果が得られます。

チャージポンプ用コンデンサの選択

ESRが100mΩを下回るコンデンサを使用してください。ESRが小さいセラミックコンデンサはチャージポンプの出力インピーダンスを最小化します。誘電体がX7Rのコンデンサは拡張温度範囲にわたって最良の性能を提供します。表1は推奨するコンデンサの製造業者のリストです。

フライングコンデンサ(C1)

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インピーダンスに影響を及ぼします。小さすぎるC1を選択すると、十分な電流を駆動する能力を低下させて、出力電圧が下がります。C1の値を増加させると、負荷レギュレーションを改善し、チャージポンプの出力インピーダンスを低下させます。「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の容量と負荷抵抗)」のグラフを参照してください。

ホールドコンデンサ(C2)

ホールドコンデンサの値とESRは直接PV_{SS}のリプルに影響します。C2の値を大きくすると、リプルが減ります。より小さいESRを持つコンデンサを選択すると、リプルが減り、出力インピーダンスが小さくなります。小さい最大出力パワーレベルを持つシステムでは、より小さいコンデンサの値を使うことができます。「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の容量と負荷抵抗)」のグラフを参照してください。

電源バイパスコンデンサ(C3)

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低下させ、MAX9725のチャージポンプのスイッチングトランジエントの影響を減少させます。C1と同じ容量値を使ってV_{DD}をPGNDにバイパスしてください。C3は可能な限り、V_{DD}の近くに配置してください。

レイアウトとグラウンド法

最適な性能を得るためには適切なレイアウトとグラウンド法が不可欠です。PGNDとSGNDを一緒にしてプリント基板上の1点で接続してください。PV_{SS}をSV_{SS}に接続してC2を使ってPGNDにバイパスしてください。V_{DD}をPGNDにC3を使ってバイパスしてください。C2とC3は可能な限りMAX9725に近づけて配置してください。PGNDとスイッチングトランジエントを持つすべてのトレースをSGNDおよびオーディオの信号経路から離して配線してください。

MAX9725はヒートシンクを付ける必要はありません。TQFNパッケージはパッケージの熱効率を改善するためのエクスポーズドパッケージを備えています。エクスポーズドパッドは電氣的にGNDおよびV_{DD}と確実に絶縁されるようにしてください。必要に応じてエクスポーズドパッドをV_{SS}に接続してください。

UCSPアプリケーション情報

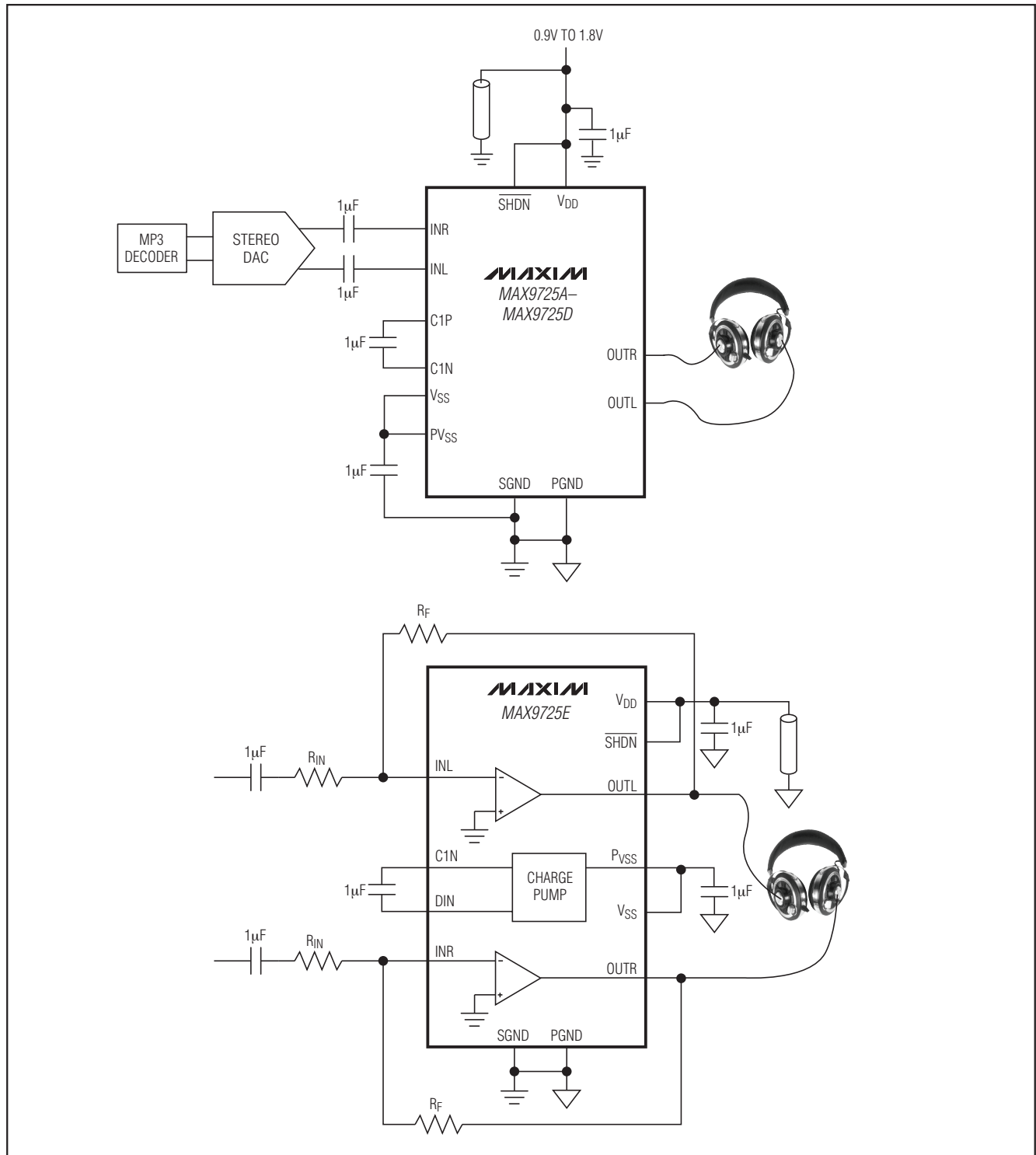
UCSPの構造、寸法、テープキャリアの情報、プリント回路基板技術、バンパッドのレイアウト、および推奨するリフロー温度プロフィール、および最新の信頼性試験結果に関する情報については、Maximのウェブサイトアプリケーションノート1891「ウェハレベルパッケージ(WLP)とその応用」を参照してください。

表1. 推奨するコンデンサの製造業者

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata	770-436-1300	—	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

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

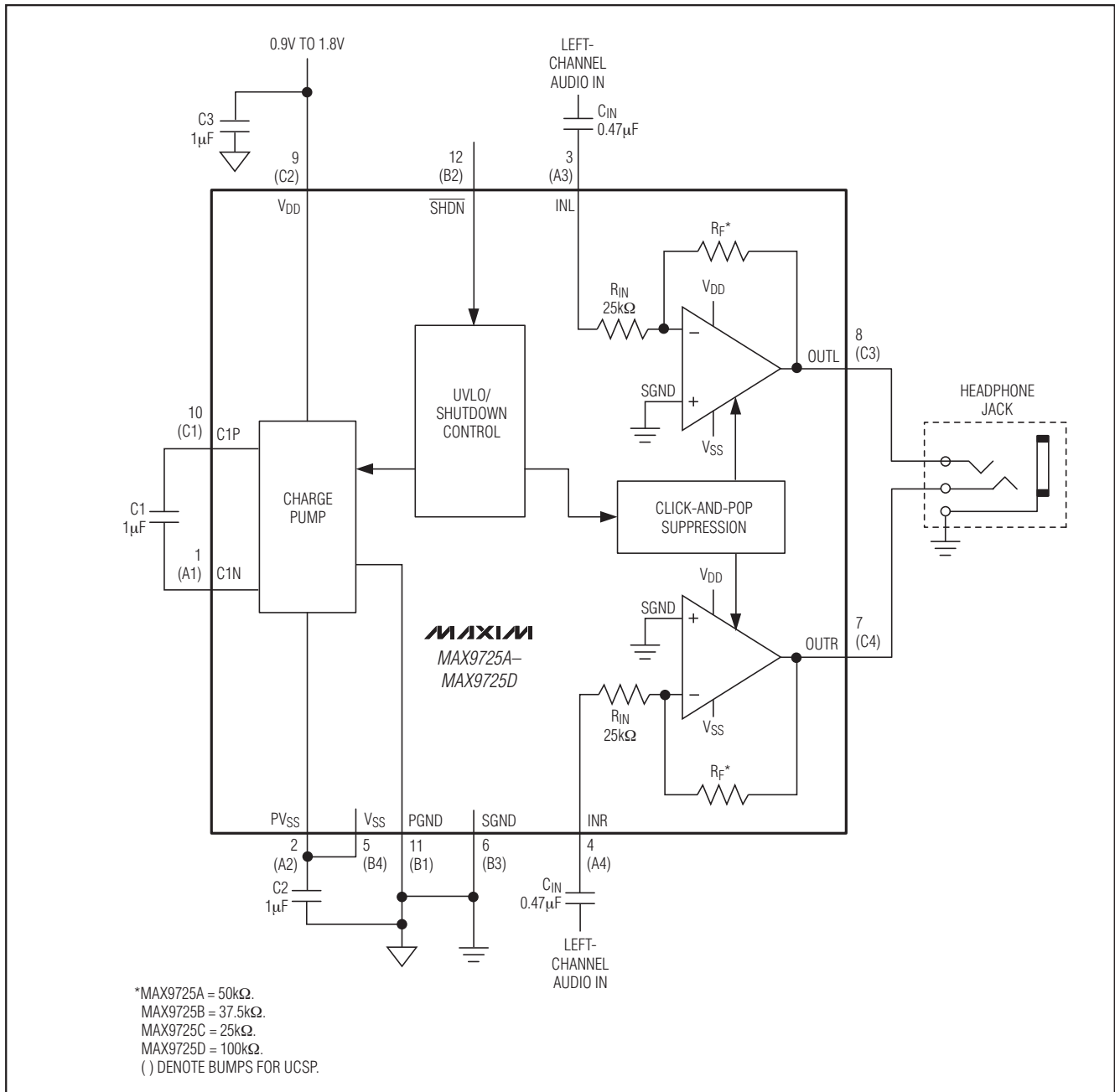
システム図



1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

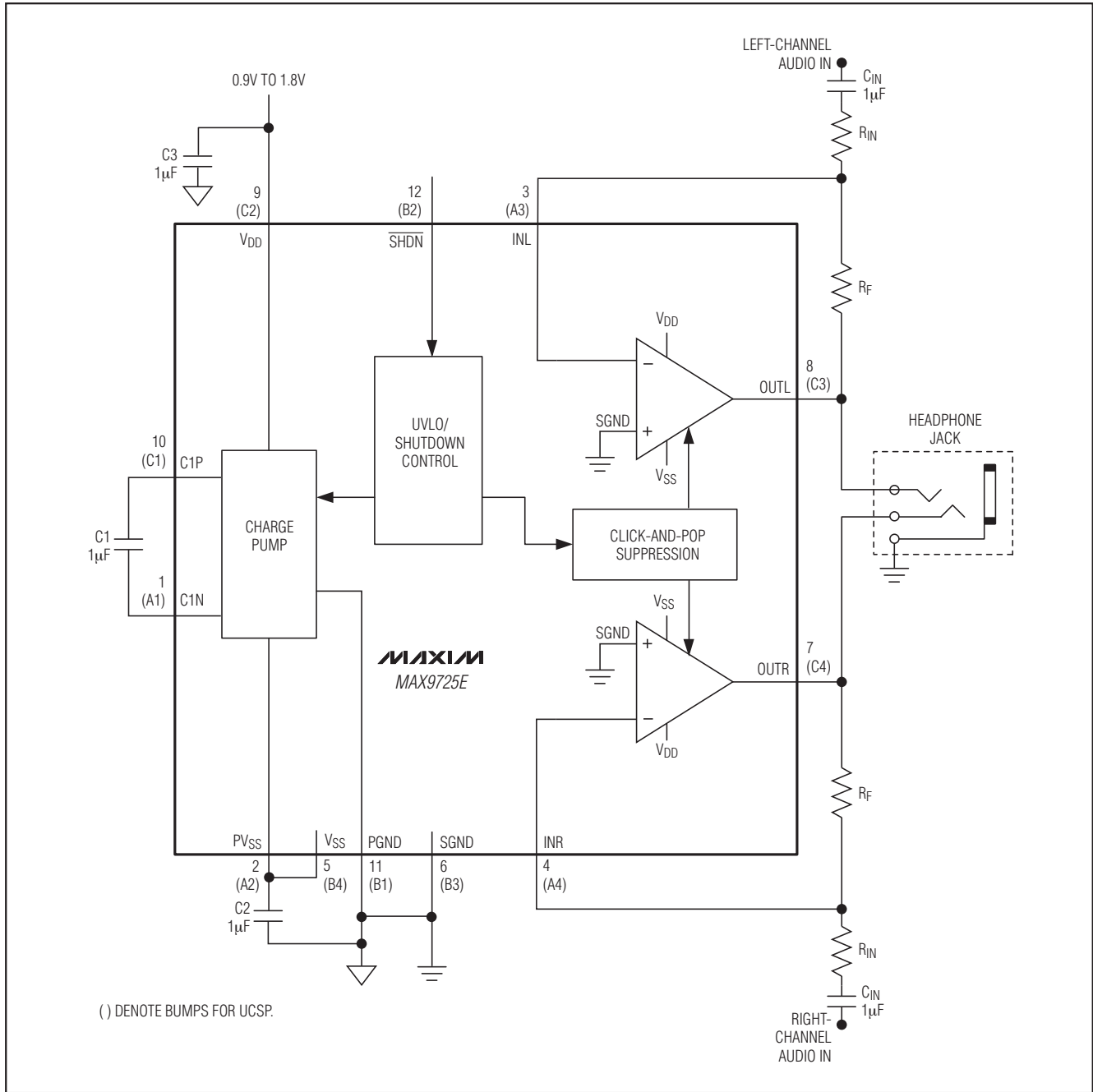
ファンクションダイアグラム

MAX9725



1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

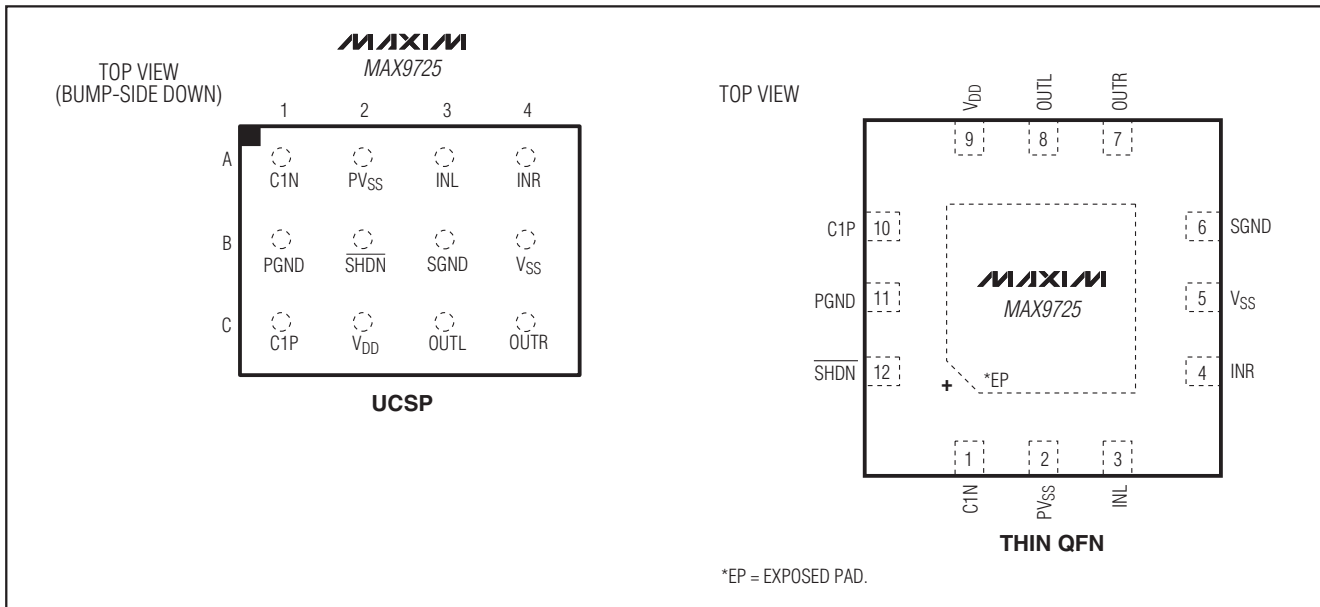
ファンクションダイアグラム(続き)



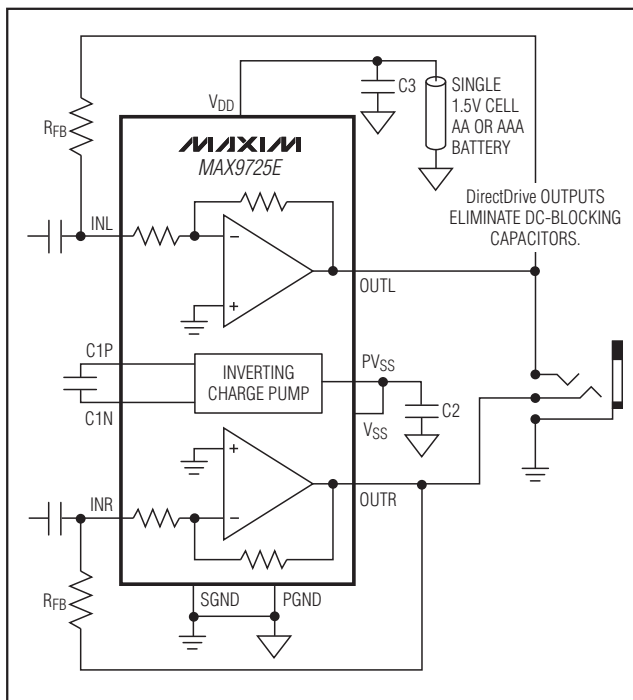
1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

ピン配置



ブロック図(続き)



型番(続き)

PART	PIN-PACKAGE	TOP MARK	GAIN (V/V)
MAX9725BETC+	12 TQFN-EP*	+AAEX	-1.5
MAX9725CEBC+TG45	12 UCSP	+ACM	-1
MAX9725CETC+	12 TQFN-EP*	+AAEY	-1
MAX9725DEBC+TG45	12 UCSP	+ACN	-4
MAX9725DETC+	12 TQFN-EP*	+AAEZ	-4
MAX9725EEBC+TG45	12 UCSP	+AEF	ADJ
MAX9725EETC+**	12 TQFN-EP*	+AAGH	ADJ

注：すべてのデバイスは-40℃～+85℃の動作温度範囲で仕様が規定されています。

+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

*EP = エクスposedパッド

**開発中。入手性についてはお問い合わせください。

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を示したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
12 UCSP	B12-1	21-0104
12 TQFN-EP	T1244-4	21-0139

1V、低電力、DirectDrive シャットダウン付きステレオヘッドフォンアンプ

MAX9725

改訂履歴

版数	改訂日	説明	変更ページ
0	11/04	製品リリース	—
1	5/05	UCSPパッケージを開発中製品としたアステリスクを削除、ECテーブルの注釈を追加	1-3, 13, 14
2	11/07	MAX9725Eのパッケージを追加、MAX9725EのECテーブル、ブロック図、ファンクションダイアグラム、およびシステム図を追加。パッケージ情報を更新	1-3, 6, 8-19
3	8/08	ファンクションダイアグラムの誤りを訂正	14
4	3/09	「型番」を更新、スタイル上の変更	1, 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

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 17