

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

## 概要

MAX9770は、単一デバイスにモノラル、フィルタレス、D級スピーカアンプとステレオDirectDriveヘッドフォンアンプを内蔵しています。MAX9770は2.5V~5.5Vの単一電源で動作し、外付け部品点数、システムコスト、基板面積を削減し、優れたオーディオ再生機能を搭載しています。

スピーカアンプはマキシムの特許取得のD級アーキテクチャを採用して、D級の効率でAB級の性能を発揮し、基板面積を削減して、バッテリー寿命を延ばします。スピーカアンプは1.2Wを8Ω負荷に供給しながら、85%以上の効率を発揮します。スペクトラム拡散方式を採用しているため、変調周波数に起因する放射が低減します。さらに、SYNC入力を通じてMAX9770の発振器を外付けクロックに同期することができ、システム内で問題が起こりうる周波数を回避します。スピーカアンプは、0.025%の低THD+N、70dBの高PSRR、及び90dB以上のSNRを備えています。

ヘッドフォンアンプは、単一電源からグランド基準出力を生成するマキシムの特許取得のDirectDriveアーキテクチャを備えているため、大容量DCブロッキングコンデンサが不要になります。ヘッドフォンアンプは最大80mWを16Ω負荷に供給し、0.015%の低THD+N、80dBの高PSRR、±8kVのESD保護の出力を備えています。ヘッドフォン検出入力によってヘッドフォンの接続が検出され、アンプがスピーカモードまたはヘッドフォンモードのいずれかに自動設定されます。

MAX9770は内部で設定するロジック選択可能な利得と包括的な入力マルチプレクサ/ミキサを備えているため、複数オーディオソースを選択し、スピーカモードでステレオソースを忠実にモノラル再生することができます。業界トップクラスのクリック/ポップノイズ抑制によって、起動及びシャットダウンサイクル時に可聴トランジェントノイズが除去されます。低電力シャットダウンモードでは、電流消費が0.1μAに低減し、さらにバッテリー寿命が延びます。

MAX9770は、省スペースの放熱効果に優れた28ピンTQFN/パッケージ(5mm x 5mm x 0.8mm)と28ピンTSSOPパッケージで提供されます。MAX9770は過熱保護及び出力短絡保護を備え、-40°C~+85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。

## アプリケーション

携帯電話  
PDA  
小型ノートブック

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

MAXIM

## 特長

- ◆ 1.2WフィルタレスD級アンプは100mmのケーブルでFCC B級放射規格に適合
- ◆ ユニークなスペクトラム拡散モードは従来方式に比べ放射を5dB向上
- ◆ 80mWのDirectDriveヘッドフォンアンプによって大容量DCブロッキングコンデンサが不要
- ◆ 高PSRR：80dB(217Hz時)
- ◆ 効率：85%
- ◆ 低THD+N：0.015%
- ◆ 業界トップクラスのクリック/ポップノイズ抑制
- ◆ 3ウェイの入力ミキサ/マルチプレクサ内蔵
- ◆ ロジック選択可能な利得
- ◆ 短絡/過熱保護
- ◆ ヘッドフォン出力のESD保護：±8kV
- ◆ 低電力シャットダウンモード
- ◆ 省スペース、放熱効果に優れたパッケージで提供  
28ピンTQFN(5mm x 5mm x 0.8mm)  
28ピンTSSOP

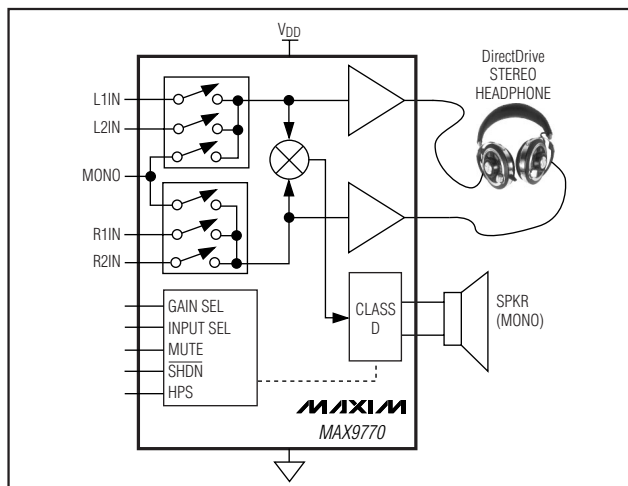
## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX9770ETI†	-40°C to +85°C	28 TQFN-EP*
MAX9770EUI	-40°C to +85°C	28 TSSOP

† 無鉛パッケージ

\* EP = エクスポートパドル

## 簡略ブロックダイアグラム



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

GND to PGND to CPGND.....	-0.3V to +0.3V	Duration of HPOUT_ Short Circuit to V <sub>DD</sub> , PV <sub>DD</sub> , GND, PGND .....	Continuous
V <sub>DD</sub> to PV <sub>DD</sub> to CPV <sub>DD</sub> .....	-0.3V to +0.3V	Duration of Short Circuit between HPOUTL and HPOUTR .....	Continuous
V <sub>DD</sub> to GND.....	6V	Duration of OUT_ Short Circuit to V <sub>DD</sub> , PV <sub>DD</sub> , GND, PGND ..	10s
PV <sub>DD</sub> to PGND .....	6V	Duration of Short Circuit Between OUT+ and OUT-.....	10s
CPV <sub>DD</sub> to CPGND .....	6V	Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
CPV <sub>SS</sub> to CPGND.....	-6V	28-Pin TQFN (derate 20.8mW/°C above +70°C) .....	1667mW
SV <sub>SS</sub> to GND.....	-6V	28-Pin TSSOP (derate 12.8mW/°C above +70°C) .....	1026mW
C1N.....	(PV <sub>SS</sub> - 0.3V) to (CPGND + 0.3V)	Junction Temperature .....	+150°C
HPOUT_ to GND .....	±3V	Operating Temperature Range .....	-40°C to +85°C
All other pins to GND.....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
Continuous Current Into/Out of:		Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C
PV <sub>DD</sub> , PGND, OUT_.....	600mA		
PV <sub>SS</sub> .....	260mA		

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<sub>DD</sub> = PV<sub>DD</sub> = CPV<sub>DD</sub> = 3.3V, GND = PGND = CPGND = 0V,  $\overline{\text{SHDN}}$  = 3.3V, C1 = C2 = 1μF, C<sub>BIAS</sub> = 0.047μF, SYNC = GND, R<sub>L</sub> = ∞, speaker load connected between OUT+ and OUT-, headphone load connected between HPOUT\_ and GND, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL</b>						
Supply Voltage Range	V <sub>DD</sub>	Inferred from PSRR test	2.5		5.5	V
Quiescent Supply Current	I <sub>DD</sub>	No load	Headphone mode			mA
			5.5	10		
		Speaker mode	5.2	7.5		
Shutdown Supply Current	I <sub>SHDN</sub>	SHDN = HPS = GND	0.1		10	μA
Shutdown to Full Operation	t <sub>ON</sub>			50		ms
Input Impedance	R <sub>IN</sub>	(Note 3)	MONO			kΩ
			7	10		
		INL_, INR_	14	20		
Bias Voltage	V <sub>BIAS</sub>		1.1	1.25	1.4	V
Feedthrough		From any unselected input to any output, f = 10kHz		70		dB
<b>SPEAKER AMPLIFIER (GAIN1 = GAIN2 = V<sub>DD</sub>, HPS = GND)</b>						
Output Offset Voltage	V <sub>OS</sub>			±15	±70	mV
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	(Note 4)	V <sub>DD</sub> = 2.5V to 5.5V	50	70	dB
			V <sub>RIPPLE</sub> = 200mV <sub>P-P</sub> , f = 217Hz		70	
			V <sub>RIPPLE</sub> = 200mV <sub>P-P</sub> , f = 1kHz		68	
			V <sub>RIPPLE</sub> = 200mV <sub>P-P</sub> , f = 20kHz		50	
Output Power	P <sub>OUT</sub>	f = 1kHz, THD+N = 1%, GAIN1 = 1, GAIN2 = 0	V <sub>DD</sub> = 3.3V	R <sub>L</sub> = 8Ω	550	mW
				R <sub>L</sub> = 4Ω	900	
			V <sub>DD</sub> = 5V	R <sub>L</sub> = 8Ω	1200	
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	R <sub>L</sub> = 8Ω, P <sub>OUT</sub> = 300mW, f = 1kHz	0.025		%	
		R <sub>L</sub> = 4Ω, P <sub>OUT</sub> = 300mW, f = 1kHz	0.03			

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DD} = PV_{DD} = CPV_{DD} = 3.3V$ ,  $GND = PGND = CPGND = 0V$ ,  $\overline{SHDN} = 3.3V$ ,  $C1 = C2 = 1\mu F$ ,  $C_{BIAS} = 0.047\mu F$ ,  $SYNC = GND$ ,  $R_L = \infty$ , speaker load connected between  $OUT+$  and  $OUT-$ , headphone load connected between  $HPOUT-$  and  $GND$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 8\Omega$ , $V_{OUT} = 2V_{RMS}$ , A-weighted		85.9		dB	
Output Switching Frequency	$F_S$	SYNC = GND	980	1100	1220	kHz	
		SYNC = FLOAT	1280	1450	1620		
		SYNC = $V_{DD}$		1220 $\pm 120kHz$			
SYNC Frequency Lock Range			800		2000	kHz	
Efficiency	$\eta$	$P_O = 1000mW$ , $f = 1kHz$		85		%	
Gain	$A_V$	GAIN1 = 0, GAIN2 = 0		6		dB	
		GAIN1 = 0, GAIN2 = 1		3			
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 0		9			
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 1		0			
Gain Accuracy					$\pm 5$	%	
Speaker Path Off-Isolation		HPS = $V_{DD}$ , headphone amplifier active, $f = 1kHz$		102		dB	
<b>HEADPHONE AMPLIFIER (GAIN1 = 1, GAIN2 = 0, HPS = <math>V_{DD}</math>)</b>							
Output Offset Voltage	$V_{OS}$			$\pm 5$	$\pm 10$	mV	
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	(Note 3)	$V_{DD} = 2.5V$ to $5.5V$	65	76	dB	
			$V_{RIPPLE} = 200mV_{P-P}$ , $f = 217kHz$		85		
			$V_{RIPPLE} = 200mV_{P-P}$ , $f = 1kHz$		82		
			$V_{RIPPLE} = 200mV_{P-P}$ , $f = 20kHz$		56		
Output Power	$P_{OUT}$	$f = 1kHz$ , THD+N = 1%	$V_{DD} = 3.3V$	$R_L = 32\Omega$	40	55	mW
				$R_L = 16\Omega$		40	
			$V_{DD} = 5V$	$R_L = 32\Omega$		60	
				$R_L = 16\Omega$		80	
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	$R_L = 32\Omega$ , $P_{OUT} = 50mW$ , $f = 1kHz$		0.015		%	
		$R_L = 16\Omega$ , $P_{OUT} = 35mW$ , $f = 1kHz$		0.03			
Signal-to-Noise Ratio	SNR	$R_L = 32\Omega$ , $V_{OUT} = 300mV_{RMS}$ , BW = 22Hz to 22kHz		101		dB	
Crosstalk		Between channels, $f = 1kHz$ , $V_{IN} = 200mV_{P-P}$		80		dB	
Headphone Off-Isolation		HPS = GND, speaker amplifier active, $f = 1kHz$		96		dB	

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DD} = PV_{DD} = CPV_{DD} = 3.3V$ ,  $GND = PGND = CPGND = 0V$ ,  $\overline{SHDN} = 3.3V$ ,  $C_1 = C_2 = 1\mu F$ ,  $C_{BIAS} = 0.047\mu F$ ,  $SYNC = GND$ ,  $R_L = \infty$ , speaker load connected between  $OUT+$  and  $OUT-$ , headphone load connected between  $HPOUT_+$  and  $GND$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Capacitive-Load Drive	$C_L$			1000		pF
Gain	$A_V$	GAIN1 = 0, GAIN2 = 0		7		dB
		GAIN1 = 0, GAIN2 = 1		4		
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 0		-2		
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 1		1		
Gain Accuracy				$\pm 2.5$		%
ESD Protection		HPOUTR, HPOUTL, IEC Air Discharge		$\pm 8$		kV
<b>DIGITAL INPUTS (<math>\overline{SHDN}</math>, <math>SYNC</math>, <math>HPS</math>, <math>GAIN_+</math>, <math>SEL_+</math>)</b>						
Input Voltage High	$V_{IH}$		2			V
Input Voltage Low	$V_{IL}$				0.8	V
Input Leakage Current		SYNC input			$\pm 25$	$\mu A$
		All other logic inputs			$\pm 1$	
HPS Input Current		HPS = GND			-10	$\mu A$

**Note 1:** All devices are 100% production tested at  $+25^\circ C$ . All temperature limits are guaranteed by design.

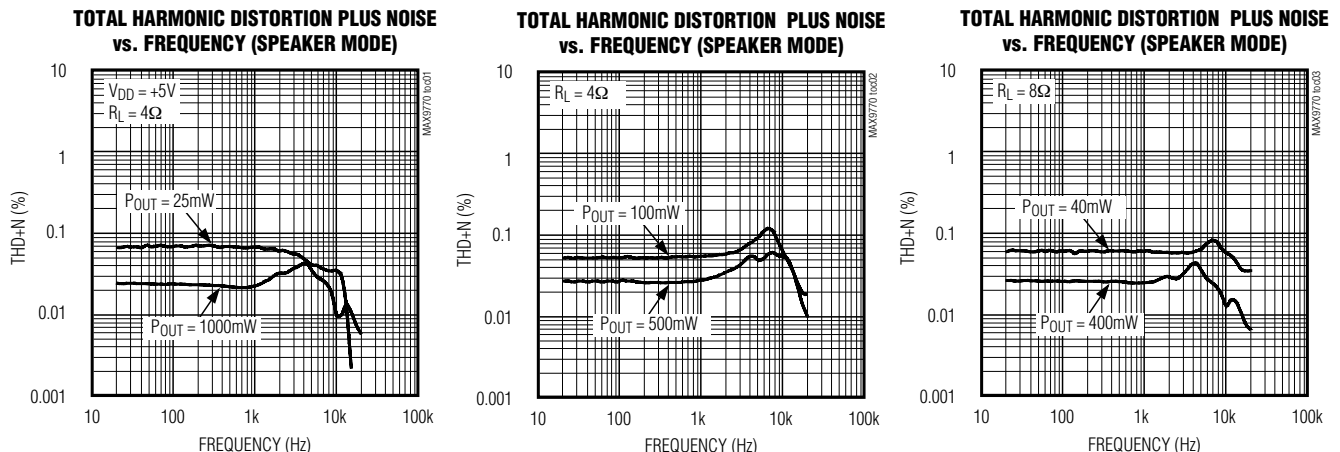
**Note 2:** Speaker amplifier testing performed with a resistive load in series with an inductor to simulate an actual speaker load. For  $R_L = 4\Omega$ ,  $L = 47\mu H$ . For  $R_L = 8\Omega$ ,  $L = 68\mu H$ .

**Note 3:** Guaranteed by design, not production tested.

**Note 4:** PSRR is specified with the amplifier inputs connected to GND through  $C_{IN}$ .

## 標準動作特性

( $V_{DD} = 3.3V$ ,  $BW = 22Hz$  to  $22kHz$ ,  $GAIN1 = 1$ ,  $GAIN2 = 0$ , spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)

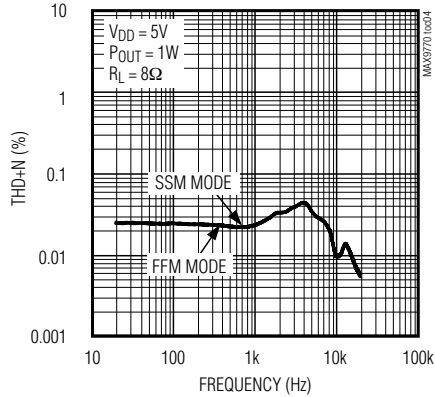


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

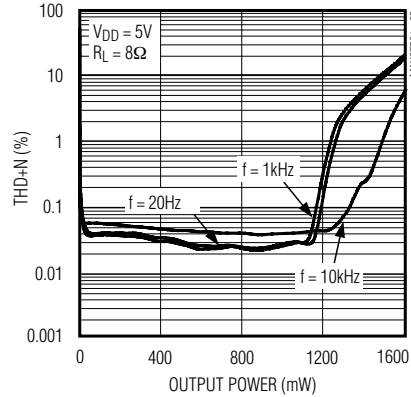
## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = 3.3V$ , BW = 22Hz to 22kHz, GAIN1 = 1, GAIN2 = 0, spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)

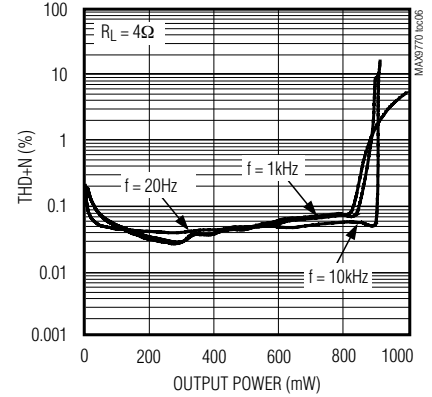
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (SPEAKER MODE)**



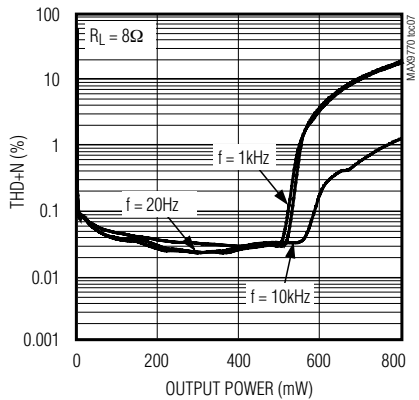
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (SPEAKER MODE)**



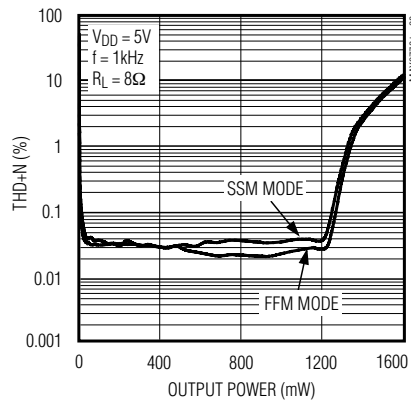
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (SPEAKER MODE)**



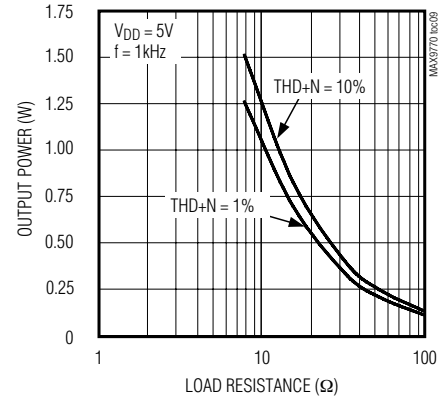
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (SPEAKER MODE)**



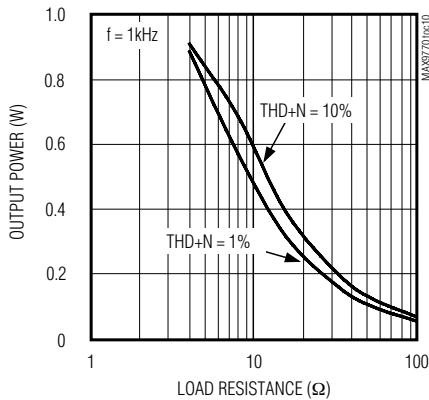
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (SPEAKER MODE)**



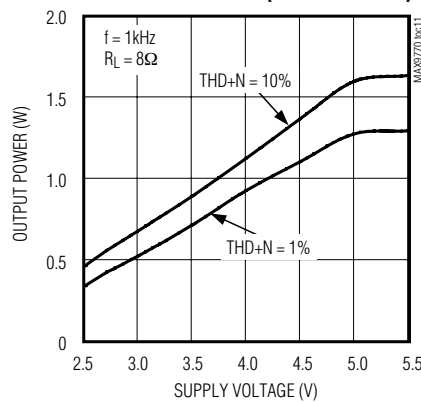
**OUTPUT POWER vs. LOAD RESISTANCE (SPEAKER MODE)**



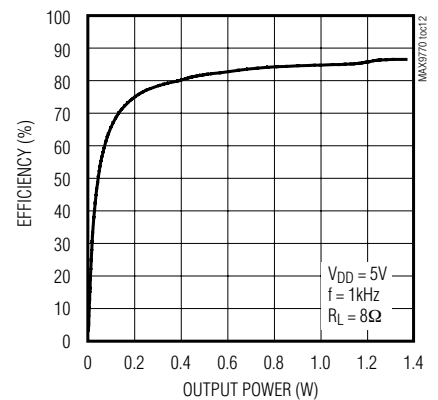
**OUTPUT POWER vs. LOAD RESISTANCE (SPEAKER MODE)**



**OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE (SPEAKER MODE)**



**EFFICIENCY vs. OUTPUT POWER**

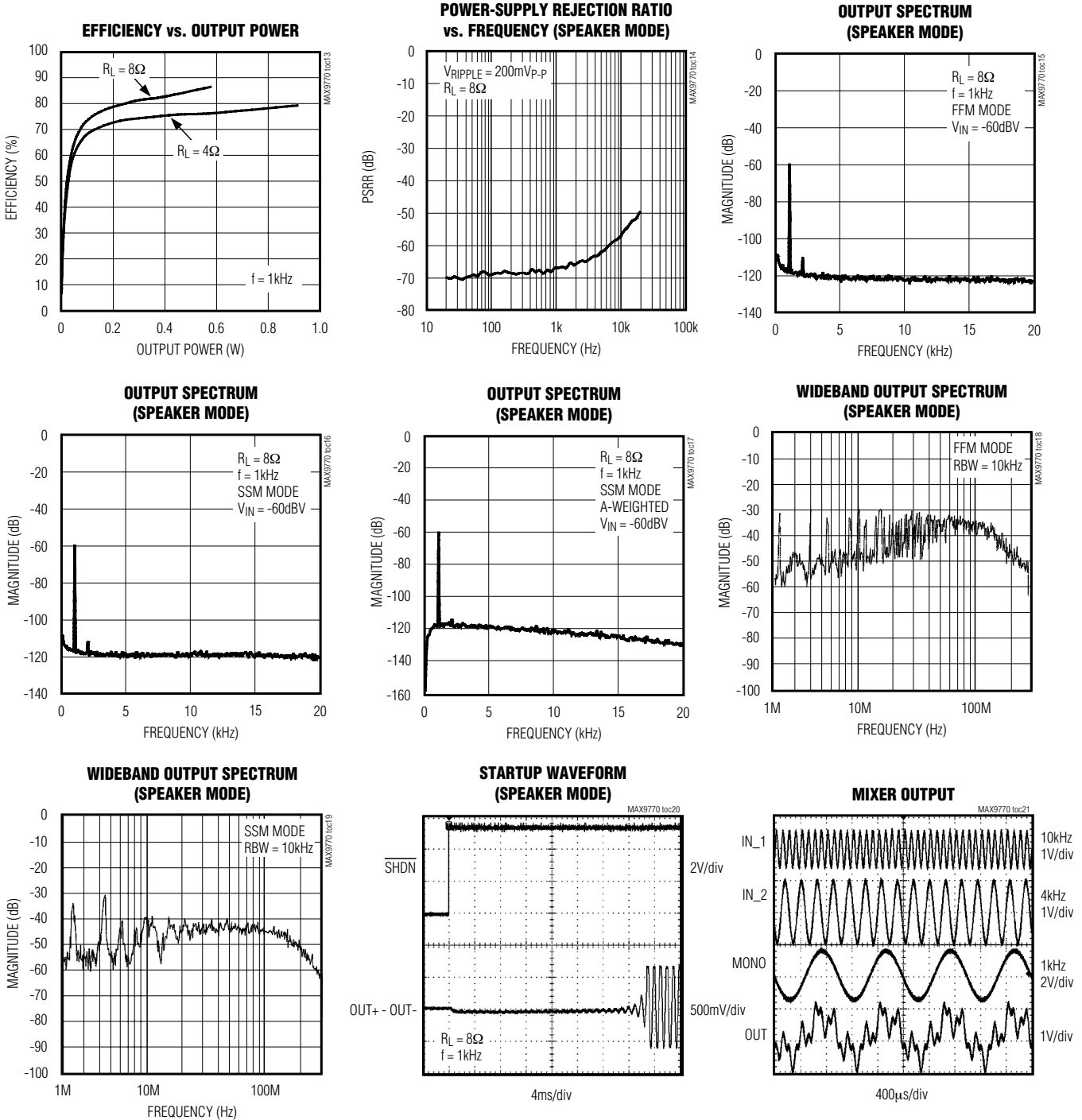


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = 3.3V$ , BW = 22Hz to 22kHz, GAIN1 = 1, GAIN2 = 0, spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)

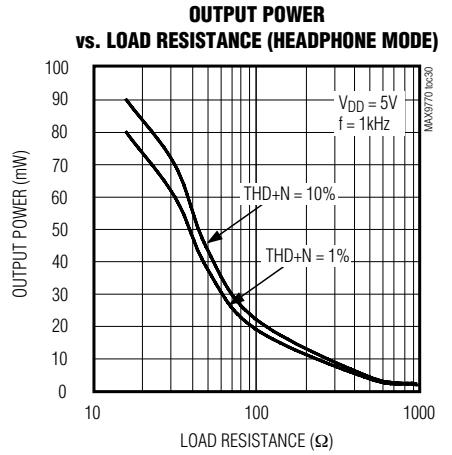
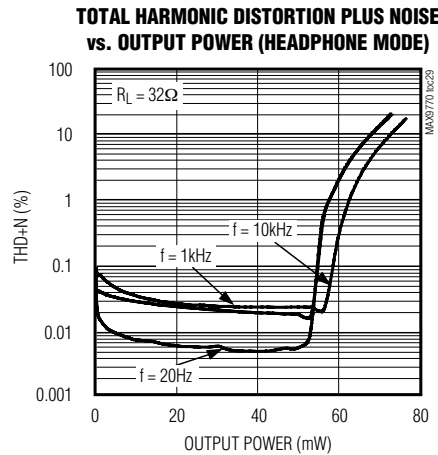
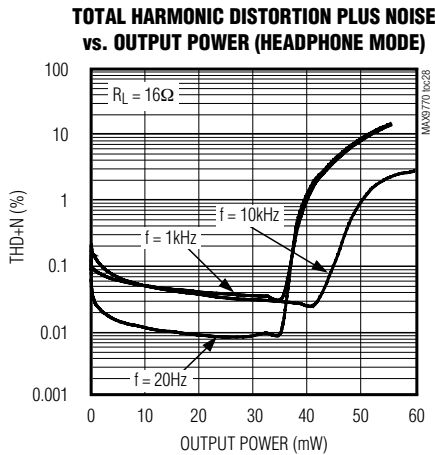
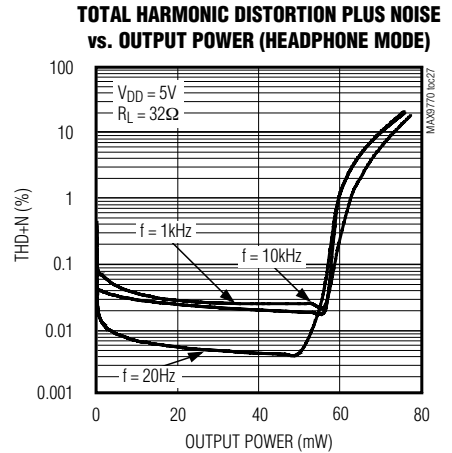
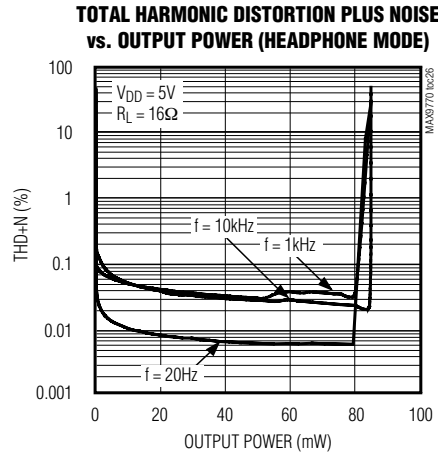
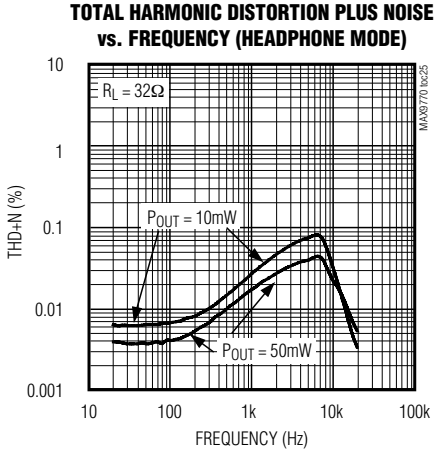
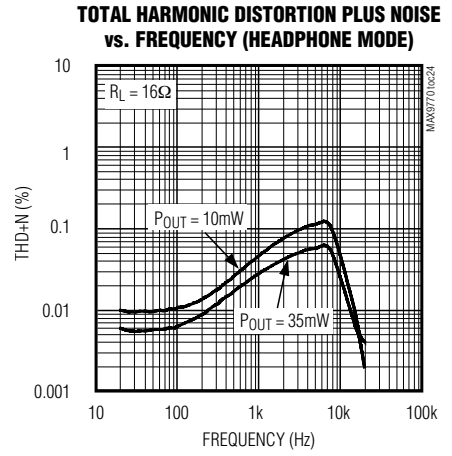
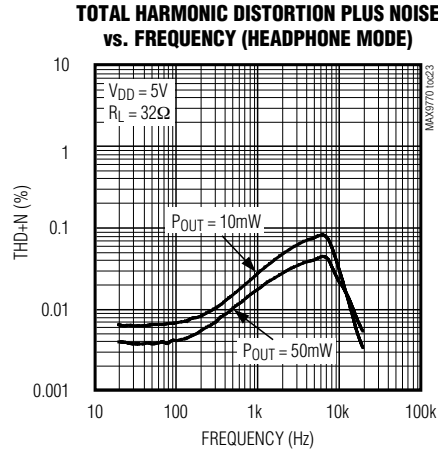
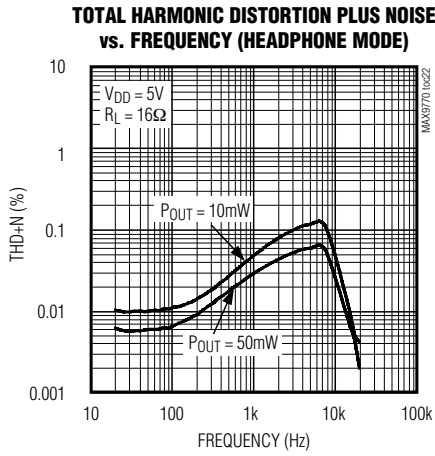


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = 3.3V$ ,  $BW = 22Hz$  to  $22kHz$ ,  $GAIN1 = 1$ ,  $GAIN2 = 0$ , spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)

MAX9770



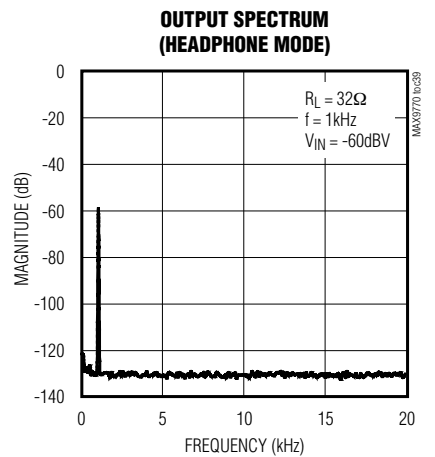
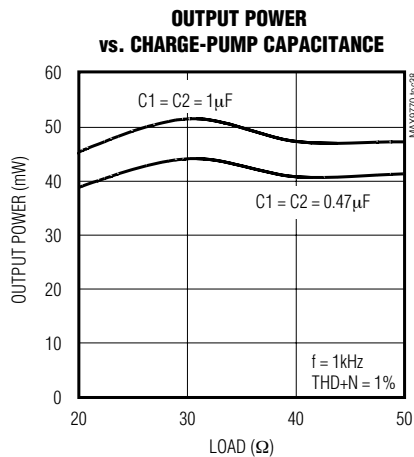
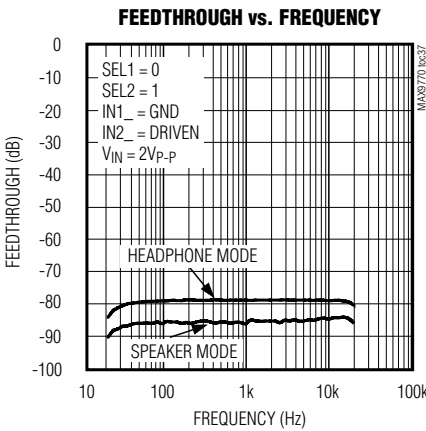
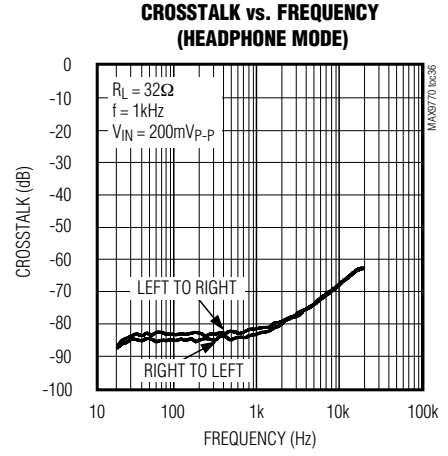
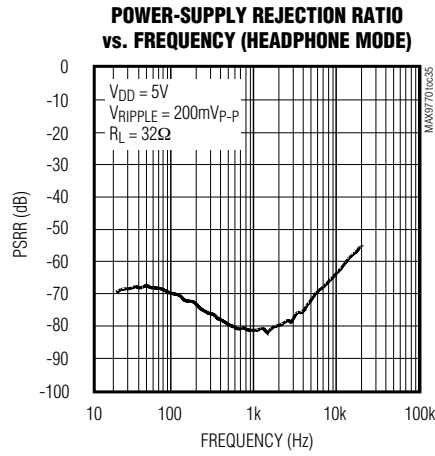
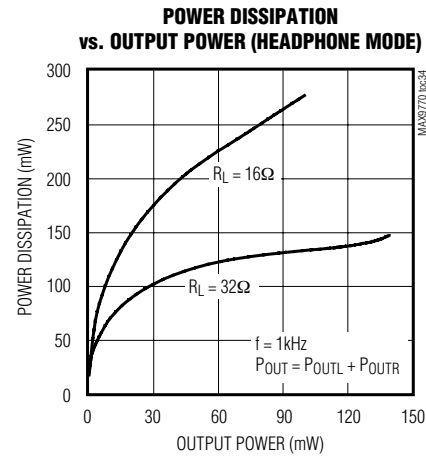
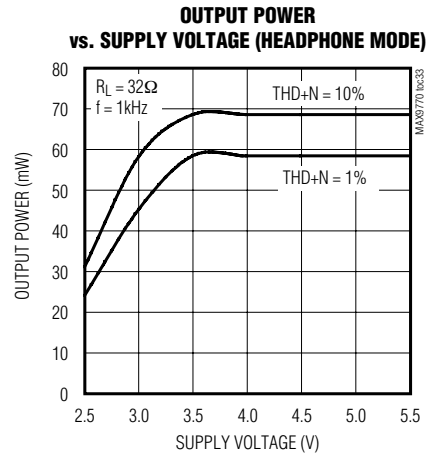
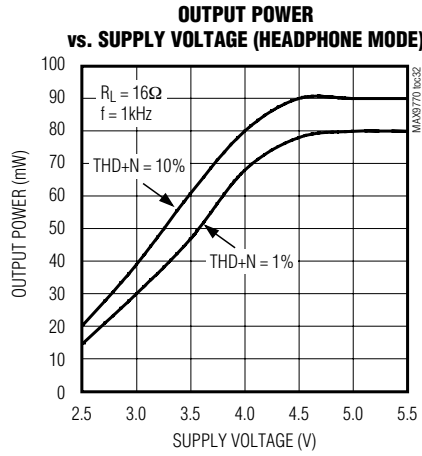
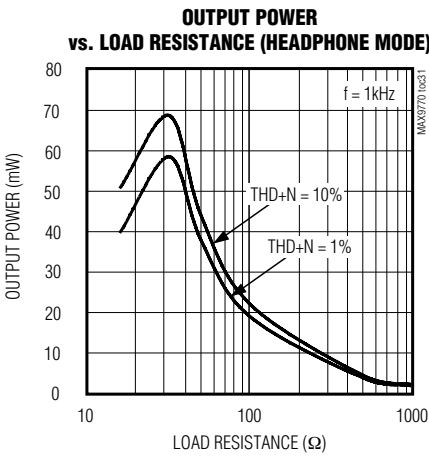


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = 3.3V$ , BW = 22Hz to 22kHz, GAIN1 = 1, GAIN2 = 0, spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)



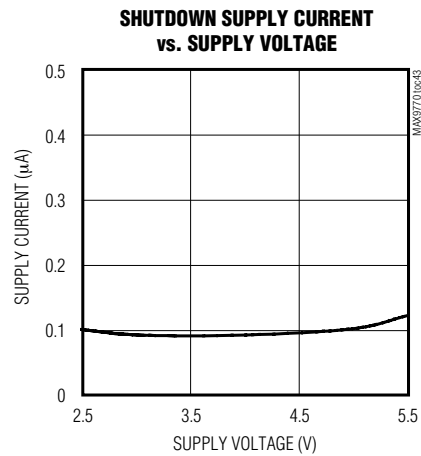
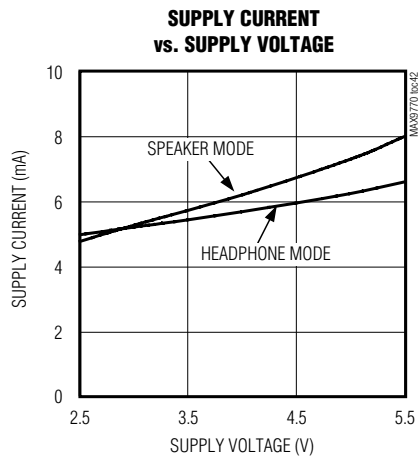
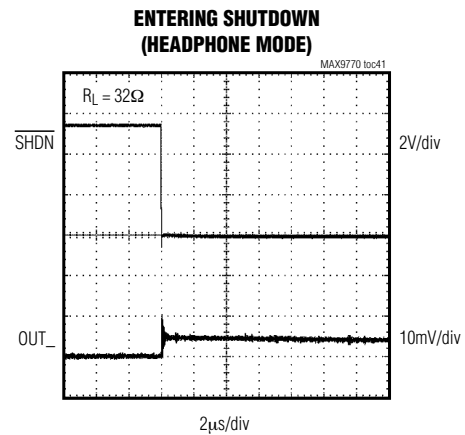
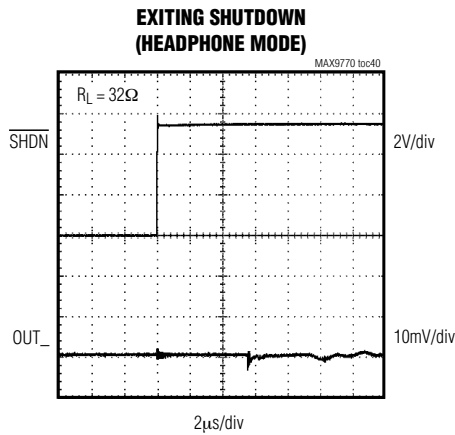


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = 3.3V$ , BW = 22Hz to 22kHz, GAIN1 = 1, GAIN2 = 0, spread-spectrum mode, headphone outputs in phase.)



## 端子説明

端子		名称	機能
TQFN	TSSOP		
1	4	BIAS	コモンモードバイアス電圧。0.047μFコンデンサでGNDにバイパスします。
2	5	$V_{DD}$	電源
3	6	HPOUTR	右チャンネルヘッドフォン出力
4	7	HPOUTL	左チャンネルヘッドフォン出力
5	8	$S_{VSS}$	ヘッドフォンアンプ負電源
6	9	HPS	ヘッドフォン検出入力

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 端子説明(続き)

端子		名称	機能
TQFN	TSSOP		
7	10	CPVDD	正チャージポンプ電源
8	11	CPVSS	チャージポンプ出力。SV <sub>SS</sub> に接続します。
9	12	C1N	チャージポンプフライングコンデンサ負端子
10	13	C1P	チャージポンプフライングコンデンサ正端子
11	14	CPGND	チャージポンプグランド
12	15	SEL1	ステレオチャンネル1入力を選択します。デジタル入力。入力IN1_LとIN1_Rを選択するには、SEL1をハイにします。
13	16	SEL2	ステレオチャンネル2入力を選択します。デジタル入力。入力IN2_LとIN2_Rを選択するには、SEL2をハイにします。
14	17	SELM	モノラルチャンネル入力を選択します。デジタル入力。MONO入力を選択するには、SELMをハイにします。
15	18	$\overline{\text{SHDN}}$	シャットダウン。デバイスをディセーブルするには、 $\overline{\text{SHDN}}$ をローにします。通常動作にするには、 $\overline{\text{SHDN}}$ をV <sub>DD</sub> に接続します。
16	19	SYNC	周波数の選択と外部クロック入力。 <b>SYNC = GND</b> : f <sub>S</sub> = 1100kHzの固定周波数PWMモード <b>SYNC = Float</b> : f <sub>S</sub> = 1450kHzの固定周波数PWMモード <b>SYNC = V<sub>DD</sub></b> : f <sub>S</sub> = 1220kHz±120kHzのスペクトラム拡散PWMモード <b>SYNC = Clocked</b> : f <sub>S</sub> = 外部クロック周波数の固定周波数PWMモード
17	20	PGND	スピーカアンプ用パワーグランド
18	21	OUT+	スピーカアンプ正出力
19	22	OUT-	スピーカアンプ負出力
20	23	PVDD	スピーカアンプ用パワー電源
21	24	GAIN2	利得制御入力2
22	25	GAIN1	利得制御入力1
23	26	MONO	モノラルチャンネル入力
24	27	IN2_L	ステレオチャンネル2、左入力
25	28	IN1_L	ステレオチャンネル1、左入力
26	1	GND	グランド
27	2	IN2_R	ステレオチャンネル2、右入力
28	3	IN1_R	ステレオチャンネル1、右入力
EP	—	EP	エクスポーズドパドル。フローティングまたはGNDに接続可能。

## 詳細

MAX9770は、1.2WのモノラルD級スピーカアンプと、内蔵ヘッドフォン検出及び包括的クリック/ポップノイズ抑制付80mW DirectDriveヘッドフォンアンプを統合しています。ミキサ/マルチプレクサによって、2つのステレオ入力ソースと1つのモノラルソースの中から選択し、これらをミキシングすることができます。MAX9770は、80dBの高PSRR、0.015%の低THD+N、業界トップクラスのクリック/ポップノイズ抑制性能、及び低電力シャットダウンモードを備えています。

## D級スピーカアンプ

MAX9770のD級アンプは、D級の効率でAB級並みの性能を発揮する、完全フィルタレス、低EMI、スイッチモードアーキテクチャを備えています。コンパレータはMAX9770入力を監視して、入力電圧を鋸歯状波形と照合します。鋸歯状波形の入力値が対応入力電圧を上回ると、コンパレータは反転します。第2コンパレータトリップポイントの立上りエッジの一定時間後にコンパレータはリセットし、第2コンパレータの出力に最小幅パルスのt<sub>ON(min)</sub>を生成します(図1)。入力電圧が上下すると、一方の出力のパルス期間は長くなり(第1コンパレータトリップポイント)、また他方の出力パルス期間はt<sub>ON(min)</sub>にとどまります。このため、スピーカの実電圧(V<sub>OUT+</sub> - V<sub>OUT-</sub>)は変動します。

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

## 動作モード

チャージポンプのスイッチング周波数は、動作モードに関係なく、D級アンプのスイッチング周波数の1/2です。SYNCが外部から駆動されると、チャージポンプは $1/2 f_{\text{SYNC}}$ でスイッチングします。SYNC =  $V_{\text{DD}}$ の場合は、チャージポンプはスペクトラム拡散パターンでスイッチングします。

## 固定周波数変調(FFM)モード

MAX9770は、2種類のFFMモードを備えています。SYNC = GNDに設定すると1.1MHzスイッチング周波数に、SYNC = FLOATに設定すると1.45MHzスイッチング周波数にFFMモードが選択されます。FFMモードでは、D級出力の周波数スペクトルは、基本スイッチング周波数

表1. 動作モード

SYNC INPUT	MODE
GND	FFPWM with $f_s = 1100\text{kHz}$
FLOAT	FFPWM with $f_s = 1450\text{kHz}$
$V_{\text{DD}}$	SSPWM with $f_s = 1220\text{kHz} \pm 120\text{kHz}$
Clocked	FFPWM with $f_s = \text{external clock frequency}$

とその高調波から構成されています(「標準動作特性」の「広帯域出力スペクトル(Wideband Output Spectrum)」図を参照)。1つまたは複数の高調波の周波数が敏感な帯域に入る場合、MAX9770ではスイッチング周波数を+32%変更することができます。この変更は動作時に行うことができ、オーディオ再生には影響を及ぼしません。

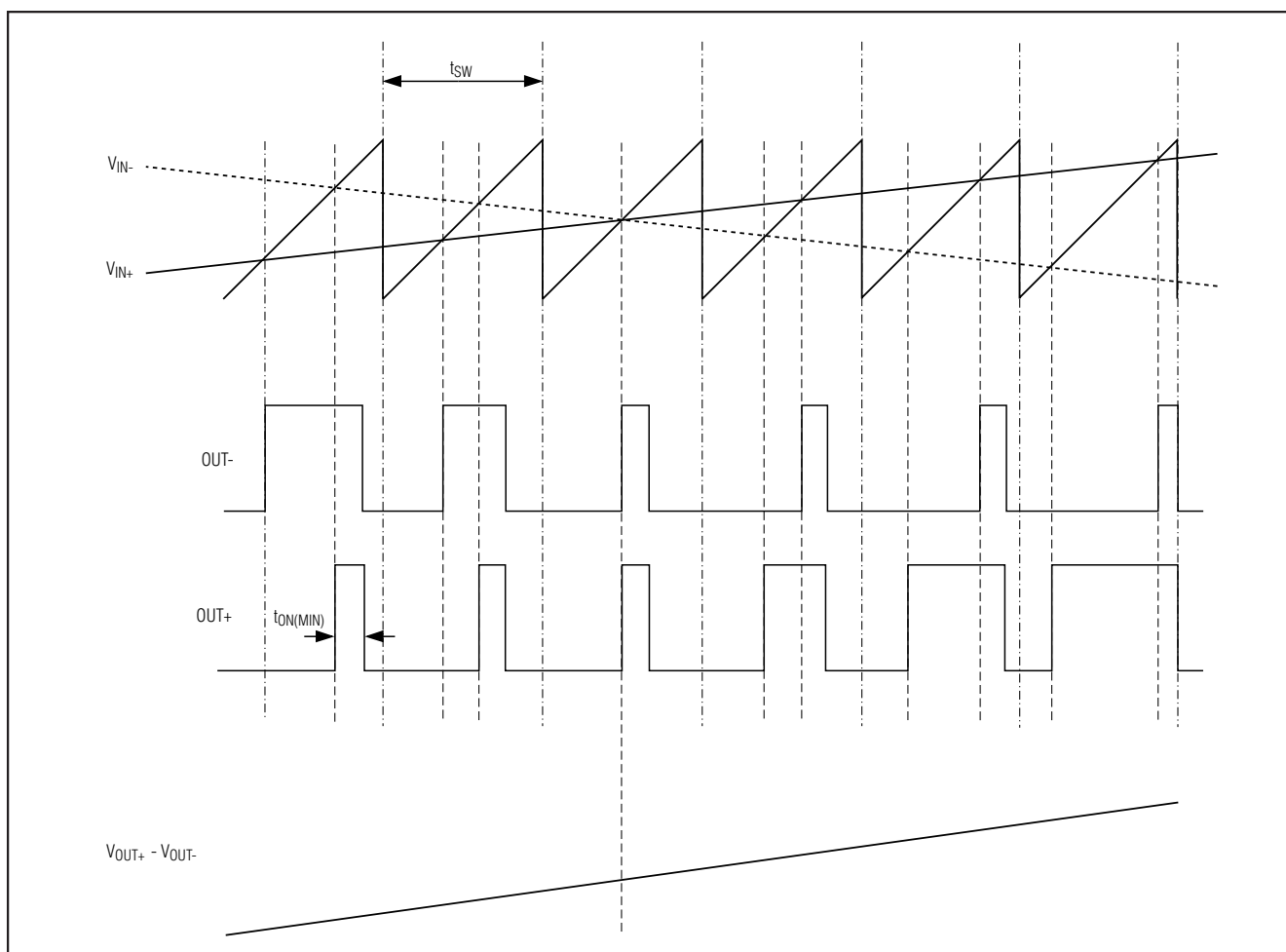


図1. 入力信号印加時のMAX9770の出力

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## スペクトラム拡散変調(SSM)モード

MAX9770は独自の特許取得のスペクトラム拡散モードを備え、このモードによって広帯域スペクトル成分が平坦化され、スピーカやケーブルが放射するEMI放射が5dB向上します。独自の技術のため、スイッチング期間のサイクルごとの変動によってオーディオ再生や効率が低下しません(「標準動作特性」参照)。

SYNC = V<sub>DD</sub>を設定して、SSMモードを選択します。SSMモードでは、スイッチング周波数は中心周波数

(1.22MHz)の±120kHzでランダムに変動します。変調方式は変わりませんが、鋸歯状波形の周期はサイクルごとに変動します(図2)。その結果、スペクトルエネルギーがスイッチング周波数の倍数上に大量に存在せず、周波数とともに拡大する帯域幅全体にわたってエネルギーは拡散します。広帯域スペクトルは数メガヘルツより上方でホワイトノイズのように見え、EMI対策になります(図3)。

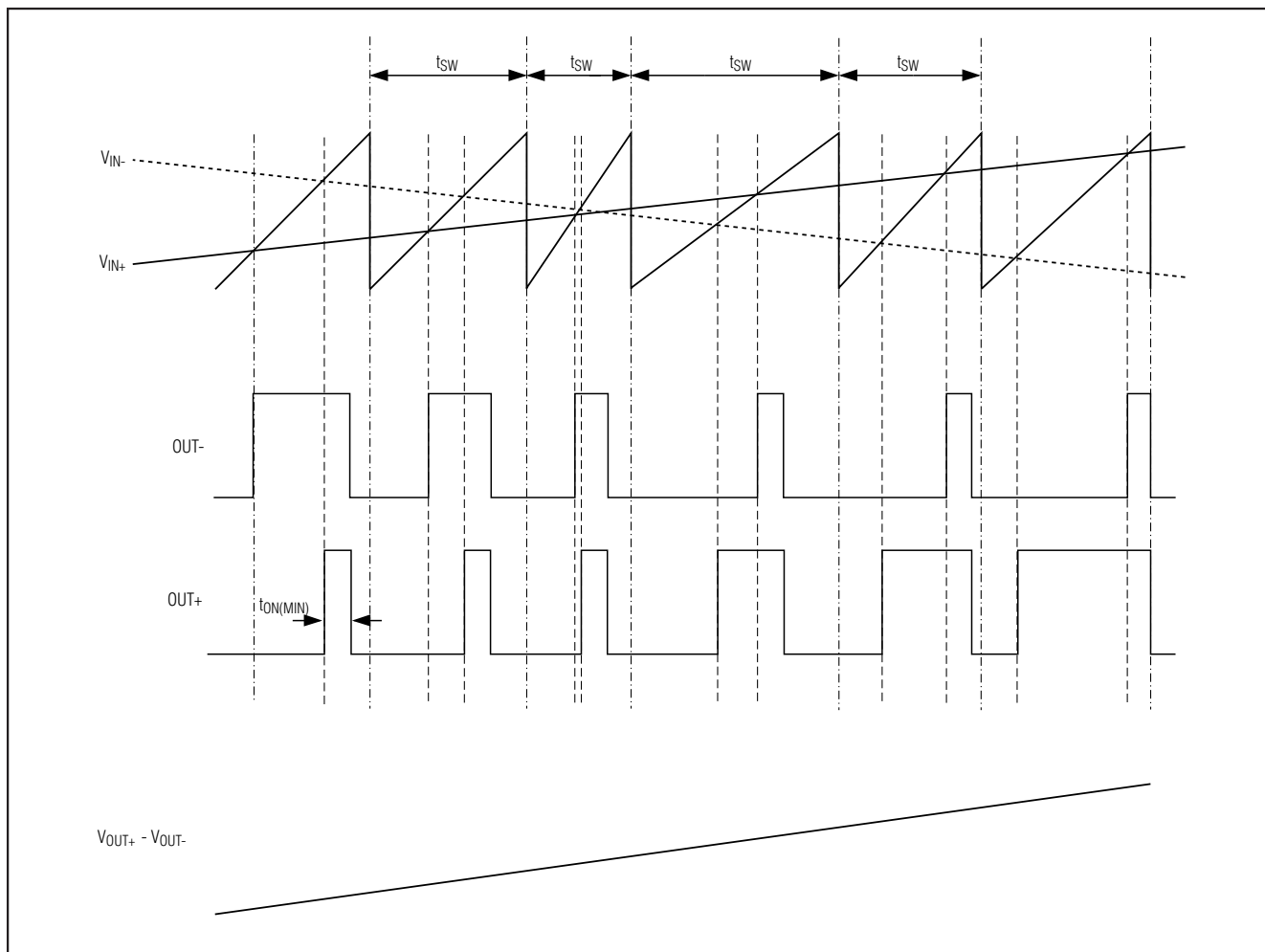


図2. 入力信号印加時のMAX9770の出力(SSMモード)

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

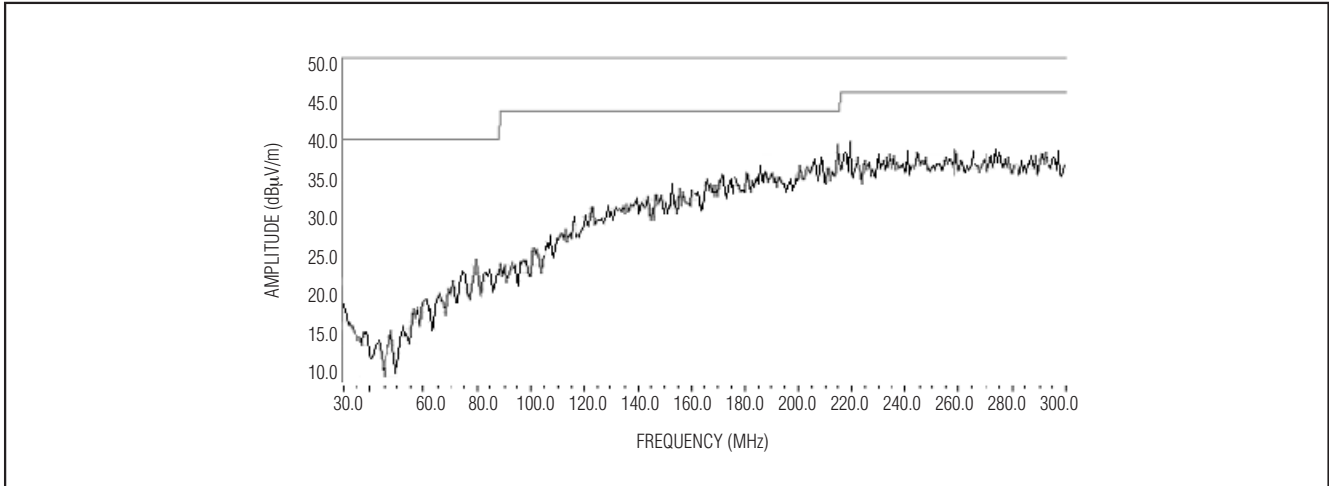


図3. 75mmのスピーカケーブルによるMAX9770のEMI

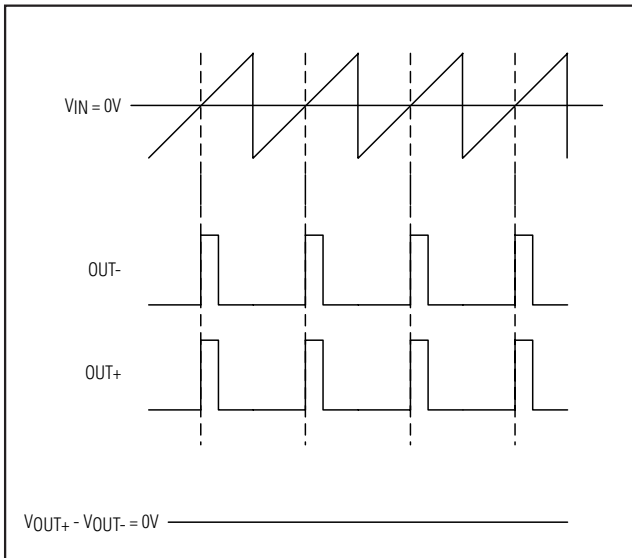


図4. 無信号入力時のMAX9770の出力

## 外部クロックモード

SYNC入力によって、MAX9770をシステムクロックと同期できるため(完全同期システムを実現)、スイッチング高調波のスペクトル成分を敏感でない周波数帯域に割り当てることができます。

800kHz~2MHzの外部クロックをSYNCに入力すると、D級アンプとチャージポンプのスイッチング周波数が同期します。SYNCクロックの周期をランダム化し、MAX9770を、SSMモードで動作する別のスペクトラム拡散D級アンプと同期させることができます。

## フィルタレス変調/コモンモードアイドル

MAX9770はマキシム独自の特許取得の変調方式を採用し、この方式によって従来のD級アンプに必要なLCフィルタが不要になるため、効率が向上し、部品点数が削減され、基板面積やシステムコストが節減されます。従来のD級アンプは、信号がないときに50%のデューティサイクル方形波を出力します。フィルタがない場合は、方形波はDC電圧として負荷に発生し、有限の負荷電流が発生して、電力消費が増大します。MAX9770は信号がデバイス入力にない場合、出力が図4に示されるようにスイッチングします。MAX9770はスピーカを差動駆動するため、2つの出力は相殺し、スピーカに正味のアイドルモード電圧は発生せず、電力消費が最低限に抑えられます。

## 効率

D級アンプの効率は、出力段トランジスタの動作領域に依存します。D級アンプでは、出力トランジスタは電流調整スイッチとして機能し、それ自身による消費電力はごくわずかです。D級出力段に関連する電力損失は、主にMOSFETオン抵抗の $I^2R$ 損失と自己消費電流のオーバーヘッドに起因します。

リニアアンプの理論上の最高効率は78%ですが、この効率値はピーク出力電力でのみ示されます。通常の動作レベル(標準的な音楽再生レベル)では効率は30%を下回りますが、MAX9770は同一条件下で80%以上もの効率を発揮します(図5)。

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## DirectDrive

従来型の単一電源ヘッドフォンドライバは、その出力を公称DC電圧(通常、電源電圧の半分)の近くでバイアスさせて、ダイナミックレンジを最大化します。このDCバイアスをヘッドフォンに印加しないようにするために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、不要な電力損失が発生し、ヘッドフォン及びヘッドフォンドライバがともに損傷するおそれがあります。

マキシムの特許取得のDirectDriveアーキテクチャは、チャージポンプによって内部負電源電圧を生成します。このため、MAX9770はヘッドフォン出力をGND近くでバイアスさせることができ、単一電源で動作しながら、ダイナミックレンジがほぼ倍増します。DC成分がないため、大容量DCブロッキングコンデンサは不要になります。MAX9770のチャージポンプでは、2個の大容量(220 $\mu$ F、typ)タンタルコンデンサの代わりに2個の小容量セラミックコンデンサしか必要なく、基板面積とコストが削減され、ヘッドフォンドライバの周波数応答が向上します。採用すべきコンデンサの容量値の詳細については、「標準動作特性」の「出力電力及びチャージポンプキャパシタンス/負荷抵抗(Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance)」図を参照してください。アンプのオフセットのため、ドライバ出力に低DC電圧が発生します。ただし、MAX9770のオフセットは5mV(typ)であり、32 $\Omega$ 負荷と組み合わせられると、ヘッドフォンに160 $\mu$ A以下のDC電流しか流れません。

従来のヘッドフォンアンプに不可欠なDCブロッキング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、アンプの低周波応答を制限し、オーディオ信号を歪ませる場合もあります。

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。

- 1) マイクとヘッドフォンを単一コネクタで使用すると、通常、マイクのバイアス方式は0Vのリファレンスを必要とします。
- 2) スリープは通常シャーシにグランドされています。しかし、ミッドレイル(電源電圧の半分)バイアス方式を採用すると、スリープ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。
- 3) ESDストライクの間は、ドライバの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、ドライバは全ESDストライクに対する耐性を備える必要があります。

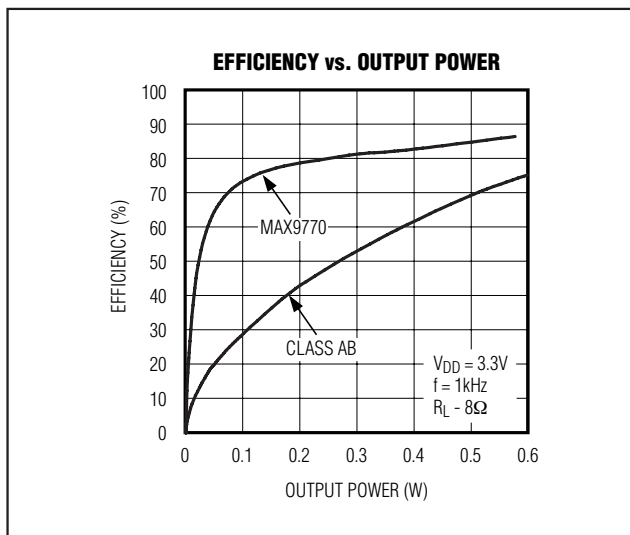


図5. MAX9770の効率とAB級の効率

- 4) ヘッドフォンジャックを他の機器へのラインアウトとして使用すると、スリープのバイアス電圧が他の機器のグランド電位と短絡し、ドライバが損傷するおそれがあります。

## チャージポンプ

MAX9770は、低ノイズのチャージポンプを装備しています。チャージポンプのスイッチング周波数は、動作モードに関係なく、D級アンプのスイッチング周波数の1/2です。SYNCが外部から駆動されると、チャージポンプは1/2  $f_{\text{SYNC}}$ でスイッチングします。SYNC =  $V_{\text{DD}}$ の場合は、チャージポンプはスペクトラム拡散パターンでスイッチングします。公称スイッチング周波数は可聴範囲を大幅に超えているため、オーディオ信号に干渉せず、101dBのSNRが得られます。スイッチドライバは、ターンオン/ターンオフトランジェント時に発生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に起因する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の容量を増大すると、さらに高周波ノイズを減衰させることができます(「標準動作回路」参照)。チャージポンプは、スピーカモードとヘッドフォンモードの両方でアクティブです。

## 入力マルチプレクサ/ミキサ

MAX9770は入力マルチプレクサ/ミキサを内蔵し、これを使って3種類のオーディオソースを選択/ミックスすることができます。SEL\_入力をハイにすると、入力チャンネルが選択され(表2参照)、オーディオ信号はアクティブになっているアンプへ出力されます。ステレオ



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

表2. マルチプレクサ/ミキサの設定

SEL1	SEL2	SELM	HEADPHONE MODE		SPEAKER MODE
			HPOUTL	HPOUTR	
0	0	0	MUTE	MUTE	MUTE
1	0	0	IN1_L	IN1_R	(IN1_L + IN1_R) / 2
0	1	0	IN2_L	IN2_R	(IN2_L + IN2_R) / 2
0	0	1	MONO	MONO	MONO
1	1	0	(IN1_L + IN2_L) / 2	(IN1_R + IN2_R) / 2	(IN1_L + IN1_R + IN2_L + IN2_R) / 4
1	0	1	(IN1_L + MONO) / 2	(IN1_R + MONO) / 2	(IN1_L + IN1_R + MONO x 2) / 4
0	1	1	(IN2_L + MONO) / 2	(IN2_R + MONO) / 2	(IN2_L + IN2_R + MONO x 2) / 4
1	1	1	(IN1_L + IN2_L + MONO) / 3	(IN1_R + IN2_R + MONO) / 3	(IN1_L + IN1_R + IN2_L + IN2_R + MONO x 2) / 6

経路がスピーカモードで選択されると (SEL1 または SEL2 = 1)、左右の入力は6dB減衰されてミックスされるため、ステレオ信号が忠実にモノラル再生されます。複数の信号経路が選択されると、ソースが減衰してからミックスされ、出力レベル全体を一定に維持します。2つのソースを選択すると6dB減衰され、3つのソースを選択すると9.5dB減衰されます。

## ヘッドフォン検出入力(HPS)

ヘッドフォン検出入力(HPS)はヘッドフォンジャックを監視し、HPSで印加された電圧に基づいてデバイスを自動設定します。0.8V以下の電圧で、デバイスはスピーカモードに設定されます。2V以上の電圧でブリッジアンプがディセーブルされ、ヘッドフォンアンプがイネーブルされます。

自動ヘッドフォン検出を行うには、図6に示されるようにHPSを3線式ヘッドフォンジャックの制御端子に接続します。ヘッドフォンがない場合は、ヘッドフォンアンプの出力インピーダンスによってHPSが0.8V以下にプルダウンされます。ヘッドフォンプラグがジャックに差し込まれると、制御端子はチップコンタクトから切断され、HPSは内蔵800kΩプルアップ抵抗を通じてV<sub>DD</sub>にプルアップされます。外部ロジックソースでHPSを駆動する場合は、MAX9770のシャットダウン時にHPSをグランドにします。±8kV ESD保護を得るには、10kΩの抵抗をHPS及びヘッドフォンジャックと直列に配置します。

表2は、利得で逡倍された選択チャンネルの出力レベルを示しています。

## BIAS

MAX9770は、内部生成で電源非依存の、GND基準のコモンモードバイアス電圧を備えています。BIASによってクリック/ポップノイズ抑制が行われ、アンプのDCバイアスレベルが設定されます。「BIASコンデンサ」の項に記載されているように、バイパスコンデンサの容量を選択します。外付け負荷をBIASに印加すべきではありません。

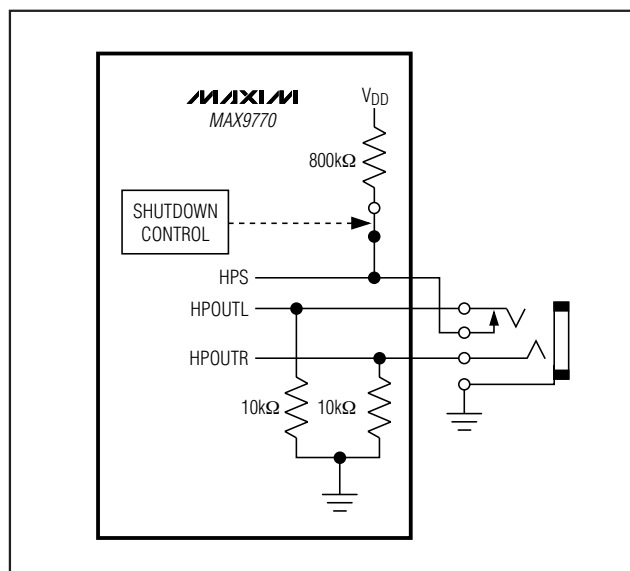


図6. HPSの構成

せん。どの負荷もBIAS電圧を低下させ、デバイスの性能全体に悪影響を及ぼします。

## 利得の選択

MAX9770は、ロジックで選択可能な内部設定利得を備えています。表3に示されるように、GAIN1及びGAIN2によって、MAX9770のスピーカ及びヘッドフォンアンプの利得が設定されます。

MAX9770がスピーカモードにあるか、またはヘッドフォンモードにあるかに応じて、2つの利得設定値間を自動的に切り替わるようにMAX9770を設定することができます。HPSで1つまたは2つの利得入力(GAIN1、GAIN2)を駆動すると、ヘッドフォンの着脱時にデバイスの利得が変わります。例として、「ブロックダイアグラム」ではHPSをGAIN2と接続し、GAIN1をV<sub>DD</sub>と接続したものを示しています。この構成では、スピーカモードの利得は9dBで、またヘッドフォンの利得は1dBです。HPSを接続する場合の利得設定値は、表4に示されています。



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

表3. 利得の選択

GAIN1	GAIN2	SPEAKER GAIN (dB)	HEADPHONE GAIN (dB)	SPEAKER OUTPUT POWER ( $V_{IN} = 0.707V_{RMS}$ ) (mW)	SPEAKER OUTPUT POWER ( $V_{IN} = 1V_{RMS}$ ) (mW)	HEADPHONE OUTPUT POWER ( $V_{IN} = 0.707V_{RMS}$ ) (mW)	HEADPHONE OUTPUT POWER ( $V_{IN} = 1V_{RMS}$ ) (mW)
0	0	6	7	500 / 4Ω	500 / 8Ω	60* / 32Ω	60* / 32Ω
0	1	3	4	250 / 4Ω	500 / 4Ω	78 / 16Ω	60* / 32Ω
1	0	9	-2	500 / 8Ω	1000 / 8Ω	19 / 16Ω	39 / 16Ω
1	1	0	1	124 / 4Ω	250 / 4Ω	39 / 16Ω	78 / 16Ω

\* 出力電力は出力電圧スイングによって60mWに制限されています。

表4. HPS接続時の利得の設定値

GAIN1	GAIN2	SPEAKER MODE GAIN (HPS = 0)	HEADPHONE MODE GAIN (HPS = 1)
HPS	0	6	-2
HPS	1	3	1
0	HPS	6	4
1	HPS	9	1
HPS	HPS	6	1
0	0	6	7
0	1	3	4
1	0	9	-2
1	1	0	1

## シャットダウン

MAX9770は、自己消費電流を低減し、バッテリー寿命を延ばす0.1μAの低電力シャットダウンモードを備えています。駆動アンプ、バイアス回路、及びチャージポンプをディセーブルするには、SHDNをローにします。シャットダウン時には、バイアスはGNDにドライブされ、ヘッドフォンアンプの出力インピーダンスは10kΩになります。通常動作にするには、SHDNをV<sub>DD</sub>に接続します。

## クリック/ポップノイズ抑制

### スピーカアンプ

MAX9770のスピーカアンプは、スタートアップやシャットダウン時に可聴トランジェントノイズを排除する包括的なクリック/ポップノイズ抑制を備えています。シャットダウンの間は、Hブリッジはハイインピーダンス状態になります。スタートアップやパワーアップ時には入力アンプがミュートされ、内部ループが変調器バイアス電圧を適切なレベルに設定するため、以降のHブリッジのイネーブル時にクリック/ポップノイズが排除されます。スタートアップ後の30msの間に、ソフトスタート機能によって入力アンプが段階的にミュート解除されます。

## ヘッドフォンアンプ

従来型の単一電源オーディオドライバでは、出力結合コンデンサが可聴クリック/ポップの最大の要因です。スタートアップ時に、ドライバは結合コンデンサをバイアス電圧(通常、電源電圧の半分)まで充電します。同様に、シャットダウン時にはコンデンサはGNDに放電されます。このためコンデンサにDCシフトが生じ、それがスピーカで可聴トランジェントノイズになります。MAX9770のヘッドフォンアンプには出力結合コンデンサが不要のため、こうしたことは発生しません。

また、MAX9770は、デバイス内の可聴トランジェントノイズ源を排除する包括的なクリック/ポップノイズ抑制も装備しています。「標準動作特性」のパワーアップ/パワーダウン波形は、スタートアップやシャットダウン時に出力の可聴範囲にスペクトル成分がほとんど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、MAX9770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MAX9770のR<sub>F</sub>を通じてプリアンプのDCバイアス電圧まで充電されるため、コンデンサにDCシフトが生じ、可聴クリック/ポップが発生します。50msの内部遅延によって、入力フィルタに起因する可聴クリック/ポップが排除されます。

## アプリケーション情報

### フィルタレス動作

従来のD級アンプでは、アンプの出力からオーディオ信号を再生する出力フィルタが必要です。このフィルタのためにコストがかかり、アンプのソリューションサイズが増大し、効率が低下する場合があります。従来のPWM方式ではアイドル時に大きな差動出力スイング(2 x V<sub>DD</sub>ピークトゥピーク)を使用し、大リップル電流が発生します。また、フィルタ部品の寄生抵抗によって電力損失が発生し、効率が低下します。

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770には、出力フィルタは不要です。このデバイスは、スピーカコイル固有のインダクタンスと、スピーカと人間の耳の自然なフィルタリングに基づき、方形波出力のオーディオ成分を再生します。出力フィルタがないので、小型化、低コスト、高効率のソリューションが得られます。

MAX9770の出力の周波数は大部分のスピーカの帯域幅を大幅に上回っているため、矩形波周波数に起因するボイスコイルの動きはごくわずかです。この動きはわずかですが、許容電力に余裕がないスピーカを損傷させる場合があります。結果を最適化するためには、直列インダクタンスが10 $\mu$ H以上のスピーカを使用します。標準の小型8 $\Omega$ スピーカには、20 $\mu$ H~100 $\mu$ Hの範囲の直列インダクタンスがあります。

## 出力オフセット

AB級アンプとは異なり、D級アンプの出力オフセット電圧によって、負荷印加時の自己消費電流が大幅に増加することはありません。これは、D級アンプの電力変換のおかげです。たとえば、8 $\Omega$ 負荷の15mVのDCオフセットにより、AB級デバイスでは1.9mAの追加電流消費が発生します。D級の場合は、8 $\Omega$ への15mVのオフセットは、28 $\mu$ Wの電力追加になります。D級アンプの高効率のおかげで、これは、28 $\mu$ W/( $V_{DD}/100 \times \eta$ )の追加自己電流消費に相当し、数 $\mu$ Aのオーダーです。

## 電源

MAX9770はデバイスの構成要素ごとに別個の電源を搭載しているため、電力の余裕/消費とノイズ耐性の組み合わせが最適化されます。スピーカアンプは、 $P_{VDD}$ から電力供給されます。 $P_{VDD}$ の範囲は、2.5V~5.5Vです。ヘッドフォンアンプは、 $V_{DD}$ 及び $SV_{SS}$ から電力供給されず。 $V_{DD}$ はヘッドフォンアンプの正電源電圧で、2.5V~5.5Vの範囲です。 $SV_{SS}$ は、ヘッドフォンアンプの負電源電圧です。 $SV_{SS}$ を $CPV_{SS}$ に接続します。チャージポンプは、 $CPV_{DD}$ から電力供給されます。 $CPV_{DD}$ は2.5V~5.5Vの範囲であり、 $V_{DD}$ と同じ電位にする必要があります。チャージポンプは $CPV_{DD}$ の電圧を反転し、その結果の電圧が $CPV_{SS}$ に発生します。デバイスの他の部分は、 $V_{DD}$ から電力供給されます。

## 部品の選択

### 入力フィルタ

アンプ入力抵抗( $R_{IN}$ )とともに、入力コンデンサ( $C_{IN}$ )は、入力信号からDCバイアスを除去するハイパスフィルタ

を構成しています(「システムダイアグラム」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。信号源インピーダンスがゼロとすると、ハイパスフィルタの-3dB点は次式で求められます。

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

$R_{IN}$ は、「電気的特性(Electrical Characteristics)」に記載されているアンプの内部入力抵抗値です。MONO入力は他の入力に比べ高い入力インピーダンスを備えていることに注意してください。 $f_{-3dB}$ が対象の最低周波数を下回るような $C_{IN}$ を選択します。 $f_{-3dB}$ を高く設定し過ぎると、アンプの低周波応答に悪影響を及ぼします。 $f_{-3dB}$ を低く設定し過ぎると、クリック/ポップノイズ抑制性能に悪影響を及ぼす場合があります。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では、低周波で歪みが増大するおそれがあります。

### 出力フィルタ

MAX9770のスピーカアンプでは、通常動作やオーディオ再生を行うのに出力フィルタは不要です。このデバイスは、100mmの非シールドスピーカケーブルでFCC B級放熱規格に適合しています。ただし、基板レイアウトやケーブル長によって放射が強い設計の場合や、回路がEMIに敏感なデバイスに近い場合は、出力フィルタを使用することもできます。基板面積が狭く、放射が懸念される場合は、スピーカ出力と直列に接続したコモンモードチョークを使用します。過度に長いスピーカケーブルを使用する場合は、LCフィルタを使用する必要があります。

### BIASコンデンサ

BIASは、内部生成のDCバイアス電圧の出力です。BIASバイパスコンデンサの $C_{BIAS}$ は、コモンモードバイアスノードで電源などのノイズ源を低減することによってPSRRとTHD+Nを改善し、またスピーカアンプ用にクリックレス/ポップレスのスタートアップ/シャットダウンDCバイアス波形も生成します。0.047 $\mu$ FコンデンサでBIASをGNDにバイパスします。 $C_{BIAS}$ の値を大きくするとクリック/ポップ性能が低下し、 $C_{BIAS}$ の値を小さくするとPSRRが低下し、出力ノイズが増大します。

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

表5. 推奨コンデンサ製造メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	www.t-yuden.com
TDK	807-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com

## 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が最低限に抑えられます。ほとんどの表面実装セラミックコンデンサがESR要件を満たします。広い温度範囲で性能を最適化するには、X7R誘電体のコンデンサを選択します。表5は、推奨製造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、デバイスの電流ドライブ能力が低下し、十分な電流を供給できず、出力電圧の損失をもたらします。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をある程度まで低下させることができます。1μF以上の場合は、スイッチのオン抵抗と、C1及びC2のESRが支配的になります。

## 出力コンデンサ(C2)

出力コンデンサの容量値とESRは、CPV<sub>SS</sub>のリップルに直接影響を与えます。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を低くすると、リップル及び出力抵抗がともに低減します。最大出力電力レベルが低いシステム内では、低い容量値を使用することができます。「標準動作特性」の出力電力及びチャージポンプキャパシタンスと出力電力及び負荷抵抗(Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance)の図を参照してください。

## CPV<sub>DD</sub>バイパスコンデンサ

CPV<sub>DD</sub>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、MAX9770のチャージポンプのスイッチングトランジエントによる影響が低下します。C1と同じ値のC3でCPV<sub>DD</sub>をバイパスし、CPV<sub>DD</sub>とPGNDに物理的に近い位置に配置します(推奨レイアウトについては、MAX9770の評価キットを参照してください)。

## レイアウト及びグラウンディング

適切なレイアウトとグラウンディングは、性能の最適化に不可欠です。ヘッドをデバイスから離して配線するだけでなく、電源入力とアンプ出力には大きなトレースを使って、寄生トレース抵抗に起因する損失を最低限に抑制します。適切なグラウンディングによって、オーディオ性能が向上し、チャンネル間のクロストークが最低限に抑えられ、スイッチングノイズがオーディオ信号と結合しなくなります。CPGND、PGND、及びGNDをプリント基板の1点でまとめて接続します。GND、PGND、及びオーディオ信号経路用のトレースと部品から離して、CPGNDと、スイッチングトランジエントを搬送する全トレースを配線します。

チャージポンプ(C2及びC3)に関連する全部品をCPGNDプレーンに接続します。デバイスの近くでSV<sub>SS</sub>及びCPV<sub>SS</sub>を接続します。チャージポンプコンデンサ(C1、C2、及びC3)をデバイスにできるだけ近接して配置します。1μFコンデンサでV<sub>DD</sub>及びPV<sub>DD</sub>をGNDにバイパスします。デバイスにできるだけ近接してバイパスコンデンサを配置します。

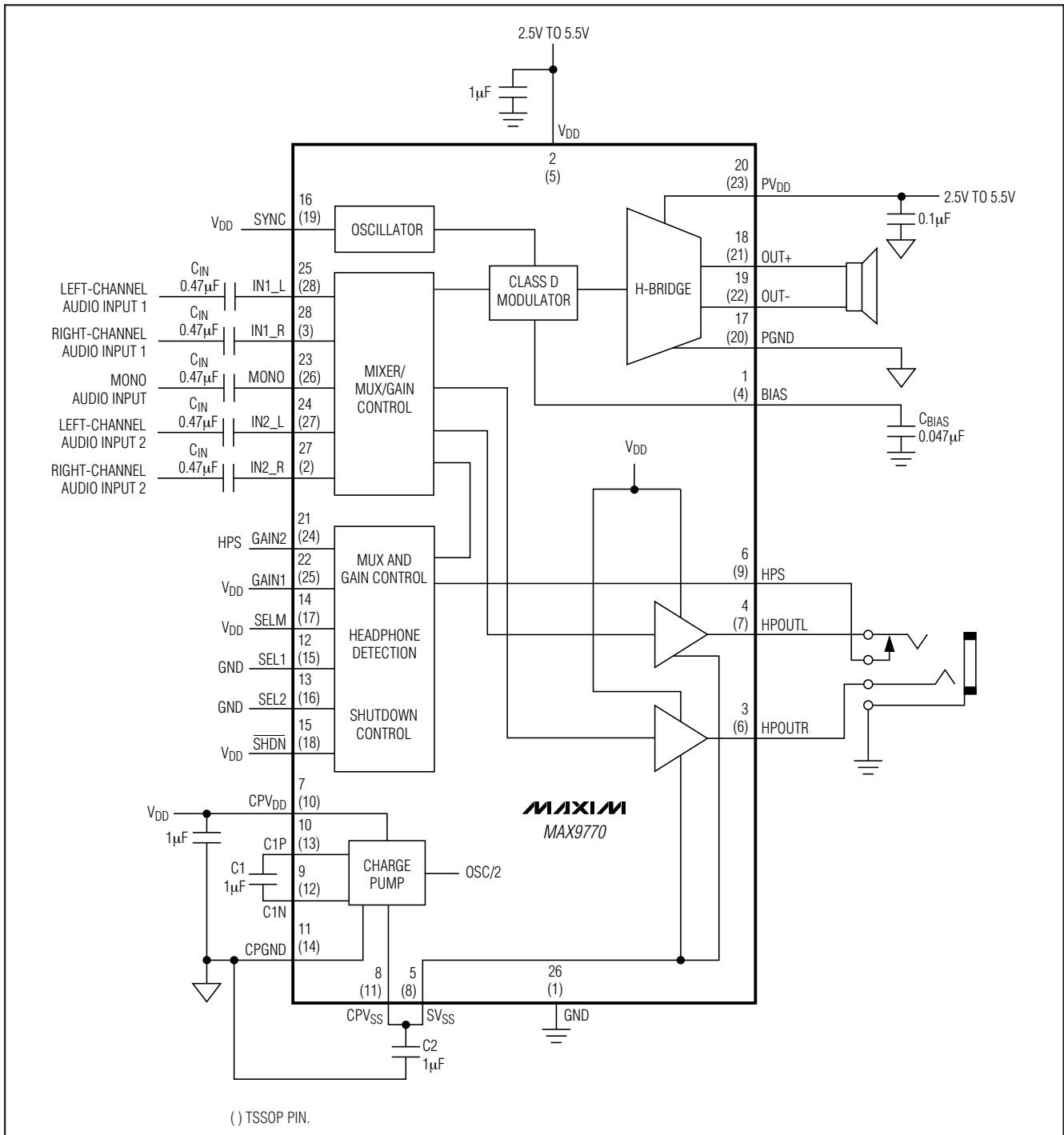
大きな低抵抗出力トレースを使用します。負荷インピーダンスが低下するにつれて、デバイス出力からの電流が増大します。電流が増大すると、出力トレースの抵抗が負荷に供給される電力を低減します。また、出力、電源、及びGNDトレースが大きいと、デバイスの電力消費も改善されます。

MAX9770の薄型QFNパッケージは、裏面にサーマルエクスポーズドパッドを備えています。このパッドは、外部と直接する熱伝導経路を提供してパッケージの熱抵抗を低減します。MAX9770のD級アンプが高効率のため、ヒートシンクは不要です。ヒートシンクの追加が必要な場合は、エクスポーズドパッドをGNDに接続します。推奨部品値とレイアウトガイドについては、MAX9770の評価キットのデータシートを参照してください。

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

## ブロックダイアグラム

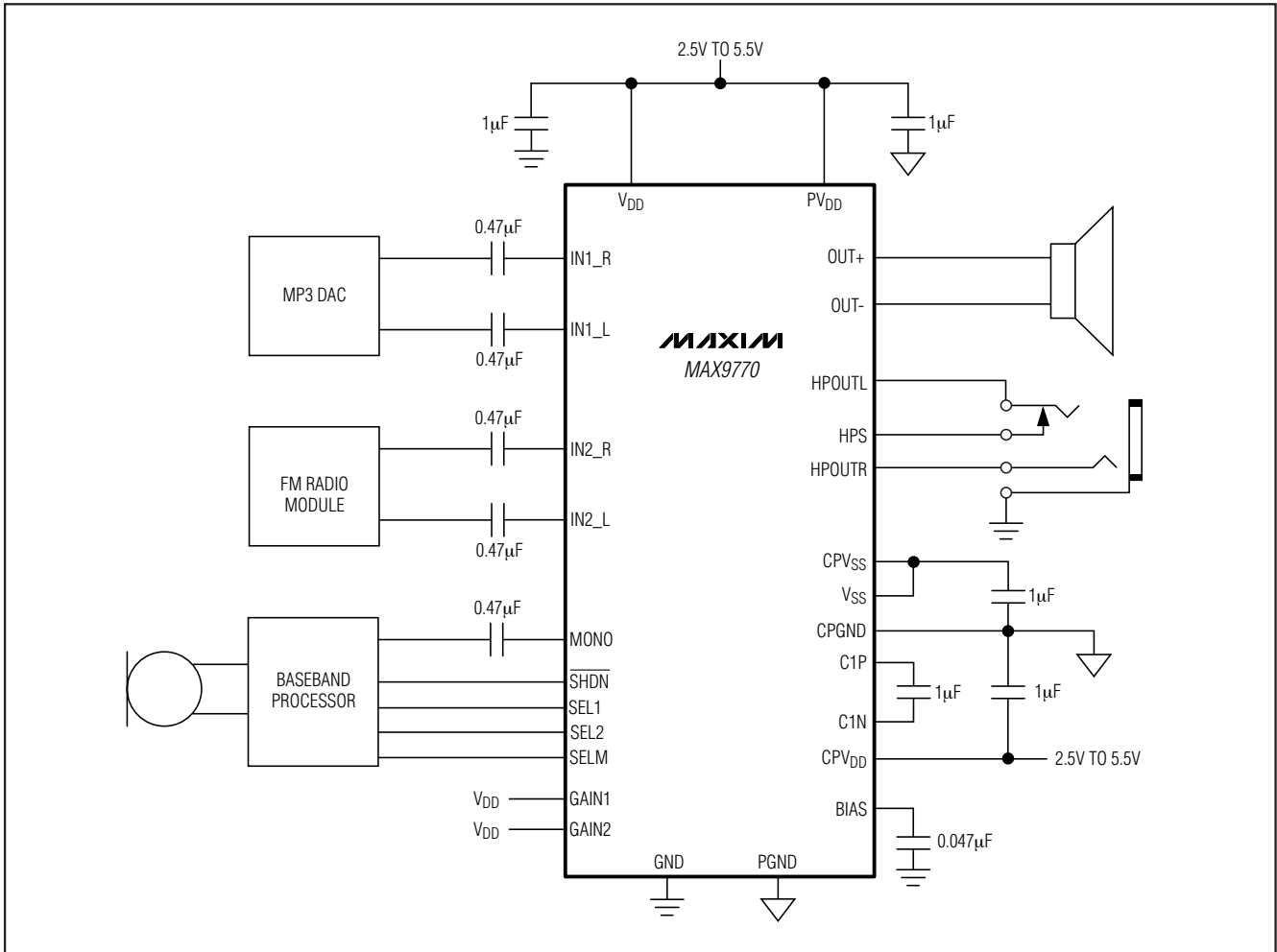
MAX9770



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

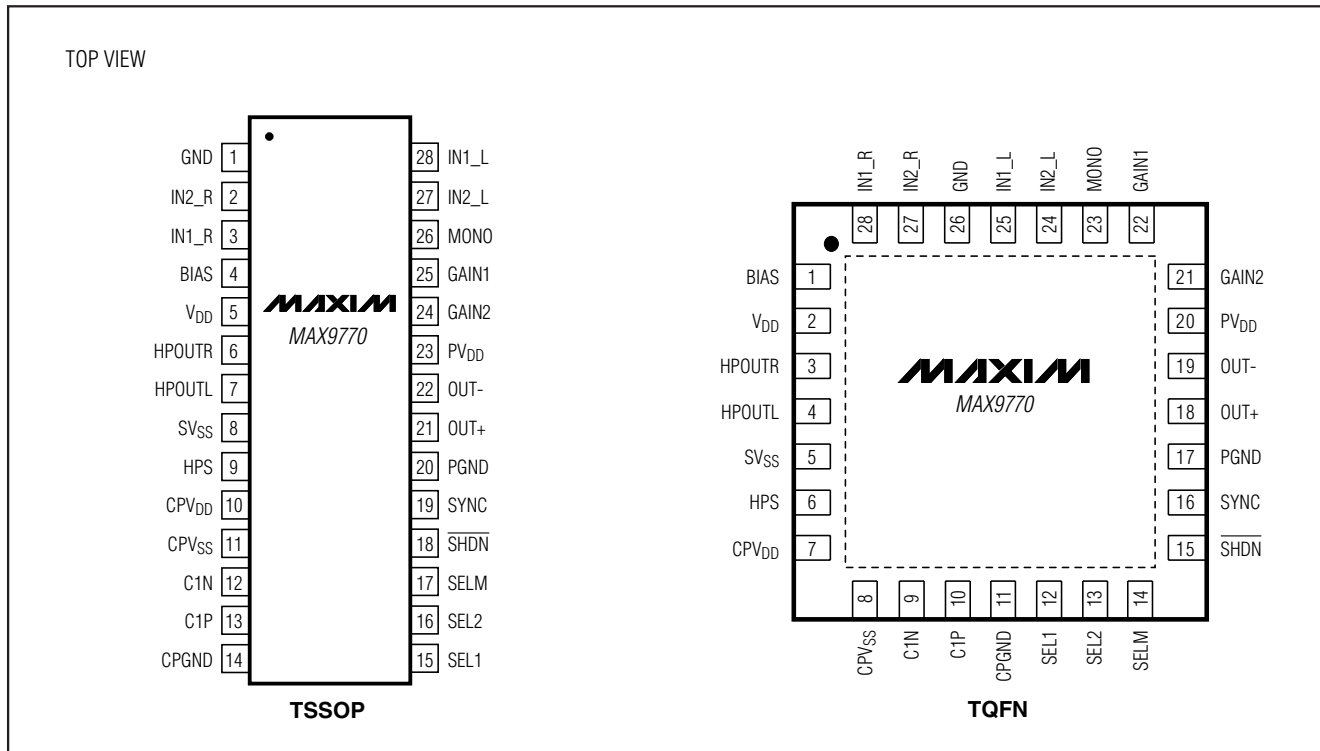
システムダイアグラム



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

## ピン配置

MAX9770



## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 7020

PROCESS: BiCMOS

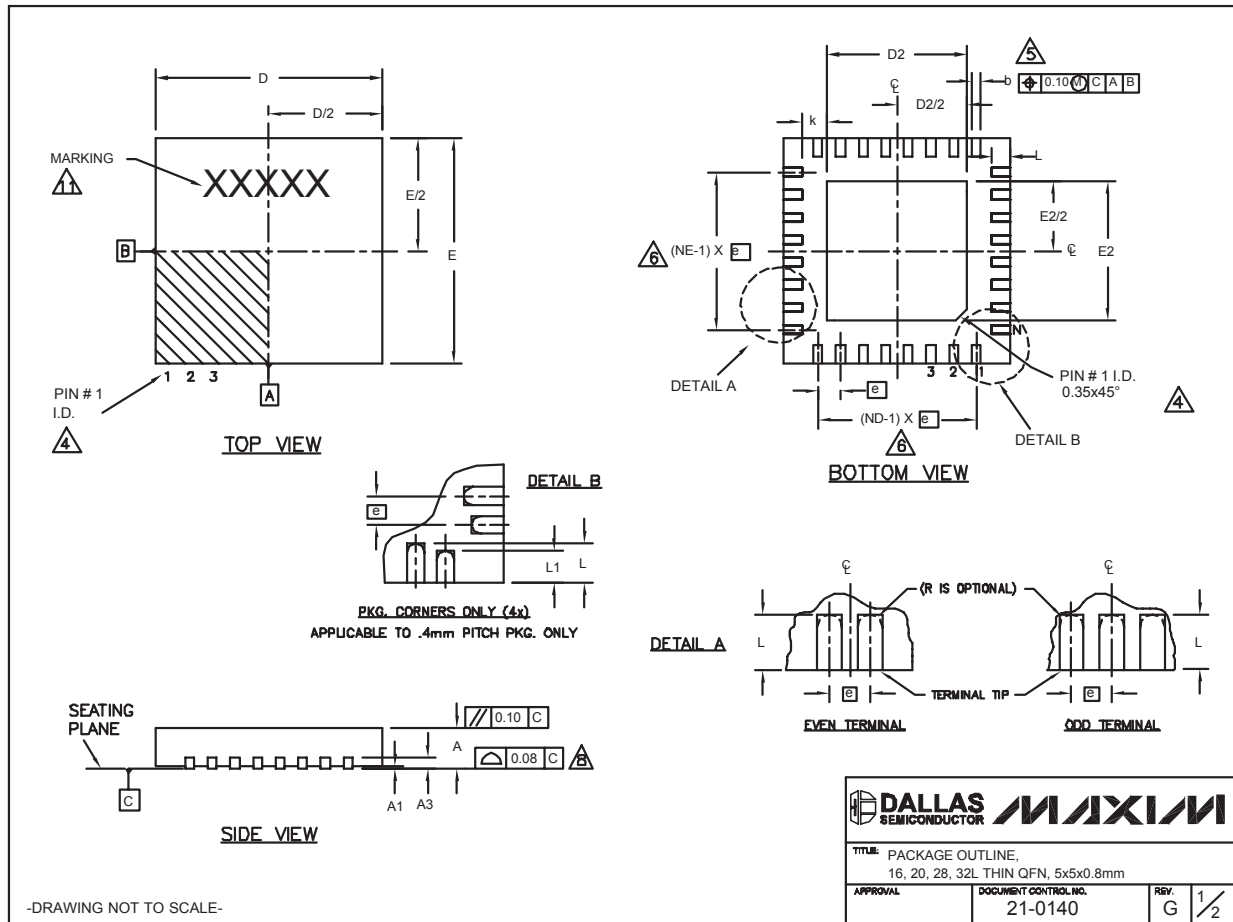


# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 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-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



QFN THINLEPS

注：MAX9770の薄型QFNパッケージは、下面にエクスポーズド放熱パッドがあります。このパッドによって、直接的な熱伝導経路ができるため、パッケージの熱抵抗が低下します。MAX9770のD級アンプは高効率であるため、ヒートシンクの追加の必要がありません。エクスポーズドパッドの電圧は $-V_{DD}$ であり、エクスポーズドパッドはグランドプレーンに接続しないことが重要です。エクスポーズドパッドはフローティングにするか、または $CPV_{SS}$ 端子につなげることができます。推奨部品の定数及びレイアウトに関するガイドラインについてはMAX9770 EVキットのデータシートを参照してください。



# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 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](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)

COMMON DIMENSIONS												
PKG.	16L 5x5			20L 5x5			28L 5x5			32L 5x5		
SYMBOL	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
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A3	0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30
D	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.30	0.40	0.50	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50
L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	16			20			28			32		
ND	4			5			7			8		
NE	4			5			7			8		
JEDEC	WHHB			WHHC			WHHD-1			WHHD-2		

EXPOSED PAD VARIATIONS									
PKG. CODES	D2			E2			L	DOWN BONDS ALLOWED	
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	±0.15		
T1655-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T1655-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES	
T1655N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T2055-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T2055-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES	
T2055-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T2055-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	Y	
T2855-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO	
T2855-2	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	NO	
T2855-3	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	YES	
T2855-4	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES	
T2855-5	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	NO	
T2855-6	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO	
T2855-7	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES	
T2855-8	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	Y	
T2855N-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	N	
T3255-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T3255-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES	
T3255-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	
T3255N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO	

\*\*SEE COMMON DIMENSIONS TABLE

### 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 JESD 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 0.25 mm AND 0.30 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, EXCEPT EXPOSED PAD DIMENSION FOR T2855-1, T2855-3 AND T2855-6.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
- △ MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.

-DRAWING NOT TO SCALE-

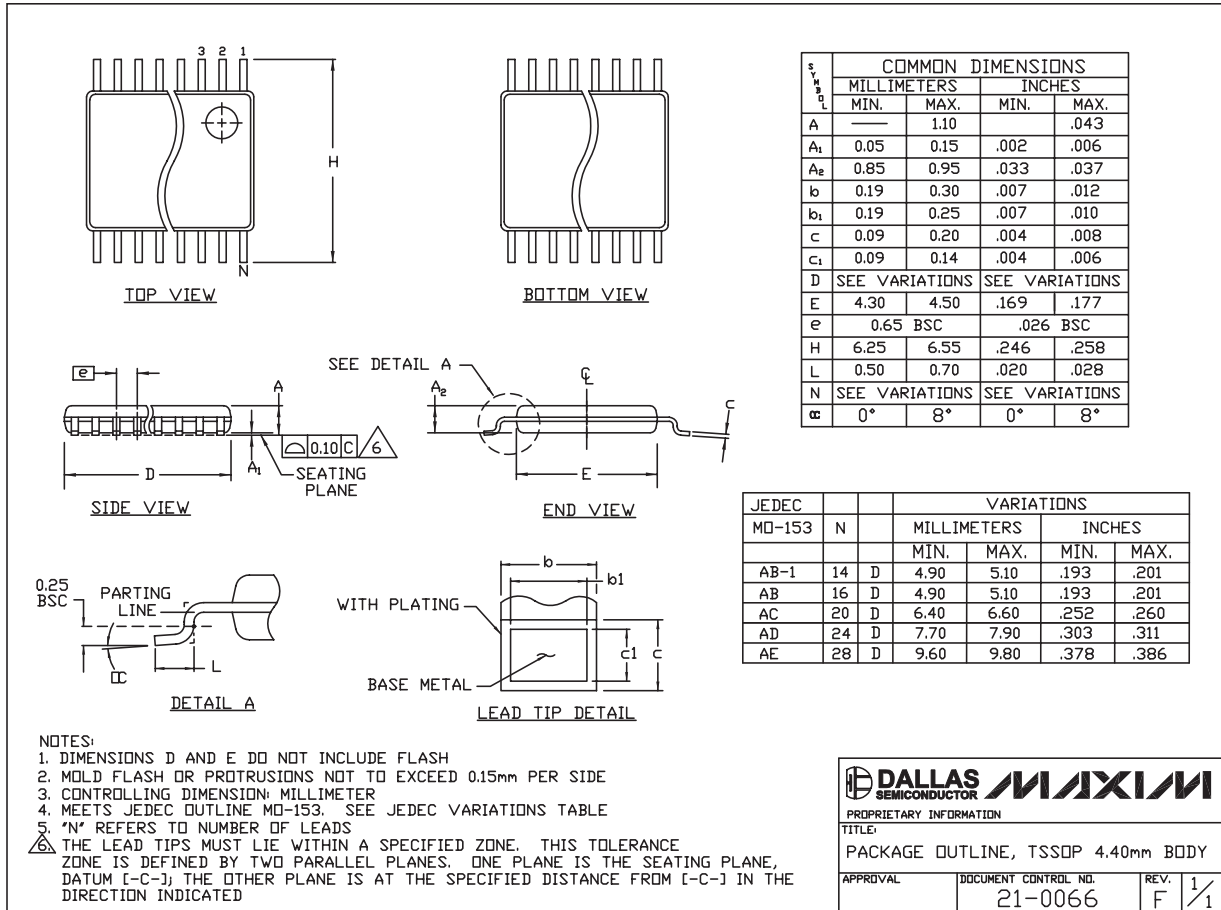
TITLE: PACKAGE OUTLINE, 16, 20, 28, 32L THIN QFN, 5x5x0.8mm	
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0140
REV.	G 2/2

# ステレオDirectDriveヘッドフォンアンプ付、1.2W、 低EMI、フィルタレス、モノラルD級アンプ

MAX9770

## 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](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



TSSOP4, 4.0mm, EPS

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。

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

© 2004 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved.

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.