



5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

概述

特性

MAX9722A/MAX9722B 立体声耳机放大器是针对那些电路板空间有限的便携设备而设计的。MAX9722A/MAX9722B 采用独特的、享有专利的 DirectDrive 结构，在单电源供电下能产生以地为参考的输出，可以省去大容量的隔直电容，节省了成本、电路板空间以及元件高度。此外，放大器的增益可以由内部设定 (-2V/V, MAX9722B) 或外部调整 (MAX9722A)。MAX9722A/MAX9722B 每个通道能够向 16Ω 负载提供 70mW 功率或向 32Ω 负载提供 130mW 功率，并且 THD+N 只有 0.009%。217kHz 频点具有 80dB 的电源抑制比 (PSRR)，使该器件可以工作在嘈杂的数字电源下，不需要额外的线性稳压器。MAX9722A/MAX9722B 在耳机输出端提供 ±8kV 的 ESD 保护。全面的杂音抑制电路在启动与关断过程中可以抑制咔嗒声与噼噼声。低功耗关断模式将电源电流减小到 0.1μA。

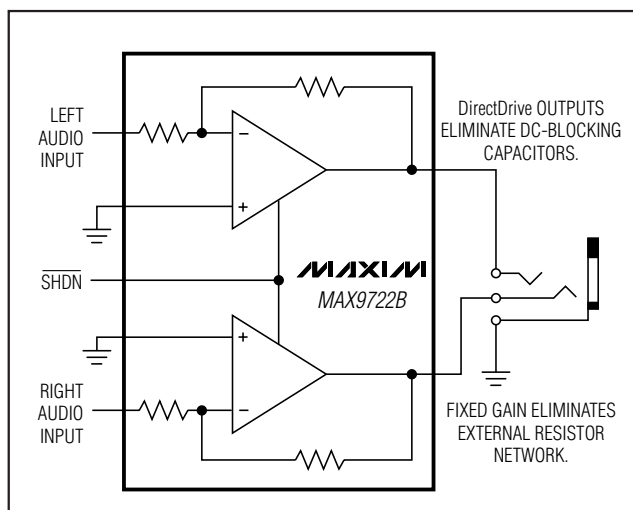
MAX9722A/MAX9722B 工作在 2.4V 至 5.5V 单电源下，仅消耗 5.5mA 电源电流，具有短路保护与热过载保护，额定温度范围是 -40°C 至 +85°C。这些器件采用微小的 16 引脚薄型 QFN (3mm x 3mm x 0.8mm) 与 16 引脚 TSSOP 封装。

- ◆ 工作在 2.4V 至 5.5V 单电源
- ◆ 高 PSRR (217Hz 时 80dB) 无需 LDO
- ◆ 无需大尺寸隔直电容
- ◆ 以地为参考输出，消除了耳机接地引脚的 DC 偏置电压
- ◆ 输出电容不会使低频响应变差
- ◆ 差分输入增强了噪声抑制能力
- ◆ 可调增益 (MAX9722A) 或固定的 -2V/V 增益 (MAX9722B)
- ◆ 每个通道为 32Ω 负载提供 130mW 功率
- ◆ THD+N 仅 0.009%
- ◆ 集成杂音抑制电路
- ◆ 低静态电流 (5.5mA)
- ◆ 短路保护与热过载保护
- ◆ 放大器输出端具有 ±8kV ESD 保护 (人体模型)
- ◆ 采用节省空间的 16 引脚薄型 QFN (3mm x 3mm x 0.8mm) 封装

应用

- | | |
|-------------|---------|
| 笔记本电脑与台式 PC | 蜂窝电话 |
| MP3 播放器 | 智能电话 |
| 平板监视器 | PDA |
| | 便携式音频设备 |

简化框图



引脚配置和典型工作电路在本资料的最后给出。

订购信息

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

*EP = Exposed paddle.



5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

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

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

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

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($P_{VDD} = S_{VDD} = +5V$, $P_{GND} = S_{GND} = 0V$, $\overline{SHDN} = S_{VDD}$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, resistive load referenced to ground, for MAX9722A gain = $-1V/V$ ($R_{IN} = R_F = 10k\Omega$), for MAX9722B gain = $-2V/V$ (internally set), $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

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

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

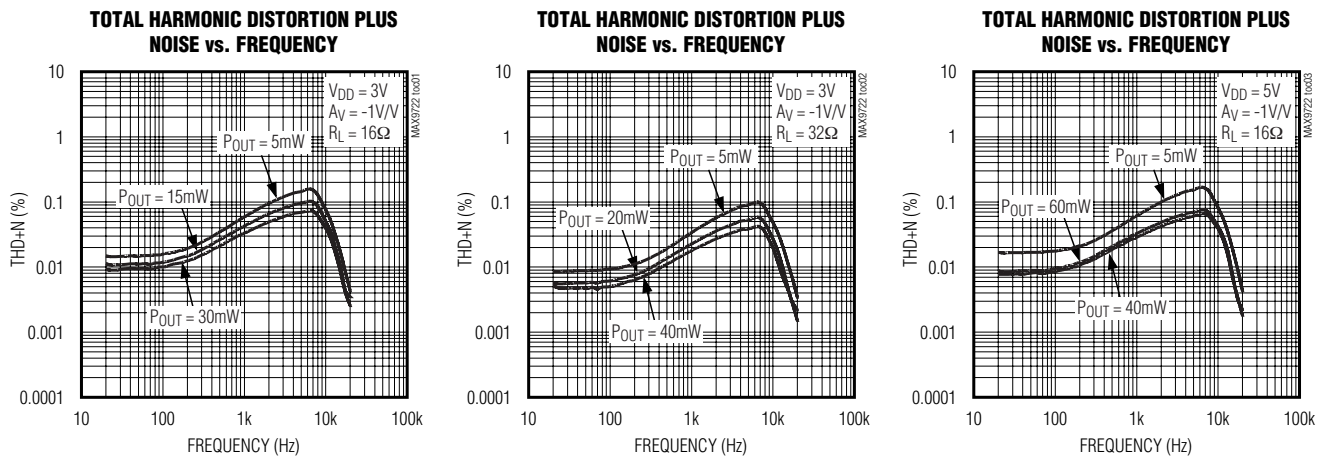
Note 2: Gain for the MAX9722A is adjustable.

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

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

典型工作特性

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

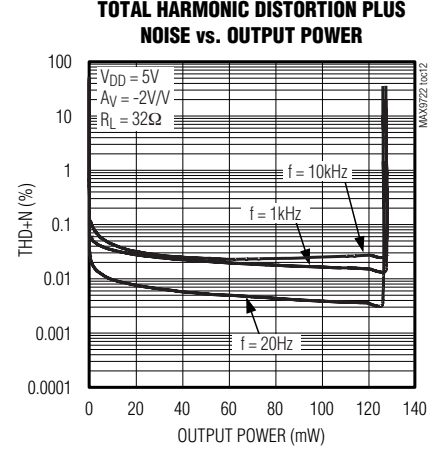
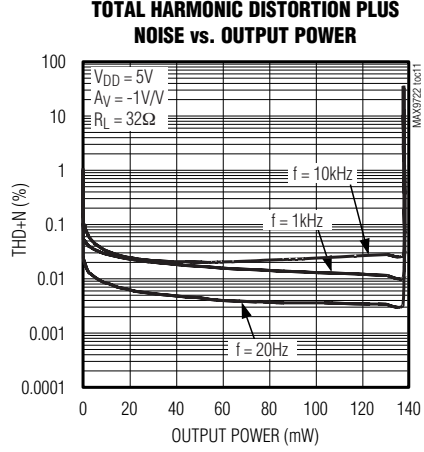
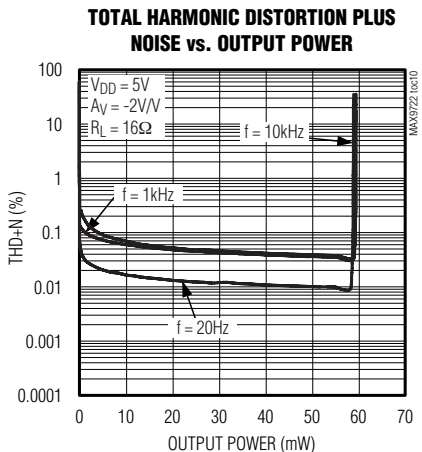
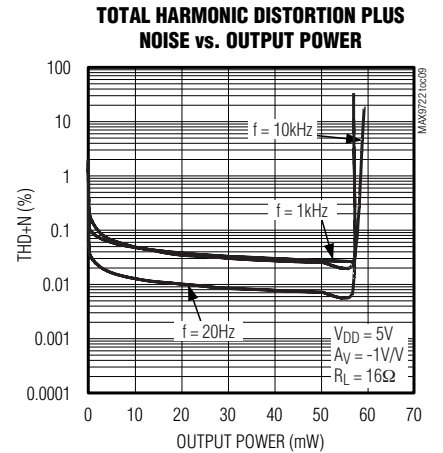
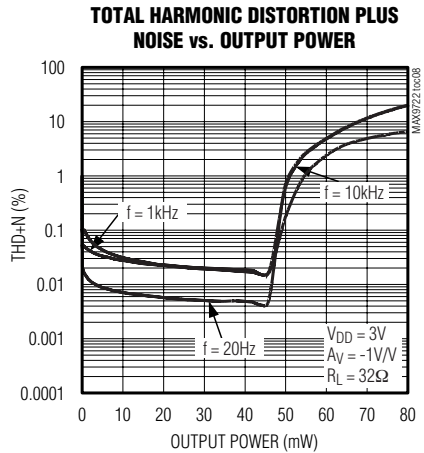
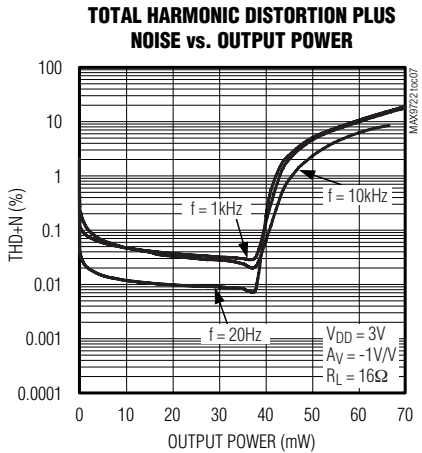
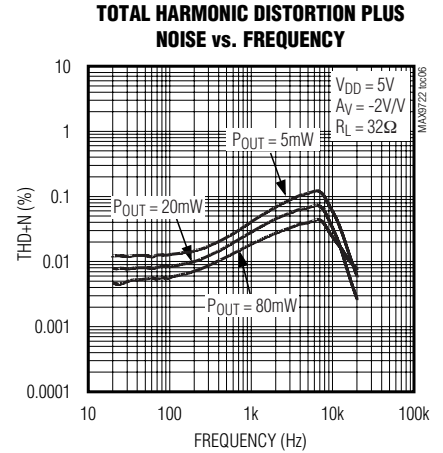
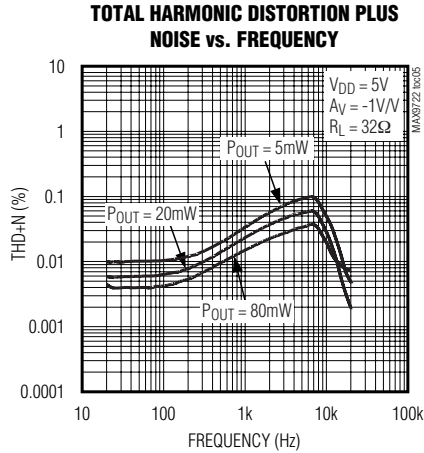
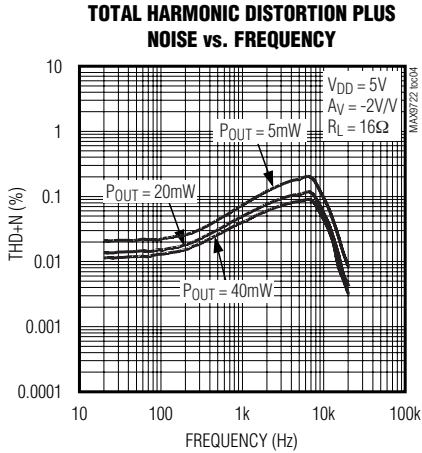


5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

典型工作特性 (续)

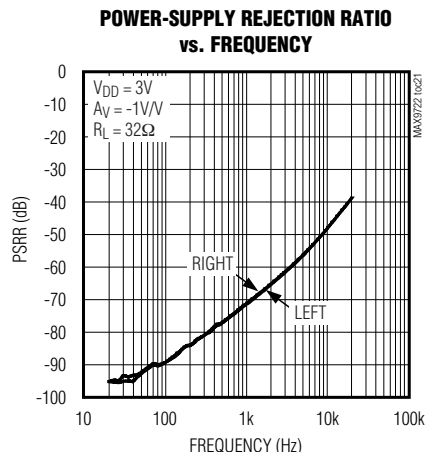
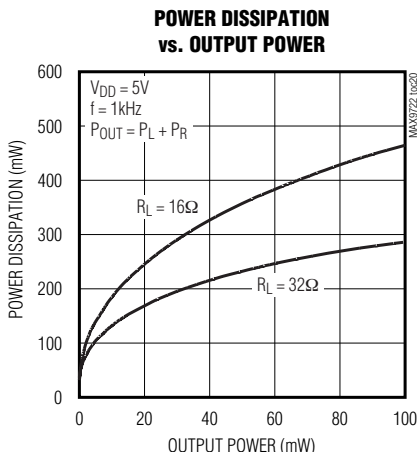
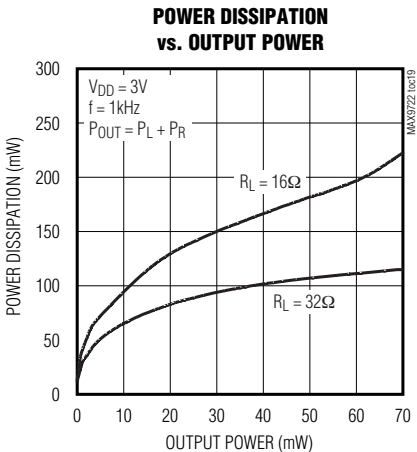
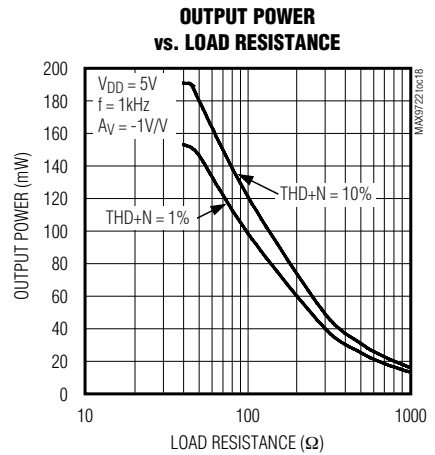
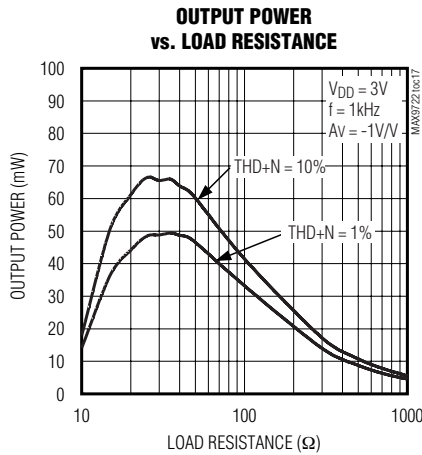
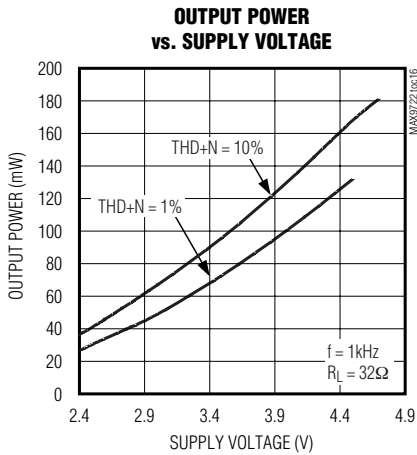
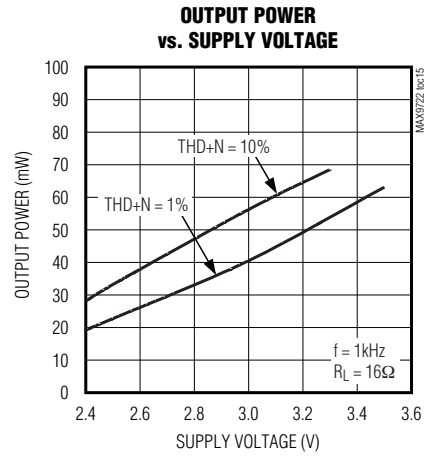
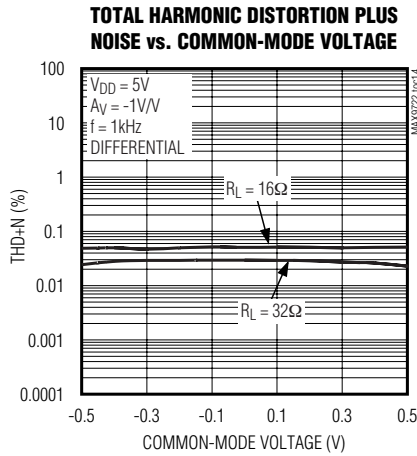
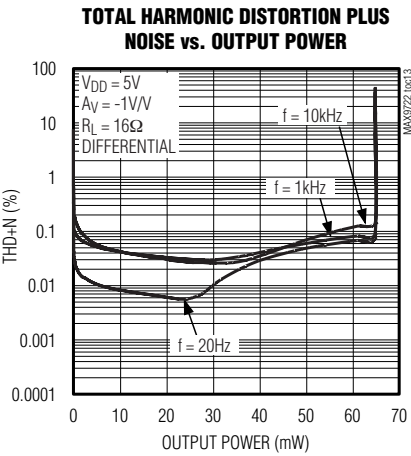
(MAX9722A, $V_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $gain = -1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

典型工作特性 (续)

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



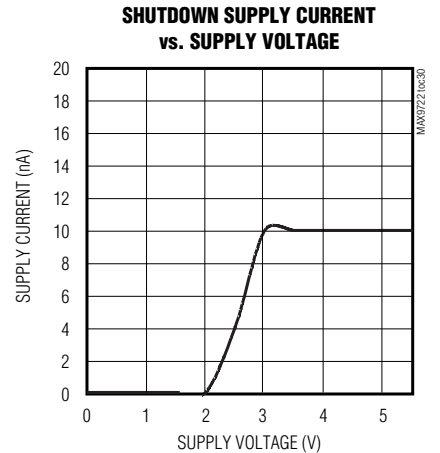
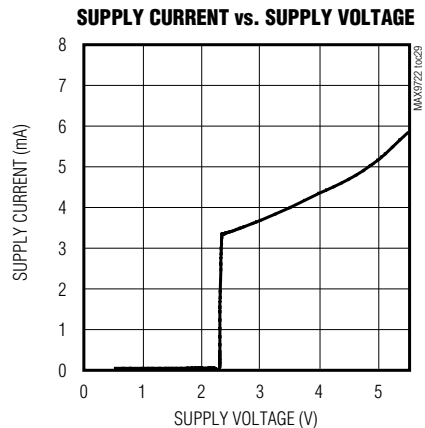
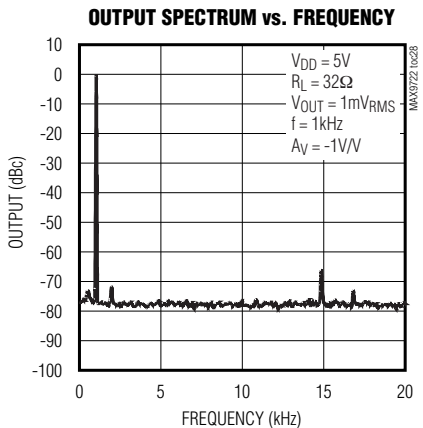
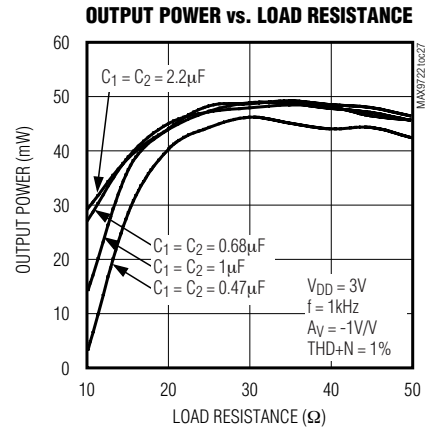
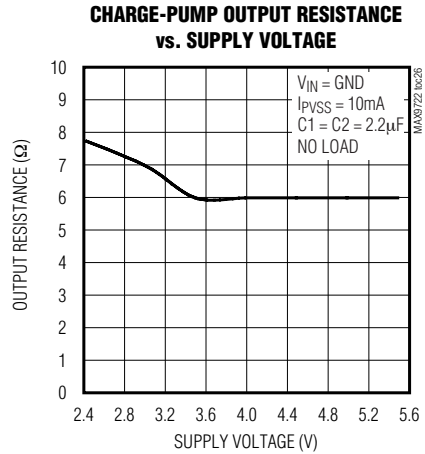
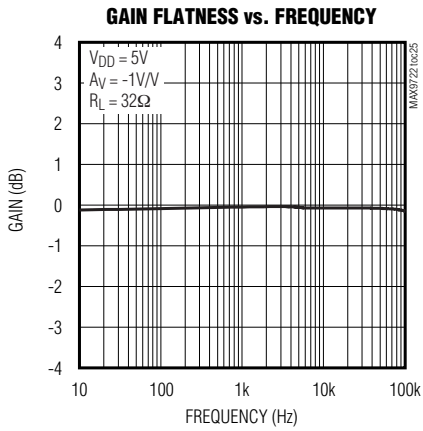
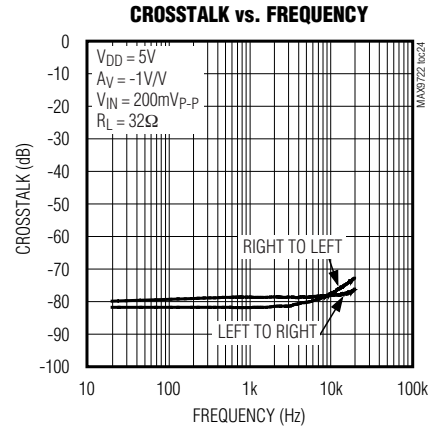
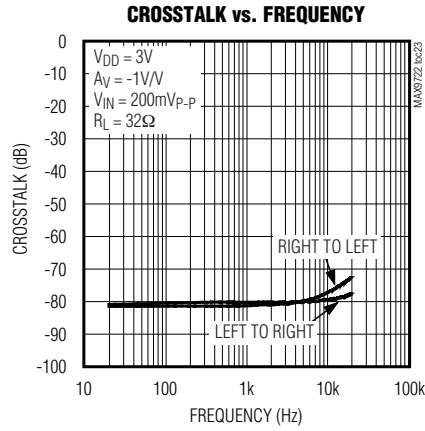
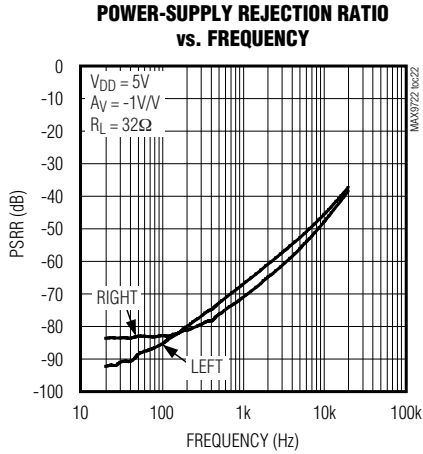
MAX9722A/MAX9722B

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

典型工作特性 (续)

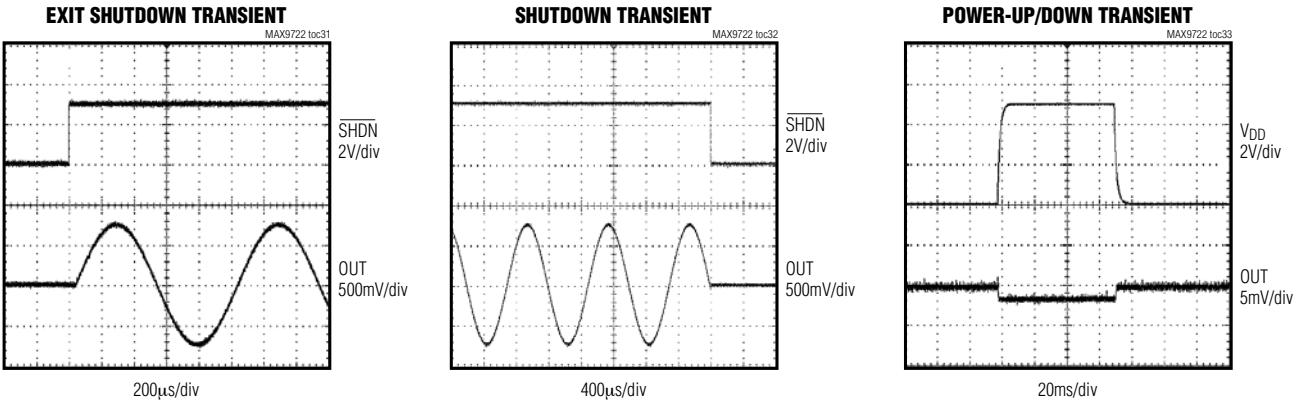
(MAX9722A, $V_{DD} = SV_{DD} = +5V$, $PGND = SGND = 0V$, $\overline{SHDN} = SV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $R_L = \infty$, gain = $-1V/V$, single-ended input, THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

典型工作特性 (续)

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



MAX9722A/MAX9722B

引脚说明

引脚		名称	功能
THIN QFN	TSSOP		
1	3	PVDD	电荷泵电源。为电荷泵反相器、电荷泵逻辑电路和振荡器供电。连接到正电源 (2.4V 至 5.5V)。在尽可能靠近引脚的地方用 1μF 电容旁路到 PGND。
2	4	C1P	飞电容正端
3	5	PGND	电源地，接地。
4	6	C1N	飞电容负端
5	7	PVSS	电荷泵输出，接 SVSS。
6	8	SGND	信号地，接地。
7	9	INR+	右声道同相音频输入
8	10	INR-	右声道反相音频输入
9, 13	11, 15	SVDD	放大器正电源，接正电源 (2.4V 至 5.5V)。在尽可能靠近引脚的地方用 1μF 电容旁路到 SGND。
10	12	OUTR	右声道输出
11	13	SVSS	放大器负电源，接 PVSS。
12	14	OUTL	左声道输出
14	16	INL-	左声道反相音频输入
15	1	INL+	左声道同相音频输入
16	2	\overline{SHDN}	低电平有效关断输入
—	—	EP	裸露焊盘，没有连接或焊接到一片电气绝缘的铜片上。不要与任何电压连接。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

详细说明

MAX9722A/MAX9722B 立体声耳机放大器采用 Maxim 专利结构 DirectDrive，省去了传统单电源耳机放大器中的大尺寸输出耦合电容。该器件包括两个 AB 类耳机放大器、欠压保护 (UVLO)/关断控制、电荷泵以及完备的杂音抑制电路 (见典型应用电路)。电荷泵将正电源 (PV_{DD}) 反相，产生负电源 (PV_{SS})。耳机放大器工作在这样的双极性电源下，使输出偏置在 GND (图1)。GND 偏置带来的好处是放大器输出不再有直流成分，一般为 V_{DD}/2。这里不需要使用传统耳机放大器中的大尺寸隔直电容，既节省电路板空间，又降低系统成本，同时也改善了频率响应。该器件具有欠压保护功能，可以避免工作在电源不足的情况下；杂音抑制功能消除了在启动与关断过程中的瞬态噪音。另外，MAX9722A/MAX9722B 还具有热过载和短路保护功能，输出引脚可以承受 ±8kV ESD 冲击。

差分输入

MAX9722 可以配置为差分输入放大器 (图2)，使之与许多 CODEC 兼容。与单端输入相比，差分输入能够改善噪声抑制指标。在蜂窝电话这类装置中，来自 RF 发射器的高频信号会耦合到放大器的输入引线。这些信号以共模噪声的形式出现在放大器输入端。差分输入放大器放大的是两路输入之差，两路输入中相同的部分就被抵消了。差分配置下，MAX9722 的增益可以表示为：

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

R_{IN1} 必须与 R_{IN2} 相等，R_{F1} 必须与 R_{F2} 相等。

外部电阻之间的匹配会影响共模抑制比 (CMRR)。例如，最坏情况下，容差 1% 的电阻变化会导致 40dB 的 CMRR；0.1% 的电阻变化会导致 60dB 的 CMRR。为获得最佳匹配，可以采用电阻阵列。

MAX9722B 的 R_{IN1} 与 R_{F1} 是内置的，设置 R_{IN2} = 15kΩ，R_{F2} = 30kΩ。不过，为获得最佳效果，应该采用 MAX9722A。

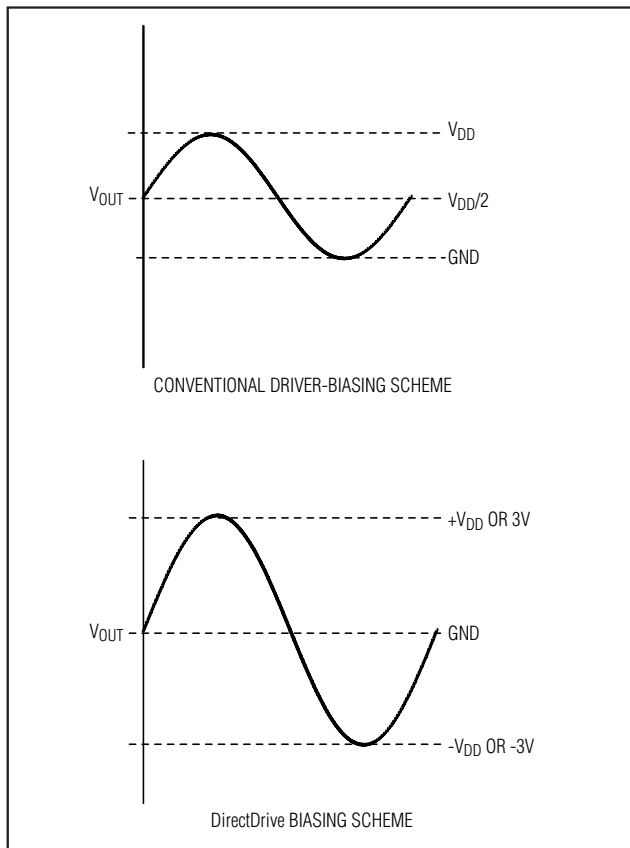


图1. 传统的驱动器输出波形与 MAX9722A/MAX9722B 输出波形

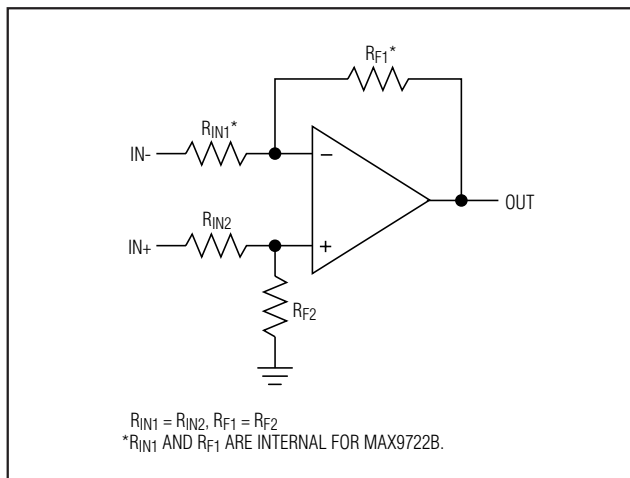


图2. 差分输入配置

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

DirectDrive

为获得最大动态范围，传统的单电源耳机放大器输出需要偏置在一个标称直流电压（典型值为电源电压的一半）。需要较大的耦合电容将耳机与直流偏置隔开，如果没有这些电容，就会有大量直流电流流入耳机，造成不必要的功耗，并可能损坏耳机和耳机放大器。

Maxim的专利结构——DirectDrive使用电荷泵产生内部负电源电压，使MAX9722A/MAX9722B的输出偏置在GND。由于没有直流成份，所以不需要大的隔直电容。MAX9722A/MAX9722B电荷泵只需两个小的陶瓷电容，而不是两个大的（典型值为220μF）钽电容，从而节省了电路板空间、降低成本，并改善了耳机放大器的频率响应。关于电容选择的详细情况参见典型工作特性中的输出功率与电荷泵电容、负载阻抗曲线图。放大器的失调电压会使放大器输出存在较低的直流电压，不过，MAX9722A失调电压的典型值为0.5mV，当与32Ω负载连接时，流入耳机的直流电流小于15.6μA。传统方案中，为试图去掉输出耦合电容，需要将耳机返回通道（塞孔）偏置到耳机放大器的直流偏置电压。这种方法带来了一些问题：

- 通常塞孔与外壳接地。使用这种加偏置的方法时，塞孔必须与系统地隔离，使产品设计复杂化。
- 有ESD冲击时，放大器的ESD保护电路是连接到系统地的唯一通路。因此，放大器必须能够承受全部的ESD冲击。
- 当把耳机插空作为输出线接到其它设备时，塞孔的偏置电压会与其它设备的地电势冲突，可能造成放大器损坏。
- 当麦克风与扬声器组合使用时，麦克风通常需要一个GND参考点。塞孔上的放大器直流偏置会与麦克风的要求（图3）相冲突。

低频响应

传统耳机放大器中需要隔直电容，除了成本与尺寸上的劣势外，还会限制放大器的低频响应，并产生音频失真：

- 1) 耳机负载的阻抗与隔直电容一起构成了高通滤波器，其-3dB点为：

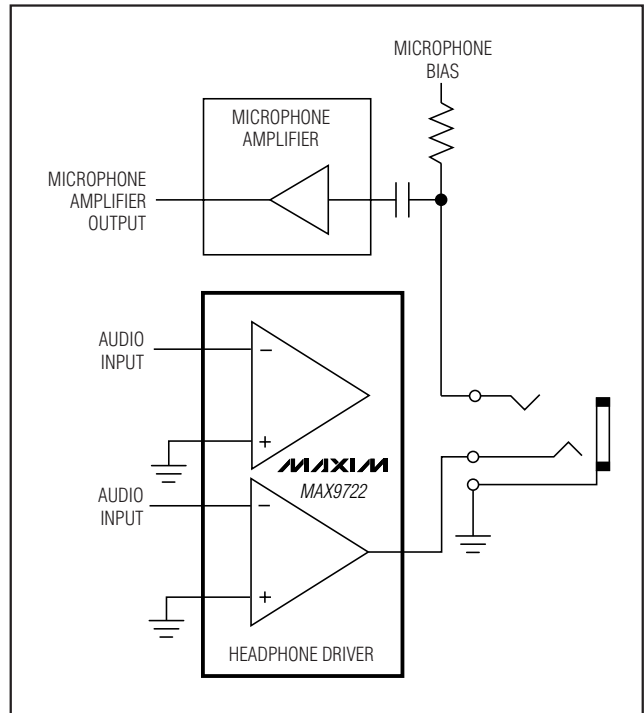


图3. Earbud扬声器/麦克风相组合的耳机配置

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

其中 R_L 表示耳机阻抗， C_{OUT} 表示隔直电容值。

传统的单端、单电源耳机放大器需要高通滤波器阻断耳机音频信号中摆幅中点的直流偏置成分。滤波器的缺陷是会导致低频信号衰减。 C_{OUT} 取较大的数值可以减弱这种影响，但这样一来就需要尺寸更大、成本更高的电容。图4给出了 C_{OUT} 数值与低频衰减之间的关系。注意，使用100μF隔直电容时，16Ω耳机的-3dB频率为100Hz，刚好处于正常音频波段中，这样会造成恢复信号的低频衰减。

MAX9722A/MAX9722B

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

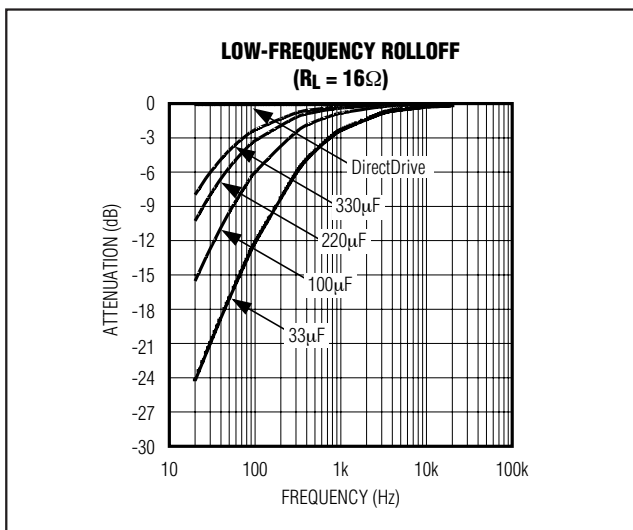


图4. 普通隔直电容的低频衰减

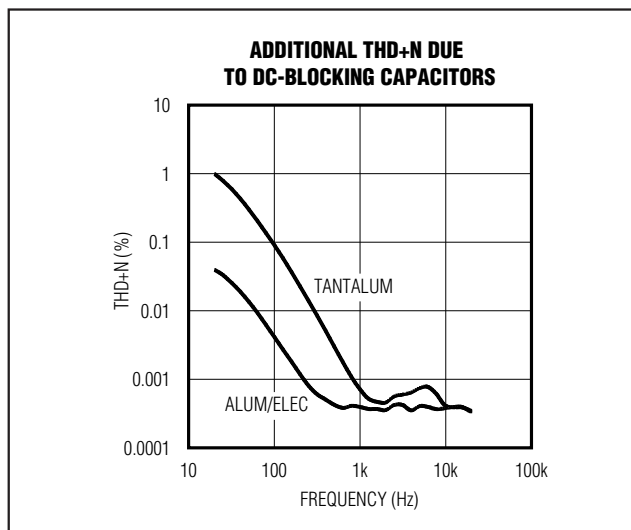


图5. 隔直电容引起的失真

2) 随着电容值的变化以及电容两端电压的变化，隔直电容的电压系数会导致重建音频信号的失真。在 -3dB 频率以下的频率范围内，容抗起主导作用，电压系数表现为失真度随频率而变化。图 5 给出了两种不同电介质电容引入的 THD+N，100Hz 以下的 THD+N 增加很快。低频衰减与随频率而变化的失真度共同作用，会影响注重低频效果的便携式音频设备中的音频信号恢复，比如多媒体笔记本电脑、MP3、CD 与 DVD 播放器。采用 DirectDrive 技术可以省去隔直电容，这些与电容相关的问题就都不存在了。

电荷泵

MAX9722A/MAX9722B 具有低噪声电荷泵。600kHz 的开关频率远高于音频范围，因此不会干扰音频信号。同时，600kHz 的开关频率也不会干扰 450kHz 的 AM 收发器。开关驱动器具有受控制的开关速度，可以减小启动与关闭瞬间产生的噪声。通过限制电荷泵的开关速度，可以减小线圈和线路板引线的杂散电感所引起的 di/dt 噪声。另外，通过增大 C2 的数值还可以获得额外的高频噪声衰减（见典型应用电路）。

杂音抑制

在传统的单电源音频放大器中，输出耦合电容是产生咔嗒声与噼噍声的主要来源。启动时，放大器将耦合电容

充电至偏置电压，典型值是电源电压的一半。同样，在关断时，电容放电至 GND。这造成了电容两端的直流漂移，使扬声器中出现瞬态噪音。既然 MAX9722A/MAX9722B 不需要输出耦合电容，这个问题也就不会发生了。

此外，MAX9722A/MAX9722B 具有扩展的杂音抑制功能，能够消除器件内部任意的瞬态噪声源。从典型工作特性中的上电/断电波形可以发现，输出信号具有极小的直流漂移，并且在启动与关断时没有杂散瞬变信号。

在大部分应用中，驱动 MAX9722A/MAX9722B 的前置放大器输出具有 DC 偏置，典型值是电源电压的一半。启动时，通过 MAX9722A/MAX9722B 的反馈电阻，输入耦合电容充电至前置放大器的 DC 偏置电压，造成电容两端的直流漂移与杂音。按照与前置放大器启动过程有关的 R_{IN} 和 C_{IN} ，将 \overline{SHDN} 的上升沿延迟 4 至 5 倍的时间常数 (80ms 至 100ms)，可以消除由输入滤波器引起的咔嗒声/噼噍声。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

关断

MAX9722A/MAX9722B具有关断控制，可以使音频信号关断或静音。将 $\overline{\text{SHDN}}$ 驱动为低电平可以禁用放大器与电荷泵，将放大器输出阻抗设置为 $10\text{k}\Omega$ ，并减小电源电流。在关断模式下，电源电流减小至 $0.1\mu\text{A}$ 。将 $\overline{\text{SHDN}}$ 驱动为高电平时，电荷泵就可以使用了。

应用信息

功耗

在标准工作条件下，线性功率放大器功耗很大。在 *Absolute Maximum Ratings* 部分的连续功耗中给出了每种封装形式所允许的最大功耗值，也可以用以下公式计算每种封装的最大功率耗散：

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

式中 $T_{\text{J(MAX)}}$ 是 $+145^{\circ}\text{C}$ ， T_{A} 是环境温度， θ_{JA} 是 *Absolute Maximum Ratings* 部分规定的降额因数的倒数，单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。例如，薄型 QFN 封装的 θ_{JA} 是 $+63.8^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，TSSOP 封装的 θ_{JA} 是 $99.3^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

MAX9722A/MAX9722B 有两个功耗源：电荷泵与两个放大器。若在给定应用条件下内部功耗超出了给定封装所允许的最大值，可以减小 SV_{DD} 、增大负载阻抗、降低环境温度或增大器件散热能力。较大的输出、较高的电源以及较大面积的接地布线可以提高封装的最大功率耗散。

热过载保护会限制 MAX9722A/MAX9722B 的总功耗。当结点温度超过 $+145^{\circ}\text{C}$ 时，热保护电路将禁用放大器输出级。结点温度下降 5°C 后再启动放大器。连续热过载情况下，将产生脉冲输出。

输出功率

该器件在两路输入同相的情况下满足额定工作条件。在这种情况下，两个放大器同时从电荷泵中获取电流，使 SV_{SS} 有少许跌落。在标准立体声音频应用中，左右声道信号的幅值和相位都不同，相应地增加了有效输出功率的最大值。图 6 给出了同相与异相两种极端情况下的输出功率。实际上，有效功率在这两种极端情况之间。

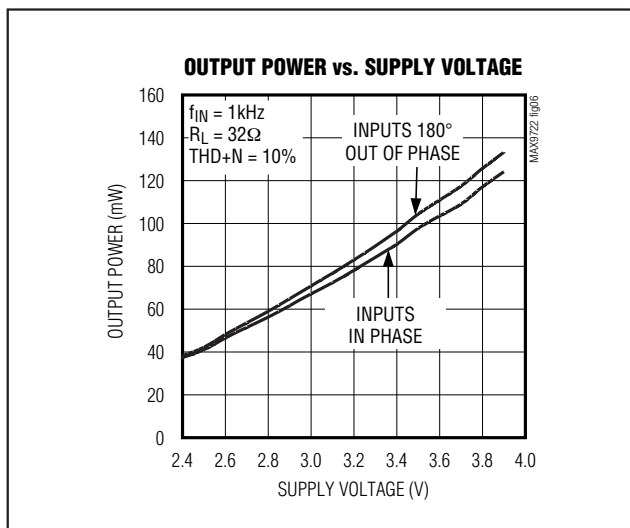


图 6. 输入同相/反相时，输出功率与电源电压的关系曲线

负电源向其他电路供电

MAX9722A/MAX9722B 的另一个优点是由内部产生负电源电压 (PV_{SS})。该电压提供以地为参考的输出电平。 PV_{SS} 能够为其他器件提供电源，不过从 PV_{SS} 吸取的电流限制在 5mA ，超过了这个限制，会影响耳机放大器的工作。典型应用中可以为 LCD 模块的对比度调节提供负电源。

PV_{SS} 与 PV_{DD} 严格成比例，并且不是稳定电压。当从 PV_{SS} 向其他器件供电时，必须考虑电荷泵的输出阻抗。典型工作特性中给出了电荷泵的输出阻抗图。为获得最佳结果，采用 $1\mu\text{F}$ 电荷泵电容。

UVLO

MAX9722A/MAX9722B 具有欠压锁存 (UVLO) 功能，在电源电压低于 2.2V (典型值) 时可以禁止器件工作。该特性保证器件工作在正常的电源状况下，可防止电池过度放电。当电源电压上升到 UVLO 阈值时，MAX9722A/MAX9722B 的电荷泵打开，并为放大器供电。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

元件选择

输入滤波器

输入电容 (C_{IN})与输入电阻 (R_{IN})一起构成了高通滤波器，可以消除输入信号中的直流偏置 (见典型应用电路)。交流耦合电容允许器件为信号提供最佳的直流偏置电平。假定信号源阻抗为 0，高通滤波器的 -3dB 点为：

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

选择合适的 C_{IN} ，使 f_{-3dB} 低于感兴趣的最低频率。对于 MAX9722B，使用 DC Electrical Characteristics 表中给出的 R_{IN} 值。如果 f_{-3dB} 设置过高，会影响放大器的低频响应。选用电介质为低电压系数的电容，如钽或铝电解电容。陶瓷电容等高电压系数的电容可能会导致低频失真加剧。

电荷泵电容选择

为获得最佳性能，应使用 ESR 小于 100mΩ 的电容。低 ESR 陶瓷电容可以使电荷泵的输出阻抗最小。为了在扩展温度范围内获得最佳性能，选择电介质为 X7R 的电容。表 1 列出了建议的厂商。

飞电容 (C1)

飞电容 (C1) 的值会影响电荷泵的负载调节能力以及输出阻抗。C1 值过小，器件提供充足电流驱动的能力就会变差，这将导致输出电压损失。增大 C1 可以改善负载调节能力，并在一定程度上降低电荷泵的输出阻抗。见典型工作特性中的 Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance (输出功率与电荷泵电容、负载电阻) 曲线图。电容大于 1μF 时，开关的导通电阻以及 C1 与 C2 的 ESR 占主导地位。

保持电容 (C2)

保持电容的容值与 ESR 直接影响 PV_{SS} 的纹波。增大 C2 的容值会减小输出纹波；同样，减小 C2 的 ESR 可以同时减小纹波与输出阻抗。在输出功率较低的系统可以使用电容值较小的电容。见典型工作特性中的 Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance (输出功率与电荷泵电容、负载电阻) 曲线图。

表 1. 推荐的电容制造厂商

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

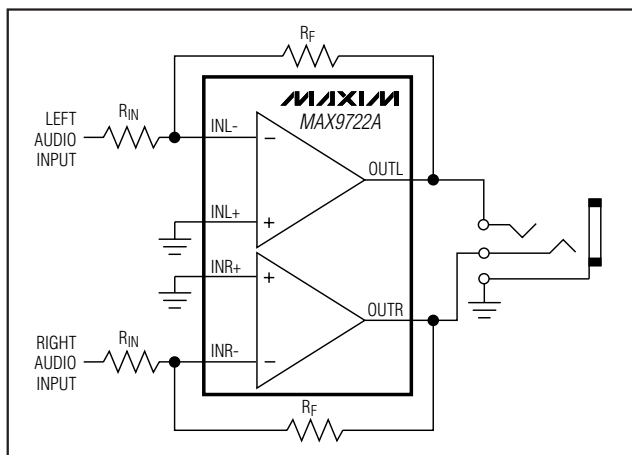


图 7. MAX9722A 的增益设置

电源旁路电容

电源旁路电容 (C3) 使电源的输出阻抗降低，并减弱 MAX9722A/MAX9722B 电荷泵开关的瞬态影响。用与 C1 电容值相等的 C3 作为 PV_{DD} 的旁路电容，并尽可能靠近 PV_{DD} 与 PGND 引脚摆放。

放大器增益

MAX9722B 的增益由内部设定为 -2V/V。所有增益设定电阻都集成在器件内部，可以减少外部元件数量。内部设定增益，加上 DirectDrive 技术，只需要 5 个小尺寸的 1μF 电容就可以构成耳机放大器电路：2 个用于电荷泵，2 个用于音频输入耦合，1 个用于电源旁路 (见典型应用电路)。

MAX9722A 放大器的增益需要外部设定，参照图 7 设置，增益为：

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

选择反馈电阻为 10kΩ。如果不是 10kΩ，会因为输入偏置电流引起输出失调电压增大，而导致流向负载的直流电流增大。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

共模检测

当耳机插孔被用作输出连接到其他设备(笔记本电脑、台式电脑与立体声接收设备)时,设备之间的地电位差会产生地线回路和额外的地电流。MAX9722A的 INR+与 INL+输入连接在一起构成共模输入,检测并修正耳机返回点与器件地之间的差值(见图 8)。通过耳机插孔返回点与器件的 SGND之间的电阻分压器连接 INR+与 INL+。为获得最佳共模抑制,使用相同阻值的 R1与 R_{IN}, R_F与 R₂。对于 MAX9722B, R_{IN} = 15kΩ, R_F = 30kΩ。通过在 SGND与 R₂之间加入电容来改善直流 CMRR(见典型应用电路)。如果不需要地线检测,可以将 INR+和 INL+直接连接到 SGND。

共模噪声抑制

图 9给出了两个器件之间的理论连接,例如,笔记本电脑(左边的发送器)与放大器(右边的接收器),耳机插座作为家用 hi-fi设备的线路输出。在图的上部,两个 GND参考点之间的任何差值(用 V_{NOISE}表示)都会造成电流沿两器

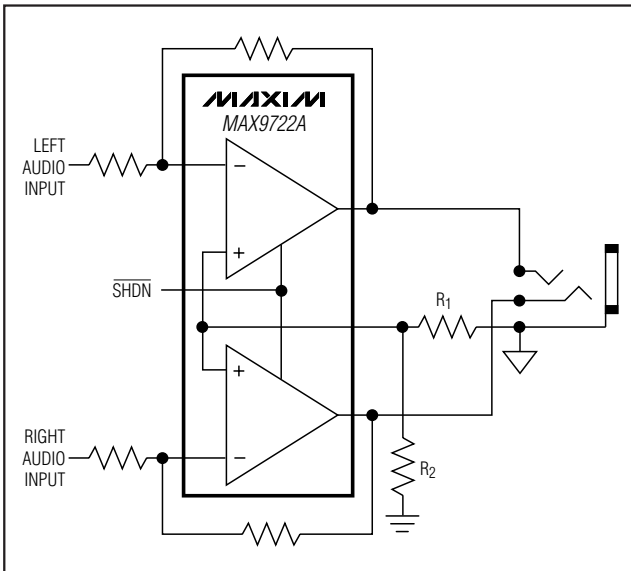


图 8. 共模检测输入消除接地回路的噪声

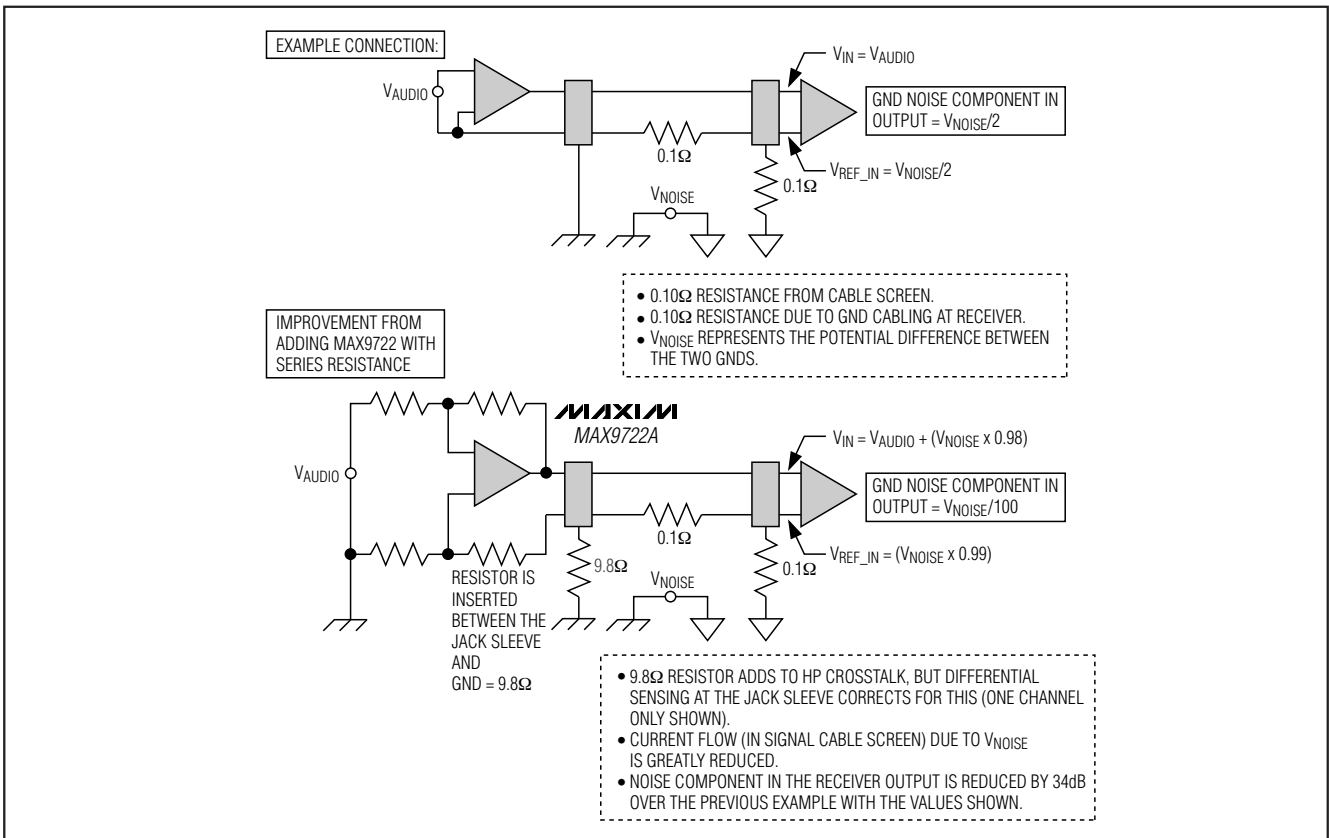


图 9. 共模噪声抑制

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

件间的电缆屏蔽层流动。由于音频屏蔽电缆阻抗与放大器地引线之间的分压器作用，会使噪声耦合到接收器。

在笔记本电脑 GND 与插孔插座之间引入阻抗有助于解决上述问题 (见图 9 的下部)。这种连接带来以下效果：

电缆屏蔽层的电流减小 (由 GND 势差引起)，提高系统安全性。

这样可以利用 MAX9722A/MAX9722B 的差分检测减小接收器 (放大器) 拾取的 GND 噪声。

另一方面，差分耳机插孔检测可以修正耳机串扰 (通过引入插孔 GND 返回点的电阻)。图 9 只给出了一个通道的说明。

图 9 给出了一些示范电阻，但音频设计人员在耳机插孔返回点只用了一个串联电阻。注意，如果需要的话，在频率远高于音频时，考虑到 ESD 等因素可以将该电阻旁路。当驱动低阻抗负载时，这个添加电阻的上限是耳机放大器输出摆幅的限度。任何耳机的返回电流都表现为该电阻的电压。

压电扬声器放大器

小尺寸压电扬声器能为便携式电子设备提供高质量音效。不过，通常压电扬声器两端需要较大的电压摆幅 ($>8V_{P-P}$) 才能产生有效的声压。便携式设备中的电源通常都是低压。电池供电时，传统的放大器无法提供足够的电压摆幅驱动压电扬声器。但是，MAX9722 的 DirectDrive 结构经过配置后可以在 5V 单电源下用高达 $12V_{P-P}$ 的摆幅驱动压电扬声器。

立体声 MAX9722 具有一个反相电荷泵，在 5V 电源下产生 -5V 电压。MAX9722 的每路输出摆幅可达 $6V_{P-P}$ 。用来驱动压电扬声器已经足够了。如果需要更高的输出电压，可将 MAX9722A 配置成桥接负载 (BTL) 放大器 (图 10)，负载一侧得到的最大输出摆幅可以翻倍至 $12V_{P-P}$ 。在 BTL 结构中，MAX9722 的右声道作为主放大器，设置器件的增益，驱动扬声器的一侧，并为左声道提供信号。左声道配置成单位增益跟随器，使右声道的输出反相，驱动扬声器的另一侧。利用精密电阻设置左声道增益，以保证低失真与良好的匹配。

MAX9722 与 Panasonic WM-R57A 压电扬声器一起进行测试，得到的 THD+N 曲线如图 11 和 12 所示。图中，随着频率增加，THD+N 增加。这是压电扬声器的电容特性造成

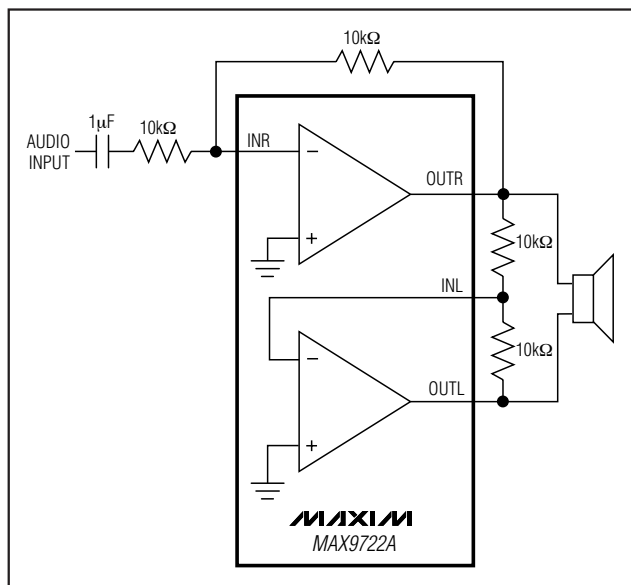


图 10. MAX9722 BTL 配置

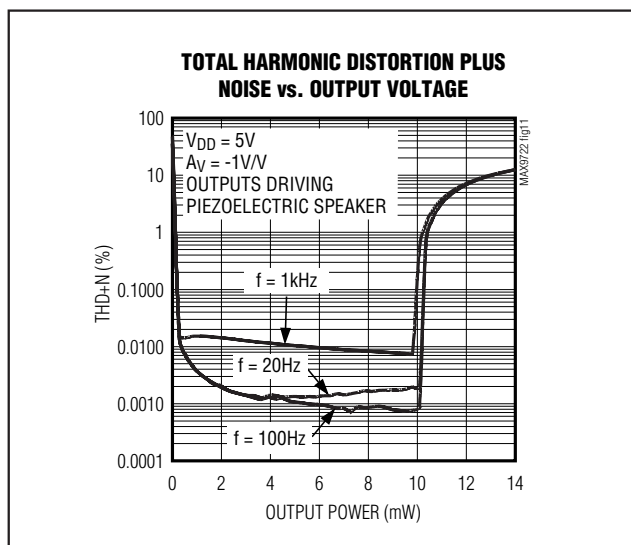


图 11. MAX9722 THD+N 与输出电压

的，当频率增加时，扬声器阻抗减小，使得放大器吸取的电流增大。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

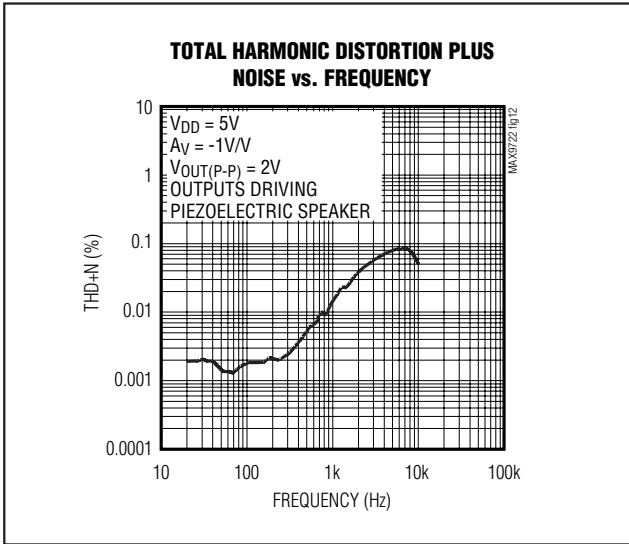


图 12. MAX9722 THD+N 与频率

另外，扬声器的电容特性会导致MAX9722不稳定。在这些测试中，驱动 WM-R57A时，MAX9722表现出了不稳定性。用一个简单的电感/电阻网络与扬声器串联，可以将扬声器的电容与放大器隔开，确保器件输出端的电阻负载在高频时能稳定地保持在 10Ω 。尽管 MAX9722 与 WM-R57A 一起工作时存在不稳定因素，但选用不同特性的其他扬声器可以获得稳定的工作特性，无需隔离元件。

布局与接地

良好的印刷电路板布线与接地是获得最佳性能的关键。在印刷电路板上将 PGND 与 SGND 单点连接。将与电荷泵 (C2 与 C3) 有关的所有元件与 PGND 平面相连，在器件上将 PV_{DD} 与 SV_{DD} 连接，在器件上将 PV_{SS} 与 SV_{SS} 连接。用电荷泵电容 C2 与 C3 作为电源旁路 (见典型应用电路)。将 C2 与 C3 尽可能靠近器件摆放。将 PGND 及所有传输开关瞬态信号的引线避开 SGND 和音频信号通道的元件和布线。电路布局参见 MAX9722 评估板。

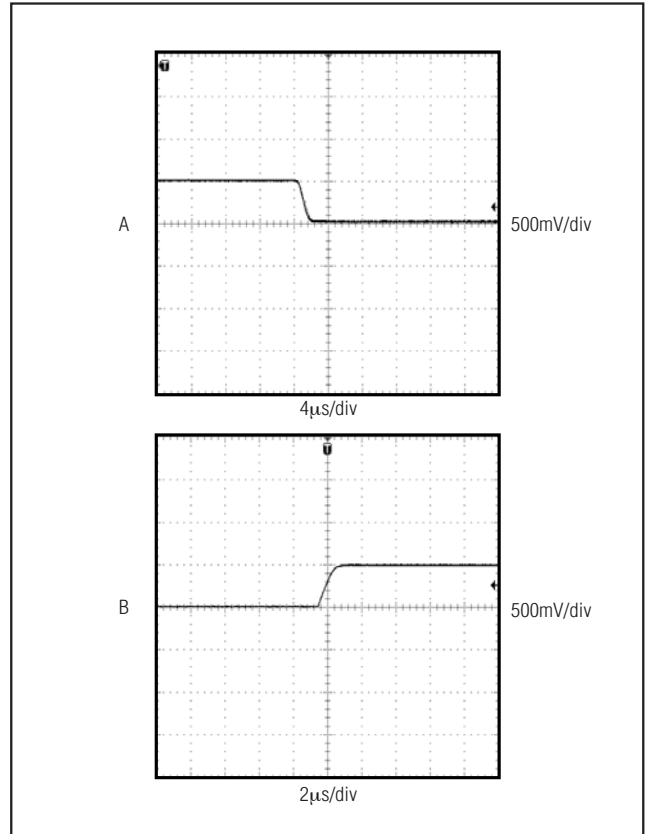


图 13. MAX9722 电容负载稳定性波形: (a) 下降沿; (b) 上升沿

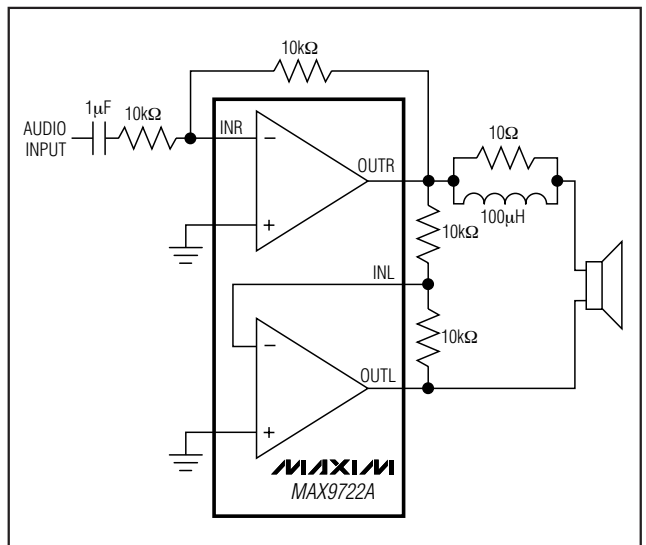
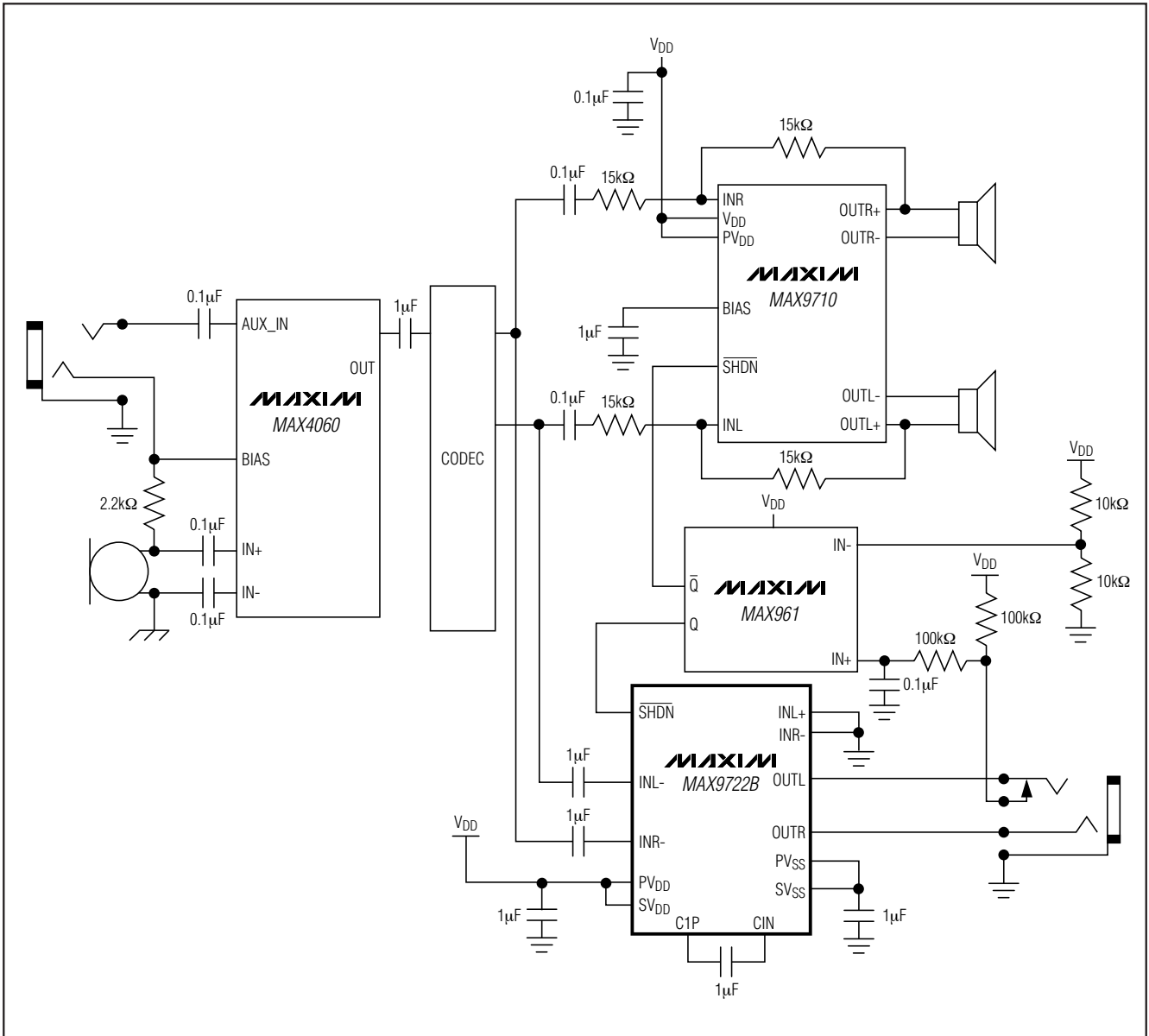


图 14. 隔离网络提高稳定性

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

系统框图



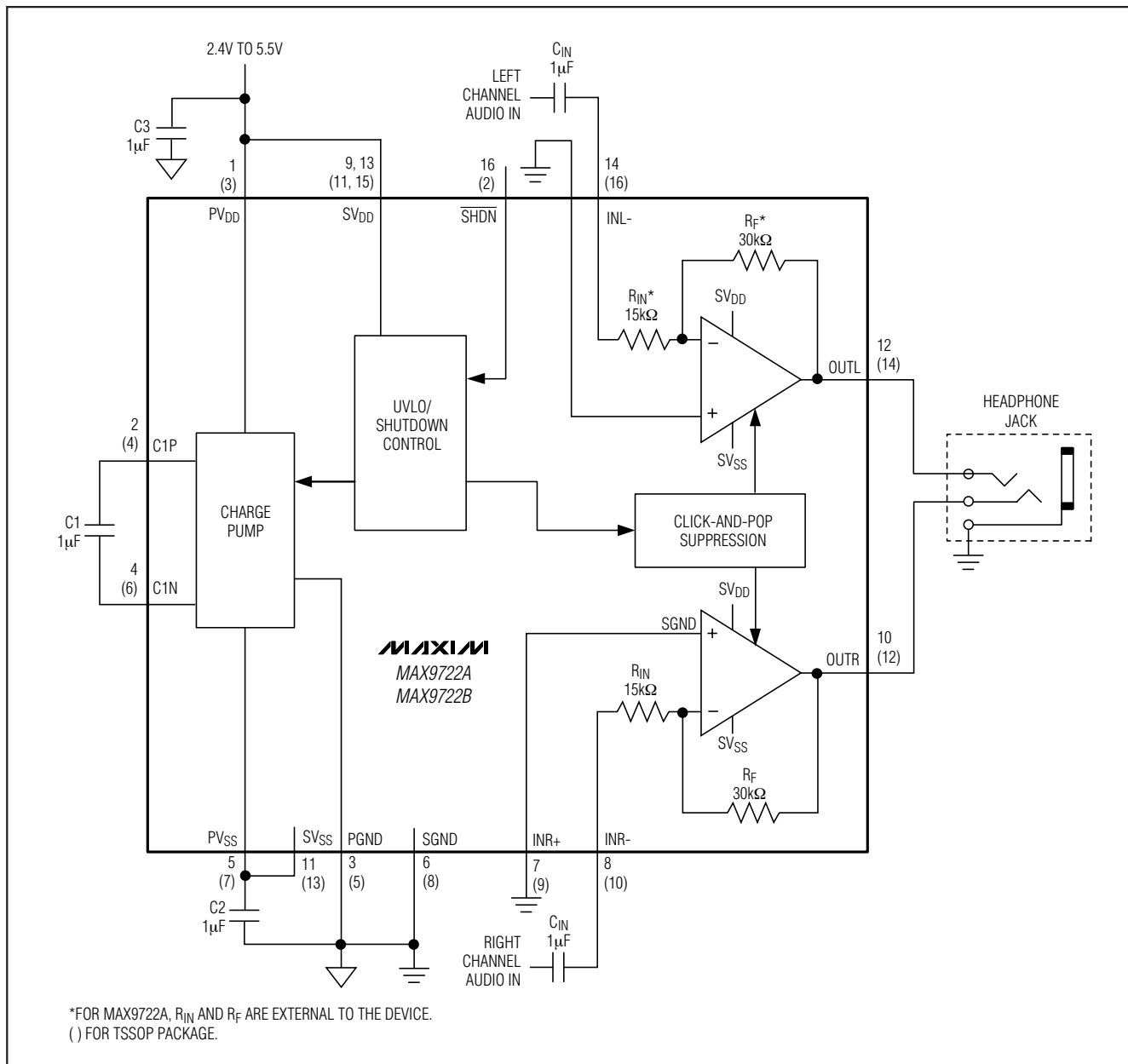
薄型 QFN 封装具有裸露的焊盘，可以改善封装的热效。MAX9722A/MAX9722B 不需要额外的散热装置。确保裸

露焊盘与 GND 或 SV_{DD} 隔离。不要把裸露焊盘与 GND 或 SV_{DD} 连接。

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

典型应用电路

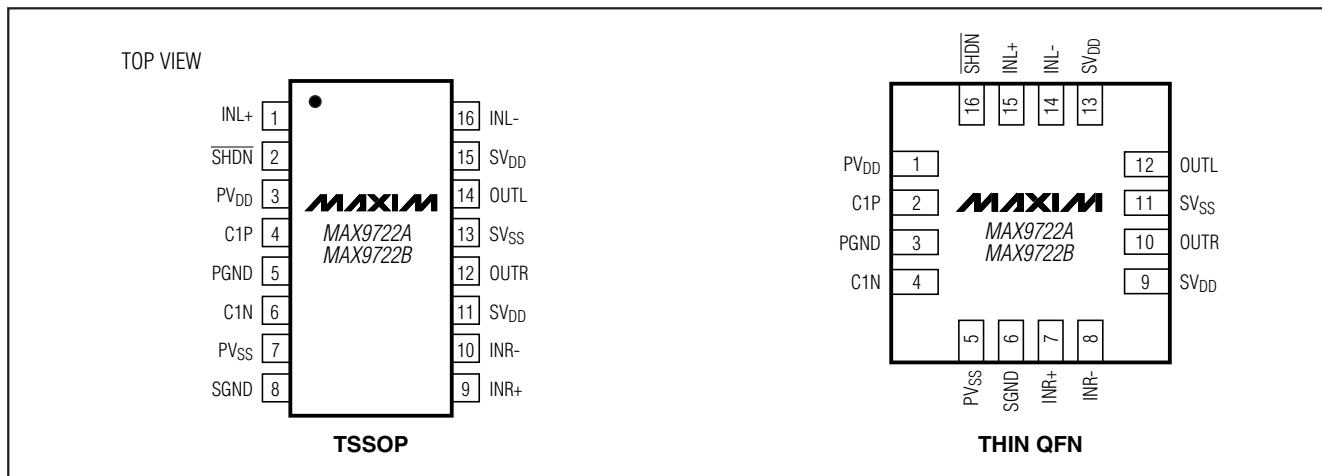
MAX9722A/MAX9722B



5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

引脚配置



芯片信息

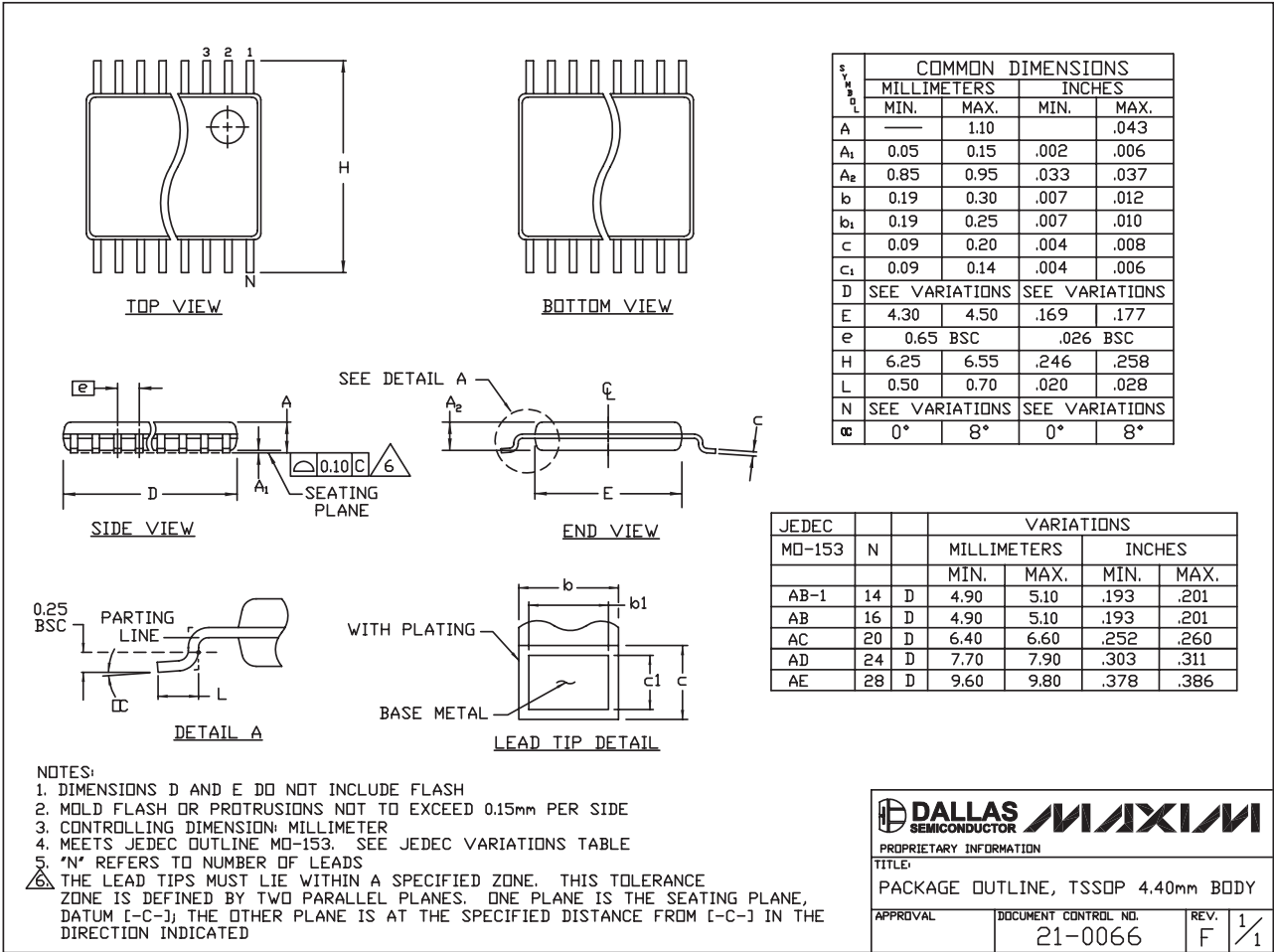
TRANSISTOR COUNT: 1100

PROCESS: BiCMOS

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages。)



MAX9722A/MAX9722B

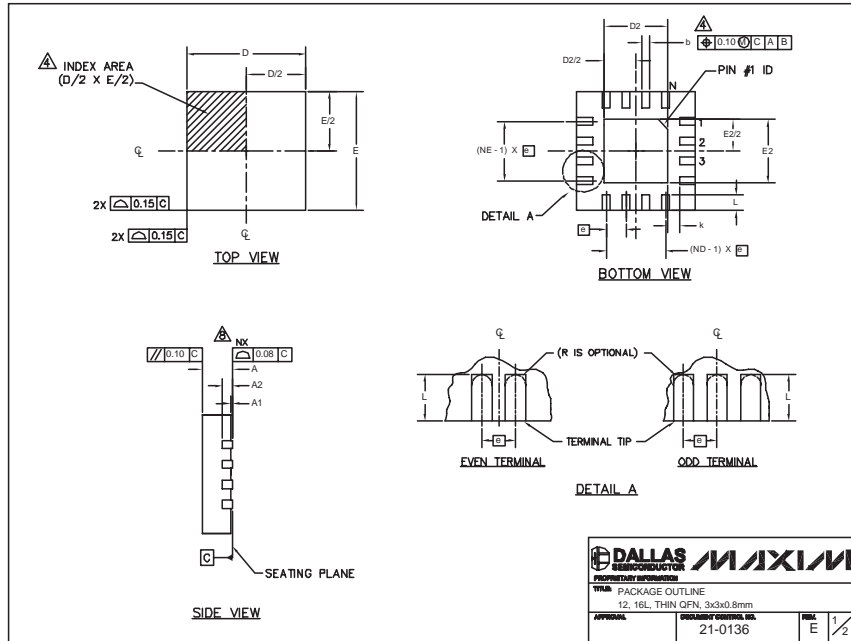
TSSOP4, 4.0mm, EPS

5V、差分输入、DirectDrive、130mW 立体声耳机放大器，带有关断功能

MAX9722A/MAX9722B

封装信息 (续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages。)



PKG	12L 3x8			16L 3x8		
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
b	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30
D	2.90	3.00	3.10	2.90	3.00	3.10
E	2.90	3.00	3.10	2.90	3.00	3.10
e	0.50 BSC.					
L	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50
N	12			16		
ND	3			4		
NE	3			4		
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A2	0.20 REF					
k	0.25	-	-	0.25	-	-

PKG CODES	D2			E2			PIN ID	JEDEC	DOWN BONDS ALLOWED
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.			
T1233-1	0.95	1.10	1.25	0.95	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-1	NO
T1233-3	0.95	1.10	1.25	0.95	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-1	YES
T1833-1	0.85	1.10	1.25	0.85	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-2	NO
T1833-2	0.85	1.10	1.25	0.95	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-2	YES
T1833F-3	0.85	0.80	0.85	0.85	0.80	0.85	0.225 x 45°	WEED-2	N/A
T1833-4	0.85	1.10	1.25	0.85	1.10	1.25	0.35 x 45°	WEED-2	NO

NOTES:

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

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

20 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

© 2004 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。