

电感式升压、AB/D类、低底噪、单声道音频功率放大器

特性

- 工作电压范围: 2.8V-5.5V
- 两种防破音自动增益控制 (AGC)
- 一线脉冲控制芯片各个工作模式
- 内置BOOST升压, 最高可以升高到7.1V
- 优异的爆破声抑制电路
- D类输出功率
 - at 1% THD+N
 - 6.2W, at $V_{BAT}=4.2V$, $R_L=3\Omega$
 - 5.1W, at $V_{BAT}=4.2V$, $R_L=4\Omega$
 - at 10% THD+N
 - 8.2W, at $V_{BAT}=4.2V$, $R_L=3\Omega$
 - 6.7W, at $V_{BAT}=4.2V$, $R_L=4\Omega$
- 效率高达82%的D类操作减少对散热片的要求
- 低静态电流和低EMI
- 低底噪、低失真
- 出色的THD+N和低爆破音设计
- 满足ROHS要求的环保封装 ESOP-10

应用

- 各种蓝牙音箱、智能音箱
- 导航仪、智能家居
- 扩音器、扬声器设备
- 各种消费类音频产品

说明

LTK5302 是一款内置同步BOOST升压、可用于AB/D可切换单声道无滤波器的D类音频功率放大器。在AB模式时, 可以实现收音无干扰。

LTK5302在无需散热器D类输出模式, 10% THD+N下, 4.2V, 4Ω下, 可以输出5.1W的功率。

LTK5302具有低至69uV的底噪、优异的开关机爆破音抑制功能和全频率范围超低THD+N失真。

LTK5302具有两种防破音AGC模式, 满足对声音不同的需求。

全差分结构有效提高了功放对RF噪声的抑制, BOOST同步升压结构简化了外围元器件, 无需二极管, 达到降低外围成本的目的。

典型应用原理图

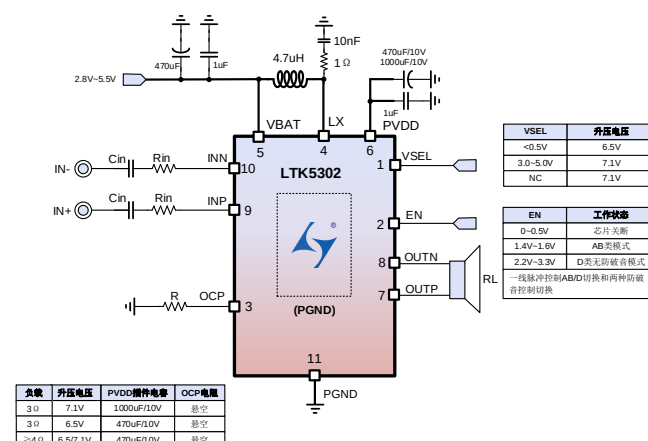


图1. LTK5302应用原理图

PCB注意事项

Order and Marking Information

	Package Code ES: ESOP-10 Handling Code TR: Tape & Reel Assembly Material G: Halogen and Lead Free Device
LTK5302 SO:	X - Data Code Y - Lot Number

Note: LTKCHIP 保留作出更改以改善可靠性或可制造性, 并建议客户在下订单前参考最新版本的相关资料。



管脚说明

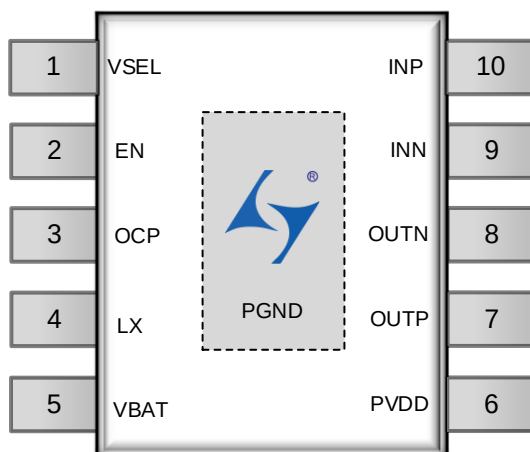


图2. LTK5302管脚说明

管脚功能

序 号	名 称	IO	功 能 说 明
1	VSEL	I	功率电源输入
2	EN	I	芯片控制脚位，低电平关断，高电平打开，一线脉冲控制
3	OCP	I	芯片限流脚位控制，接电阻到地，设定电阻值控制芯片限流值
4	LX	I	BOOST升压开关切换脚，接电感
5	VBAT	I	电源正端
6	PVDD	I	升压输出电压，接电容到地
7	OUTP	O	输出同相端
8	OUTN	O	输出反相端
9	INN	O	输入反相端
10	INP	O	输入同相端
EP	GND	GND	芯片底部露铜接地端,电源负端



极限工作条件(Note1)

符 号	说 明		范 围	单位
V _{BAT}	电源电压		-2.8 to 5.5V	
I/O	EN		-0.3 to 5.5V	
	IN+, IN-		-0.3 to 5.5V	
P _d	最大功耗	ESOP-10	3.0	W
P _{TR}	封装热阻 θ_{JA}	ESOP-10	33	°C /W
T _J	结温度范围		-40 to +150	°C
T _{STG}	储存温度范围		-40 to +150	°C
T _{SDR}	焊接温度范围		260	°C
R _L	最大负载		≥3	Ω

Note 1. 绝对最大额定值是指设备的寿命可能收到损坏的值, 在绝对最大额定条件下有可能会引起芯片的永久性损伤。

推荐工作条件

符 号	说 明	最小值	最大值	单位
V _{BAT}	电源电压	2.8	5.5	V
T _A	环境温度	-40	85	°C
T _J	结温度范围	-40	145	

电气特性

A_V= 22dB, V_{VDD}=3.7V, T_A= 25°C (典型情况)

符 号	参 数	测 试 条 件		最小	典型	最大	单位
I _{DD}	静态电流	D类			21		mA
		AB类			3		
I _{SD}	关断电流	VTCRL=0V			1		μA
F _{OSC1}	D类PWM频率	D模式			500		kHz
V _{OS}	输出直流偏差电压	R _L =4Ω				20	mV
V _N	噪声输出等效电压	With A-weighted Filter, 20dB R _L =4Ω			130		μVrms
R _{DS(ON)}	静态导通电阻	I _L =1A	上边		120		mΩ
		I _L =1A	下边		120		
η	效率	P _O =6.7W, R _L =4Ω+33μH			82		%
R _{IN}	内置输入电阻	D 类模式			6.5		kΩ
R _F	内置反馈电阻	D 类模式			416		kΩ
H _{VSEL}	高阈值	3.0V~4.2V		3			V
L _{VSEL}	低阈值					0.5	
S _{DEN}	关断阈值					0.5	
A _{BEN}	AB类阈值			1.4	1.5	1.6	
D _{EN}	D类阈值			2.2	3.0	3.3	
S/N	信噪比	With A-weighted Filter P _O =5W, R _L =4Ω			92		dB
PSRR	电源抑制比	R _L =4Ω, f _{in} =217Hz, V _{RIIPPLE} =0.2V _{PP}			-80		

功率特性

$A_V = 22\text{dB}$, $V_{DD} = 3.7\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (典型情况)

符 号	参 数	测 试 条 件		典型	单位
P_O	输出功率	$V_{BAT} = 3.7\text{V}$, $P_{VDD} = 7.1\text{V}$	$f = 1\text{kHz}, R_L = 3\Omega, \text{THD} + \text{N} = 10\%$	8.2	W
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 3\Omega, \text{THD} + \text{N} = 1\%$	6.2	
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 4\Omega, \text{THD} + \text{N} = 10\%$	6.7	
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 4\Omega, \text{THD} + \text{N} = 1\%$	5.1	
		$V_{BAT} = 3.7\text{V}$, $P_{VDD} = 6.5\text{V}$	$f = 1\text{kHz}, R_L = 3\Omega, \text{THD} + \text{N} = 10\%$	7.2	
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 3\Omega, \text{THD} + \text{N} = 1\%$	5.4	
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 4\Omega, \text{THD} + \text{N} = 10\%$	5.7	
			$f = 1\text{kHz}, R_L = 4\Omega, \text{THD} + \text{N} = 1\%$	4.5	
THD+N	总谐波失真加噪声	$V_{BAT} = 3.7\text{V}, V_{SEL} = 3.0\text{V}, P_O = 1.6\text{W}, R_L = 4\Omega$		0.041	%

典型曲线 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

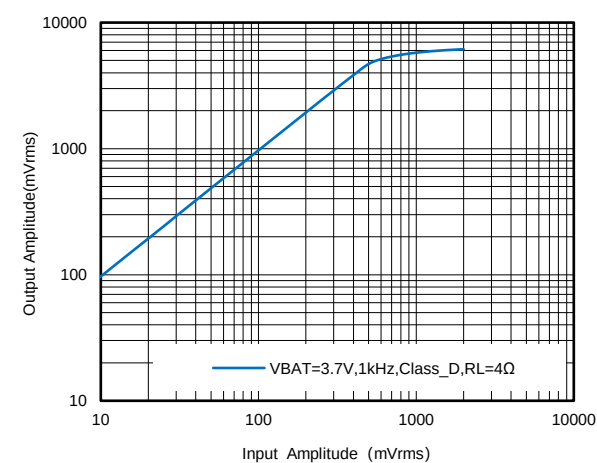


图3. 输入、输出幅度曲线

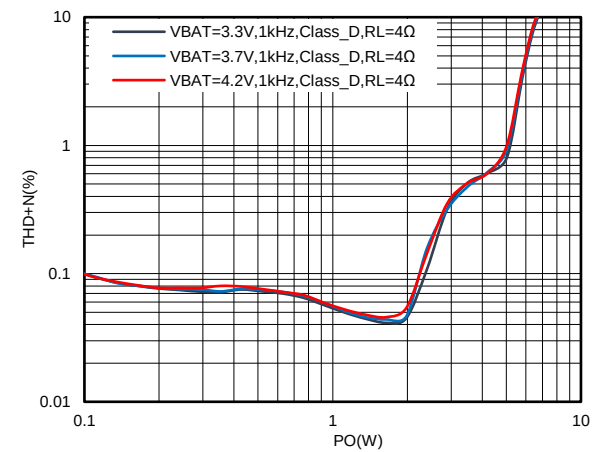


图4. 3.7V, 4Ω负载D类功率曲线

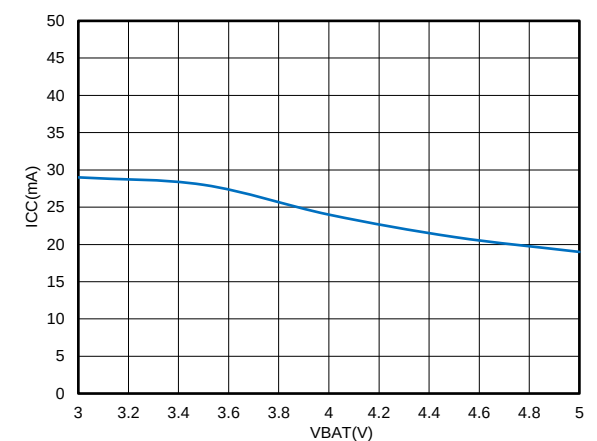


图5. 静态电流曲线

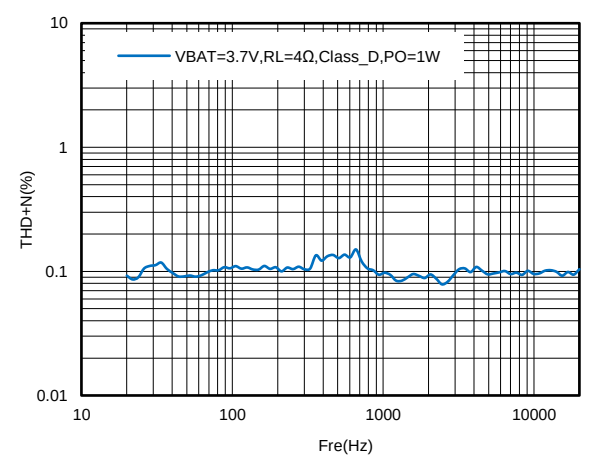


图6. 4Ω负载, 全频段失真曲线

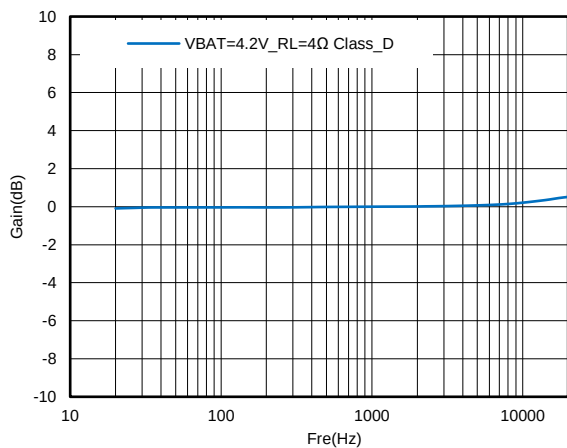


图7. 频率增益曲线

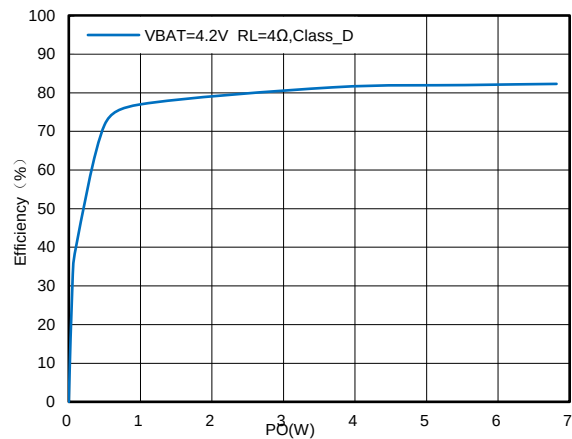


图8. 效率曲线

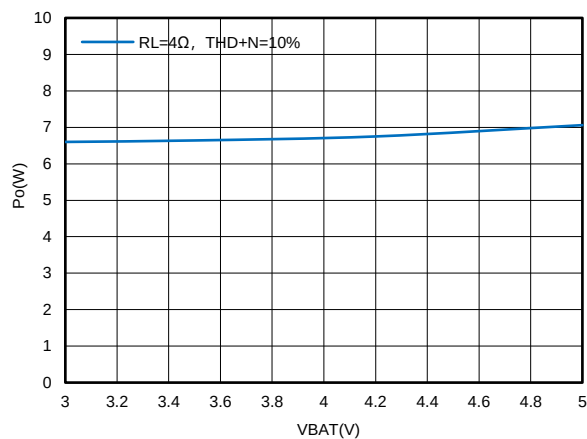


图9. 输入电压与输出D类功率曲线

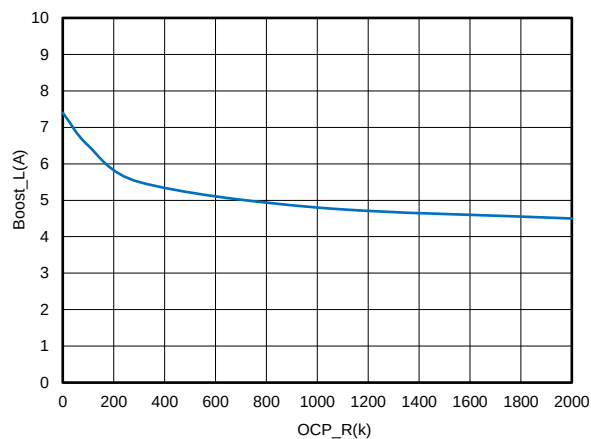


图10. OCP电阻与Boost升压电感电流曲线

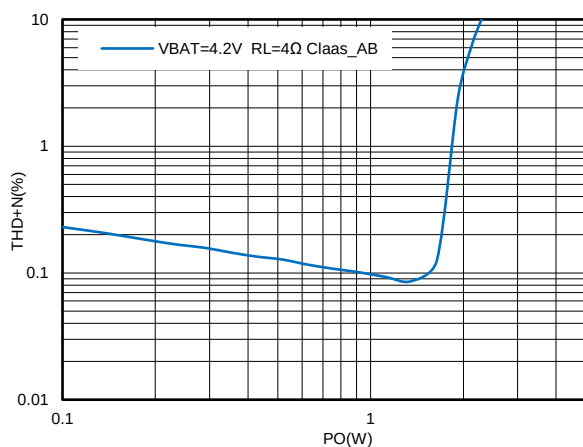
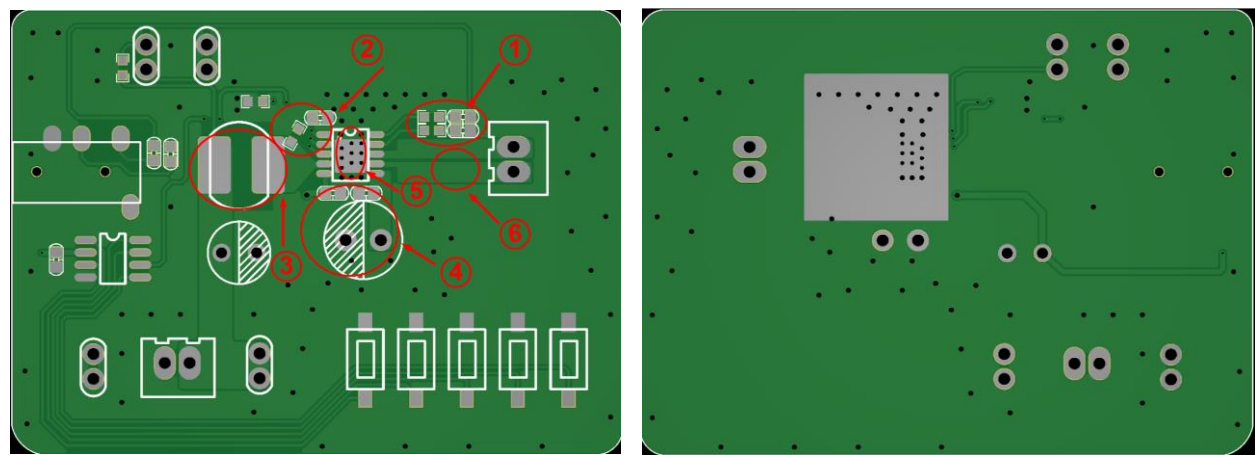


图11. 4.2V输入, 4Ω负载AB类功率曲线

应用指南

PCB 注意事项



1. 上图中（标识1）的位置的音源输入差分网络，差分网络的同相端和反相端阻抗务必做到相互匹配。
2. LX处的RC组合靠近LX管脚放置（标识2），RC组合的电容下地处，务必靠近芯片衬底的GND。
3. 芯片底部打孔可以适当减小，防止漏锡（标识5）；同时可以适当增加钢网开孔面积，防止出现芯片底部漏锡导致的假焊；PCB在芯片底部开窗，与芯片衬底焊接，帮助芯片散热。
4. 电感靠近LX管脚放置（标识3），使用覆铜连接。
5. 功放喇叭网络适当加粗，增加输出电流能力。
6. 过EMI认证，功放输出需要增加LC滤波（L推荐15uH，C推荐640nF，实际值结合实验室情况灵活调整）。

EN 功能说明

LTK5302的EN是复合功能控制管脚，有两种控制方式：软件控制（一线脉冲）和硬件控制（电平控制）；一线脉冲控制的好处是可以节省主控IO，仅使用一个IO口即可切换功放多种工作模式。

EN	状 态
<0.5V	关 断
1.4V-1.6V	AB 类模式
2.2V-3.3V	D 类无防破音模式

基于上表实际控制电压，在使用中可以根据系统做下面设置：

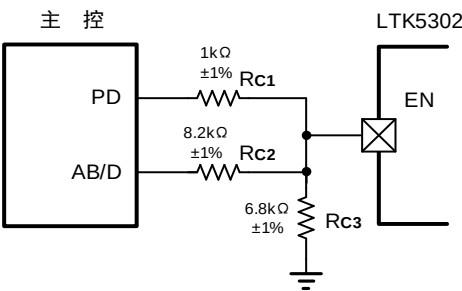


图9.EN硬件控制设置

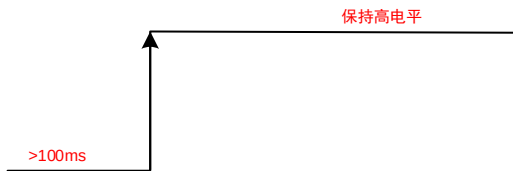


如图9, 如果主控的IO口为3.3V, 借助PD及AB/D两个IO口以及电阻分压电路实现各种模式切换, 当PD口及AB/D口同时为低电平时, 功放工作在关断状态; 当PD口为高电平, AB/D口悬空(高阻状态), RC1和RC3构成分压, 此时EN引脚的电平2.87V ($EN = VIO \cdot RC3 / (RC1 + RC3)$) 功放工作在D类模式; 当PD口悬空(高阻状态), AB/D口为高电平时, RC2和RC3构成分压, 此时EN引脚的电平为1.49V ($EN = VIO \cdot RC3 / (RC2 + RC3)$) 此时工作在AB类模式。

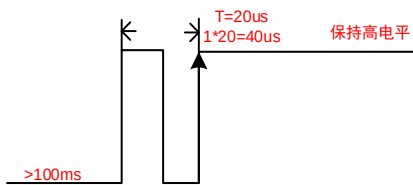
EN的软件控制(一线脉冲):

不同的脉冲信号切换功放: D类无破音模式、D类防破音模式1、D类防破音模式2、AB类模式:

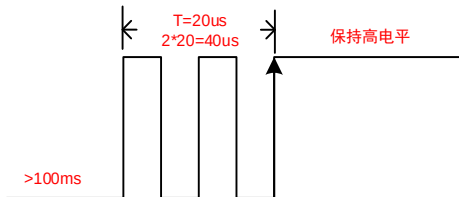
1、芯片切换到D类无防破音模式:



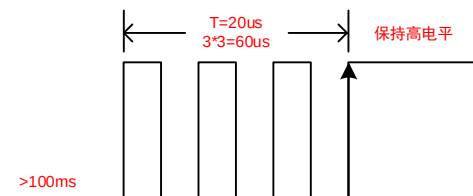
2、芯片切换到D类防破音模式1 (THD<5%):



3、芯片切换到D类防破音模式2 (THD<1%):



4、芯片切换到AB类模式:



电感选择

电感是 BOOST 电路中最重要元器件, 电感对 BOOST 电路的影响非常大。选择的电感一定要有足够大的额定电流和饱和电流。并且电感的 DRC (直流电阻) 越小越好。电感的 DRC 要小于 50mΩ, 饱和电流不小于 5A。

电感量的选择, 电感量小会有较大的电流纹波, 但是能提供较好的瞬态响应, 同时会降低 BOOST 电路的工作效率。而选用电感量大的是可以降低电流纹波, 同时对于工作效率会有所提高, 但瞬态响应会差; LTK53202 推荐使用 4.7uH 的电感值。



OCP 功能说明

OCP 管脚通过外接不同的电阻, 可以限定输入的电感电流, 从而根据电源电池和输出功率的要求灵活配置限流值。

OCP 电阻	BOOST 升压电流
100kΩ	6.5A
300kΩ	5.5A
1MΩ	4.8A
2MΩ	4.5A

VSEL 功能说明

VSEL是升压档位设置管脚, 通过VSEL管脚电压设置升压最高电压

VSEL 电压	升压电压
<0.5V	6.5V
3.0~5.0V	7.1V
NC	7.1V

输入阻抗 R_i 和 C_i

LTK5302提供输入全差分结构, 要求输入电阻之间良好的匹配(差分同相端、反向输入电阻、电容值一致), 可以提升PSRR、CMRR等性能。PCB布局时要尽可能靠近芯片的管脚位置。

芯片内部的输入电阻: $R_i=6.5k\Omega$; 内部反馈电阻: $R_f=416k\Omega$;

R_{ex} 是外置输入电阻, 可以根据需要选用。

$$A_V = 20 \log * \frac{R_f}{R_{ex} + R_i} \quad (2)$$

LTK5302 的输入电容和输入电阻构成输入高通滤波器, 通过选取合适的电容, 来决定截止频率。

$$f_{C(Highpass)} = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \quad (3)$$

电容的选取可以参考下面公式:

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (4)$$

磁珠选择

选择磁珠时, 要注意铁氧体材料类型, 需要能在10~100MHz频率范围正常工作的磁珠, 使用铁氧体磁珠过滤器, 可以有效降低出现在扬声器和电源线30MHz频率以上范围的高频信号辐射。在铁氧体磁珠滤波器后面, 接一个1nF高频电容到地可以进一步对高频信号旁路, 来降低信号的频谱在一个可接受的水平。为了获得最佳性能, 对铁氧体磁珠滤波器的谐振频率应小于10MHz。

选择铁氧体磁珠需要考虑三个重要指标: 直流电阻(DCR)、100MHz时的阻抗和额定工作电流, 要求DCR小于50mΩ, 100MHz的阻抗在100Ω~330Ω之间, 额定电流在3Ω喇叭应用下不小于3A, 4Ω喇叭应用下不小于2A。

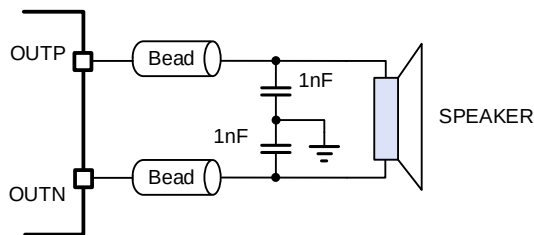


图10 差分磁珠滤波输出

LC 输出滤波器

在扬声器引线比较长并且对EMI要求很高的应用环境，需要一个LC输出滤波器以获得最佳的EMI抑制，LC滤波器的设计既要比音频信号的频率高，又要对音频信号频带内的信号没有影响，可以尽量地衰减音频范围外的高频信号。LC输出滤波器的转角频率通常选择在50kHz左右下面是一个低通滤波器，如图14所示。

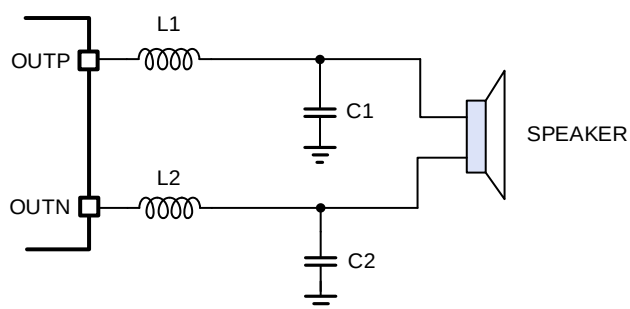
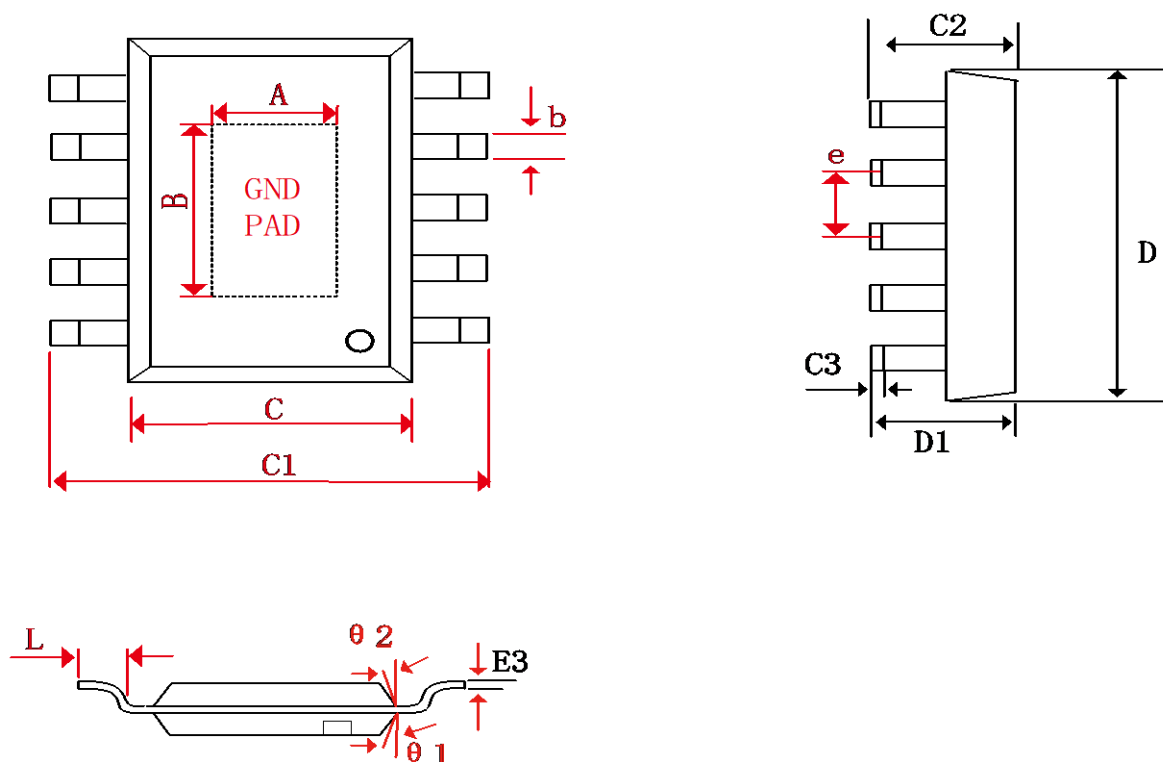


图11 差分LC滤波输出

ESOP-10 封装信息



Symbol	Dimensions In Milli meters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.80	2.10	0.070	0.082
B	3.10	3.40	0.122	0.133
b	0.38	0.50	0.015	0.019
C	3.80	4.00	0.149	0.157
C1	6.00	6.20	0.236	0.244
C2	1.35	1.55	0.053	0.061
C3	0.1	0.25	0.004	0.010
D	4.8	5.0	0.189	0.197
D1	1.35	1.55	0.053	0.061
e	1.00(BSC)		0.039(BSC)	
L	0.520	0.720	0.02	0.028
θ	0°	8°		

版本修改说明

No.	修改日期	版本	负责人	内 容
1	2017年9月16日	V1.0	Wilson Liu	正式版第一版发布
2	2025年7月10日	V2.4	Wilson Li	更新PCB注意事项