

# 15W 单声道、AB/D、防破音、带自适应升压音频功率放大器

## ■ 特性

- 工作电压范围: 3V- 5V
  - 最高升压到10V
  - 集成大电流异步电感式升压
  - 内置三种防破音模式
  - 提高效率的自适应升压
  - AB/D 模式切换
  - 输出功率
- at 10% THD+N
- 12.6W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=4\Omega$
  - 15.2W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=3\Omega$
  - 19.2W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=2\Omega$
- at 1% THD+N
- 10.4W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=4\Omega$
  - 12.5W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=3\Omega$
  - 16.2W, at  $V_{IN}=3.7V$ ,  $R_L=2\Omega$
- 3.7V输入时82%的效率
  - 可选改善EMI的扩频模式
  - 关断电流 < 10uA
  - 过热保护功能
  - 尺寸极小的 ECPC-16封装形式
  - 满足ROHS要求的环保封装

## ■ 应用

- 各种蓝牙音箱、智能音箱
- 扩音器、扬声器设备
- 各种消费类音频产品

## 说明

LTK53101 是一款大功率、带自适应升压、防破音、高效率、无滤波器的D类音频功率放大器，单节锂电供电情况下，在4 下可以达到12.6W；3 下可以达到 15W 的 10% 输出功率（10% THD+N）。

LTK53101带有AB类功能，可以减少或去掉功放对FM的干扰。另外，D类模式下，可选的扩频功能，可以降低开关频率对EMI的影响。

采用三种不同的防破音模式，使得LTK53101可以满足对音质的不同要求，同时保护扬声器，避免过载而损坏。

另外，LTK53101的自适应升压功能，在音频输入较小时升压在较低电位，输入较高音频幅度时升到更高的电压，从而达到明显提高效率的目的。

LTK53101根据需求设置输入限流电流，可以匹配不同电源电池和输出功率的要求。

LTK53101提供了尺寸极小的ECPC-16封装，同时保持了良好的散热能力。

## ■ 典型应用原理图

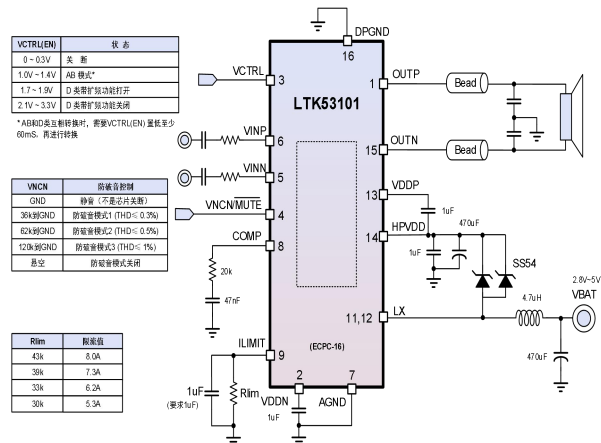




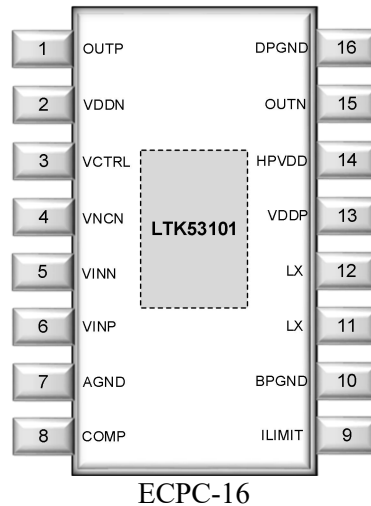
图1 LTK53101应用原理图

## ■ 封装信息

<p>LTK53101 </p> <p>Assembly Material</p> <p>Handling Code</p> <p>Package Code</p>	<p>Package Code EPS: ECPC-16</p> <p>Handling Code TR: Tape &amp; Reel</p> <p>Assembly Material G: Halogen and Lead Free Device</p>
<p>LTK53101 SO: </p>	<p>X - Data Code Y - Lot Number</p>

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



## ■ 管脚功能

序号	名称	IO	功能说明
1	OUTP	O	正端音频功率输出。
2	VDDN	IO	对地偏置电源电压，需要连接1uF电容到地。
3	VCTRL	I	芯片使能，不同的电压区间可以开启AB类、D类扩频或关闭。
4	VNCN	I	防破音设置脚，提供三种防破音，或关闭防破音功能。
5	VINN	I	负端音频输入。
6	VINP	I	正端音频输入。
7	AGND	IO	模拟地。
8	COMP	IO	升压模块的环路控制补偿，外接电阻和电容网络。
9	ILIMIT	I	升压模块的输入电感电流限流设置，需要外接电容到地，电容大小影响启动时间，偏小容易引起启动大电流，建议1uF电容。
10	BPGND	IO	升压功率地。
11	LX	IO	升压模块开关连接电感。
12	LX	IO	升压模块开关连接电感。
13	VDDP	IO	对升压电压偏置电源电压，需要连接1uF电容到升压电压HPVDD
14	HPVDD	IO	升压电压，同时为功放功率输出提供电源。
15	OUTN	O	负端音频功率输出。
16	DPGND	IO	音频功放功率地。

## 极限工作条件(Note1)

符号	说明		范围	单位
V <sub>VBAT</sub>	电池电压 (PVCC to GND)		-0.3 to 6V	V
V <sub>PVCC</sub>	升压电压 (PVCC to GND)		-0.3 to 12V	
V <sub>OUTP/N</sub>	输出OUTP/N		-0.3 to 12V	
I/O	VCTRL、ILIMIT、COMP		-0.3 to 5V	
	VINP、VINN		-0.3 to 5V	
I <sub>OUT</sub>	功放输出端输出最大电流		5	A
P <sub>d</sub>	最大功耗	ECPC-16	400	mW
P <sub>TR</sub>	封装热阻 JA	ECPC-16	285	°C/W
T <sub>J</sub>	结温度范围		-40 to +150	
T <sub>STG</sub>	储存温度范围		-40 to +150	°C
T <sub>SDR</sub>	焊接温度范围		260	

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 <sub>BAT</sub>	电源电池电压		3	5	V
V <sub>IH</sub>	高阈值电压	EN	1.5		
V <sub>IL</sub>	低阈值电压			0.4	
V <sub>LX</sub>	连接电感的LX侧电压			14	
T <sub>A</sub>	环境温度		-40	85	°C
T <sub>J</sub>	结温度范围		-40	125	
R <sub>L</sub>	扬声器阻抗		3	8	

## ■ 电气特性

V<sub>BAT</sub>=3.7V, A<sub>V</sub>=26dB, T<sub>A</sub>=25°C (典型情况)

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
I <sub>DD</sub>	静态电流	D类模式			21	30	mA
I <sub>DD</sub>	静态电流	AB类模式			3	10	mA
I <sub>SD</sub>	关断电流	EN=0V			10	20	A
F <sub>OSC1</sub>	D类PWM频率	V <sub>BAT</sub> =3.7V Class D mode		400	500	600	kHz
F <sub>OSC2</sub>	升压开关频率	V <sub>BAT</sub> =3.7V Class D mode		400	500	600	kHz
V <sub>OS</sub>	输出直流偏差电压	R <sub>L</sub> =4			20		mV
V <sub>N</sub>	噪声输出等效电压	With A-weighted Filter, R <sub>L</sub> =4			180		V <sub>rms</sub>
R <sub>DS(ON)</sub>	静态导通电阻	P <sub>VDD</sub> =7V, I <sub>L</sub> =1A	上边		150		m
		P <sub>VDD</sub> =7V, I <sub>L</sub> =1A	下边		120		
η	效率	P <sub>O</sub> =2W, R <sub>L</sub> =4 +33 H			82		
		P <sub>O</sub> =6W, R <sub>L</sub> =4 +33 H			83		
THD+N	总谐波失真加噪声	THD+N=1%, f <sub>in</sub> =1kHz	RL=3		12.5		W
			RL=4		10.4		
		THD+N=10%, f <sub>in</sub> =1kHz	RL=3		15.2		
			RL=4		12.6		
S/N	信噪比	With A-weighted Filter P <sub>O</sub> =2W, R <sub>L</sub> =4			80		dB
PSRR	电源抑制比	R <sub>L</sub> =4, f <sub>in</sub> =217Hz, V <sub>RIPPLE</sub> =0.2V <sub>PP</sub>			-80	-60	

■ 典型曲线 (TA=25°C)

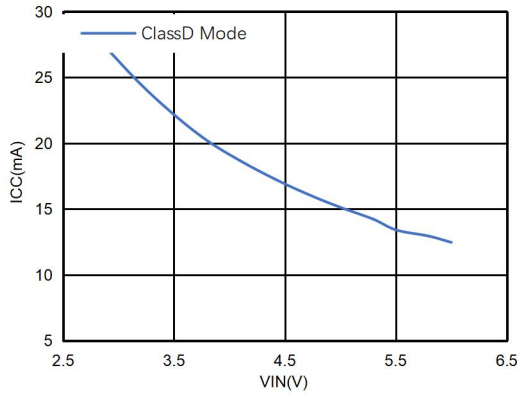


图2 Class D 输入电源和静态电流

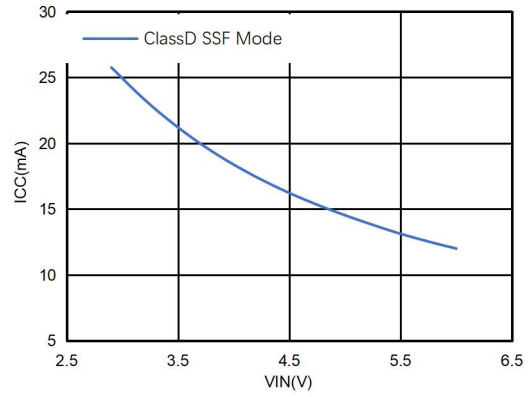


图3 Class D 扩频模式下输入电源和静态电流

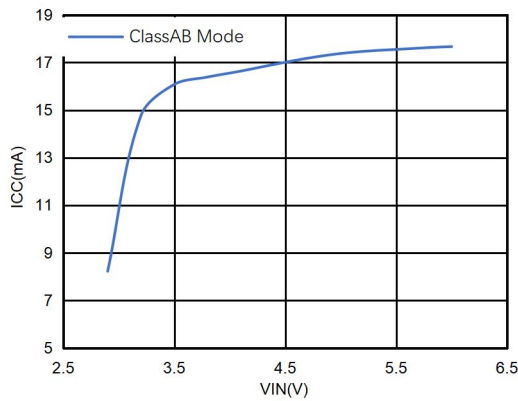


图4 Class AB 输入电源和静态电流

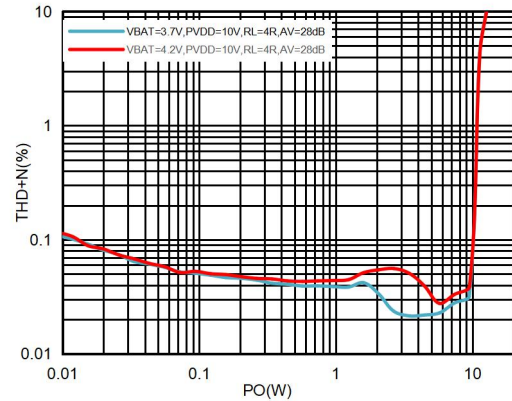


图5 Class D在4Ω负载下输出功率和THD+N

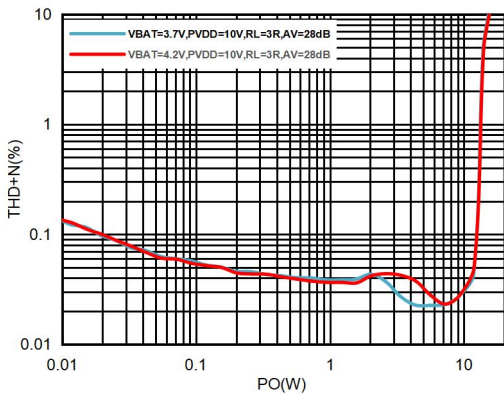


图6 Class D在3Ω负载下输出功率和THD+N

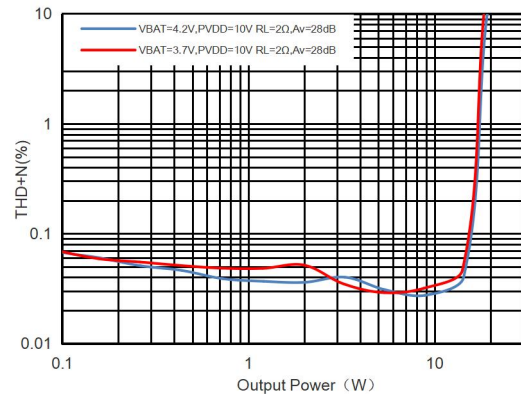


图7 Class D在2Ω负载下输出功率和THD+N

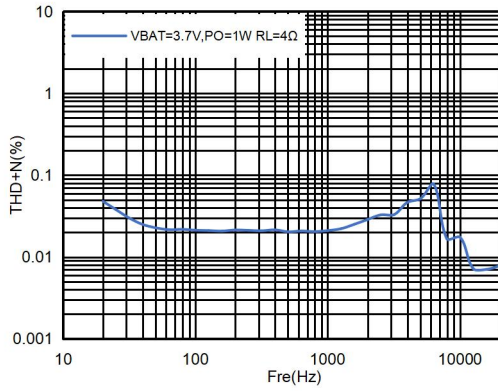


图8 1W功率下Class D频率和THD+N

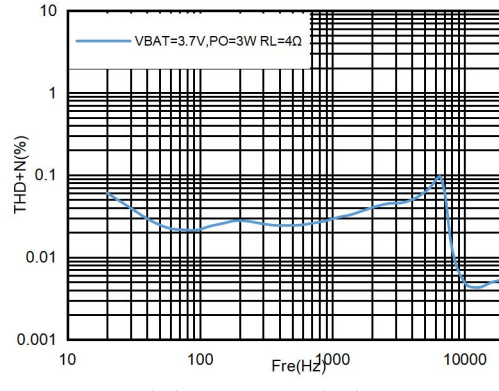


图9 3W功率下Class D频率和THD+N

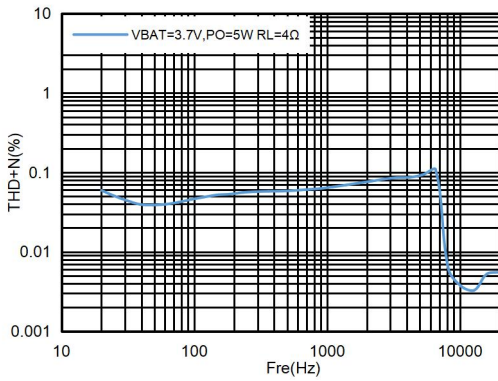


图10 5W功率下Class D频率和THD+N

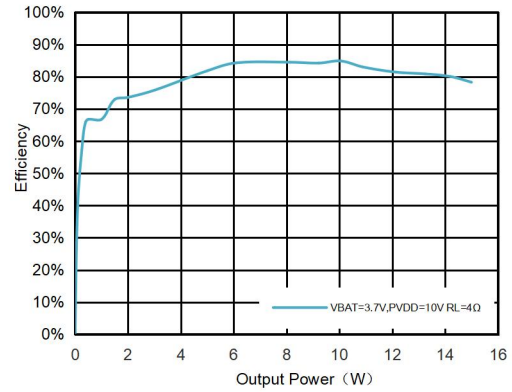


图11 Class D输出功率和效率

## ■ 应用指南

LTK53101是一款大功率、带自适应升压、防破音、高效率、无滤波器的D类音频功率放大器。先进的扩频功能可以进一步降低EMI的辐射，甚至可以在不加任何磁珠的情况下满足要求。

### ● PCB 应用指南

设计PCB时，要尽量使升压电感和肖特基二极管靠近LTK53101的LX脚位，升压输出滤波电容要靠近肖特基二极管的负极，LX脚、电感和肖特基二极管之间的走线要在同一层，不能有过孔，输出滤波电容和肖特基二极管的负极走线也要在同一层，不能有过孔，走线因为有大电流开关信号，要尽量短而粗，以减少大电流通路上的寄生阻抗。

芯片下面的散热片必须直接可靠地焊接到PCB的焊盘上，必需使用二层以上的PCB，芯片的AGND、DPGND和BPGND可以直接短接到底部的散热焊盘上，并通过足够多的过孔与背面的大面积覆铜区相连来帮助散热。

为了降低系统的底噪，尽量使用差分输入模式，并且使VINN和VINP的输入电阻电容尽量匹配；在做单端输入使用时，有一端输入是交流接地的，需要把线拉到信号源端再接地，尽量使VINN和VINP的输入路径走线对称。

音频功率放大器的输出脚（OUTP和OUTN）到喇叭处要尽量使用低阻抗的连线。

电源输入VBAT、HPVDD处要放置合适的退耦电容，电容要尽量地靠近相应的电源脚和地，电感的退耦电容也要尽量靠近电感。

LTK53101应用在大电流输出时，要根据系统对电流的要求，选用并联的二极管，有利于保持电流能力的同时降低阻抗，提高可靠性和效率。

为了进一步降低EMI，可以在功率放大器的输出端增加串接磁珠，并接电容到地来更好地抑制高频的EMI。

请不要让功率放大器的输出端碰到AGND、DPGND、BPGND、VBAT、HPVDD上，以免造成芯片的损坏。

### ● VCTRL 功能说明

VCTRL 是复合功能管脚，有 AB 类模式和两种 D 类工作模式：扩频模式和关闭扩频模式，在扩频模式下可以具有更低的 EMI 特性。需要注意的是，AB 类和 D 类互相转换时，需要先关断至少 60mS 后才能进行转换，否则模式切换会出现异常。

V <sub>CTRL</sub>	状态
<0.3V	关断
1.0V-1.4V	AB 类模式
1.6V-1.9V	扩频功能打开的 D 类模式
>2.1V	扩频功能关闭的 D 类模式

### ● VN CN 功能说明

VN CN 是复合功能管脚，通过下拉不同的电阻到地，可以实现三种不同的防破音，同时悬空时，会关闭防破音，接地时会静音（不是关闭芯片）。

V <sub>VN CN</sub>	防破音控制
接地	静音（不是关闭芯片）
36k 接地	防破音功能 1（THD<0.3%）
62k 接地	防破音功能 2（THD<0.5%）
120k 接地	防破音功能 3（THD<1.0%）
悬空	防破音功能关闭

### ● ILIMIT 功能说明

通过外接不同的 R<sub>limit</sub> 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。另外，外接电容的大小也会影响芯片升压的启动时间，电容太小会导致启动大电流，LTK53101 推荐使用 1uF 的电容。

R <sub>LIMIT</sub>	电感电流
43k	8.0A
39k	7.3A
33k	6.2A
30k	5.3A

● **过温保护 (OTP)**

当检测到芯片内部温度超过预设的阈值 (160°C) 时, 芯片会进入关闭输出的状态, 当芯片内部温度返回到一个较低温度 (大约低于阈值20°C), 芯片将恢复到正常工作模式。

● **欠压保护功能**

为使芯片安全可靠工作, LTK53101 具有欠压保护功能, 欠压阈值在2.8V左右, 当检测到电源电压低于V<sub>UVLO</sub>时, 启动欠压保护功能, 这时会关闭芯片的输出, 输出管脚会被拉到低电平; 当检测到电源电压高于V<sub>UVLO</sub>时, 芯片将恢复到正常工作模式。

● **输入电阻 R<sub>i</sub>**

LTK53101是提供36dB增益的输入差分结构, 要求输入电阻之间良好的匹配 (差分输入电阻阻值一致), 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<sub>i</sub>=10k ; 内部反馈电阻: R<sub>f</sub>=600k ; R<sub>ex</sub>是外置输入电阻, 可以根据需要选用。

$$A_V = 20 \log * \frac{R_f}{R_{ex} + R_i} \quad (1)$$

● **输入电容 R<sub>i</sub>**

LTK53101 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。

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

电容的选取可以参考下面公式:

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (3)$$

● **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50m , 100MHz的阻抗在100 ~330 之间, 额定电流在8 喇叭应用下不小于3A, 4 喇叭应用下不小于5A, 3 喇叭应用 (PBTL) 下不小于7A。

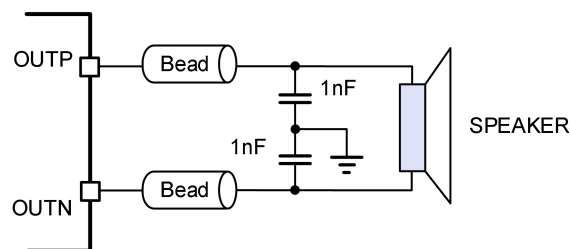


Fig.7 差分磁珠滤波输出

● **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左右下面是一个二阶低通滤波器, 如Fig.8所示。

在公式 (3) 中, L=L1=L2; C2=C3=CL; C=2xC1+CL



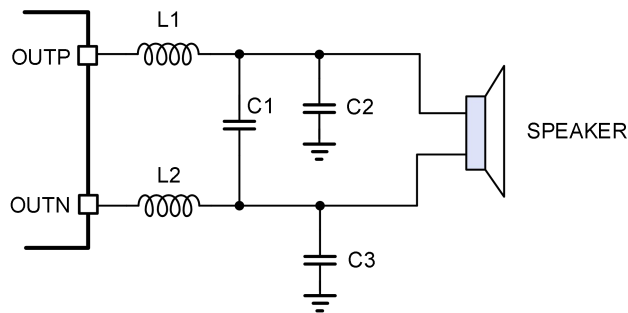


Fig.7 差分LC滤波输出

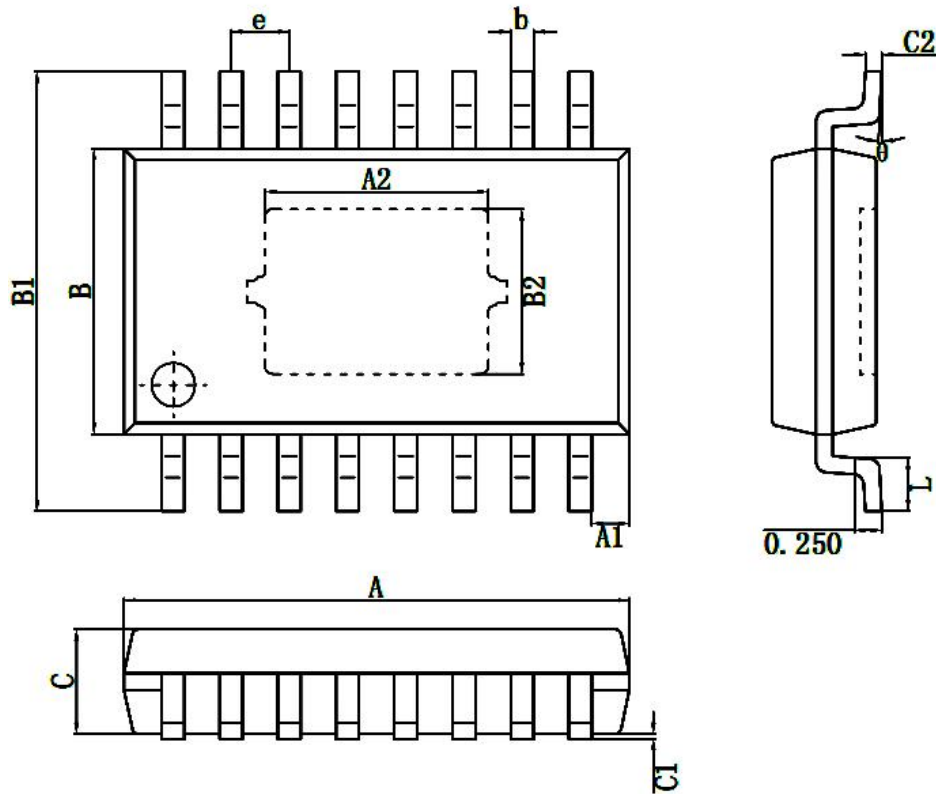
同时因为LC输出滤波器的品质因数Q很重要，Q值太低会使转角频率附近的信号幅度衰减太多，Q值太高会使转角频率附近的信号幅度提升过多。LC输出滤波器的品质因数Q通常设置在0.7到1之间，但会随喇叭阻抗变化而变化。

$$f_{C(\text{lowpass})} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$

下表给出了喇叭负载在2、3、4、或8情况下建议的二阶低通滤波器L1、L2、C1、C2和C3的取值。

喇叭阻抗 ( Ω )	L1, L2 ( H )	C1 ( F )	C2, C3 ( F )	f <sub>C,LPF</sub> ( kHz )	Q值
8	22	0.33	0.68	41	0.70
4	10	0.56	1	50	0.63
3	6.8	0.68	1.5	50	0.70
2	4.7	1.0	2.2	50	0.68

■ 封装信息



ECPC-16

Symbol	Dimensions In Milli meters (mm)		Symbol	Dimensions In Milli meters (mm)	
	Min	Max		Min	Max
A	4.50	4.70	b	0.16	0.26
A1	0.29	0.39	C	0.85	1.05
A2	1.80	2.15	C1	0	0.15
e	0.53 (BSC)		C2	0.15	0.18
B	2.50	2.70	L	0.40	0.60
B1	3.85	4.15	θ	0°	8°
B2	1.16	1.50			