固定20倍增益,内置BOOST升压模块,带防破音以及AB/D切换功能,恒定10.7W输出功率R类单声道音频功率放大器

概要

CS83501E是一款内置BOOST升压模块带防破音功能R类音频功率放大器。可以为2Ω的负载提供最高10.7W的恒定功率.AB类D类可切换模式的设计,最大限度的减少音频子系统中功放对FM的干扰,CS83501E在锂电池的供电电压范围内提供了极致的功率输出,使得CS83501E成为便携式音箱设备特别是扩音器产品的最优选择.

CS83501E的全差分架构和极高的PSRR有效地提高了CS83501E对RF噪声的抑制能力。无需滤波器的PWM调制结构及内置的BOOST升压模块,以及CS83501E采用专有的AERC((Adaptive Edge Rate Control)技术,在音频全带宽范围内极大地降低了EMI的干扰，对60cm的音频线，在FCC的标准下具有超过20dB的裕量,另外CS83501E内置了过流保护,短路保护和过热保护,有效的保护芯片在异常的工作条件下不被损坏。

CS83501E提供了纤小的的ESOP10L封装形式供客户选择,其额定的工作温度范围为-40℃至85℃。

描述

- 内置BOOST模块R类结构,集成D类AB类两种模式
- 输出功率
  - P_O at 10% THD+N, V_{IN} = 3.7V
    RL = 2 Ω+47uH 10.70W(D MODE NCN OFF)
  - P_O at 10% THD+N, V_{IN} = 3.7V
    RL =3 Ω 8.0W(D MODE NCN OFF)
  - P_O at 10% THD+N, V_{IN} = 3.7V
    RL = 4 Ω 6.30W(D MODE NCN OFF)
- 优异的"噼噗-咔嗒"(pop-noise)杂音抑制能力
- 工作电压范围：2.5V到5.5V
- 内置20倍的固定增益
- 先进的电源自适应功能
- 内置防破音模块
- 无需滤波的Class-D结构
- 75%的效率
- 高电源抑制比(PSRR)：在217Hz下为70dB
- 启动时间 (240ms)
- 静态电流 (10mA)
- 低关断电流 (＜0.1μA)
- 过流保护，短路保护和过热保护
- 符合Rohs标准的无铅封装

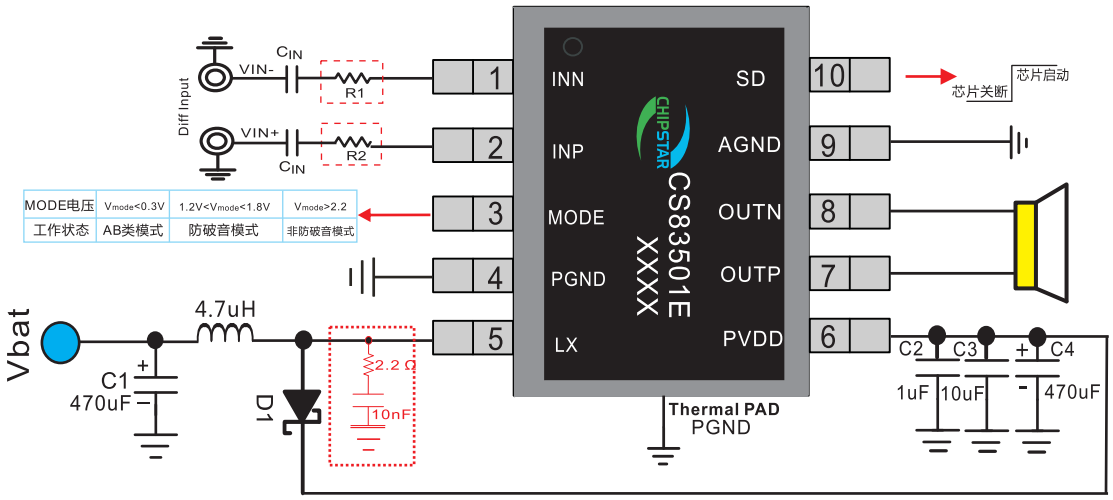
封装

- ESOP10

应用

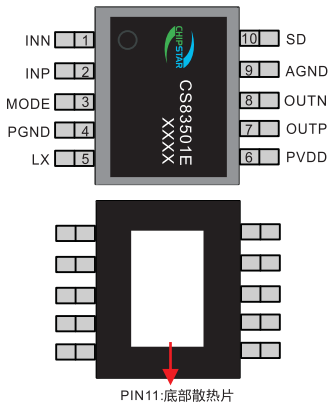
- 便携式蓝牙音箱

典型应用图



备注：

- D1的肖特基型号为SS34,当输出负载为2Ω的时候，D1选择为SS54,并在LX端加2.2Ω+10nF到地的滤波电路（应用图中的红虚框线路）
- 请选择阻抗负载大于2Ω扬声器,以避免芯片过温保护.
- 当扬声器阻抗小于3Ω的时候,请用扬声器直接对芯片进行各项参数指标的测试,或者用47uh的电感和纯电阻串联测试。
- 当扬声器阻抗小于3Ω的时候,建议芯片关闭防破音模式.
- 图中红框内RIN为预留输入电阻位置,CS83501E内置20倍增益,内部集成的输入电阻为15K,反馈电阻为300K
- CS83501E底部散热片定义为PGND管脚



管脚	说明	输入/输出	功能
1	INN	输入	反相音频输入
2	INP	输入	正相音频输入
3	MODE	输入	模式控制脚,Vmode<0.3V为AB类模式, 1.2V<Vmode<1.8V芯片进入防破音模式 Vmode>2.2V芯片关闭防破音模式
4	PGND	地	功率地
5	LX	输入	开关切换管脚,连接到外部电感器
6	PVDD	电源	功率电源
7	OUTP	输出	正相音频输出
8	OUTN	输出	反相音频输出
9	AGND	地	模拟地
10	SD	输入	关断控制脚,置低为关机,置高芯片启动工作
11 Thermal PAD	PGND	地	功率地

极限参数表[1]

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	无信号输入时供电电源	6	V
V_I	输入电压	-0.3 to VIN+0.3	V
T_J	结工作温度范围	-40 to 150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接10秒）	260	℃
T_{STG}	存储温度范围	-65 to 150	℃

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	电源电压	2.5~5.5	V
T_A	环境温度范围	-40~85	℃
T_j	结温范围	-40~125	℃

热效应信息

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻---芯片到环境热阻	50	℃/W
θ_{JC}	封装热阻---芯片到封装表面热阻	10	℃/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS83501E	ESOP10L		管装		100 units

ESD 范围

ESD 范围HBM(人体静电模式) ---------- ±4kV

ESD 范围 MM(机器静电模式) ---------- ±400V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

2. PCB板放置CS83501E的地方,需要有散热设计.使得CS83501E底部的散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。

电气参数 T_A = 25°C (除非特殊说明)

参数	描述	测试条件	最小	典型值	最大	单位
$\|V_{OO}\|$	输出失调电压	VIN=0V, Av=2V/V V_{IN}=3.0V to 5.0V		5	25	mV
PSRR	电源纹波抑制比	V_{IN}=2.5V to 5.5V,217Hz		-70		dB
CMRR	共模抑制比	输入管脚短接， V_{DD}=2.5V to 5.5V		-72		dB
I_{DD}	静态电流	V_{IN}=3.7V,无负载,无滤波		20		mA
I_{SD}	关断电流			0.1		μA
$r_{DS(ON)}$	源漏导通电阻	V_{IN}=3.7V		220		mΩ
		V_{IN}=5.0V		200		
$f_{(SW)}$	D类调制频率	V_{IN}=2.5V to 5.5V		300		KHz
Rin	内置输入电阻			15		KΩ
Rf	内置反馈电阻			300		KΩ

BOOST模块电气参数 (TA = +25°C, VDD = VEN = 3.7V, 除非特殊说明.)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压		2.5		5.5	V
欠压保护阀值	V_{IN} Rising		2.0		V
开关频率			600		KHZ
最大占空比		85			%
开关管导通电流	V_{DD}= 3.7V,占空比= 70%		6.0		A
开关管导通阻抗			100		mΩ
开关管导通漏电流	V_{LX} = 7.5V, EN = 0			15	uA
热保温度			160		°C
热保迟滞			40		°C

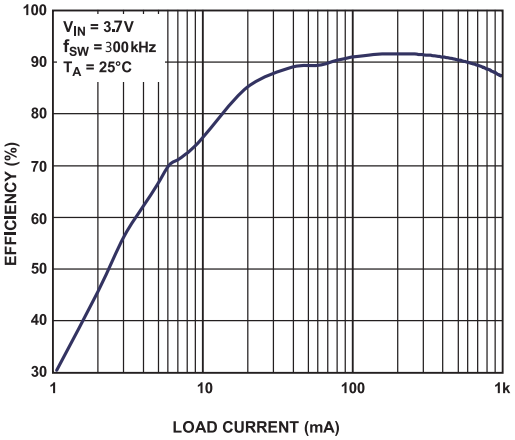
工作特性 T_A=25°C, RL = 4 Ω

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	NCNOFF模式 输出功率(D类模式)	Vbat=3.7V,THD=10%,f=1KHz,RL=2Ω+47uH		10.70		W
		Vbat=3.7V,THD=1%, f=1KHz,RL=2Ω+47uH		8.50		
		Vbat=3.7V,THD=10%,f=1KHz,RL=3Ω		8.00		
		Vbat=3.7V,THD=1%, f=1KHz,RL=3Ω		6.20		
		Vbat=3.7V,THD=10%,f=1KHz,RL=4Ω		6.30		
		Vbat=3.7V,THD=1%, f=1KHz,RL=4Ω		5.10		
	NCNON模式 输出功率(D类模式)	Vbat=3.7V,f=1KHz,RL=4Ω		4.40		
		Vbat=3.7V, f=1KHz,RL=3Ω		5.70		
THD+N	总谐波失真+噪声	Vbat=3.7V,Po=3.0W, f=1KHz,RL=4Ω		0.07		%
η	效率	Vbat=3.7V,Po=4.5W, f=1KHz,RL=4Ω		75		%
tST	芯片启动时间			240		ms
P_O	输出功率 AB 类模式	VIN=5.0V,THD=10%,f=1KHz,RL=4Ω		3.00		W
		VIN=5.0V,THD=1%, f=1KHz,RL=4Ω		2.42		
		VIN=3.6V,THD=10%,f=1KHz,RL=4Ω		1.21		
		VIN=3.6V,THD=1%, f=1KHz,RL=4Ω		1.05		
THD+N	总谐波失真+噪声	VIN=5.0V,Po=1.0W, f=1KHz,RL=4Ω		0.05		%
		VIN=3.6V,Po=0.5W, f=1KHz,RL=4Ω		0.07		

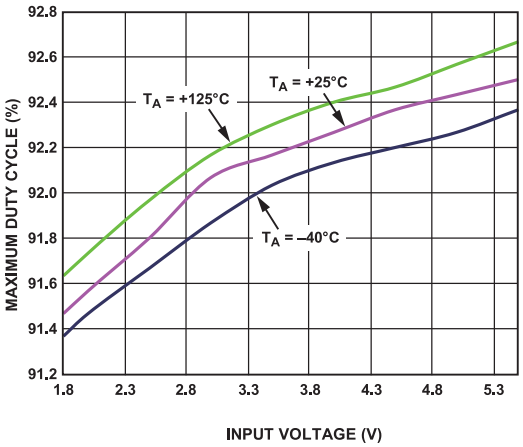
Copyright@Chipstar Microelectronics

BOOST模块典型特征曲线

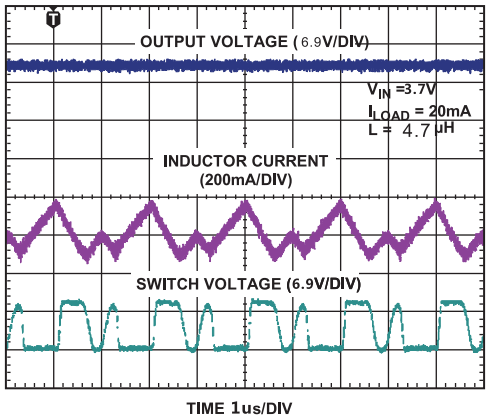
T_A=25°C, RL = 4 Ω



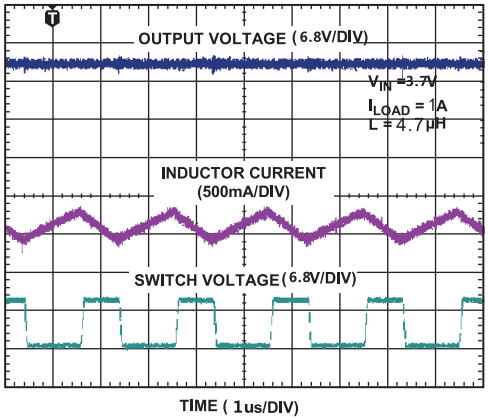
Efficiency vs. Load Current, V_{IN} = 3.7 V, f_{SW} = 300KHz



Maximum Duty Cycle vs. Input Voltage, f_{SW} = 300KHz



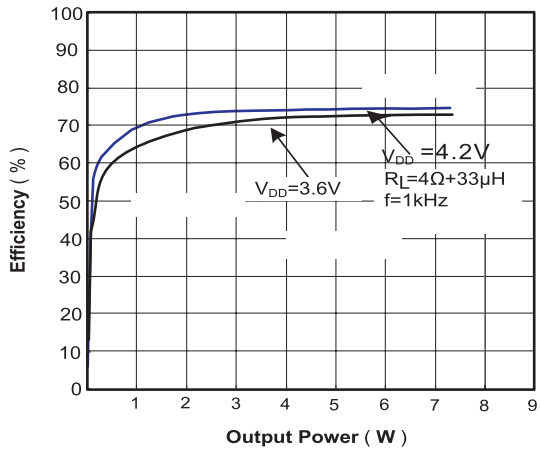
Switching Waveform in Discontinuous Conduction Mode



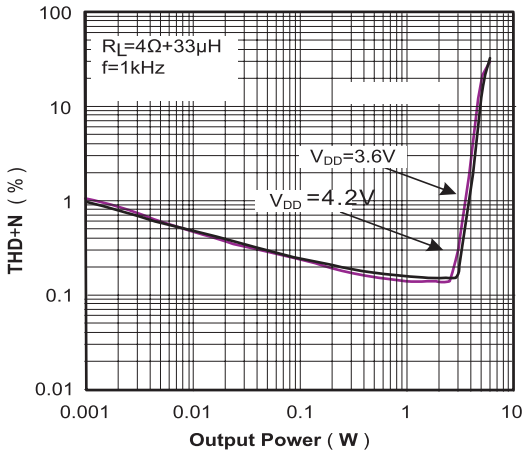
Switching Waveform in Continuous Conduction Mode

典型特征曲线 T_A=25°C, RL = 4 Ω ,D 类模式

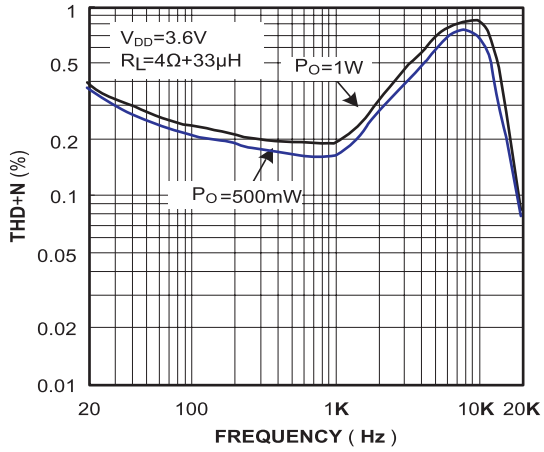
EFFICIENCY vs OUTPUT POWER



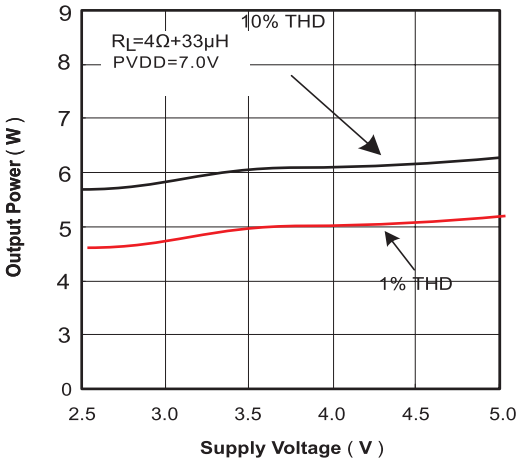
THD+N vs OUTPUT POWER



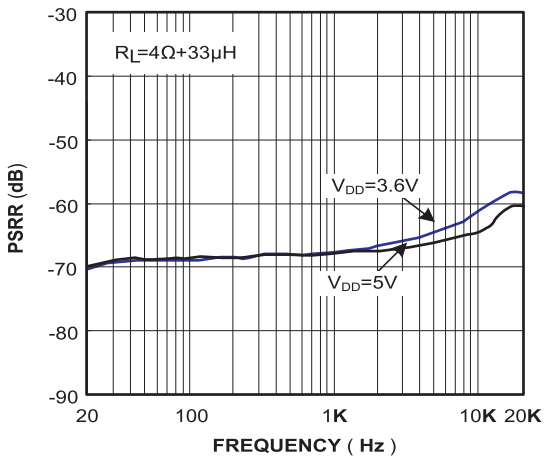
THD+N vs FREQUENCY



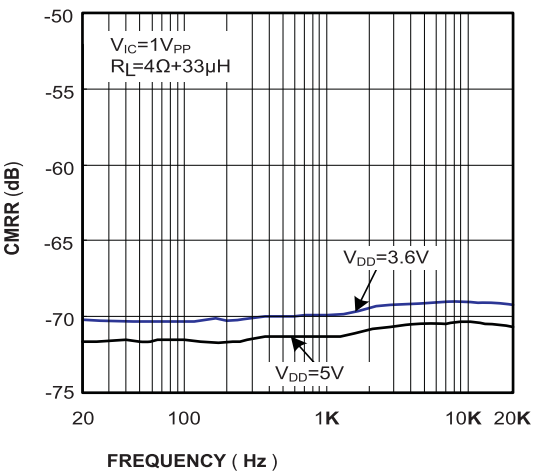
OUTPUT POWER vs SUPPLY VOLTAGE



PSRR vs FREQUENCY



CMRR vs FREQUENCY



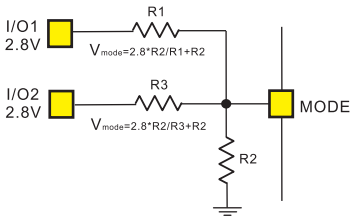
CS83501E应用要点

MODE工作模式设置

CS83501E有三种工作模式:芯片关断,AB类模式和D类不防破音模式和D类防破音模式。

MODE电压	V_{mode}<0.3V	1.2V<V_{mode}<1.8V	V_{mode}>2.2
工作状态	AB类模式	防破音模式	非防破音模式

基于上表的控制方式,实际使用是可根据系统做如下设置,
如果主控的IO控制电压在2.8V，则如图所示,借助两个IO口以及分压线路实现三种工作状态的切换，当IO1和IO2都为低电平的时候，CS83501E进入AB类模式；当IO1为高的时候，IO2悬空, 只要选取合适的R1,R2电阻比例使得VMODE 电压在1.2~1.6V之间，CS83501E进入D类防破音开启状态；当IO1悬空，IO2为高电平 只要选取合适的R3,R2电阻比例使得VMODE 电压大于2.2V，CS83501E进入D类防破音关闭状态；R1，R2的绝对值由能够接受的功耗决定，MODE自身不需要驱动电流。



放大倍数

CS83501E内置的反馈电阻为300K,内置的输入电阻为15K.CS83501E是固定的20倍增益,若要增益小于20倍则放大倍数的计算为：Gain=300K/(15K+RIN)。

输入电阻Cin

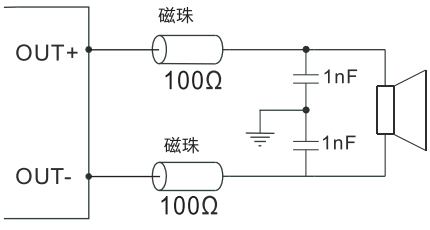
输入电阻和输入电容之间构成了一个高通滤波器，其截止频率如下式：

$$f_c = \frac{1}{2\pi(Rin+R1)C_{in}}$$

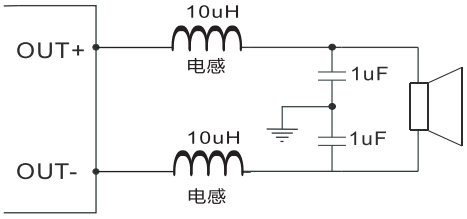
输入电容的值非常重要，一般认为它直接影响着电路的低频性能。无线电话中的喇叭对于低频信号通常不能很好的响应，可以在应用中选取比较大的fc以滤除217HZ噪声引入的干扰。电容之间良好的匹配对提升芯片的整体性能和Pop & Click的抑制都有帮助,因此要求选取精度为10%或者更小的电容.

电感,磁珠和电容

CS83501E在大功率及长的输出负载线等各种情况下带磁珠滤波器的测试， CS83501E模组都可通过 FCC的 B级测试。磁珠的类型及规格可根据实际使用选择。如下图：



如果放大器应用于对噪声要求比较苛刻的系统中，输出可以考虑串接LC滤波器。滤波器的相关参数如下图示：



肖特基的选择

CS83501E的Boost部分采用非同步整流，需要外接肖特基二极管进行续流。肖特基二极管对IC整体性能的影响很大，不合适的选型可能导致整机效率偏低，甚至在IC LX端产生很大的反向过冲电压，使IC烧毁。我们建议最好使用两个3A，40V的肖特基二极管（如SS34，SK34等）并联。要注意肖特基到电感到输出滤波电容到PVDD端的连线尽可能短，不合适的走线会使LX端过冲振铃变大，影响EMI，甚至烧毁IC。

电感的选择

电感对于CS83501E的性能影响很大，根据纹波稳定性等诸多考虑推荐使用4.7uH的电感且其DCR要足够小,饱和电流在6A以上.

效率

输出晶体管的开关工作方式决定了R类放大器的高效率。在R类放大器中，输出晶体管就像是一个电流调整开关，切换过程中消耗的额外功率基本可以忽略不计。输出级相关的功率损耗主要是由MOSFET导通电阻与电源电流产生的IR。升压启动后CS83501E的效率可达75%。

保护电路

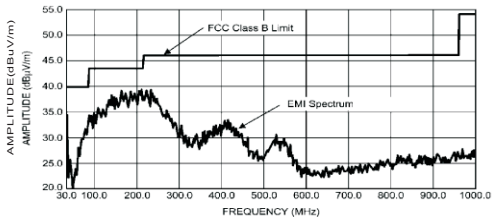
CS83501E在应用的过程中,当芯片发生输出管脚和电源或地短路，或者输出之间的短路故障时,过流保护电路会关断芯片以防止芯片被损坏。短路故障消除后,CS83501E自动恢复工作。当芯片温度过高时,芯片也会被关断。温度下降后,CS83501E可以继续正常工作。当电源电压过低时,芯片也将被关断,电源电压恢复后,芯片会再次启动。

Pop & Click抑制

CS83501E内置专有的时序控制电路,实现全面的Pop & Click抑制,可以有效地消除系统在上电,下电,Wake up和Shutdown操作时可能会出现的瞬态噪声.

EMI特性

CS83501E内置了BOOST升压模块,可以为2Ω的负载在锂电池的电压范围内提供最高10.7W的连续功率,其效率可达到75%,其创新性的采用ESOP10封装,使得CS83501E拥有极小的封装,机简的外围器件,方便客户快速的确定方案,尽早使得终端产品上市.CS83501E采用专有的AERC((Adaptive Edge Rate Control)技术,在音频全带宽范围内极大地降低了EMI的干扰，对60cm的音频线，在FCC的标准下具有超过20dB的裕量(如下图)。

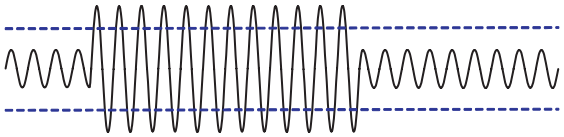


CS83501E EMI Spectrum

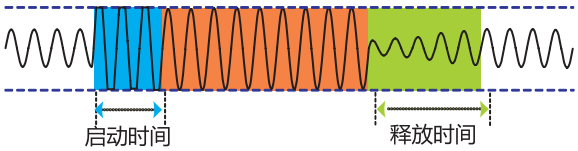
NCN功能

CS83501E有防破音功能。通过CTRL引脚设置可进入防破音工作模式。放大器自动检测输出破音失真，自动调整放大器的增益，达到防破音效果。如下图所示：

假设不受电源电压限制时的音频输出信号



NCN模式下的音频输出信号



NCNOFF模式下的音频输出信号



CS83501E PCB板设计步骤和要点

Vbat端电容

CS83501E内部集成了稳压电路，因此不需要通过Vbat为CS83501E供电，也就不需要贴片去耦电容，直接连接电感即可。但一般我们建议至少为Vbat加入一个储能电解电容，因为升压电源和功放都是从Vbat获取电流的。一个220uF的电解电容有助于使电池电压更平稳，减少对系统上其他IC的干扰，也有助于提升CS83501E的低频瞬态响应，也有助于EMI的降低。

PVDD端电容

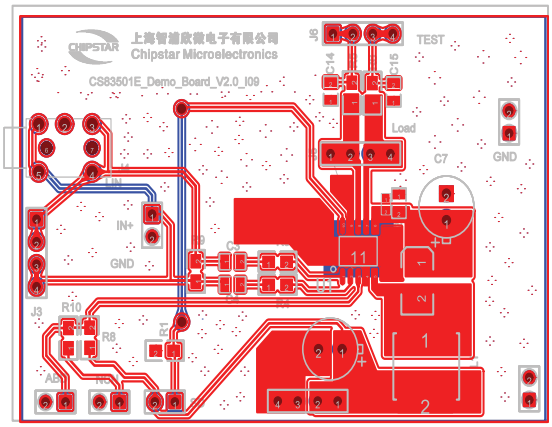
CS83501E的PVDD实际为升压电源的输出，也是内置功放模块的电源输入。因此滤波去耦电容是必须的。我们要求使用两组电容，一组是1uF和10uF组成的去耦电容，一组是470uF的滤波电解电容。1uF和10uF的贴片电容要尽可能的靠近芯片管脚放置。470uF的滤波电容也是必须的**(建议使用高频低阻系列的电解电容,可以有效的提高效率,减少电压纹波)**，过小的电容会使BOOST模块的输出电压震荡。PVDD端电容对于CS83501E的性能影响很大，具体可参考PCB设计指南，或与原厂工程师联系。

芯片GND

CS83501E有PGND和AGND。PGND是功率地，瞬态会有超过6A的电流流过，同时也是芯片的散热片。一定要直接与铺铜相连，并保证足量过孔与底层铺铜连接。AGND是芯片的模拟参考地，我们建议直接与地铺铜连接即可。

输入音频GND

CS83501E为差分输入，当音源也为差分输出时，CS83501E能够很好的屏蔽干扰，无须过多担心地回路噪声的引入。但当音源为单端输出时，就要注意屏蔽地回路噪声的引入。由于每个系统和主控或者DAC的特性各不相同，我们一般只能建议保证音频信号的参考地和CS83501E没有信号输入通过电容接地Pin脚的参考地之间没有电位差，或者尽可能是一个地。下图为推荐的DEMO板实际图样:



PCB设计

第一步：重点布置红色部分的连线。

要求电感L1、肖特基二极管D1、D2和电容C1、C2、C3的连线尽可能短，且尽可能靠近芯片放置。最好能让电感、二极管和电容布置在一条直线上。

第二步：次重点布置黄色部分的电源线和地线。

1.要求电源到电感L1的连线尽量粗,以减小连线电阻.

2.要求地线到芯片散热片的连线尽量粗，减小连线电阻.

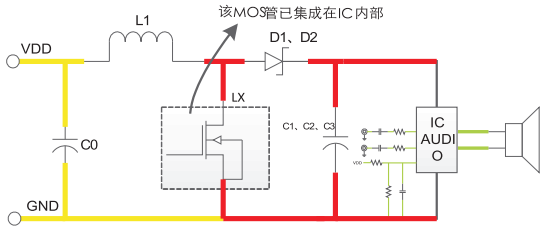
3.芯片周围和电容C1阴极部分的的地线过孔尽可能多.

第三步：非重点布置绿色部分的其他连线。

1.音频输入信号1#、2#脚并行走线，长短粗细不限.

2.控制信号3#脚走线长短粗细不限.

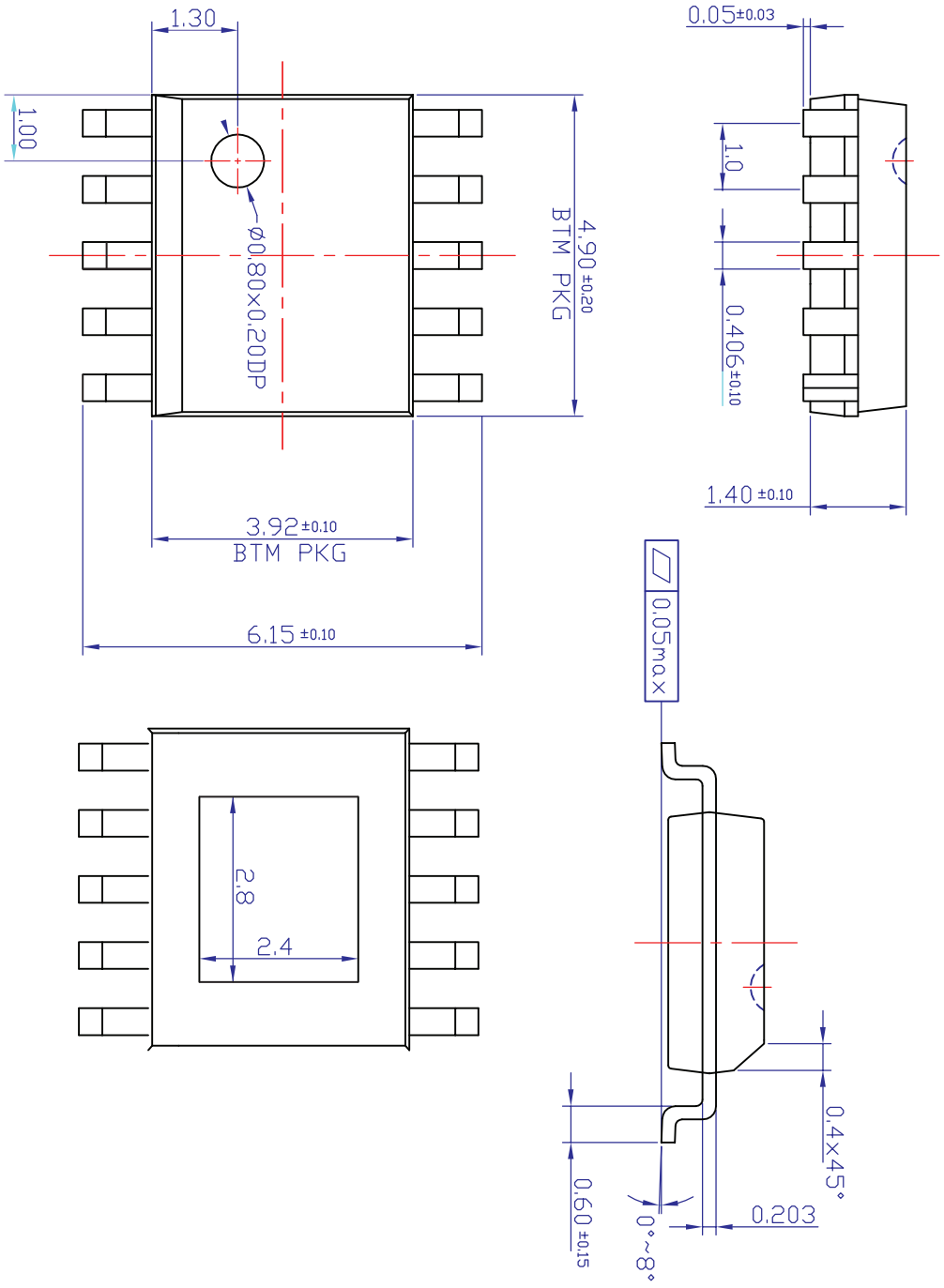
3.音频输出信号7#、8#脚并行走线,走线稍粗即可.



CS83501E电路工作示意图

封装信息

CS83501E ESOP10L



Note : 1. Follow from JEDEC MS-012 BC.
2. All sizes are millimeters.



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- 上海智浦欣微电子有限公司保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在使用前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用上海智浦欣产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，上海智浦欣微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！