



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ESOP10L封装形式供客户选择,其额定的工作温度范围为 -40°C 至 85°C 。

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, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 2\Omega + 47\mu H$ 10.70W(D MODE NCN OFF)
 - P_o at 10% THD+N, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 3\Omega$ 8.0W(D MODE NCN OFF)
 - P_o at 10% THD+N, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 4\Omega$ 6.30W(D MODE NCN OFF)
- 优异的"啞噪-咕嗒"(pop-noise)杂音抑制能力
- 工作电压范围: 2.5V到5.5V
- 内置24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 ($<0.1\mu A$)
- 过流保护, 短路保护和过热保护
- 符合Rohs标准的无铅封装

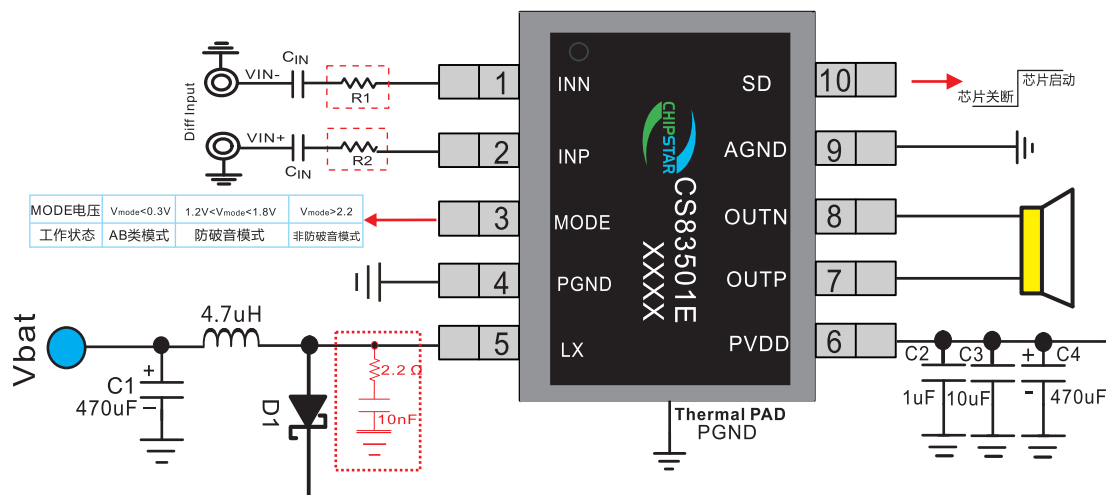
封装

- ESOP10

应用

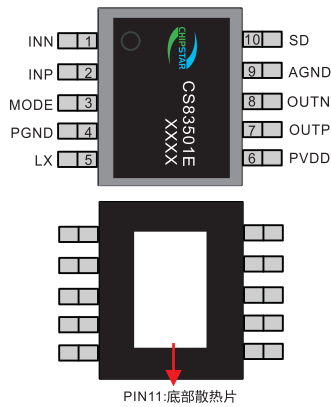
- 便携式蓝牙音箱

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 $2.2\Omega + 10nF$ 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 $47\mu H$ 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 V _{IN} +0.3	V
T _J	结工作温度范围	-40 to 150	°C
T _{SDR}	引脚温度 (焊接10秒)	260	°C
T _{STG}	存储温度范围	-65 to 150	°C

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	°C
T _j	结温范围	-40~125	°C

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	°C/W
θ _{JC}	封装热阻---芯片到封装表面热阻	10	°C/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

- 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。
- 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。



CS83501E

电气参数 $T_A = 25^\circ\text{C}$ (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	$V_{IN}=0V, A_v=2V/V$ $V_{IN}=3.0V \text{ to } 5.0V$		5	25	mV
PSRR	电源纹波抑制比	$V_{IN}=2.5V \text{ to } 5.5V, 217\text{Hz}$		-70		dB
CMRR	共模抑制比	输入管脚短接, $V_{DD}=2.5V \text{ to } 5.5V$		-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		m Ω
		$V_{IN}=5.0V$		200		
$f_{(SW)}$	D类调制频率	$V_{IN}=2.5V \text{ to } 5.5V$		300		KHz
R_{in}	内置输入电阻			15		K Ω
R_f	内置反馈电阻			300		K Ω

BOOST模块电气参数 ($T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = V_{EN} = 3.7V$, 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
欠压保护阈值	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		m Ω
开关管导通漏电流	$V_{LX} = 7.5V$, $EN = 0$			15	μA
热保温度			160		$^\circ\text{C}$
热保迟滞			40		$^\circ\text{C}$

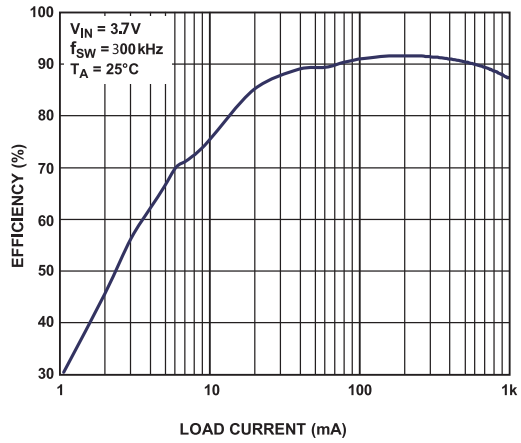
工作特性 $T_A=25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\Omega$

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)	$V_{bat}=3.7V, THD=10\%, f=1\text{KHz}, R_L=2\Omega+47\mu\text{H}$		10.70		W
		$V_{bat}=3.7V, THD=1\%, f=1\text{KHz}, R_L=2\Omega+47\mu\text{H}$		8.50		
		$V_{bat}=3.7V, THD=10\%, f=1\text{KHz}, R_L=3\Omega$		8.00		
		$V_{bat}=3.7V, THD=1\%, f=1\text{KHz}, R_L=3\Omega$		6.20		
		$V_{bat}=3.7V, THD=10\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		6.30		
		$V_{bat}=3.7V, THD=1\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		5.10		
	NCNON模式 输出功率(D类模式)	$V_{bat}=3.7V, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		4.40		
		$V_{bat}=3.7V, f=1\text{KHz}, R_L=3\Omega$		5.70		
THD+N	总谐波失真+噪声	$V_{bat}=3.7V, P_o=3.0W, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		0.07		%
η	效率	$V_{bat}=3.7V, P_o=4.5W, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		75		%
tST	芯片启动时间			240		ms
P_O	输出功率 AB 类模式	$V_{IN}=5.0V, THD=10\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		3.00		W
		$V_{IN}=5.0V, THD=1\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		2.42		
		$V_{IN}=3.6V, THD=10\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		1.21		
		$V_{IN}=3.6V, THD=1\%, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		1.05		
THD+N	总谐波失真+噪声	$V_{IN}=5.0V, P_o=1.0W, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		0.05		%
		$V_{IN}=3.6V, P_o=0.5W, f=1\text{KHz}, R_L=4\Omega$		0.07		

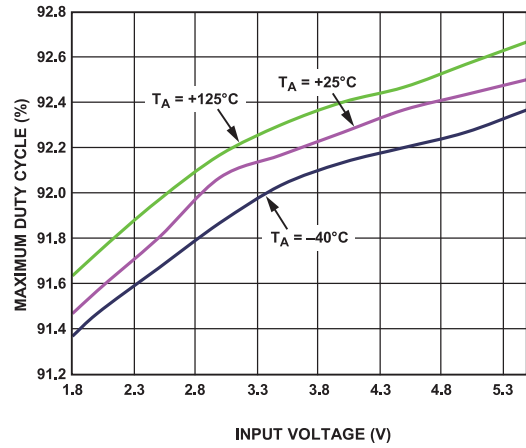


BOOST模块典型特征曲线

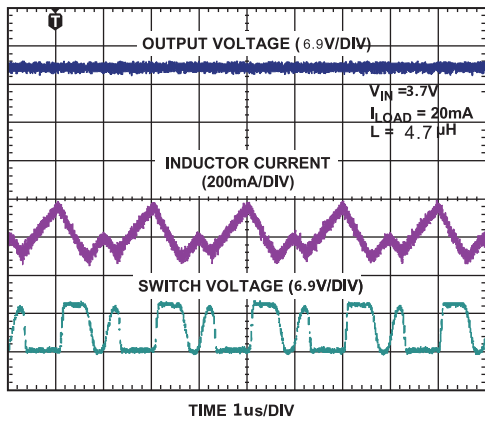
$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$



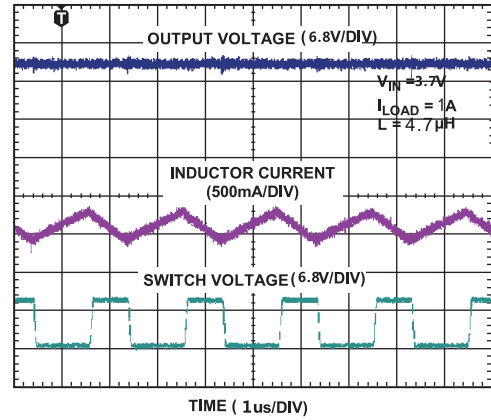
Efficiency vs. Load Current, $V_{IN} = 3.7\text{V}$, $f_{SW} = 300\text{kHz}$



Maximum Duty Cycle vs. Input Voltage, $f_{SW} = 300\text{kHz}$



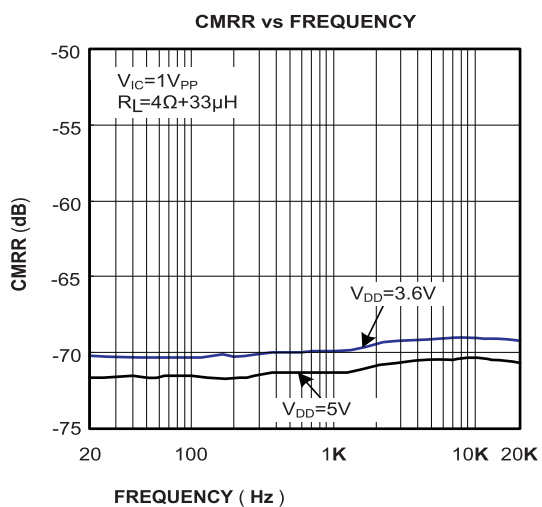
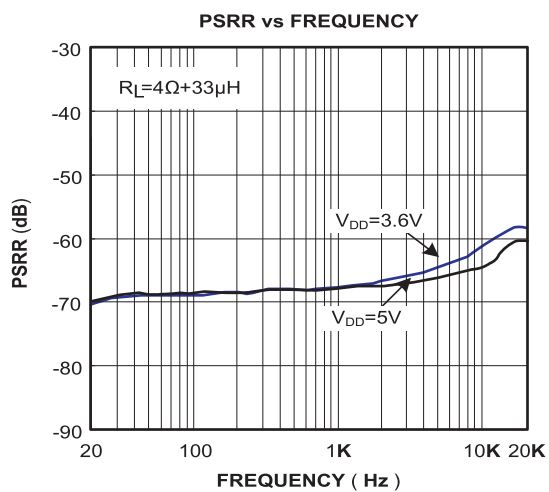
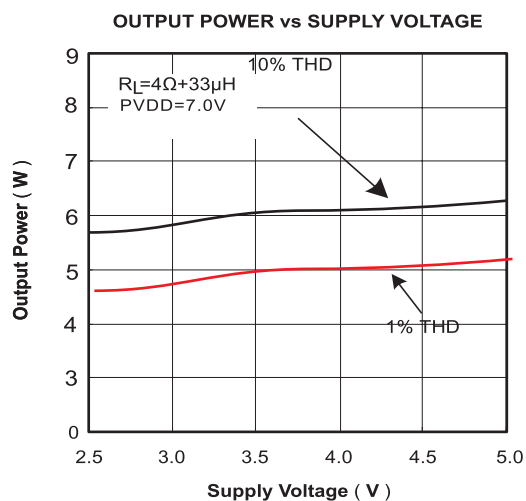
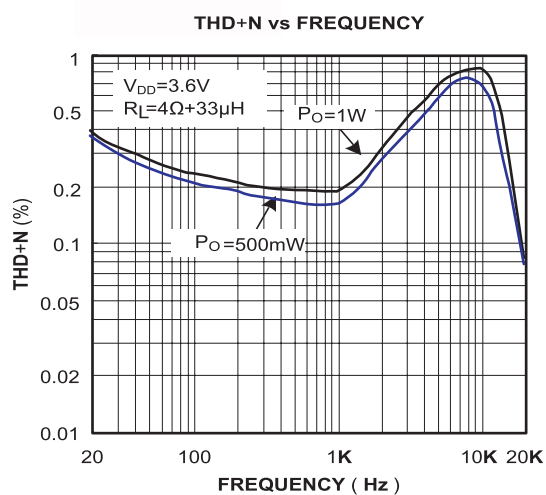
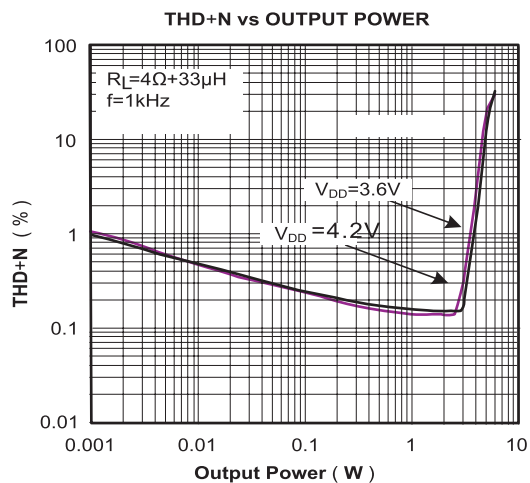
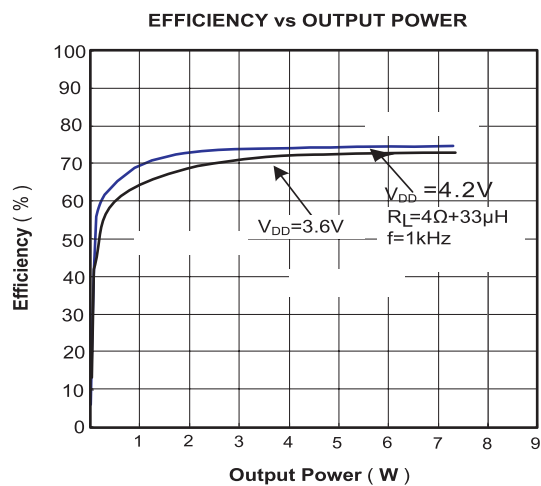
Switching Waveform in Discontinuous Conduction Mode



Switching Waveform in Continuous Conduction Mode



典型特征曲线 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L=4\Omega$, D类模式





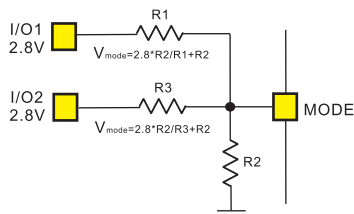
CS83501E应用要点

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: $Gain = 300K / (15K + R_{in})$ 。

输入电阻 C_{in}

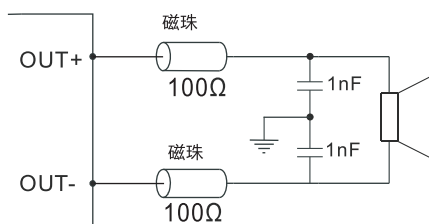
输入电阻和输入电容之间构成了一个高通滤波器,其截止频率如下式:

$$f_c = \frac{1}{2\pi(R_{in} + R_1)C_{in}}$$

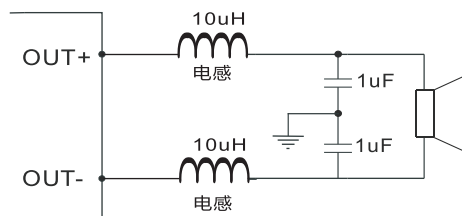
输入电容的值非常重要,一般认为它直接影响着电路的低频性能。无线电话中的喇叭对于低频信号通常不能很好的响应,可以在应用中选择比较大的 f_c 以滤除217HZ噪声引入的干扰。电容之间良好的匹配对提升芯片的整体性能和Pop & Click的抑制都有帮助,因此要求选取精度为10%或者更小的电容。

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4.7μH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

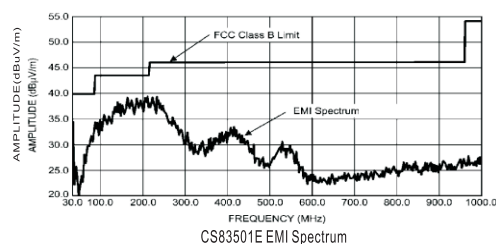
CS83501E在应用的过程中,当芯片发生输出管脚和电源或地短路,或者输出之间的短路故障时,过流保护电路会关断芯片以防止芯片被损坏。短路故障消除后,CS83501E自动恢复工作。当芯片温度过高时,芯片也会被关断。温度下降后,CS83501E可以继续正常工作。当电源电压过低时,芯片也将被关断,电源电压恢复后,芯片会再次启动。

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,机筒的外围器件,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)。

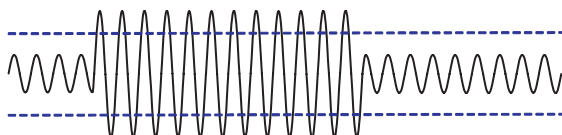




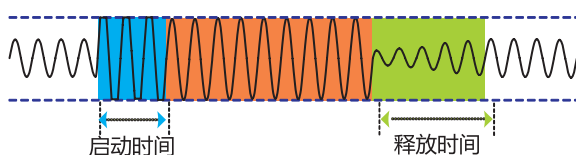
NCN功能

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

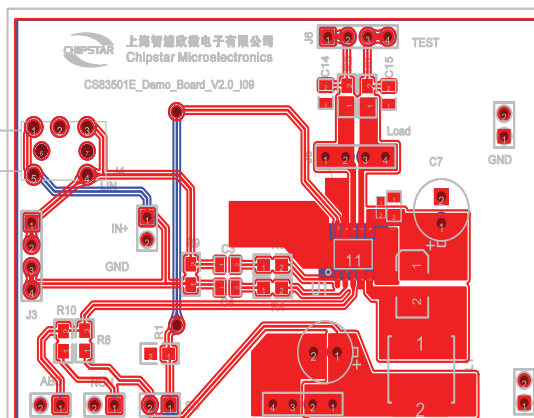
CS83501E的PVDD实际为升压电源的输出，也是内置功放模块的电源输入。因此滤波去耦电容是必须的。我们要求使用两组电容，一组是1uF和10uF组成的去耦电容，一组是470uF的滤波电解电容。1uF和10uF的贴片电容要尽可能的靠近芯片管脚放置。470uF的滤波电容也是必须的(建议使用高频低阻系列的电解电容,可以有效的提高效率,减少电压纹波)，过小的电容会使BOOST模块的输出电压震荡。PVDD端电容对于CS83501E的性能影响很大，具体可参考PCB设计指南，或与原厂工程师联系。

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。

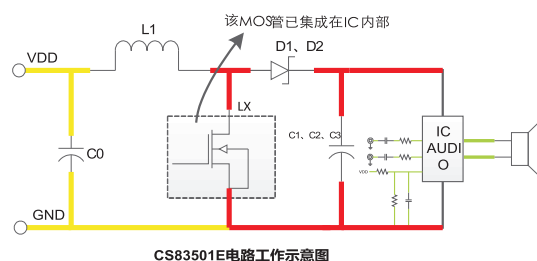
3.芯片周围和电容C1阴极部分的的地线过孔尽可能多。

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。

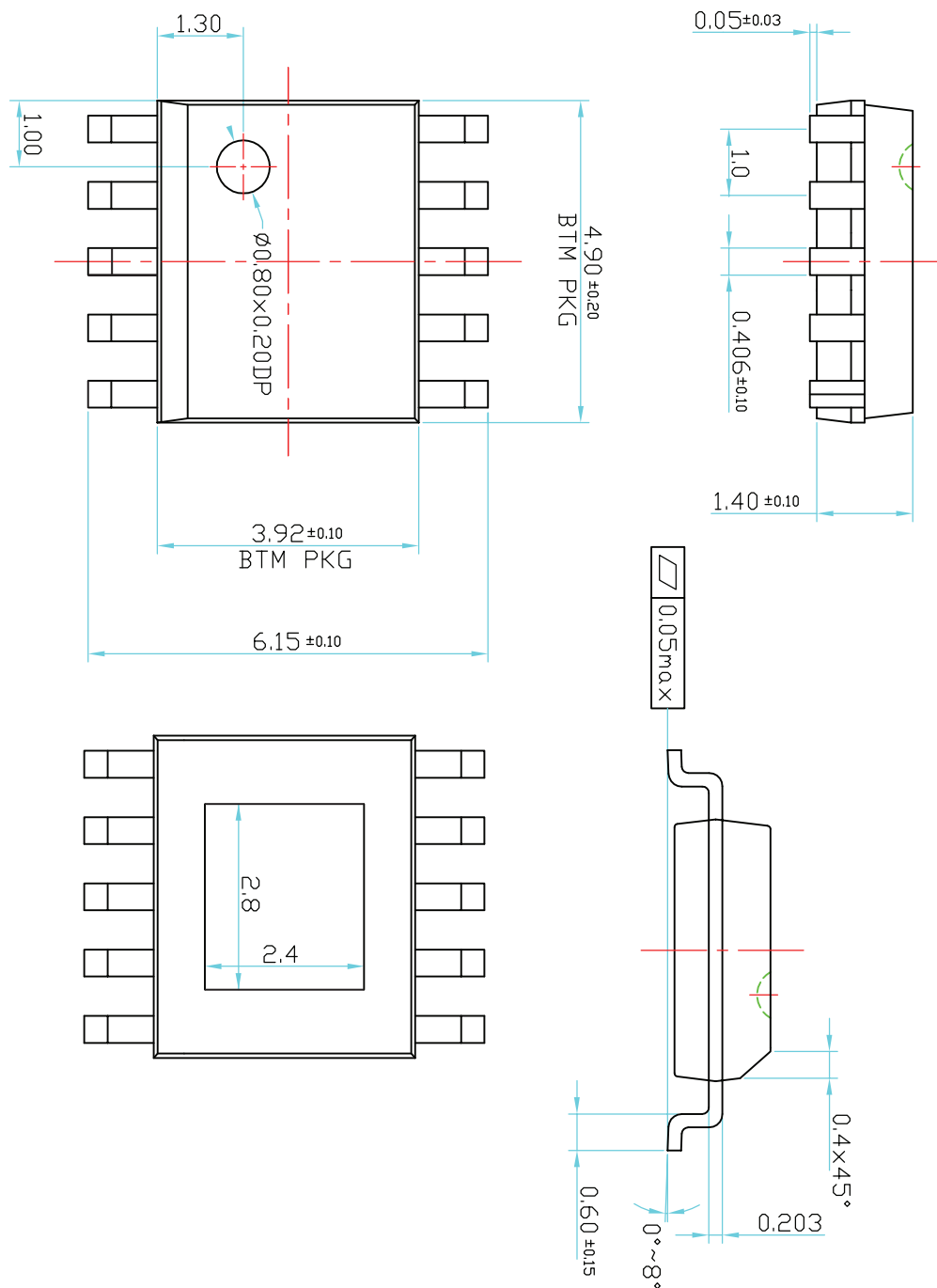


CS83501E电路工作示意图



封装信息

CS83501E ESOP10L



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