



固定32倍增益,内置BOOST升压模块,3种防破音模式, AB/D切换功能,恒定11W 输出功率R类单声道音频功率放大器

概要

CS83601E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11W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,CS83601E在锂电池的供电电压范围内提供了极致的功率输出,使得CS83601E成为便携式音箱设备特别是扩音器产品的最优选择。

CS83601E的全差分架构和极高的PSRR有效地提高了CS83601E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CS83601E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CS83601E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。

CS83601E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℃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, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 2\Omega$ 11W(D MODE NCN OFF)
 P_o at 10% THD+N, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 4\Omega$ 6.60W(D MODE NCN OFF)
- 优异的"噼噼-咔嗒"(pop-noise)杂音抑制能力
- 工作电压范围: 2.5V到5.5V
- 内置32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
- 80%的效率(2Ω负载的效率为70%)
- 高电源抑制比(PSRR): 在217Hz下为70dB
- 启动时间(100ms)
- 静态电流(15mA)
- 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

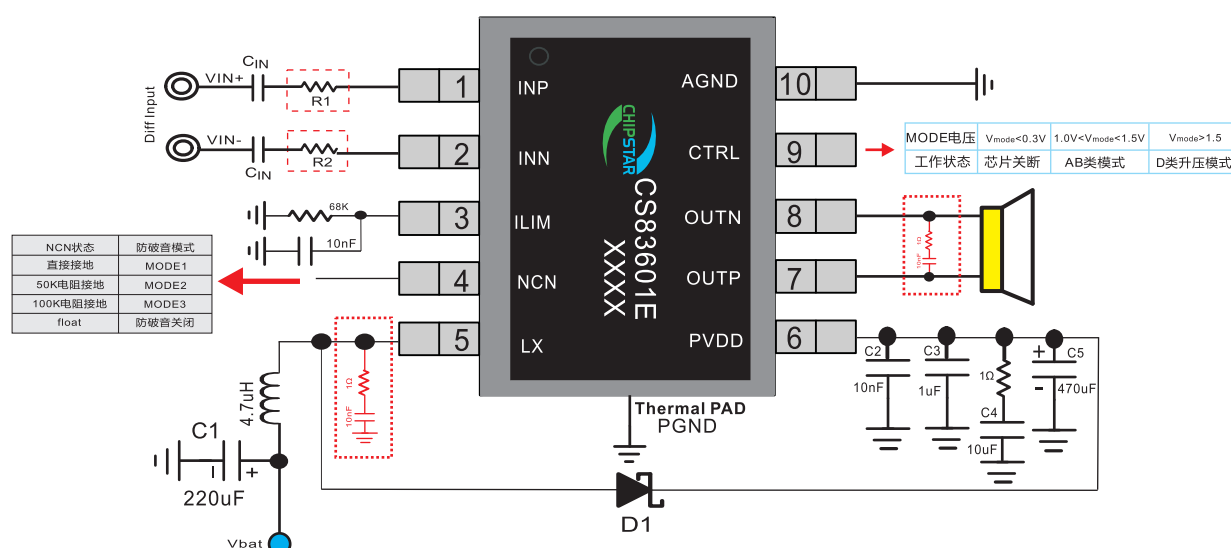
封装

- ESOP10

应用

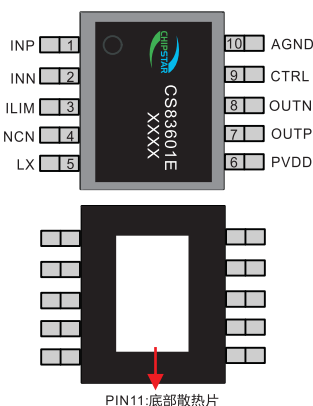
- 便携式蓝牙音箱
- 背包音箱/拉杆音箱

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1Ω+10nF到地的滤波电路(应用图中的红虚框线路)
- 图中虚框的滤波可做预留设计.
- 请选择阻抗负载大于2Ω扬声器,以避免芯片过温保护.
- 图中红框内RIN为预留输入电阻位置,CS83601E内置32倍增益,内部集成的输入电阻为22.5K,反馈电阻为720K
- CS83601E底部散热片定义为PGND管脚



管脚	说明	输入/输出	功能
1	INP	输入	正相音频输入
2	INN	输入	反相音频输入
3	ILIM	输入	电感峰值电流控制管脚
4	NCN	输入	防破音控制管脚
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	CTRL	输入	关断,AB/D控制管脚
10	AGND	地	模拟地
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
CS83601E	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CS83601E的地方,需要有散热设计.使得CS83601E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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ (除非特别说明)

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		15		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	$V_{IN}=2.5V \text{ to } 5.5V$		350		KHz
R_{in}	内置输入电阻			22.5		K Ω
R_f	内置反馈电阻			720		K Ω

BOOST模块电气参数 ($T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = V_{EN} = 3.7V$, 除非特别说明)

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			350		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%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=2\Omega$		11.0		W
		$V_{bat}=3.7V$, THD=1%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=2\Omega$		9.0		
		$V_{bat}=3.7V$, THD=10%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=3\Omega$		8.20		
		$V_{bat}=3.7V$, THD=1%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=3\Omega$		6.50		
		$V_{bat}=3.7V$, THD=10%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=4\Omega$		6.60		
		$V_{bat}=3.7V$, THD=1%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=4\Omega$		5.30		
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	$V_{bat}=3.7V$, $P_o=4.5W$, $f=1\text{KHz}$, $R_L=4\Omega$		80		%
tST	芯片启动时间			100		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		
		$V_{IN}=5.0V$, THD=10%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=2\Omega$		4.80		
		$V_{IN}=5.0V$, THD=1%, $f=1\text{KHz}$, $R_L=2\Omega$		3.84		
THD+N	总谐波失真+噪声	$V_{IN}=5.0V$, $P_o=1.0W$, $f=1\text{KHz}$, $R_L=4\Omega$ (AB mode)		0.2		%
		$V_{IN}=3.6V$, $P_o=0.5W$, $f=1\text{KHz}$, $R_L=4\Omega$		0.3		



$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$ 纯电阻, D类模式, $C_{out}=470\mu\text{F}$, $f=1\text{KHz}$, NCN直接接地

参数	描述	测试条件	输出功率	单位
P_O	输出功率	PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 4\ \Omega$	4.25	W
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 2\ \Omega$	7.00	
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE1	0.40	%
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE1	0.40	
T_{at}	防破音启动时间		50	ms
T_{rl}	防破音释放时间		300	ms

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$ 纯电阻, D类模式, $C_{out}=470\mu\text{F}$, $f=1\text{KHz}$, NCN通过50K Ω 电阻接地

参数	描述	测试条件	输出功率	单位
P_O	输出功率	PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 4\ \Omega$	4.00	W
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 2\ \Omega$	6.50	
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE2	0.30	%
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE2	0.30	
T_{at}	防破音启动时间		4	ms
T_{rl}	防破音释放时间		2	s

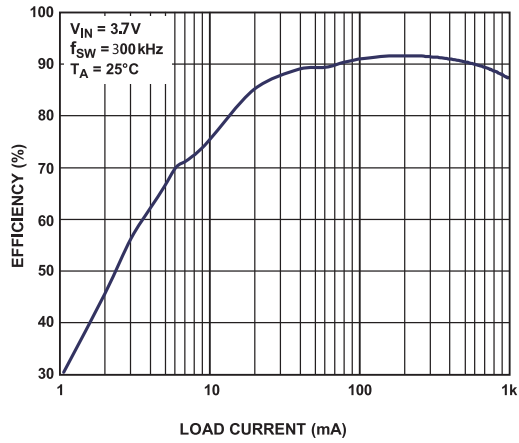
$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$ 纯电阻, D类模式, $C_{out}=470\mu\text{F}$, $f=1\text{KHz}$, NCN通过100K Ω 电阻接地

参数	描述	测试条件	输出功率	单位
P_O	输出功率	PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 4\ \Omega$	5.40	W
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, $R_L = 2\ \Omega$	9.30	
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE4	1.80	%
		PVBAT=3.6V, $V_{pp}=300\text{mV}$, NCN MODE4	1.80	
T_{at}	防破音启动时间		50	ms
T_{rl}	防破音释放时间		75	ms

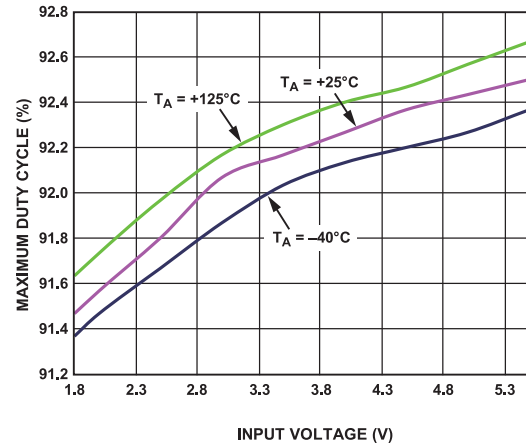


BOOST模块典型特征曲线

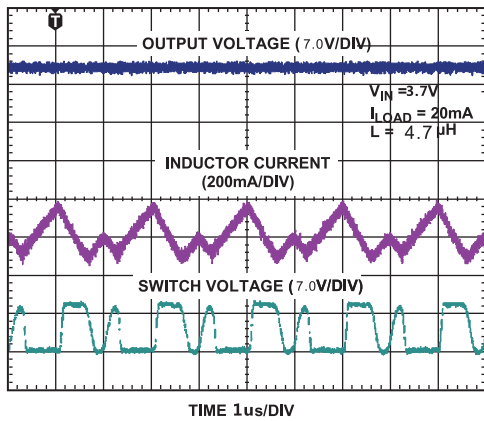
$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$



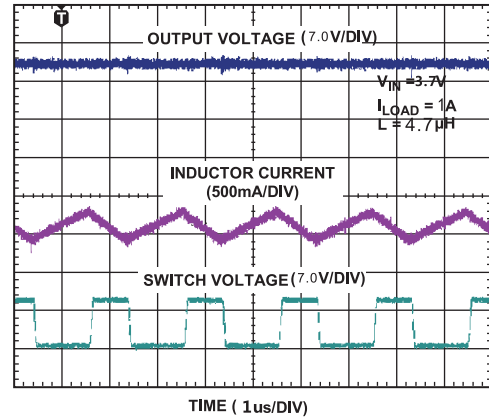
Efficiency vs. Load Current, $V_{IN} = 3.7\text{V}$, $f_{SW} = 300\text{kHz}$



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



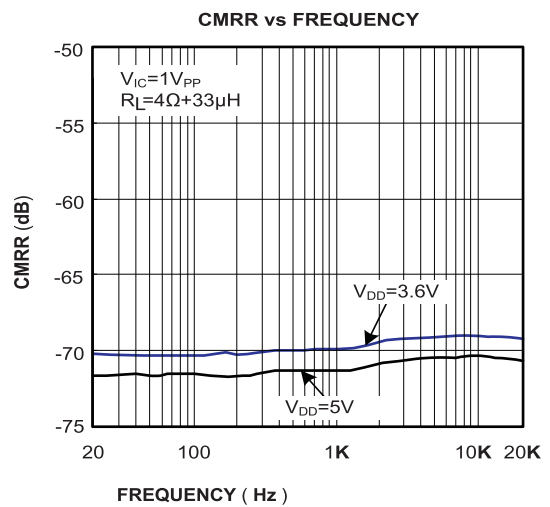
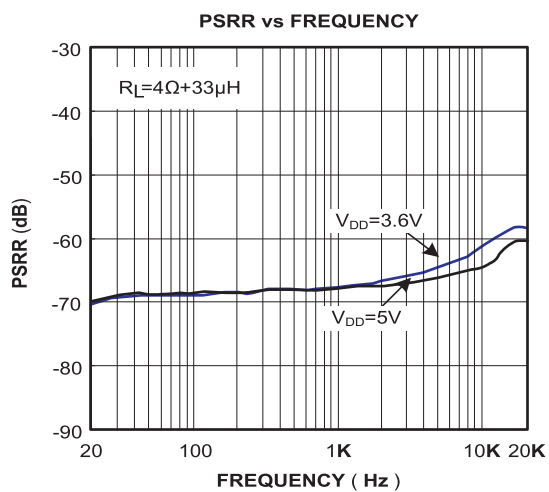
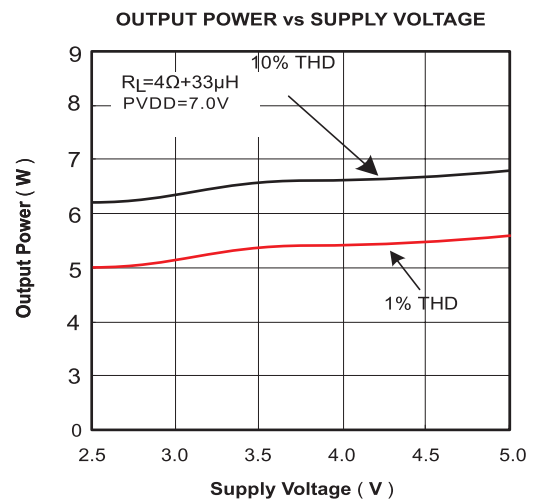
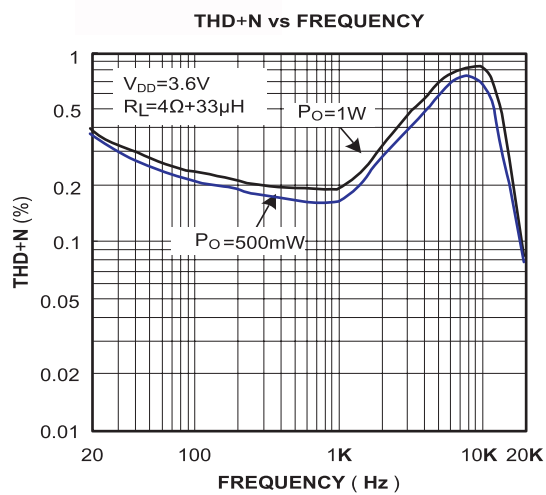
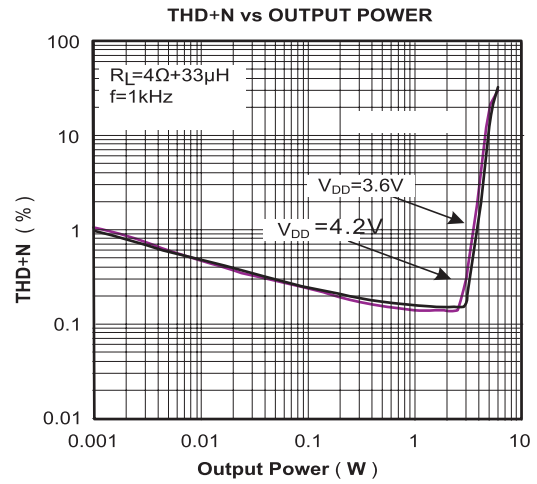
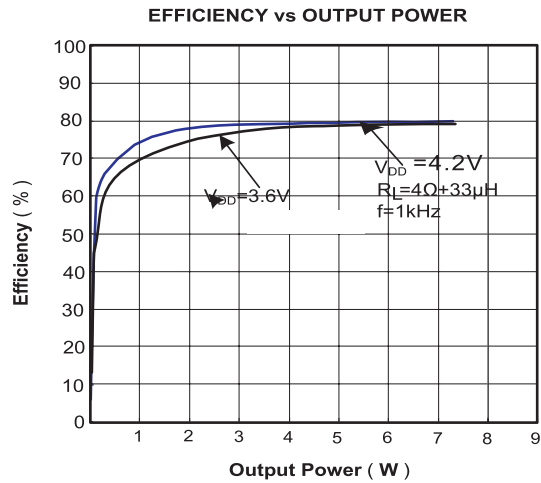
Switching Waveform in Discontinuous Conduction Mode



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





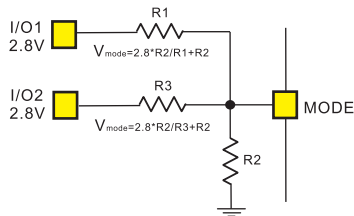
CS83601E应用要点

CRTL工作模式设置

CS83601E有三种工作模式:芯片关断,AB类模式和D类升压模式

MODE电压	$V_{mode} < 0.3V$	$1.0V < V_{mode} < 1.5V$	$V_{mode} > 1.5$
工作状态	芯片关断	AB类模式	D类升压模式

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,CS83601E芯片关断;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V_{MODE}电压在1.0~1.5V之间,CS83601E进入AB类模式;当IO1悬空,IO2为高电平只要选取合适的R3,R2电阻比例使得V_{MODE}电压大于1.5V,CS83601E进入D类升压模式;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

CS83601E内置的反馈电阻为720K,内置的输入电阻为22.5K.CS83601E是固定的32倍增益,若要增益小于32倍则放大倍数的计算为: $Gain = 720K / (22.5K + R_{in})$ 。

输入电阻C_{in}

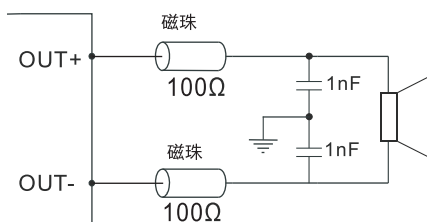
输入电阻和输入电容之间构成了一个高通滤波器,其截止频率如下式:

$$f_c = \frac{1}{2\pi(R_{in} + 22.5)C_{in}}$$

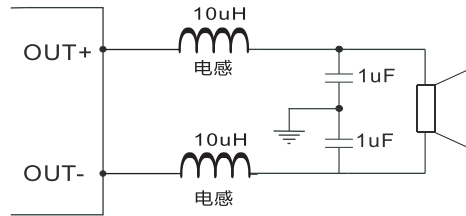
输入电容的值非常重要,一般认为它直接影响着电路的低频性能。无线电话中的喇叭对于低频信号通常不能很好的响应,可以在应用中选取比较大的f_c以滤除217Hz噪声引入的干扰。电容之间良好的匹配对提升芯片的整体性能和Pop & Click的抑制都有帮助,因此要求选取精度为10%或者更小的电容。

电感,磁珠和电容

CS83601E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,CS83601E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

CS83601E的Boost部分采用非同步整流,需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SS54。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CS83601E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I_R。升压启动后CS83601E的效率可达75%。

保护电路

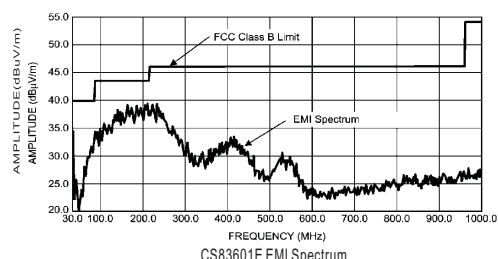
CS83601E在应用的过程中,当芯片发生输出管脚和电源或地短路,或者输出之间的短路故障时,过流保护电路会关断芯片以防止芯片被损坏。短路故障消除后,CS83601E自动恢复工作。当芯片温度过高时,芯片也会被关断。温度下降后,CS83601E可以继续正常工作。当电源电压过低时,芯片也将被关断,电源电压恢复后,芯片会再次启动。

Pop & Click抑制

CS83601E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操作时可能会出现瞬态噪声。

EMI特性

CS83601E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11W的连续功率,其效率可达到70%,其创新性的采用ESOP10封装,使得CS83601E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.CS83601E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)。



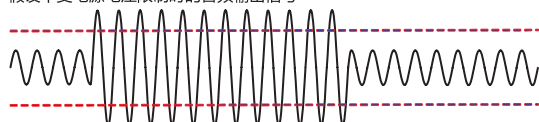


NCN 模式

在音频应用中,输入信号过大或者电池电压下降等因素都会导致音频功放的输出信号发生破音失真,而且,过载的信号会对扬声器造成永久性损伤。CS83601E独特的无破音(NCN)功能可以通过检测放大器输出信号的破音失真,自动调整系统增益,使得输出音频信号保持圆润平滑,不仅有效地避免了大功率过载输出对喇叭的损坏,同时带来更舒适的听觉享受。CS83601E提供四种NCN工作模式和不防破音模式可供用户选择:M1,M2,M3,NCNOFF,可以通过设置NCN引脚的不同状态来分别进入五种模式。启动时间(Attack Time):从发生破音失真到系统自动增益调节完成的时间间隔。释放时间(Release Time):从破音失真消失到系统完全退出增益衰减状态的时间间隔。通过NCN管脚状态设置M1,M2,M3,NCNOFF模式的启动时间和释放时间如下表所示:

NCN状态	防破音模式	启动时间	释放时间
直接接地	MODE1	50ms	300ms
50K电阻接地	MODE2	4ms	2s
100K电阻接地	MODE3	50ms	75ms
FLOAT	防破音关闭	——	——

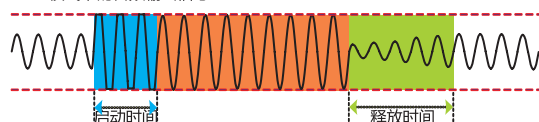
假设不受电源电压限制时的音频输出信号



NCNOFF模式下的音频输出信号



NCN模式下的音频输出信号



电流限制以及软启动功能

通过ILIMIT引脚对地设置一个下拉电阻和电容,可实现对BOOST电感的峰值电流进行限制,并实现电源软启动功能。下表列出了不同的电阻和电容条件下,软启动时间和电感电流的有效值,以供参考。

电感	R _{lim}	电源软启动时间			电感电流有效值
		10nF电容	100nF电容	220nF电容	
4.7uH	100K	1.8ms	18ms	36ms	5.0A
	82K	1.7ms	17ms	34ms	4.0A
	68K	1.6ms	16ms	32ms	3.0A
	56K	1.6ms	16ms	32ms	1.5A

CS83601E PCB板设计步骤和要点

Vbat端电容

CS83601E内部集成了稳压电路,因此不需要通过Vbat为CS83601E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

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CS83601E的低频瞬态响应,也有助于EMI的降低。

PVDD端电容

CS83601E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CS83601E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

CS83601E有PGND和AGND。PGND是功率地,瞬态会有大电流流过,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

CS83601E为差分输入,当音源也为差分输出时,CS83601E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CS83601E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。

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。

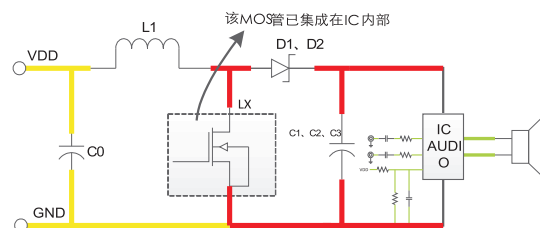
2.要求地线到芯片散热片的连线尽量粗,减小连线电阻。

3.芯片周围和电容C1阴极部分的的地线过孔尽可能多。

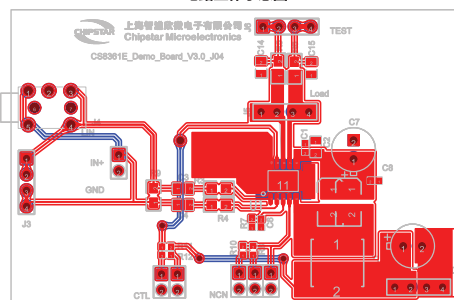
第三步:非重点布置绿色部分的其他连线。

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。

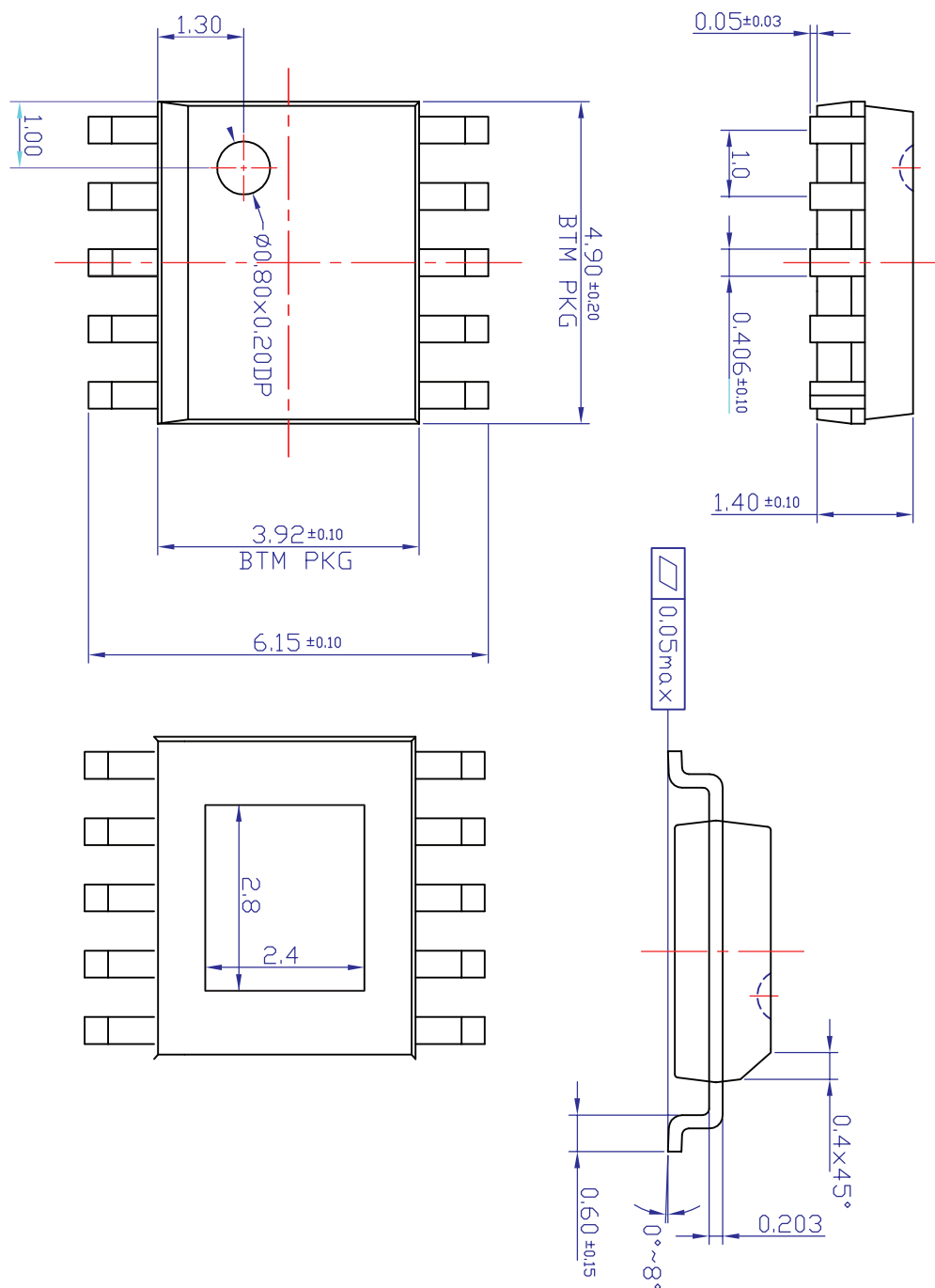


CS83601E电路工作示意图



封装信息

CS83601E ESOP10L



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