内置Charge Pump模块,固定28倍增益,AB/D切换,三种防破音模式可选,5.3W单声道GF类音频功率放大器

概要

CS5250E是一款采用CMOS工艺,电容式升压型GF类单声道音频功放,可以为4Ω的负载提供最高5.3W的连续功率；CS5250E芯片内部固定的28倍增益，有效的减少了外围元器件的数量;功放集成了D类和AB类两种工作模式即可保证D类模式下强劲的功率输出,又可兼顾系统在有FM的情况下,消除功放对系统的干扰；CS5250E具有独特的防破音(NCN)功能,可根据输出信号的大小自动调整功放的增益，实现更加舒适的听觉感受.

CS5250E的外围只有低成本的阻容器件,在以锂电池供电的移动式音频设备中,CS5250E是理想的音频子系统的功放解决方案.CS5250E的全差分架构和极高的PSRR有效地提高了CS5250E对RF噪声的抑制能力。另外CS5250E内置了过流保护和过热保护,有效的保护芯片在异常的工作条件下不被损坏。

CS5250E提供了ESOP10的封装类型,其额定的工作温度范围为-40℃至85℃。

特征

- 集成Charge Pump升压模块,集成AB类D类两种工作模式GF类音频功放,
- 输出功率(CPOUT接220uF电容)
  - Po at VBAT = 5.0V, RL=4Ω
    - THD+N=10%　5.3W(NCN OFF@D MODE)
    - THD+N=1%　4.3W(NCN OFF@D MODE)
  - Po at VBAT = 3.4V, RL=4Ω+33uH
    - THD+N=10%　3.4W(NCN OFF@D MODE)
    - THD+N=1%　3.0W(NCN OFF@D MODE)
- 输出功率(CPOUT接22uFX3电容)
  - Po at VBAT = 3.4V, RL=8Ω+33uH
    - THD+N=10%　2.15W(NCN OFF@D MODE)
    - THD+N=1%　1.80W(NCN OFF@D MODE)
- 输入电压范围:2.7~5.5V
- 关断电流: <1μA
- 待机电流: 20mA@5V
- D类调制频率: 350KHz
- 防破音模式开关
- AERC专利技术,提供优异的全带宽EMI抑制能力
- 优异的"噼噗-咔嗒"(pop-noise)杂音抑制能力
- 高的电源抑制比(PSRR)：在217Hz下为-80dB
- 过温保护
- 过压保护

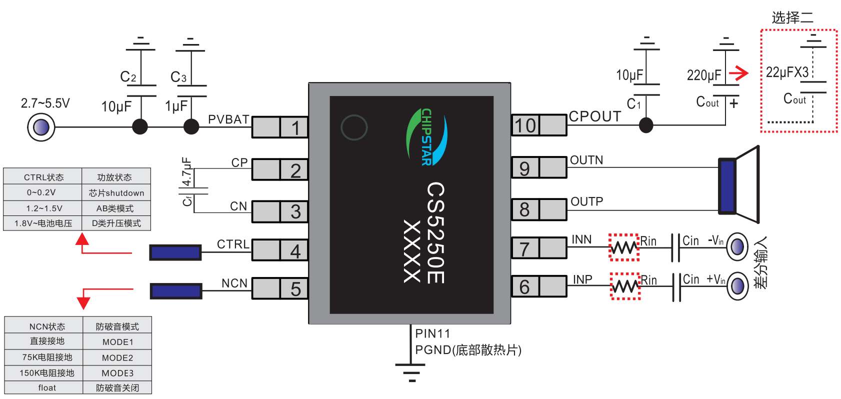
封装

- ESOP10L

应用

- 蓝牙音箱
- 便携式音频设备

典型应用电路图



CTRL状态	功放状态
0~0.2V	芯片shutdown
1.2~1.5V	AB类模式
1.8V~电池电压	D类升压模式

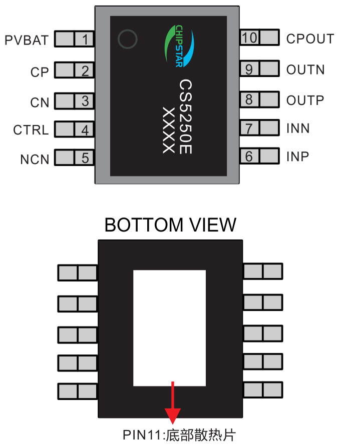
NCN状态	防破音模式
直接接地	MODE1
75K电阻接地	MODE2
150K电阻接地	MODE3
float	防破音关闭

NOTES:
(1) 底部的散热片作为CS5250E的PIN11管脚(PGND),要与大地相连.
(2) 图中红框内Rin为预留输入电阻位置,CS5250E内置28倍增益,内部集成的输入电阻为20K,反馈电阻为560K,
若要增益小于28倍则放大倍数的计算为:Gain=560K/(20K+Rin)

管脚定义以及说明

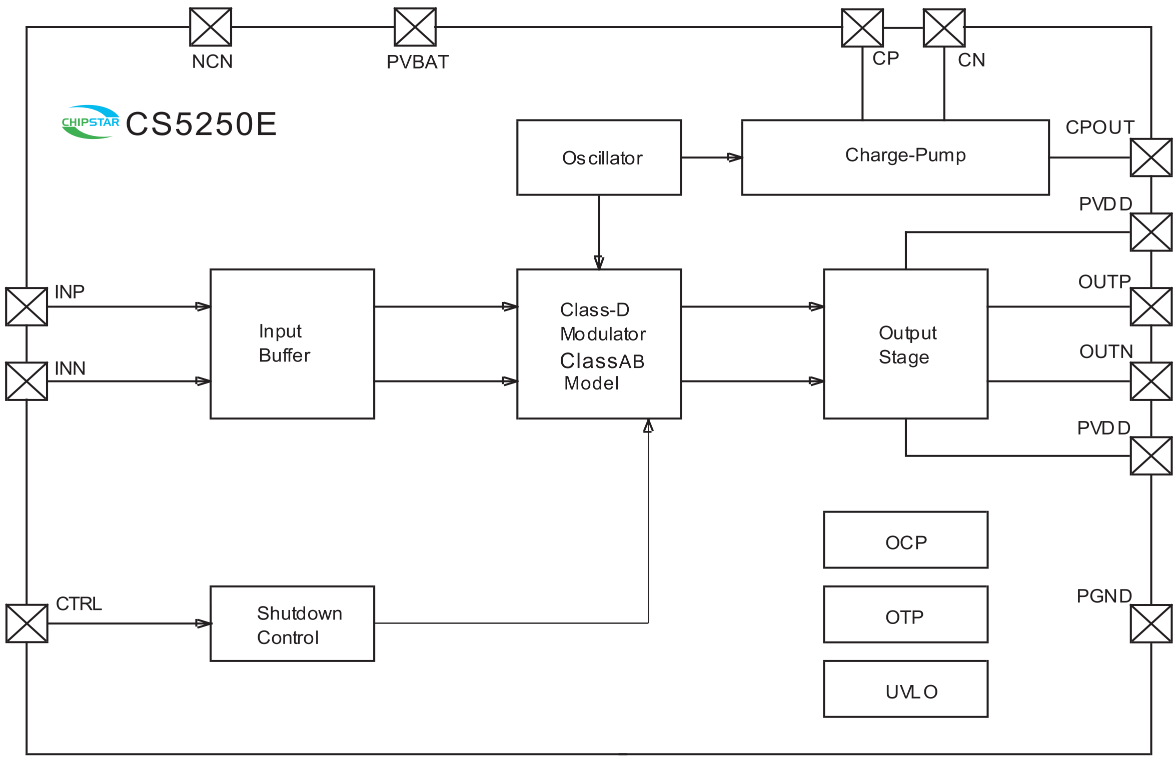
CS5250E(ESOP10 PACKAGE)

TOP VIEW



序号	说明	I/O	功能
1	PVBAT	P	功率电源引脚，连接外部电源
2	CP	I	Flying电容正端
3	CN	I	Flying电容负端
4	CTRL	I	关断/AB类D类切换控制管脚
5	NCN	I	防破音控制管脚
6	INP	I	音频输入信号正端
7	INN	I	音频输入信号负端
8	OUTP	O	音频输出管脚正端
9	OUTN	O	音频输出管脚负端
10	CPOUT	P	Charge pump模块电源输出管脚
11	PGND (底部散热片)	P	功率地(底部散热片,与大地相连)

功能框图



极限参数表[1]

参数	描述	数值	单位
V_{DD}	无信号输入时供电电源	7.0	V
V_I	输入电压	-0.3 to VDD+0.3	V
T_J	结工作温度范围	-40 to 150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接15秒）	220	℃
T_{STG}	存储温度范围	-65 to 150	℃

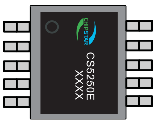
推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{DD}	电源电压	2.7~5.5	V
T_A	环境温度范围	-40~85	℃
T_j	结温范围	-40~150	℃

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	45	℃/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
CS5250E	ESOP10L		13''	12mm	4000
CS5250E	ESOP10L		管装		100

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CS5250E的地方,需要有散热设计.使得CS5250E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
PVBAT	供电电压		2.7		5.5	V
$\|V_{OS}\|$	输出失调电压	VBAT=0V, Av=2V/V VBAT=3.0V to 5.0V		5	30	mV
PSRR	电源纹波抑制比	VBAT=2.7~5.5V,217Hz		-80		dB
CMRR	共模抑制比	输入管脚短接 VBAT=2.7~5.5V		-72		dB
I_{DD}	静态电流	VBAT=3.7V,无负载,无滤波(D类)		20		mA
		VBAT=3.7V,无负载(AB类)		10		
I_{SD}	关断电流			0.1		μA
$r_{DS(ON)}$	源漏导通电阻(D类模式)	VBAT=3.7V		220		mΩ
		VBAT=5.0V		200		
$f_{(SW:D)}$	D类调制频率	VBTA=2.7V to 5.5V		350		KHz
$f_{(SW:CH)}$	Charge Pump调制频率	VBTA=2.7V to 5.5V		1700		KHz
Rin	内部输入电阻			20		KΩ
T_{SD}	过温保护温度阀值			160		°C
T_{SDR}	过温保护退出温度阀值			120		°C
V_{CPOUT}	Charge Pump输出电压	I_{PVDD}=100mA	6.1	6.3	6.5	V
I_{CPOUT}	Charge Pump最大输出电流	PVBAT=4.2V		1.8		A
T_{SS}	Charge Pump软启动时间			500		μs
T_{st}	芯片启动设定时间			120		ms
t_{MOD_D}	D/AB类模式转换设定时间			120		ms

工作特性

T_A=25°C, D类模式,C_f=4.7μF,f=1KHz

参数	描述	测试条件	Cout=220μF RL=4Ω	Cout=22μFX3 RL=4Ω	Cout=22μFX3 RL=8Ω	单位
P_O	输出功率	PVBAT=5.0V,THD=10%,NCN OFF	5.30	5.30	3.00	W
		PVBAT=5.0V,THD=1%,NCN OFF	4.30	4.25	2.40	
		PVBAT=4.2V,THD=10%,NCN OFF	4.80	4.35	3.00	
		PVBAT=4.2V,THD=1%,NCN OFF	4.10	3.65	2.40	
		PVBAT=3.6V,THD=10%,NCN OFF	3.45	3.15	2.45	
		PVBAT=3.6V,THD=1%,NCN OFF	3.00	2.70	2.00	
		PVBAT=3.4V,THD=10%,NCN OFF	3.40	2.70	2.15	
		PVBAT=3.4V,THD=1%,NCN OFF	3.00	2.40	1.80	
THD+N	总谐波失真+噪声	PVBAT=4.2V,Po=1.0W,NCN OFF	0.12	0.15	0.10	%
		PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN OFF	0.27	0.30	0.22	
η	效率	PVBAT=4.2V,Po=0.5W	80	80	82	%

T_A=25°C, RL= 4 Ω纯电阻,AB类模式,C_{out}=100μF,C_f=4.7μF,f=1KHz,CTRL电压在1.2~1.5V

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	PVBAT=4.0V,THD=10%		2.20		W
		PVBAT=4.0V,THD=1%		1.50		
		PVBAT=3.6V,THD=10%		1.70		
		PVBAT=3.6V,THD=1%		1.10		

T_A=25°C, RL = 4 Ω纯电阻,D类模式,C_{out}=220μF,f=1KHz,NCN直接接地

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE1		3.26		W
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE1		2.89		
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE1		0.25		%
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE1		0.35		
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°C,D类模式,C_f=4.7μF,f=1KHz,NCN通过75KΩ电阻接地

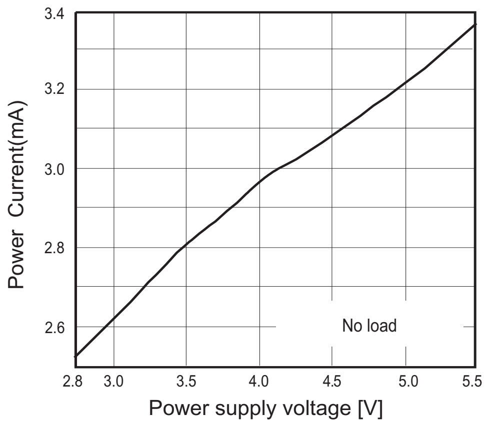
参数	描述	测试条件	Cout=100μF RL=4Ω	Cout=22μFX3 RL=4Ω	Cout=22μFX3 RL=8Ω	单位
P_O	输出功率	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE2	3.26	3.20	1.90	W
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE2	2.80	2.50	1.70	
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE2	0.80	1.20	0.83	%
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE2	0.86	1.30	0.95	
T_{at}	防破音启动时间		4			ms
T_{rl}	防破音释放时间		2			s

T_A =25°C, RL = 4 Ω纯电阻,D类模式,C_{out}=220μF,C_f=4.7μF,f=1KHz,NCN通过150KΩ电阻接地

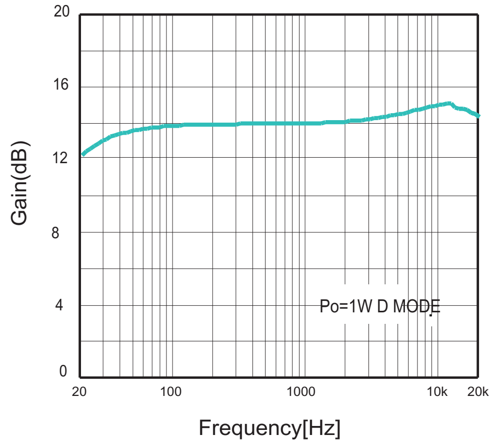
参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE4		3.62		W
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE4		3.09		
THD+N	总谐波失真	PVBAT=4.2V,Vpp=300mV,NCN MODE4		0.27		%
		PVBAT=3.6V,Vpp=300mV,NCN MODE4		0.40		
T_{at}	防破音启动时间			50		ms
T_{rl}	防破音释放时间			75		ms

典型特征曲线(TA=25°C,RL=4Ω, NCN OFF, D MODE)

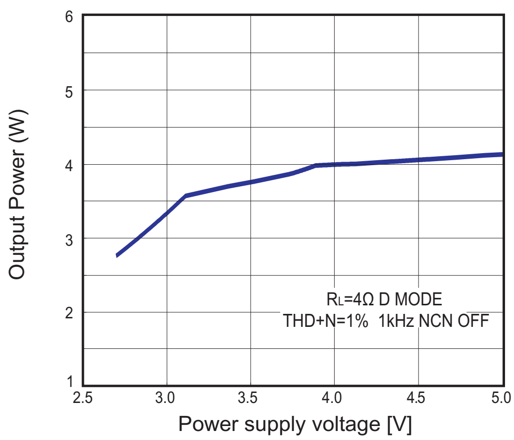
Power supply voltage vs Current



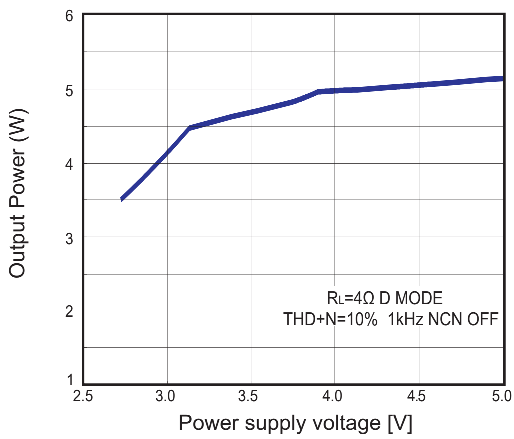
Frequency Response



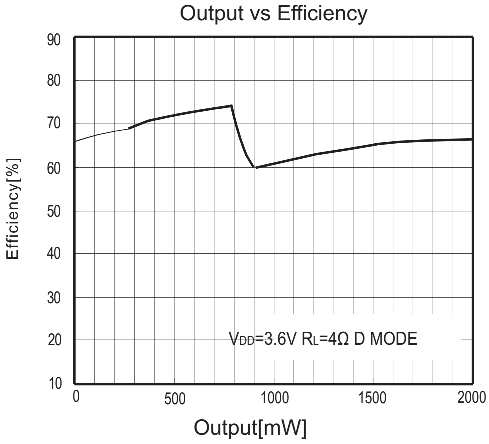
Power supply voltage vs Output



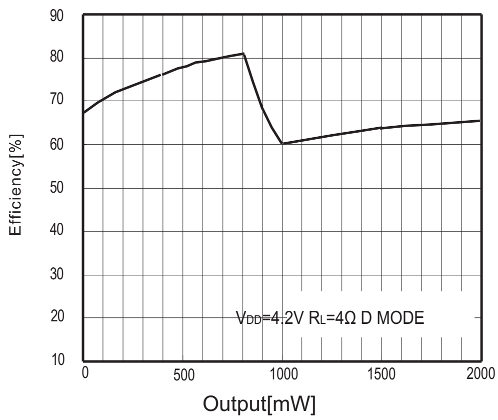
Power supply voltage vs Output



Output vs Efficiency

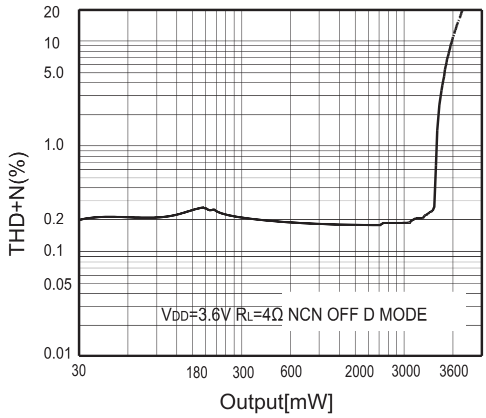


Output vs Efficiency

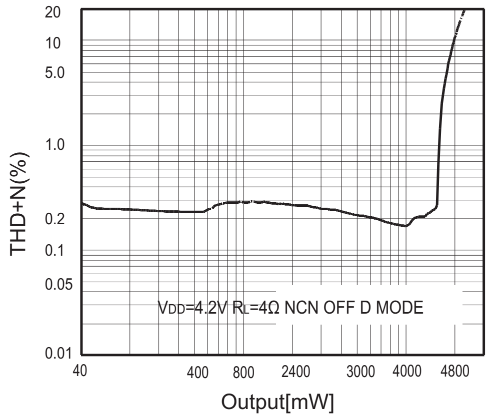


典型特征曲线(TA=25°C,RL=4Ω, NCN OFF, D MODE)

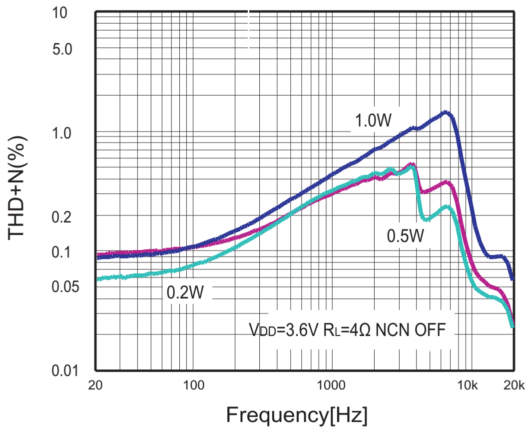
Output vs THD+N



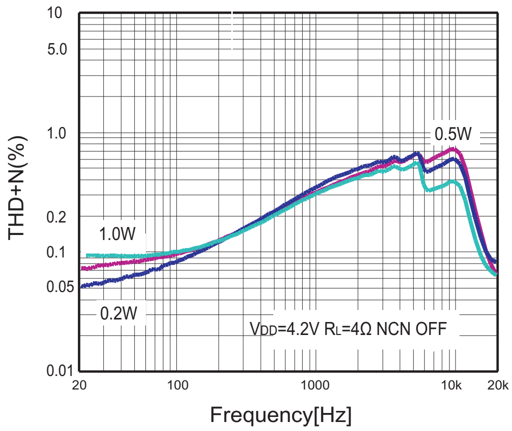
Output vs THD+N



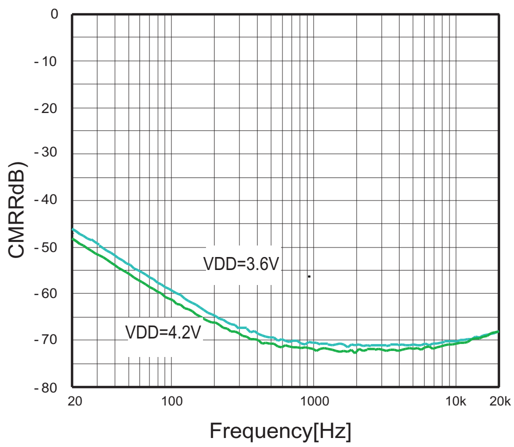
Frequency vs THD+N



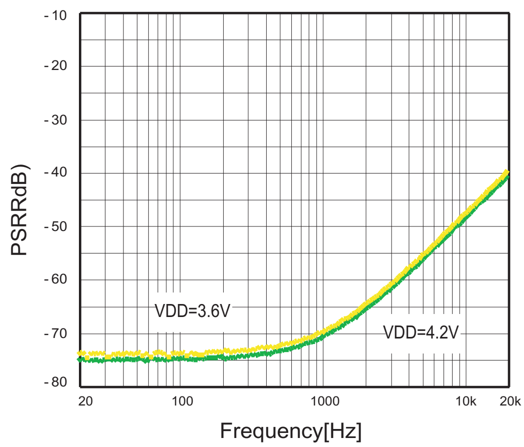
Frequency vs THD+N



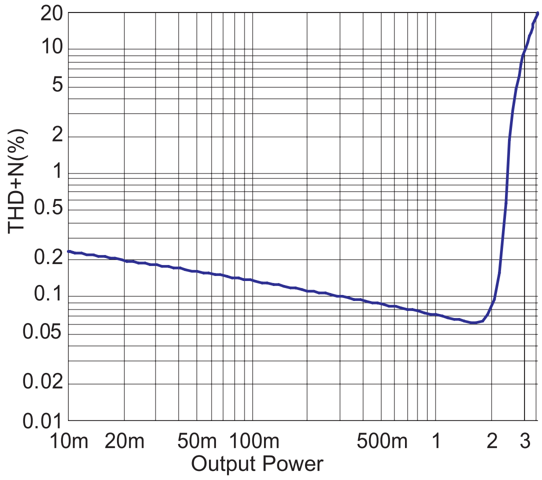
Frequency vs CMRR



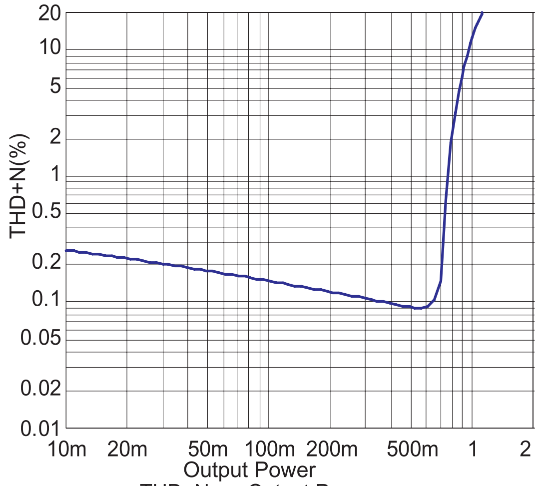
Frequency vs PSRR



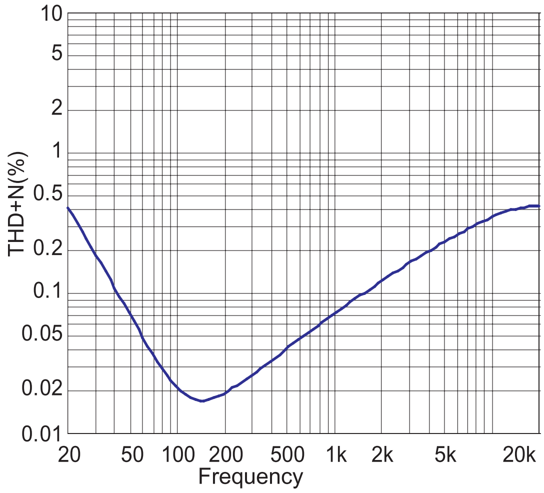
典型特征曲线(TA=25°C,RL=4Ω, AB MODE,Charge Pump off)



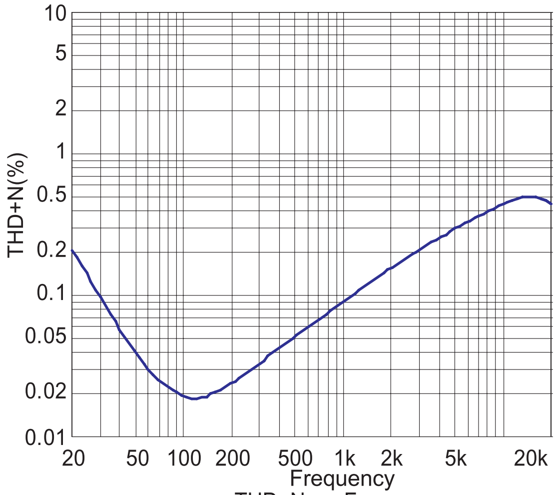
THD+N vs. Output Power
5V, 4Ohm, f=1 kHz



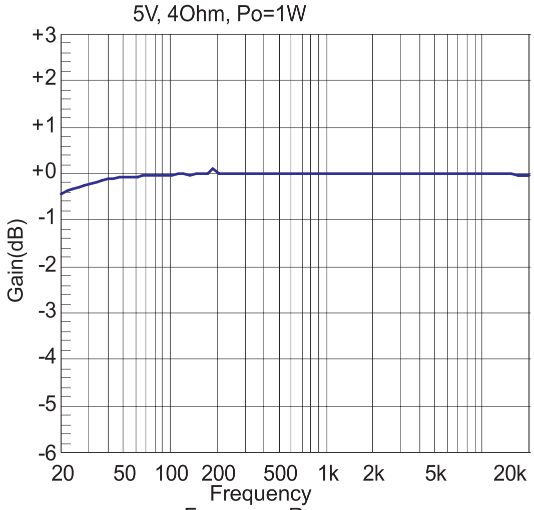
THD+N vs. Output Power
3V, 4Ohm, f=1 kHz



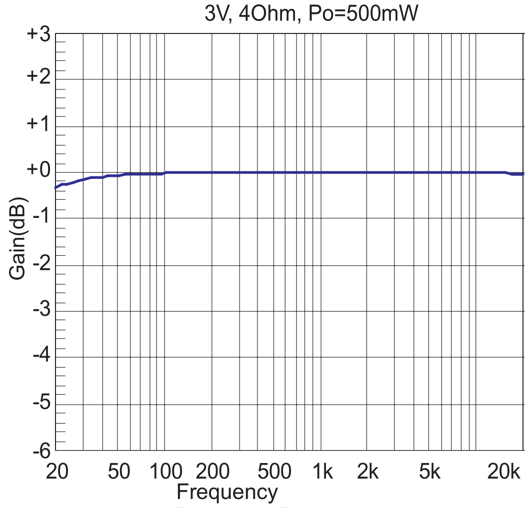
THD+N vs. Frequency
5V, 4Ohm, Po=1W



THD+N vs. Frequency
3V, 4Ohm, Po=500mW



Frequency Response
5V, 4Ohm

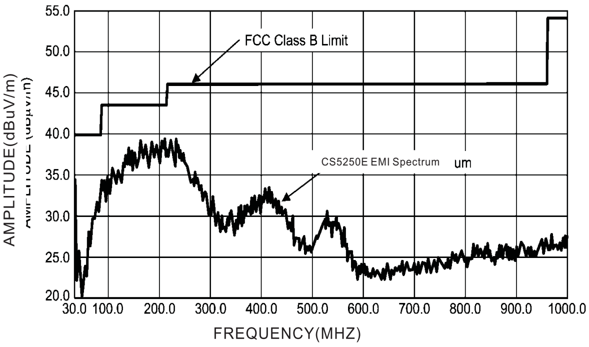


Frequency Response
3V, 4Ohm

产品特性

CS5250E 内置了Charge Pump升压模块 ,可以为4Ω的负载在锂电池的电压范围内提供最高4.8W的连续功率,并集成了AB类D类两种工作模式的音频放大器。

CS5250E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)。



CS5250E无需滤波器的PWM调制结构减少了外部元件数目，PCB面积和系统成本，并且简化了设计。芯片内置了过流保护，过热保护和欠压保护功能，这些功能保证了芯片在异常的工作条件下关断芯片，有效地保护了芯片不被损坏，当异常条件消除后，CS5250E有自恢复功能可以让芯片重新工作。

无需滤波器

CS5250E采用无需滤波器的PWM调制方式，省去了传统D类放大器的LC滤波器，提高了效率，为便携式设备的音频子系统提供了一个更小面积，更低成本的实现方案。

Pop & Click抑制

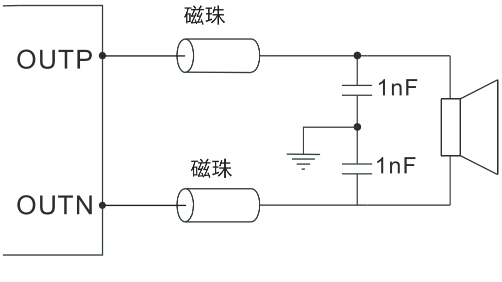
CS5250E内置专有的时序控制电路,实现全面的Pop & Click抑制,可以有效地消除系统在上电,下点,Wake up和Shutdown操作时可能会出现的瞬态噪声。

保护电路

当芯片温度过高时,芯片也会被关断。温度下降后,CS5250E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。

磁珠和电容

CS5250E在没有磁珠和电容的情况下,对于60cm的音频线，仍可满足FCC标准的要求。在输出音频线过长或器件布局靠近EMI敏感设备时，建议使用磁珠，电容。磁珠和电容要尽量靠近CS5250E放置,如下图所示。



输入电阻(R_{in})

CS5250E 的输入端为差分放大器结构，可以采用单端输入接法和差分输入接法，两种接法的放大倍数设定是相同的。CS5250E集成了20KΩ输入电阻，反馈电阻是560KΩ,因此CS5250E是固定的28倍增益，也可以通过改变外置输入电阻的阻值对放大倍数进行小于28倍增益调节.公式如下:

$$Gain = \frac{560\,k\Omega}{Rin+20k\Omega} \quad (\frac{V}{V})$$

Rin:外部调节的输入电阻

两个输入电阻之间的良好匹配对提升芯片PSRR,CMRR以及THD等性能都有帮助，因此要求使用精度为1%的电阻。PCB布局时，电子应紧靠CS5250E放置，可以防止噪声从高阻结点的引入。

输入电容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：

$$f_{c(-3dB)} = \frac{1}{2\pi * (R_{in}+20K) * C_{in}}$$

应用中选用较小的Cin 电容有助于滤除从输入端耦合进入的217Hz 噪声，并且较小的电容有利于减小功放开启时的噼噗-咔哒声。两个输入电容之间良好的匹配有利于提升芯片整体性能及抑制噼噗-咔哒声，推荐使用容差10%或者更好的电容。

电荷泵Flying 电容 (C_f)

Flying 电容用于在电源和电荷泵负载之间传递能量，Flying 电容的值直接影响电荷泵的负载调整率和输出驱动能力。Flying 电容太小，会影响电荷泵的负载调整率和输出驱动能力，从而影响功放的输出功率，Flying 电容越大，负载调整能力越强，驱动能力也越强。推荐使用耐压16V以上4.7uF，低ESR 的X7R、X5R 陶瓷电容。

电荷泵保持电容 (C_{out})

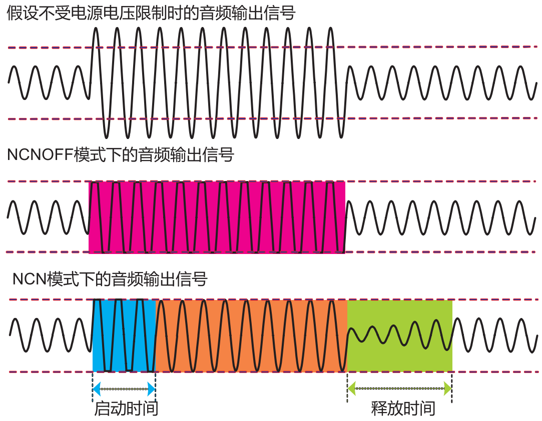
电荷泵的保持电容容值和ESR 直接影响电荷泵输出电压的纹波大小，从而影响功放的性能。推荐使用220μF以上，低ESR 的电解电容。由于电荷泵输出电压为6.3V，保持电容需要选用10V 耐压的电容。

电源退耦电容 (C_s)

良好的退耦电容可以提高功放的效率和性能，推荐使用低ESR的X7R或者X5R 陶瓷电容。CS5250E 的应用中PIN1是功率电源管脚，主要为内部的电荷泵电路提供电流，这个电容类似于电荷水库，可以比电池更快地提供电流，因此有助于稳定电源电压，防止电压的快速波动，这里推荐放置一个1uF和一个10uF的低ESR 电容,并尽量靠近PIN1管脚放置。

NCN功能

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。CS5250E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。



NCN功能示意图

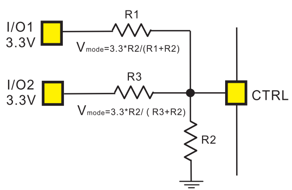
CTRL引脚设置

通过设置CTRL引脚的输入电平值,可以分别进入CS5250E的各种工作模式，如下表所示:

CTRL状态	功放状态
0~0.2V	芯片shutdown
1.2~1.5V	AB类模式
1.8V~电池电压	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3.3V，则如图所示,借助两个IO口以及分压线路实现各种工作状态的切换，当IO1和IO2都为低电平的时候，CS5250E进入shutdown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Vctrl 电压在1.2~1.5V之间，CS5250E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Vctrl 电压大于1.8V，CS5230E进入D类升压模式；R1,R2,R3的绝对值由能够接受的功耗决定，CTRL自身不需要驱动电流。



PCB 设计考虑

为了充分发挥CS5250E的性能，PCB 的布局布线必须要仔细考虑，设计过程应该遵循以下原则：

1 ： 尽量单独走一条短而粗电源线给CS5250E，推荐铜线宽度大于1mm。去耦电容尽量靠近电源引脚放置。

2： Flying 电容尽量靠近CS5250E 的CN 和CP 引脚放置，输出电容Cout 靠近CPOUT 引脚放置，且电容到芯片引脚的连线尽量短而粗。

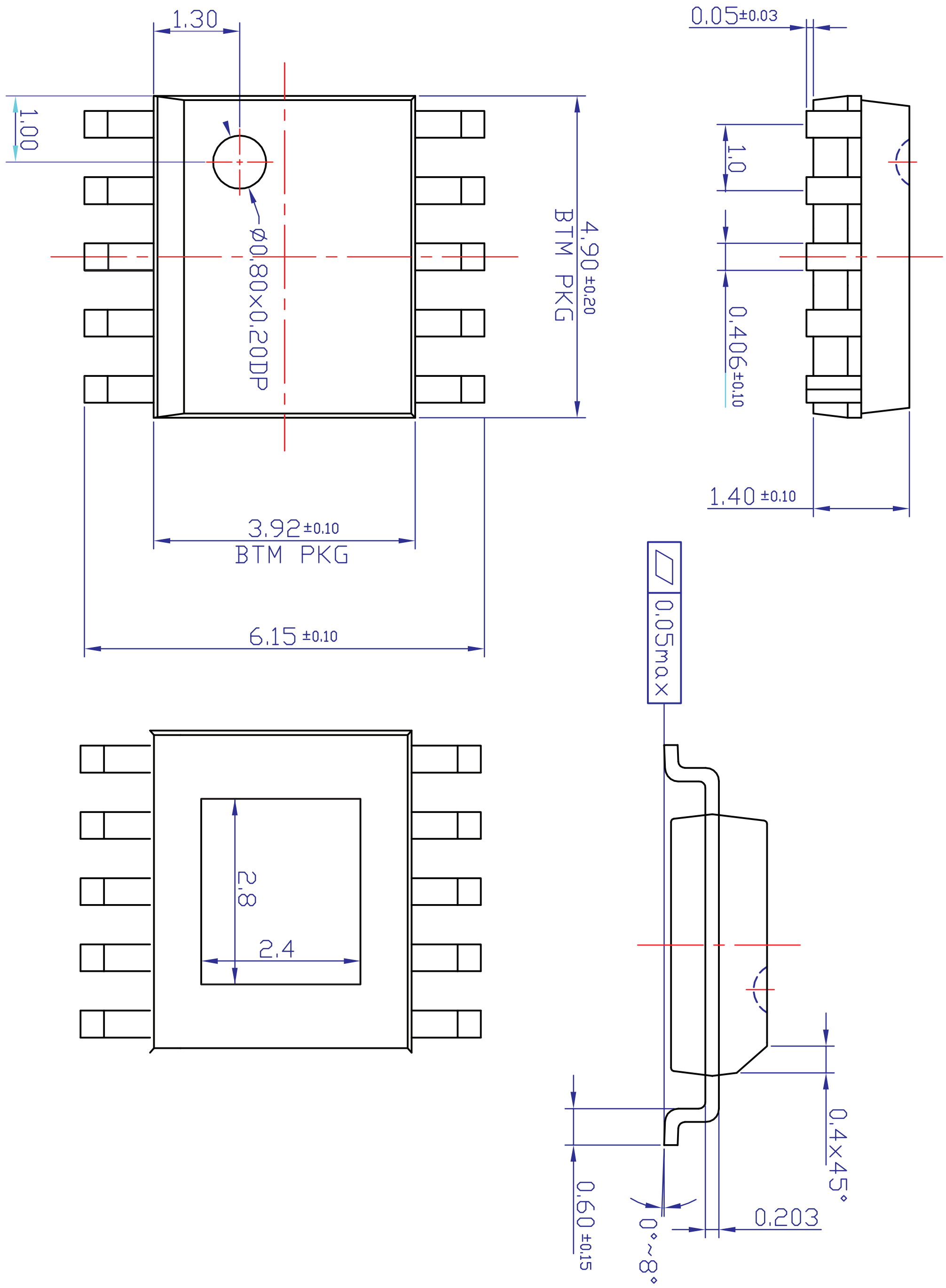
3： CS5250E的输入电容和输入电阻要尽量靠近芯片的INN 和INP 引脚放置，且输入线要平行走线抑制噪声耦合。

4： 磁珠和电容靠近芯片的OUTN 和OUTP 引脚放置，芯片到喇叭的输出线要尽量短而粗，推荐的铜线宽度为0.5mm。

5： 为了获得良好的散热性能，CS5250E 的散热片和GND 引脚要直接连到大面积的铺地层，散热片还要通过通孔连到中间地层。

CS5250E
封装信息

CS5250E ESOP10L



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