

# 高性能4通道D类音频放大器设计

Yasushi Nishinura, Liz Zheng,

Jun Honda

国际整流器公司

不论是汽车娱乐还是家庭影院系统市场,消费者始终要求有更多的通道和扬声器,每个通道还要能够处理更高的音频功率水平。但是,在多通道设计中,独立驱动每一条通道都会消耗更多的功率、更多的元件,并占用更大的电路板空间,结果导致温度相关设计复杂化,并且在更高的成本下声音质量和可靠性却较低。

## 4通道驱动器

国际整流器公司(IR)把先进DirectFET功率MOSFET与创新的集成音频驱动器结合,开发出一种4通道D类音频放大器设计,其性能可与单通道解决方案相媲美。为达到这个目标,电路采

用了集成式音频驱动器IRS2093M,该器件将4个高压功率MOSFET驱动器的通道整合到同一块芯片上。此外,这款200V的器件包含专为半桥拓扑中的D类音频放大器应用而设计的片上误差放大器、模拟PWM调制器、可编程预置死区时间以及可靠的保护功能。

为了在不同通道之间实现一流的隔离,音频驱动器部署了已获肯定的高压结隔离技术和采用Gen 5 HVIC工艺的浮动栅极驱动器。这样就在裸片上实现了良好的内部信号隔离,这使得电路可以同时处理更多通道的信号,从而把每个通道的基本噪音保持在非常低的水平,同时尽可能减小了通道之间的串扰。

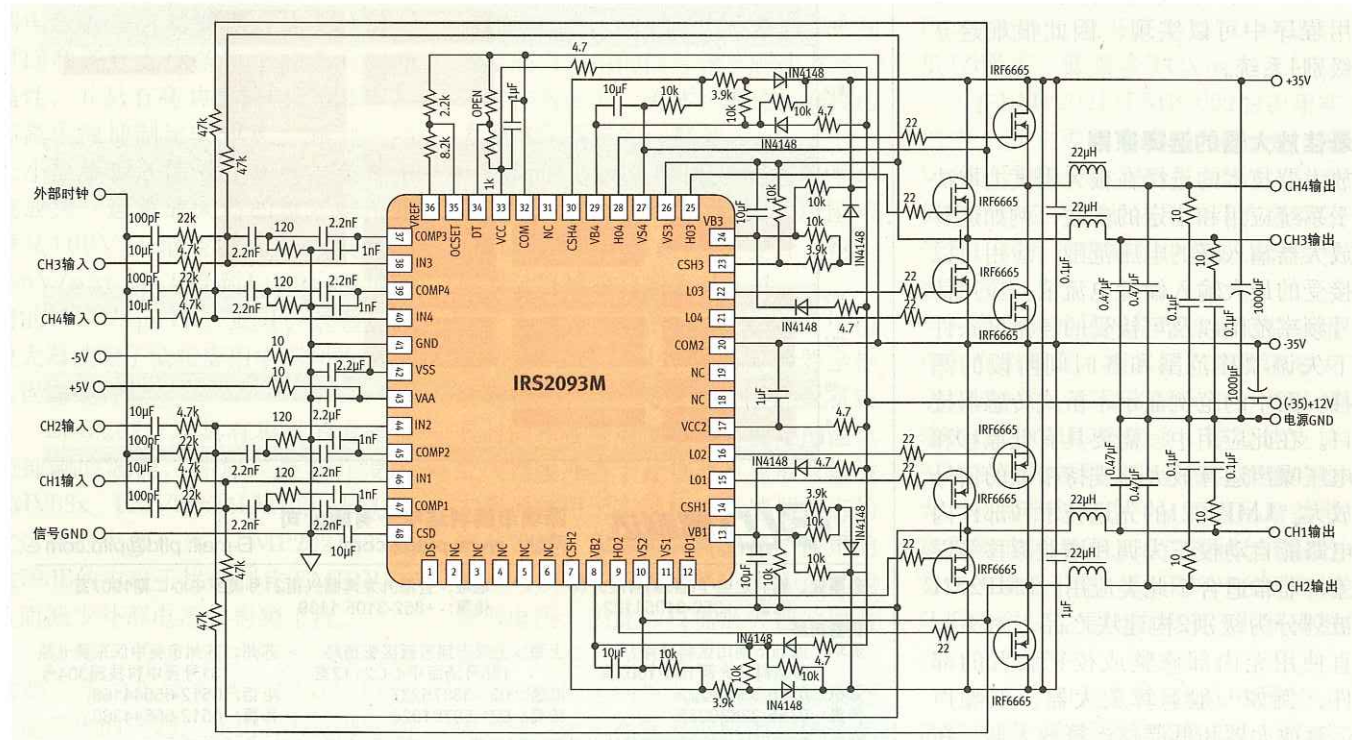
4通道半桥D类音频放大器电路结合了集成式D类音频控制器和栅极驱动器IRS2093M,并搭配8个IRF6665

DirectFET功率MOSFET及几个无源器件。每个通道都被设计成能提供120W的输出功率,为便于使用,该电路包含了必需的内部管理电源。

为达到最佳整体性能,IRF6665功率MOSFET特别针对D类放大器设计进行了优化。了提供低通态电阻,还对功率MOSFET做了改进以获得最小栅极电荷、最小体二极管反向恢复和最小内部栅极电阻。此外,与传统的封装相比,DirectFET封装可提供较低的寄生电感和电阻。简单来说,经优化的IRF6665 MOSFET能提供高效率和低总谐波失真(THD)及电磁干扰(EMI)。

## 特性和功能

为了以更小的空间提供最高性能和可靠的设计,这个4通道D类音效放大器解决方案采用自振荡PWM调制。



这款4通道半桥D类音频放大器设计采用了集成式D类音频控制器和IRS2093M栅极驱动器,以及8颗IRF6665 DirectFET MOSFET和一些无源器件。



由于这种拓扑相当于一个模拟二阶sigma-delta调制,且D类开关级在环内,因此在可听频率范围内的误差根据其工作特性被转移到不可听频率之上,从而降低了噪声。同时,sigma-delta调制允许设计师执行足够的误差校正来进一步降低噪声和失真。

自振荡拓扑融合了前端集成器、PWM比较器、电平切换器、栅极驱动器和输出低通滤波器(LPF)。尽管这种设计能够以更高的频率开关,但由于某些原因,它仍然以400kHz作为最佳开关频率。首先,在较低频率下,MOSFET的效率有所改善,但电感纹波电流上升,同时输出PWM开关载波的漏电也会增加。其次,在较高频率下,开关损耗会降低效率,但有机会实现更宽的频宽。当电感纹波电流减少,铁损耗就会攀升。

由于在D类音效放大器中,负载电流的方向随音频输入信号改变,而过流状况有可能在正电流周期或负电流周期中发生。因此,为同时保护高侧和低侧MOSFET免受两个方向的过电流影响,用可编程过流保护(OCP)提供双向保护,并以输出MOSFET的RDS(on)作为电流感应电阻。在这个设计中,当测量的电流超过预设的临界值,OCP逻辑便会输出信号到保护电路,迫使HO和LO管脚置于低电平,从而保护MOSFET不受损害。

由于高压IC的结构限制,高侧和低侧MOSFET的电流感应部署并不相同。例如,低侧电流感应是基于器件在通态状态下,低侧MOSFET两端的VDS。为防止瞬时过冲触发OCP,在LO开通后加入一个消隐间隔,停止450ns过电流检测。

低侧过流感应的临界电压由OCSET管脚设定,范围由0.5V到5.0V。如果为低侧MOSFET测量的VDS超过了OCSET管脚对应COM的电压,驱动器电路就会执行OCP保护程序。

对于正负载电流,高侧过流感应也会监测负载条件,此时根据经CSH和Vs管脚高侧开启期间在MOSFET两

端测量的VDS进行监测。当负载电流超过预设的关断电平,OCP保护便会停止开关运作。为防止瞬态过冲触发OCP,可在HO开通后加入一个消隐间隔,停止450ns过流检测。

与低侧电流传感不同,CSH管脚的临界值内部固定在1.2V。但可利用外部电阻分压器R2和R3来设定一个较高的临界值。不论采用哪种方式,都要用外部阻流二极管D1去阻断高电压在高侧断路的情况下流向CSH管脚。基于跨越D1的0.6V正向电压降,高侧过流保护的最低临界值是0.6V。

为防止直通或过冲电流通过两个MOSFET,我们将一个名为死区时间的阻流时段插在高侧关断和低侧开通,或低侧关断和高侧开通之间。集成式驱动器让设计师可以根据所选MOSFET的尺寸从一系列预设值中选择适合的死区间来优化性能。事实上,只需两个外部电阻来通过IRS2093的DT管脚设定死区时间。这样便不需要采用外部的栅极定时调节,同时也能防止调节开关定时引入的外来噪声。

用户在决定最佳死区时间时,必须考虑MOSFET的下降时间。这是因为对实际应用来说,由于开关的下降时间 $t_f$ 的关系,真正有效的死区时间与数据资料所提供的会有所不同。这意味着,要确定有效的死区时间,就要以数据资料中的死区时间值减去MOSFET栅极电压的下降时间。

同样地,在UVLO保护方面,驱动器会在正常运作开始之前监测电压 $V_{AA}$ 和 $V_{CC}$ 的状态,以确保两个电压都高于它们各自的临界值。如果 $V_{AA}$ 或者 $V_{CC}$ 低于UVLO临界值,IRS2093的保护逻辑便会关闭LO和HO。结果,功率MOSFET将停止运作直至 $V_{AA}$ 和 $V_{CC}$ 超过它们的UVLO临界值。

本文网络版将详细讨论对4通道D类音效放大器的测量性能,敬请关注。■

ID号于[www.ed-china.com](http://www.ed-china.com)输入本文ID号可阅读全文及相关文章: 20100571

## 高效易用 可靠稳压



AOZ1233是一款高效、易于使用的DC/DC同步降压稳压器,工作电压高达28V。该器件提供8A持续输出电流,同时输出电压可调低至0.8V,适用于便携式电脑、服务器及图形卡等产品。

- 4.5V至26V宽输入电压范围
- 集成超低导通电阻的高端与低端MOSFET
- 恒定导通时间控制实现快速瞬变响应
- 使用陶瓷输出电容器
- 无需外部补偿

如需了解更多信息,请浏览[aosmd.com](http://aosmd.com)或发送查询至[sales@aosmd.com](mailto:sales@aosmd.com)。



ALPHA & OMEGA  
SEMICONDUCTOR