

一种集成 RCC 式开关电源器件设计及应用

张苏敏, 石松泉

(绍兴文理学院 浙江 绍兴 312000)

摘要:介绍一种新型自振反激型变换器 RCC(Ring Choke Converter)式开关电源器件的设计及应用,该电路只需极少量普通分立元件和 1 个集成电路就可以得到稳压输出。器件内部结构包括依次连接的整流滤波电路、转换器和输出电路,整流滤波电路与启动电路相连接。测试结果表明,该电路效率可达 70%。简洁的方案和较高的效率适合于 RCC 电路。

关键词:电子技术;自振反激型变换器(RCC);开关电源(SMPS);振荡电路;欠压锁定电路

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1674-6236(2010)03-0076-03

Design and application of a RCC type switch power supply IC

ZHANG Su-min, SHI Song-quan

(Shaoxing University, Shaoxing 312000, China)

Abstract: This paper introduced the design and application of a RCC circuit. The exemplary performance was got by using a few discrete components and an IC. The IC consisted of half wave rectifier and capacitance filter, transistor and output circuit. The rectifier connected with the starting circuit. The measurement results show that the conversion efficiency is up to 70%. With the simple application circuit and high efficiency, it is suitable for the RCC power supply.

Key words: electronical technology; ring choke converter(RCC); switch mode power supply(SMPS); OSC; UVLO

线性稳压电源因具有电路简单和成本低廉的优点,一直在低功率应用中倍受欢迎。这个线性稳压电源只需少量元件,且与开关电源 SMPS(Switch Mode Power Supply)相比,更易于设计和制造。然而,由于以下两个原因,近年来线性电源开始逐渐被替代:其一,许多线性电源都是作为 PDA、无绳电话和手机等产品的外部电源(EPS)绑定销售。如今 EPS 必须遵循严格的新节能标准,而此类标准几乎将线性电源排除在外,因为线性电源通常无法达到工作效率和空载功耗方面的标准;其二,大多数先进的低功率 SMPS 在成本和简单性方面与线性电源相当。这里将探讨低功率 SMPS 在初步应用阶段的不足之处,并讨论一种可行的方法,以帮助设计工程师设计出在成本效益方面符合 EPS 新节能标准的产品,并同时缩短设计时间、简化设计工作。

自振反激型变换器 RCC(Ring Choke Converter)由于其电路拓扑简洁,输出与输入电压电气隔离且不需要输出滤波电感,能高效提供多组直流输出,电压升降范围宽等特点而广泛应用于中小功率变换场合,也是容量一般低于 50 W 的电源经常使用的变换器,被广泛应用于手机充电器以及笔记本适配器等设备。RCC 采用和 PWM 型变换器相对的一种驱动方式,开关的导通和关断不需要专门的触发电路,完全靠电路内部来完成。这种变换器有它独特的优势,即电路简单,具有较高的性价比。但是 RCC 电路如果用分立元件构成的话,典型电路元件数居然达到 50 多个,所以设计一种集成的 RCC 电源器件已成为一种趋势。

这里首先对电路原理进行了详细的分析和设计,通过计算机仿真进行了电路模拟。其次,将该 RCC 器件应用于充电器进行了实际测试,与理论值相互印证,然后分析了器件测试结果和需要进一步解决的问题。最后给出了结论。

1 RCC 器件的应用电路

典型的 RCC 电路需要约 50 个分立元件^[1-6],设计和调试非常困难,可靠性也不够高。为了解决这个问题,设计了一款 RCC 集成器件,图 1 是其典型的应用电路。从图中可以看出,分立器件输入侧只有 8 个分立元件,输出侧有 2 个分立元件,如果将三极管 13001、二极管 V_{D2} 和电容 C_4 封装进器件的话,分立元件将减少到 7 个,提高了集成度,将是最简洁的 RCC 电路。

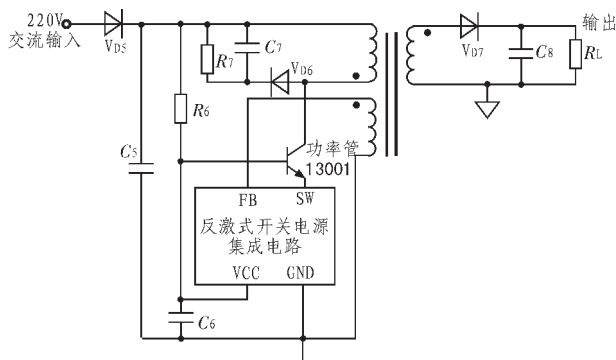


图 1 RCC 典型应用电路

该应用电路的整流滤波电路由二极管 V_{D5} 和电容 C_5 构

收稿日期:2009-08-07

稿件编号:200908013

作者简介:张苏敏(1966—),男,浙江绍兴人,实验师。研究方向:嵌入式系统应用。

成;转换器采用双绕组的反激变换器,功率管选用的型号为 13001,启动电路由电阻 R_6 、电容 C_6 串联构成,反激式开关电源集成电路的引脚 FB 与转换器中的次级线圈相接,引脚 SW 与功率管 13001 的发射极相接,功率管 13001 的集电极与主线圈相接,引脚 VCC 与电容 C_6 的正极相接,引脚 GND 接地。

85~220 V 交流输入先经过 V_{DS} 、 C_5 ,波形由交流转化为纹波比较大的直流电压,由于上电时电容 C_6 的电压为 0 V,所以引脚 SW 的输出管为关断状态,电源通过电阻 R_6 对电容 C_6 充电,当电容 C_6 充电到反激式开关电源集成电路的启动电压时,反激式开关电源集成电路开始正常工作,其内部的振荡器开始启动,SW 输出大占空比开关信号去控制输出功率管 13001,使得功率管 13001 也跟着开启和关断,当功率管 13001 开启时,功率管 13001 集电极的电压为低电压,这样通过变压器感应到输出和引脚 FB 的电压均为负电压,当 13001 关断时,由于电感的电流不能突变,所以功率管 13001 主线圈上会产生反冲电压,变压器的输出线圈和辅助线圈会耦合出正电压,这时输出的整流二极管 V_{D7} 导通,电容 C_6 和 C_8 充电,功率管 13001 在一次开启时,输出线圈和辅助线圈上的耦合电压为负电压,电容 C_6 和 C_8 上的电压可以维持反激式开关电源集成电路的工作电流和输出负载的工作电流,如此循环,系统可以持续的工作下去;输出端的电压控制是由反激式开关电源集成电路内部的过压保护电压控制,当输出负载减小时,VCC 的电压上升到过压点,反激式开关电源集成电路内部会将 SW 关断,这时功率管 13001 不会导通,直到 VCC 电压放电到过压点以下,SW 才会开启,这样反激式开关电源集成电路就会进入间断工作模式(几个周期工作,几个周期不工作),工作频率会降低,输出电压可以维持在一个恒定值。

2 RCC 器件的内部结构

图 2 是 RCC 内部结构原理图。反激式开关电源集成电路包括振荡器、小占空比产生电路、占空比选择电路和消隐电路。振荡器与小占空比产生电路相连接,振荡器与小占空比产生电路分别与占空比选择电路相连接,占空比选择电路与消隐电路相连接,欠压锁定(UVLO)是整个反激式开关电源集成电路的启动电路,控制反激式开关电源集成电路的启动与关断,保护电路与输出驱动管 V_{M0} 连接,消隐电路也控制输出驱动管 V_{M0} ,二极管 V_{D8} 直接连接引脚 FB 和引脚 VCC,与反激式开关电源集成电路外围的电容(即图 1 中的 C_6)构成整流滤波电路。

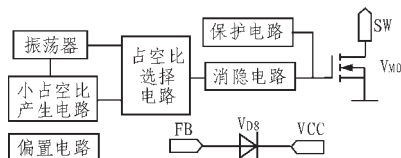


图 2 RCC 内部结构原理图

2.1 器件工作过程

当电源电压 VCC 上升到欠压锁定(UVLO)电路的开启电压时,电路开始工作,振荡器、小占空比产生电路、占空比选择电路、消隐电路启动,此时 SW 端口跳变,后备电源启动,对引脚 FB 充电,随着引脚 FB 电压的上升,当超过 VCC 电压时,二极管 V_{D8} 导通,后备电源对 VCC 提供工作电流。振荡器提供一个占空比为 12%振荡频率为 40 kHz 方波,随着 VCC 电压继续上升,当上升到钳位电路的箝位电压点时,反激式开关电源集成电路会切换到小占空比(4%)状态下工作,这时输出电压将会下降,但是不会马上切换到大占空比状态,直到 VCC 电压低于过压点时,才会回到大占空比状态,这时工作频率会上升,可以避免反激式开关电源集成电路的工作频率低于 20 kHz;当反激式开关电源集成电路的输出负载增加时,电感反激时的能量不足以提供系统输出的能量,VCC 电压会下降,当电压下降到反激式开关电源集成电路的欠压点时,反激式开关电源集成电路将会全部关断,等待重启,这时系统进入打嗝模式。如果反激式开关电源集成电路的工作温度过高时,反激式开关电源集成电路的过温保护会将输出 SW 关断,这时 VCC 电压会持续下降,一直下降到欠压点电压,反激式开关电源集成电路关断,等待重启,反激式开关电源集成电路也会进入打嗝模式。

3 实验数据及处理

根据图 1 构成的应用电路,1 个单节锂电池充电器的测试数据如表 1、表 2 所示。图 3 为电流的瞬态特性图。

表 1 RCC 器件整体测试结果

参数	实测值	最小值	典型值	最大值	测试条件
启动电压/V	10.6	10	11	12	$V_{DD\ ON}$
关断电压/V	8.9	6.5	7.5	8	$V_{DD\ OFF}$
过压电压/V	14.2	15	16	18	V_{OVP}
启动电流/ μA	63.5	—	20	30	$V_{DD} = V_{DD\ ON} - 0.1$
工作电流/ μA	164	—	200	250	导通后
工作频率/kHz	35.71	45	50	55	25℃
占空比/%	20	—	20	25	—

表 2 在 130 V 输入情况下 RCC 器件的典型指标

输入功率/W	输出电流/mA	输出电压/V	引脚 SW 关断电压/V	开关频率/kHz	纹波/mV	输出功率/W	效率/%
1.23	100	7.72	1.60	10.14	26	0.772 4	62.8
1.58	150	7.03	1.60	14.34	30	1.053 9	66.7
1.93	200	6.54	1.60	18.72	48	1.308 5	67.8
2.23	250	6.16	1.60	23.96	38	1.540 9	69.1
2.48	300	5.77	1.60	26.69	36	1.731 0	69.8

通过表 1 和表 2 的数据可知,该器件基本达到了设计标准,但仍存在以下问题:1)启动电流偏大;2)过压电压与启动电压太接近;3)工作频率偏小,需要通过后续设计进行改进。

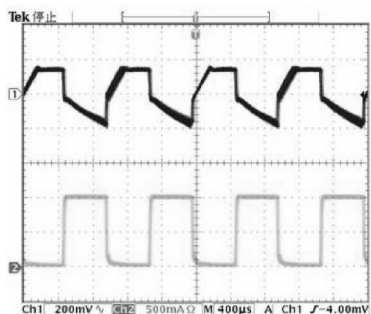


图 3 负载动态特性

4 结 论

典型的 RCC 所包含的元件数是同等线性电源的 5~10 倍,虽然大部分元件都非常便宜,但由于绝对数量大,所以设计和制造成本较高。元件数目越多,PCB 走线就越复杂,优化布局所需的时间也越长,元件贴装时发生误差的可能性也越高。贴装 SMD 元件还需要额外的制造步骤,这样会增加生产时间和成本。RCC 的性能取决于难以控制的寄生元件值与大量分立元件的组合公差之间的交互作用,在制造过程中需要持续监控和调整,以使收益率保持在可接受的水平,所以必须设计一种 RCC 集成器件,才能有效提高 RCC 电路的优点。

本方案设计了器件内部结构包括依次连接的整流滤波电路、转换器和输出电路,整流滤波电路与启动电路相连接。整流滤波电路、转换器和启动电路分别与反激式开关电源集成电路相连接。器件进行了仿真和实际测试。测试结果表明,虽然存在“启动电流偏大”等 3 个问题,但是该方案基本克服了分离式 RCC 方案的缺点,而且效率大于 65%,是目前较为理想的 RCC 开关电源供电装置之一。

参考文献:

- [1] 高海翔.一种新型 RCC 式开关电源及应用[J]. 电子器件, 2008,31(6):1887-1890.
- [2] 郑耀添. RCC 软开关电源设计 [J]. 电脑与电信, 2007(4): 78-81.
- [3] 李永超,杨金明,李琳琳.一种新型反激变换器的研究[J]. 微计算机信息, 2006,12(2):257-258.
- [4] 原田耕介.开关电源手册[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [5] 李永超,杨金明,李琳琳.一种新型反激变换器的研究[J]. 微计算机信息, 2006,12(2):257-258.
- [6] Irving B T, Jovanovic M M. Analysis and design of self-oscillating flyback converter [A]. IEEE APEC Proc [C]. Berlin: Springer-Verlag, 2002(2):897-903.

(上接第 75 页)

镜在许多情况下已不能满足自适应光学新发展需要^[5-6],因此有必要寻求一种新途径,研究一种新的结构和新的加工工艺来提高变形镜的性能。

MEMS 技术的出现突破了传统变形镜研究的瓶颈,给变形镜的发展带来新的途径和解决方案。MEMS 技术的特殊加工工艺能较好保证各驱动器的一致性,且能一次性加工具有大量驱动器单元的变形镜,而且基于 MEMS 技术的微变形镜还具有比 PZT 变形镜更低的驱动电压、更高的响应速度和更低的功耗,因而 MEMS 微变形镜比传统变形镜更有利于推动自适应光学系统向微型化、集成化及单片集成化 (SoC) 的方向发展^[7]。近年来国外许多研究机构,如 Boston 大学、Colorado 大学和美国空军技术研究院 (AFIT) 等都对基于 MEMS 技术的微变形镜进行研究。国内西北工业大学微纳米系统实验室也较早地对基于 MEMS 技术的微变形镜进行了研究,研究多种 MEMS 分立式变形镜,并取得一定技术成果。

参考文献:

- [1] 王小妮.自适应光学与在无线激光中的应用[D].太原:中北大学,2008:36-40.
- [2] 李晓峰.星地激光通信链路原理与技术[M].北京:国防工业出版社,2007.
- [3] 周仁忠,阎吉祥,赵达尊,等.自适应光学[M].北京:国防工业出版社,1996.
- [4] Mark A Ealey. Correct wave-front by using DM[J]. Laser Focus World, 1996(12):93-97.
- [5] 韩杏子.微变形镜在自适应光学中的应用与发展[J]. 光学技术, 2008(6):836-840.
- [6] 饶伏波.自适应光学系统 MEMS 微变形镜的研究[J]. 纳米技术与精密工程, 2004(4):288-293.
- [7] 唐和景,盛翠霞.非制冷红外焦平面阵列信号处理系统设计[J]. 电子设计工程, 2009,17(6):74-75.

MIPS 科技与摩威科技合作开发移动 SoC

美普思科技公司 (MIPS Technologies, Inc.) 和为新兴移动数字电视 (MDTV) 和便携式多媒体市场开发完整 SoC 解决方案的无晶圆厂半导体公司摩威科技公司 (Mavrix Technology) 共同宣布,将携手合作为移动设备开发 MIPS-Based 应用处理器。摩威科技是 MIPS 科技扩展到移动手机市场的重要客户之一。摩威科技和 MIPS 正与 MIPS 科技移动生态系统的厂商密切合作,开发采用革命性 Android 平台的移动 SoC 设计。利用 MIPS32 CPU 内核,摩威科技将锁定手机、便携式媒体播放器 (PMP)、移动上网设备 (MID) 等移动应用。摩威科技利用 MIPS-Based SoC 作为音频/视频编码的协处理器,赢得了中国主要手机 OEM 厂商的设计订单。两家公司的新合作关系建立在与这些手机产品相关的现有基础之上。

咨询编号:201003104