



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106655747 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 08

(21) 申请号 201611032143.6

(22) 申请日 2016.11.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106655747 A

(43) 申请公布日 2017.05.10

(73) 专利权人 上海晶丰明源半导体股份有限公司

地址 201204 上海市浦东新区中国(上海)  
自由贸易试验区张衡路666弄2号5层  
504-511室

(72) 发明人 郜小茹 江儒龙 孙顺根

(74) 专利代理机构 深圳紫藤知识产权代理有限公司 44570

专利代理师 徐世俊

(51) Int. Cl.

H02M 1/34 (2007.01)

H02M 7/217 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 204696946 U, 2015.10.07

US 5014178 A, 1991.05.07

CN 206432888 U, 2017.08.22

CN 105871192 A, 2016.08.17

CN 103199692 A, 2013.07.10

CN 104836421 A, 2015.08.12

审查员 刘侠

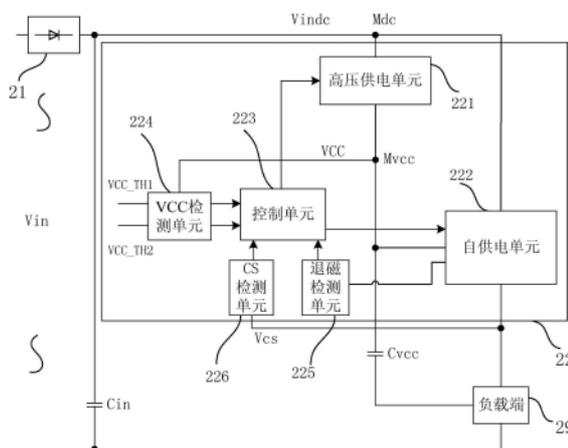
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

供电电路、开关电源系统及其供电方法

(57) 摘要

本发明公开一种供电电路、开关电源系统及其供电方法,采用自供电和高压供电组合的方式,适用于驱动功率三极管的开关电源系统和LED驱动器;克服了现有供电技术的缺点,实现输出电压不受限于控制器的工作电压,提高了开关电源系统和LED驱动器的效率和EMI特性,扩展了应用范围,特别是输出电压的范围。



1. 一种供电电路,适用于开关电源系统,其特征在于,所述供电电路包括:高压供电单元、自供电单元、控制单元以及充电电容;

所述高压供电单元,分别电性连接开关电源系统的直流电压输入端以及开关电源系统的VCC电压输入端;

所述自供电单元,分别电性连接所述直流电压输入端、所述VCC电压输入端以及开关电源系统的负载端;

所述控制单元,分别耦接所述VCC电压输入端、所述自供电单元以及所述高压供电单元,用于生成驱动所述高压供电单元导通或关断的控制信号和/或生成驱动所述自供电单元导通或关断的控制信号;

所述充电电容,一端电性连接所述VCC电压输入端,另一端电性连接所述负载端;

其中,当所述高压供电单元导通时,所述高压供电单元对充电电容进行充电;当所述高压供电单元关断时,在所述自供电单元导通时,所述自供电单元对所述负载端进行供电,在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号时,所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断;

所述供电电路进一步包括VCC检测单元;所述VCC检测单元用于检测所述充电电容上的VCC电压,并在所述VCC电压小于第二参考电压时输出第二检测信号至所述控制单元;

所述控制单元进一步用于在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号彻底关断后,根据所述第二检测信号生成驱动所述高压供电单元导通的控制信号。

2. 根据权利要求1所述的供电电路,其特征在于,所述高压供电单元包括高压供电元件以及第二开关;

所述高压供电元件,输入端电性连接所述直流电压输入端,输出端电性连接所述第二开关的第一接入点;

所述第二开关,第二接入点电性连接所述VCC电压输入端,控制端电性连接所述控制单元;

所述第二开关根据所述控制单元生成的控制信号导通或关断,当所述第二开关导通时,所述高压供电元件对充电电容进行充电。

3. 根据权利要求1所述的供电电路,其特征在于,所述自供电单元包括功率三极管、二极管以及第一开关;

所述功率三极管,集电极电性连接所述直流电压输入端,基极耦接至所述控制单元,发射极电性连接所述第一开关的第一接入点,同时电性连接所述二极管的阳极;

所述第一开关,第二接入点电性连接至所述负载端,控制端电性连接与所述控制单元;

所述二极管,阴极电性连接所述VCC电压输入端;

其中,在所述第一开关根据所述控制单元输出的关断控制信号关断时,当所述功率三极管发射极的电压大于所述VCC电压输入端的VCC电压与所述二极管的正向压降之和时,所述功率三极管内电流通过所述二极管对所述充电电容补电。

4. 根据权利要求3所述的供电电路,其特征在于,所述供电电路进一步包括驱动单元;所述驱动单元,一端电性连接所述功率三极管的基极,另一端电性连接所述控制单元,用于根据所述控制单元提供的逻辑控制信号输出功率管控制信号为所述功率三极管提供基极电流。

5. 根据权利要求3所述的供电电路,其特征在于,所述功率三极管与所述第一开关的关断在同一个周期内完成。

6. 根据权利要求1所述的供电电路,其特征在于,所述供电电路进一步包括VCC检测单元;所述VCC检测单元,用于检测所述充电电容上的VCC电压,并在所述VCC电压大于等于第一参考电压时输出第一检测信号至所述控制单元;

所述控制单元进一步用于根据所述第一检测信号生成驱动所述高压供电单元关断的控制信号。

7. 根据权利要求1所述的供电电路,其特征在于,所述供电电路进一步包括退磁检测单元;所述退磁检测单元,用于检测退磁点,并将检测到的退磁信号反馈至所述控制单元;

所述控制单元进一步根据所述退磁信号生成驱动所述自供电单元导通的控制信号。

8. 根据权利要求1所述的供电电路,其特征在于,所述供电电路进一步包括CS检测单元;

所述CS检测单元,用于检测所述负载端的电流采样电压,并在所述电流采样电压大于预设电压阈值时提供CS检测信号至所述控制单元;

所述控制单元进一步根据所述CS检测信号生成驱动所述自供电单元关断的控制信号。

9. 一种开关电源控制芯片,其特征在于,所述控制芯片内设有权利要求1-8任意一项所述的供电电路。

10. 一种开关电源系统,包括交流电压源、与所述交流电压源电性连接的整流电路、与所述整流电路电性连接的母线电容、与所述母线电容和所述整流电路的公共端电性连接的直流电压输入端,以及负载端,其特征在于,所述系统还包括权利要求1-8任意一项所述的供电电路;

当所述高压供电单元导通时,所述高压供电单元对充电电容进行充电;当所述高压供电单元关断时,在所述自供电单元导通时,所述自供电单元对所述负载端进行供电,在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号时,所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断;

在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号彻底关断后,当所述VCC电压输入端的VCC电压小于第二参考电压时,所述控制单元进一步生成驱动所述高压供电单元导通的控制信号。

11. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号后,当所述补电时间大于最大补电时间阈值或所述VCC电压大于等于第一参考电压时,所述自供电单元彻底关断。

12. 一种开关电源系统供电方法,采用权利要求10所述的开关电源系统,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 开关电源系统正常工作时,所述控制单元生成驱动所述自供电单元导通的控制信号控制所述自供电单元导通,所述自供电单元对负载端进行供电;

(2) 所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号控制所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断;

(3) 在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号彻底关断后,进一步包括:当所述VCC电压输入端的VCC电压小于第二参考电压时,所述控制单元进一步生成驱动

所述高压供电单元导通的控制信号。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤(1)之前进一步包括:

(10) 所述控制单元生成驱动所述高压供电单元导通的控制信号控制所述高压供电单元导通,所述高压供电单元对所述充电电容充电;

(11) 所述控制单元生成驱动所述高压供电单元关断的控制信号控制所述高压供电单元关断,开关电源系统启动完成。

14. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤(2)中所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号进一步包括:

所述供电电路接收负载端的电流采样电压,并在所述电流采样电压大于预设电压阈值时,所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号。

15. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,步骤(2)进一步包括:

在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号后,当所述补电时间大于最大补电时间阈值或所述VCC电压大于等于第一参考电压时,所述自供电单元彻底关断。

## 供电电路、开关电源系统及其供电方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及开关电源控制领域,尤其涉及适用于驱动功率三极管的AC-DC开关电源的供电电路、开关电源系统及其供电方法。

### 背景技术

[0002] 高压buck (high-side buck) /升降压 (buck-boost) AC-DC开关电源广泛应用于家电和电表等领域,随着科技的进步,业界对产品的性能要求越来越高,需要有更高效率,更低待机功耗,更好的EMI性能,更好的使用灵活性,以及更低的成本。

[0003] 待机时功耗分为:dummy load (虚负载) 消耗、控制器本身消耗、启动电路消耗等,控制器本身消耗由控制器内部电路和控制器供电电压决定,所以降低控制器的供电电压可以有效降低待机功耗。由于功率三极管在成本、EMI特性等方面优于功率MOS管,可以很好的应用在开关电源系统中。现有的基于驱动功率三极管的AC-DC开关电源,其控制器的供电方式大多为输出供电。

[0004] 参考图1,现有输出供电的high-side buck结构,Q1为功率三极管。这种输出供电的供电方式存在的不足之处在于:输出电压不能低于控制器的工作电压,故输出电压的范围就会受到限制(即输出电压必须满足控制器工作电压范围),从而导致控制器应用受限控制。

[0005] 因此,亟需提供一种新的开关电源系统的控制器供电方式,以实现输出电压不受限于控制器的工作电压,同时可以实现低功耗,高效率。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于,提供一种供电电路、开关电源系统及其供电方法,采用自供电和高压供电组合的方式,克服现有供电技术的缺点,实现输出电压不受限于控制器的工作电压,同时可以实现低功耗,高效率。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种供电电路,适用于开关电源系统,所述供电电路包括:高压供电单元、自供电单元、控制单元以及充电电容;所述高压供电单元,分别电性连接开关电源系统的直流电压输入端以及开关电源系统的VCC电压输入端;所述自供电单元,分别电性连接所述直流电压输入端、所述VCC电压输入端以及开关电源系统的负载端;所述控制单元,分别耦接所述VCC电压输入端、所述自供电单元以及所述高压供电单元,用于生成驱动所述高压供电单元导通或关断的控制信号和/或生成驱动所述自供电单元导通或关断的控制信号;所述充电电容,一端电性连接所述VCC电压输入端,另一端电性连接所述负载端;其中,当所述高压供电单元导通时,所述高压供电单元对充电电容进行充电;当所述高压供电单元关断时,在所述自供电单元导通时,所述自供电单元对所述负载端进行供电,在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号时,所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断。

[0008] 为实现上述目的,本发明还提供了一种开关电源控制芯片,所述控制芯片内设有

本发明所述的供电电路。

[0009] 为实现上述目的,本发明还提供了一种开关电源系统,包括交流电压源、与所述交流电压源电性连接的整流电路、与所述整流电路电性连接的母线电容、与所述母线电容和所述整流电路的公共端电性连接的直流电压输入端,以及负载端,所述系统还包括本发明所述的供电电路;当所述高压供电单元导通时,所述高压供电单元对充电电容进行充电;当所述高压供电单元关断时,在所述自供电单元导通时,所述自供电单元对所述负载端进行供电,在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号时,所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断。

[0010] 为实现上述目的,本发明还提供了一种开关电源系统供电方法,采用本发明所述的开关电源系统,包括如下步骤:(1)开关电源系统正常工作时,所述控制单元生成驱动所述自供电单元导通的控制信号控制所述自供电单元导通,所述自供电单元对负载端进行供电;(2)所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号控制所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断。

[0011] 本发明的优点在于,采用自供电和高压供电组合的方式,适用于驱动功率三极管的开关电源系统和LED驱动器。克服了现有供电技术的缺点,实现输出电压不受限于控制器的工作电压(即VCC电压),提高了开关电源系统和LED驱动器的效率和EMI特性,扩展了应用范围,特别是输出电压的范围,同时可以实现低功耗,高效率。

## 附图说明

[0012] 图1,现有输出供电的high-side buck结构;

[0013] 图2,本发明所述的开关电源系统的架构示意图;

[0014] 图3,本发明所述的开关电源系统一实施例的示意图;

[0015] 图4为图3所述实施例中各关键节点的波形图。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明提供的供电电路、开关电源系统及其供电方法做详细说明。

[0017] 参考图2,本发明所述的开关电源系统的架构示意图;开关电源系统包括:包括交流电压源 $V_{in}$ 、与所述交流电压源 $V_{in}$ 电性连接的整流电路21、与所述整流电路21电性连接的母线电容 $C_{in}$ 、与所述母线电容 $C_{in}$ 和所述整流电路21的公共端电性连接的直流电压输入端 $M_{dc}$ 、负载端29、以及供电电路22。所述供电电路22包括:高压供电单元221、自供电单元222、控制单元223以及充电电容 $C_{vcc}$ 。

[0018] 所述高压供电单元221,分别电性连接开关电源系统的直流电压输入端 $M_{dc}$ 以及开关电源系统的VCC电压输入端 $M_{vcc}$ 。所述自供电单元222,分别电性连接所述直流电压输入端 $M_{dc}$ 、所述VCC电压输入端 $M_{vcc}$ 以及开关电源系统的负载端29。所述控制单元223,分别耦接所述VCC电压输入端 $M_{vcc}$ 、所述自供电单元222以及所述高压供电单元221,用于生成驱动所述高压供电单元221导通或关断的控制信号和/或生成驱动所述自供电单元222导通或关断的控制信号。所述充电电容 $C_{vcc}$ ,一端电性连接所述VCC电压输入端 $M_{vcc}$ ,另一端电性连接至所述负载端29。当所述高压供电单元221导通时,所述高压供电单元221对充电电容

Cvcc进行充电。当所述高压供电单元221关断时,在所述自供电单元222导通时,所述自供电单元222对所述负载端29进行供电;在所述自供电单元222收到所述控制单元223输出的关断控制信号时,所述自供电单元222对所述充电电容Cvcc补电一补电时间Tch后彻底关断。

[0019] 具体的,在高压供电单元221接收到控制单元223输出的导通控制信号后导通;开关电源系统的直流电压通过所述直流电压输入端Mdc输入高压供电单元221,并通过VCC电压输入端Mvcc输出至充电电容Cvcc,从而实现开关电源系统通过所述高压供电单元221对充电电容Cvcc进行充电。在高压供电单元221接收到控制单元223输出的关断控制信号后,所述高压供电单元221关断。

[0020] 具体的,在自供电单元222接收到控制单元223输出的导通控制信号后,所述自供电单元222导通;开关电源系统的直流电压通过所述直流电压输入端Mdc输入自供电单元222,并通过所述自供电单元222输出至负载端29,从而实现开关电源系统通过所述自供电单元222对所述负载端29进行供电。在自供电单元222接收到控制单元223输出的关断控制信号后,所述自供电单元222对所述充电电容Cvcc补电一补电时间Tch后彻底关断。

[0021] 优选的,所述供电电路22进一步包括VCC检测单元224;所述VCC检测单元224,用于检测所述充电电容Cvcc上的VCC电压(即VCC电压输入端Mvcc输出的VCC电压),并在所述VCC电压与第一参考电压VCC-TH1比较后,在所述VCC电压大于等于所述第一参考电压时输出第一检测信号至所述控制单元223;所述控制单元223根据所述第一检测信号生成驱动所述高压供电单元221关断的控制信号。具体的,开关电源系统启动时,充电电容Cvcc上的VCC电压初始为零,开关电源系统通过高压供电单元221对充电电容Cvcc充电,VCC电压逐渐上升。当VCC电压大于等于第一参考电压VCC\_TH1时,VCC检测单元224输出第一检测信号至所述控制单元223,控制单元223输出驱动所述高压供电单元221关断的控制信号,控制高压供电单元221导通关断,系统启动完成。

[0022] 优选的,所述供电电路22进一步包括VCC检测单元224;所述VCC检测单元224用于检测充电电容Cvcc上的VCC电压(即VCC电压输入端Mvcc输出的VCC电压),并在所述VCC电压小于第二参考电压VCC-TH2时输出第二检测信号至所述控制单元223;所述控制单元223进一步用于在所述自供电单元222收到所述控制单元223输出的关断控制信号彻底关断后,根据所述第二检测信号生成驱动所述高压供电单元221导通的控制信号。

[0023] 某些情况下仅靠自供电单元222自供电仍然存在供电不足的情况,比如工作频率特别低时,因为自供电单元222每个周期供一次电,供电的占空比很小,容易导致供电不足,从而会导致控制单元反复重启,影响系统正常工作。因此,开关电源系统正常工作时,在自供电单元222供电不足的时候就需要高压供电单元221及时补电,以防止控制单元223反复重启。当检测到VCC电压低于第二参考电压VCC\_TH2时,VCC检测单元224输出第二检测信号至所述控制单元223,控制单元223根据所述第二检测信号生成驱动所述高压供电单元221导通的控制信号,控制高压供电单元221导通;高压供电单元221开始给充电电容Cvcc充电,直到VCC电压高于第一参考电压VCC\_TH1时,高压供电单元221停止充电。其中,第二参考电压VCC\_TH2小于第一参考电压VCC\_TH1。

[0024] 优选的,所述供电电路20进一步包括退磁检测单元225;所述退磁检测单元225用于检测退磁点,并将检测到的退磁信号反馈至所述控制单元223;所述控制单元223进一步根据所述退磁信号生成驱动所述自供电单元222导通的控制信号。一旦退磁点检测到后,控

制单元223会输出导通控制信号,控制自供电单元222导通。

[0025] 优选的,所述供电电路20进一步包括CS检测单元226;所述CS检测单元226用于检测所述负载端29的电流采样电压 $V_{cs}$ ,并在所述电流采样电压 $V_{cs}$ 大于预设电压阈值时提供CS检测信号至所述控制单元223;所述控制单元223进一步根据所述CS检测信号生成驱动所述自供电单元222关断的控制信号。

[0026] 本发明采用自供电和高压供电组合的方式,适用于驱动功率三极管的开关电源系统和LED驱动器。本发明克服了现有供电技术的缺点,因为不再需要从输出给VCC供电,输出电压不再受到控制单元的电源电压(即VCC电压)的限制,提高了开关电源系统和LED驱动器的效率和EMI特性,扩展了应用范围,特别是输出电压的范围。

[0027] 本发明还提供了一种开关电源控制芯片,控制芯片内设有本发明所述的供电电路。其中,自供电单元222、高压供电单元221、控制单元223、VCC检测单元224、退磁检测单元225以及CS检测单元226的一个或多个集成在同一控制芯片内,组成开关电源控制芯片。

[0028] 参考图3-图4,其中,图3为本发明所述的开关电源系统一实施例的示意图;图4为图3所述实施例中各关键节点的波形图。图3为本发明在high-side buck拓扑中的典型应用,需要说明的是本发明不限于在high-side buck拓扑里使用,也可以用于其他拓扑的开关电源系统和LED驱动器。

[0029] 交流输入 $V_{in}$ 通过整流电路21输入到母线电容 $C_{in}$ 上得到直流电压 $V_{indc}$ ,直流电压 $V_{indc}$ 输入直流电压输入端Mdc。负载端29包括采样电阻 $R_{cs}$ 、电感 $L_0$ 、电容 $C_0$ 、续流二极管 $D_0$ 以及负载291。采样电阻 $R_{cs}$ 一端电性连接所述充电电容 $C_{vcc}$ 同时电性连接电感 $L_0$ ,另一端电性连接所述供电电路20的输出端;电感 $L_0$ 的另一端电性连接负载291,负载291另一端接地;电容 $C_0$ 并联在负载291的两端;续流二极管 $D_0$ 阴极电性连接所述供电电路20的输出端,阳极接地。

[0030] 在本实施例中,所述高压供电单元221包括高压供电元件HD1以及第二开关 $S_2$ ;所述高压供电元件HD1,输入端电性连接直流电压输入端Mdc,输出端电性连接所述第二开关 $S_2$ 的第一接入点;所述第二开关 $S_2$ ,第二接入点电性连接VCC电压输入端 $M_{vcc}$ (即电性连接充电电容 $C_{vcc}$ 的上极板),控制端电性连接所述控制单元223的第二输出端OUT2。所述第二开关 $S_2$ 根据所述控制单元223生成的控制信号导通或关断;当所述第二开关 $S_2$ 导通时,所述高压供电元件HD1对充电电容 $C_{vcc}$ 进行充电。所述高压供电元件HD1通常为高压JFET或者耗尽型MOS管(Depletion MOS)。第二开关 $S_2$ 采用开关管实现,开关管可以为MOS管或二极管、三极管等晶体管。

[0031] 在本实施例中,所述自供电单元222包括功率三极管 $Q_1$ 、二极管 $D_1$ 以及第一开关 $S_1$ 。所述功率三极管 $Q_1$ ,集电极电性连接直流电压输入端Mdc,基极耦接至所述控制单元223的第三输出端OUT3,发射极电性连接所述第一开关 $S_1$ 的第一接入点,同时电性连接所述二极管 $D_1$ 的阳极;所述第一开关 $S_1$ ,第二接入点电性连接至负载端29(具体为电性连接至采样电阻 $R_{cs}$ ),控制端电性连接与所述控制单元223的第一输出端OUT1;所述二极管 $D_1$ ,阴极电性连接VCC电压输入端 $M_{vcc}$ 。第一开关 $S_1$ 以及功率三极管 $Q_1$ 根据所述控制单元223生成的控制信号导通或关断;在所述第一开关 $S_1$ 根据所述控制单元223的第一输出端OUT1输出的关断控制信号关断时,当所述功率三极管 $Q_1$ 发射极的电压 $V_{ce}$ 大于所述VCC电压输入端的VCC电压VCC与所述二极管 $D_1$ 的正向压降 $V_{D1}$ 之和时,即 $V_{ce} > (VCC + V_{D1})$ ,所述功率三极管 $Q_1$ 内电

流通过所述二极管D1对所述充电电容C<sub>vcc</sub>补电。当功率三极管Q1补电一定时间后,拉低功率三极管Q1的基极,二极管D1关断,功率三极管Q1彻底关断。第一开关S1采用开关管实现,开关管可以为MOS管或二极管、三极管等晶体管。其中,所述功率三极管Q1与所述第一开关S1的关断在同一个周期内完成。

[0032] 在本实施例中,所述供电电路20进一步包括驱动单元227;所述驱动单元227,一端电性连接所述功率三极管Q1的基极,另一端电性连接所述控制单元223的第三输出端OUT3,用于根据所述控制单元223提供的逻辑控制信号输出功率管控制信号为所述功率三极管Q1提供基极电流。

[0033] 在本实施例中,所述VCC检测单元224包括第一比较器CMP1。第一比较器CMP1的一输入端电性连接VCC电压输入端,用于接收VCC电压,另一输入端用于接收第一参考电压VCC\_TH1;输出端电性连接所述控制单元223。当VCC电压高于VCC\_TH1时,CMP1输出高电平到控制单元223,控制单元223的第二输出端OUT2输出关断控制信号控制开关管S2关断,高压供电元件HD1停止供电。

[0034] 在本实施例中,所述VCC检测单元224还包括第二比较器CMP2。第二比较器CMP2的一输入端电性连接VCC电压输入端,用于接收VCC电压,另一输入端用于接收第二参考电压VCC\_TH2;输出端电性连接所述控制单元223,其中VCC\_TH2小于VCC\_TH1。当VCC电压低于VCC\_TH2时,CMP2输出低电平到控制单元223,控制单元223的第二输出端OUT2输出导通控制信号控制开关管S2导通;开关电源系统通过高压供电元件HD1对充电电容C<sub>vcc</sub>充电,直到VCC电压重新上升至VCC\_TH1;此时CMP1输出高电平到控制单元223,控制单元223的第二输出端OUT2输出关断控制信号控制开关管S2关断,高压供电元件HD1停止供电。

[0035] 在本实施例中,所述退磁检测单元225,输入端电性连接所述功率三极管Q1的基极,输出端电性连接所述控制单元223,用于检测退磁点并将检测到的退磁信号反馈至所述控制单元223;所述控制单元223进一步根据所述退磁信号生成导通控制信号导通所述功率三极管Q1。也即退磁检测单元225一旦退磁点检测到后,控制单元223会输出导通控制信号,控制功率三极管Q1导通。

[0036] 在本实施例中,所述CS检测单元226,输入端电性连接采样电阻R<sub>cs</sub>的一端,输出端电性连接所述控制单元223,用于检测采样电阻R<sub>cs</sub>上的电流采样电压V<sub>cs</sub>(也即从Q1发射极流出的电流),并在所述电流采样电压V<sub>cs</sub>大于预设电压阈值时提供CS检测信号至所述控制单元223;所述控制单元223进一步根据所述CS检测信号生成驱动所述自供电单元222关断的控制信号。功率三极管Q1导通时间内,流过Q1的电流逐渐增大,由于流过Q1的电流同样也流过采样电阻R<sub>cs</sub>,故R<sub>cs</sub>上的电压V<sub>cs</sub>也逐渐升高;当V<sub>cs</sub>高于CS检测单元226内部设置的某一预设电压阈值时,CS检测单元226输出高电平,控制单元223会输出关断控制信号至Q1以及S1,停止向Q1的基极提供电流,从而Q1基极浮空。

[0037] 以下结合图3对本发明所述实施例的工作原理进行描述。

[0038] 开关电源系统启动时,VCC电压初始为零,第二比较器CMP2输出低电平到控制单元223,控制单元223的第二输出端OUT2输出导通控制信号控制第二开关S2导通,系统通过高压供电元件HD1对充电电容C<sub>vcc</sub>充电,VCC电压逐渐上升。这段时间内,功率三极管Q1一直处于关断状态。当VCC电压大于等于第一参考电压VCC\_TH1时,第一比较器CMP1输出高电平,控制单元223的第二输出端OUT2输出关断控制信号控制S2关断,启动完成。

[0039] 启动结束后,开关电源系统开始进入正常开关工作阶段。功率管三极管Q1导通前,Q1的集电极相对芯片地为高压;Q1导通时,Q1与第一开关S1同时打开,电感L0电流开始增加,能量从输入V<sub>indc</sub>传输到输出V<sub>OUT</sub>;输入V<sub>indc</sub>通过导通的Q1和芯片地连接在一起,Q1的集电极到芯片地的压差很小。

[0040] Q1导通时间内,流过Q1的电流逐渐增大;由于流过Q1的电流同样也流过采样电阻R<sub>cs</sub>,故R<sub>cs</sub>上的电压V<sub>cs</sub>也逐渐升高,当V<sub>cs</sub>高于CS检测单元226内部设置的某一预设电压阈值时,CS检测单元226输出高电平,控制单元223会输出关断控制信号至Q1以及S1,控制单元223停止向Q1的基极提供电流,从而Q1基极浮空。因Q1内部的储存电荷,Q1短时间内仍然维持导通状态,Q1发射极、基极电压开始升高;当Q1发射极电压升高到VCC+V<sub>D1</sub>(V<sub>D1</sub>为二极管正向压降约0.7V)时,Q1内电流开始通过二极管D1对充电电容C<sub>vcc</sub>补电,电感L0电流继续增加。此时V<sub>indc</sub>和地的压差为VCC+V<sub>D1</sub>+V<sub>ce</sub>,因为Q1依然处于饱和区,V<sub>ce</sub>压降很低,此时开关电源系统为低压供电,功耗低、效率高。当Q1补电超过最大补电时间阈值T<sub>ch\_max</sub>或者VCC电压大于等于VCC\_TH1后,拉低Q1基极,D1关断,Q1彻底关断,电感L0电流开始降低,续流二极管D0导通。

[0041] 高压和功率三极管组合供电原理:在某些情况下仅靠功率三极管自供电仍然会存在供电不足的情况;比如工作频率特别低时,因为三极管每个周期供一次电,供电的占空比很小,容易导致供电不足,从而会导致控制电路反复重启,影响系统正常工作。在上述供电不足的时候就需要高压供电单元及时补电,以防止控制电路反复重启。故,当检测到VCC电压低于第二参考电压VCC\_TH2时,第二比较器CMP2输出低电平,控制单元223控制S2打开,高压供电元件HD1开始给充电电容C<sub>vcc</sub>充电,直到VCC电压重新上升至第一参考电压VCC\_TH1,高压供电元件HD1停止充电。

[0042] 图3中T<sub>base</sub>为给Q1的基极提供电流的时间;T<sub>ch\_max</sub>为Q1自供电最长时间;T<sub>off</sub>为Q1关断时间;T<sub>ch\_hv</sub>为高压供电时间。从图3中可以看出,在给Q1提供基极电流时间(T<sub>base</sub>)内,由于基极电流是VCC提供的,耗电较多,VCC下降较快;CS检测单元226输出高电平后,OUT1和OUT3均跳变为低,驱动单元227停止向Q1提供基极电流,Q1开始给充电电容C<sub>vcc</sub>补电,VCC电压上升;但由于某些原因(比如频率太低或者其他原因)导致即使Q1自供电时间达到设定的最大时间T<sub>ch\_max</sub>,VCC电压仍然低于VCC\_TH2,此时高压供电元件HD1开始补电,VCC电压继续上升;当VCC电压上升到VCC\_TH1后,高压供电元件HD1停止供电。要说明的是,高压供电元件HD1只有在T<sub>off</sub>时间段内供电。

[0043] 本发明采用功率三极管自供电和高压供电组合的方式,适用于驱动功率三极管的开关电源系统和LED驱动器。充分发挥了功率三极管的优势,功率三极管自供电时段属于低压供电,在功率三极管V<sub>ce</sub>压降比较低时对充电电容补电,确保了低功耗和高效率;而在功率三极管自供电不足时,高压供电单元及时补电,防止系统反复重启。克服了现有供电技术的缺点,输出电压不受限于VCC电压,提高了开关电源系统和LED驱动器的效率和EMI特性,扩展了应用范围,特别是输出电压的范围。

[0044] 本发明还提供了一种开关电源系统供电方法,采用本发明所述的开关电源系统;该供电方法为:开关电源系统正常工作时,所述控制单元生成驱动所述自供电单元导通的控制信号控制所述自供电单元导通,所述自供电单元对负载端进行供电;所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号控制所述自供电单元对所述充电电容补电一补电

时间后彻底关断。

[0045] 在开关电源系统正常工作前,进一步进行开关电源系统启动工作:所述控制单元生成驱动所述高压供电单元导通的控制信号控制所述高压供电单元导通,所述高压供电单元对所述充电电容充电;所述控制单元生成驱动所述高压供电单元关断的控制信号控制所述高压供电单元关断,开关电源系统启动完成。

[0046] 所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号进一步包括:所述供电电路接收负载端的反馈采样电压,并在所述反馈采样电压大于预设电压阈值时,所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号。

[0047] 所述控制单元生成驱动所述自供电单元关断的控制信号控制所述自供电单元对所述充电电容补电一补电时间后彻底关断进一步包括:在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号后,当所述补电时间大于最大补电时间阈值或所述VCC电压大于等于第一参考电压时,所述自供电单元彻底关断。

[0048] 在所述自供电单元收到所述控制单元输出的关断控制信号彻底关断后,进一步包括:当所述VCC电压输入端的VCC电压小于第二参考电压时,所述控制单元进一步生成驱动所述高压供电单元导通的控制信号。

[0049] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

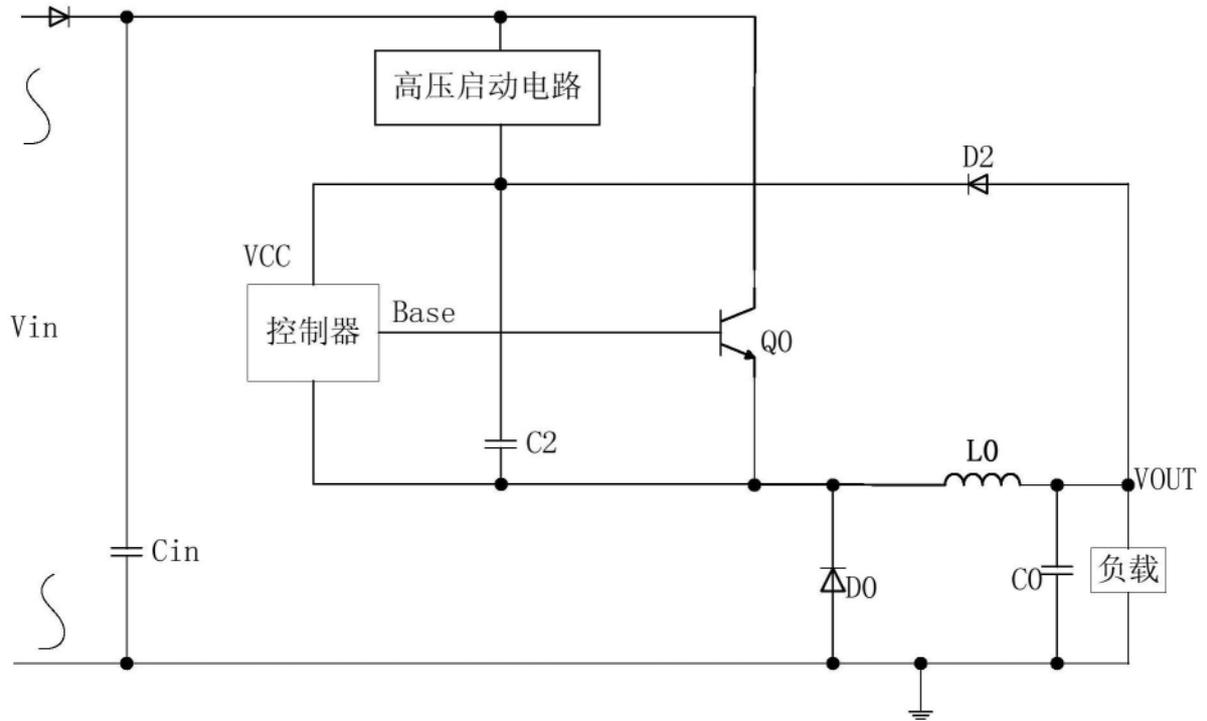


图1

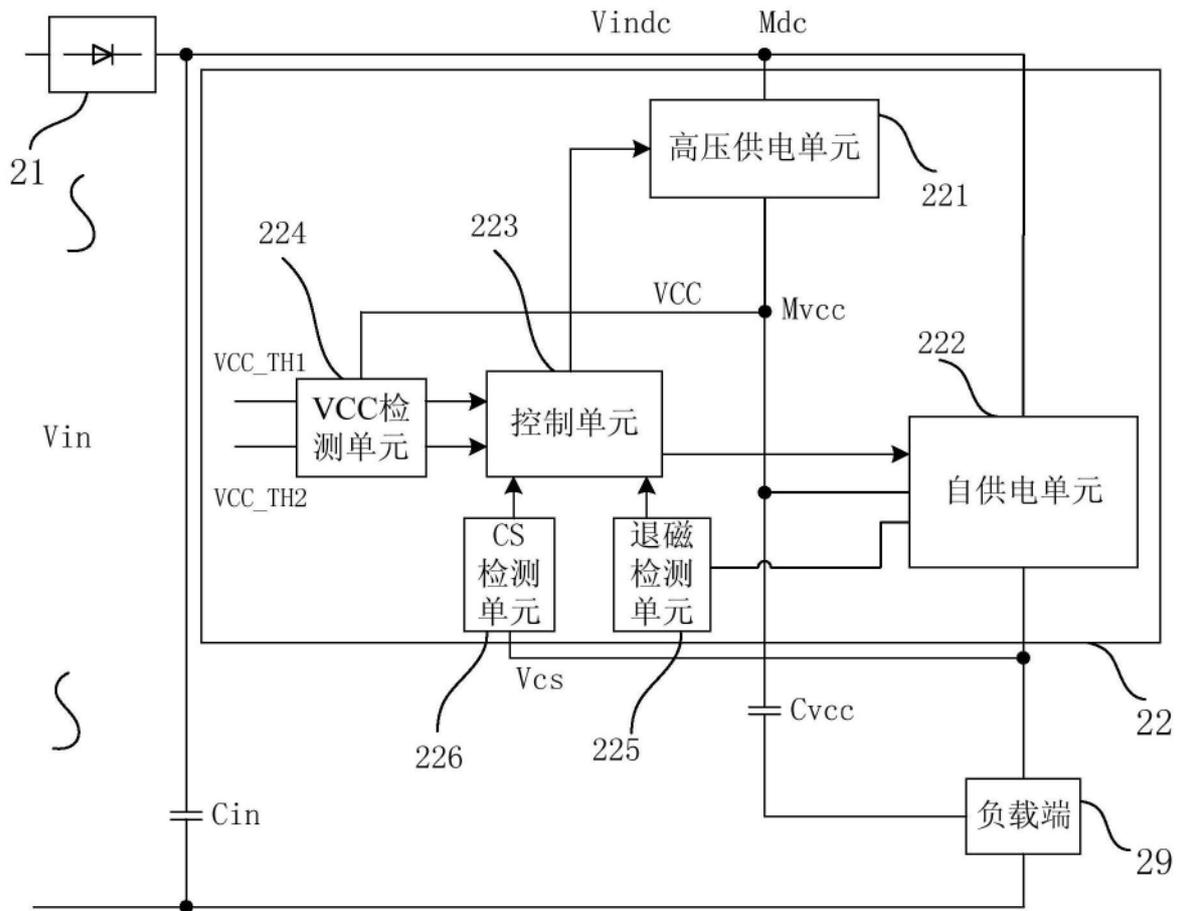


图2

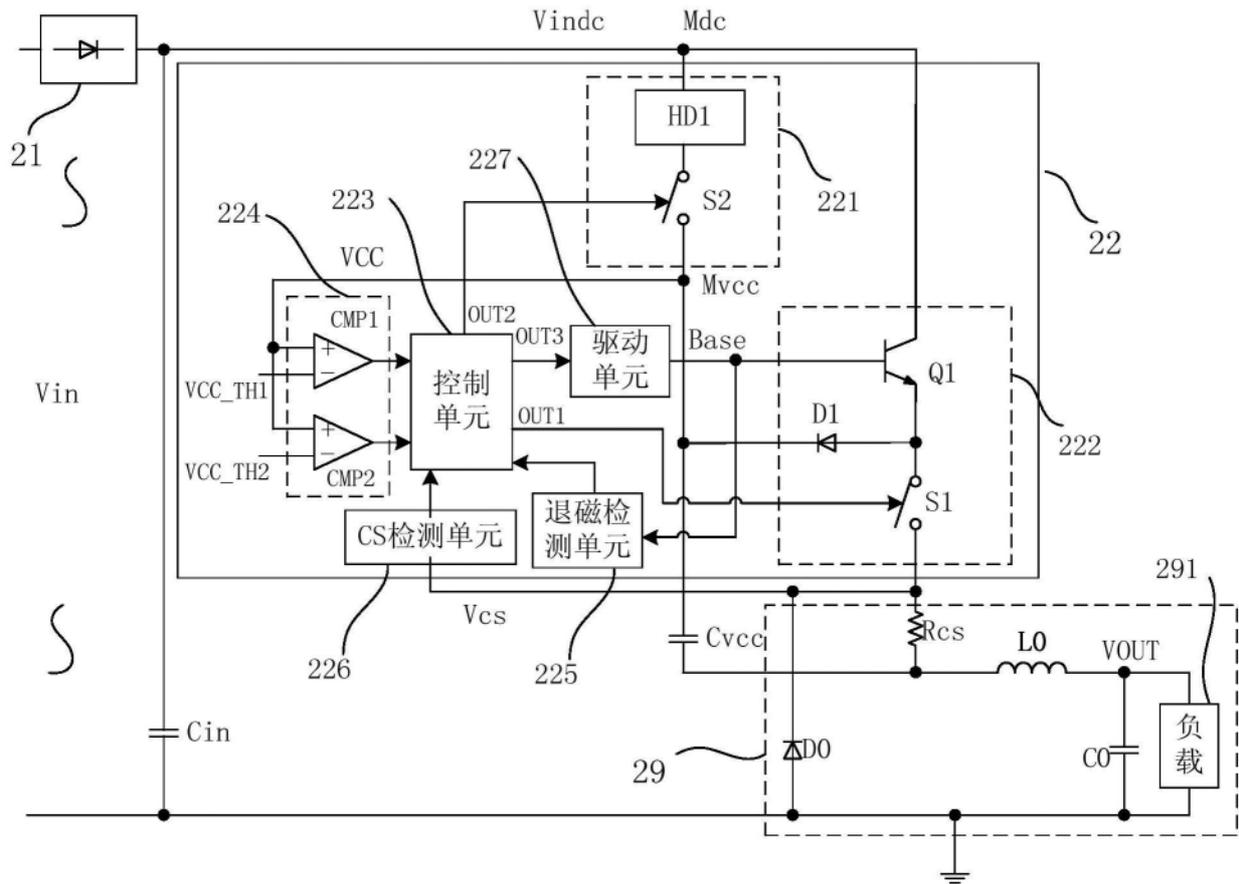


图3

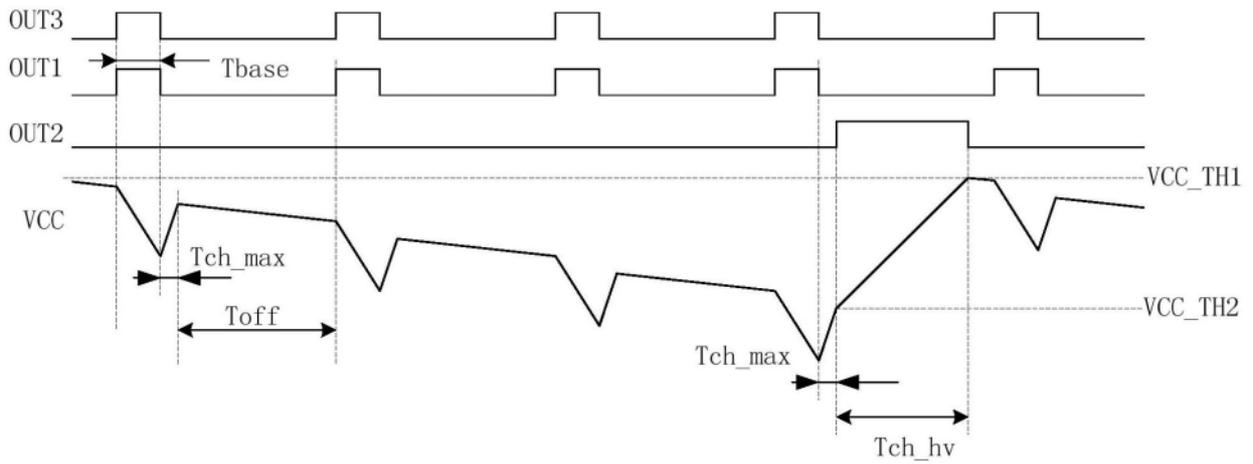


图4