

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103025009 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210510368. 3

(22) 申请日 2012. 11. 29

(71) 申请人 余姚亿威电子科技有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市经济开发区城东新区冶山路

(72) 发明人 张晓菲

(74) 专利代理机构 余姚德盛专利代理事务所

(普通合伙) 33239

代理人 郑洪成

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

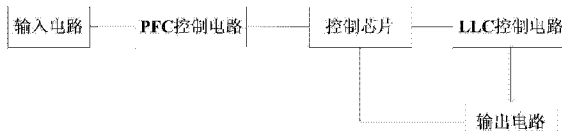
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种 LED 驱动控制电路

## (57) 摘要

本发明公开了一种 LED 驱动控制电路, 该 LED 驱动控制电路主要包括 PFC 控制电路、LLC 控制电路和控制芯片; 所述的 PFC 控制电路包括 IC 供电电路和启动电路、PFC MOSFET 驱动电路、电压检测电路和补偿电路; 所述的控制芯片是指芯片 PLC810PG; 所述的 LLC 控制电路采用的是半桥谐振拓扑结构。本发明用于提高 LED 驱动控制电路的工作效率, 使其工作效率达到 90. 5%, 功率因数大于 0. 98, 减小开关损耗。



1. 一种 LED 驱动控制电路,其特征是,包括 PFC 控制电路、LLC 控制电路和控制芯片,所述的 PFC 控制电路包括 IC 供电电路和启动电路、PFC MOSFET 驱动电路、电压检测电路和补偿电路;所述的控制芯片是指芯片 PLC810PG;所述的 LLC 控制电路采用的是半桥谐振拓扑结构。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的 PLC810PG 芯片中 PFC 与 LLC 工作频率相同,设定开关频率为 90kHz,用于减小磁芯尺寸和增加 PFC 的效率。

3. 根据权利要求 2 所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的 IC 供电电路是由一个升压电感加上一个偏置绕组,并由第一二极管 (D1)、第二二极管 (D2)、第一电容 (C1)、第二电容 (C2)、第一电阻 (R1) 组成的倍压电路构成;所述的供电电路经串联电阻与控制芯片第 7 引脚相连接。

4. 根据权利要求 2 所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的启动电路是由第一三极管 (Q1)、第二三极管 (Q2)、第三三极管 (Q3)、第三二极管 (D3)、第四二极管 (D4)、第五二极管 (D5)、第三电容 (C3)、第二电阻 (R2)、第三电阻 (R3)、第五电阻 (R5)、第六电阻 (R6) 构成,电流经过整流桥经功率电阻 R4 通过三极管 (Q2) 对第三电容 (C3) 充电,为所述的 IC 供电电路提供启动偏置;所述的功率电阻 R4 选取 2W,用于防止启动时因过热烧毁。

5. 根据权利要求 2 所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的 PFCMOSFET 驱动电路中的 MOSFET 串联一个图腾柱并与控制芯片的第 6 引脚相连接;所述的 PFC MOSFET 驱动电路采用了成本更低的超快恢复二极管取代碳化硅或者其它专用二极管,用于减小反向恢复损耗来提供更高的效率;所述的 PFCMOSFET 驱动电还采用了二极管 (D1) 处于连接在 PFC 输出电容上,用于防止 PFC 刚开始工作时浪涌电流导致升压电感饱和并对三极管 (Q2) 和二极管 (D2) 造成应力过高。

6. 根据权利要求 2 所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的半桥 LLC 谐振电路采用零电压开关技术,使 MOSFET 在零电压时导通,用于减小冲击电流,降低开关损耗,提高电源效率;所述的半桥 LLC 谐振电路上 MOSFET 与所述控制芯片第 12 引脚相连接,下 MOSFET 与所述控制芯片第 10 引脚相连接。

7. 根据权利要求 1 到 6 中任一项所述的 LED 驱动控制电路,其特征是,所述的 LED 驱动控制电路还包括 EMI 滤波电路、整流滤波、辅助电源和 LLC 反馈电路;所述的 EMI 滤波电路连接整流桥;所述整流滤波采用的桥式整流,一路连接 PFC 输入,另一路连接 PFC 输出;所述的 LLC 反馈电路与所述控制芯片的第 20 引脚相连接。

## 一种 LED 驱动控制电路

### 技术领域

[0001] 本发明属于开关电源技术领域,可用于 LED 驱动控制电路,用于提高 LED 驱动电源工作效率,增大功率因数,减小开关损耗。

### 背景技术

[0002] 2011 年 11 月 4 日国家正式发布了白炽灯淘汰路线图。这就给下一代 LED 照明光源带来了极大的发展空间和市场前景。目前,LED 均采用直流驱动,所以不能使用交流市电直接驱动,需要在两者之间加电源转换适配器,即 LED 驱动电源。它的功能就是把交流市电转换成可供 LED 使用的直流电。

[0003] 在采用 DC-DC 电源的 LED 照明应用中,LED 驱动方式有电阻型、线性稳压器及开关稳压器等。在电阻型驱动方式中,调整与 LED 串联的电流检测电阻即可控制 LED 的正向电流,这种驱动方式易于设计、成本低,且没有电磁兼容 (EMC) 问题,劣势是依赖于电压、需要筛选 LED,且能效较低。线性稳压器同样易于设计且没有 EMC 问题,还支持电流稳流及过流保护,且提供外部电流设定,不足在于功率耗散问题,及输入电压要始终高于正向电压,且能效不高。而本发明由于 PFC 控制器内部还包含乘法器,矫正后的功率因数可达 92% -99%,电源整机效率可达到 90%。开关稳压器通过 PWM 控制模块不断控制开关 (FET) 的开和关,进而控制电流的流动。开关稳压器具有更高的能效,与电压无关,且能控制亮度,不足则是成本相对较高,复杂度也更高,且存在电磁干扰 (EMI) 问题。本发明由于 PFC 频率和相位与 LLC 保持严格同步,不仅减小了 PFC 输出电容中的纹波电流,还降低了电磁干扰。

[0004] 而在采用 AC-DC 电源的 LED 应用中,要提供更高的 AC-DC 转换能效,就涉及到成本、尺寸、性能规范及能效等因素之间的折衷问题。例如,若使用更高质量的元件、更低导通阻抗,就可降低损耗及改善能效;降低开关频率一般会改善能效,但却会增加系统尺寸。诸如谐振这样新的拓扑结构提供更高能效,却也增加设计及元件的复杂度。而本发明采用了 PLC810PG 设计了 LED 驱动控制电路,由于芯片 PLC810PG 将功率因数校正器 (PFC) 和半桥 LLC 控制器集成在一个芯片中,可大大简化外围电路设计,又能够通过外围电阻来设定 LLC 的最高工作频率,并可通过精确配置两个开关管的死区时间来减小 MOSFET 的损耗,而且 PLC810PG 构成的 PFC 电路工作在连续导通模式 (CCM)。半桥型 LLC 控制器采用零电压开关 (ZVS) 技术,使 MOSFET 能在零电压时导通,不仅减小了冲击电流,还降低了开关损耗,提高了电源效率。

[0005] 本发明主要是用于 LED 驱动电源,是采用了芯片 PLC810PG 设计的 LED 驱动控制电路,迄今为止,尚未见到将该项技术用于 LED 照明驱动的报道。

### 发明内容

[0006] 本发明提供了一种 LED 驱动控制电路,用于提高 LED 驱动电源工作效率,使其工作效率达到 90.5%,功率因数大于 0.98,减小开关损耗。该驱动控制电路能够正常实现 150W 恒流输出,EMC 达标,所述 LED 驱动控制电路最主要的是 PFC 控制电路、LLC 控制电路

和 PLC810PG 芯片。

[0007] 为了达到上述目的,本发明采用了如下的技术方案:一种 LED 驱动控制电路,包括 PFC 控制电路、LLC 控制电路和控制芯片,所述的 PFC 控制电路包括 IC 供电电路和启动电路、PFC MOSFET 驱动电路、电压检测电路和补偿电路;所述的控制芯片是指芯片 PLC810PG;所述的 LLC 控制电路采用的是半桥谐振拓扑结构。

[0008] 所述的 PLC810PG 芯片中 PFC 与 LLC 工作频率相同,设定开关频率为 90kHz,用于减小磁芯尺寸,增加 PFC 的效率,减小 PFC 输出电容的纹波电流和降低电磁干扰。

[0009] 所述的 IC 供电电路是由一个升压电感加上一个偏置绕组,并由二极管 D1、二极管 D2、电容 C1、电容 C2、电阻 R1 组成的倍压电路构成;所述的供电电路经串联电阻与控制芯片第 7 引脚相连接。

[0010] 所述的启动电路是由三极管 Q1、三极管 Q2、三极管 Q3、二极管 D3、二极管 D4、二极管 D5、二极管 D5、电容 C3、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R5、电阻 R6 构成,电流经过整流桥经功率电阻 R4 通过三极管 Q2 对电容 C3 充电,为所述的 IC 供电电路提供启动偏置;所述的功率电阻 R4 选取 2W,用于防止启动时因过热烧毁。

[0011] 所述的 PFC MOSFET 驱动电路中的 MOSFET 串联一个图腾柱并与控制芯片的第 6 引脚相连接;所述的 PFC MOSFET 驱动电路采用了成本更低的超快恢复二极管取代碳化硅或者其它专用二极管,用于减小反向恢复损耗来提供更高的效率;所述的 PFC MOSFET 驱动电路还采用了二极管 D1 处于连接在 PFC 输出电容上,用于防止 PFC 刚开始工作时浪涌电流导致升压电感饱和并对 Q2 和 D2 造成应力过高。

[0012] 所述的半桥 LLC 谐振电路采用零电压开关技术,使 MOSFET 在零电压时导通,用于减小冲击电流,降低开关损耗,提高电源效率;所述的半桥 LLC 谐振电路上 MOSFET 与所述控制芯片第 12 引脚相连接,下 MOSFET 与所述控制芯片第 10 引脚相连接。

[0013] 所述的 LED 驱动控制电路还包括 EMI 滤波电路、整流滤波、辅助电源和 LLC 反馈电路;所述的 EMI 滤波电路连接整流桥;所述整流滤波采用的桥式整流,一路连接 PFC 输入,另一路连接 PFC 输出。所述的 LLC 反馈电路与所述控制芯片的第 20 引脚相连接。

[0014] 综上所述,通过本发明所述的电路、配置及方法实现了高效率高功率因数的 LED 驱动控制电路,减小了 LED 驱动控制电路的复杂程度,降低了开关损耗。

## 附图说明

[0015] 图 1 是本发明 LED 驱动控制电路结构框图;

[0016] 图 2 是本发明 IC 供电电路和启动电路的电路图;

[0017] 图 3 是本发明 PFC MOSFET 驱动电路和检流电路的电路图;

[0018] 图 4 是本发明电压检测电路和补偿网络的电路图;

[0019] 图 5 是本发明半桥式 LLC 谐振变换器的电路图。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合实施例对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0021] 图 1 给出了本发明 LED 驱动控制电路的结构方框图,如图 1 所示,该 LED 驱动电路主要包括输入电路、PFC 控制电路、控制芯片、LLC 控制电路和输出电路,控制芯片

PLC810PG。

[0022] 图 2 给出的是本发明 IC 供电电路和启动电路,如图 2 所示,通过给升压电感增加一个偏置绕组构成 IC 供电电路,并由二极管 D1、D2,电容 C1、C2,电阻 R1 构成倍压电路对其整流滤波,形成相对独立的偏置电压。元器件三极管 Q1、Q2、Q3,稳压管 D3、D4、D6,二极管 D5,电容 C3,电阻 R2、R3、R5、R6 构成偏压稳压器和启动功能。Bridge+ 是整流桥的正极输出端,电阻 R4 通过三极管 Q2 对电容 C3 充电和为 IC 提供启动偏置。由于启动瞬间在电阻 R4 上的功耗较大,发热量也是其它电阻器的数倍,需要使用功率电阻,而在选择电阻器的功率时又必须降额使用。在这里选取 2W 的功率电阻,防止在启动时因过热而烧毁。三极管 Q2 的电压被稳压管 D4 钳位于 15V,三极管 Q1 会在主偏置电源达到稳定时导通,从而使三极管 Q2 截止,将启动电路断开。三极管 Q3、电阻 R6、稳压管 D6 则形成一个简单的射极跟随器,使输出电压经电容 C3 滤波之后,可以持续稳定的给 IC 供电。

[0023] 图 3 给出的是本发明 PFC MOSFET 驱动电路和检流电路,如图 3 所示,电容 C2、C3,电感 L、场效晶体管 Q3 和二极管 D4 组成了一个连续导通模式的 Boost 功率因数校正电路。三极管 Q1、Q2,电阻 R3、R4 以及磁环 F1 用于缓冲来自控制器 PLC810PG 的 PWM 驱动信号,以稳定驱动场效晶体管 Q3 的导通与截止。电阻 R4 能够对场效晶体管 Q3 的关断速度进行调整,以便优化二极管 D4 和场效晶体管 Q3 之间的损耗。电容 C1 构成驱动电路的旁路,以滤除驱动信号受干扰后叠加的高频信号,防止误动作,PFC 级的检流电阻是电阻 R1 和 R2。这两个并联电阻的电压被钳位在两个二极管 D2 和 D3 的串联压降上,为 IC 提供电流检测输入保护,防止故障发生时损坏 IC。在电路刚通电时,二极管 D1 处于导通状态且连接在 PFC 输出电容 (C3) 上。这样设计主要是为了防止 PFC 刚开始工作时的浪涌电流导致升压电感 L 饱和并对三极管 Q2 和二极管 D2 造成应力过高。电容 C2 放置在 PFC MOSFET 和二极管附近,用来减小场效晶体管 Q3、二极管 D4 和电容 C3 周围的 EMI。

[0024] 图 4 给出的是本发明电压检测电路和补偿网络,如图 4 所示,PFC 升压后的输出电压通过电阻 R3、R4、R5、R6、R7 和 R8 反馈到升压电压检测引脚 (PLC810PG 的 FBP)。电容 C5 用于过滤噪声,电容 C1、C2 和电阻 R1 用于提供 PFC 的频率补偿。大信号出现时开关管 Q1 导通,旁路电容 C26,这使得在大的负载阶跃出现时,PFC 控制回路能够快速响应。图中的检流电路由电阻 R2 和电容 C3 对 PFC 电流检测信号进行滤波,然后接入 IC 的 ISP 引脚。GATEP 引脚的 PFC 驱动信号通过电阻 R9 传送到 MOSFET 的驱动电路使主开关工作。

[0025] PLC810PG 的 PFC 电路频率、相位由 LLC 电路来决定。PLC810PG 采用了先进冲突避免技术,将 PFC 的边缘跨骑在 LLC 的边缘上,能够防止 PFC 和 LLC 段的边缘同时发生跳变,降低了 PFC 和 LLC 电路之间的干扰。

[0026] PFC 控制器有两个输入引脚:电流检测引脚 (ISP 引脚) 和电压反馈输入引脚 (FBP 引脚)。VCOMP 引脚用于放置反馈补偿元件,MOSFET 栅极信号输出引脚专用于与外部 MOSFET 驱动器配合工作。ISP 引脚用来检测电感电流,通过采样电流检测电阻上产生的负电压即可,该电阻连接在 PFC MOSFET 的源极,该引脚还执行逐脉冲电流限制来避免 PFC MOSFET 短路。PFC 的输出电压由 FBP 引脚通过一个电阻分压网络检测,FBP 引脚与跨导运算放大器 (OTA) 的输入端相连,该 OTA 的输出则连接到了 VCOMP 引脚,而反馈环路可将 FBP 引脚的电压 (以及与它相关的 PFC 输出电压) 保持在一个稳定值,具体输出电压值的大小由电阻分压比来确定。当 PFC 输出电压超过预设值时,跨导放大器将输出电流,使 VCOMP 引脚的电压

升高,当 PFC 输出电压低于预设值时,跨导放大器将吸入电流,使 VCOMP 引脚的电压降低,该级的增益大小等于 OTA 的增益 (GM) 与 VCOMP 引脚上所连接的电阻的乘积。

[0027] 从 FBP 引脚所接入的电压将与内部基准电压 (2.2V) 进行对比,PFC 输出分压经分压后的值需要与内部基准电压一致,即:

$$[0028] \quad \frac{R}{2.2V} = \frac{R8+R}{385}$$

[0029] 经换算可得,

$$[0030] \quad R = \frac{385V \times R8 - 2.2V \times R8}{2.2V}$$

[0031] 通常 R8 取 10k $\Omega$ ,可得 R = 1740k $\Omega$ ,因此可以用 3 个 360k $\Omega$  和 2 个 320k $\Omega$  电阻近似串联而成。

[0032] 图 5 给出的是本发明半桥式串联 LLC 谐振变换器,如图 5 所示,LLC 控制电路采用的是半桥式串联 LLC 谐振变换电路,半桥由两只 MOSFET (Q1、Q2) 构成,由 LLC 控制器直接驱动。MOSFET 管 Q1 和 Q2 总是以 50% 的占空比反复交替通断,它们的开关频率取决于反馈环路 C 为谐振电容;Lr 为串联谐振电感;Lm 为励磁电感;二极管 D1 和 D2 为输出整流二极管;电容 Co 则是输出滤波电容。

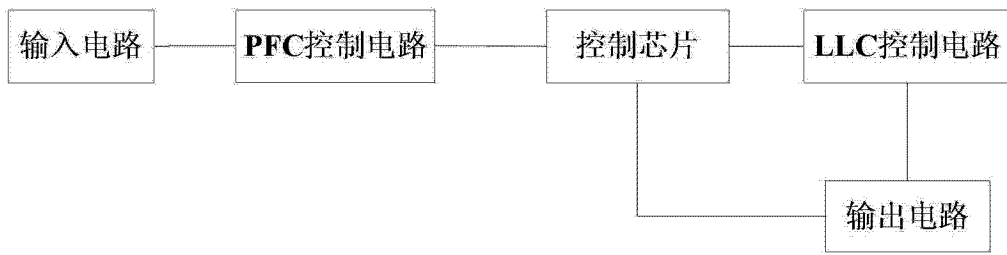


图 1

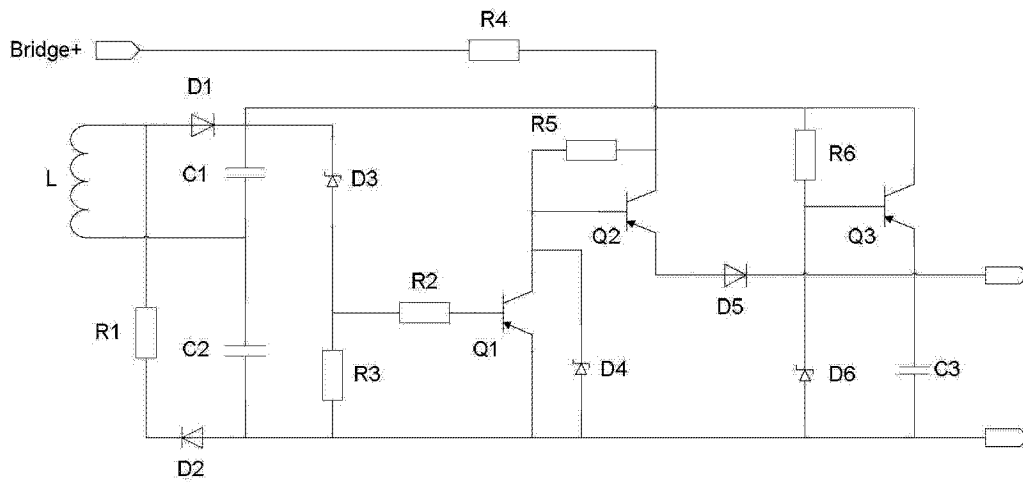


图 2

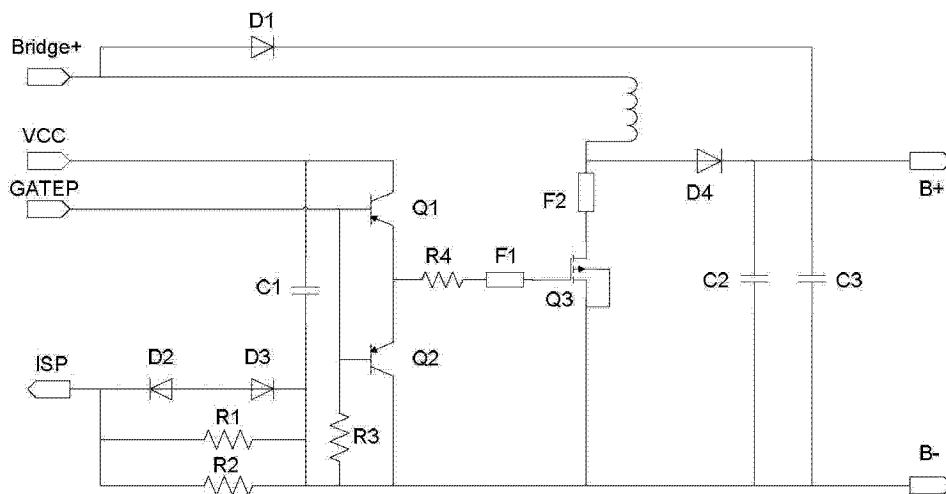


图 3

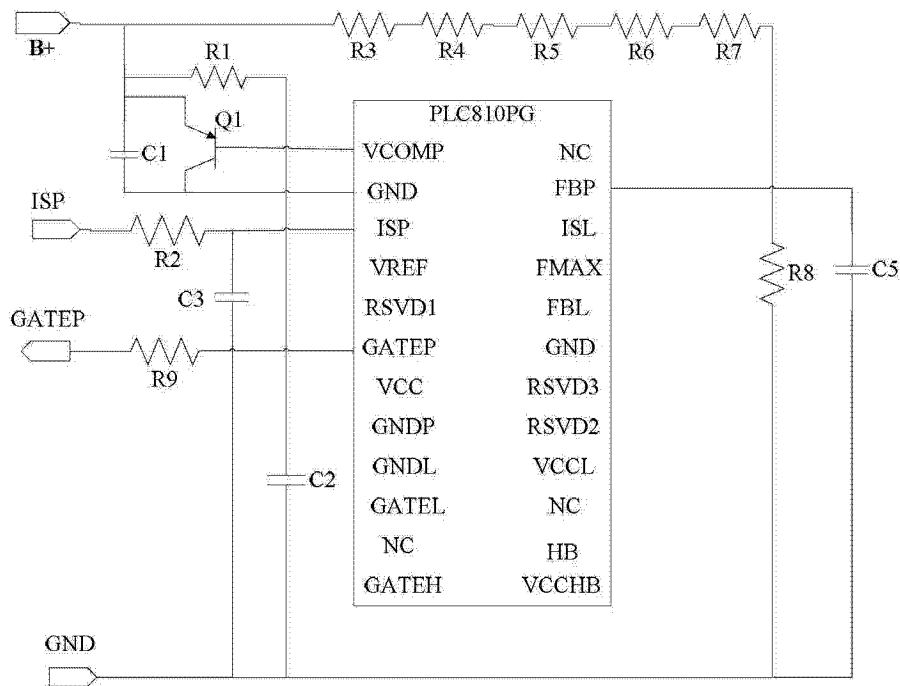


图 4

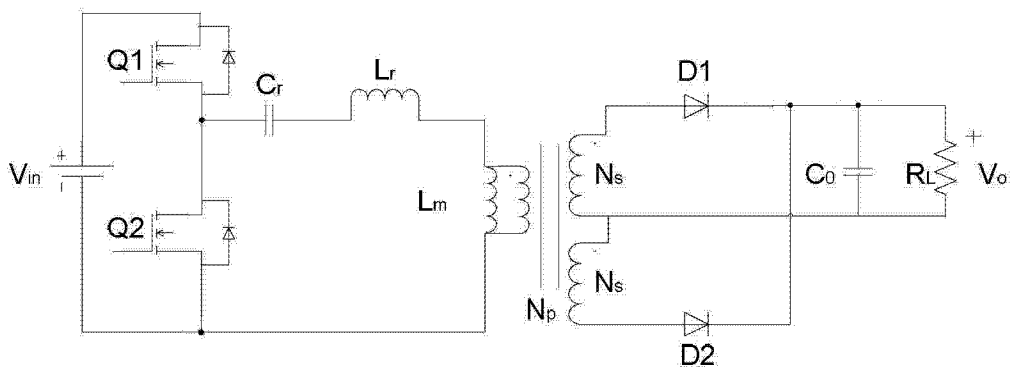


图 5