



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102843836 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201210310056. 8

(22) 申请日 2012. 08. 28

(73) 专利权人 硅力杰半导体技术(杭州)有限公司

地址 310012 浙江省杭州市文三路 90 号东部软件园科技大厦 A1501

(72) 发明人 余峰 黄晓冬

(51) Int. Cl.

H02M 3/335 (2006. 01)

H05B 37/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101835314 A, 2010. 09. 15, 全文 .

US 2011/0193488 A1, 2011. 08. 11, 全文 .

审查员 王锋

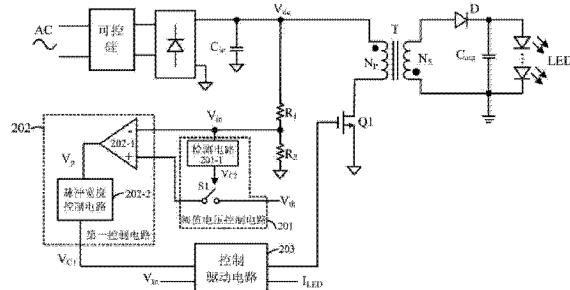
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种适应可控硅的 LED 驱动电路、驱动方法及应用其的开关电源

(57) 摘要

本发明公开了一种适应可控硅的 LED 驱动电路、驱动方法及应用其的开关电源，通过将表征正弦半波电压信号的输入电压信号与一阈值电压相比较，以获得一第一比较脉冲信号，然后通过将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段以获得一第一控制信号，所述第一控制信号控制使所述功率开关管在输入电流降至可控硅的维持电流之前就关断，并维持此关断状态一时间段直至下个周期，可以保证在可控硅的导通时间区间内，其负载电流始终在可控硅的维持电流之上，不会使可控硅产生多次不规则的重导通，从而使得每个半周期内系统的输入功率相同，避免了 LED 灯负载闪烁和产生噪声。



1. 一种适应可控硅的 LED 驱动电路, 应用于开关电源中, 所述开关电源中包括有功率开关管, 其特征在于, 包括,

阈值电压控制电路, 其接收一表征缺相的正弦半波电压信号的输入电压信号和一阈值电压, 并根据所述输入电压信号的角度信息来判断是否将所述阈值电压输出, 其中, 所述缺相的正弦半波电压信号为电网交流电压经过一可控硅电路和整流桥处理后获得;

第一控制电路, 其接收所述输入电压信号和所述阈值电压控制电路输出的阈值电压, 并进行比较, 以产生一第一控制信号, 所述第一控制信号用以控制所述功率开关管的关断, 直至所述电网交流电压的绝对值降至为零。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 驱动电路, 其特征在于, 所述阈值电压控制电路包括一检测电路和第一开关,

所述检测电路用以检测所述输入电压信号的角度信息, 并根据所述角度信息输出一方波信号;

所述第一开关的第一端接收所述阈值电压, 控制端接收所述方波信号, 其第二端作为所述阈值电压控制电路的输出端;

在所述方波信号为高电平有效状态时, 所述第一开关导通, 所述阈值电压控制电路输出所述阈值电压。

3. 根据权利要求 2 所述的 LED 驱动电路, 其特征在于, 在所述输入电压信号的角度为大于等于 90° 而小于 180° 范围内所述方波信号保持为高电平有效状态; 在所述输入电压信号角度大于 0° 而小于 90° 为范围内所述方波信号保持为低电平无效状态。

4. 根据权利要求 1 所述的 LED 驱动电路, 其特征在于, 所述第一控制电路包括一比较电路和脉冲宽度控制电路,

所述比较电路第一输入端接收所述输入电压信号, 第二输入端接收所述阈值电压, 以产生第一比较脉冲信号;

所述脉冲宽度控制电路接收所述第一比较脉冲信号, 并将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段, 以获得所述第一控制信号, 其中, 所述延展时间段为从所述功率开关管关断的时刻起, 所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。

5. 根据权利要求 1 所述的 LED 驱动电路, 其特征在于, 在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时, 所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值;

所述输入电压信号具有一最大值, 则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。

6. 一种适应可控硅的 LED 驱动方法, 应用于开关电源中, 所述开关电源中包含有一功率开关管, 其特征在于, 包括以下步骤:

接收一电网交流电压, 并将其转换为一缺相的正弦半波电压信号;

采样所述缺相的正弦半波电压信号, 以获得一表征所述正弦半波电压信号的输入电压信号;

检测所述输入电压信号的角度信息, 并据此输出一方波信号;

在所述方波信号为高电平有效状态时, 接收一阈值电压;

比较所述输入电压信号和所述阈值电压, 以产生一第一比较脉冲信号;

将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段,以获得一第一控制信号,所述第一控制信号用以控制所述功率开关管的关断,其中,所述延展时间段为从所述功率开关管关断的时刻起,所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。

7. 根据权利要求6所述的LED驱动方法,其特征在于,在所述输入电压信号的角度为大于等于90°而小于180°范围内所述方波信号保持为高电平有效状态;在所述输入电压信号角度大于0°而小于90°为范围内所述方波信号保持为低电平无效状态。

8. 根据权利要求6所述的LED驱动方法,其特征在于,在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时,所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值;

所述输入电压信号具有一最大值,则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。

9. 一种适应可控硅的开关电源,其特征在于,包括权利要求1-5任一LED驱动电路,还包括功率级电路和控制驱动电路,所述控制驱动电路根据所述第一控制电路输出的第一控制信号、所述缺相的正弦半波电压信号和LED负载电流信号来控制功率级电路中的功率开关管的开关动作,以驱动所述LED负载。

一种适应可控硅的 LED 驱动电路、驱动方法及应用其的开关电源

技术领域

[0001] 本发明涉及开关电源领域,更具体地说,涉及一种适应可控硅的 LED 驱动电路、驱动方法及应用其的开关电源。

背景技术

[0002] 发光二极管(LED)由于其高效、节能等优点被广泛应用于办公、家庭等场合,如今 LED 照明已成为照明领域中的主流技术,但是,在 LED 照明取代现有白炽灯照明的过程中,如何将 LED 灯与传统线路中的可控硅调光器进行良好匹配以实现精确调光是亟需解决的关键问题。

[0003] 现有技术中的带可控硅的 LED 驱动电路一般为通过控制功率级电路中的功率开关管的开关动作,以为 LED 灯负载提供恒定的输出电流,其驱动电路往往设有功率因数校正功能,因此,其功率级电路的输入电压和输入电流波形保持为一致,如图 1 所示为现有技术中的带有可控硅的 LED 驱动电路的输入电压和输入电流波形图,在现有技术中带有可控硅的 LED 驱动电路中,其可控硅的关断一般是等到功率级电路的输入电流小于可控硅的维持电流时,可控硅自然关断,此时由于输入电压还没有降至零,可控硅触发电路会充电以致重新导通可控硅,这时,输入电流可能会产生如图 1 所示的振荡,继而造成可控硅多次不规则的重启动,使得每个周期内所述 LED 驱动电路从输入侧吸收的功率不相同,导致所述 LED 灯负载在不同周期内的亮度不同,造成 LED 频闪并可能会发出噪声。

发明内容

[0004] 依据本发明的一种适应可控硅的 LED 驱动电路和驱动方法,根据功率级电路的输入电流来控制功率开关管的关断,使得功率开关管在功率级电路的输入电流降至可控硅的维持电流之前就关断,并维持此关断状态一段时间,可以保证在可控硅的导通时间区间内,其负载电流始终在可控硅的维持电流之上,不会发生可控硅多次误导通造成 LED 灯负载闪烁,使得每个半周期内系统的输入功率相同,避免了频闪和噪声。

[0005] 依据本发明的一种适应可控硅的 LED 驱动电路,应用于开关电源中,所述开关电源中包括有功率开关管,还包括有,

[0006] 阈值电压控制电路,其接收一表征缺相的正弦半波电压信号的输入电压信号和一阈值电压,并根据所述输入电压信号的角度信息来判断是否将所述阈值电压输出,其中,所述缺相的正弦半波电压信号为电网交流电压经过一可控硅电路和整流桥处理后获得;

[0007] 第一控制电路,其接收所述输入电压信号和所述阈值电压控制电路输出的阈值电压,并进行比较,以产生一第一控制信号,所述第一控制信号用以控制所述功率开关管的关断,直至所述电网交流电压的绝对值降至为零。

[0008] 进一步的,所述阈值电压控制电路包括一检测电路和第一开关,

[0009] 所述检测电路用以检测所述输入电压信号的角度信息,并根据所述角度信息输出

一方波信号；

[0010] 所述第一开关的第一端接收所述阈值电压，控制端接收所述方波信号，其第二端作为所述阈值电压控制电路的输出端；

[0011] 在所述方波信号为高电平有效状态时，所述第一开关导通，所述阈值电压控制电路输出所述阈值电压。

[0012] 进一步的，在所述输入电压信号的角度为大于等于 90° 而小于 180° 范围内所述方波信号保持为高电平有效状态；在所述输入电压信号角度大于 0° 而小于 90° 为范围内所述第一方波信号保持为低电平无效状态。

[0013] 进一步的，所述第一控制电路包括一比较电路和脉冲宽度控制电路，所述比较电路第一输入端接收所述输入电压信号，第二输入端接收所述阈值电压，以产生第一比较脉冲信号；

[0014] 所述脉冲宽度控制电路接收所述第一比较脉冲信号，并将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段，以获得所述第一控制信号，其中，所述延展时间段为从所述功率开关管关断的时刻起，所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。

[0015] 优选的，在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时，所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值；

[0016] 所述输入电压信号具有一最大值，则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。

[0017] 依据本发明的一种适应可控硅的 LED 驱动方法，应用于开关电源中，所述开关电源中包含有一功率开关管，包括以下步骤：

[0018] 接收一电网交流电压，并将其转换为一缺相的正弦半波电压信号；

[0019] 采样所述缺相的正弦半波电压信号，以获得一表征所述正弦半波电压信号的输入电压信号；

[0020] 检测所述输入电压信号的角度信息，并据此输出一方波信号；

[0021] 在所述方波信号为高电平有效状态时，接收一阈值电压；

[0022] 比较所述输入电压信号和所述阈值电压，以产生一第一比较脉冲信号；

[0023] 将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段，以获得一第一控制信号，所述第一控制信号用以控制所述功率开关管的关断，其中，所述延展时间段为从所述功率开关管关断的时刻起，所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。

[0024] 进一步的，在所述输入电压信号的角度为大于等于 90° 而小于 180° 范围内所述方波信号保持为高电平有效状态；在所述输入电压信号角度大于 0° 而小于 90° 为范围内所述方波信号保持为低电平无效状态。

[0025] 优选的，在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时，所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值；

[0026] 所述输入电压信号具有一最大值，则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。

[0027] 依据本发明的一种适应可控硅的开关电源，包括上述的 LED 驱动电路，还包括功率级电路和控制驱动电路，所述控制驱动电路根据所述第一控制电路输出的第一控制信号、所述缺相的正弦半波电压信号和 LED 负载电流信号来控制功率级电路中的功率开关管

的开关动作,以驱动所述 LED 负载。

[0028] 通过上述的一种适应可控硅的 LED 驱动电路、驱动方法及应用其的开关电源,将表征正弦半波电压信号的输入电压信号与一阈值电压相比较,以获得一第一比较脉冲信号,然后通过将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段以获得一第一控制信号,所述第一控制信号控制使所述功率开关管在输入电流降至可控硅的维持电流之前就关断,并维持此关断状态一段时间,可以保证在可控硅的导通时间区间内,其负载电流(即功率级电路的输入电流)始终在可控硅的维持电流之上,不会使可控硅产生多次不规则的重导通,保证系统在每个半周期内系统的输入功率相同,避免了 LED 频闪和发出噪声。

附图说明

[0029] 图 1 所示为现有技术中的带有可控硅的 LED 驱动电路的输入电压和输入电流波形图;

[0030] 图 2A 所示为依据本发明的一种适应可控硅的 LED 驱动电路的电路图;

[0031] 图 2B 所示为图 2A 所示的一种适应可控硅的 LED 驱动电路的工作波形图;

[0032] 图 3 所示为依据本发明的一种适应硅的 LED 驱动方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图对本发明的几个优选实施例进行详细描述,但本发明并不仅仅限于这些实施例。本发明涵盖任何在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。为了使公众对本发明有彻底的了解,在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节,而对本领域技术人员来说没有这些细节的描述也可以完全理解本发明。

[0034] 参考图 2,所示为依据本发明的一种适应可控硅的 LED 驱动电路的电路图,本发明所述的 LED 驱动电路应用于开关电源中,通过控制所述开关电源中的功率开关管的开关动作,以将电网交流电压转换为一直流输出信号供给 LED 负载。具体的,在本实施例中,所述开关电源以单级反激式变换器为例,其功率级电路包含有一整流桥、输入电容 C_{in} 、由原边绕组 N_p 和副边绕组 N_s 组成的变压器 T、整流二极管 D、输出电容 C_{out} 和功率开关管 Q1。本实施例中的 LED 驱动电路包括一阈值电压控制电路 201、第一控制电路 202,另外,所述开关电源中还包括有一控制驱动电路 203。

[0035] 其中,电网交流电压 AC 经过可控硅电路和整流桥处理后转换为一缺相的正弦半波电压信号 V_{dc} ,通过由电阻 R1 和电阻 R2 组成的分压电阻网络采样所述缺相的正弦半波电压信号 V_{dc} ,以获得一表征所述正弦半波电压信号的输入电压信号 V_{in} 。

[0036] 所述阈值电压控制电路 201 接收所述输入电压信号 V_{in} 和一阈值电压 V_{th} ,并根据所述输入电压信号的信息判断是否将所述阈值电压输出。具体的,本实施例中所述阈值电压控制电路 201 包括一检测电路 201-1 和第一开关 S1,所述检测电路 201-1 接收所述输入电压信号 V_{in} ,并进行角度检测,以根据检测信息输出一方波信号 V_{c2} ;所述第一开关 S1 第一端接收所述阈值电压 V_{th} ,控制端接收所述方波信号 V_{c2} ,其第二端作为所述阈值电压控制电路的输出端。在所述方波信号 V_{c2} 为高电平有效状态时,所述第一开关 S1 导通,所述阈值电压控制电路 202 输出所述阈值电压 V_{th} 。

[0037] 需要说明的是,在本实施例中,所述检测电路检测所述输入电压信号 V_{in} 的角度信

号,在所述输入电压信号的角度为大于0°而小于90°的范围内所述方波信号 V_{c2} 保持为低电平无效状态;而当其大于等于90°而小于180°范围内所述方波信号 V_{c2} 保持为高电平有效状态。所述检测电路的具体实现方式可为一微分电路,其对所述输入电压信号的斜率进行检测,当检测到的斜率为正时,表征所述输入电压信号的角度为0°~90°,所述方波信号为低电平无效状态;当斜率为零时,对应的输入电压信号的角度为90°,所述方波信号为高电平有效状态;当检测到斜率为负时,表征所述输入电压信号的角度为90°~180°,所述方波信号为保持为高电平有效状态。本领域技术人员可知,所述检测电路不限于上述的微分电路,还可以为其他的具有同样功能的电路结构。

[0038] 进一步的,本实施例中的第一控制电路202具体包括一比较电路202-1和脉冲宽度控制电路202-2,其中,所述比较电路202-1具体包括一比较器,其反相输入端接收所述输入电压信号 V_{in} ,同相输入端接收所述阈值电压控制电路输出的阈值电压 V_{th} ,以产生第一比较脉冲信号 V_p 。所述脉冲宽度控制电路202-2接收所述第一比较脉冲信号 V_p ,并将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段,以获得一第一控制信号 V_{c1} ,所述第一控制信号 V_{c1} 传输给后级的控制驱动电路203。

[0039] 所述控制驱动电路203接收所述第一控制信号 V_{c1} 后产生驱动信号以控制所述功率开关管Q1关断,以使所述功率开关管在输入电流降至可控硅的维持电流之上就关断。另外,所述控制驱动电路203还接收所述缺相的正弦半波电压信号 V_{dc} 以及LED负载电流信号 I_{LED} ,并产生控制驱动信号控制所述功率开关管的开关状态,以实现对LED负载的调光和恒流控制。

[0040] 下面依照图2B所示的一种适应可控硅的LED驱动电路的工作波形图详细阐述本发明实施例的LED驱动电路的工作过程。如图2B所示,当所述可控硅在某一角度导通后,所述功率级电路获得一缺相的正弦半波电压信号 V_{dc} ,所述分压电阻网络采样所述缺相的正弦半波电压信号获得一输入电压信号 V_{in} ,所述输入电压信号 V_{in} 与所述缺相的正弦半波电压信号 V_{dc} 波形为一致,所述检测电路检测所述输入电压信号 V_{in} 的角度信息,当所述输入电压信号的角度为大于等于90°而小于180°范围内,所述方波信号 V_{c2} 控制第一开关S1导通,所述阈值电压控制电路输出所述阈值电压 V_{th} 。

[0041] 所述比较器比较所述输入电压信号 V_{in} 和阈值电压 V_{th} ,当所述输入电压信号下降至所述阈值电压时,所述比较器输出一第一比较脉冲信号 V_p 。其中,对于所述阈值电压的取值如下:在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时,所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值;所述输入电压信号 V_{in} 具有一最大值,则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。优选的,所述阈值电压还可以考虑LED负载的大小,其根据LED负载的大小来确定从所述临界电压值到最大值之间的最佳值,例如,当所述LED负载为较小功率负载(如3W)时,在所述输入电压信号最大值的310V的情况下,所述阈值电压设置的相对较高例如为140V以保证在所述功率开关管关断时所述功率级电路的输入电流至少在所述可控硅的维持电流之上;当所述LED负载为较大功率时,所述阈值电压可以设置的相对较小,以保证同时满足输出功率的要求和可控硅的正常工作电流要求。

[0042] 之后,所述脉冲宽度控制电路接收所述第一比较脉冲信号 V_p ,并将其有效宽度延展一时间段t,以获得所述第一控制信号 V_{c1} ,所述第一控制信号 V_{c1} 用以控制所述功率开关

管关断。如图 2B 所示,在所述第一比较脉冲信号的上升沿时刻,所述第一控制信号变为高电平有效状态,并维持一段时间 t ,所述时间 t 为从所述第一控制信号控制所述功率开关管的关断时刻起,所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。在所述功率开关管关断后,所述输入电流 I_{in} 快速下降至零,此时,所述可控硅关断并保持关断一段时间直至下个周期。

[0043] 其中,所述控制驱动电路可以为任何合适的电路结构,例如中国专利申请 CN201110069796.2 和 CN200910100298.2 等记载的控制驱动电路的结构。所述功率级电路也不限于本实施例中所述的单级反激式变换器,也可以为升压型拓扑结构、降压型拓扑结构以及升-降压型拓扑结构等。

[0044] 此外需要解释的是,从图 2B 中可以看出,在电路开始工作时,在功率开关管 Q1 导通瞬间,由于输入电容 C_{in} 的存在,功率级电路的输入电流会产生一个冲击电流,在精度要求较高的场合,所述冲击电流可通过专利申请号为 CN201210200342.9 中所述的冲击电流消除电路进行消除。

[0045] 可见,采用图 2A 所示的 LED 驱动电路,在输入电流下降到所述可控硅的维持电流之前,就提前关断功率开关管,并维持一段时间直至下个周期,这样,在所述可控硅的导通时间内,所述输入电流 I_{in} 一直在所述可控硅的维持电流之上,可控硅始终保持正常工作状态,可避免在背景技术中提到的由于输入电流小于其维持电流而出现可控硅的重复误导通的情况,控制系统在每个半周期内的输入功率相同,保证 LED 负载不会产生闪烁和噪声。

[0046] 参考图 3,所示为依据本发明的的一种适应可控硅的 LED 驱动方法的流程图,包括以下步骤:

[0047] S301:接收一电网交流电压,并将其转换为一缺相的正弦半波电压信号;

[0048] S302:采样所述缺相的正弦半波电压信号,以获得一表征所述正弦半波电压信号的输入电压信号;

[0049] S303:检测所述输入电压信号的角度信息,并据此输出一方波信号;

[0050] S304:在所述方波信号为有效状态时,接收一阈值电压;

[0051] S305:比较所述输入电压信号和所述阈值电压,以产生一第一比较脉冲信号。

[0052] S306:将所述第一比较脉冲信号的有效宽度延展一时间段,以获得一第一控制信号,所述第一控制信号用以控制所述功率开关管的关断,其中,所述延展时间段为从所述功率开关管关断的时刻起,所述电网交流电压的绝对值降至为零的时间。

[0053] 具体的,在所述输入电压信号的角度为大于等于 90° 而小于等于 180° 范围内所述方波信号保持为高电平有效状态;在所述输入电压信号角度大于 0° 而小于 90° 为范围内所述方波信号保持为低电平无效状态。

[0054] 其中,在所述开关电源的功率级电路的输入电流降至到所述可控硅电路的维持电流时,所述输入电压信号对应的电压值定义为临界电压值;所述输入电压信号具有一最大值,则所述阈值电压设置为从所述临界电压值到所述最大值之间的某一值。

[0055] 以上对依据本发明的优选实施例的适应可控硅的 LED 驱动电路和驱动方法进行了详尽描述,但是本发明的实现电路并不限于本发明实施例中所描述的具体实现方式,本领域普通技术人员据此可以推知其他技术或者结构以及电路布局、元件等均可应用于所述实施例。

[0056] 依照本发明的实施例如上文所述,这些实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不

限制该发明仅为所述的具体实施例。显然，根据以上描述，可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例，是为了更好地解释本发明的原理和实际应用，从而使所属技术领域技术人员能很好地利用本发明以及在本发明基础上的修改使用。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

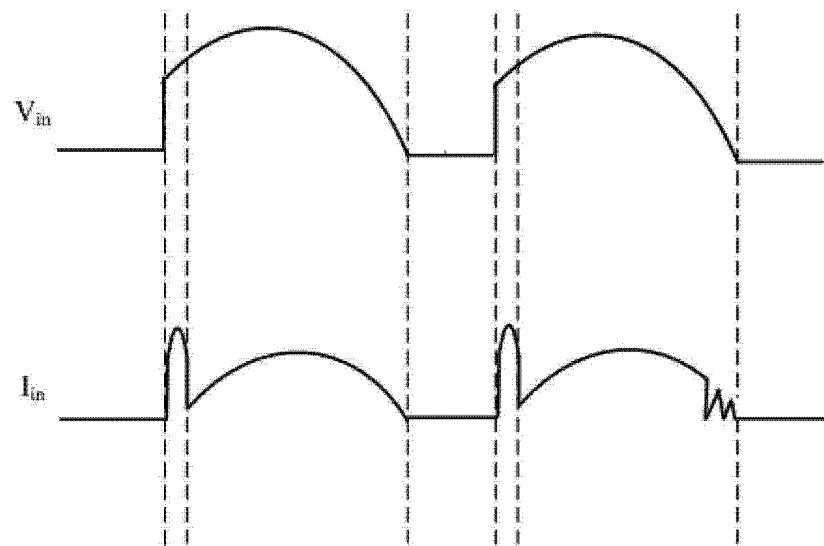


图 1

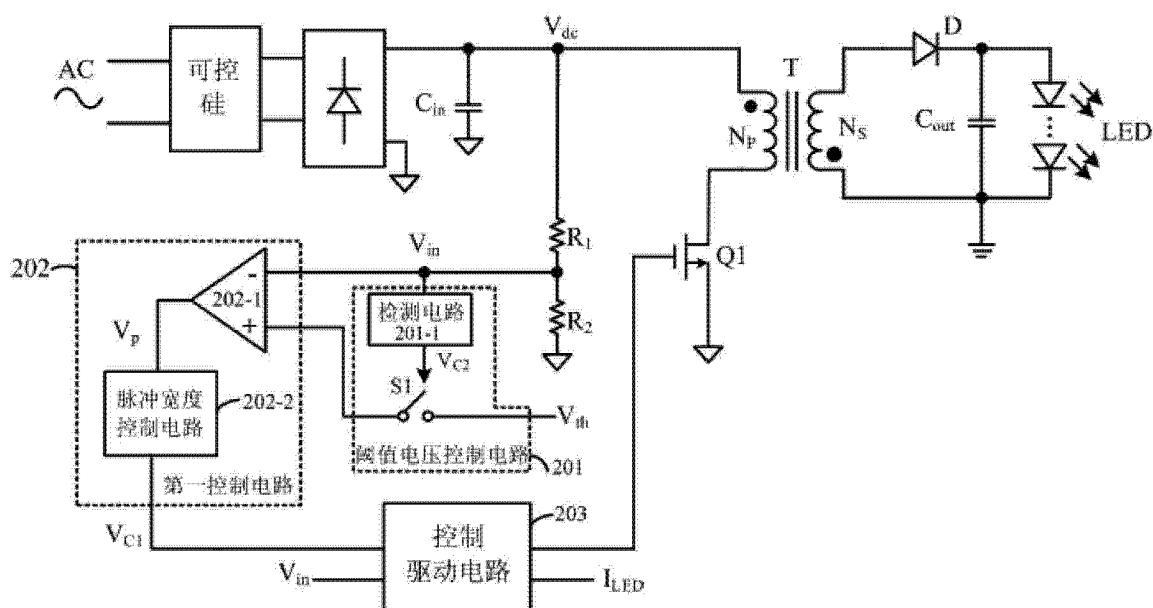


图 2A

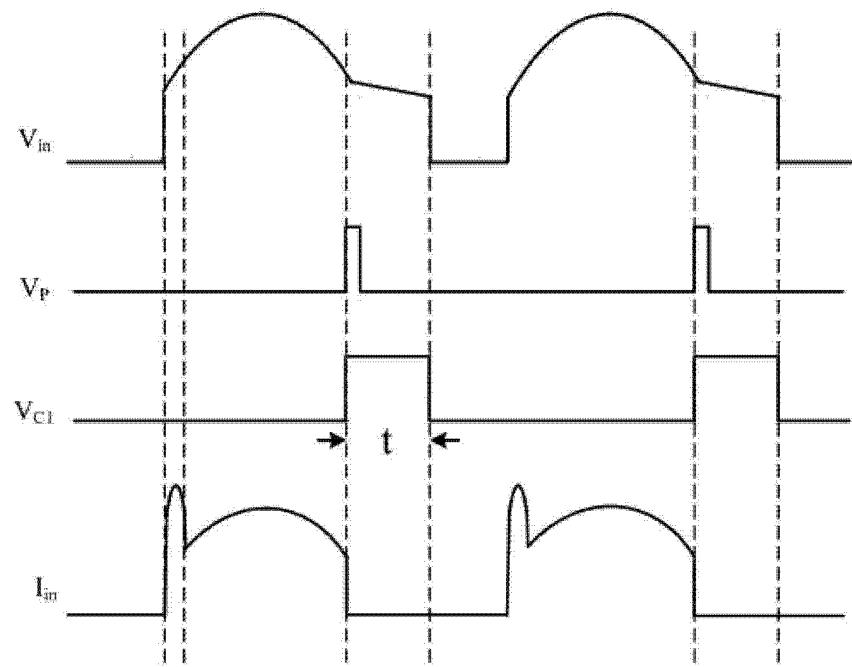


图 2B

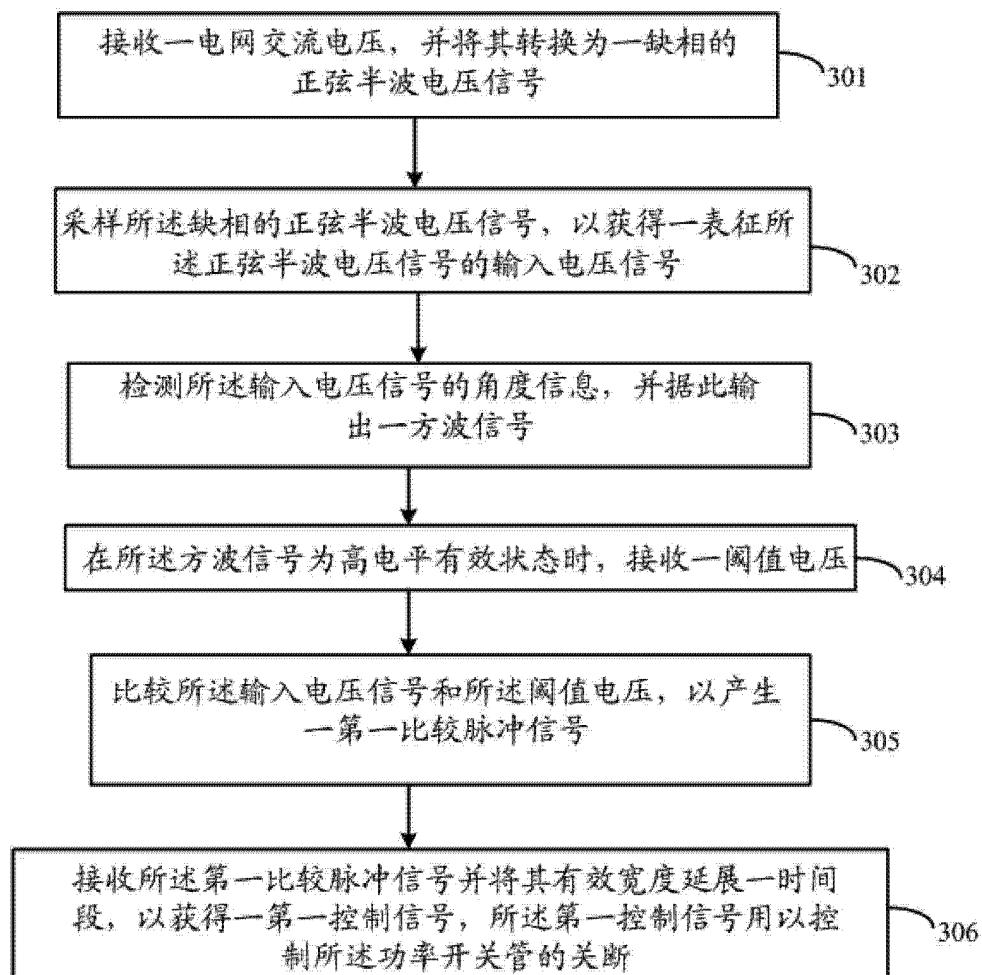


图 3