



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102097949 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201110002504. 3

(22) 申请日 2011. 01. 07

(73) 专利权人 上海新进半导体制造有限公司
地址 200241 上海市徐汇区宜山路 800 号

(72) 发明人 汪虎 张永铂 朱慧珍 赵平安

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 逯长明 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006. 01)

审查员 王宁

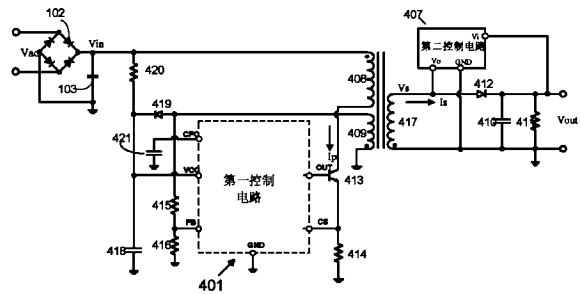
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种开关电源及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开一种开关电源,包括变压器原边绕组、变压器辅助绕组和变压器副边绕组,耦合到所述变压器原边绕组的第一控制电路;功率开关管的基极连接第一控制电路的输出端,集电极连接变压器原边绕组的异名端,发射集接地,还包括:耦合在所述变压器副边绕组的第二控制电路,第二控制电路的输入端接开关电源的输出端,第二控制电路的输出端连接辅助绕组的异名端;当开关电源的输入电压 V_{out} 低于第一设定电压值时,第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路,第一控制电路控制功率开关管导通,通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量。本发明能够改善待机功耗,提高轻载与空载范围的输出电压精度。



1. 一种开关电源,包括具有原边绕组、辅助绕组和副边绕组的变压器,以及耦合在变压器原边绕组的功率开关管,其特征在于还包括:

通过所述功率开关管耦合到所述变压器原边绕组的第一控制电路;

耦合在所述变压器副边绕组的第二控制电路,第二控制电路的输入端接开关电源的输出端,第二控制电路的输出端连接副边绕组的异名端;

当开关电源的输出电压 V_{out} 低于第一设定电压值时,第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路,第一控制电路控制功率开关管导通,通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量;

在负载为轻载并且开关电源工作在恒压模式时,开关电源的恒压环路由第二控制电路、第一控制电路的动态检测模块以及第一控制电路的驱动模块组成,所述恒压模式是指输出电压 V_{out} 高于预设电压,其中预设电压小于第一预设电压值。

2. 如权利要求 1 所述的开关电源,其特征在于,第一控制电路包括负载检测模块、使能控制模块、输出电压检测模块、动态检测模块和驱动模块;

所述负载检测模块,用于通过检测变压器副边绕组导通时间的占空比,判断输出负载情况,如输出负载低于第一设定负载值,发送输出轻载信号给使能控制模块;

输出电压检测模块,用于在副边绕组导通时间检测输出电压 V_{out} ,如输出电压 V_{out} 高于预设电压,发送恒压信号给使能控制模块;

使能控制模块,用于在接收到输出轻载信号和恒压信号后,发送确认信号到驱动模块;

动态检测模块,用于接收到第二控制电路传送的脉冲信号,发送启动信号到驱动模块;

驱动模块,用于在接收到确认信号后,依据启动信号控制功率开关管导通,这时开关电源的恒压环路由第二控制电路、动态检测模块以及驱动模块组成。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的开关电源,其特征在于,所述开关电源还包括整流桥和输入滤波电容,开关电源输入的交流电压 V_{ac} 通过整流桥和输入滤波电容得到输入电压 V_{in} 。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的开关电源,其特征在于,变压器原边绕组的同名端通过第二电阻和第二电容串联后接地。

5. 如权利要求 4 所述的开关电源,其特征在于,变压器辅助绕组的异名端连接第一二极管的阳极,第一二极管的阴极连接第二电阻和第二电容的公共端和第一控制电路的 VCC 端。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的开关电源,其特征在于,变压器辅助绕组的异名端通过第三电阻和第四电阻分压后,与第一控制电路的 FB 输入端相连。

7. 如权利要求 4 所述的开关电源,其特征在于,变压器副边绕组的异名端与第二二极管的阳极连接,第二二极管的阴极连接开关电源的输出端;开关电源的输出端通过并联的第一电容和第五电阻接地。

8. 一种开关电源的控制方法,所述开关电源包括具有原边绕组、辅助绕组和副边绕组的变压器;耦合在变压器原边绕组的功率开关管;通过功率开关管耦合到所述变压器原边绕组的第一控制电路;耦合在所述变压器副边绕组的第二控制电路,第二控制电路的输入端接开关电源的输出端,第二控制电路的输出端连接副边绕组的异名端;其特征在于该方

法包括：

步骤 S801、当开关电源的输出电压 V_{out} 低于第一设定电压值时，第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路；

步骤 S802、第一控制电路控制功率开关管导通，通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量；

在负载为轻载并且开关电源工作在恒压模式时，开关电源的恒压环路由第二控制电路、第一控制电路的动态检测模块以及第一控制电路的驱动模块组成，所述恒压模式是指输出电压 V_{out} 高于预设电压，其中预设电压小于第一预设电压值。

9. 如权利要求 8 所述的控制方法，其特征在于，步骤 S801 之前，还包括：

步骤 S901、第一控制电路通过检测变压器副边绕组导通时间的占空比判断输出负载情况，确认输出负载低于第一设定负载值；

步骤 S902、第一控制电路在副边绕组导通时间检测输出电压 V_{out} ，确认输出电压 V_{out} 高于预设电压。

10. 如权利要求 8 所述的控制方法，其特征在于，变压器副边绕组的异名端与第二二极管的阳极连接，第二二极管的阴极连接开关电源的输出端；开关电源的输出端通过并联的第一电容和第五电阻接地。

一种开关电源及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路技术领域,更具体地说,涉及一种开关电源及其控制方法。

背景技术

[0002] 开关电源由于具有小体积、高转换效率以及大输出负载能力等多个优点,被广泛应用于手机充电器、电源适配器等各个领域。输出动态性能是开关电源的一个关键指标,在某些手机充电器的应用中,要求输出电压在负载电流从0mA切换到700mA时不能低于4.2V;在笔记本电脑或液晶电视的应用中,系统从待机切换到正常工作状态时,要求输出电压的下冲尖峰不能超过输出电压标称值的 $\pm 10\%$;输出电压精度是开关电源的另一个关键指标,在某些手机充电器的应用中,要求输出电压在全负载电流范围内满足 $\pm 2.5\%$ 的精度。

[0003] 图1示出现有开关电源结构图。输入的交流电压 V_{ac} 通过整流桥102和输入滤波电容103得到输入电压 V_{in} 。系统启动时通过启动电阻104对原边控制芯片101的电源VCC供电。变压器由原边绕组105、副边绕组106和辅助绕组107构成。功率开关管108的导通或关断控制变压器中的能量存储。

[0004] 当功率开关管108导通时,原边绕组105导通,变压器磁芯存储能量。第一电阻109感应原边电感电流;当功率开关管108关断时,原边绕组105关断,变压器磁芯存储的能量向副边绕组106和辅助绕组107传送。辅助绕组107的电流通过第一整流二极管110整流,向原边控制芯片101的电源VCC供电。副边绕组106的电流通过第二整流二极管116整流和电容114滤波后向负载电阻115提供能量。辅助绕组107感应副边绕组106的电压。

[0005] 当功率开关管108关断时,辅助绕组107上的电压通过第一反馈分压电阻112和第二反馈分压电阻113向原边控制芯片101的FB端提供反馈电压。控制模块101a检测FB端和CS端的电压,产生控制信号控制驱动模块101b。驱动模块101b驱动功率开关管108的导通和关断。

[0006] 原边控制芯片101、功率开关管108和变压器构成一个负反馈环路,将输出电压 V_{out} 的平均值控制在需要的额定输出值。反馈环路的带宽对系统的负载响应特性具有重要影响。当系统负载为轻载时环路带宽被限制在数百Hz,导致此时系统的输出动态性能较差(见图2)。

[0007] 系统由空载或轻载瞬间切换到重载时,原边控制芯片101都需要至少数毫秒时间将脉冲频率调制(PFM,Pulse Frequency Modulation)系统的开关频率提高到高频或让PWM系统以最大导通占空比工作。在这种条件下,系统的输出电压 V_{out} 将会出现较大的下冲尖峰电压(见图3)。

[0008] 其次,现有的开关电源在轻载时,会由于输出端无法耗尽原边供给的能量,而出现输出电压 V_{out} 上冲问题(见图4)。这样,不仅会导致输出电压过冲,而且也会造成能量的不必要损失,导致效率的下降。图5为现有开关电源的输出电压 V_{out} 和输出端负载的曲线示意图,从图5中可以看出,在轻载至空载阶段,输出电压 V_{out} 上冲现象明显。

发明内容

[0009] 有鉴于此,本发明提供一种开关电源,该开关电源能够改善待机功耗,提高轻载与空载范围的输出电压精度。

[0010] 本发明一种开关电源,包括具有原边绕组、辅助绕组、和副边绕组的变压器,以及耦合在变压器原边绕组的功率开关管,还包括:通过所述功率开关管耦合到所述变压器原边绕组的第一控制电路;耦合在所述变压器副边绕组的第二控制电路,第二控制电路的输入端接开关电源的输出端,第二控制电路的输出端连接辅助绕组的异名端;当开关电源的输入电压 V_{out} 低于第一设定电压值时,第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路,第一控制电路控制功率开关管导通,通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量。

[0011] 优选的,第一控制电路包括负载检测模块、使能控制模块、输出电压检测模块、动态监测模块和驱动模块;

[0012] 所述负载检测模块,用于通过检测变压器副边绕组导通时间的占空比,判断输出负载情况,如输出负载低于第一设定负载值,发送输出轻载信号给使能控制模块;

[0013] 输出电压检测模块,用于在副边绕组导通时间检测输出电压 V_{out} ,如输出电压 V_{out} 高于预设电压,发送恒压信号给使能控制模块;

[0014] 使能控制模块,用于在接收到输出轻载信号和恒压信号后,发送确认信号到驱动模块;

[0015] 动态检测模块,用于接收到第二控制电路传送的脉冲信号,发送启动信号到驱动模块;

[0016] 驱动模块,用于在接收到确认信号后才接收启动信号,依据启动信号控制功率开关管导通。

[0017] 优选的,所述开关电源还包括整流桥和输入滤波电容,开关电源输入的交流电压 V_{ac} 通过整流桥和输入滤波电容得到输入电压 V_{in} 。

[0018] 优选的,变压器原边绕组的同名端通过第二电阻和第二电容串联后接地。

[0019] 优选的,变压器辅助绕组的异名端连接第一二极管的阳极,第一二极管的阴极连接第二电阻和第二电容的公共端和第一控制电路的 VCC 端。

[0020] 优选的,变压器辅助绕组的异名端通过第三电阻和第四电阻分压后,与第一控制电路的 FB 输入端相连。

[0021] 优选的,变压器副边绕组的异名端与第二二极管的阳极连接,第二二极管的阴极连接开关电源的输出端;开关电源的输出端通过并联的第一电容和第五电阻接地。

[0022] 本发明一种开关电源的控制方法,所述开关电源包括具有原边绕组、辅助绕组、和副边绕组的变压器;耦合在变压器原边绕组的功率开关管;通过功率开关管耦合到所述变压器原边绕组的第一控制电路;耦合在所述变压器副边绕组的第二控制电路,第二控制电路的输入端接开关电源的输出端,第二控制电路的输出端连接辅助绕组的异名端;该方法包括:

[0023] 步骤 S801、当开关电源的输入电压 V_{out} 低于第一设定电压值时,第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路;

[0024] 步骤 S802、第一控制电路控制功率开关管导通,通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量。

[0025] 优选的,步骤 S801 之前,还包括:

[0026] 步骤 S901、第一控制电路通过检测变压器副边绕组导通时间的占空比判断输出负载情况,确认输出负载低于第一设定负载值;

[0027] 步骤 S902、第一控制电路在副边绕组导通时间检测输出电压 V_{out} ,确认输出电压 V_{out} 高于预设电压。

[0028] 优选的,变压器副边绕组的异名端与第二二极管的阳极连接,第二二极管的阴极连接开关电源的输出端;开关电源的输出端通过并联的第一电容和第五电阻接地。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0030] 本发明由第一控制电路、第二控制电路和变压器共同构成负反馈环路,实时对输出电压 V_{out} 进行限定,避免输出电压 V_{out} 将会出现较大的下冲尖峰电压和保持较好的输出动态性能。本发明在轻载时,限定输出电压 V_{out} 范围,避免出现输出电压 V_{out} 上冲问题。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图 1 为现有开关电源结构图;

[0033] 图 2 为现有开关电源输出电压的动态响应图;

[0034] 图 3 为现有开关电源动态响应时,电压、电流示意图;

[0035] 图 4 为现有开关电源轻载控制时,电压、电流示意图;

[0036] 图 5 为现有开关电源全负载情况下的输出电压图;

[0037] 图 6 为本发明的开关电源结构图;

[0038] 图 7 为本发明开关电源轻载控制时,电压、电流示意图。

[0039] 图 8 为本发明第一控制电路结构图;

[0040] 图 9 为本发明开关电源动态响应时,电压、电流示意图;

[0041] 图 10 为本发明开关电源在全负载情况下的输出电压图;

[0042] 图 11 为本发明开关电源的控制方法流程图。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 本发明在现有的开关电源基础之上,在变压器副边绕组设置控制电路,并且对绕组的控制电路的功能进行相应的改进,很好地解决现有开关电源中轻载上冲以及动态响应慢的问题,同时改善待机功耗,提高轻载与空载范围的输出电压精度。

[0045] 参见图 6,示出本发明开关电源结构。该开关电源输入的交流电压 V_{ac} 通过整流桥 102 和输入滤波电容 103 得到输入电压 V_{in} 。系统启动时通过启动电阻 420 对第一控制电

路 101 的电源 VCC 供电。变压器由原边绕组 408、副边绕组 417 和辅助绕组 409 构成。

[0046] 第一控制电路 401 耦合到变压器原边绕组 408。功率开关管 413 的基极连接第一控制电路 401 的输出端、集电极连接变压器原边绕组 408 的异名端、发射集通过第一电阻 414 接地。

[0047] 变压器原边绕组 408 的同名端通过第二电阻 420 和第二电容 418 串联后接地。变压器辅助绕组 409 的异名端通过第三电阻 415 和第四电阻 416 分压后,与第一控制电路 401 的 FB 输入端相连。同时,变压器辅助绕组 409 的异名端通过第一二极管 419 连接第二电阻 420 和第二电容 418 的公共端,并与第一控制电路 401 的 VCC 端相连,给第一控制电路 401 供电。

[0048] 变压器副边绕组 417 的异名端与第二二极管 412 的阳极连接,第二二极管 412 的阴极连接开关电源的输出端,开关电源的输出端通过并联的第一电容 410 和第五电阻 411 接地。同时,第二控制电路 407 输入端 V_i 和输出端 V_o 分别连在第二二极管 412 的阴极和阳极。

[0049] 第二控制电路 407 的输入端 V_i 接入的是开关电源的输出电压 V_{out} ,因此会随时跟踪输出电压 V_{out} 。当输入电压 V_{out} 低于第一设定电压值,第二控制电路 407 就会在断续工作时间内,通过它的输出端 V_o 发送脉冲信号(见图 7 中的 801),脉冲信号传送到副边绕组 417 的异名端。副边绕组 417 异名端的脉冲,会在相关无源器件的作用下,形成一个阻尼振荡,并经过副边绕组 417 和辅助绕组 409 的耦合,将该振荡反馈到第一控制电路 401 的 FB 引脚,使得 FB 引脚形成一个阻尼振荡波形(见图 7 中的 802)。

[0050] 由于正常的断续时间内,第一控制电路 401 检测到的应该始终是一个为 0 的电压信号,一旦检测到电压的上升,输出电压 V_{out} 低于第一设定电压值,需要重新开启功率开关管 413,通过变压器原边绕组 408 向输出端传输能量。因此,在检测到电压升高后,第一控制电路 401 控制功率开关管 413 导通,通过变压器原边绕组 408 向输出端传输能量,起动新一轮的能量传输,维持输出电压 V_{out} 不变。

[0051] 而当输出电压 V_{out} 大于第一设定电压值时,第二控制电路 407 将不发出任何脉冲,第一控制电路 401 的控制环路断开,没有任何信号使功率开关管 413 导通。这种情况下,输出电压 V_{out} 由于“虚设负载”电阻 411 的消耗会不断下降,直到输出电压小于第一设定电压值,完成对输出电压 V_{out} 的维持。

[0052] 参见图 8,示出本发明的第一控制电路 401 内部结构示意图。包括负载检测模块 601、使能控制模块 602、输出电压检测模块 603、动态监测模块 604 和驱动模块 605。

[0053] 负载检测模块 601 通过不停检测变压器副边绕组 417 导通时间的占空比判断输出负载情况,一旦输出负载下降,达到第一设定负载值,负载检测模块 601 给使能控制模块 602 发送输出轻载信号。与此同时,输出电压检测模块 603 在副边绕组 417 导通时间检测输出电压 V_{out} ,当输出电压 V_{out} 高于预设电压,表明开关电源已经工作在恒压模式,输出电压检测模块 603 给使能控制模块 602 发送恒压信号。

[0054] 在接收到负载检测模块 601 和输出电压检测模块 603 分别发送的输出轻载信号和恒压信号后,使能控制模块 602 发送确认信号到驱动模块 605。表明开关电源的恒压环路由第二控制电路 407、动态检测模块 604 以及驱动模块 605。

[0055] 动态检测模块 604 接收到第二控制电路 407 传送的脉冲信号,发送启动信号到驱

动模块 605, 驱动模块 605 输出导通信号控制功率开关管 413 导通。

[0056] 开关电源工作在不连续阶段时, 第二控制电路 407 一旦检测到输出电压 V_{out} 和相应的时间满足上述合适的条件, 就会发出一个脉冲信号到副边绕组 417, 经过副边绕组 417 与辅助绕组 409 的耦合, 该脉冲信号传输到动态检测模块 604, 动态检测模块 604 将该脉冲信号进行相应处理后发送到驱动模块 605, 驱动模块 605 控制功率开关管 413 的导通或关断。

[0057] 本发明由第一控制电路 401、第二控制电路 407 和变压器共同构成负反馈环路, 实时对输出电压 V_{out} 进行限定, 避免输出电压 V_{out} 将会出现较大的下冲尖峰电压和保持较好的输出动态性能。本发明在轻载时, 限定输出电压 V_{out} 范围, 避免出现输出电压 V_{out} 上冲问题。

[0058] 参见图 9, 示出本发明的开关电源输出情况。根据输出负载的情况, 选择不同的控制电路来控制输出电压, 实现高精度的开关电源电压输出。从图 9 中可以看到, 开关电源的输出轻载上翘问题得到了很好的抑制, 满足了整个负载范围内的高精度电压输出。

[0059] 图 10 是本发明开关电源在动态响应时的电压、电流示意图。可以看出, 应用本发明的开关电源的输出电压动态响应得到很好的改善。

[0060] 依据上述开关电源, 本发明还提供一种开关电源的控制方法。见图 11, 具体包括以下步骤。

[0061] 步骤 S1101、第一控制电路通过检测变压器副边绕组导通时间的占空比判断输出负载情况, 确认输出负载低于第一设定负载值;

[0062] 步骤 S112、第一控制电路在副边绕组导通时间检测输出电压 V_{out} , 确认输出电压 V_{out} 高于预设电压。

[0063] 步骤 S1103、当开关电源的输出电压 V_{out} 低于第一设定电压值时, 第二控制电路发送脉冲信号到第一控制电路;

[0064] 步骤 S1104、第一控制电路控制功率开关管导通, 通过变压器原边绕组向开关电源输出端传输能量。

[0065] 对所公开的实施例的上述说明, 使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下, 在其它实施例中实现。因此, 本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

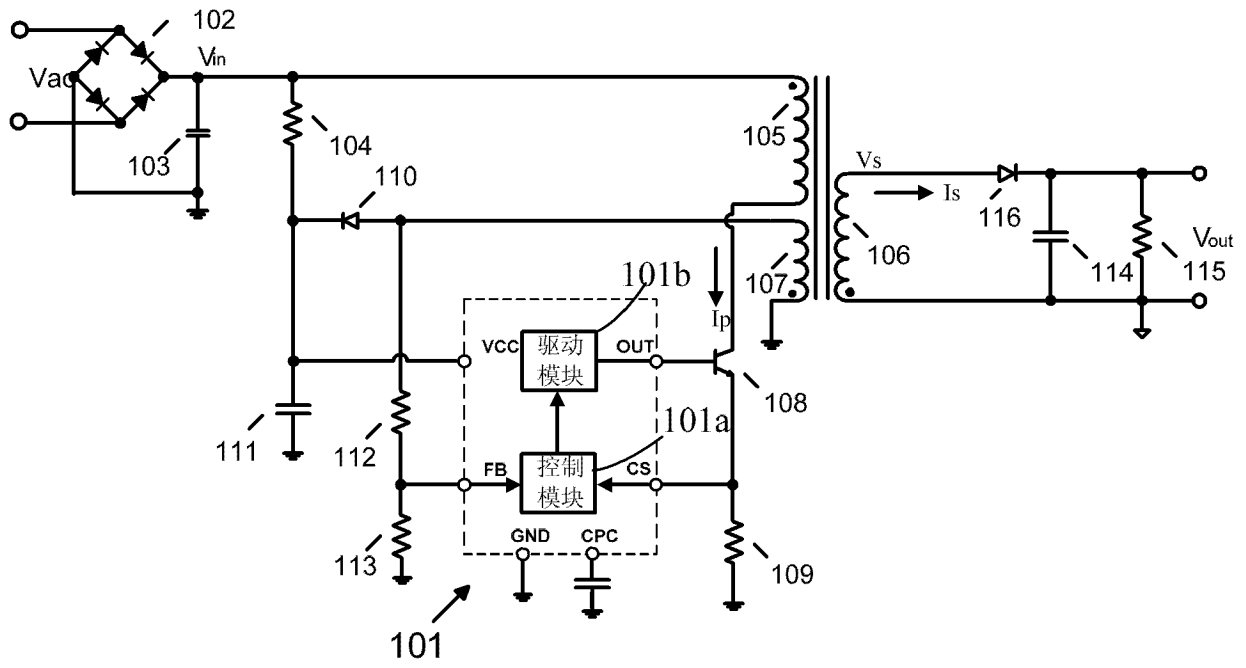


图 1

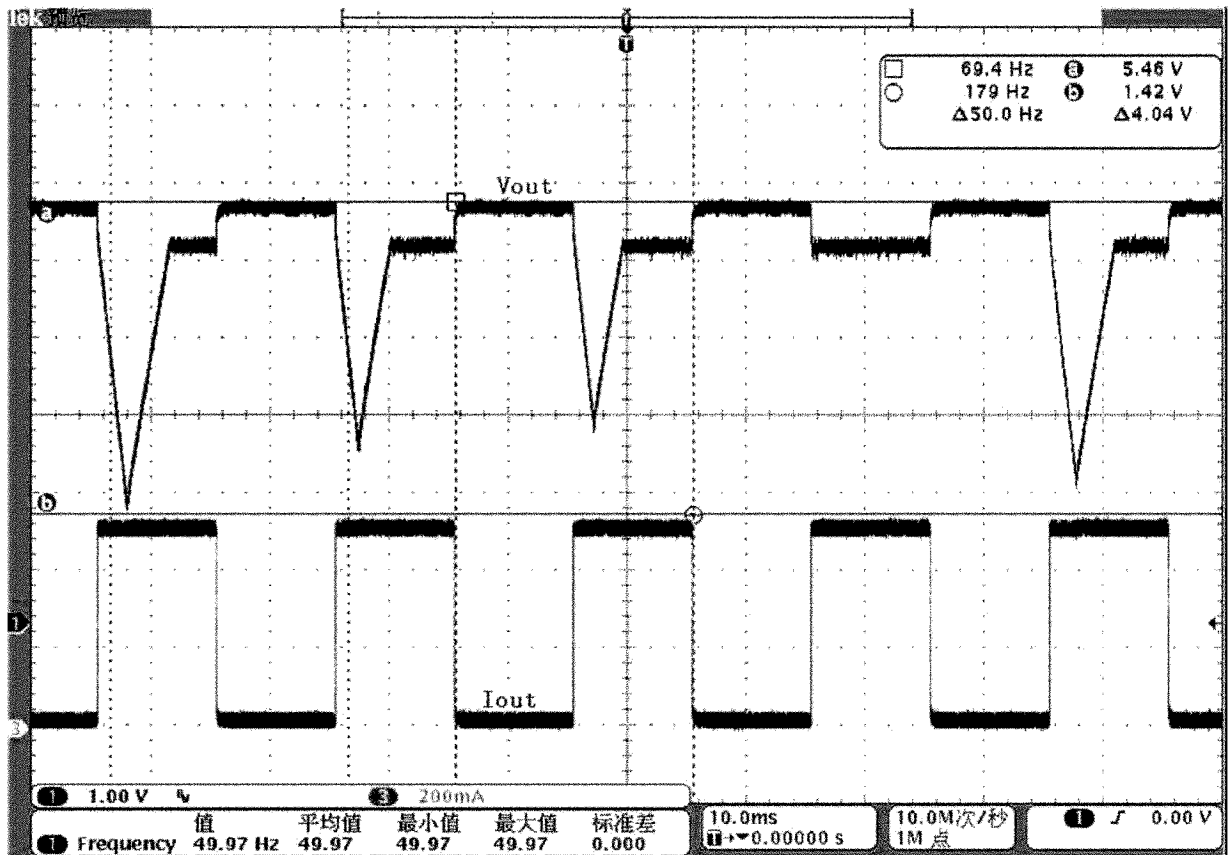


图 2

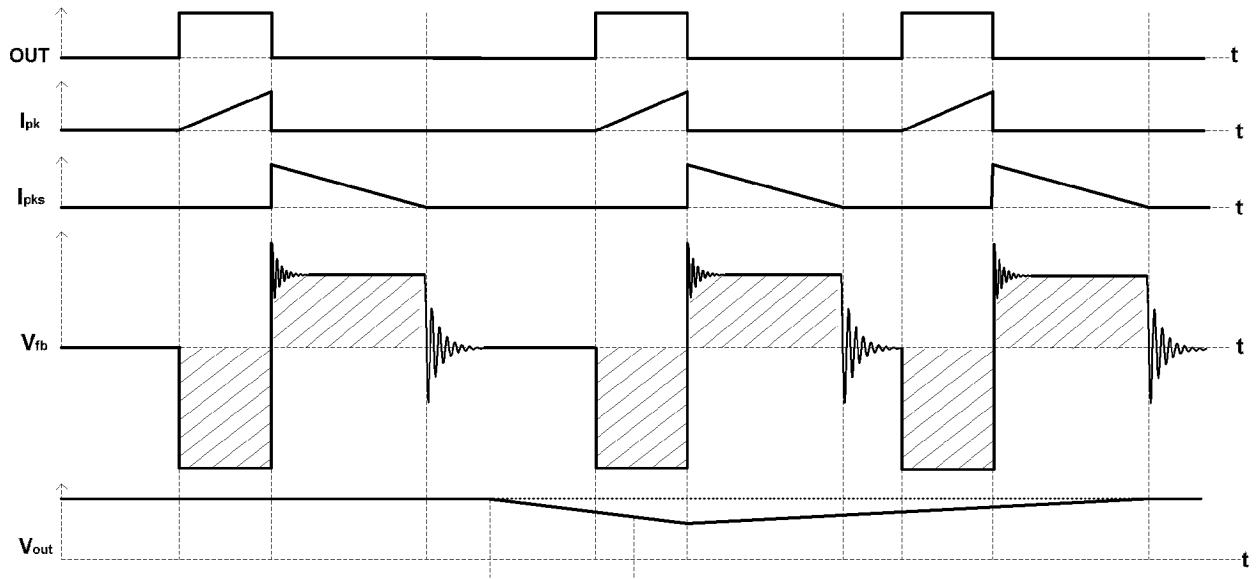


图 3

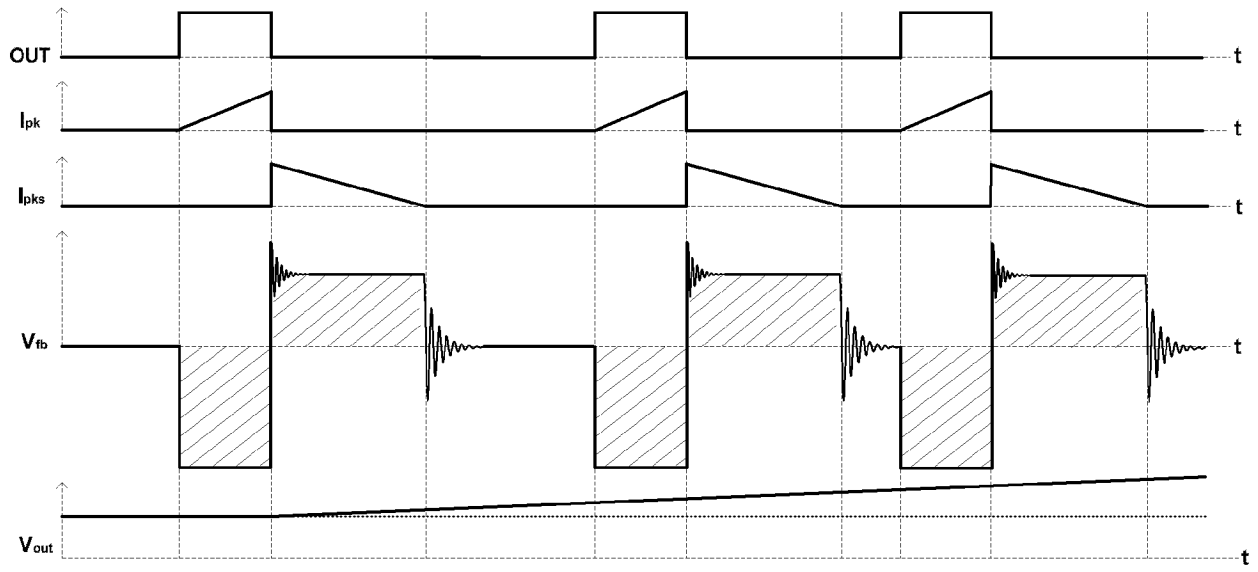


图 4

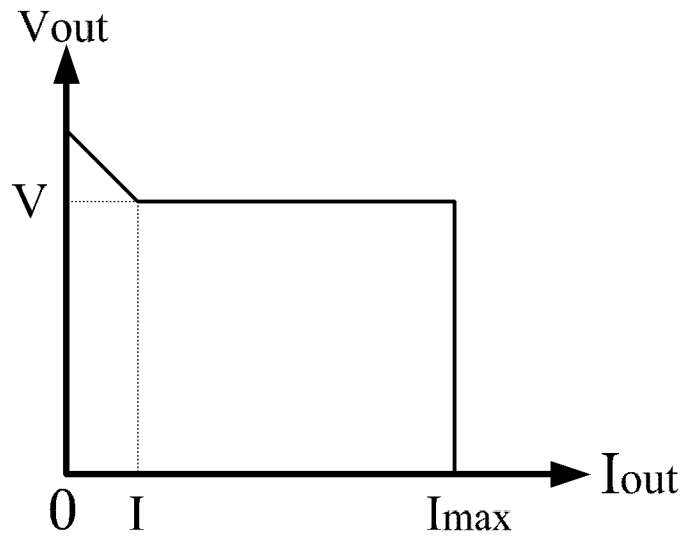


图 5

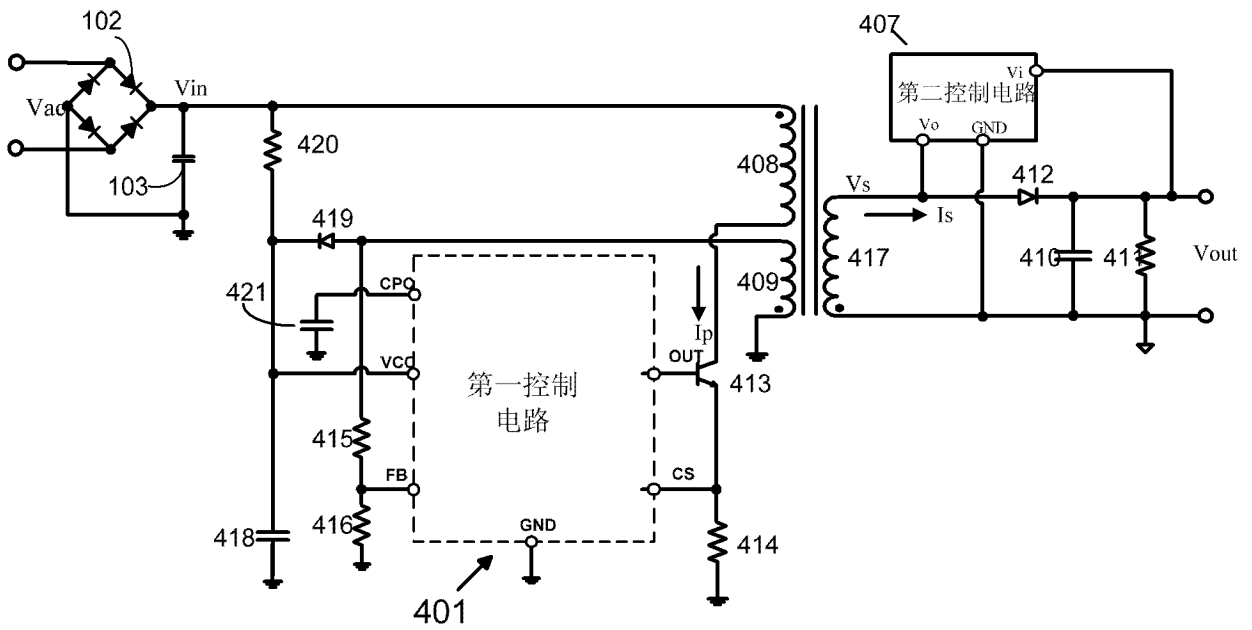


图 6

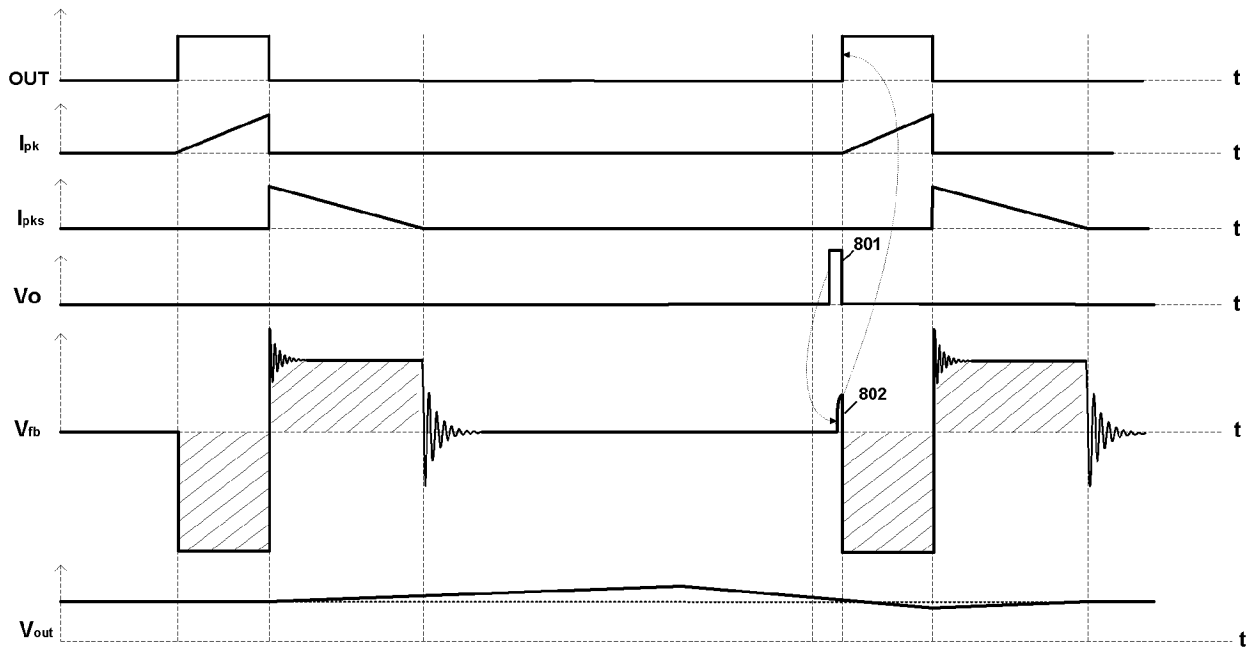


图 7

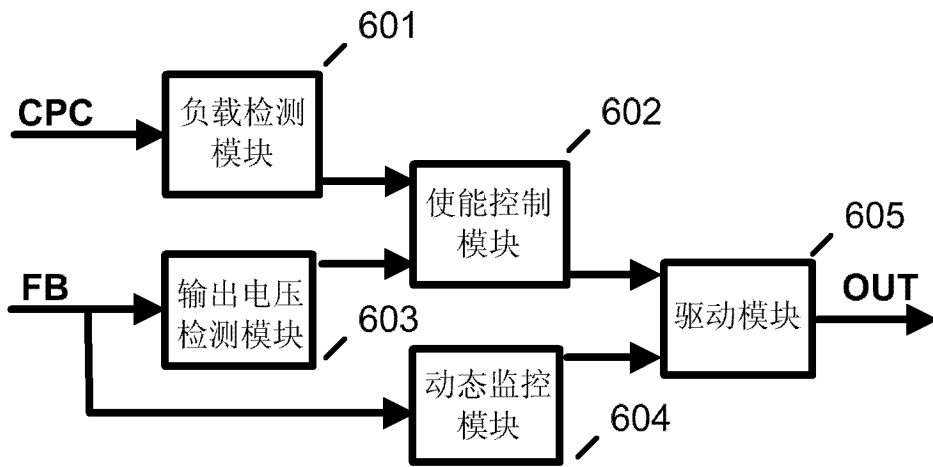


图 8

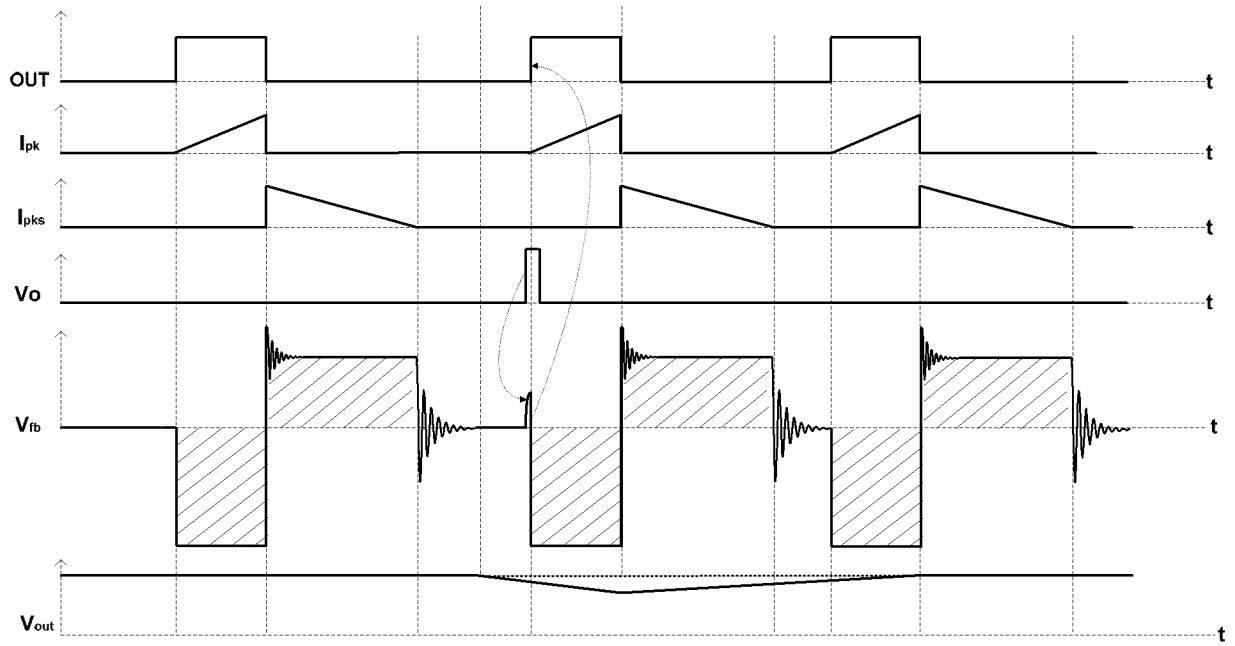


图 9

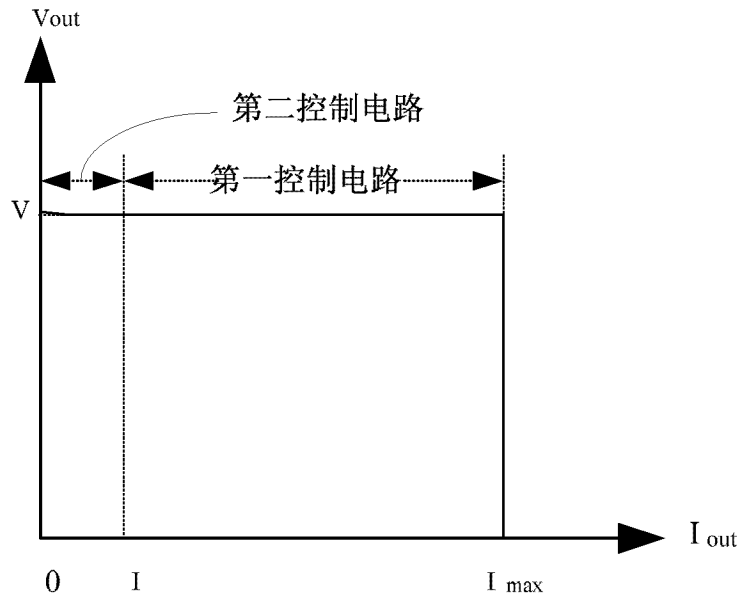


图 10

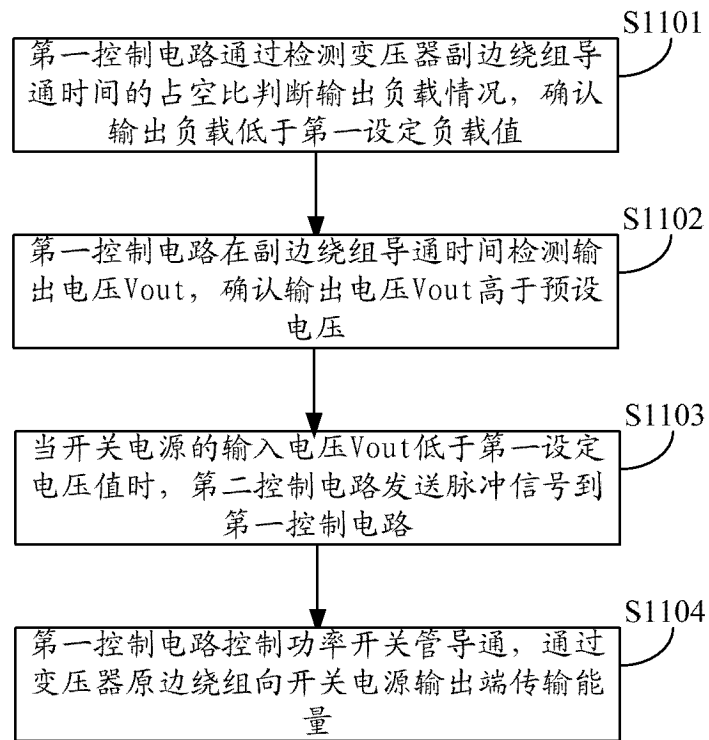


图 11