



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115242055 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202210814789.9

(22) 申请日 2022.07.11

(71) 申请人 圣邦微电子(北京)股份有限公司
地址 100089 北京市海淀区西三环北路87号11层4-1106

(72) 发明人 张宝全

(74) 专利代理机构 北京慧加伦知识产权代理有限公司 16035
专利代理师 李志刚

(51) Int. Cl.

H02M 1/00 (2007.01)

G01R 19/165 (2006.01)

H02M 1/08 (2006.01)

H02M 3/07 (2006.01)

H02M 3/155 (2006.01)

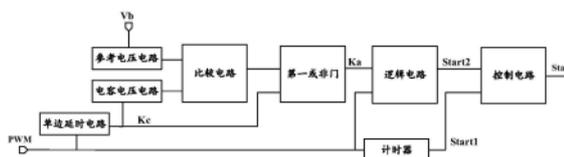
权利要求书3页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

用于DC-DC转换器的检测电路和供电电路

(57) 摘要

本发明公开了一种用于DC-DC转换器的检测电路和供电电路,供电电路设置于DC-DC转换器中并且包括检测电路;检测电路包括单边延时电路、参考电压电路、电容电压电路、比较电路、第一或非门、计时器、逻辑电路、以及控制电路,其中,计时器的输出端耦接控制电路,输出第一触发信号;单边延时电路将调制信号端发出的调制信号的上升沿延时,输出单边延时信号;比较电路比较参考电压电路输出的参考电压值和电容电压电路输出的电容电压值,向第一或非门输入比较结果;第一或非门根据比较结果和单边延时信号,向逻辑电路输入指示信号;逻辑电路基于指示信号输出第二触发信号;控制电路根据第一触发信号和第二触发信号输出触发信号,控制电



1. 一种用于DC-DC转换器的检测电路,其特征在于,所述检测电路设置于DC-DC转换器中并且所述检测电路包括:单边延时电路、参考电压电路、电容电压电路、比较电路、第一或非门、计时器、逻辑电路、以及控制电路,其中:

所述计时器的输入端耦接调制信号端,输出端耦接所述控制电路的第一输入端,所述计时器被配置为输出第一触发信号;

所述单边延时电路的第一端耦接所述调制信号端,第二端耦接所述电容电压电路的第一端和所述第一或非门的第二输入端,所述单边延时电路被配置为将所述调制信号端发出的调制信号的上升沿延时,从输出端输出单边延时信号;

所述参考电压电路的第一端耦接固定电压端,第二端耦接所述比较电路的第一输入端,所述参考电压电路被配置为向所述比较电路的第一输入端输入参考电压值;

所述电容电压电路的第二端耦接所述比较电路的第二输入端,所述电容电压电路被配置为向所述比较电路的第二输入端输入电容电压值;

所述比较电路的输出端耦接所述第一或非门的第一输入端,所述比较电路被配置为比较所述参考电压值和所述电容电压值,向所述第一或非门的第一输入端输入比较结果;

所述第一或非门的输出端耦接所述逻辑电路的第一输入端,所述第一或非门被配置为根据所述比较结果和所述单边延时信号,向所述逻辑电路的第一输入端输入指示信号;

所述逻辑电路的第二输入端耦接所述调制信号端,输出端耦接所述控制电路的第二输入端,所述逻辑电路被配置为输出第二触发信号;以及

所述控制电路的输出端耦接电荷泵,所述控制电路被配置为根据所述第一触发信号和所述第二触发信号输出触发信号,控制所述电荷泵在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,所述第一开关状态为所述电荷泵开启,所述第二开关状态为所述电荷泵关闭。

2. 根据权利要求1所述的检测电路,其特征在于,所述比较电路包括比较器以及第一反相器,其中:

所述比较器的同相输入端耦接所述参考电压电路的第二端,所述比较器的反相输入端耦接所述电容电压电路的第二端,所述比较器的输出端耦接所述第一反相器的第一端;

所述第一反相器的第二端耦接所述第一或非门的第一输入端。

3. 根据权利要求2所述的检测电路,其特征在于,所述参考电压电路的第三端为接地端;

所述参考电压电路包括第一电阻器以及第二电阻器,其中:

所述第一电阻器的第一端耦接固定电压端,所述第一电阻器的第二端耦接所述比较器的同相输入端和所述第二电阻器的第一端;

所述第二电阻器的第二端耦接接地端。

4. 根据权利要求2所述的检测电路,其特征在于,所述电容电压电路的第三端为接地端;

所述电容电压电路包括:电流源、第一电容器、以及第一晶体管,其中:

所述电流源耦接所述第一电容器的第一端、所述第一晶体管的第一极和所述比较器的反相输入端;

所述第一晶体管的控制极耦接所述单边延时电路的输出端,所述第一晶体管的第二极和所述第一电容器的第二端分别耦接接地端。

5. 根据权利要求1所述的检测电路,其特征在于,所述计时器被配置为当第一晶体管的开启时长大于时长阈值时,根据调制信号端发出的调制信号输出第一触发信号,所述调制信号包括脉冲宽度调制信号。

6. 根据权利要求1所述的检测电路,其特征在于,所述电容电压电路包括第一晶体管,所述单边延时电路的第二端耦接所述第一晶体管的控制极和所述第一或非门的第二输入端,所述单边延时电路的第三端耦接电源端,所述单边延时电路的第四端为接地端;

所述单边延时电路包括第二反相器、第二晶体管、第三晶体管、第三电阻器、以及第二电容器,其中:

所述第二反相器的第一端耦接所述调制信号端,所述第二反相器的第二端反相后耦接所述第二晶体管的控制极,所述第二反相器的第二端耦接所述第三晶体管的控制极;

所述第二晶体管的第一极耦接公共电源端,所述第二晶体管的第二极耦接所述第三电阻器的第一端;

所述第三晶体管的第一极耦接所述第三电阻器的第二端和所述第二电容器的第一端,所述第三晶体管的第二极耦接所述第二电容器的第二端和接地端。

7. 根据权利要求1所述的检测电路,其特征在于,所述逻辑电路包括:与非门、第三反相器、复位电路、以及触发器,其中:

所述与非门的第一输入端耦接所述第一或非门的输出端,所述与非门的第二输入端耦接所述调制信号端,所述与非门的输出端耦接所述第三反相器的第一端;

所述第三反相器的第二端耦接所述触发器的第一输入端;

所述复位电路的输入端耦接所述调制信号端,所述复位电路的输出端耦接所述触发器的第二输入端,所述复位电路被配置为根据所述调制信号端发出的调制信号的下降沿将所述第二触发信号复位为低电平;

所述触发器的输出端耦接所述控制电路的第二输入端,所述触发器被配置为根据所述第三反相器的第二端输出的控制信号和所述复位电路的输出端输出的复位信号,输出第二触发信号。

8. 根据权利要求7所述的检测电路,其特征在于,所述复位电路包括:第四晶体管、第四电阻器、第三电容器、以及第二或非门,其中:

所述第四晶体管的控制极耦接所述调制信号端,所述第四晶体管的第一极耦接所述第四电阻器的第二端、所述第三电容器的第一端和所述第二或非门的第一输入端,所述第四晶体管的第二极耦接所述第三电容器的第二端和接地端;

所述第四电阻器的第一端耦接公共电源端;

所述第二或非门的第二输入端耦接所述调制信号端,所述第二或非门的输出端耦接所述触发器的第二输入端,所述第二或非门被配置为向所述触发器的第二输入端输入复位信号。

9. 根据权利要求7所述的检测电路,其特征在于,所述控制电路包括第三或非门以及第四反相器,其中:

所述第三或非门的第一输入端耦接所述计时器的输出端,所述第三或非门的第二输入端耦接所述触发器的输出端,所述第三或非门的输出端耦接所述第四反相器的第一端;

所述第四反相器的第二端耦接电荷泵,所述第四反相器输出触发信号,控制所述电荷

泵的开关。

10. 一种用于DC-DC转换器的供电电路,其特征在于,所述供电电路设置于DC-DC转换器中,并且所述供电电路包括权利要求1-9任意一项所述的用于DC-DC转换器的检测电路,所述供电电路还包括:第一充电电路、第二充电电路、第四电容器、驱动电路、第五晶体管、第一二极管、电感器、以及输出电路,其中:

所述第一充电电路的第一端耦接输入电压端,所述第一充电电路的第二端耦接所述第二充电电路的第二端、第四电容器的第一端和所述驱动电路的第一端;

所述第二充电电路的第一端耦接所述检测电路中的控制电路的输出端,所述第二充电电路被配置为根据所述控制电路输出的触发信号对所述第四电容器进行充电;

所述驱动电路的输入端耦接调制信号端,所述驱动电路的输出端耦接所述第五晶体管的控制极,所述驱动电路被配置为根据输入的调制信号驱动所述第五晶体管;

所述第五晶体管的第一极耦接所述输入电压端,所述第五晶体管的第二极耦接所述第四电容器的第二端、所述驱动电路的第二端、所述第一二极管的第二端和所述电感器的第一端;

所述第一二极管的第一端耦接接地端;

所述电感器的第二端耦接输出电压端;以及

所述输出电路被配置为根据流过所述电感器的电感电流生成输出电压信号。

用于DC-DC转换器的检测电路和供电电路

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路技术领域,具体涉及一种用于DC-DC转换器的检测电路和供电电路。

背景技术

[0002] 随着集成电路市场的日趋扩大,直流转直流(DC-DC)转换器也得到了快速发展,作为一种开关电源技术,DC-DC转换器具有动态响应快、控制简单等优点,具有广泛的应用。为了保证DC-DC转换器中功率管能正常工作,需要采用自举电容(BST电容)为功率管的驱动部分进行供电,并且,在一些锂电池应用环境下,还期待BST电容的使用时间最大化,系统除了常规应用以外还能够提供功率管接近100%占空比的工作模式。

[0003] 由于常规BST电容是在功率管关闭的时间段内进行充电,当占空比接近100%后,会由于BST电容补电时间不足造成BST电容欠压,在这种情况下,需要接入电荷泵为BST电容供电。然而,相关技术中电荷泵在为BST电容供电时,往往会增加功率管的导通阻抗,降低电路的工作效率。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种用于DC-DC转换器的检测电路和供电电路,以解决现有技术中电荷泵为BST电容充电补电出现的增加功率管的导通阻抗,降低电路的工作效率的问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的第一方面提供了一种用于DC-DC转换器的检测电路,检测电路设置于DC-DC转换器中并且检测电路包括:单边延时电路、参考电压电路、电容电压电路、比较电路、第一或非门、计时器、逻辑电路、以及控制电路,其中:

[0006] 计时器的输入端耦接调制信号端,输出端耦接控制电路的第一输入端,计时器被配置为输出第一触发信号;

[0007] 单边延时电路的第一端耦接调制信号端,第二端耦接电容电压电路的第一端和第一或非门的第二输入端,单边延时电路被配置为将调制信号端发出的调制信号的上升沿延时,从输出端输出单边延时信号;

[0008] 参考电压电路的第一端耦接固定电压端,第二端耦接比较电路的第一输入端,参考电压电路被配置为向比较电路的第一输入端输入参考电压值;

[0009] 电容电压电路的第二端耦接比较电路的第二输入端,电容电压电路被配置为向比较电路的第二输入端输入电容电压值;

[0010] 比较电路的输出端耦接第一或非门的第一输入端,比较电路被配置为比较参考电压值和电容电压值,向第一或非门的第一输入端输入比较结果;

[0011] 第一或非门的输出端耦接逻辑电路的第一输入端,第一或非门被配置为根据比较结果和单边延时信号,向逻辑电路的第一输入端输入指示信号;

[0012] 逻辑电路的第二输入端耦接调制信号端,输出端耦接控制电路的第二输入端,逻

辑电路被配置为输出第二触发信号;以及

[0013] 控制电路的输出端耦接电荷泵,控制电路被配置为根据第一触发信号和第二触发信号输出触发信号,控制电荷泵在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,第一开关状态为电荷泵开启,第二开关状态为电荷泵关闭。

[0014] 可选地,比较电路包括比较器以及第一反相器,其中:

[0015] 比较器的同相输入端耦接参考电压电路的第二端,比较器的反相输入端耦接电容电压电路的第二端,比较器的输出端耦接第一反相器的第一端;

[0016] 第一反相器的第二端耦接第一或非门的第一输入端。

[0017] 进一步地,参考电压电路的第三端为接地端;

[0018] 参考电压电路包括第一电阻器以及第二电阻器,其中:

[0019] 第一电阻器的第一端耦接固定电压端,第一电阻器的第二端耦接比较器的同相输入端和第二电阻器的第一端;

[0020] 第二电阻器的第二端耦接接地端。

[0021] 进一步地,电容电压电路的第三端为接地端;

[0022] 电容电压电路包括:电流源、第一电容器、以及第一晶体管,其中:

[0023] 电流源耦接第一电容器的第一端、第一晶体管的第一极和比较器的反相输入端;

[0024] 第一晶体管的控制极耦接单边延时电路的输出端,第一晶体管的第二极和第一电容器的第二端分别耦接接地端。

[0025] 可选地,计时器被配置为当第一晶体管的开启时长大于时长阈值时,根据调制信号端发出的调制信号输出第一触发信号,调制信号包括脉冲宽度调制信号。

[0026] 可选地,电容电压电路包括第一晶体管,单边延时电路的第二端耦接第一晶体管的控制极和第一或非门的第二输入端,单边延时电路的第三端耦接电源端,单边延时电路的第四端为接地端;

[0027] 单边延时电路包括第二反相器、第二晶体管、第三晶体管、第三电阻器、以及第二电容器,其中:

[0028] 第二反相器的第一端耦接调制信号端,第二反相器的第二端反相后耦接第二晶体管的控制极,第二反相器的第二端耦接第三晶体管的控制极;

[0029] 第二晶体管的第一极耦接公共电源端,第二晶体管的第二极耦接第三电阻器的第一端;

[0030] 第三晶体管的第一极耦接第三电阻器的第二端和第二电容器的第一端,第三晶体管的第二极耦接第二电容器的第二端和接地端。

[0031] 可选地,逻辑电路包括:与非门、第三反相器、复位电路、以及触发器,其中:

[0032] 与非门的第一输入端耦接第一或非门的输出端,与非门的第二输入端耦接调制信号端,与非门的输出端耦接第三反相器的第一端;

[0033] 第三反相器的第二端耦接触发器的第一输入端;

[0034] 复位电路的输入端耦接调制信号端,复位电路的输出端耦接触发器的第二输入端,复位电路被配置为根据调制信号端发出的调制信号的下降沿将第二触发信号复位为低电平;

[0035] 触发器的输出端耦接控制电路的第二输入端,触发器被配置为根据第三反相器的

第二端输出的控制信号和复位电路的输出端输出的复位信号,输出第二触发信号。

[0036] 进一步地,复位电路包括:第四晶体管、第四电阻器、第三电容器、以及第二或非门,其中:

[0037] 第四晶体管的控制极耦接调制信号端,第四晶体管的第一极耦接第四电阻器的第二端、第三电容器的第一端和第二或非门的第一输入端,第四晶体管的第二极耦接第三电容器的第二端和接地端;

[0038] 第四电阻器的第一端耦接公共电源端;

[0039] 第二或非门的第二输入端耦接调制信号端,第二或非门的输出端耦接触发器的第二输入端,第二或非门被配置为向触发器的第二输入端输入复位信号。

[0040] 进一步地,控制电路包括第三或非门以及第四反相器,其中:

[0041] 第三或非门的第一输入端耦接计时器的输出端,第三或非门的第二输入端耦接触发器的输出端,第三或非门的输出端耦接第四反相器的第一端;

[0042] 第四反相器的第二端耦接电荷泵,第四反相器输出触发信号,控制电荷泵的开关。

[0043] 本发明的第二方面提供了一种用于DC-DC转换器的供电电路,供电电路设置于DC-DC转换器中,并且供电电路包括第一方面任意一项的用于DC-DC转换器的检测电路,供电电路还包括:第一充电电路、第二充电电路、第四电容器、驱动电路、第五晶体管、第一二极管、电感器、以及输出电路,其中:

[0044] 第一充电电路的第一端耦接输入电压端,第一充电电路的第二端耦接第二充电电路的第二端、第四电容器的第一端和驱动电路的第一端;

[0045] 第二充电电路的第一端耦接检测电路中的控制电路的输出端,第二充电电路被配置为根据控制电路输出的触发信号对第四电容器进行充电;

[0046] 驱动电路的输入端耦接调制信号端,驱动电路的输出端耦接第五晶体管的控制极,驱动电路被配置为根据输入的调制信号驱动第五晶体管;

[0047] 第五晶体管的第一极耦接输入电压端,第五晶体管的第二极耦接第四电容器的第二端、驱动电路的第二端、第一二极管的第二端和电感器的第一端;

[0048] 第一二极管的第一端耦接接地端;

[0049] 电感器的第二端耦接输出电压端;以及

[0050] 输出电路被配置为根据流过电感器的电感电流生成输出电压信号。

[0051] 可选地,第一充电电路包括:LDO模块以及第二二极管,其中:

[0052] LDO模块的第一端耦接输入电压端,LDO模块的第二端耦接第二二极管的第一端;

[0053] 第二二极管的第二端耦接第二充电电路的第二端、第四电容器的第一端和驱动电路的第一端。

[0054] 可选地,第二充电电路包括:电荷泵以及第三二极管,其中:

[0055] 电荷泵的第一端耦接检测电路中的控制电路的输出端,电荷泵的第二端耦接第三二极管的第一端,电荷泵被配置为根据控制电路输出的触发信号在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,第一开关状态为电荷泵开启,经由第三二极管对第四电容器进行充电,第二开关状态为电荷泵关闭;

[0056] 第三二极管的第二端耦接第一充电电路的第二端、第四电容器的第一端和驱动电路的第一端。

[0057] 可选地,输出电路包括:第五电阻器、第六电阻器、以及第五电容器,其中:

[0058] 第五电阻器的第一端耦接电感器的第二端、第六电阻器的第一端和输出电压端,第三电阻器的第二端耦接接地端;

[0059] 第六电阻器的第二端耦接第五电容器的第一端;

[0060] 第五电容器的第二端耦接接地端。

[0061] 在本发明实施例提供的用于DC-DC转换器的检测电路中,检测电路设置于DC-DC转换器中并且检测电路包括:单边延时电路、参考电压电路、电容电压电路、比较电路、第一或非门、计时器、逻辑电路、以及控制电路,其中,计时器的输入端耦接调制信号端,输出端耦接控制电路的第一输入端,计时器被配置为输出第一触发信号;单边延时电路的第一端耦接调制信号端,第二端耦接电容电压电路的第一端和第一或非门的第二输入端,单边延时电路被配置为将调制信号端发出的调制信号的上升沿延时,从输出端输出单边延时信号;参考电压电路的第一端耦接固定电压端,第二端耦接比较电路的第一输入端,参考电压电路被配置为向比较电路的第一输入端输入参考电压值;电容电压电路的第二端耦接比较电路的第二输入端,电容电压电路被配置为向比较电路的第二输入端输入电容电压值;比较电路的输出端耦接第一或非门的第一输入端,比较电路被配置为比较参考电压值和电容电压值,向第一或非门的第一输入端输入比较结果;通过比较电路检测参考电压值和电容电压值的大小,在电容电压值小于参考电压值时检测出供电不足,此时需要开启电荷泵进行供电;

[0062] 第一或非门的输出端耦接逻辑电路的第一输入端,第一或非门被配置为根据比较结果和单边延时信号,向逻辑电路的第一输入端输入指示信号;逻辑电路的第二输入端耦接调制信号端,输出端耦接控制电路的第二输入端,逻辑电路被配置为输出第二触发信号;控制电路的输出端耦接电荷泵,控制电路被配置为根据第一触发信号和第二触发信号输出触发信号,控制电荷泵在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,第一开关状态为电荷泵开启,第二开关状态为电荷泵关闭。控制电路根据第一触发信号和第二触发信号控制电荷泵开启和关闭,在供电电压不足时通过控制电荷泵开启为电容供电,并提供较高电压,可以明显降低功率管的导通阻抗,提升效率,解决现有技术中电荷泵为BST电容充电补电出现的增加功率管的导通阻抗、降低电路的工作效率的问题。

附图说明

[0063] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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方式,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。

[0064] 图1为传统的用于DC-DC转换器的供电电路的电路图;

[0065] 图2为本发明实施例提供的用于DC-DC转换器的检测电路的示例性框图;

[0066] 图3为本发明实施例提供的用于DC-DC转换器的检测电路的示例性电路图;

[0067] 图4为本发明实施例提供的检测电路中第一触发信号的示例性波形图;

[0068] 图5为本发明实施例提供的检测电路中第二触发信号的示例性波形图;

[0069] 图6为本发明实施例提供的用于DC-DC转换器的供电电路的示例性电路图。

具体实施方式

[0070] 为了使本发明的实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图,对本发明的实施例的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,也都属于本发明保护的范围。

[0071] 除非另外定义,否则在此使用的所有术语(包括技术和科学术语)具有与本发明主题所属领域的技术人员所通常理解的相同含义。进一步将理解的是,诸如在通常使用的词典中定义的那些的术语应解释为具有与说明书上下文和相关技术中它们的含义一致的含义,并且将不以理想化或过于正式的形式来解释,除非在此另外明确定义。如在此所使用的,将两个或更多部分“连接”或“耦接”到一起的陈述应指这些部分直接结合到一起或通过一个或多个中间部件结合。

[0072] 在本发明的所有实施例中,由于晶体管的源极和漏极(发射极和集电极)是对称的,并且N型晶体管和P型晶体管的源极和漏极(发射极和集电极)之间的导通电流方向相反,因此在本发明的实施例中,将晶体管的受控中间端称为控制极,将晶体管的其余两端分别称为第一极和第二极。本发明的实施例中所采用的晶体管主要是开关晶体管。另外,诸如“第一”和“第二”的术语仅用于将一个部件(或部件的一部分)与另一个部件(或部件的另一部分)区分开。

[0073] 图1示出了一种用于DC-DC转换器的供电电路的示例性电路图。通过DC-DC转换器能将一个直流电压转换成其他的直流电压,其中,PWM为采用脉冲宽度调制方式的功率管开启信号,开关脉冲的频率一定,通过改变脉冲输出宽度,使输出电压达到稳定;BST-UVLO为当BST的电压低于参考值VREF时,输出的开启电荷泵信号;LDO模块为低压差线性稳压器,是一种线性的降压型的电源管理芯片,作用是稳定输出一个固定电压;Charge_pump为电荷泵,用于在一定条件下为BST电容Cbst供电;SBD为肖特基二极管;BST和SW代表电路中的两个节点及各自对应的电压值;Vin为输入电压,Vb为Vin经过LDO模块后的固定电压,Vout为输出电压,Cout为输出电容,Resr为等效串联电阻。

[0074] BUCK型DC-DC应用中,当选择NMOS场效应管作为功率管时,需要一个BST电容来为其驱动部分高边驱动Driver_Hside进行供电。

[0075] 一些锂电池应用环境下,期待使用时间最大化,希望系统除了常规应用以外还能够提供100%占空比或接近于100%占空比的工作模式。系统工作在接近于100%占空比下,BST电容Cbst基本上没有充电时间,而在100%占空比下,BST电容Cbst则完全失去了充电时间,随着开启时间的加长,如果没有电源补给,则无法维持100%开启状态,因此需要电荷泵来为BST电容供电,这种情况下,电荷泵何时接入进来为BST电容供电,便成为此类方案的一个研究方向。

[0076] 为了应对电荷泵何时供电的问题,相关技术中会设置一个BST的UVLO来检测BST电压,如图1所示,UVLO比较器为迟滞比较器,参考点为参考电压值VREF±,迟滞下限为VREF-,迟滞上限为VREF+。如果BST-SW<VREF-,则输出BST_UVLO为高,表示BST电容Cbst欠压,电荷泵开启工作,对BST电容Cbst充电;如果BST-SW>VREF+,则输出BST_UVLO变低,表示BST电容电压差满足应用要求,电荷泵停止工作。

[0077] 然而,该方案带有一个重要弊端:BST电容电压差不降低到UVLO的时候,电荷泵是

不工作的,即使工作了也无法等到BST电容电压差等于固定电压 V_b 后再停止电荷泵的充电。BST电容电压差小于 V_{REF-} 时,电荷泵开启, V_c 为BST电容 C_{bst} 补电;当 V_c 为BST电容 C_{bst} 充电补电至大于 V_{REF+} 时,电荷泵关闭,停止为BST电容补电,BST电容 C_{bst} 为高边功率管HS驱动部分供电一段时间后,由于电压消耗和漏电损耗,BST电容电压差又减小至小于 V_{REF-} 。因此,BST电容电压差一直处于 $V_{REF\pm}$,这样功率管的 V_{gs} 电压就会处于BST_UVLO的值,直接增加了功率管的自身导通阻抗,进而拉低了系统效率。

[0078] 本发明实施例提供了一种用于DC-DC转换电路的检测电路和供电电路,其中,供电电路包括检测电路,检测电路的示例性电路图如图3所示,供电电路的示例性电路图如图6所示。利用供电电路使得BST电容 C_{bst} 为高边功率管HS驱动部分供电,并且,为了在BST电容电压差降低时为BST电容 C_{bst} 充电补电,利用检测电路BST-Test电路决定何时开启电荷泵为BST电容充电,以减小功率管的导通阻抗,提升电路的工作效率。

[0079] 连续导通模式(CCM模式)下,在一个开关周期内,电感的电流是连续的,电流不会归0,电感从不“复位”;下面首先从能量守恒的角度计算CCM模式下的BST电容电荷总量问题。

[0080] 在 T_{off} 时间段内, $SW=0$,BST电容由 V_{in} 经过LDO模块的输出 V_b 补电,补充电流均值记作 I_i ,补充的电荷量为: $I_i * T_{off}$;

[0081] 在 T_{on} 时间段内,功率管开启,在忽略功率管导通阻抗的情况下, $SW=V_{in}$,BST漏电流均值 I_o ,漏掉的电荷量为 $I_o * T_{on}$,对功率管栅极充电时消耗的电荷量为 $Q_{tot} = V_{gs} * C_{eq}$,其中, Q_{tot} 为将功率管栅极电位由0充电到目标值 V_{gs} 所需消耗的总电荷量; $C_{eq} = Q_{tot} / V_{gs}$,为这个充电过程中栅极等效的电容量。

[0082] 在供电电路中,保持BST供电充足的前提是 $I_i * T_{off} > I_o * T_{on} + Q_{tot}$;反之,随着时间的推移,BST电容的电荷量就会入不敷出而掉电,所以只要满足公式 $I_i * T_{off} < I_o * T_{on} + Q_{tot}$ 时,电荷泵就需要被开启。

[0083] 根据上述公式可知:

[0084] (1) 当功率管以100%占空比开启时, $T_{off}=0$,所以必须开启电荷泵;

[0085] (2) 当功率管非100%占空比时,由于 I_o / I_i 值非常小,所以 T_{on} 项可以忽略,上述公式可以调整为: $I_i * T_{off} < Q_{tot}$,其中, $Q_{tot} = V_{gs} * C_{eq}$ 可以通过仿真模型计算得到, V_{gs} 取极限值 V_b , V_b 为高电压应用时经过LDO模块输出的一个固定电压, V_b 的值决定了BST电容的电压差值,在低电压应用时,可以去掉LDO模块,此时 $V_b = V_{in}$ 。因此,可以做一个比例缩放,定义一个电流源 $I_{ia} = I_i / n$,和一个模拟电容量 $C1 = C_{eq} / m$,可以得到: $I_{ia} * T_{off} / C1 < V_b * m / n$,在这种条件下开启电荷泵,则可以保证满足需求。

[0086] 下面讨论满足前述(1)和(2)中开启电荷泵方案的电路图。

[0087] 情况A:针对前文中(1)开启电荷泵方案,可以采用计时器实现,计时器检测功率管开启时间 T_{on} 超过时长阈值时,开启电荷泵对BST电容进行充电,例如,时长阈值可以根据实际供电电路的情况设为10us或20us;

[0088] 情况B:针对前文中(2)开启电荷泵方案,只要做一个满足公式 $I_{ia} * T_{off} / C1 < V_b * m / n$ 的检测电路BST_Test即可,当电容 $C1$ 两端电压值 $I_{ia} * T_{off} / C1$ 小于参考电压值 $V_{ref} = V_b * m / n$ 时,开启电荷泵对BST电容进行充电。

[0089] 将满足上述情况A的电路和满足上述情况B的电路合并到同一个检测电路中,则可

得到检测电荷泵开启条件的检测电路,例如图2和图3中示出的本发明实施例提供的用于DC-DC转换器的检测电路的示例性框图和示例性电路图,其中,检测电路设置于DC-DC转换器中并且检测电路BST_Test包括:单边延时电路、参考电压电路、电容电压电路、比较电路、第一或非门、计时器、逻辑电路、以及控制电路,其中:

[0090] 计时器的输入端耦接调制信号端PWM,输出端耦接控制电路的第一输入端,计时器被配置为输出第一触发信号Start1;当计时器统计功率管HS开启时间 T_{on} 大于时长阈值 T_a 时,输出第一触发信号Start1到控制电路,以使控制电路控制电荷泵开启。

[0091] 单边延时电路的第一端耦接调制信号端PWM,第二端耦接电容电压电路的第一端和第一或非门的第二输入端,单边延时电路被配置为将调制信号端PWM发出的调制信号的上升沿延时,从输出端输出单边延时信号 K_c ;

[0092] 参考电压电路的第一端耦接固定电压端 V_b ,第二端耦接比较电路的第一输入端,参考电压电路被配置为向比较电路的第一输入端输入参考电压值 V_{ref} ;

[0093] 电容电压电路的第二端耦接比较电路的第二输入端,电容电压电路被配置为向比较电路的第二输入端输入电容电压值;

[0094] 比较电路的输出端耦接第一或非门的第一输入端,比较电路被配置为比较参考电压值 V_{ref} 和电容电压值,向第一或非门的第一输入端输入比较结果;

[0095] 第一或非门的输出端耦接逻辑电路的第一输入端,第一或非门被配置为根据比较结果和单边延时信号 K_c ,向逻辑电路的第一输入端输入指示信号 K_a ;

[0096] 逻辑电路的第二输入端耦接调制信号端PWM,输出端耦接控制电路的第二输入端,逻辑电路被配置为输出第二触发信号Start2;逻辑电路输出第二触发信号Start2到控制电路,通过控制电路控制电荷泵的开启和关闭。

[0097] 控制电路的输出端耦接电荷泵,控制电路被配置为根据第一触发信号Start1和第二触发信号Start2输出触发信号Start,控制电荷泵在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,第一开关状态为电荷泵开启,第二开关状态为电荷泵关闭。控制电路根据第一触发信号Start1或第二触发信号Start2输出触发信号Start,控制电荷泵的开启和关闭,当控制电荷泵开启时,电荷泵为BST电容 C_{bst} 充电补电,当控制电荷泵关闭时,电荷泵处于不工作状态,不为BST电容 C_{bst} 充电。

[0098] 在本发明一种可选的实施方式中,比较电路包括比较器COMP以及第一反相器,其中:

[0099] 比较器COMP的同相输入端耦接参考电压电路的第二端,比较器COMP的反相输入端耦接电容电压电路的第二端,比较器COMP的输出端耦接第一反相器的第一端;

[0100] 第一反相器的第二端耦接第一或非门的第一输入端。

[0101] 进一步的,参考电压电路的第三端为接地端GND;参考电压电路包括第一电阻器R1以及第二电阻器R2,其中:

[0102] 第一电阻器R1的第一端耦接固定电压端 V_b ,第一电阻器R1的第二端耦接比较器COMP的同相输入端和第二电阻器R2的第一端;

[0103] 第二电阻器R2的第二端耦接接地端GND。

[0104] 进一步的,电容电压电路的第三端为接地端GND;电容电压电路包括:电流源 I_{ia} 、第一电容器C1、以及第一晶体管Q,其中:

[0105] 电流源Iia耦接第一电容器C1的第一端、第一晶体管Q的第一极和比较器COMP的反相输入端；

[0106] 第一晶体管Q的控制极耦接单边延时电路的输出端，第一晶体管Q的第二极和第一电容器C1的第二端分别耦接接地端GND，第一晶体管可以为N型晶体管。

[0107] 在本发明一种优选的实施方式中，计时器被配置为当第一晶体管Q的开启时长 T_{on} 大于时长阈值 T_a 时，根据调制信号端PWM发出的调制信号输出第一触发信号Start1为高电平，控制电荷泵开启，为BST电容充电，其中；调制信号包括脉冲宽度调制信号。

[0108] 在本发明一种可选的实施方式中，电容电压电路包括第一晶体管Q，单边延时电路的第二端耦接第一晶体管Q的控制极和第一或非门的第二输入端，单边延时电路的第三端耦接电源端，单边延时电路的第四端为接地端GND；

[0109] 单边延时电路包括第二反相器、第二晶体管、第三晶体管、第三电阻器Ra、以及第二电容器Ca，其中：

[0110] 第二反相器的第一端耦接调制信号端PWM，第二反相器的第二端反相后耦接第二晶体管的控制极，第二反相器的第二端耦接第三晶体管的控制极；第二晶体管为P型晶体管，第三晶体管为N型晶体管；

[0111] 第二晶体管的第一极耦接公共电源端，第二晶体管的第二极耦接第三电阻器Ra的第一端；

[0112] 第三晶体管的第一极耦接第三电阻器Ra的第二端和第二电容器Ca的第一端，第三晶体管的第二极耦接第二电容器Ca的第二端和接地端GND。

[0113] 下面结合图3中检测电路的示例性电路图来说明单边延时电路的工作原理。

[0114] 当PWM信号从高电平变为低电平时，第三晶体管N管开启，第二电容器Ca放电，由于放电时间较短可忽略，因此单边延时信号Kc在PWM信号下降沿的延时可忽略；

[0115] 当PWM信号从低电平变为高电平时，第二晶体管P管开启，公共电源对第二电容器Ca充电，充电的时间和电流大小受第三电阻器Ra限制，单边延时信号Kc在PWM信号上升沿延时，延时的具体时长受第三电阻器Ra和第二电容器Ca控制。

[0116] 在本发明一种可选的实施方式中，逻辑电路包括：与非门、第三反相器、复位电路、以及触发器，其中：

[0117] 与非门的第一输入端耦接第一或非门的输出端，与非门的第二输入端耦接调制信号端PWM，与非门的输出端耦接第三反相器的第一端；

[0118] 第三反相器的第二端耦接触发器的第一输入端；

[0119] 复位电路的输入端耦接调制信号端PWM，复位电路的输出端耦接触发器的第二输入端，复位电路被配置为根据调制信号端发出的调制信号的下降沿将第二触发信号复位为低电平；

[0120] 触发器的输出端耦接控制电路的第二输入端，触发器被配置为根据第三反相器的第二端输出的控制信号Kb和复位电路的输出端输出的复位信号reset，输出第二触发信号Start2。触发器可以是RS触发器。

[0121] 进一步的，复位电路包括：第四晶体管、第四电阻器Rb、第三电容器Cb、以及第二或非门，其中：

[0122] 第四晶体管的控制极耦接调制信号端PWM，第四晶体管的第一极耦接第四电阻器

Rb的第二端、第三电容器Cb的第一端和第二或非门的第一输入端，第四晶体管的第二极耦接第三电容器Cb的第二端和接地端GND；

[0123] 第四电阻器Rb的第一端耦接公共电源端；

[0124] 第二或非门的第二输入端耦接调制信号端PWM，第二或非门的输出端耦接触发器的第二输入端，第二或非门被配置为向触发器的第二输入端输入复位信号reset。

[0125] 下面结合图3中检测电路的示例性电路图来说明复位电路的工作原理。

[0126] 当PWM信号保持高电平或保持低电平时，复位信号reset恒为低电平；但当PWM信号从高电平变为低电平时，第三电容器Cb上极板电压短时间内拉低，复位信号reset置为高电平，将RS触发器输出的第二触发信号Start2复位到低电平；复位信号reset维持高电平的时间即第三电容器Cb上极板低的这段时间，具体时长受第四电阻器Rb和第三电容器Cb控制。

[0127] 进一步的，控制电路包括第三或非门以及第四反相器，其中：

[0128] 第三或非门的第一输入端耦接计时器的输出端，第三或非门的第二输入端耦接触发器的输出端，第三或非门的输出端耦接第四反相器的第一端；

[0129] 第四反相器的第二端耦接电荷泵，第四反相器输出触发信号Start，控制电荷泵的开关。

[0130] 下面结合图3所示的用于DC-DC转换器的检测电路的示例性电路图，陈述检测电路的工作原理。

[0131] 针对前文情况A，检测功率管开启时间Ton，即检测调制信号PWM信号为高的时间，当其超过计时器计时时长阈值Ta后，第一触发信号Start1输出变高，控制触发信号Start变高，开启电荷泵；当功率管关闭时，即PWM=0时，第一触发信号Start1恢复为低，关闭电荷泵；PWM信号出现超过时长阈值Ta的持续高电平时，第一触发信号Start1的示例性波形图如图4所示。

[0132] 针对前文情况B，在Toff时间段内，即PWM=0时间段内，电流源Iia对C1电容充电，Kc为PWM信号的单边延时信号，PWM信号由高电平变低电平时，Kc无延时，与PWM同步；PWM由低变高时，Kc有一个小的延时，晚于PWM信号变化。

[0133] 如果Toff时间段内，C1电容电压高于Vref ($V_{ref} = V_b * m/n$)，即在PWM信号变为高之前Ka变低，则输出Kb信号恒为低，这种状态下，RS触发器输出第二触发信号Start2为低，即不开启电荷泵；

[0134] 如果Toff时间段内，C1电容电压低于Vref ($V_{ref} = V_b * m/n$)，在PWM信号变为高之前Ka未能翻转为低，则输出Kb信号翻转为高，这种状态下，触发器输出Start2为高，即开启电荷泵；当PWM变再次低到来后，第二触发信号Start2输出被复位到低，电荷泵关闭，重新判断。

[0135] 图5示出了本发明实施例提供的检测电路中第二触发信号Start2的示例性波形图，包括PWM信号、Kc信号、Ka信号、Kb信号和Start2信号，其中，Kc信号为PWM信号的单边延时信号，在PWM信号的上升沿，Kc信号有一个小的延时，Ka信号和PWM信号执行与运算，可以得到Kb信号；

[0136] 当Toff时间较长时，由于Ka信号与PWM信号不存在同为高电平的时刻，因此Kb信号恒为低，RS触发器输出的第二触发信号Start2为低，不开启电荷泵；

[0137] 当Toff时间较短时，Kb信号从低到高的上升沿控制第二触发信号Start2变为高电

平,开启电荷泵,PWM从高到低的下降沿使第二触发信号Start2复位,变为低电平,关闭电荷泵;在Kb信号的下一个上升沿,第二触发信号Start2变为高电平,开启电荷泵。

[0138] 通过本发明检测电路控制电荷泵开启,可以保证功率管在开启时,V_{gs}最大化,相对于传统解决方案,明显大于传统方案中BST_UVLO的值,可以明显减小功率管的导通阻抗,提升电路的工作效率。

[0139] 图6示出了一种用于DC-DC转换器的供电电路的示例性电路图,供电电路设置于DC-DC转换器中,并且供电电路包括图3所示的检测电路BST-Test电路,供电电路还包括:第一充电电路、第二充电电路、第四电容器Cb_{st}、驱动电路Driver_Hside、第五晶体管HS、第一二极管SBD、电感器L、以及输出电路,第五晶体管HS可以为N型晶体管、高边功率管,其中:

[0140] 第一充电电路的第一端耦接输入电压端Vin,第一充电电路的第二端耦接第二充电电路的第二端、第四电容器Cb_{st}的第一端和驱动电路Driver_Hside的第一端;

[0141] 第二充电电路的第一端耦接检测电路中的控制电路的输出端,第二充电电路被配置为根据控制电路输出的触发信号Start对第四电容器Cb_{st}进行充电;第四电容器Cb_{st}可以为自举电容;根据检测电路中的控制电路输出的触发信号Start开启电荷泵,电荷泵为第四电容器Cb_{st}充电补电,进而第四电容器Cb_{st}为功率管的驱动电路进行供电,可以保证功率管在开启时,V_{gs}最大化,相对于传统解决方案,可以明显减小功率管的导通阻抗,提升电路的工作效率。

[0142] 驱动电路Driver_Hside的输入端耦接调制信号端PWM,驱动电路Driver_Hside的输出端耦接第五晶体管HS的控制极,驱动电路Driver_Hside被配置为根据输入的调制信号驱动第五晶体管HS;其中,调制信号端PWM的调制信号包括脉冲宽度调制信号。

[0143] 第五晶体管HS的第一极耦接输入电压端Vin,第五晶体管HS的第二极耦接第四电容器Cb_{st}的第二端、驱动电路Driver_Hside的第二端、第一二极管SBD的第二端和电感器L的第一端;

[0144] 第一二极管SBD的第一端耦接接地端GND;第一二极管SBD可以为肖特基二极管SBD;

[0145] 电感器L的第二端耦接输出电压端V_{out};

[0146] 输出电路被配置为根据流过电感器L的电感电流生成输出电压信号。

[0147] 在本发明一种可选的实施方式中,第一充电电路包括:LDO模块以及第二二极管,其中:

[0148] LDO模块的第一端耦接输入电压端Vin,LDO模块的第二端耦接第二二极管的第一端;输入电压Vin经过LDO模块后,可以输出一个固定电压V_b,第二二极管可以是肖特基二极管SBD;

[0149] 第二二极管的第二端耦接第二充电电路的第二端、第四电容器Cb_{st}的第一端和驱动电路Driver_Hside的第一端。

[0150] 在本发明一种可选的实施方式中,第二充电电路包括:电荷泵Charge_pump以及第三二极管,其中:

[0151] 电荷泵的第一端耦接检测电路中的控制电路的输出端,电荷泵的第二端耦接第三二极管的第一端,电荷泵被配置为根据控制电路输出的触发信号Start在第一开关状态和第二开关状态之间切换,其中,第一开关状态为电荷泵开启,经由第三二极管对第四电容器

Cbst进行充电,第二开关状态为电荷泵关闭;当电荷泵开启时,输出电压为 V_c ,经由第三二级管为BST电容充电,BST电容电压差较大,保证功率管在开启时, V_{gs} 最大化,减小功率管的导通阻抗,提升电路的工作效率。

[0152] 第三二级管的第二端耦接第一充电电路的第二端、第四电容器Cbst的第一端和驱动电路Driver_Hside的第一端。

[0153] 在本发明一种可选的实施方式中,输出电路包括:第五电阻器 R_L 、第六电阻器Resr、以及第五电容器Cout,其中:

[0154] 第五电阻器 R_L 的第一端耦接电感器L的第二端、第六电阻器Resr的第一端和输出电压端Vout,第五电阻器 R_L 的第二端耦接接地端GND;

[0155] 第六电阻器Resr的第二端耦接第五电容器Cout的第一端;

[0156] 第五电容器Cout的第二端耦接接地端GND。

[0157] 从以上的描述中,可以看出,本发明实现了如下技术效果:

[0158] 通过比较器检测参考电压值和电容电压值的大小,可以在电容电压值小于参考电压值时及时检测出BST电容欠压,为后续开启电荷泵为BST电容充电做准备;

[0159] 控制电路根据第一触发信号和第二触发信号控制电荷泵开启和关闭,在供电电压不足时通过控制电荷泵开启为电容供电,并提供较高电压,可以明显降低功率管的导通阻抗,提升效率,解决现有技术中电荷泵为BST电容充电补电出现的增加功率管的导通阻抗,降低电路的工作效率的问题;

[0160] 通过本发明提供的检测电路判定后开启电荷泵,可以保证功率管在开启时,电压 V_{gs} 最大化,相对于传统解决方案,可以明显减小功率管的导通阻抗,提升效率。

[0161] 附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施例的装置和方法的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0162] 除非上下文中另外明确地指出,否则在本文和所附权利要求中所使用的词语的单数形式包括复数,反之亦然。因而,当提及单数时,通常包括相应术语的复数。相似地,措辞“包含”和“包括”将解释为包含在内而不是独占性地。同样地,术语“包括”和“或”应当解释为包括在内的,除非本文中明确禁止这样的解释。在本文中使用术语“示例”之处,特别是当其位于一组术语之后时,所述“示例”仅仅是示例性的和阐述性的,且不应当被认为是独占性的或广泛性的。

[0163] 进一步的方面和范围从本文中提供的描述变得明显。应当理解,本申请的各个方面可以单独或者与一个或多个其它方面组合实施。还应当理解,本文中的描述和特定实施例旨在仅说明的目的并不旨在限制本申请的范围。

[0164] 虽然结合附图描述了本发明的实施方式,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下作出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求

所限定的范围之内。

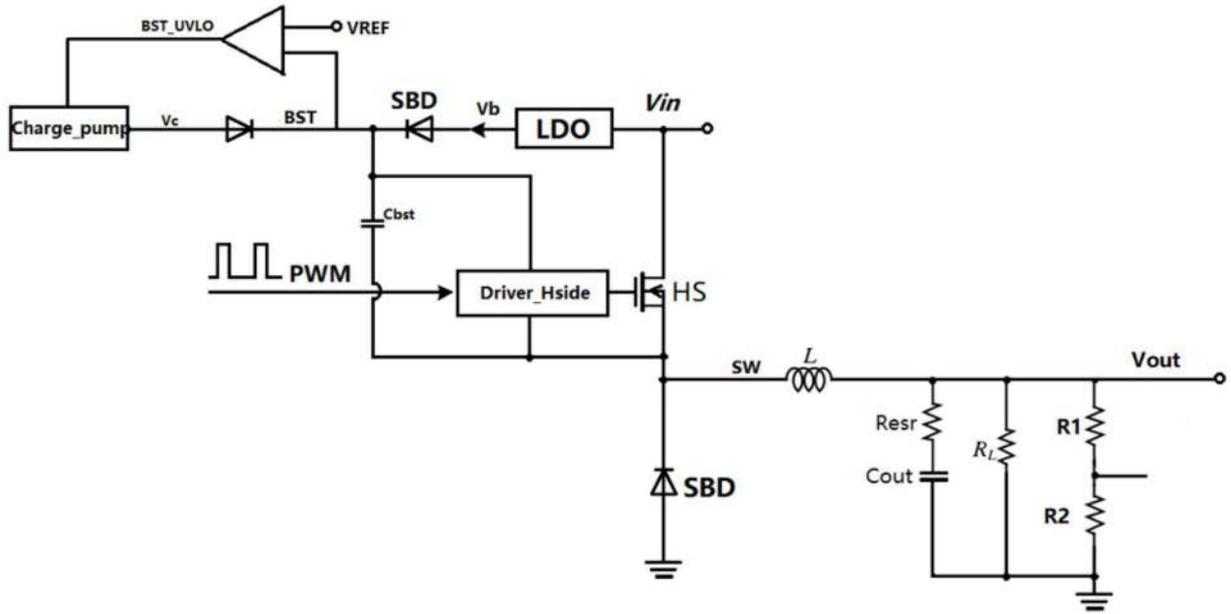


图1

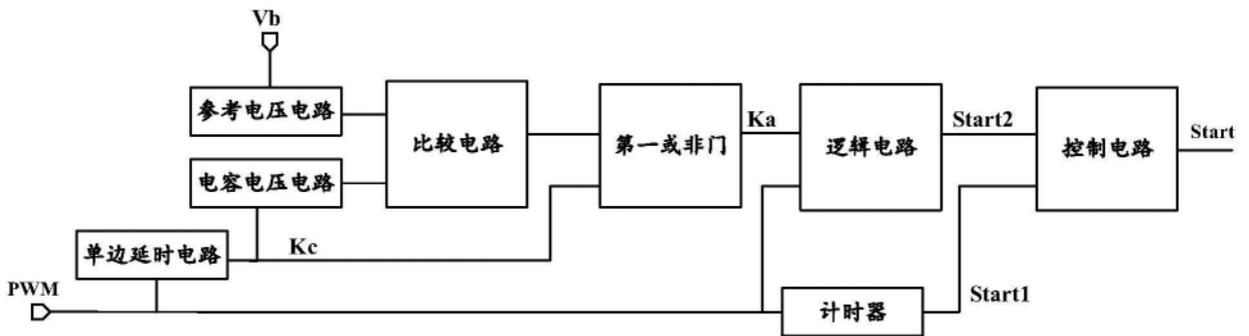


图2

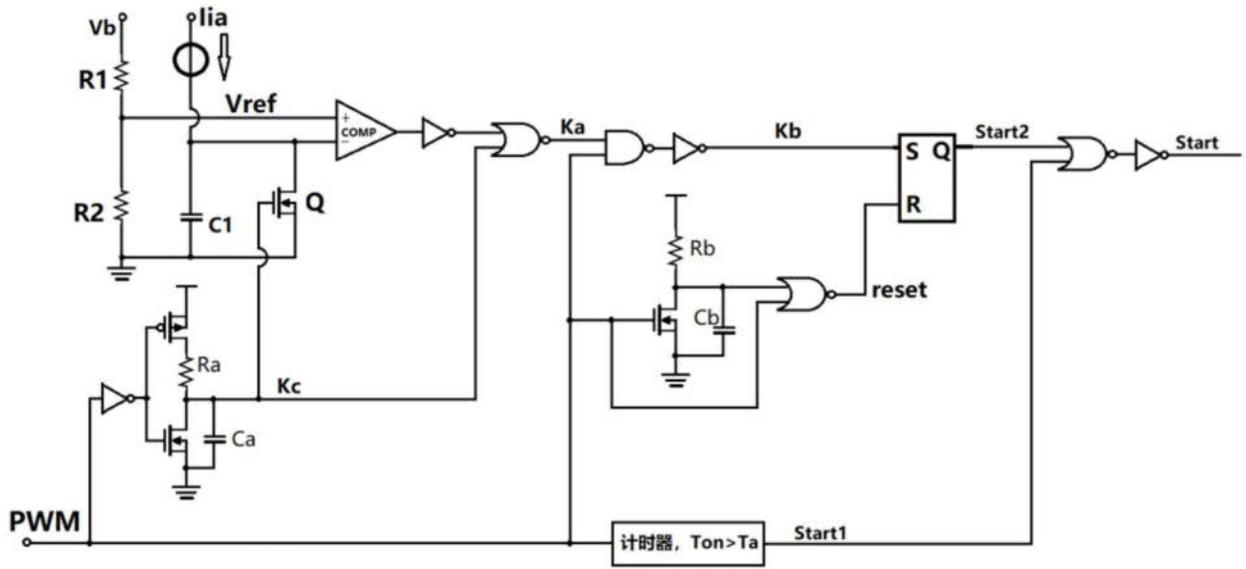


图3

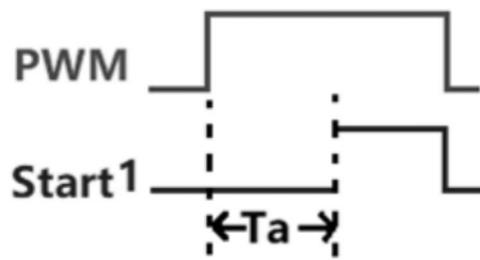


图4

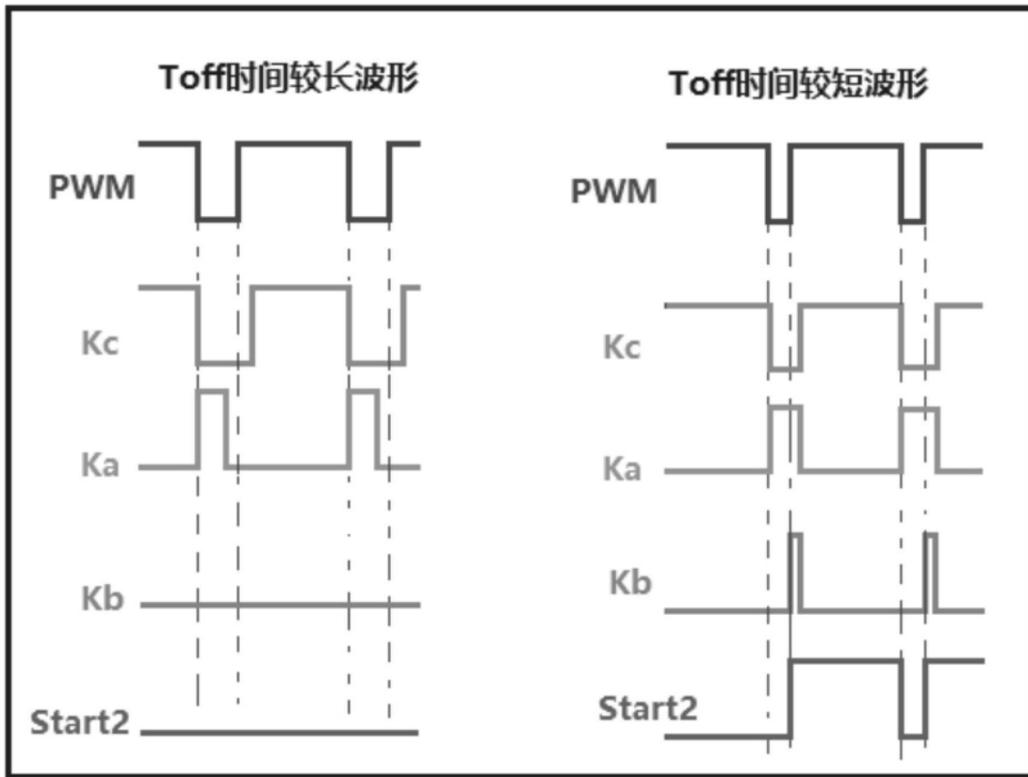


图5

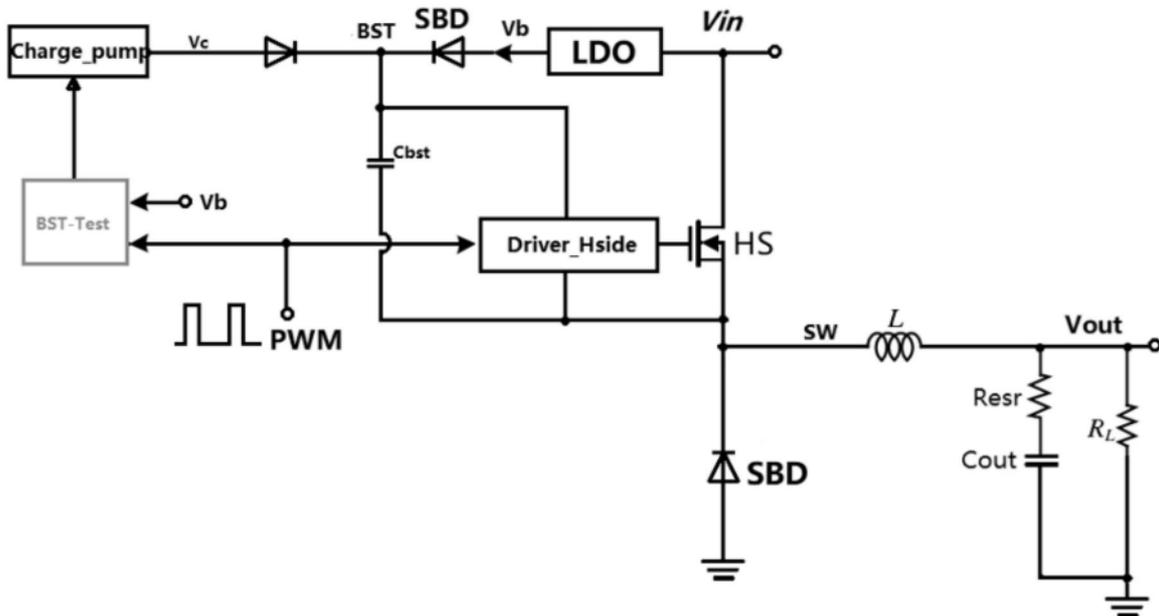


图6