



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111953202 A

(43)申请公布日 2020.11.17

(21)申请号 201910410605.0

(22)申请日 2019.05.17

(71)申请人 力智电子股份有限公司

地址 中国台湾新竹县竹北市台元一街5号9楼之1

(72)发明人 蔡育筑

(74)专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234

代理人 张立晶

(51) Int. Cl.

H02M 3/07(2006.01)

H02M 1/32(2007.01)

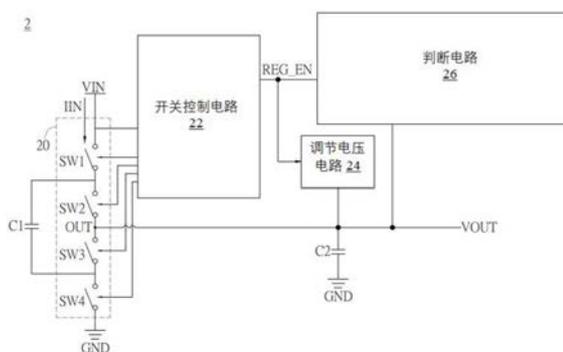
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

切换电容式电源转换装置及其运作方法

(57)摘要

本发明公开了一种切换电容式电源转换装置及其运作方法。切换电容式电源转换装置包括输出级、判断电路、开关控制电路及调节电压电路。输出级具有输出端。判断电路耦接输出端，且根据输出端的输出电压与参考电压产生模式切换信号。开关控制电路耦接输出级与判断电路，且根据模式切换信号控制输出级操作于预设电压模式或工作模式。调节电压电路耦接输出端与判断电路，且于预设电压模式下维持输出端的输出电压于预设值。本发明可有效避免输出级的开关导通瞬间产生浪涌电流，以提升电源转换的稳定性。



1. 一种切换电容式电源转换装置,其特征在于,上述切换电容式电源转换装置包括:
 - 一输出级,具有一输出端;
 - 一判断电路,耦接上述输出端,且根据上述输出端的一输出电压与一参考电压产生一模式切换信号;
 - 一开关控制电路,耦接上述输出级与上述判断电路,且根据上述模式切换信号控制上述输出级操作于一预设电压模式或一工作模式;以及
 - 一调节电压电路,耦接上述输出端与上述判断电路,且于上述预设电压模式下维持上述输出端的上述输出电压于一预设值。
2. 根据权利要求1所述的切换电容式电源转换装置,其特征在于,上述参考电压于上述预设电压模式下为一第一电压值且于上述工作模式下为一第二电压值;上述第一电压值大于上述第二电压值。
3. 根据权利要求2所述的切换电容式电源转换装置,其特征在于,于上述工作模式下,当上述输出端的上述输出电压低于上述第二电压值时,上述输出级由上述工作模式切换回上述预设电压模式。
4. 根据权利要求1所述的切换电容式电源转换装置,其特征在于,上述判断电路包括:
 - 一第一晶体管,其一端耦接上述第一电压值且其栅极受控于上述模式切换信号;
 - 一第二晶体管,其一端耦接上述第二电压值且其栅极受控于一开关控制信号,其中上述开关控制信号与上述式切换信号彼此反相;以及
 - 一比较器,其一输入端耦接上述输出端且其另一输入端耦接上述第一晶管的另一端与上述第二晶管的另一端,上述比较器分别接收上述输出电压与上述参考电压并据以产生上述模式切换信号。
5. 根据权利要求1所述的切换电容式电源转换装置,其特征在于,上述控制电路包括:
 - 一反相器,耦接上述判断电路,且根据上述模式切换信号产生一开关控制信号,其中上述开关控制信号与上述模式切换信号彼此反相;以及
 - 一控制单元,分别耦接上述反相器与上述输出级,且根据上述开关控制信号控制上述输出级的运作。
6. 根据权利要求1所述的切换电容式电源转换装置,其特征在于,上述调节电路包括:
 - 一第一电阻及一第二电阻,串接于一输入电压与一接地端之间;
 - 一晶体管、一第三电阻及一第四电阻,串接于上述输入电压与上述接地端之间;以及
 - 一误差放大器,其一输入端耦接至上述第一电阻与上述第二电阻之间并接收一电压信号且其另一输入端耦接至上述第三电阻与上述第四电阻之间并接收一回授信号,上述误差放大器根据上述模式切换信号、上述电压信号与上述回授信号产生一控制信号至上述晶管的栅极。
7. 一种运作一切换电容式电源转换装置的方法,其特征在于,上述切换电容式电源转换装置包括一输出级,上述输出级具有一输出端,上述方法包括下列步骤:
 - 根据上述输出端的一输出电压与一参考电压产生一模式切换信号;
 - 根据上述模式切换信号控制上述输出级操作于一预设电压模式或一工作模式;以及
 - 于上述预设电压模式下,维持上述输出端的上述输出电压于一预设值。
8. 根据权利要求7所述的运作一切换电容式电源转换装置的方法,其特征在于,上述参

考电压于上述预设电压模式下为一第一电压值且于上述工作模式下为一第二电压值；上述第一电压值大于上述第二电压值。

9. 根据权利要求7所述的运作一切换电容式电源转换装置的方法，其特征在于，上述方法还包括下列步骤：

于上述工作模式下，当上述输出端的上述输出电压低于上述第二预设电压时，将上述输出级由上述工作模式切换回上述预设电压模式。

切换电容式电源转换装置及其运作方法

技术领域

[0001] 本发明与电源转换有关,尤其是关于一种切换电容式电源转换装置及其运作方法。

背景技术

[0002] 如图1所示,传统的切换电容式电源转换装置开始进行切换时,于时间T1,输出电压VOUT为0,若单纯由切换电容式电源转换装置产生电压,当输出级中最靠近输入电压VIN的第一开关导通时,第一开关两侧的跨压即为输入电压VIN,导致在时间T1流经第一开关的输入电流IIN相当大而产生“浪涌电流”(Inrush current)现象,导致第一开关烧毁,并影响切换电容式电源转换装置进行电源转换时的稳定性,此一缺点亟待克服。

发明内容

[0003] 本发明提出一种切换电容式电源转换装置及其运作方法,以有效解决现有技术所遭遇到的上述问题。

[0004] 依据本发明的一具体实施例为一种切换电容式电源转换装置。于此实施例中,切换电容式电源转换装置包括输出级、判断电路、开关控制电路及调节电压电路。输出级具有输出端。判断电路耦接输出端,且根据输出端的输出电压产生模式切换信号。开关控制电路耦接输出级与判断电路,且根据模式切换信号控制输出级操作于预设电压模式或工作模式。调节电压电路耦接输出端与判断电路,且于预设电压模式下维持输出端的输出电压于预设值。

[0005] 于一实施例中,参考电压于预设电压模式下为第一电压值且于工作模式下为第二电压值;第一电压值大于第二电压值。

[0006] 于一实施例中,于工作模式下,当输出端的输出电压低于第二电压值时,输出级由工作模式切换回预设电压模式。

[0007] 于一实施例中,判断电路包括第一晶体管、第二晶体管及比较器。第一晶体管的一端耦接第一电压值且其闸极受控于模式切换信号。第二晶体管的一端耦接第二电压值且其闸极受控于开关控制信号,其中开关控制信号与模式切换信号彼此反相。比较器的一输入端耦接输出端且其另一输入端耦接第一晶体管的另一端与第二晶体管的另一端,比较器分别接收输出电压与参考电压并据以产生模式切换信号。

[0008] 于一实施例中,控制电路包括反相器及控制单元。反相器耦接判断电路,且根据模式切换信号产生开关控制信号,其中开关控制信号与模式切换信号彼此反相。控制单元分别耦接反相器与输出级,且根据开关控制信号控制输出级的运作。

[0009] 于一实施例中,调节电路包括第一电阻、第二电阻、晶体管、第三电阻、第四电阻及比较器。第一电阻及第二电阻串接于输入电压与接地端之间。晶体管、第三电阻及第四电阻串接于输入电压与接地端之间。比较器的一输入端耦接至第一电阻与第二电阻之间并接收电压信号且其另一输入端耦接至第三电阻与第四电阻之间并接收回授信号,比较器根据模

式切换信号、电压信号与回授信号产生控制信号至晶体管的栅极。

[0010] 依据本发明的另一具体实施例为一种运作切换电容式电源转换装置的方法。于此实施例中,切换电容式电源转换装置包括输出级,输出级具有一输出端。上述方法包括下列步骤:根据输出端的输出电压与参考电压产生模式切换信号;根据模式切换信号控制输出级操作于预设电压模式或工作模式;以及于预设电压模式下,维持输出端的输出电压于预设值。

[0011] 于一实施例中,参考电压于预设电压模式下为第一电压值且于工作模式下为第二电压值;第一电压值大于第二电压值。

[0012] 于一实施例中,上述方法还包括下列步骤:于工作模式下,当输出端的输出电压低于第二预设电压时,将输出级由工作模式切换回预设电压模式。

[0013] 相较于现有技术,本发明的切换电容式电源转换装置及其运作方法根据输出电压与参考电压选择性地切换输出级操作于预设电压模式或工作模式下。在预设电压模式下,维持输出电压于预设值;在工作模式下,当输出电压低于预设电压时,则切换回预设电压模式。

[0014] 藉此,当本发明的切换电容式电源转换装置进行切换时,由于输出电压与输入电压之间的电压差已大幅缩小,亦即输出级中最靠近输入电压的第一开关两侧的跨压已大幅缩小,故可有效抑制在第一开关导通瞬间流经第一开关的浪涌电流,以避免第一开关烧毁,并提升切换电容式电源转换装置进行电源转换时的稳定性。

[0015] 关于本发明的优点与精神可以通过以下的发明详述及所附附图得到进一步的了解。

附图说明

[0016] 图1为当现有技术的切换电容式电源转换装置开始进行切换时,输出级中最靠近输入电压的第一开关导通时会产生相当大的浪涌电流的示意图。

[0017] 图2至图4为本发明的切换电容式电源转换装置的不同实施例。

[0018] 图5为当本发明的切换电容式电源转换装置开始进行切换时,输入电压与输出电压之间的电压差已大幅缩小,故可有效抑制浪涌电流的示意图。

[0019] 图6为图4的切换电容式电源转换装置中的各讯号的波形时序图。

[0020] 图7为本发明的另一实施例中的切换电容式电源转换装置运作方法的流程图。

[0021] 主要元件符号说明:

[0022] 2:切换电容式电源转换装置

[0023] 20:输出级

[0024] 22:开关控制电路

[0025] 24:调节电压电路

[0026] 26:判断电路

[0027] VIN:输入电压

[0028] VOUT:输出电压

[0029] SW1~SW4:第一开关~第四开关

[0030] GND:接地端

- [0031] C1~C2:第一电容~第二电容
- [0032] IIN:输入电流
- [0033] REG_EN:模式切换信号
- [0034] VREF:参考电压
- [0035] 220:反相器
- [0036] 222:控制单元
- [0037] SW_EN:开关控制信号
- [0038] 260:比较器
- [0039] 261~262:第一晶体管~第二晶体管
- [0040] VSET1~VSET2:第一电压值~第二电压值
- [0041] +:输入端
- [0042] -:输入端
- [0043] K:输出端
- [0044] J:输出端
- [0045] 240:误差放大器
- [0046] 242:晶体管
- [0047] R1~R4:第一电阻~第四电阻
- [0048] N1~N2:第一接点~第二接点
- [0049] VD:电压信号
- [0050] FB:回授信号
- [0051] CTL:控制信号
- [0052] ILOAD:负载电流
- [0053] 1/2VIN:二分之一输入电压
- [0054] M1:预设电压模式
- [0055] M2:工作模式
- [0056] T0~T3:时间
- [0057] S10~S14:步骤

具体实施方式

[0058] 现在将详细参考本发明的示范性实施例,并在附图中说明所述示范性实施例的实例。在附图及实施方式中所使用相同或类似标号的元件/构件是用来代表相同或类似部分。

[0059] 依据本发明的一具体实施例为一种切换电容式电源转换装置。于此实施例中,切换电容式电源转换装置藉由切换电容的充放电将输入电压转换为输出电压。

[0060] 请参照图2,图2为此实施例中的切换电容式电源转换装置的示意图。

[0061] 如图2所示,切换电容式电源转换装置2包括输出级20、开关控制电路22、调节电压电路24、判断电路26及电容C1~C2。输出级20耦接于输入电压VIN与接地端GND之间。开关控制电路22分别耦接输出级20与判断电路26。调节电压电路24分别耦接输出级20与判断电路26。电容C1耦接输出级20。电容C2耦接于调节电压电路24与接地端GND之间。

[0062] 输出级20包括第一开关SW1、第二开关SW2、第三开关SW3及第四开关SW4。第一开关

SW1、第二开关SW2、第三开关SW3及第四开关SW4串接于输入电压VIN与接地端GND之间。电容C1的一端耦接至第一开关SW1与第二开关SW2之间且电容C1的另一端耦接至第三开关SW3与第四开关SW4之间。

[0063] 第一开关SW1、第二开关SW2、第三开关SW3及第四开关SW4均耦接至开关控制电路22且第一开关SW1、第二开关SW2、第三开关SW3及第四开关SW4的操作均受控于开关控制电路22。输出级20具有输出端OUT,且输出端OUT位于第二开关SW2与第三开关SW3之间。

[0064] 判断电路26耦接输出端OUT,并根据输出端OUT的输出电压VOUT产生模式切换信号REG_EN。开关控制电路22接收模式切换信号REG_EN并根据模式切换信号REG_EN来控制输出级20操作于预设电压模式或工作模式下。

[0065] 于预设电压模式下,调节电压电路24根据模式切换信号REG_EN维持输出端OUT的输出电压VOUT于预设值。于实际应用中,预设值例如是输入电压VIN的二分之一,但不以此为限。

[0066] 于一实施例中,如图3所示,判断电路26可包括比较器260、第一晶体管261及第二晶体管262。第一晶体管261的一端耦接第一电压值VSET1且其另一端耦接比较器260的输入端+。第二晶体管262的一端耦接第二电压值VSET2且其另一端耦接比较器260的输入端+。于此实施例中,第一电压值VSET1大于第二电压值VSET2。

[0067] 第一晶体管261的栅极受控于模式切换信号REG_EN且第二晶体管262的栅极受控于开关控制信号SW_EN。开关控制信号SW_EN与模式切换信号REG_EN彼此反相。比较器260的输入端+耦接第一晶体管261的另一端与第二晶体管262的另一端且其输入端-耦接至输出端OUT。比较器260的输出端K耦接至开关控制电路22。

[0068] 比较器260的输入端+接收参考电压VREF且比较器260的输入端-接收输出端OUT的输出电压VOUT。比较器260根据输出电压VOUT与参考电压VREF产生模式切换信号REG_EN。

[0069] 需说明的是,比较器260的输入端+所接收的参考电压VREF于不同的操作模式下可以是不同电压值。于此实施例中,比较器260的输入端+所接收的参考电压VREF于预设电压模式下为第一电压值VSET1且于工作模式下为第二电压值VSET2,但不以此为限。

[0070] 控制电路22可包括反相器220及控制单元222。反相器220耦接判断电路26,用以接收模式切换信号REG_EN,并根据模式切换信号REG_EN产生与模式切换信号REG_EN反相的开关控制信号SW_EN至控制单元222。控制单元222分别耦接反相器220与输出级20中的第一开关SW1~第四开关SW4,并控制输出级20中的第一开关SW1~第四开关SW4的运作。

[0071] 于工作模式下,参考电压VREF为第二电压值VSET2,当输出端OUT的输出电压VOUT低于第二电压值VSET2时,比较器260产生的模式切换信号REG_EN转为第一位准(例如为高位准)且开关控制信号SW_EN转为第二位准(例如为低位准),使得控制电路22控制输出级20由工作模式切换回预设电压模式,并由调节电压电路24维持输出端OUT的输出电压VOUT于预设值(例如输入电压VIN的二分之一,但不以此为限)。

[0072] 于一实施例中,如图4所示,调节电路24可包括误差放大器240、晶体管242、第一电阻R1、第二电阻R2、第三电阻R3及第四电阻R4。第一电阻R1及第二电阻R2串接于输入电压VIN与接地端GND之间。晶体管242耦接于输入电压VIN与输出电压VOUT之间。第三电阻R3与第四电阻R4串接于输出电压VOUT与接地端GND之间。误差放大器240的输入端+耦接至第一电阻R1与第二电阻R2之间的接点N1并由接点N1接收电压信号VD。比较器240的输入端-耦接

至第三电阻R3与第四电阻R4之间的接点N2并由接点N2接收回授信号FB。

[0073] 需说明的是,由于第一电阻R1及第二电阻R2串接于输入电压VIN与接地端GND之间且比较器240的输入端+由第一电阻R1及第二电阻R2之间的接点N1接收电压信号VD,因此,电压信号VD与输入电压VIN有关,且电压信号VD实质上即为输入电压VIN的分压。

[0074] 同理,由于第三电阻R3与第四电阻R4串接于输出电压VOUT与接地端GND之间且误差放大器240的输入端-由第三电阻R3与第四电阻R4之间的接点N2接收回授信号FB,因此,回授信号FB与输出电压VOUT有关,且回授信号FB实质上即为输出电压VOUT的分压。

[0075] 于实际应用中,调节电路24亦可以是低压降稳压器(Low Dropout Regulator, LDO)、电压随耦器(Voltage Follower)或其他任何具有电压锁定功能的装置。

[0076] 当误差放大器240接收到判断电路26所输出的模式切换信号REG_EN时,误差放大器240根据其输入端+与输入端-分别接收到的电压信号VD与回授信号FB产生控制信号CTL至晶体管242的闸极,藉以控制晶体管242的阻抗值,搭配第三电阻R3及第四电阻R4,而能基于分压原理于预设电压模式下将输出端OUT的输出电压VOUT维持于预设值(例如输入电压VIN的二分之一,但不以此为限)。

[0077] 于一实施例中,当输出电压VOUT的电位很低时,判断电路26根据输出电压VOUT与参考电压VREF产生的模式切换信号REG_EN具有第一位准(例如高位准),开关控制电路22根据具有第一位准(例如高位准)的模式切换信号REG_EN控制输出级20操作于预设电压模式下,并由调节电路24根据具有第一位准(例如高位准)的模式切换信号REG_EN将输出电压VOUT维持于预设值(例如第一电压值VSET1)。

[0078] 当输出电压VOUT的电位高于第一电压值VSET1时,判断电路26产生具有第二位准(例如低位准)的模式切换信号REG_EN,并由控制电路22产生与模式切换信号REG_EN反相的开关控制信号SW_EN,亦即开关控制信号SW_EN会具有第一位准(例如高位准)。开关控制电路22根据具有第一位准(例如高位准)的开关控制信号SW_EN控制输出级20操作于工作模式下。此时,参考电压VREF可由第一电压值VSET1动态调整为第二电压值VSET2。

[0079] 于工作模式下,当输出电压VOUT由于抽载过大而低于第二电压值VSET2时,判断电路26产生的模式切换信号REG_EN又变为第一位准(例如高位准),并由控制电路22产生与模式切换信号REG_EN反相的开关控制信号SW_EN,亦即开关控制信号SW_EN会具有第二位准(例如低位准)。此时,开关控制电路22会根据具有第一位准(例如高位准)的模式切换信号REG_EN控制输出级20操作于预设电压模式下,并由调节电路24根据具有第一位准(例如高位准)的模式切换信号REG_EN将输出电压VOUT维持于预设值(例如第一电压值VSET1)。

[0080] 如图5所示,本发明的切换电容式电源转换装置2等到输出电压VOUT被调节至一预设值(例如输入电压VIN的二分之一)的时间T2才开始进行切换。此时,由于输入电压VIN与输出电压VOUT之间的电压差已大幅缩小,因此,当输出级20中最靠近输入电压VIN的第一开关SW1于时间T2导通时,流经第一开关SW1的输入电流IIN与工作模式下的切换电流相当,而不会产生现有技术的“浪涌电流”现象,故可有效提升切换电容式电源转换装置2进行电源转换时的稳定性。

[0081] 请参照图6,图6为图4的切换电容式电源转换装置中之各讯号的波形时序图。需说明的是,输入电流IIN为从输入电压VIN流经第一开关SW1的电流,负载电流ILOAD为系统接上负载时于输出端OUT产生的电流;第一电压值VSET1高于第二电压值VSET2且预设值(例如

二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$) 高于第一电压值 V_{SET1} 。

[0082] 如图6所示,在时间 T_0 时,系统开始启动,此时的输出电压 V_{OUT} 为0使比较器260的输出信号 REG_EN 为第一位准(例如为高位准),始能调节电路24中的误差放大器240且导通第一晶体管261、关断第二晶体管262。此时的输出电压 V_{OUT} 低于第一电压值 V_{SET1} ,使比较器260的输出信号 REG_EN 持续为第一位准。此时在调节电路24中,误差放大器240接收回授信号 FB 及电压信号 VD ,产生控制信号 CTL ,控制晶体管242的阻抗值以将输出电压 V_{OUT} 维持于预设值(例如二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$),使得系统处于预设电压模式 M_1 下。由于输入电流 I_{IN} 在预设电压模式 M_1 下会被限制于固定值,使得输出电压 V_{OUT} 会以固定斜率往预设值(例如二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$)爬升。

[0083] 在时间 T_1 时,输出电压 V_{OUT} 爬升至第一电压值 V_{SET1} ,此时比较器260的输出信号 REG_EN 转为第二位准(例如为低位准),以关闭调节电路24中的误差放大器240,同时关断第一晶体管261、导通第二晶体管262,并始能控制单元222,使系统进入工作模式 M_2 下。当系统刚进入工作模式 M_2 时,由于输出电压 V_{OUT} 尚未达到预设值(例如二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$),故输出电压 V_{OUT} 仍会继续上升,导致输入电流 I_{IN} 在刚进入工作模式 M_2 的前几个周期会较高。

[0084] 在时间 T_2 时,系统接上负载,输出端 OUT 会产生负载电流 I_{LOAD} ,而使得输出电压 V_{OUT} 开始往下降。当输出电压 V_{OUT} 低于第二电压值 V_{SET2} 时,比较器260的输出信号 REG_EN 转为第一位准,以始能调节电路24中的误差放大器240,同时导通第一晶体管261、关断第二晶体管262,并禁能控制单元222,以将系统切换至预设电压模式 M_1 。由于输入电流 I_{IN} 在预设电压模式 M_1 下会被限制于固定值,使得输出电压 V_{OUT} 会以固定斜率往预设值(例如二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$)爬升。

[0085] 在时间 T_3 时,输出电压 V_{OUT} 爬升至第一电压值 V_{SET1} ,此时比较器260的输出信号 REG_EN 转为第二位准,从而关闭放大器240,同时关断第一晶体管261、导通第二晶体管262,并始能控制单元222,使系统进入工作模式 M_2 下。当系统刚进入工作模式 M_2 时,由于输出电压 V_{OUT} 尚未达到预设值(例如二分之一输入电压 $1/2V_{IN}$),故输出电压 V_{OUT} 仍会继续上升,导致输入电流 I_{IN} 在刚进入工作模式 M_2 的前几个周期会较高。

[0086] 依据本发明之另一具体实施例为一种切换电容式电源转换装置运作方法。于此实施例中,切换电容式电源转换装置运作方法用以运作切换电容式电源转换装置。切换电容式电源转换装置包括输出级。输出级包括第一开关、第二开关、第三开关及第四开关。第一开关、第二开关、第三开关及第四开关串接于输入电压与接地端之间。输出级具有输出端,且输出端位于第二开关与第三开关之间。

[0087] 请参照图7,图7为此实施例中的切换电容式电源转换装置运作方法的流程图。如图7所示,切换电容式电源转换装置运作方法包括下列步骤:

[0088] 步骤S10:根据输出端的输出电压与参考电压产生模式切换信号;

[0089] 步骤S12:根据模式切换信号控制输出级操作于预设电压模式或工作模式;以及

[0090] 步骤S14:于预设电压模式下,维持输出端的输出电压于预设值。

[0091] 于实际应用中,参考电压于预设电压模式下为第一电压值且于工作模式下为第二电压值,第一电压值大于第二电压值。于工作模式下,当输出端的输出电压低于第二电压值时,该方法将输出级由工作模式切换回预设电压模式。

[0092] 相较于现有技术,本发明的切换电容式电源转换装置及其运作方法根据输出电压与参考电压选择性地切换输出级操作于预设电压模式或工作模式下。在预设电压模式下,维持输出电压于预设值;在工作模式下,当输出电压低于预设电压时,则切换回预设电压模式。

[0093] 藉此,当本发明的切换电容式电源转换装置进行切换时,由于输出电压与输入电压之间的电压差已大幅缩小,亦即输出级中最靠近输入电压的第一开关两侧的跨压已大幅缩小,故可有效抑制在第一开关导通瞬间流经第一开关的浪涌电流,以提升切换电容式电源转换装置进行电源转换时的稳定性。

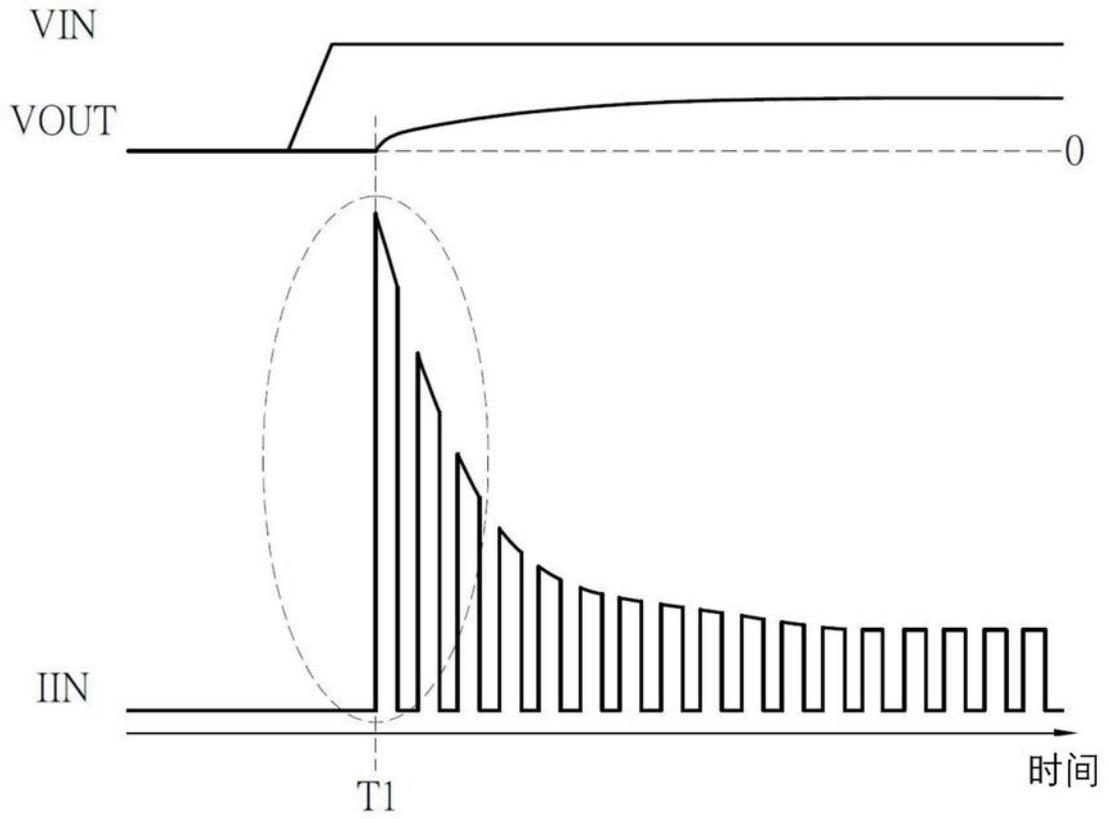
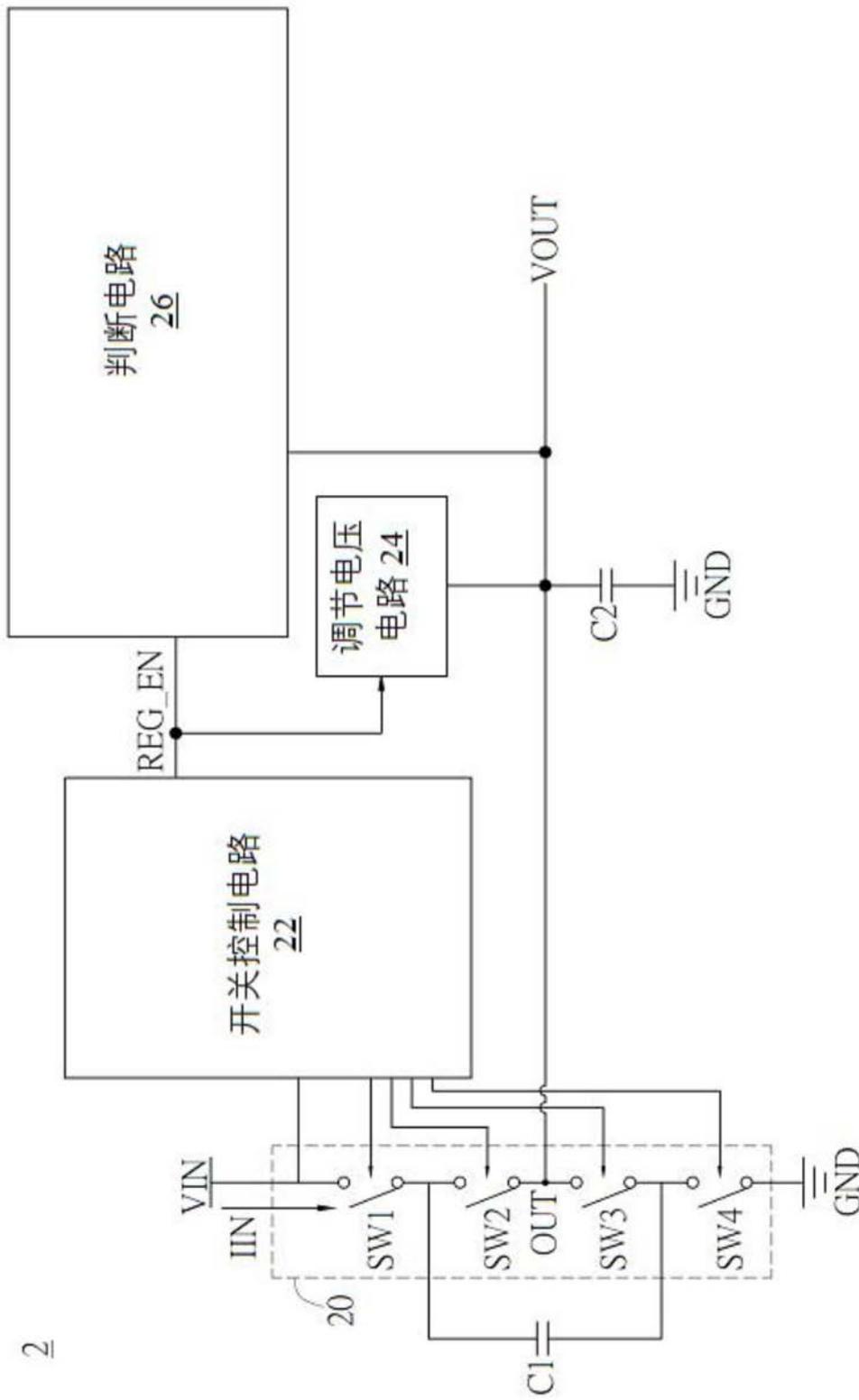
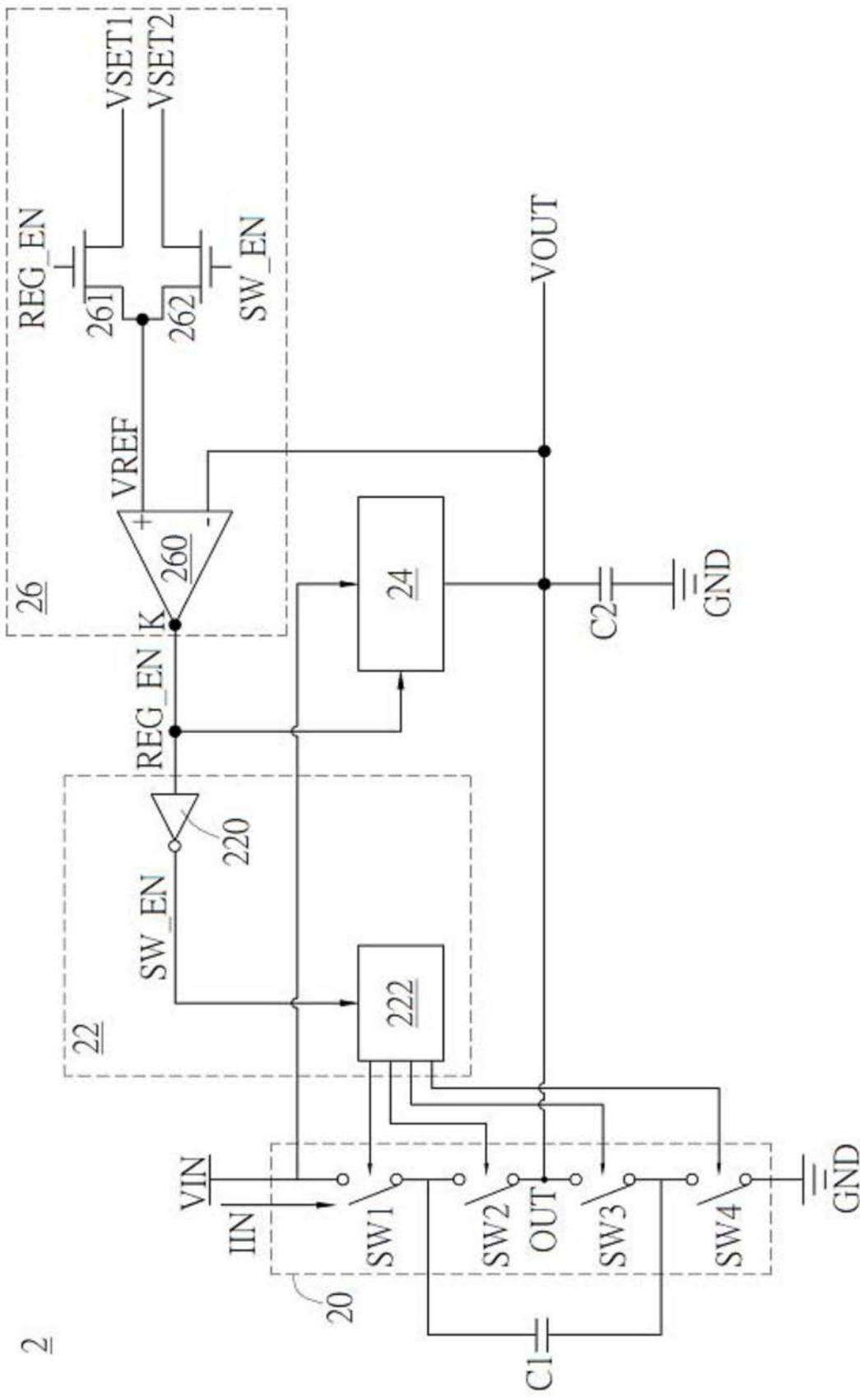


图1



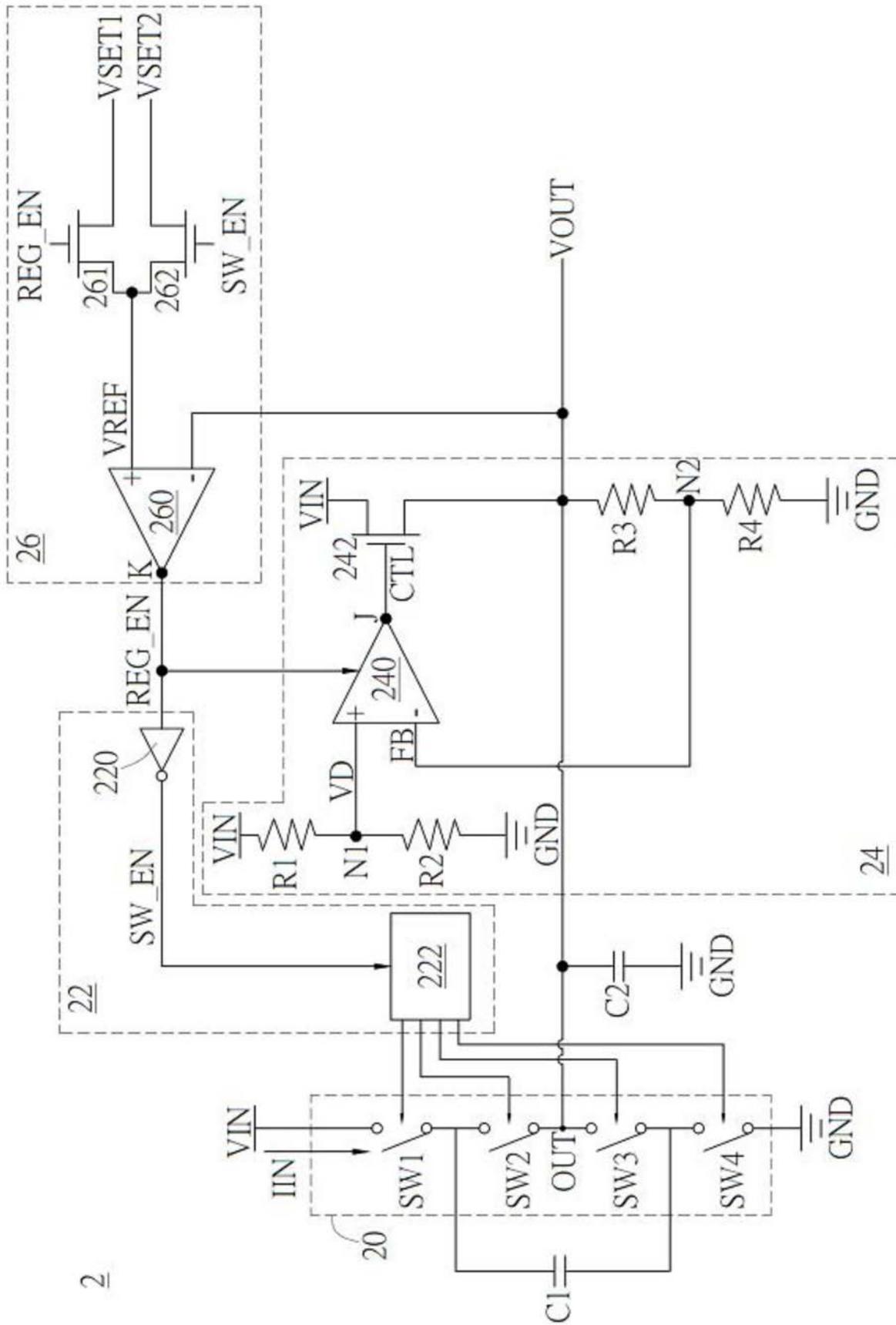
2

图2



2

图3



2

图4

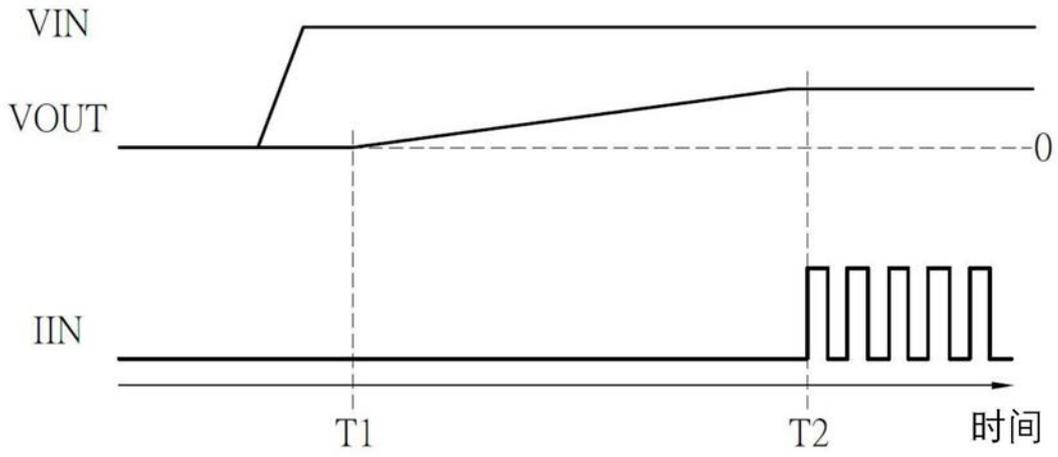


图5

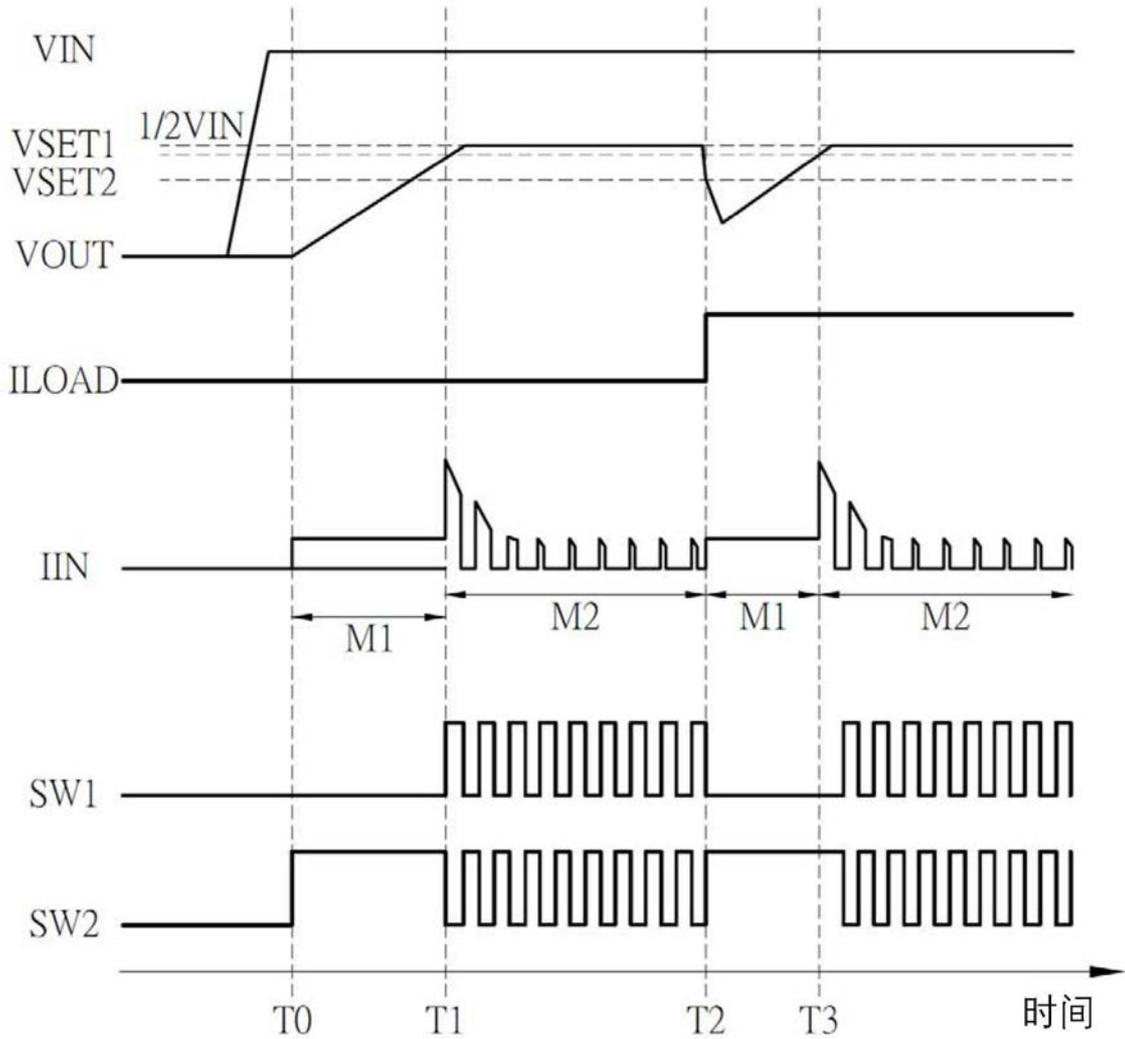


图6

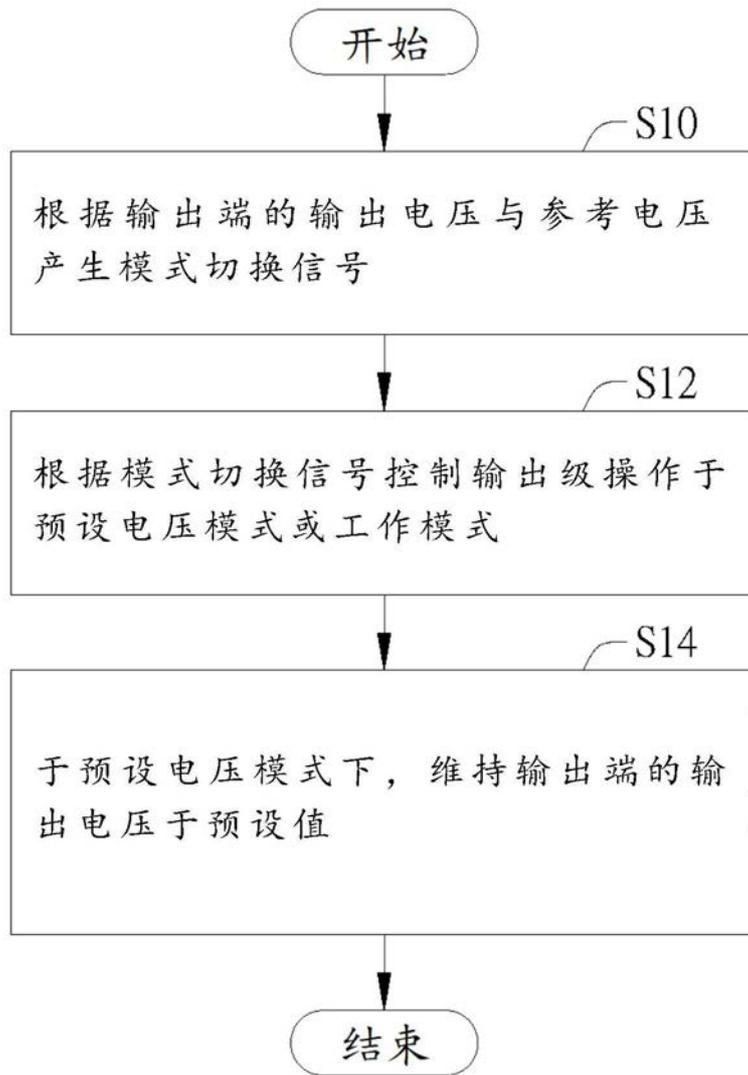


图7