



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104578742 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201310504587. 5

(22) 申请日 2013. 10. 23

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72) 发明人 刘争林 潘超 唐光明 李祥峰

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

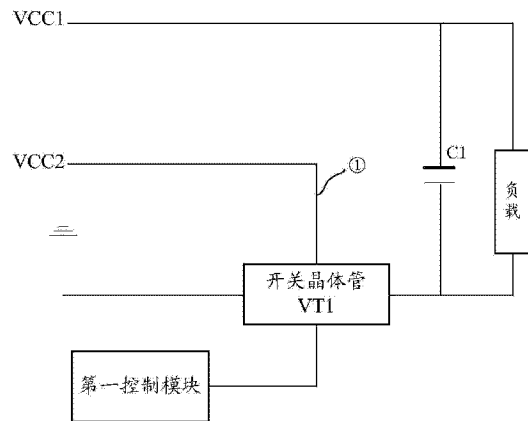
代理人 许静 安利霞

(51) Int. Cl.  
H02M 1/36(2007. 01)  
H02H 9/02(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称  
一种缓启动电路

(57) 摘要  
本发明提供一种缓启动电路,包括:第一电源;第二电源;接入第一电源的电容;与所述电容串联的开关晶体管,其栅极接入第二电源的第一输入端;第一控制模块,用于在所述开关晶体管的源漏电压  $V_{DS}$  大于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在线性区。本发明的缓启动电路在开关晶体管 VT1 的  $V_{DS}$  大于预设阈值时,通过第一控制模块控制开关晶体管 VT1 工作在线性区,使开关晶体管 VT1 等效成为一个阻抗以抑制冲击电流。由于本发明是根据  $V_{DS}$  对开关晶体管 VT1 进行控制,因此对开关晶体管 VT1 与电容 C1 的匹配度要求更低,适用性更强;此外,本发明的缓启动电路还具有结构简单、成本低、工作寿命长的特点。



1. 一种缓启动电路,其特征在于,包括:

第一电源;

第二电源;

接入第一电源的电容;

与所述电容串联的开关晶体管,其栅极接入第二电源的第一输入端;

第一控制模块,用于在所述开关晶体管的源漏电压  $V_{DS}$  大于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在线性区。

2. 根据权利要求 1 所述的缓启动电路,其特征在于,所述第一控制模块具体包括:

采样单元,用于采集所述开关晶体管的  $V_{DS}$ ,当所述  $V_{DS}$  大于预设阈值时,根据所述  $V_{DS}$  向所述第一控制单元提供工作信号;

稳压单元,用于根据所述工作信号为所述开关晶体管的源极和栅极提供电压,使得所述开关晶体管工作在线性区。

3. 根据权利要求 2 所述的缓启动电路,其特征在于,还包括:

第二控制模块,用于当所述开关晶体管的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

4. 根据权利要求 3 所述的缓启动电路,其特征在于,所述开关晶体管为 N-MOS 管,其漏极与所述电容连接,其源极接地;所述第二电源还包括第二输入端;

所述稳压单元的输入端与所述第二电源的第二输入端连接,其输出端与所述开关晶体管的栅极连接,并通过第一控制开关与所述开关晶体管的源极连接;

所述采样单元还用于:当采集到的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的  $V_{DS}$  大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

5. 根据权利要求 4 所述的缓启动电路,其特征在于,

所述第二电源还包括第三输入端;

所述第二控制模块包括第一可击穿二极管,其负极与所述第三输入端连接,其正极与所述开关晶体管的源极连接;

当所述第一控制开关断开时,所述第二电源击穿所述第一可击穿二极管并到达所述开关晶体管的源极,使得所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

6. 根据权利要求 3 所述的缓启动电路,其特征在于,所述开关晶体管为 P-MOS 管,其漏极与所述电容连接,其源极接入所述第一电源;

所述稳压单元的输入端与所述第一电源连接,其输出端与所述开关晶体管的源极连接,并通过第二控制开关与所述开关晶体管的栅极连接;

所述采样单元还用于:当采集到的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的  $V_{DS}$  大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

7. 根据权利要求 6 所述的缓启动电路,其特征在于,

所述第二控制模块包括第二可击穿二极管,其负极与所述第一电源连接,其正极分别与所述开关晶体管的栅极和所述第二电源的第一输入端连接;所述第二电源的电压小于所述第一电源的电压;

当所述第二控制开关断开时,所述第一电源击穿所述第二可击穿二极管并到达所述开关晶体管的栅极,使得所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

8. 根据权利要求 4 至 7 任一项所述的缓启动电路,其特征在于,还包括:  
温度补偿模块;其控制端与所述采样模块连接,用于根据所述工作信号对所述进行温度补偿。

9. 根据权利要求 7 所述的缓启动电路,其特征在于,所述温度补偿模块接入在所述稳压单元与所述控制开关之间。

10. 根据权利要求 2 至 7 任一项所述的缓启动电路,其特征在于,所述采样单元具体通过分压电路接入所述开关晶体管的  $V_{DS}$ ;

所述分压电路包括第一电阻、第二电阻以及第三电阻;其中

所述第一电阻第一端与所述开关晶体管的源极连接,其第二端与所述第三电阻的第一端连接;

所述第二电阻第一端与所述开关晶体管的漏极连接,其第二端与所述第三电阻的第一端连接;

所述第三电阻的第二端与所述采样单元连接。

## 一种缓启动电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电路领域,特别是缓启动电路。

### 背景技术

[0002] 通信设备中的缓启动电路主要应用于需要进行热插拔或者带容性负载的输入端口。由于在上电的瞬间电容短路,输入回路的电流瞬间增大到无穷大,可能导致输入设备保护和开关打火的情况发生,更为严重的情况是导致输入回路上器件损坏,因此必要在输入回路上增加缓启动电路。

[0003] 目前,通讯电源直流输入端口的缓启动大多采用开关器件和控制电路组合而成,存在着各种方案,但各种方案都不具备通用性,各有缺陷。申请号 CN200810006443.6,“一种直流电源缓启动控制电路”是利用负载与电容并联,通过缓慢打开 MOS 管实现对电容的慢充电,在电容充电完成后,负载启动,缺陷是电容需要与 MOS 管匹配,如电容尚未完成充电时,其 MOS 管就已导通,依然会使过大的电流损坏回路上的器件,而让 MOS 管与电容匹配是十分困难的,至少不适用于大电容场合;申请号 CN200910167268.3,“供电电源的缓启动电路”采用继电器、缓冲电阻和控制电路的方式,利用缓冲电阻实现缓启动,继电器吸合实现正常带载,缺陷是存在机械寿命问题,且占板空间大;申请号 CN200920018753.X,“一种降低电源启动功率的缓启动电路”利用 MOS 管和 SPWM 电路控制方式,在启动过程中通过不断开关 MOS 管,降低 MOS 管的开机功耗,实现缓起,缺陷是搭建 SPWM 电路相对复杂,成本也会增加,同时不断开关 MOS 管,会生成应力。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种缓启动电路,能够解决上述专利的所有问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的实施例提供一种缓启动电路,包括:

[0006] 第一电源;

[0007] 第二电源;

[0008] 接入第一电源的电容;

[0009] 与所述电容串联的开关晶体管,其栅极接入第二电源的第一输入端;

[0010] 第一控制模块,用于在所述开关晶体管的源漏电压  $V_{DS}$  大于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在线性区。

[0011] 其中,所述第一控制模块具体包括:

[0012] 采样单元,用于采集所述开关晶体管的  $V_{DS}$ ,当所述  $V_{DS}$  大于预设阈值时,根据所述  $V_{DS}$  向所述第一控制单元提供工作信号;

[0013] 稳压单元,用于根据所述工作信号为所述开关晶体管的源极和栅极提供电压,使得所述开关晶体管工作在线性区。

[0014] 其中,所述缓启动电路还包括:

[0015] 第二控制模块,用于当所述开关晶体管的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

[0016] 其中,所述开关晶体管为 N-MOS 管,其漏极与所述电容连接,其源极接地;所述第二电源还包括第二输入端;

[0017] 所述稳压单元的输入端与所述第二电源的第二输入端连接,其输出端与所述开关晶体管的栅极连接,并通过第一控制开关与所述开关晶体管的源极连接;

[0018] 所述采样单元还用于:当采集到的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的  $V_{DS}$  大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

[0019] 其中,所述第二电源还包括第三输入端;

[0020] 所述第二控制模块包括第一可击穿二极管,其负极与所述第三输入端连接,其正极与所述开关晶体管的源极连接;

[0021] 当所述第一控制开关断开时,所述第二电源击穿所述第一可击穿二极管并到达所述开关晶体管的源极,使得所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

[0022] 其中,所述开关晶体管为 P-MOS 管,其漏极与所述电容连接,其源极接入所述第一电源;

[0023] 所述稳压单元的输入端与所述第一电源连接,其输出端与所述开关晶体管的源极连接,并通过第二控制开关与所述开关晶体管的栅极连接;

[0024] 所述采样单元还用于:当采集到的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的  $V_{DS}$  大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

[0025] 其中,所述第二控制模块包括第二可击穿二极管,其负极与所述第一电源连接,其正极分别与所述开关晶体管的栅极和所述第二电源的第一输入端连接;所述第二电源的电压小于所述第一电源的电压;

[0026] 当所述第二控制开关断开时,所述第一电源击穿所述第二可击穿二极管并到达所述开关晶体管的栅极,使得所述开关晶体管工作在欧姆导通区。

[0027] 其中,所述缓启动电路还包括:

[0028] 温度补偿模块;其控制端与所述采样模块连接,用于根据所述工作信号对所述进行温度补偿。

[0029] 其中,所述温度补偿模块接入在所述稳压单元与所述控制开关之间。

[0030] 其中,所述采样单元具体通过分压电路接入所述开关晶体管的  $V_{DS}$ ;

[0031] 所述分压电路包括第一电阻、第二电阻以及第三电阻;其中

[0032] 所述第一电阻第一端与所述开关晶体管的源极连接,其第二端与所述第三电阻的第一端连接;

[0033] 所述第二电阻第一端与所述开关晶体管的漏极连接,其第二端与所述第三电阻的第一端连接;

[0034] 所述第三电阻的第二端与所述采样单元连接。

[0035] 本发明的上述方案具有如下有益效果:

[0036] 本发明的缓启动电路在开关晶体管的  $V_{DS}$  大于预设阈值时(即缓启动电路的冲击电流过大),通过第一控制模块控制开关晶体管工作在线性区,使开关晶体管等效成为一个阻抗以抑制冲击电流。由于本发明是根据  $V_{DS}$  对开关晶体管进行控制,因此对晶体管与电容

的匹配度要求更低,适用性更强;此外,本发明的缓启动电路还具有结构简单、成本低、工作寿命长的特点。

#### 附图说明

- [0037] 图 1 为本发明中缓启动电路的结构示意图;
- [0038] 图 2 为本发明中第一控制模块在缓启动电路的结构示意图;
- [0039] 图 3 为本发明中第二控制模块在缓启动电路的结构示意图;
- [0040] 图 4 为本发明中 N-MOS 管作为开关晶体管的缓启动电路的详细电路图;
- [0041] 图 5 为本发明中 P-MOS 管作为开关晶体管的缓启动电路的详细电路图。

#### 具体实施方式

[0042] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0043] 如图 1 所示,一种缓启动电路,包括:

[0044] 第一电源 VCC1;

[0045] 第二电源 VCC2;

[0046] 接入第一电源 VCC1 的电容 C1;

[0047] 与所述电容 C1 串联的开关晶体管 VT1,其栅极接入第二电源 VCC2 的第一输入端 ①;

[0048] 第一控制模块,用于在所述开关晶体管的源漏电压  $V_{DS}$  大于预设阈值时,控制所述开关晶体管工作在线性区。

[0049] 本发明的缓启动电路在开关晶体管 VT1 的  $V_{DS}$  大于预设阈值时(即缓启动电路的冲击电流过大),通过第一控制模块控制开关晶体管 VT1 工作在线性区,使开关晶体管 VT1 等效成为一个阻抗以抑制冲击电流。由于本发明是根据  $V_{DS}$  对开关晶体管 VT1 进行控制,因此对开关晶体管 VT1 与电容 C1 的匹配度要求更低,适用性更强;此外,本发明的缓启动电路还具有结构简单、成本低、工作寿命长的特点。

[0050] 其中,在本发明的上述实施例中,所述第一控制模块具体包括:

[0051] 采样单元,用于采集所述开关晶体管的  $V_{DS}$ ,当所述  $V_{DS}$  大于预设阈值时,根据所述  $V_{DS}$  向所述第一控制单元提供工作信号;

[0052] 稳压单元,用于根据所述工作信号为所述开关晶体管的源极和栅极提供电压,使得所述开关晶体管工作在线性区。

[0053] 此外,如图 2 所示,电容 C1 在充电过程中,所产生的冲击电流会逐渐减小,直至不对电路中其它元件产生破坏,此时可使开关晶体管 VT1 完全导通,使电容 C1 快速充电完毕,因此在本发明的上述实施例中,所述缓启动电路还包括:

[0054] 第二控制模块,用于当所述开关晶体管 VT1 的  $V_{DS}$  小于预设阈值时,控制所述开关晶体管 VT1 工作在欧姆导通区。

[0055] 此外,在本发明中,缓启动电路所采用开关晶体管 VT1 类型不同,其电路结构也会存在区别,下面在上文实施例的基础之上对开关晶体管 VT1 采用 N-MOS 管和采用 P-MOS 管的电路结构分别进行说明。

[0056] <方式一>

[0057] 如图4所示,所述开关晶体管为N-MOS管,其漏极与所述电容连接,其源极接地;所述第二电源还包括第二输入端②;

[0058] 所述稳压单元的输入端与所述第二电源VCC2的第二输入端②连接,其输出端与所述开关晶体管VT1的栅极连接,并通过第一控制开关与所述开关晶体管VT1的源极连接;

[0059] 所述采样单元还用于:当采集到的 $V_{DS}$ 小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的 $V_{DS}$ 大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

[0060] 具体地,所述第二电源VCC2还包括第三输入端③;

[0061] 所述第二控制模块包括第一可击穿二极管VD1,其负极与所述第三输入端③连接,其正极与所述开关晶体管VT1的源极连接;

[0062] 当所述第一控制开关断开时,所述第二电源VCC2击穿所述第一可击穿二极管VD1并到达所述开关晶体管VT1的源极,使得所述开关晶体管VT1工作在欧姆导通区。

[0063] 下面对开关晶体管VT1为N-MOS管的缓启动电路的工作原理进行详细描述:

[0064] 如图4所示,在VCC1上电瞬间,电容C1瞬间短路,VCC1全部加载到开关晶体管VT1的源极和漏极,此时 $V_{DS}$ 大于预设阈值,采样单元发送控制信号至第一控制开关,使其闭合,同时采样单元产生工作信号给稳压单元,稳压单元根据工作信号向开关晶体管VT1的源极和栅极供电,以改变开关晶体管VT1的栅源电压 $V_{GS}$ ,使其工作在线性区,抑制冲击电流(其原理基于晶体管工作特性,即线性区: $V_{GS_{th}} \geq V_{GS} - V_{DS}$ )。此后,随着电容C1中的电压逐渐积累,使得 $V_{DS}$ 逐渐减小,直到小于预设阈值时,采样单元向第一控制开关发送控制信号,使其断开,同时采样单元停止向稳压单元发送工作信号,致使稳压单元停止工作,此时第二电源VCC2的第二输入端②断开,使得第二电源VCC2经第三输入端③的电压增大,击穿第一可击穿二极管VD1,到达开关晶体管VT1的源极,使其栅源电压 $V_{GS}$ 改变,最终工作在欧姆导通区(其原理同样是基于晶体管工作特性,即欧姆导通区: $V_{GS_{th}} < V_{GS} - V_{DS}$ )。之后,电容C1充电完成后,第一电源VCC1流向负载,缓启动完成。其中,所述第一控制开关优先为延时开关,通过缓慢闭合或断开防止电流产生应力。需要指出的是,上述采样单元以及稳压单元为电路领域中常用的技术手段,本文在此不作赘述。

[0065] <方式二>

[0066] 如图5所示,当所述开关晶体管VT1为P-MOS管,其漏极与所述电容连接,其源极接入所述第一电源VCC1;

[0067] 所述稳压单元的输入端与所述第一电源VCC1连接,其输出端与所述开关晶体管VT1的源极连接,并通过第二控制开关与所述开关晶体管VT1的栅极连接;

[0068] 所述采样单元还用于:当采集到的 $V_{DS}$ 小于预设阈值时,断开所述控制开关;当采集到的 $V_{DS}$ 大于预设阈值时,闭合所述控制开关。

[0069] 具体地,所述第二控制模块包括第二可击穿二极管VD2,其负极与所述第一电源VCC1连接,其正极与所述开关晶体管VT1的栅极连接;所述第二电源的电压小于所述第一电源的电压;

[0070] 当所述第二控制开关断开时,所述第一电源VCC1击穿所述第二可击穿二极管VD2并到达所述开关晶体管VT1的栅极,使得所述开关晶体管VT1工作在欧姆导通区。

[0071] 下面对开关晶体管 VT1 为 P-MOS 管的缓启动电路的工作原理进行详细描述：

[0072] 如图 5 所示,在 VCC1 上电瞬间,电容 C1 瞬间短路,VCC1 全部加载到开关晶体管 VT1 的源极和漏极,此时  $V_{DS}$  大于预设阈值,采样单元向第二控制开关发送控制信号,使其闭合,同时,采样单元根据  $V_{DS}$  向稳压单元发送工作信号,稳压单元根据工作信号向开关晶体管 VT1 的源极和栅极供电,以改变开关晶体管 VT1 的栅源电压  $V_{GS}$ ,使其工作在线性区,抑制冲击电流。此后,随着电容 C1 中的电压逐渐积累,使得  $V_{DS}$  逐渐减小,直到小于预设阈值时,采样单元向第二控制开关发送控制信号,使其断开,同时采样单元停止向稳压单元发送工作信号,致使稳压单元停止工作,此时第一电源 VCC1 经稳压单元到达 A 点的电路断开,使得第一电源 VCC1 到达第二可击穿二极管 VD2 的电压增大,从而击穿该第二可击穿二极管 VD2,并到达开关晶体管 VT1 的栅极,使其栅源电压  $V_{GS}$  改变,最终工作在欧姆导通区。之后,电容 C1 充电完成后,第一电源 VCC1 流向负载,缓启动完成。其中,所述第二控制开关优先为延时开关,通过缓慢闭合或断开防止电流产生应力。

[0073] 此外,由于开关晶体管 VT1 的工作区间与  $V_{GS}$  有关,根据晶体管器件手册可知 GS 端的门限电压会受到温度影响,因此,为保证稳定控制开关晶体管 VT1 的工作区间,本发明的缓启动电路还包括：

[0074] 温度补偿模块;其控制端与所述采样模块连接,用于根据所述工作信号对所述进行温度补偿。

[0075] 具体地,如图 4 和图 5 所示,所述温度补偿模块接入在所述稳压单元与所述控制开关之间,图 4 中温度补偿模块的工作电源来源于第二电源,图 5 中温度补偿模块的工作电源则来源于第一电源。需要指出的是,现有技术已存在有很多针对开关晶体管的温度补偿技术,由于涉及的电路结构并不唯一,所以本文不再对温度补偿模块进行赘述。

[0076] 此外,如图 4 和图 5 所示,所述采样单元具体通过分压电路接入所述开关晶体管 VT1 的  $V_{DS}$ ,以使  $V_{DS}$  被分压至采样单元能够工作的电压范围内,其中

[0077] 所述分压电路包括第一电阻 R1、第二电阻 R2 以及第三电阻 R3 ;其中

[0078] 所述第一电阻 R1 第一端与所述开关晶体管 VT1 的源极连接,其第二端与所述第三电阻 R3 的第一端连接;

[0079] 所述第二电阻 R2 第一端与所述开关晶体管 VT1 的漏极连接,其第二端与所述第三电阻 R3 的第一端连接;

[0080] 所述第三电阻 R3 的第二端与所述采样单元连接。

[0081] 综上所述,本发明对开关晶体管 VT1 与电容 C1 的匹配度要求更低,适用性更强;进一步地,本发明的缓启动电路还具有结构简单、成本低、工作寿命长的特点。

[0082] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



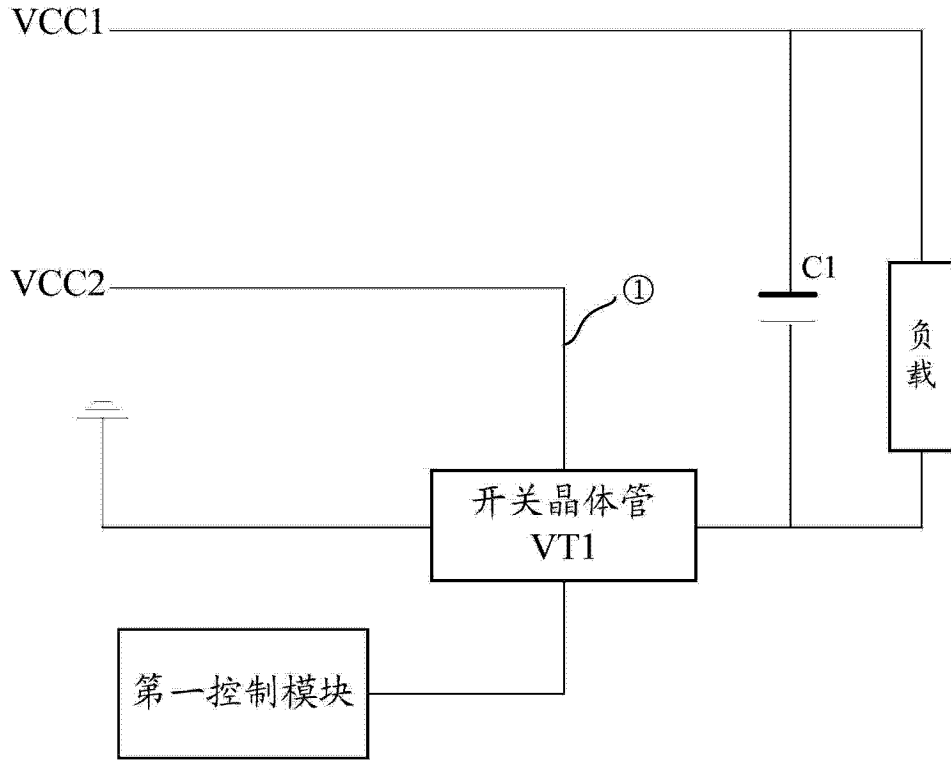


图 1

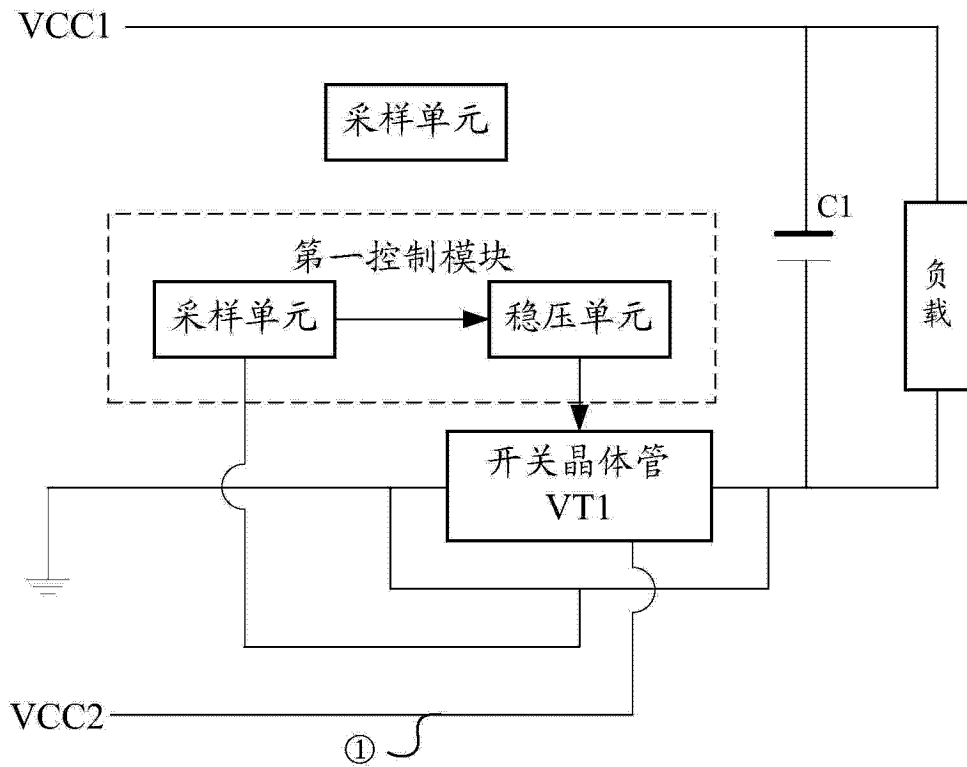


图 2

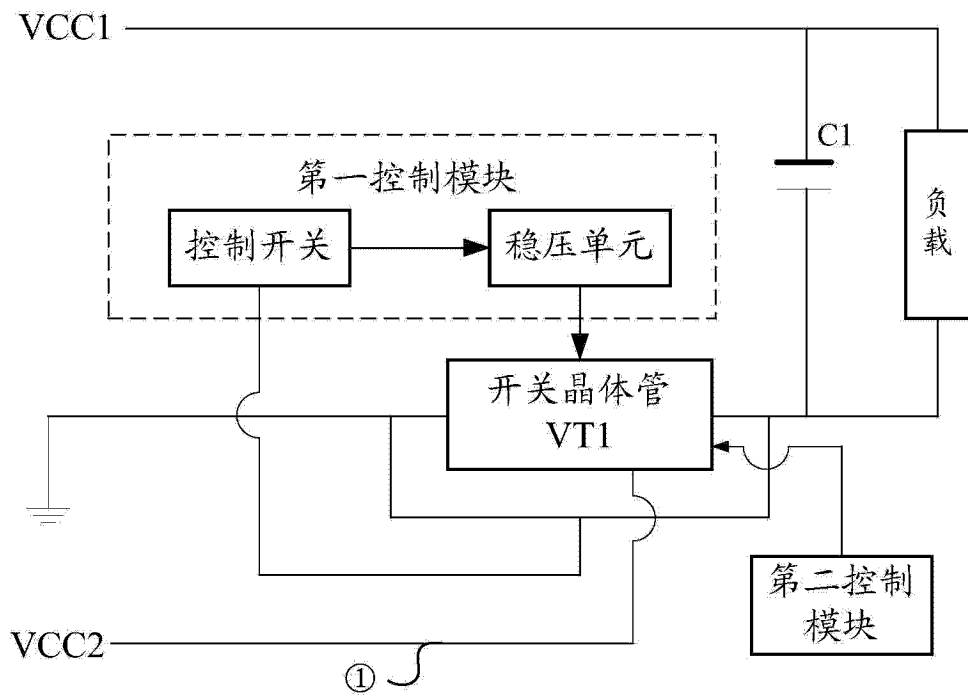


图 3

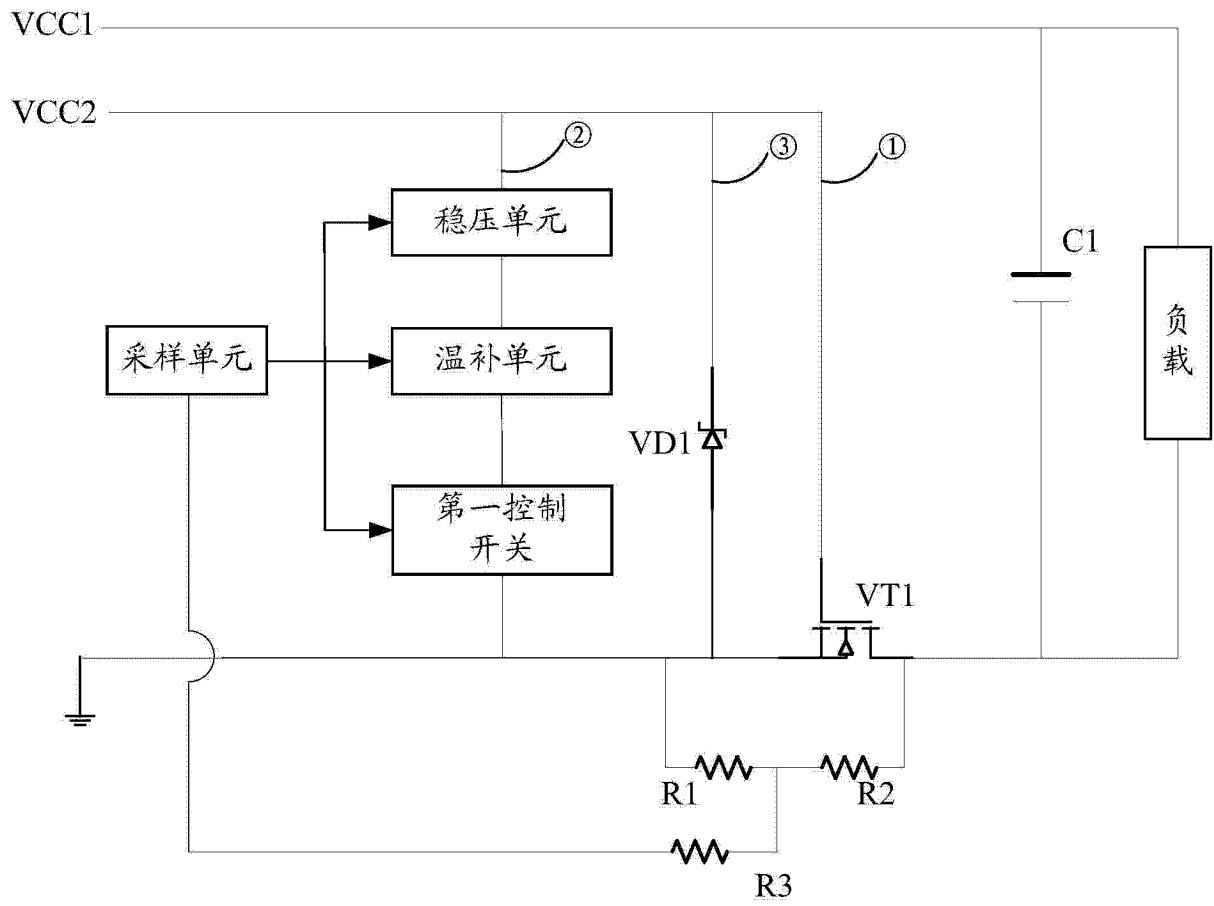


图 4

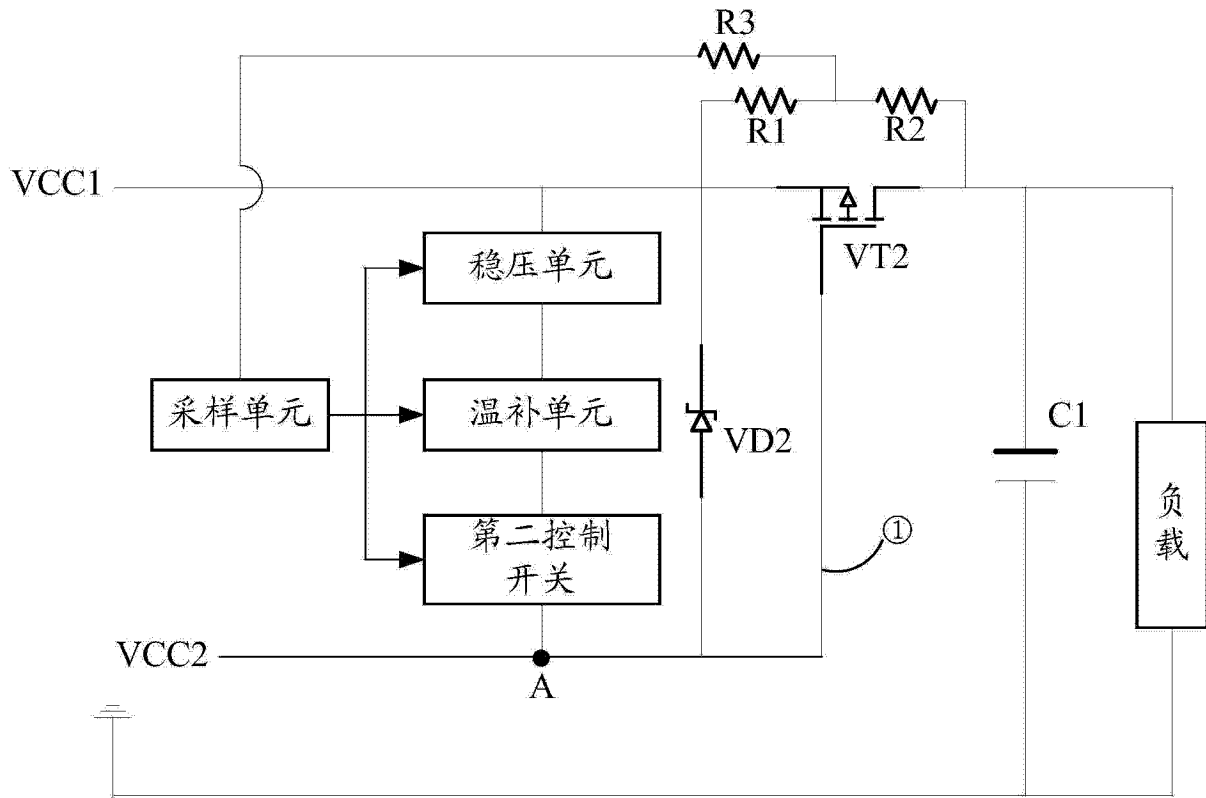


图 5