



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110994968 B

(45) 授权公告日 2021.06.01

(21) 申请号 201911158858.X

(22) 申请日 2019.11.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110994968 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(73) 专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 张彦忠 叶海军 姚晓锋

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285

代理人 吴磊

(51) Int. Cl.

H02M 1/36 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104967300 A, 2015.10.07

CN 104410308 A, 2015.03.11

CN 105490286 A, 2016.04.13

CN 102449876 A, 2012.05.09

CN 202261042 U, 2012.05.30

审查员 钟玲娜

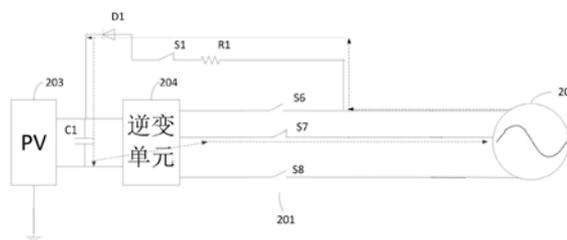
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

一种预充电电路、逆变器以及发电系统

(57) 摘要

本申请公开了一种预充电电路,包括:第一开关、第二开关、二极管、第一限流装置、电容以及逆变单元,预充电电路的一端连接电网,其中,第一限流装置、第一开关与二极管串联之后,一端连接电容的一端,另一端连接电网的第一相交流电,电容的另一端依次通过逆变单元和第二开关连接至电网的第二相交流电。第一开关和第二开关闭合后,电网输出的电流经过第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元以及第二开关形成的闭合回路为电容充电。本申请提供了一种为母线电容预充电的电路,结构简单,在现有的逆变器系统的基础上改动小、节约成本。



1. 一种预充电电路,其特征在于,包括:第一开关、第二开关、二极管、第一限流装置、电容以及逆变单元,所述预充电电路的一端连接电网,其中,

所述第一限流装置、所述第一开关与所述二极管串联之后,一端连接所述电容的一端,另一端连接所述电网的第一相交流电,所述电容的另一端依次通过所述逆变单元和所述第二开关连接至所述电网的第二相交流电;

所述第一开关和所述第二开关闭合后,所述电网输出的电流经过所述第一限流装置、所述第一开关、所述二极管、所述电容、所述逆变单元以及所述第二开关形成的闭合回路为所述电容充电。

2. 根据权利要求 1 所述的预充电电路,其特征在于,还包括第三开关,

所述第一限流装置、第一开关与所述二极管串联之后,另一端通过所述第三开关连接所述电网的所述第一相交流电;

所述第一开关、所述第二开关以及所述第三开关闭合后,所述电网输出的电流经过所述第三开关、所述第一限流装置、所述第一开关、所述二极管、所述电容、所述逆变单元以及所述第二开关形成的闭合回路为所述电容充电。

3. 根据权利要求 2 所述的预充电电路,其特征在于,还包括第四开关,所述第四开关与所述第二开关串联,所述电容的另一端依次通过所述逆变单元、所述第二开关以及所述第四开关连接至所述电网的第二相交流电;

所述第一开关、所述第三开关、所述第二开关以及所述第四开关闭合后,所述电网输出的电流经过所述第三开关、所述第一限流装置、所述第一开关、所述二极管、所述电容、所述逆变单元、所述第二开关以及所述第四开关形成的闭合回路为所述电容充电。

4. 根据权利要求 3 所述的预充电电路,其特征在于,还包括第五开关以及第二限流装置,

所述第五开关和所述第二限流装置串联后,与所述第二开关并联,所述第五开关和所述第二限流装置串联后,一端连接所述逆变单元,另一端连接所述电网的第二相交流电;

所述第一开关、所述第三开关、所述第五开关以及所述第四开关闭合后,所述电网输出的电流经过所述第三开关、所述第一限流装置、所述第一开关、所述二极管、所述电容、所述逆变单元、所述第五开关以及所述第四开关形成的闭合回路为所述电容充电。

5. 根据权利要求 3 所述的预充电电路,其特征在于,还包括第五开关以及第二限流装置,所述第五开关和所述第二限流装置串联后,与所述第四开关并联,所述第五开关和所述第二限流装置串联后,一端连接所述逆变单元,另一端连接所述电网的第二相交流电;

所述第一开关、所述第三开关、所述第五开关以及所述第二开关闭合后,所述电网输出的电流经过所述第三开关、所述第一限流装置、所述第一开关、所述二极管、所述电容、所述逆变单元、所述第二开关以及所述第五开关形成的闭合回路为所述电容充电。

6. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的预充电电路,其特征在于,所述限流装置为电阻和电感中的一种或任意几种的组合。

7. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的预充电电路,其特征在于,所述第一开关、第二开关为继电器、金属氧化物半导体场效应管 MOSFET 或绝缘栅双极型晶体管 IGBT。

8. 根据权利要求 2 至 5 任一项所述的预充电电路,其特征在于,所述第三开关为继电器、金属氧化物半导体场效应管 MOSFET 或绝缘栅双极型晶体管 IGBT。

9. 根据权利要求 3 至 5 任一项所述的预充电电路,其特征在于,所述第四开关为继电器、金属氧化物半导体场效应管 MOSFET 或绝缘栅双极型晶体管 IGBT。

10. 根据权利要求4或5 所述的预充电电路,其特征在于,所述第五开关为继电器、金属氧化物半导体场效应管 MOSFET 或绝缘栅双极型晶体管 IGBT。

11. 一种逆变器,其特征在于,包括控制单元和逆变功率单元,所述控制单元用于控制所述逆变功率单元的工作,其中,所述逆变功率单元包括如权利要求 1-10 任一所述的预充电电路。

12. 一种发电系统,其特征在于,包括:光伏电池 PV、逆变器和电网;

所述 PV 与所述逆变器相连,所述逆变器与所述电网相连;

所述 PV 用于将光能转化为直流电;

所述逆变器包括上述权利要求 1-10 任一所述的预充电电路,用于将所述直流电转换为交流电,所述逆变器还用于对所述电网进行无功补偿;

所述电网用于传输所述交流电。

13. 根据权利要求 12 所述的发电系统,其特征在于,所述逆变器还包括隔离单元,所述隔离单元包括第六开关,所述第六开关一端与所述 PV 的正极连接,另一端与所述电网连接的电路的正极连接,或者所述第六开关一端与所述 PV 的负极连接,另一端与所述电网连接的电路的负极连接。

14. 根据权利要求 12 所述的发电系统,其特征在于,所述逆变器还包括隔离单元,所述隔离单元包括单向导通器件,所述单向导通器件一端与所述 PV 的正极连接,另一端与所述电网连接的电路的正极连接,或者所述单向导通器件一端与所述 PV 的负极连接,另一端与电网连接的电路的负极连接。

一种预充电电路、逆变器以及发电系统

技术领域

[0001] 本申请涉及光伏发电技术领域,具体涉及一种预充电电路。

背景技术

[0002] 光伏逆变器是光伏发电系统中的能量转换装置,用于将光伏电池输出的直流电转换成交流电后送入电网。光伏逆变器夜间处于闲置状态,但在夜间电网会有无功补偿的需求。为了充分利用光伏逆变器,可以在夜间使用光伏逆变器为电网实时补充无功功率,实现夜间静止无功发生器(static var generator,SVG)功能。

[0003] 当光伏逆变器运行于SVG模式时,需要对母线电容进行预充电,以避免并网瞬间因直流母线电压与电网电压峰值间存在较大电压差而产生电流冲击,目前的预充电电路结构复杂,成本较高。因此,提供一种结构简单、成本低廉的预充电电路,亟待解决。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种预充电电路,结构简单,在现有的逆变器的基础上改动小。

[0005] 为达到上述目的,本申请实施例提供如下技术方案:

[0006] 本申请第一方面提供一种预充电电路,可以包括:第一开关、第二开关、二极管、第一限流装置、电容以及逆变单元,预充电电路的一端连接电网,其中,第一限流装置、第一开关与二极管串联之后,一端连接电容的一端,另一端连接电网的第一相交流电,电容的另一端依次通过逆变单元和第二开关连接至电网的第二相交流电。第一开关和第二开关闭合后,电网输出的电流经过第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元以及第二开关形成的闭合回路为电容充电。由第一方面可知,第一方面提供的一种预充电电路,相比于现有技术,闭合回路中包括的部件更少,仅需要少量部件就可以实现无直流输入时,对母线电容的预充电,进而给整个逆变器系统提供供电可以进行无功补偿,结构简单,降低成本。

[0007] 可选地,结合上述第一方面,在第一种可能的实现方式中,还可以包括第三开关,第一限流装置、第一开关与二极管串联之后,另一端通过第三开关连接电网的第一相交流电。第一开关、第二开关以及第三开关闭合后,电网输出的电流经过第三开关、第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元以及第二开关形成的闭合回路为电容充电。第一方面第一种可能的实现方式提供的预充电电路可以应用在经典的逆变器系统中。由第一方面第一种可能的实现方式提供了另一种预充电电路,增加了方案的多样性。

[0008] 可选地,结合上述第一方面第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,该方法还可以包括:第四开关,第四开关与第二开关串联,电容的另一端依次通过逆变单元、第二开关以及第四开关连接至电网的第二相交流电。第一开关、第三开关、第二开关以及第四开关闭合后,电网输出的电流经过所第三开关、第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元、第二开关以及第四开关形成的闭合回路为电容充电。第一方面第二种可能的实现方式提供的预充电电路可以应用在经典的逆变器系统中。第一方面第二种可能的实现方式提供了另一种预充电电路,增加了方案的多样性。

[0009] 可选地,结合上述第一方面第二种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,该方法还可以包括:第五开关以及第二限流装置,第五开关和第二限流装置串联后,与第二开关并联,第五开关和第二限流装置串联后,一端连接逆变单元,另一端连接电网的第二相交流电。第一开关、第三开关、第五开关以及第四开关闭合后,电网输出的电流经过第三开关、第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元、第五开关以及第四开关形成的闭合回路为电容充电。第一方面第三种可能的实施方式提供了另一种预充电电路,增加了方案的多样性,第一方面第三种可能的实现方式中,可以对逆变器系统中的一组开关统一控制。

[0010] 可选地,结合上述第一方面第二种可能的实现方式,在第四种可能的实现方式中,还包括第五开关以及第二限流装置,第五开关和第二限流装置串联后,与第四开关并联,第五开关和第二限流装置串联后,一端连接逆变单元,另一端连接电网的第二相交流电。第一开关、第三开关、第五开关以及第二开关闭合后,电网输出的电流经过第三开关、第一限流装置、第一开关、二极管、电容、逆变单元、第二开关以及第五开关形成的闭合回路为电容充电。第一方面第四种可能的实施方式提供了另一种预充电电路,增加了方案的多样性,第一方面第四种可能的实现方式中,可以对逆变器系统中的一组开关统一控制。

[0011] 可选地,结合上述第一方面第一种至第一方面第四种可能的实现方式,在第五种可能的实现方式中,限流装置为电阻和电感中的一种或任意几种的组合。

[0012] 可选地,结合上述第一方面第一种至第一方面第四种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,第一开关、第二开关、第三开关、第四开关以及第五开关为继电器、金属氧化物半导体场效应管MOSFET或绝缘栅双极型晶体管IGBT。

[0013] 本申请第二方面提供一种逆变器,可以包括:控制单元和逆变功率单元,控制单元用于控制逆变功率单元的工作,其中,逆变功率单元包括如上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中描述的预充电电路。

[0014] 本申请第三方面提供一种发电系统,可以包括:光伏电池PV、逆变器和电网。PV与逆变器相连,逆变器与电网相连。PV用于将光能转化为直流电。逆变器包括上述第一方面或第一方面任意一种可能的实现方式中描述的预充电电路,用于将直流电转换为交流电,逆变器还用于对电网进行无功补偿,交流电网用于传输交流电。

[0015] 可选地,结合上述第三方面,在第一种可能的实现方式中,逆变器还包括隔离单元,隔离单元包括第六开关,第六开关一端与PV的正极连接,另一端与电网连接的电路的正极连接,或者第六开关一端与PV的负极连接,另一端与电网连接的电路的负极连接。由第三方面第一种可能的实现方式可知,逆变器中包括隔离单元,通过开关实现PV和电网之间的隔离,避免电网对PV的影响。

[0016] 可选地,结合上述第三方面,在第二种可能的实现方式中,逆变器还包括隔离单元,隔离单元包括单向导通器件,单向导通器件一端与PV的正极连接,另一端与电网连接的电路的正极连接,或者单向导通器件一端与PV的负极连接,另一端与电网连接的电路的负极连接。由第三方面第二种可能的实现方式可知,逆变器中包括隔离单元,通过单向导通器件实现PV和电网之间的隔离,避免电网对PV的影响。

[0017] 本申请提供了一种区别于现有技术的预充电电路,该电路结构简单,在现有的逆变器的基础上改动小,能够避免并网瞬间因直流母线电压与电网电压峰值间存在较大电压差而产生电流冲击。

附图说明

- [0018] 图1为一种具无功补偿功能的光伏逆变器的结构示意图；
- [0019] 图2为本申请实施例提供的一种电路的结构示意图；
- [0020] 图3为本申请实施例提供的一种电路的充电路径示意图；
- [0021] 图4为本申请实施例提供的另一种电路的充电路径示意图；
- [0022] 图5为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0023] 图6为本申请实施例提供的另一种电路的充电路径示意图；
- [0024] 图7为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0025] 图8为本申请实施例提供的另一种电路的充电路径示意图；
- [0026] 图9为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0027] 图10为本申请实施例提供的另一种电路的充电路径示意图；
- [0028] 图11为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0029] 图12为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0030] 图13为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0031] 图14为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图；
- [0032] 图15为本申请实施例提供的另一种电路的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 本申请实施例提供一种预充电电路,以避免并网瞬间因直流母线电压与电网电压峰值间存在较大电压差而产生电流冲击。本申请实施例还提供了相应的逆变器以及发电系统。

[0034] 以下分别进行详细说明。

[0035] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域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,都属于本申请保护的范围。

[0036] 传统的电力系统供电需要消耗大量煤炭、天然气等不可再生资源,并且对环境产生污染,太阳能以其清洁、可再生等优点而得到人们的关注。光伏电池或者光伏电站输出功率与太阳能辐射强度、温度、风速等环境因素相关,而这些因素由于受自然条件的影响是随机变化的,因此光伏电站的输出功率是不稳定的。对于并网光伏系统,这种不稳定的功率注入电网,将会引起电网的电压波动,即引起并网点有功功率输出波动。此外,除了上述提到的光伏电站的输出功率不稳定导致电网的电压波动外,还有其他因素可能引起并网点有功功率输出波动,比如,电网中的电力负载如电动机、变压器等大部分属于感性负载,这些感性负载输出的功率为无用功率,线路和变压器因输送无功功率会造成电能损耗,这种电能损耗也会引起并网点有功功率输出波动。

[0037] 目前,可以通过无功补偿的手段稳定并网点电压,白天时,由于光伏电站可以输出有功功率,因此可以从光伏电站获取功率进行无功补偿,可以提供感性负载所消耗的无功功率,减少了电网电源向感性负载提供、由线路输送的无功功率,由于减少无功功率在电网中的流动,因此可以降低线路和变压器因输送无功功率造成的电能损耗,改善并网点有功

功率输出波动。但是夜晚时,光伏电站无法输出功率,因此需要额外的无功补偿装置进行无功补偿。

[0038] 本申请中有时也将无功补偿称为无功功率补偿,通过无功补偿可以稳定并网点电压,改善有功功率输出波动的情况,提高光伏电站的输电能力,改善夜间光伏电站功率因数低下的问题,功率因数是衡量电气设备效率高低的一个系数,功率因数低,说明电路用于交变磁场转换的无功功率大,增加了线路供电损失。

[0039] 目前,一般采用两种方式实现无功补偿的功能,一种方式为采用独立的设备进行无功补偿,比如采用静止无功发生器(static var generator,SVG),这种方式,可以独立控制SVG,并且SVG既可以工作在白天也可以工作在夜间。还有一种方式为光伏逆变器利用自身的特性去实现无功补偿功能。

[0040] 上述两种方式各有弊端,采用SVG设备进行无功补偿这种方式,由于光伏电站一般要设置在户外,要能适应恶劣的环境,比如需要防水,防尘等等,因此要求SVG设备也要能够适应恶劣的环境,比如也要做到能够防水、防尘等等,这就提高了SVG的成本。将光伏逆变器更改为无功补偿的装置这种方式,能够以低成本实现无功补偿的需求,但是这种方式同样存在弊端,下面结合图1进行说明。如图1所示,是一种具无功补偿功能的光伏逆变器的结构示意图。图1中还示出了光伏电池(photo voltaic,PV)和电网。光伏电池和具有无功补偿功能的逆变器共同组成光伏电站,在这种场景下,白天的时候可以由光伏电池提供相应的无功功率,进行无功补偿,夜晚的时候,光伏电池无法提供相应的无功功率,因此夜晚的时候,由具有无功补偿功能的逆变器进行无功补偿,下面结合图1对具有无功补偿功能的逆变器进行无功补偿的原理进行说明。

[0041] 如图1中的a所示,该逆变器包括电容,该电容是母线电容,用于给逆变单元中的直流辅源进行充电,该直流辅源用于给逆变单元供电,逆变单元,用于启动后,在夜晚的时候进行无功补偿。还包括变压器,用于隔离电网和母线电容,还包括由二极管和电阻组成的整流桥,用于给母线电容进行充电,这里的充电是指预充电,预充电的目的是为了避免并网瞬间因母线电压与电网电压峰值间存在较大电压差而产生电流冲击。还包括继电器,用于控制电路的开断,控制单元,用于向逆变单元、变压器以及继电器发出控制指令,其中,可以将变压器和整流桥看做一个整体,以下将这部分电路称为隔离的交流转直流变换器(简称为隔离的AC/DC)。图中所示出的PV、隔离单元、逆变单元以及继电器共同组成的系统为一个典型的逆变器系统。夜晚的时候,PV的有功输出几乎为零,无法进行无功补偿。所以,夜晚的时候,由逆变器进行无功补偿,输出无功功率,具体的,隔离的AC/DC从电网中获取交流电后工作,给母线电容供电,当母线电容充好电之后,控制单元控制隔离的AC/DC关闭,母线电容充好电之后,为逆变单元供电,具体的,给逆变单元中的直流辅源进行供电(图中未示出直流辅源)。当逆变单元启动后,控制单元控制继电器闭合,控制变压器断开,由于预充电完成,母线电容可以直接通过继电器以及逆变单元从电网获取交流电,而不需要再通过隔离的AC/DC从电网中获取交流电,之后母线可以持续为逆变单元供电,进而逆变单元可以进行无功补偿。

[0042] 图1中的a所示的方案,通过变压器和整流桥实现对母线电容的预充电,但是这种方式需要采用较多的器件,结构复杂,成本较高,需要说明的是在图1中的a所示的方案中,可以将变压器替换为2个开关或者替换为4个开关,如图1中的b所示,这种方案同样存在结

构复杂,成本较高的问题。本申请提供一种预充电电路,用于给母线电容充电,本申请提供的电路,结构简单,采用较少的器件,节约成本,以下进行详细的说明。

[0043] 如图1中所示的结构,是在典型的逆变器系统中增加部分器件,为母线电容预充电,在这种典型的逆变器系统中,逆变单元和电网之间包括两组继电器,每一组包括3个继电器。本申请提供的方案可以适用在这种典型的逆变器系统中,也可以适用在其他的逆变器系统中,本申请对本电路可以适用的逆变器系统并不限定。比如,在一种逆变器系统中,可以只包括一组继电器,该一组继电器中可以最少包括1个继电器,最多包括4个继电器。此外,图1中所示的结构中,电网的类型可以为三相三线或者三相四线,本申请提供的电路可以适用于三相三线或者三相四线电网类型,也可以适用于其他电网类型,比如单相电网。此外,对于一组继电器的控制方式可以分为单独控制和同一控制,其中单独控制是指,控制单元可以单独控制每一个继电器的关断,同一控制是指控制单元无法单独控制每一个继电器的关断,只能控制一组继电器同时闭合或者断开。以下将结合不同的逆变器系统对本申请提供的电路结构进行介绍。

[0044] 本申请首先结合经典的逆变器系统对本申请提供的电路结构进行介绍。如图2中的a所示,为本申请提供的一种电路的结构示意图。如图2中的a所示,经典的逆变器系统包括PV203、逆变单元204、第一组继电器201以及第二组继电器202,逆变单元用于将PV203产生的直流电能转换为可并接至电网205的与电网同频率、同相位的交流电。现有技术中,关于逆变单元实现上述功能已经有纯熟的结构,本申请均可以采用,逆变单元的结构并非本申请的发明点。此外需要说明的,本方案提供的预充电电路在给母线电容充电时,控制逆变单元不进行逆变,即在预充电的时候,逆变单元无需将直流电转换为交流电,在预充电的时候,逆变单元只起到导通的作用。本申请提供的电路一端与电网205连接,另一端与PV连接,可以包括:限流装置R1,开关S1,二极管D1,电容C1(本申请有时也将电容C1称为母线电容C1),逆变单元204,开关S2以及限流装置R2。限流装置R2与开关S2串联后与第一组继电器201以及第二组继电器202中的任意一个继电器并联,换句话说,可以选择在第一组继电器201中3个继电器中的任意一个继电器,或者第二组继电器202中3个继电器中的任意一个继电器上并联一个限流装置R2以及开关S2。以下将并联限流装置R2以及开关S2的继电器称为第一继电器,并将该第一继电器所在的相称为第一相(本申请中,有时也称为第一相电),以电网类型为三相三线举例进行说明,该电网还包括两个相,以下将这两个相称为第二相(本申请中有时也称为第二相电)和第三相(本申请中有时也称为第三相电)。开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端连接电网除第一相之外的相上,或者另一端通过继电器连接电网除第一相之外的相上。比如,电网205类型为三相三线时,该电网除第一相之外的相包括第二相和第三相。如图2中的a示出了开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端通过开关连接电网除第一相之外的相上的示意图、图2中的b示出了开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端连接电网除第一相之外的相上的示意图,为了更好的说明限流装置R2与开关S2串联后与第一组继电器201以及第二组继电器202中的任意一个继电器并联,在图2中的b,区别于图2中的a中限流装置R2与开关S2串联后设置的位置,将限流装置R2与开关S2串联后并联在第二组继电器中的任意一个继电器上。需要说明的是,开关S1,限流装置R1和二极管D1串联即可,不限定三者的连接顺序,本申请涉及到串联的器件都不限定器件的连接顺序,以下不再重复赘述。

[0045] 需要说明的是,上述限流装置R1和限流装置R2可以是限流电阻、电感和扼流圈中的一种或任意几种的组合。

[0046] 此外,开关S1和开关S2可以是继电器、金属氧化物半导体场效应管(metal-oxide semiconductor field-effect transistor, MOSFET)和绝缘栅双极型晶体管(insulated gate bipolar transistor, IGBT)等等。

[0047] 此外,本申请中的二极管为单向导通器件,其他的单向导通器件也可以适用,比如单向导通器件可以还包括控制器、采样电路、检测电路、保护电路等,具体本申请实施例不作限定,本申请所有实施例均以二极管为例。

[0048] 下面结合图3,以图2中的a为例,对电路的工作原理进行说明,如图3所示,是本申请提供的电路的充电路径示意图。当PV无法输出直流电时,比如在夜间的时候,此时给控制单元和开关S1以及S2提供供电电源的交流辅源保持工作(图中未示出控制单元和交流辅源),控制单元可以向逆变器中的各个器件发送控制指令,并且可以接收电网发送的调度指令。当有夜间无功需求时,比如,控制单元接收到调度指令,确定需要进行无功补偿。

[0049] 在其中一种方式中,如果控制单元不能单独控制继电器的关断,只能统一控制,统一控制的定义参照上文进行理解,此处不再重复赘述。则控制单元可以闭合第二组继电器(此时,S3,S4以及S5同时闭合),闭合S1以及S2,电流可以经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元、S2、R2以及S4形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合第一组继电器,由此可以通过第一组继电器、第二组继电器以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1和S2断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0050] 控制单元也可以单独控制继电器的关断,单独控制的定义参照上文进行理解,此处不再重复赘述,下面以图2中的a为例进行说明。则如图4中所示,控制单元控制S3、S4、S1以及S2闭合,电流可以经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元、S2、R2以及S4形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合S6、S7、S8、S4以及S5,由此可以通过第一组继电器、第二组继电器以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1和S2断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0051] 需要说明的是,当控制单元可以单独控制继电器的关断时,可以进一步的简化电路,下面结合图5进行说明。该电路可以包括:限流装置R1,开关S1,二极管D1,电容C1以及逆变单元。限流装置R1,开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,一端连接至电网,或者一端通过继电器连接至电网。关于限流装置R1,开关S1,二极管D1,电容C1以及逆变单元可以参照图2进行理解,此处不再重复赘述。图5中的a示出了开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,另一端通过继电器连接至电网的示意图,图5中的b示出了开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,一端连接至电网的示意图。

[0052] 下面结合图6,以图5中的a为例,对电路的工作原理进行说明,如图6所示,是本申请提供的电路的充电路径示意图。控制单元控制S3、S1、S7、S4闭合,电流可以经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元、S7以及S4形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合第S6、S8以及S5,由此可以通过第一组继电器、第二组继电器以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0053] 需要说明的是,在给C1预充电时,如图5所示,控制单元只要控制开关S1闭合,或者如图2所示,控制开关S1和S2闭合,至于控制单元控制第一组继电器和第二组继电器中哪些

继电器闭合,只要能够形成闭合回路给C1充电即可,并不限制控制哪些继电器闭合,比如,在图6所示的电路中,控制单元还可以控制S3、S1、S8以及S5闭合,使电流经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元、S8以及S5形成闭合回路给C1充电。

[0054] 以上结合经典的逆变器系统对本申请提供的电路结构进行介绍。本申请在经典的逆变器系统的基础上,仅增加少量部件可以实现无直流输入时,对母线电容的预充电,进而给整个逆变器系统提供供电可以进行无功补偿,结构简单,降低成本。

[0055] 上述经典的逆变器系统中,包括两组继电器,需要说明的是,上述经典的逆变器系统中的继电器可以替换为MOSFET或者IGBT等等,只要能实现导通和断开电路作用的器件都可以。下面对逆变器系统中仅包括一组继电器的情况进行说明。

[0056] 如图7所示,逆变器系统中包括一组继电器201,限流装置R1,开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,另一端连接至电网,因为只包括一组继电器201,当限流装置R1,开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,另一端通过开关连接至电网时,将不能通过R1、S1、D1形成闭合回路给C1充电,所以在这种系统中,限流装置R1,开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,另一端直接与电网连接。关于限流装置R1,开关S1,二极管D1,电容C1以及逆变单元可以参照图2进行理解,此处不再重复赘述。

[0057] 下面结合图8,对图7所示的电路的工作原理进行说明,如图8所示,是本申请提供的电路的充电路径示意图。控制单元控制S1和S7闭合,电流可以经过S6、R1、S1、D1、C1、逆变单元以及S7形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合S6以及S8,由此可以通过S6、S7、S8以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0058] 上述图1至图8都是以电网的类型为三相电进行说明,比如可以是三相三线或者三相四线,本申请并不限制电网的类型,下面结合图9,电网的类型是单相电的场景,对本申请提供的电路进行介绍。

[0059] 如图9所示,该逆变器系统包括PV203、逆变单元204、第一组继电器901以及第二组继电器902,电网903为单相电网,第一组继电器901中包括两个继电器,第二组继电器902中包括两个继电器。如图9所示,限流装置R2与开关S2串联后与第一组继电器901以及第二组继电器902中的任意一个继电器并联。假设将并联限流装置R2以及开关S2的继电器称为第一继电器,该第一继电器设置在第一相电上。开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端连接电网的另一相电上,比如若该第一继电器设置在相线上,开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端连接电网的零线上,或者另一端通过继电器连接至电网的零线上,若该第一继电器设置在零线上,开关S1,限流装置R1和二极管D1串联后,一端连接电容,另一端连接电网的相线上,或者另一端通过继电器连接至电网的相线上。关于限流装置R1,开关S1,二极管D1,电容C1以及逆变单元可以参照图2进行理解,此处不再重复赘述。图9中的a和图9中的b示出的是限流装置R1,开关S1,二极管D1串联后,一端与C1连接,一端通过继电器连接至电网的方式。

[0060] 在图9中的a所示的结构中,控制单元可以统一控制,也可以单独控制,下面结合图10,以控制单元统一控制为例,对电路的原理进行说明。控制单元控制第二组继电器闭合,即,控制单元控制S3和S4同时闭合,电流可以经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元以及S2、R2、S4形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合第一组

继电器,即控制单元控制S6和S7同时闭合,由此可以通过第一组继电器、第二组继电器以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1和S2断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0061] 在图9中的b所示的结构中,控制单元可以单独控制,下面结合图11,对电路的原理进行说明。控制单元控制S3、S1、S7以及S4闭合,电流可以经过S3、R1、S1、D1、C1、逆变单元以及S7、S4形成闭合回路给C1充电。当C1的电压接近或者等于电网整流电压时,控制单元闭合S6,由此可以通过第一组继电器、第二组继电器以及逆变单元给C1供电。控制单元控制S1断开,逆变器可以进行无功补偿。

[0062] 以上,对本申请提供的预充电电路进行了介绍,本申请提供的电路,结构简单,能够避免并网瞬间因直流母线电压与电网电压峰值间存在较大电压差而产生电流冲击。

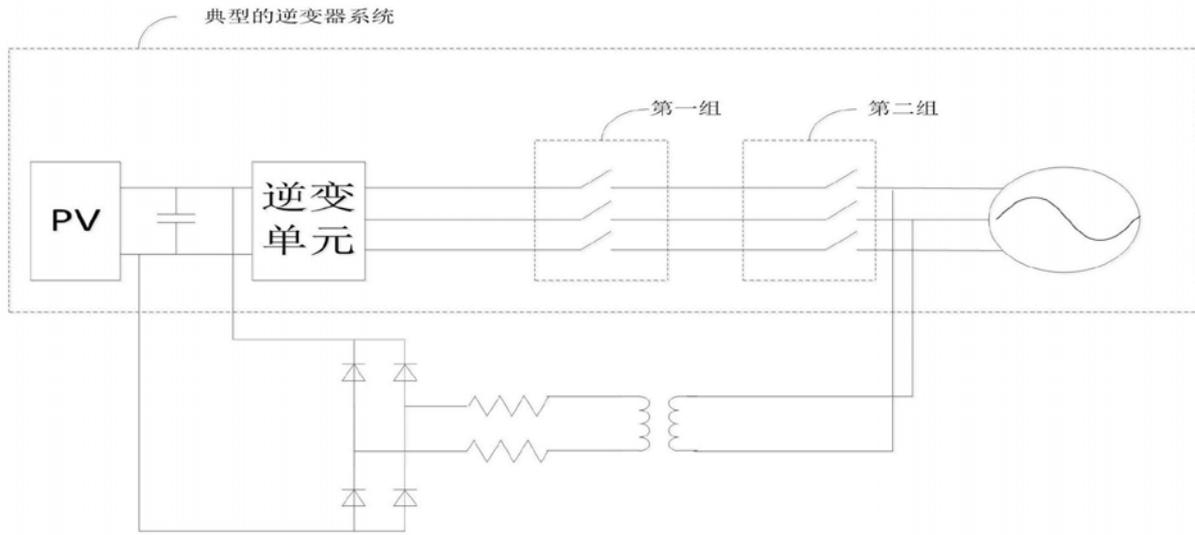
[0063] 本申请实施例还提供一种逆变器,包括控制单元和逆变功率单元,控制单元用于控制逆变功率单元的工作,其中,逆变功率单元包括上述图2至图11所描述的电路。

[0064] 本申请实施例还提供一种发电系统,包括:PV、逆变器和电网,光伏板与逆变器相连,逆变器与电网相连,光伏板用于将光能转化为直流电,逆变器包括上述图2至图11所描述的电路,用于将直流电转换为交流电,还用于对发电系统无功补偿,电网用于传输交流电。

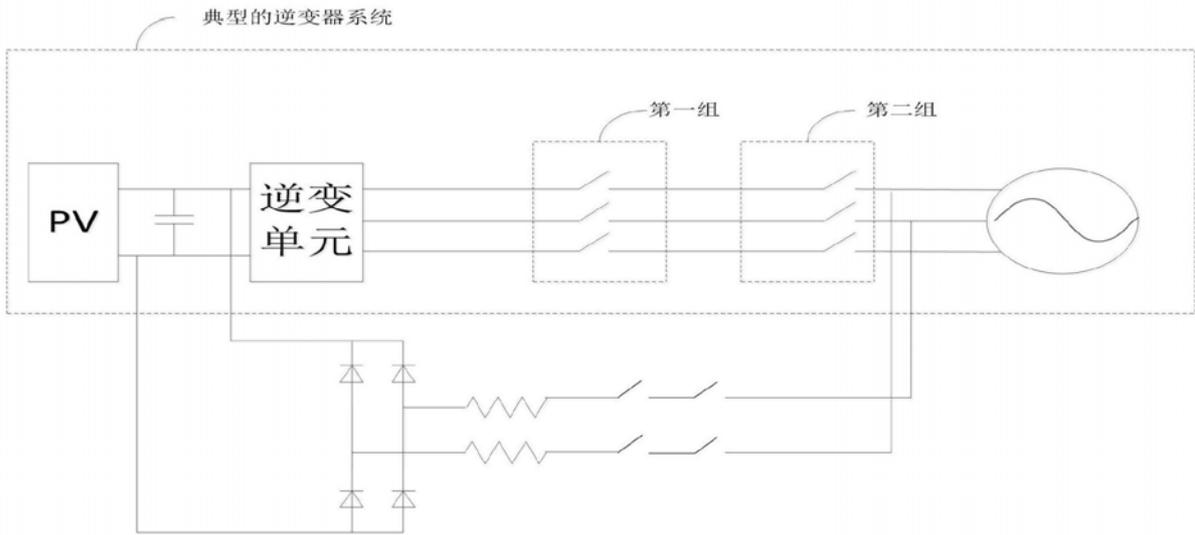
[0065] 在上述发电系统中,在夜间实现无功补偿功能时,有时需要对PV和电网之间实施隔离,避免电网对PV的影响。下面结合图12至图15进行说明。本申请实施例通过增加隔离单元实现PV和电网之间的隔离,隔离单元设置在PV和逆变器之间,图12至图15所示的方案可以与图2至图11的方案进行结合,下面在图2中的a的基础上,对隔离单元进行介绍。

[0066] 如图12至图15所示,在上述图2中的a的基础上,增加了隔离单元206。隔离单元206可以通过机械方式实现,如图12和图13所示,通过开关实现隔离的效果,具体的,开关可以是继电器或者断开接触器组件等等,如图12所示,可以选择只断开PV与电网连接的正极或者只断开负极,如图12中示出的是只断开负极的情况,或者如图13所示,可以选择将正极、负极都通过开关断开。除了图12和图13所示的通过开关实现隔离,还可以通过其他方式实现,比如还可以通过半导体器件,比如图14所示的,通过二极管只断开PV与电网连接的正极或者只断开负极,如图14中示出的是只断开正极的情况,或者可以如图15所示,将正极或者负极都通过二极管断开。

[0067] 以上对本申请实施例所提供的电路、逆变器以及发电系统进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

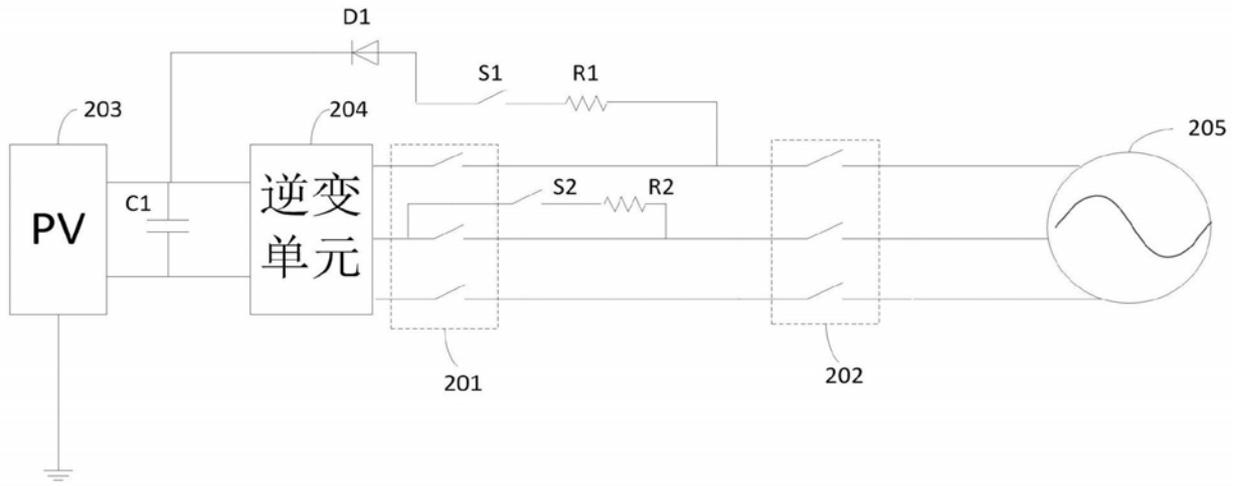


a

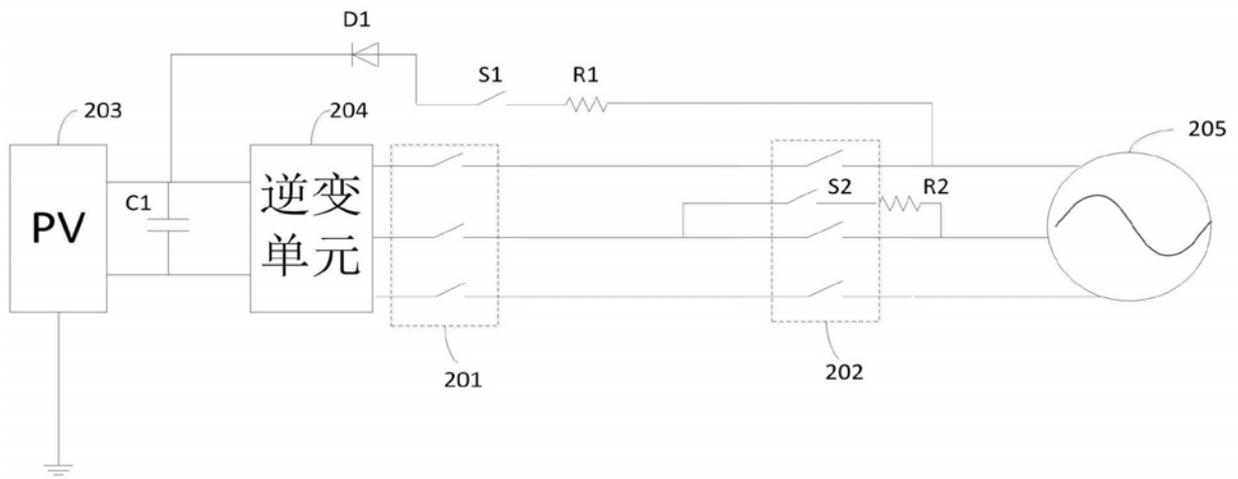


b

图1



a



b

图2

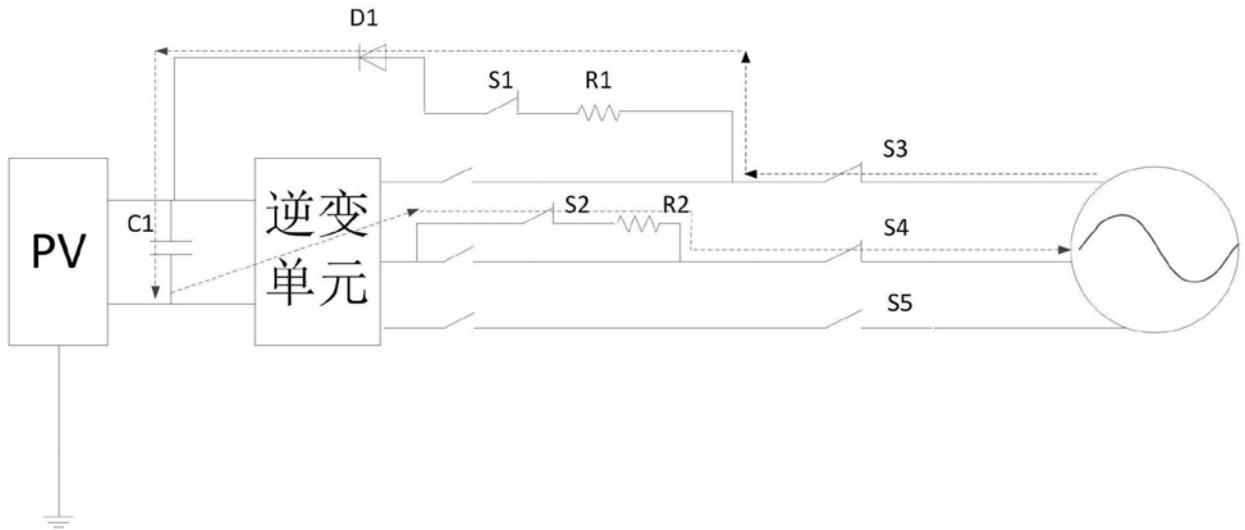


图3

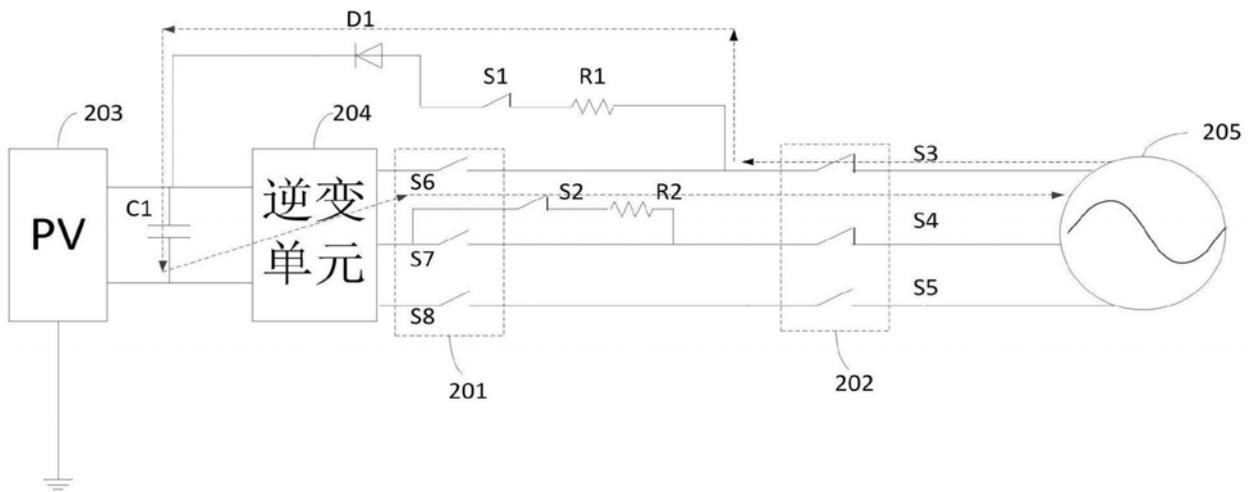


图4

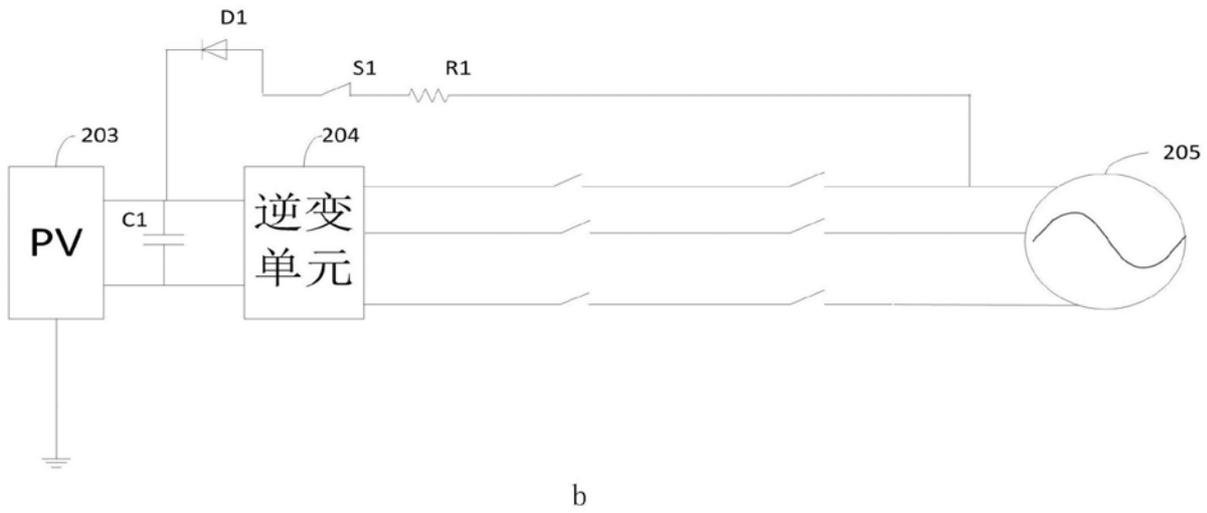
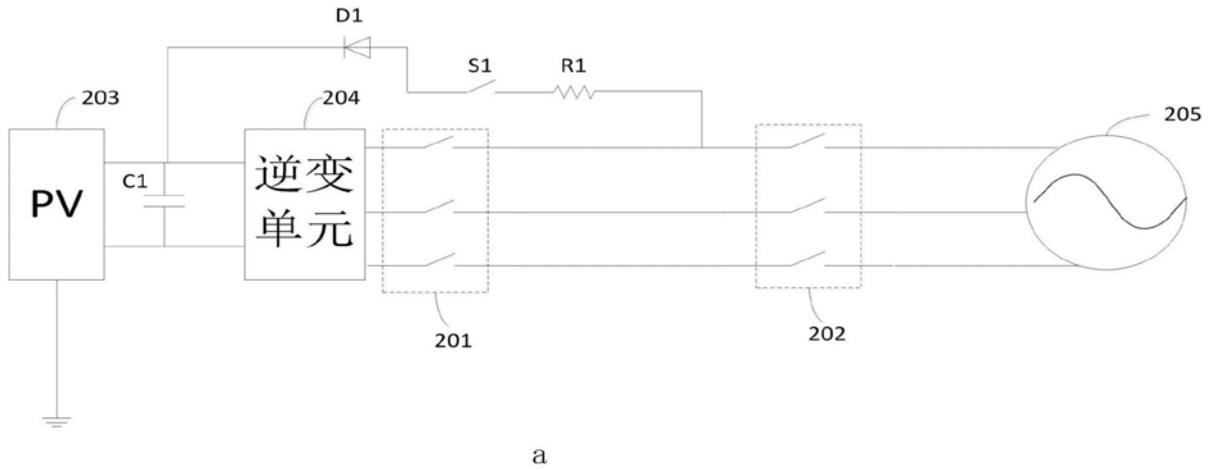


图5

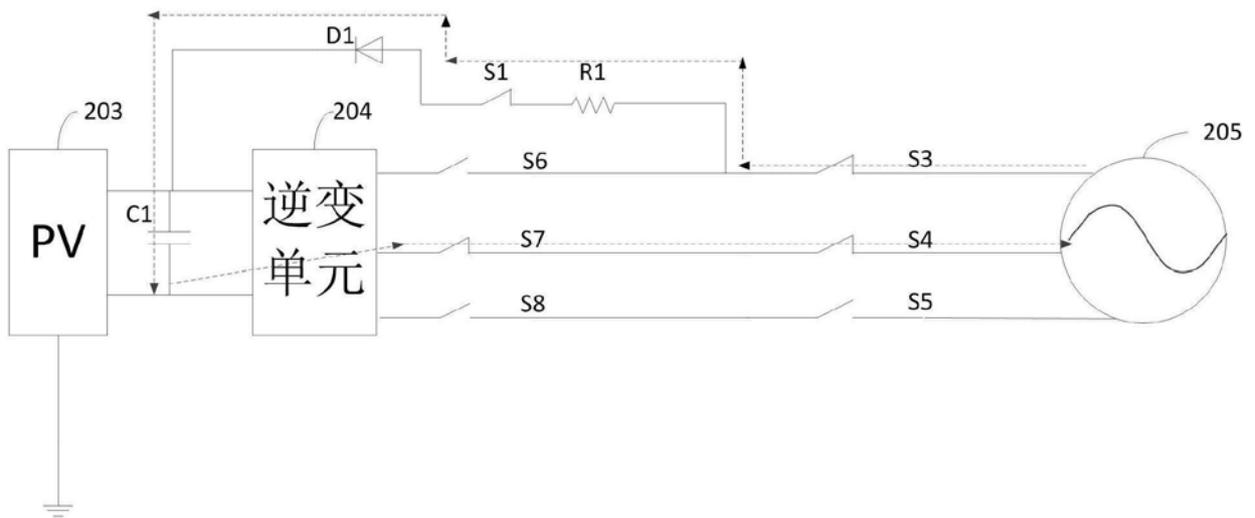


图6

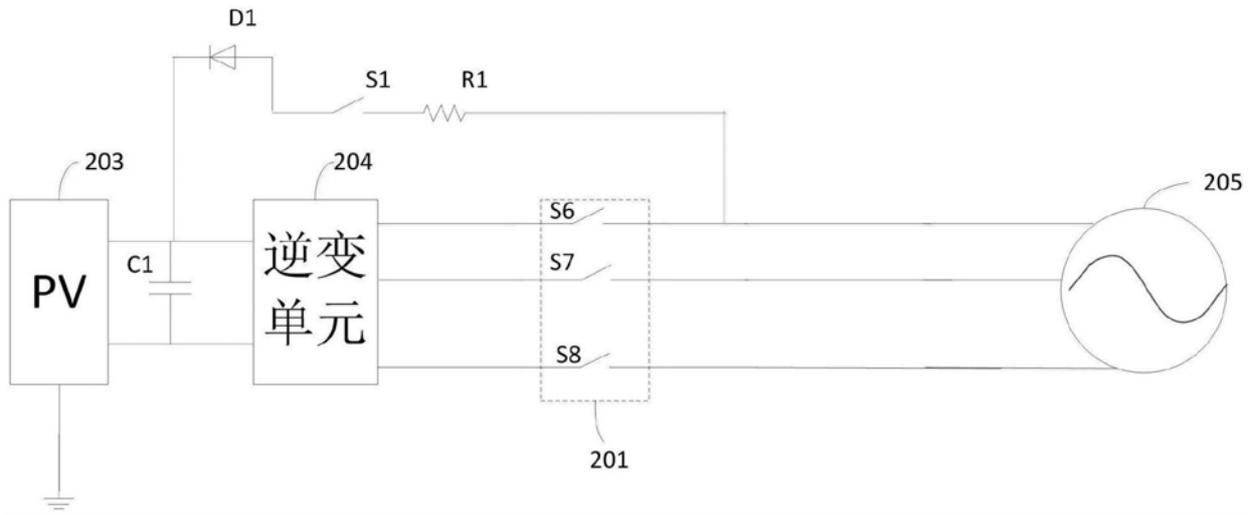


图7

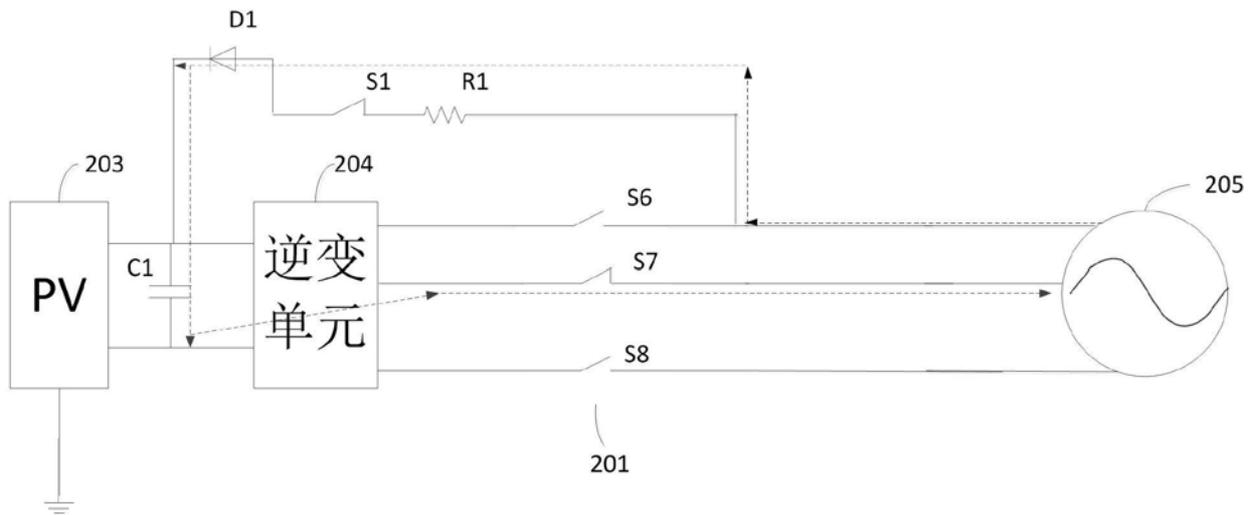
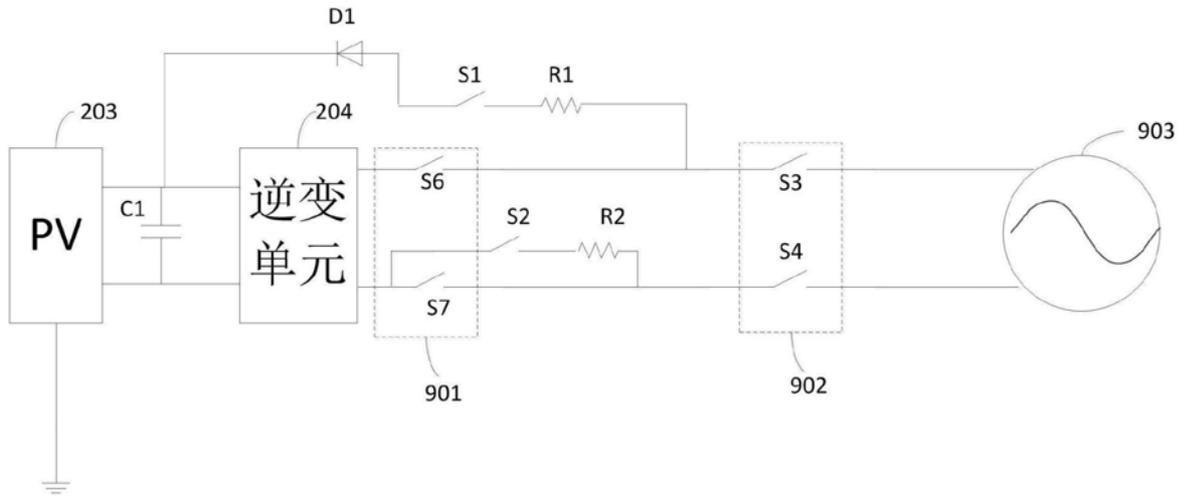
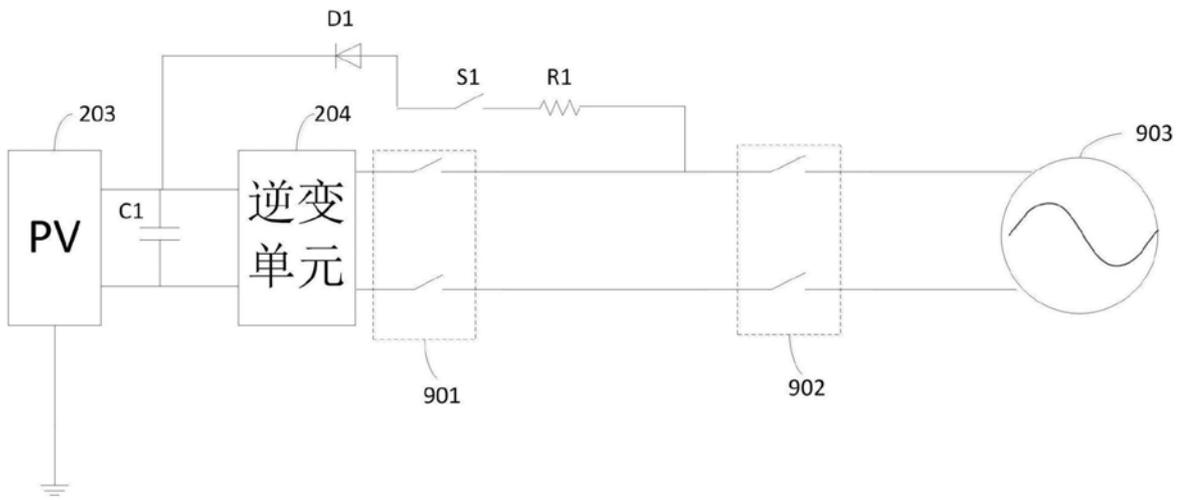


图8



a



b

图9

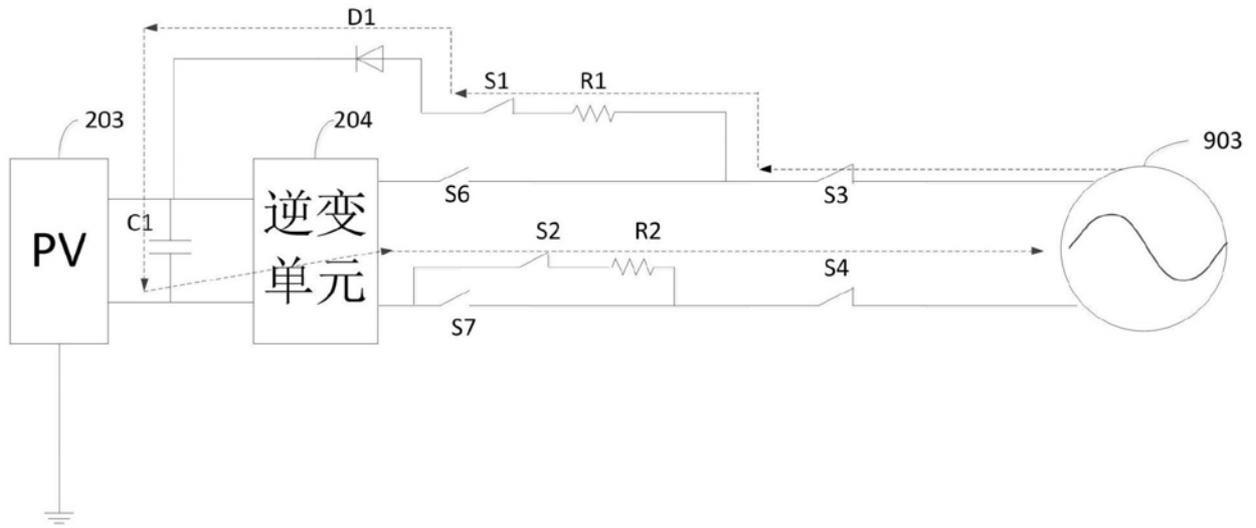


图10

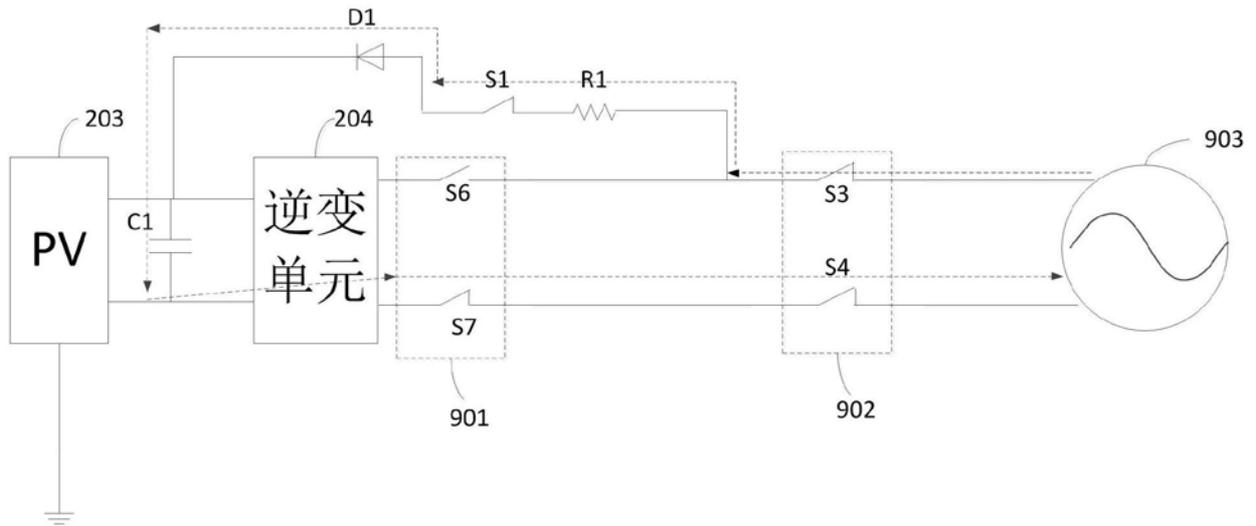


图11

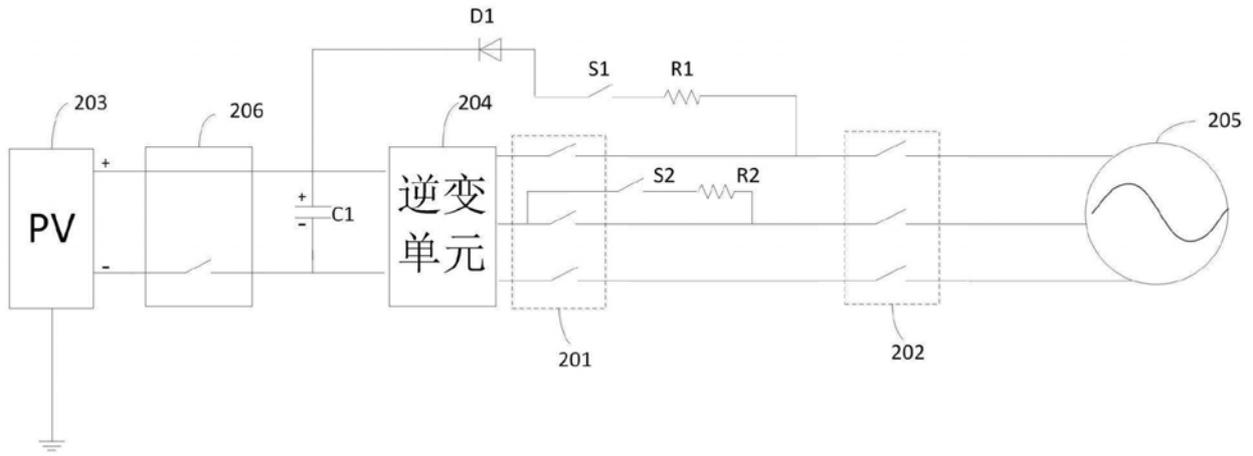


图12

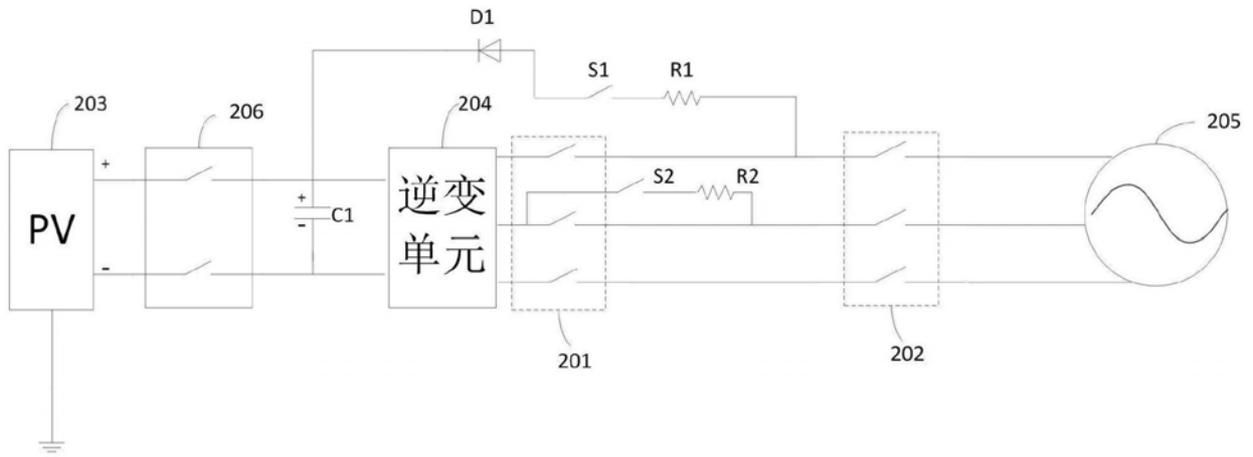


图13

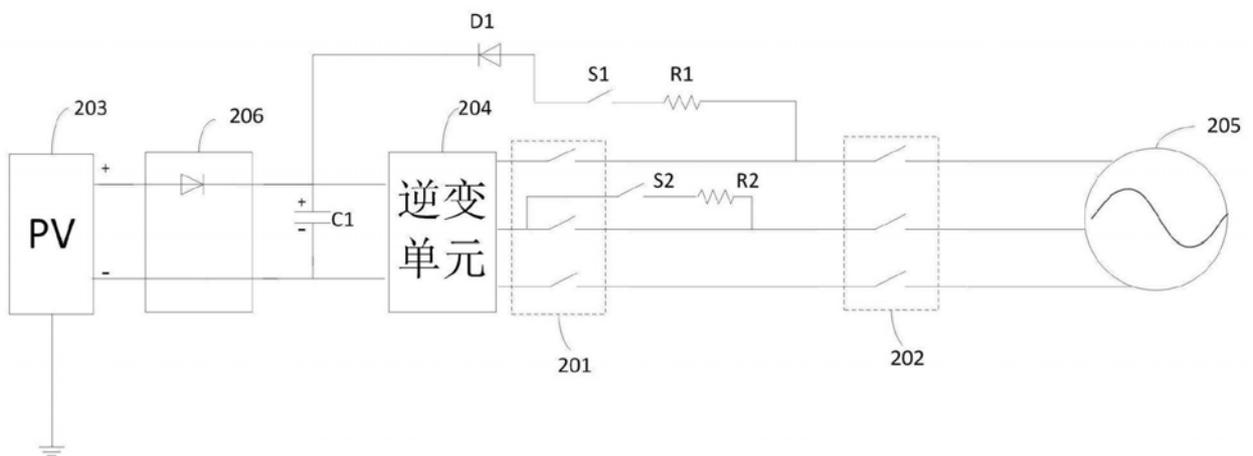


图14

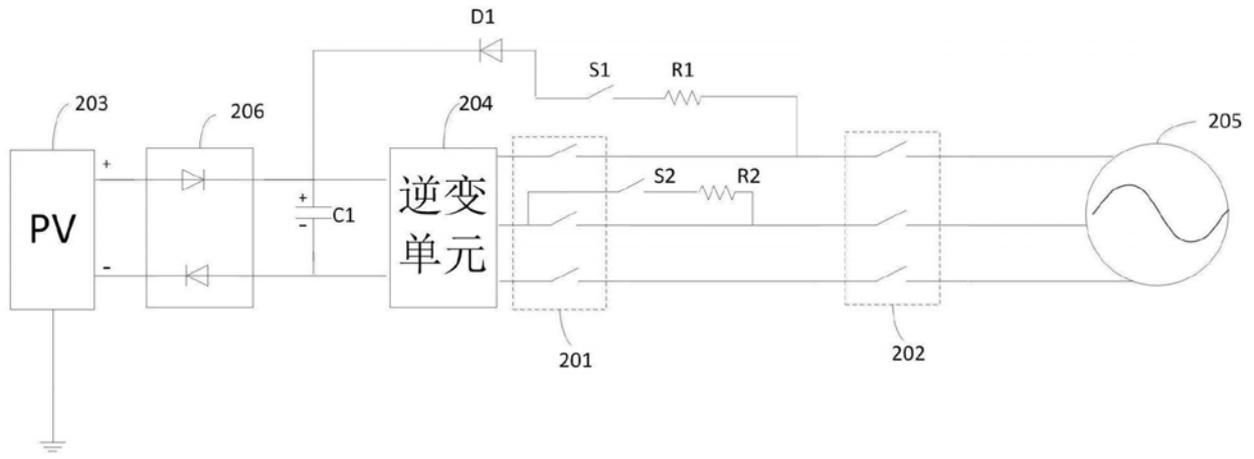


图15