



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109921453 B

(45) 授权公告日 2022.03.29

(21) 申请号 201910293205.6

(22) 申请日 2019.04.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109921453 A

(43) 申请公布日 2019.06.21

(66) 本国优先权数据  
PCT/CN2019/076824 2019.03.04 CN

(73) 专利权人 南京南瑞继保工程技术有限公司  
地址 211102 江苏省南京市江宁区苏源大道69号

专利权人 南京南瑞继保电气有限公司

(72) 发明人 汪涛 陈武 虞晓阳 詹长江  
文继锋 曹冬明 谢晔源

(74) 专利代理机构 北京律和信知识产权代理事务所(普通合伙) 11446

代理人 武玉琴 冷文燕

(51) Int.Cl.  
H02J 3/36 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 109245506 A, 2019.01.18  
CN 106533145 A, 2017.03.22

审查员 王晓曦

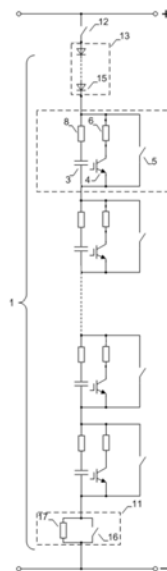
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

分布式耗能装置及模块故障旁路控制方法

(57) 摘要

本申请提供一种分布式耗能装置及模块故障旁路控制方法。所述装置包括：至少两个均压耗能模块，包括并联连接的储能单元、耗能单元以及旁路开关；所述储能单元包括串联连接的储能电容和限流器；所述耗能单元包括串联连接的耗能电阻和第一功率半导体器件；至少一个单向导通模块，包括至少一个第二功率半导体器件；至少一个充电模块，包括并联连接的至少一个电阻和至少一个开关；至少一个隔断开关，与上述均压耗能模块、单向导通模块、充电模块同向串联连接。本申请模块化的设计方案解决了功率器件的均压问题，简化了控制策略；采用储能电容串联限流器限制旁路开关电流的设计方案，减小了旁路合闸的电流冲击，提高了故障旁路的可靠性。



1. 一种分布式耗能装置,其特征在于,所述装置包括:

至少两个均压耗能模块,包括并联连接的储能单元、耗能单元以及旁路开关;所述储能单元包括串联连接的储能电容和限流器,所述限流器并联连接二极管,所述限流器包括电阻或电感或电阻和电感的组合;所述耗能单元包括串联连接的耗能电阻和第一功率半导体器件;

至少一个单向导通模块,包括至少一个第二功率半导体器件;

至少一个充电模块,包括并联连接的至少一个电阻和至少一个开关;

至少一个隔断开关,与所述均压耗能模块、单向导通模块、充电模块同向串联连接;

所述限流器被配置为所述限流器的等效阻抗相对于所述耗能电阻的阻值小几个数量级;在所述均压耗能模块故障时,所述储能电容通过所述限流器、所述旁路开关放电,从而在故障旁路时限制旁路电流。

2. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述储能单元并联连接均压电阻。

3. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述耗能电阻并联连接二极管。

4. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述第一功率半导体器件反并联连接二极管。

5. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述旁路开关包括机械开关或者固定开关,所述固定开关包括功率半导体器件。

6. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述第一功率半导体器件为全控型功率半导体器件。

7. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述第二功率半导体器件是功率二极管或半控型功率半导体器件或全控型功率半导体器件。

8. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述单向导通模块并联连接非线性电阻。

9. 根据权利要求1所述的分布式耗能装置,其特征在于,所述分布式耗能装置,一端连接直流线路高电位电极,另一端连接直流线路低电位电极。

10. 一种基于权利要求1至9之任一项所述分布式耗能装置的模块故障旁路控制方法,其特征在于,所述均压耗能模块发生故障时,所述方法包括:

控制发生故障的所述均压耗能模块的旁路开关闭合,使故障的所述均压耗能模块的储能电容通过所述限流器、所述旁路开关形成回路,故障的所述均压耗能模块完成旁路,系统电流通过所述旁路开关继续正常运行。

## 分布式耗能装置及模块故障旁路控制方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及中央空调系统的节能优化控制高压直流输电技术领域,具体涉及分布式耗能装置及模块故障旁路控制方法。

### 背景技术

[0002] 在高压直流输电应用领域,特别是孤岛供电的应用场景,当受电端发生故障时,由于发电端和受电端的功率不平衡,直流线路侧快速累积能量,如果不及时消耗掉能量,就会导致直流线路电压急剧升高,严重危害设备安全和系统运行。因此,直流线路耗能装置在直流输电系统中起到至关重要的角色。

[0003] 现有技术中,多采用功率半导体器件形成开关串,例如采用IGBT直接串联和集中的电阻方案构成,由IGBT串承受高压,集中电阻消耗能量,该方案工作时所有IGBT同时导通,对器件开通和关断的一致性要求极高,一旦出现不一致,会导致功率器件过压烧毁,由于工作时会不断的开通关断,装置损坏的风险很高。专利CN102132484B-具有分布式制动电阻的变换器中提出了模块化的解决方案,但该方案采用的功率器件数量多,包含4组功率半导体器件,功率半导体器件可靠性相对较低,使整个模块的故障率更高,存在成本高、可靠性低的缺点。其次,该方案中二极管构成的桥臂电位复杂,二极管桥臂的上管与邻近模块连接,电容无法对其起到钳位作用,而在装置运行时,由于运行方式复杂,在模块之间工作不同步时,模块之间的电位不确定,该二极管存在过压击穿的风险。另外,该方案在一个模块中集成了两个由功率半导体器件构成的桥臂,桥臂之间存在电位连接,增加了结构设计的难度。为了克服上述缺陷,本申请提供一种成本低、可靠性高的解决方案。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种分布式耗能装置,其特征在于,所述装置包括至少两个均压耗能模块、至少一个单向导通模块、至少一个充电模块、至少一个隔断开关,所述均压耗能模块包括并联连接的储能单元、耗能单元以及旁路开关;所述储能单元包括串联连接的储能电容和限流器;所述耗能单元包括串联连接的耗能电阻和第一功率半导体器件;所述单向导通模块包括至少一个第二功率半导体器件;所述充电模块包括并联连接的至少一个电阻和至少一个开关;所述隔断开关与所述均压耗能模块、单向导通模块、充电模块同向串联连接。

[0005] 进一步地,所述限流器包括电阻或电感或电阻和电感的组合。

[0006] 进一步地,所述储能单元并联连接均压电阻。

[0007] 进一步地,所述限流器并联连接二极管。

[0008] 进一步地,所述耗能电阻并联连接二极管。

[0009] 进一步地,所述第一功率半导体器件反并联连接二极管。

[0010] 进一步地,所述旁路开关包括机械开关或者固定开关,所述固定开关包括功率半导体器件。

[0011] 进一步地,所述第一功率半导体器件为全控型功率半导体器件。

[0012] 进一步地,所述第二功率半导体器件是功率二极管或半控型功率半导体器件或全控型功率半导体器件。

[0013] 进一步地,所述单向导通模块并联连接非线性电阻。

[0014] 进一步地,所述分布式耗能装置,一端连接直流线路高电位电极,另一端连接直流线路低电位电极。

[0015] 本申请实施例还提供一种上述所述分布式耗能装置的模块故障旁路控制方法,其特征在于,所述均压耗能模块发生故障时,所述方法包括:控制发生故障的所述均压耗能模块的旁路开关闭合,使故障的所述均压耗能模块的储能电容通过所述限流器、所述旁路开关形成回路,故障的所述均压耗能模块完成旁路,系统电流通过所述旁路开关继续正常运行。

[0016] 本申请的实施例提供的模块化的设计方案解决了功率器件的均压问题,简化了控制策略;采用二极管集中串联的连接方式,减少了功率半导体器件的数量,利于装置的整体设计,同时降低了成本;采用储能电容串联限流器限制旁路开关电流的设计方案,减小了旁路合闸的电流冲击,提高了故障旁路的可靠性。

## 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例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申请的一些实施例,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。

[0018] 图1为本申请一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图;

[0019] 图2为本申请另一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图;

[0020] 图3为本申请又一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图;

[0021] 图4为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块充电状态示意图;

[0022] 图5为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块耗能状态示意图;

[0023] 图6为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块的旁路状态示意图。

## 具体实施方式

[0024] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,以下将结合附图和实施例,对本申请技术方案的具体实施方式进行更加详细、清楚的说明。然而,以下描述的具体实施方式和实施例仅是说明的目的,而不是对本申请的限制。其只是包含了本申请一部分实施例,而不是全部的实施例,本领域技术人员对于本申请的各种变化获得的其他实施例,都属于本申请保护的范畴。

[0025] 图1为本申请一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图。如图1所示,分布式耗能装置1包括至少两个均压耗能模块2、一个单向导通模块13、一个充电模块11以及一个隔断开关12。耗能装置1的一端连接直流线路高电位电极,另一端连接直流线路低电位电极。

[0026] 均压耗能模块2、单向导通模块13、充电模块11以及隔断开关12同向串联连接。均

压耗能模块2包括储能单元、耗能单元以及旁路开关5,储能单元、耗能单元以及旁路开关5并联连接。储能单元包括串联连接的储能电容3和限流器8。耗能单元包括串联连接的耗能电阻6和第一功率半导体器件4。单向导通模块13包括至少一个第二功率半导体器件15。充电模块11包括并联连接的电阻17和开关16。

[0027] 均压耗能模块2中储能单元的限流器8包括但不限于电阻、电感或者两者的组合。均压耗能模块2中的旁路开关5包括但不限于机械开关或者由功率半导体器件构成的固定开关。

[0028] 均压耗能模块2中的第一功率半导体器件4为全控型功率半导体器件。耗能装置1中的第二功率半导体器件15优选为功率二极管或半控型功率半导体器件或全控型功率半导体器件。

[0029] 本申请的实施例提供的模块化的设计方案解决了功率器件的均压问题,简化了控制策略;单向导通单元采用二极管集中串联的连接方式,减少了功率半导体器件的数量,防止了直流线路短路,电流反灌,利于装置的整体设计,同时降低了成本;采用储能电容串联限流器限制旁路开关电流的设计方案,模块出现故障需要旁路时,通过限制旁路电流,避免了旁路开关瞬间过电流损坏,减小了旁路合闸的电流冲击,提高了故障旁路的可靠性。

[0030] 图2为本申请另一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图。

[0031] 如图2所示,分布式耗能装置1包括至少两个均压耗能模块2、单向导通模块13、一个充电模块11以及一个隔断开关12。耗能装置1的一端连接直流线路高电位电极,另一端连接直流线路低电位电极。

[0032] 均压耗能模块2、单向导通模块13、充电模块11以及隔断开关12同向串联连接。均压耗能模块2包括储能单元、耗能单元以及旁路开关5,储能单元、耗能单元以及旁路开关5并联连接。储能单元包括串联连接的储能电容3和限流器8。耗能单元包括串联连接的耗能电阻6和第一功率半导体器件4;通过开通和关断第一功率半导体器件4来调节储能电容3电压。当储能电容3电压偏高时,开通第一功率半导体器件4,储能电容3开始放电;关断第一功率半导体器件4,储能电容3停止放电。单向导通模块13包括至少一个第二功率半导体器件15。充电模块11包括并联连接的电阻17和开关16构成。

[0033] 均压耗能模块2中储能单元的限流器8包括但不限于电阻、电感或者两者的组合,在本实施例中,限流器8为串联连接的电阻与电感的组合。均压耗能模块2中的旁路开关5包括但不限于机械开关或者由功率半导体器件构成的固定开关。

[0034] 均压耗能模块2中的第一功率半导体器件4为全控型功率半导体器件。耗能装置1中的第二功率半导体器件15优选为功率二极管或半控型功率半导体器件或全控型功率半导体器件。

[0035] 均压耗能模块2中储能单元并联连接一个均压电阻10。均压耗能模块2中耗能单元的耗能电阻6并联二极管7,第一功率半导体器件4反并联二极管。耗能装置1中的单向导通模块13还并联一个非线性电阻14。

[0036] 图3为本申请又一实施例提供的一种分布式耗能装置组成示意图。

[0037] 如图3所示,分布式耗能装置1包括至少两个均压耗能模块2、两个单向导通模块13、一个充电模块11以及两个隔断开关12。耗能装置1的一端连接直流线路高电位电极,另一端连接直流线路低电位电极。

[0038] 均压耗能模块2、单向导通模块13、充电模块11以及隔断开关12同向串联连接。均压耗能模块2包括储能单元、耗能单元以及旁路开关5,储能单元、耗能单元以及旁路开关5并联连接。储能单元包括串联连接的储能电容3和限流器8。耗能单元包括串联连接的耗能电阻6和第一功率半导体器件4。单向导通模块13包括至少一个第二功率半导体器件15。充电模块11包括并联连接的电阻17和开关16构成。

[0039] 均压耗能模块2中储能单元的限流器8包括但不限于电阻、电感或者两者的组合。均压耗能模块2中的旁路开关5包括但不限于机械开关或者由功率半导体器件构成的固定开关。

[0040] 均压耗能模块2中的第一功率半导体器件4为全控型功率半导体器件。耗能装置1中的第二功率半导体器件15优选为功率二极管或半控型功率半导体器件或全控型功率半导体器件。

[0041] 均压耗能模块2中储能单元并联连接一个均压电阻10。均压耗能模块2中耗能单元的耗能电阻6并联二极管7,第一功率半导体器件4反并联二极管。耗能装置1中的单向导通模块13还并联一个非线性电阻14。限流器8还并联二极管9。

[0042] 本申请的实施例提供的设计方案限流器两端并联二极管,当模块正常充电时,通过二极管充电,不会增加系统损耗。

[0043] 图4为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块充电状态示意图。当系统启动或者均压耗能模块2的储能电容3电压偏低时,系统电流以图示粗黑线流向通过二极管9给储能电容3充电。

[0044] 图5为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块耗能状态示意图。当系统需要投入耗能或者均压耗能模块2的储能电容3电压偏高时,控制均压耗能模块2的第一功率半导体器件4开通,储能电容3以图示粗黑线流向通过限流器8、第一功率半导体器件4以及耗能电阻6放电。

[0045] 图6为本申请一实施例提供的一种均压耗能模块的旁路状态示意图。如图6所示,均压耗能模块发生故障时,本申请的分布式耗能装置的模块故障旁路控制方法包括以下步骤。

[0046] 控制发生故障的均压耗能模块2的旁路开关5闭合,使故障的均压耗能模块2的储能电容3通过限流器8、旁路开关5放电,系统通过旁路开关形成回路,故障的均压耗能模块完成旁路,系统电流通过旁路开关5继续正常运行。

[0047] 限流器8包括但不限于电阻、电感或者两者的组合,在本实施例中,限流器8为串联连接的电阻与电感的组合。

[0048] 限流器8的等效阻抗比耗能电阻6小几个数量级。例如耗能电阻6为10欧,限流器8的等效阻抗为0.1欧,耗能电阻6是限流器8的等效阻抗的100倍,在故障旁路时,起到限流旁路电流的作用,但是在正常运行时,电流通过限流器8两端并联的二极管给电容充电,不会造成较大损耗。

[0049] 本申请的实施例提供的设计方案,限流器的等效阻抗相对于耗能电阻的阻值小几个数量级,基本不增加系统损耗。

[0050] 需要说明的是,以上参照附图所描述的各个实施例仅用以说明本申请而非限制本申请的范围,本领域的普通技术人员应当理解,在不脱离本申请的精神和范围的前提下对

本申请进行的修改或者等同替换,均应涵盖在本申请的范围之内。此外,除上下文另有所指外,以单数形式出现的词包括复数形式,反之亦然。另外,除非特别说明,那么任何实施例的全部或部分可结合任何其它实施例的全部或部分来使用。

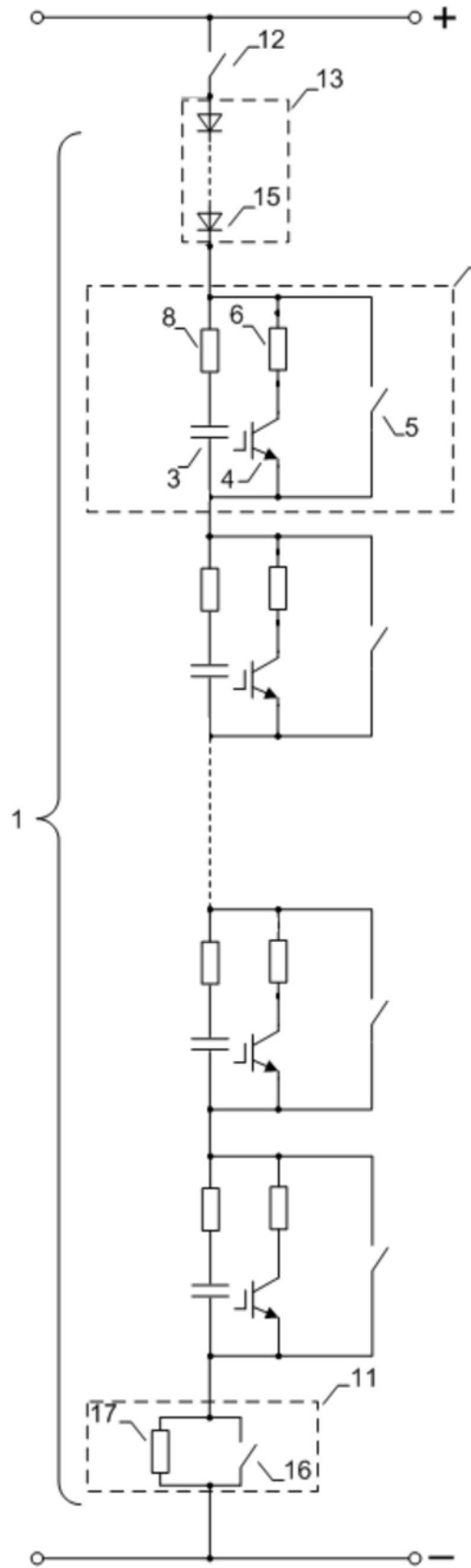


图1



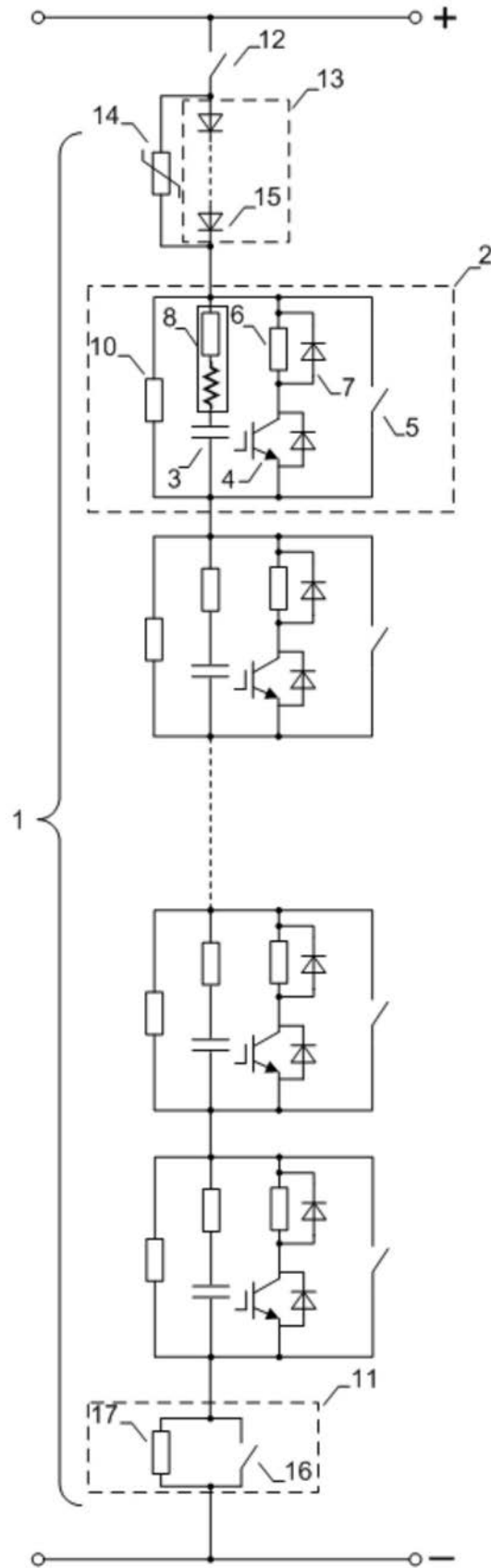


图2

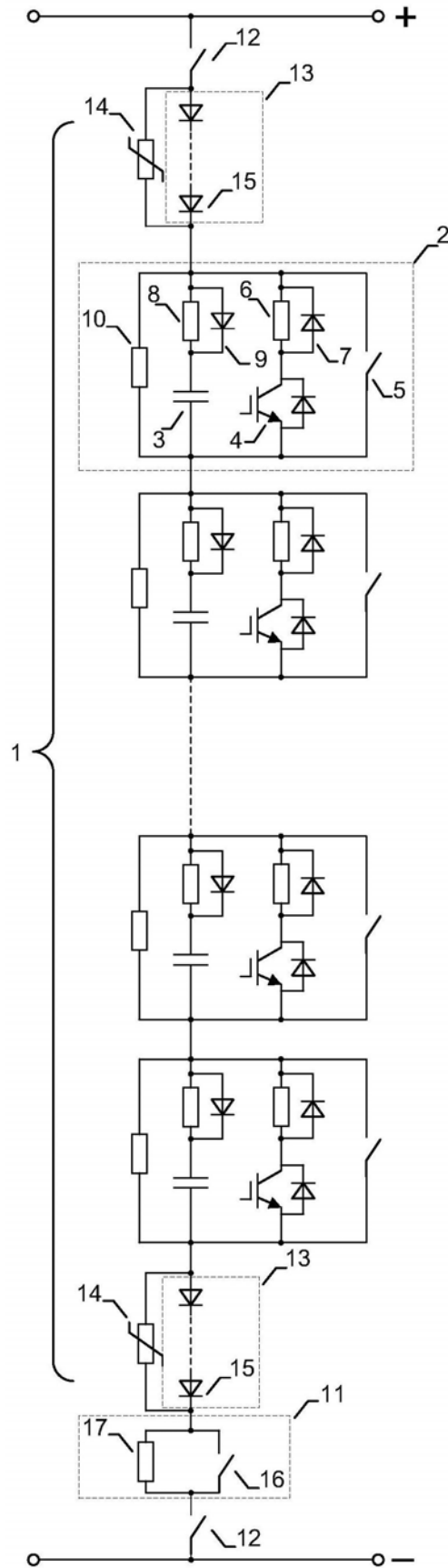


图3

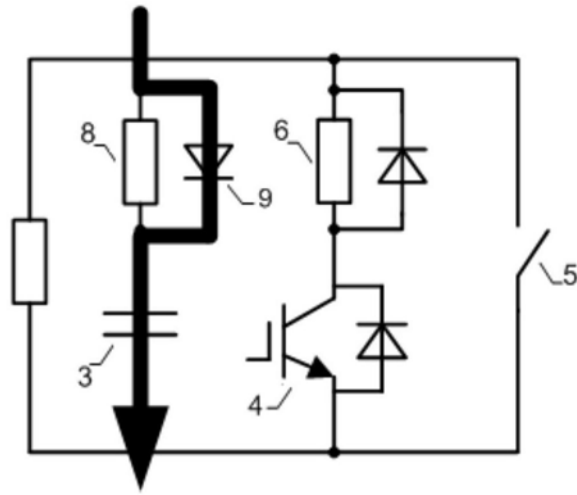


图4

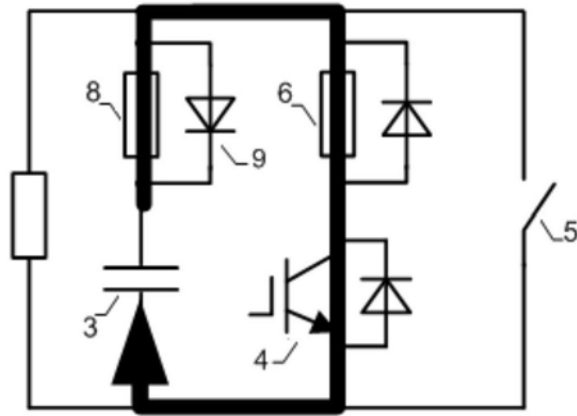


图5

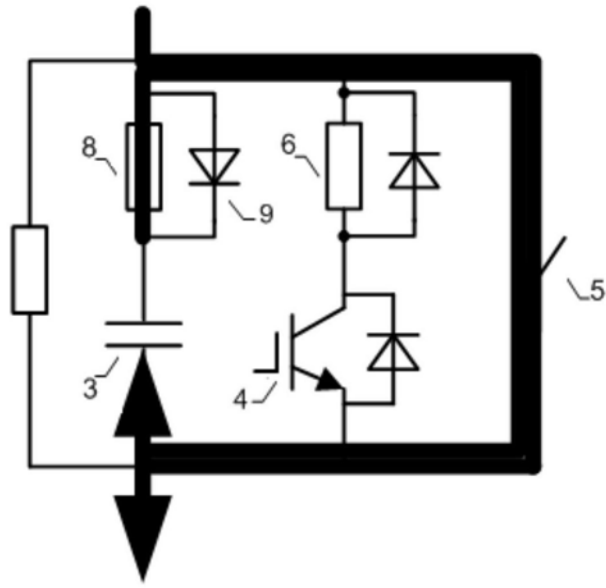


图6