

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 10 月 27 日 (27.10.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/222009 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02M 1/32 (2007.01) *H02S 40/34* (2014.01)
H02J 3/38 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/088216
- (22) 国际申请日: 2021 年 4 月 19 日 (19.04.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为数字能源技术有限公司 (HUAWEI DIGITAL POWER TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道香安社区安托山六路33号安托山总部大厦A座研发39层01号, Guangdong 518043 (CN)。
- (72) 发明人: 陈东 (CHEN, Dong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。高拥兵 (GAO, Yongbing); 中国

广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。刘云峰 (LIU, Yunfeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

- (74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市西城区裕民路18号北环中心A座2002, Beijing 100029 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: DIRECT CURRENT JUNCTION BOX, PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEM, AND FAULT DETECTION METHOD

(54) 发明名称: 一种直流汇流箱、光伏发电系统以及故障检测方法

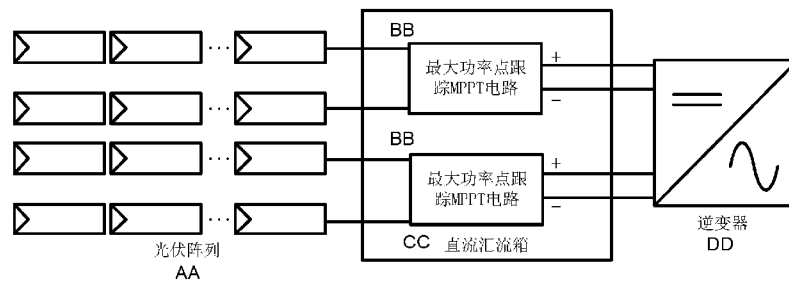


图 2

AA Photovoltaic array
BB Maximum power point tracking (MPPT) circuit
CC Direct current junction box
DD Inverter

(57) Abstract: The present application discloses a direct current junction box, a photovoltaic power generation system, and a fault detection method. The direct current junction box comprises: a fault detection unit, a protection circuit, and a boost circuit. The fault detection unit is used for detecting a working parameter of the direct current junction box. The protection circuit is used for sending a protection signal to the boost circuit when the working parameter meets a set condition; the protection signal is used for enabling the boost circuit to adjust a first voltage of a photovoltaic array at an input end of the direct current junction box to a second voltage. The boost circuit is used for adjusting the first voltage of the photovoltaic array at the input end of the direct current junction box to the second voltage after receiving the protection signal. By using the direct current junction box provided in the present application, when the direct current junction box or a cable connected thereto has a fault, the voltage transmitted from the photovoltaic array to the input end of the direct current junction box can be decreased below a safe voltage, such that safety protection for on-site personnel can be realized.

(57) 摘要: 本申请公开了一种直流汇流箱、光伏发电系统以及故障检测方法, 所述直流汇流箱包括: 故障检

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

测单元、保护电路以及升压电路, 故障检测单元, 检测直流汇流箱的工作参数; 保护电路, 在工作参数满足设定条件时, 向升压电路发送保护信号; 保护信号用于使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压, 升压电路, 在接收到保护信号后, 将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。利用本申请提供的直流汇流箱, 在自身或与自身连接的线缆存在故障时, 可以将光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的电压降低至安全电压之下, 从而可以实现对现场人员的安全保护。

一种直流汇流箱、光伏发电系统以及故障检测方法

技术领域

本申请涉及光伏发电领域，特别涉及一种直流汇流箱、光伏发电系统以及故障检测方法。

5

背景技术

随着市场需求及技术的发展，对光伏发电系统的使用量越来越高。光伏发电系统是利用光伏组件的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换成电能的一种新型发电系统。

光伏发电系统主要由光伏阵列、直流汇流箱以及逆变器组成。所述光伏阵列为光伏组件的串并联组合。直流汇流箱中通常包括升压斩波电路（boost chopper），直流汇流箱的输入侧连接光伏阵列，直流汇流箱的输出侧连接逆变器。升压斩波电路用于将光伏阵列输出的宽范围直流电压，转换为稳定的直流电压，从而在逆变器将直流电压转换为交流电压时，满足对直流电压的等级需求。同时，升压斩波电路还可以实现对光伏阵列的最大功率点跟踪（maximum power point tracking, MPPT）控制，进而提高了光伏阵列整体的发电量，降低了光伏发电系统的总体成本。

15

然而，若在直流汇流箱的输入侧连接光伏阵列的线缆、直流汇流箱的输出侧连接逆变器的线缆以及直流汇流箱中的任一或任多出现故障时，会对现场安装人员或维护人员造成安全威胁。有鉴于此，如何确保在光伏发电系统现场的安装人员或维护人员的人身安全，是目前亟待解决的问题。

20

发明内容

本申请提供一种直流汇流箱、光伏发电系统以及故障检测方法，用于在直流汇流箱或与直流汇流箱连接的线缆存在故障时，将光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的电压降低至安全电压之下，从而实现对现场人员的安全保护。

25

第一方面，本申请提供一种直流汇流箱，应用于光伏发电系统，直流汇流箱包括：故障检测单元、保护电路以及升压电路，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的光伏阵列耦合；故障检测单元，用于检测直流汇流箱的工作参数；其中，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；保护电路，用于在工作参数满足设定条件时，向升压电路发送保护信号；其中，保护信号用于使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、输入电压大于第三阈值；升压电路，用于在接收到保护信号后，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。

30

35

基于上述直流汇流箱，上述直流汇流箱在自身与光伏阵列之间的线缆出现故障，或自身内部出现故障，或自身输出侧的线缆出现故障，并且现场有人员接触上述线缆或直流汇流箱时，可以将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，并且第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压。显然，通过该方案，可以将光伏阵列传输

至直流汇流箱输入端的电压降低至安全电压之下，可以保护人员的安全。

本申请所提供的工作参数包括直流汇流箱输出端的残余电流，故障检测单元中包括残余电流检测电路，用于检测直流汇流箱输出端的残余电流。通过残余电流检测电路来检测直流汇流箱输出端的残余电流，将残余电流发送到保护电路，保护电路通过判断残余电流与第一阈值的关系，确定是否向升压电路发送保护信号。在残余电流大于第一阈值时，向升压电路发送保护信号，以使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，从而保护人员的安全。

本申请所提供的工作参数还包括直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，故障检测单元中包括绝缘阻抗检测电路，用于检测直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗。通过绝缘阻抗检测电路确定直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，将第一对地绝缘阻抗发送到保护电路，保护电路通过判断第一对地绝缘阻抗与第二阈值的关系，确定是否向升压电路发送保护信号。在第一对地绝缘阻抗小于第一阈值时，向升压电路发送保护信号，以使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，从而保护人员的安全。

本申请所提供的工作参数包括光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压，故障检测单元中包含输入电压检测电路，用于检测光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压。通过输入电压检测电路得到直流汇流箱的输入电压，将输入电压发送到保护电路，保护电路通过判断输入电压与第三阈值的关系，确定是否向升压电路发送保护信号。在输入电压大于第三阈值时，向升压电路发送保护信号，以使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，从而保护人员的安全。

本申请所提供的直流汇流箱中的升压电路包括以下任一种：两电平升压电路，或三电平升压电路，两电平升压电路或三电平升压电路中包含至少一个开关管，升压电路具体用于：根据保护信号指示的方式，控制至少一个开关管进行闭合及断开，以将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。并且本申请实施例中的升压电路可以为各种类型的升压电路，通过将开关器件将光伏阵列进行短路，从而将光伏阵列的电压降低至安全电压之下，从而消除残余电流造成的威胁。

本申请所提供的保护信号指示的方式包括以下至少一种：直通、脉宽调制法、相位调制法以及频率调制法。通过上述方式可以将光伏阵列的第一电压调整为第二电压。示例性的，在保护信号为直通过信号时，通过直通过信号控制升压电路中的开关管保持导通，来将光伏阵列通过电感以及开关管进行短路，最终将光伏阵列的电压降低至安全电压之下，或接近 0V，从而消除光伏阵列电压导致的残余电流造成的威胁，保护人员的安全。

光伏阵列在将电压传输至直流汇流箱时，直流汇流箱中的升压电路可能处于悬浮电位上，因此，可能光伏阵列传输至直流汇流箱的电压不高，但直流汇流箱的对地电压仍然很高，过高的对地电压同样也会对现场人员的安全造成威胁。为了控制直流汇流箱的对地电压，本申请所提供的直流汇流箱的输入端包括输入正端以及输入负端，直流汇流箱还包括：第一对地电压控制电路；第一对地电压控制电路与直流汇流箱的输入负端耦合；保护电路还用于：在工作参数满足设定条件时，向第一对地电压控制电路发送第一电压控制信号；第一对地电压控制电路，用于根据第一电压控制信号，将直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压，第三电压不高于安全电压。将直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压后，因直流汇流箱的输入负端的对地电压已经低于安全电压，所以与直流汇流箱的输入负端连接的光伏阵列的负端的对地电压也同样低于安全电压，并且，由于光伏阵

列的电压,已经降低为较低的电压,因此,可以控制实现光伏阵列的对地电压也低于安全电压。通过第一对地电压控制电路,能够实现在故障情况下,使光伏阵列的正端以及负端均低于安全电压,能进一步保护人员安全。

为了更准确的确定直流汇流箱的对地绝缘阻抗,同时实现在故障清除后自动恢复电力设备工作的功能,本申请所提供的直流汇流箱中的保护电路还用于:在将第一电压控制信号发送到第一对地电压控制电路的第一时长之后,向第一对地电压控制电路发送第二电压控制信号;第一对地电压控制电路还用于:根据第二电压控制信号,将直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第四电压,第四电压不高于安全电压;保护电路还用于:根据直流汇流箱输出端的残余电流以及第四电压,确定直流汇流箱的第二对地绝缘阻抗;在第二对地绝缘阻抗大于第四阈值时,保护电路停止向升压电路发送保护信号。利用上述方式,在能够更准确的确定直流汇流箱的对地绝缘阻抗,并且在直流汇流箱故障清除后,还可以自动恢复正常工作,不需要人工干预,提高了设备的自动化,降低了维护成本。

本申请所提供的直流汇流箱中的第一对地电压控制电路包括:N个电阻以及N个可控开关,N个电阻与N个可控开关一一对应,每个电阻分别与对应的可控开关耦合,每个电阻与对应的可控开关构成可控电阻,每个可控电阻的第一端与直流汇流箱的输入负端耦合,每个可控电阻的第二端耦合于大地;第一对地电压控制电路具体用于:根据第一电压控制信号,闭合N个可控开关中的目标可控开关,从而将直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压。通过控制N个电阻以及N个可控开关构成的可控电阻的上的可控开关的闭合与断开,能调节升压电路输入负端的对地电压,从而保护人员安全。

本申请所提供的直流汇流箱中的第一对地电压控制电路还可以包括:直流可控电源,直流可控电源的一端耦合于升压电路输入负端,另一端耦合于大地。通过控制可控直流电源直接调节直流汇流箱输入负端的对地电压,从而保护人员安全。

通过可控直流电源来调节交流相线对地电压,同样可以间接调节直流汇流箱输入负端的对地电压。本申请所提供的直流汇流箱的输入端包括输入正端以及输入负端,光伏发电系统还包括逆变器,逆变器的输出端包括至少一根交流相线,并且直流汇流箱的输出端与逆变器耦合;直流汇流箱还包括:第二对地电压控制电路,第二对地电压控制电路与逆变器的至少一根交流相线耦合;保护电路还用于:在工作参数满足设定条件时,向第二对地电压控制电路发送第三电压控制信号;第二对地电压控制电路,用于根据第三电压控制信号,将至少一根交流相线的对地电压调整为第五电压,以使直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第六电压,第六电压不高于安全电压。从而能调节直流汇流箱输入负端的对地电压,从而保护人员安全。

由于升压电路内部的开关器件也可能存在损坏的情况,此时再向升压电路发送保护信号,则难以起到控制直流汇流箱输入端的光伏阵列的电压的作用。在直流汇流箱,或与直流汇流箱连接的线缆存在故障时,难以保护现场人员的安全,有鉴于此,本申请所提供的直流汇流箱还包括:分断电路,分断电路耦合在升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间;保护电路还用于:在将升压电路发送保护信号的第三时长之后,确定工作参数是否满足设定条件时,在确定工作参数满足设定条件时,向分断电路发送分断信号;其中,分断信号用于使分断电路断开升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间的连接;分断电路,用于根据分断信号,断开升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间的连接。分断电路中的分断开关根据到有效的分断信号,能够断开开关,从而将直流汇流箱输入从光伏

阵列断开,可靠保障人员的安全。

在另一些可能的实施方式中,本申请所提供的直流汇流箱还包括:分断电路,分断电路耦合在升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间;保护电路还用于:在将第一电压控制信号发送到第一对地电压控制电路的第四时长之后,确定工作参数是否满足设定条件时,在确定工作参数满足设定条件时,向分断电路发送分断信号;其中,分断信号用于使分断电路断开升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间的连接;分断电路,用于根据分断信号,断开升压电路的输入端与直流汇流箱的输入端之间的连接。通过在第一对地电压控制电路直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压,并且在第四时长之后确定工作参数仍然满足设定条件时,作为后备手段,防止升压电路在产生短路、接触不良或者将光伏阵列短路后残余电流仍然较大,保护电路无法通过保护信号保护现场人员的安全的问题。

在一些可能的实施方式中,本申请所提供的直流汇流箱中的保护电路还用于确定直流汇流箱的工作参数是否超过预设的阈值或预设的取值范围,发出告警信号,从而能使现场人员及时对直流汇流箱实时保护并修复,并且在直流汇流箱故障情况下使其他与直流汇流箱相关的电力设备进行保护或者停止工作,从而能进一步保护人员的安全。

此外,在实际应用场景中,存在多个直流汇流箱输出并联,或者直流汇流箱输出连接至其他装置的情况,其中,每个直流汇流箱的输入端分别连接至各自独立的光伏阵列。在一些可能的实施方式中,保护电路还用于,判断残余电流的电流方向,在确定工作参数满足设定条件且电流方向为预设方向时,才向升压电路发送保护信号。从而在直流汇流箱输出侧的其他直流汇流箱或其他装置出现故障时,由其他装置自身进行保护,而该直流汇流箱仍保持正常工作,从而提高了系统正常工作的比例,进一步提高了发电量,防止误保护的情况发生。

第二方面,本申请提供一种直流汇流箱,应用于光伏发电系统,光伏发电系统包括M个光伏阵列,直流汇流箱包括:故障检测单元、M个升压电路以及保护电路,直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的M个光伏阵列耦合,M个光伏阵列与M个升压电路一一对应,每个光伏阵列与对应的升压电路耦合,M为正整数;故障检测单元,用于检测直流汇流箱的工作参数,将工作参数发送给保护电路;其中,工作参数包括如下至少一种:直流汇流箱输出端的残余电流,直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗,以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压;保护电路,用于接收工作参数;在确定工作参数满足设定条件时,向M个升压电路中第一升压电路发送第一保护信号,并向M个升压电路中第二升压电路发送第二保护信号;其中,第一保护信号用于使第一升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压,第二保护信号用于使第二升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压,其中,第九电压为零电压,或者为不高于安全电压的非零电压,第九电压低于第二电压,第二电压不高于安全电压,设定条件包括如下至少一种:残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、输入电压大于第三阈值;第一升压电路,用于在接收第一保护信号后,将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压;第二升压电路,用于在接收第二保护信号后,将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。第二方面中相应方案的技术效果可以参照第一方面中对应方案可以得到的技术效果,重复之处不予详述。

第三方面,本申请提供一种光伏发电系统,光伏发电系统包括:光伏阵列以及直流汇

流箱，直流汇流箱包括：故障检测单元、保护电路以及升压电路，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的光伏阵列耦合；故障检测单元，用于检测直流汇流箱的工作参数，将工作参数发送给保护电路；其中，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；保护电路，用于接收工作参数；在确定工作参数满足设定条件时，向升压电路发送保护信号；其中，保护信号用于使升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、输入电压大于第三阈值；升压电路，用于在接收到保护信号后，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。第三方面中相应方案的技术效果可以参照第一方面中对应方案可以得到的技术效果，重复之处不予详述。

第四方面，本申请提供一种光伏发电系统，光伏发电系统包括 M 个光伏阵列，直流汇流箱包括：故障检测单元、 M 个升压电路以及保护电路，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的 M 个光伏阵列耦合， M 个光伏阵列与 M 个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合， M 为正整数；

故障检测单元，用于检测直流汇流箱的工作参数，将工作参数发送给保护电路；其中，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；保护电路，用于接收工作参数；在确定工作参数满足设定条件时，向 M 个升压电路中第一升压电路发送第一保护信号，并向 M 个升压电路中第二升压电路发送第二保护信号；其中，第一保护信号用于使第一升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，第二保护信号用于使第二升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，第九电压低于第二电压，第二电压不高于安全电压，设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、输入电压大于第三阈值；第一升压电路，用于在接收第一保护信号后，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压；第二升压电路，用于在接收第二保护信号后，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。第四方面中相应方案的技术效果可以参照第二方面中对应方案可以得到的技术效果，重复之处不予详述。

第五方面，本申请提供一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，该系统包括光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的光伏阵列耦合，直流汇流箱的输出端与逆变装置耦合，该方法包括：控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、输入电压大于第三阈值。第五方面中相应方案的技术效果可以参照第一方面中对应方案可以得到的技术效果，重复之处不予详述。

第六方面，本申请提供一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，该系统包括 M 个光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的 M 个光伏阵列耦合，直流汇流箱的输出端与逆变装置耦合，直流汇流箱包括 M 个升压电路， M

个光伏阵列与 M 个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合， M 为正整数，该方法包括：控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将直流汇流箱输入端的与第一升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，将直流汇流箱输入端的与第二升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，第九电压低于第二电压，第二电压不高于安全电压，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、输入电压大于第三阈值。第六方面中相应方案的技术效果可以参照第二方面中对应方案可以得到的技术效果，重复之处不予详述。

本申请的这些方面或其它方面在以下实施例的描述中会更加简明易懂。

附图说明

图 1 为一种光伏发电系统的场景示意图；
图 2 为另一种光伏发电系统的场景示意图；
图 3 为一种直流汇流箱的结构示意图；
图 4 为一种升压电路的结构示意图；
图 5 为一种包含残余电流检测电路的直流汇流箱的结构示意图；
图 6 为一种包含绝缘阻抗检测电路的直流汇流箱的结构示意图；
图 7 为一种包含输入电压检测电路的直流汇流箱的结构示意图；
图 8 为飞跨电容三电平 BOOST 电路的结构示意图；
图 9 为一种包含对地电压控制电路的直流汇流箱的结构示意图；
图 10 为一种保护电路控制方法的流程示意图；
图 11 为一种对地电压控制电路的结构示意图；
图 12 为另一种对地电压控制电路的结构示意图；
图 13 为应用于交流相线的对地电压控制电路的结构示意图；
图 14 为一种包含分断电路的直流汇流箱的结构示意图；
图 15 为另一种直流汇流箱的结构示意图。

具体实施方式

以下，先对本申请实施例中涉及的部分用语进行解释说明，以便于本领域技术人员容易理解。

(1) 直流汇流箱：能够连接至少一个光伏阵列，用于将所述至少一个光伏阵列输出的电流汇流，以传输至直流配电柜，逆变器，交流配电柜等电力设备，并最后输出到交流电网，从而构成完整的光伏发电系统。同时，在光伏发电系统维护、检查时能够停止供电，并可以在光伏发电系统发生故障时减小停止供电的范围。其中，所述光伏阵列由一定数量的光伏组件串并联组成。

(2) 残余电流装置 (residual current device, RCD)：在电力设备发生漏电故障时，快速断开线路连接从而保护用户免受漏电、电击危害。在电力设备漏电时，会呈现出异常电

流和异常电压信号。残余电流装置通过检测此异常电流或异常电压信号，实施漏电保护。

需要说明的是，在本申请的描述中“至少一个”是指一个或多个，其中，多个是指两个或两个以上。鉴于此，本申请实施例中也可以将“多个”理解为“至少两个”。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，字符“/”，如无特殊说明，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。另外，需要理解的是，在本申请的描述中，“第一”、“第二”等词汇，仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

还需要说明的是，在本申请的描述中“安全电压”可以指对人体不产生威胁的电压，例如，规定人体瞬间接触的安全电压为不高于 36V 的电压，而人体进行持续接触的安全电压为 24V 的电压，而在各类不同的工作场景下安全电压也会有所不同，根据国家标准《安全电压》(GB3805—83) 规定，我国安全电压额定值的等级为 65V、42V、36V、24V、12V 和 6V，安全电压可以根据作业场所、操作人员条件、使用方式、供电方式、线路状况等因素进行选择。例如，在无高度触电危险的建筑物中安全电压为 65V，在有高度触电危险的建筑物中安全电压为 24V，在有特别触电危险的建筑物中安全电压为 12V，此外，在本申请的描述中“安全电压”还可以为各类电子电力设备自身运行时的安全电压，具体的安全电压大小与电子电力设备的耐压等级以及使用场景也有关，这里不做过多限定。为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请作进一步地详细描述。

随着市场需求及技术的发展，使用光伏发电系统进行供电越来越普及。因此，如何确保在光伏发电系统现场的安装人员或维护人员的人身安全，是目前亟待解决的问题。图 1 为一种光伏发电系统的结构示意图，参阅图 1 所示，光伏发电系统中的 MPPT 电路与逆变器位于同一设备内；残余电流检测电路设置在逆变器输出侧检测残余电流，从而对现场人员的安全形成保护。

但随着光伏发电系统的逐渐发展，目前光伏发电系统中的多个 MPPT 电路被整合在一个直流汇流箱中，如图 2 所示，在图 2 示出的光伏发电系统中，当出现以下情况时，仍然会对现场的安装人员或维护人员的人身安全造成威胁：直流汇流箱的输入侧连接光伏阵列的线缆出现故障、直流汇流箱的输出侧连接逆变器的线缆出现故障或直流汇流箱内部出现故障时。

本申请提供了一种直流汇流箱，该直流汇流箱可以通过检测自身的工作参数，来判断直流汇流箱是否正常工作，并在所述直流汇流箱非正常工作时，控制直流汇流箱中的升压电路，将直流汇流箱连接的光伏阵列的电压转换为低于安全电压的电压进行输出，从而可以实现对光伏发电系统现场的安装人员或维护人员的安全保护。

下面通过以下实施例并结合附图对本申请提供的直流汇流箱进行详细说明。

实施例 1:

图 3 为本申请实施例提供的一种直流汇流箱的结构示意图，参阅图 3 所示，直流汇流箱 300，包括：故障检测单元 301、保护电路 302 以及升压电路 303，所述直流汇流箱 300 的输入端与光伏阵列耦合。

所述故障检测单元 301，用于检测所述直流汇流箱 300 的工作参数；其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流，所述直流汇流箱 300 的第一对地绝缘阻抗，以及所述直流汇流箱 300 输入端的输入电压。

所述保护电路 302, 用于在所述工作参数满足设定条件时, 向所述升压电路 303 发送保护信号; 其中, 所述保护信号用于使所述升压电路 303 将直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压, 其中, 所述第二电压为零电压, 或者为不高于安全电压的非零电压, 所述设定条件包括如下至少一种: 所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值。

所述升压电路 303, 用于在接收到所述保护信号后, 将所述直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。

当所述直流汇流箱 300 与所述光伏阵列之间的线缆出现故障, 或所述直流汇流箱 300 内部出现故障, 或所述直流汇流箱 300 输出侧的线缆出现故障, 并且现场有人员接触上述线缆或所述直流汇流箱 300 时, 所述直流汇流箱 300 的输出侧的残余电流会超过安全规范的范围要求, 从而对现场人员造成安全威胁。此外, 在所述光伏阵列的电压过高时, 同样会对现场人员造成安全威胁; 另外, 在所述直流汇流箱 300 的对地绝缘阻抗过低时, 亦会对现场人员造成安全威胁。因此, 为了保护现场人员的安全, 检测所述直流汇流箱 300 的工作参数很有必要, 此外, 本申请实施例并不限于上述工作参数, 本领域技术人员应当知晓。

可选的, 每个所述直流汇流箱 300 的工作参数均对应一个预设阈值或预设取值范围, 在工作参数超过预设阈值或预设范围时, 确定所述直流汇流箱 300, 或与所述直流汇流箱 300 连接的线缆存在故障, 为了保护人员的安全, 可以将所述光伏阵列传输至所述直流汇流箱 300 输入端的电压降低至安全电压之下。

所述保护电路 302 可以是处理器或控制器, 例如, 可以是通用中央处理器 (central processing unit, CPU), 通用处理器, 数字信号处理 (digital signal processing, DSP), 专用集成电路 (application specific integrated circuits, ASIC), 现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。上述处理器也可以是实现计算功能的组合。例如, 保护电路 302 可以包括一个或多个微处理器组合, DSP 和微处理器的组合等等。所述保护电路 302 可以接收故障检测单元 301 发送的所述直流汇流箱 300 的工作参数, 所述保护电路 302 确定所述直流汇流箱 300 的工作参数是否超过预设的阈值或预设的取值范围, 在工作参数超过对应的预设阈值或预设范围时, 所述保护电路 302 可以向所述升压电路 303 发送保护信号, 从而使光伏阵列传输至所述直流汇流箱 300 输入端的电压降低至安全电压之下。此外, 所述保护电路 302 中还可以包括模拟数字转换器 (analog to digital converter, ADC), 用于将所述故障检测单元 301 输入的模拟量转化为数字量。

所述直流汇流箱 300 中的所述升压电路 303 可以为 BOOST 升压电路, 其电路拓扑结构可以参阅图 4 所示。如图 4 所示, 所述升压电路 303 中包括电感 L、主管 S1、二极管 D1、输入电容 C_{in} 、输出电容 C_o 。本申请实施例中的所述主管 S1 可以是金属氧化物半导体场效应晶体管 (metal oxide semiconductor field effect transistor, MOSFET), 双极结型管 (bipolar junction transistor, BJT), 绝缘栅双极型晶体管 (insulated gate bipolar transistor, IGBT) 等多种类型的开关管中的一种, 本申请实施例对此不再一一列举, 所述主管 S1 还存在反向并联的一个二极管。所述主管 S1 可以包括第一电极、第二电极和控制电极。其中, 所述控制电极用于控制开关器件的闭合或断开。当主管 S1 闭合时, 主管 S1 的第一电极和第二电极之间可以传输电流, 当主管 S1 断开时, 主管 S1 的第一电极和第二电极之间

无法传输电流。

在确定所述直流汇流箱 300，或与所述直流汇流箱 300 连接的线缆存在故障后，为了将所述光伏阵列传输至所述直流汇流箱 300 输入端的电压降低至安全电压之下，所述保护电路 302 向所述升压电路 303 发送保护信号。

5 在一种实施方式中，所述保护信号可以为直通信号，通过所述直通信号控制所述升压电路 303 中的 S1 保持导通，来将所述光伏阵列通过电感 L 以及主管 S1 进行短路，最终将所述光伏阵列的电压降低至安全电压之下，或接近 0V，从而消除所述光伏阵列电压导致的残余电流造成的威胁，保护人员的安全。

10 在另一种实施方式中，所述保护信号可以为脉冲宽度调制（pulse width modulation，PWM）信号，通过设置适当的占空比来控制所述主管 S1 的闭合与断开，从而将所述光伏阵列的电压降低至安全电压之下，或接近 0V，从而消除所述光伏阵列电压导致的残余电流造成的威胁，保护人员的安全。其中，在将所述光伏阵列的电压降低至安全电压之下时，所述光伏阵列的低电压可以保持所述直流汇流箱 300 中的所述升压电路 303 以及其他一些辅助电路能够继续进行工作。

15 为了检测所述直流汇流箱 300 的残余电流，在一些可能的实施方式中，所述故障检测单元 301 中包括残余电流检测电路 304。如图 5 所示，所述残余电流检测电路 304，用于检测所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流，将所述残余电流发送给所述保护电路 302。

20 在一种实施方式中，所述升压电路 303 的输入端连接至所述直流汇流箱 300 的输入端，所述升压电路 303 的输出端经过所述残余电流检测电路 304 连接至所述直流汇流箱 300 的输出端。通过所述残余电流检测电路 304 来检测所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流，将所述残余电流发送到保护电路 302，所述保护电路 302 通过判断所述残余电流与所述第一阈值的关系，确定是否向所述升压电路 303 发送保护信号。在所述残余电流大于所述第一阈值时，向所述升压电路 303 发送保护信号，以使所述升压电路 303 将所述直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，从而保护人员的安全。

30 为了检测所述直流汇流箱 300 的对地绝缘阻抗，在一些可能的实施方式中，所述故障检测单元中包括绝缘阻抗检测电路 305。如图 6 所示，所述绝缘阻抗检测电路 305，用于检测所述直流汇流箱 300 的第一对地绝缘阻抗，将所述第一对地绝缘阻抗发送给所述保护电路 302。

35 可选的，所述升压电路 303 的输入端连接至所述直流汇流箱 300 的输入端，所述升压电路 303 的输出端连接至所述直流汇流箱 300 的输出端，所述直流汇流箱 300 的输入端包括输出正端以及输出负端，所述绝缘阻抗检测电路 305 的一端连接在所述直流汇流箱 300 的输出正端，所述绝缘阻抗检测电路 305 的另一端连接在所述直流汇流箱 300 的输出负端。所述绝缘阻抗检测电路 305 确定所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，将所述第一对地绝缘阻抗发送到保护电路 302，所述保护电路 302 通过判断所述第一对地绝缘阻抗与所述第二阈值的关系，确定是否向所述升压电路 303 发送保护信号。在所述第一对地绝缘阻抗小于所述第一阈值时，向所述升压电路 303 发送保护信号，以使所述升压电路 303 将直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，

或者为不高于安全电压的非零电压，从而保护人员的安全。

为了检测所述光伏阵列的输入电压，在一些可能的实施方式中，所述故障检测单元 301 中包含所述输入电压检测电路 306。如图 7 所示，所述输入电压检测电路 306，用于检测光伏阵列传输至所述直流汇流箱 300 的输入电压，将所述输入电压发送给所述保护电路 302。

可选的，所述升压电路 303 的输入端连接至所述直流汇流箱 300 的输入端，所述升压电路 303 的输出端连接至所述直流汇流箱 300 的输出端，所述直流汇流箱 300 的输入端包括输入正端以及输入负端，所述输入电压检测电路 306 的一端连接在所述直流汇流箱 300 的输入正端，所述输入电压检测电路 306 的另一端连接在所述直流汇流箱 300 的输入负端，从而得到所述直流汇流箱的输入电压，将所述输入电压发送到保护电路 302，所述保护电路 302 通过判断所述输入电压与所述第三阈值的关系，确定是否向所述升压电路 303 发送保护信号。在所述输入电压大于所述第三阈值时，向所述升压电路 303 发送保护信号，以使所述升压电路 303 将直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，从而保护人员的安全。

由于所述升压电路 303 并不限于传统的两电平结构，某些升压电路可能为三电平 DC/DC 变换电路；譬如，所述升压电路 303 还可以为飞跨电容三电平 BOOST 电路。如图 8 所示，所述飞跨电容三电平 BOOST 电路，包括电感 L、主管 S1 和 S2、二极管 D1 和 D2、飞跨电容 Cf、输入电容 Cin、输出电容 Co。所述主管 S2 同样可以为是金属氧化物半导体场效应晶体管、双极结型管、绝缘栅双极型晶体管等多种类型的开关管中的一种。

可选的，所述保护电路 302 通过保护信号控制所述飞跨电容三电平 BOOST 电路中的主管 S1 以及主管 S2 进行闭合与断开，将所述光伏阵列的电压降低至安全电压之下，或接近 0V，从而消除所述光伏阵列电压导致的残余电流造成的威胁，保护人员的安全。需要说明的是，本申请实施例中的所述升压电路 303 可以为各种类型的升压电路，在升压电路中通常存在开关器件，通过将开关器件将所述光伏阵列进行短路，将所述光伏阵列的电压降低至安全电压之下，从而消除残余电流造成的威胁，保护人员的安全，这里不做过多限定。

在一种实施方式中，上述实施例所述的保护信号所指示的方式可以包括以下至少一种：直通、脉宽调制法、相位调制法以及频率调制法。通过上述方式可以将所述光伏阵列的第一电压调整为第二电压，具体的调制方式，本领域人员应当知晓，这里不做过多赘述。

所述光伏阵列在将电压传输至所述直流汇流箱 300 时，所述直流汇流箱 300 中的升压电路 303 可能处于悬浮电位上，因此，可能所述光伏阵列传输至所述直流汇流箱 300 的电压不高，但所述直流汇流箱 300 的对地电压仍然很高，过高的对地电压同样也会对现场人员的安全造成威胁。为了控制所述直流汇流箱 300 的对地电压，所述直流汇流箱 300 还包括第一对地电压控制电路 307。如图 9 所示，所述直流汇流箱 300 的输入端包括输入正端和输入负端，所述第一对地电压控制电路 307 与所述直流汇流箱 300 的输入负端耦合；所述保护电路 302 还用于：在确定所述工作参数满足设定条件时，向所述第一对地电压控制电路 307 发送第一电压控制信号。所述第一对地电压控制电路 307，用于根据所述第一电压控制信号，将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第三电压，所述第三电压不高于安全电压。

可选的,所述第一对地电压控制电路 307 的第一端与所述直流汇流箱 300 的输入负端连接,所述第一对地电压控制电路 307 的第二端与所述保护电路 302 连接。所述保护电路 302 在确定所述工作参数满足设定条件时,向所述第一对地电压控制电路 307 发送第一电压控制信号。所述第一电压控制信号用于指示所述第一对地电压控制电路 307 将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第三电压,所述第三电压同样不高于安全电压。因所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压已经低于安全电压,所以与所述直流汇流箱 300 的输入负端连接的所述光伏阵列的负端的对地电压也同样低于安全电压,并且,由于所述光伏阵列的电压,已经降低为较低的电压,因此,可以控制实现所述光伏阵列的对地电压也低于安全电压。通过所述第一对地电压控制电路 307,能够实现在故障情况下,使所述光伏阵列的正端以及负端均低于安全电压,从而进一步保护人员安全。

为了更准确的确定所述直流汇流箱 300 的对地绝缘阻抗,同时实现在故障清除后自动恢复电力设备工作的功能,所述保护电路 302 还用于:在将所述第一电压控制信号发送到所述第一对地电压控制电路 307 的第一时长之后,向所述第一对地电压控制电路 307 发送第二电压控制信号。所述第一对地电压控制电路 307 还用于:根据所述第二电压控制信号,将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第四电压,所述第四电压不高于安全电压。所述保护电路 302 还用于:根据所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流以及所述第四电压,确定所述直流汇流箱 300 的第二对地绝缘阻抗;在所述第二对地绝缘阻抗大于第四阈值时,保护电路 302 停止向所述升压电路 303 发送保护信号。

可选的,所述保护电路 302 在向所述升压电路 303 发送保护信号的同时,还向所述第一对地电压控制电路发送第一电压控制信号。从而可以分别将所述直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压,将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第三电压。然后,在经过第一时长之后,所述保护电路 302 再向所述第一对地电压控制电路发送第二电压控制信号,从而使所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第四电压。

其中,所述第二电压控制信号可以与所述第一电压控制信号相同,在相同时,所述第四电压等于第三电压,均低于安全电压。此外,所述直流汇流箱 300 在较高的对地电压时进行检测,能够提高检测对地绝缘阻抗的精度,所述第二电压控制信号还可以与所述第一电压控制信号不同,以使所述第四电压稍高于所述第三电压,从而更准确的确定所述直流汇流箱 300 的第二对地绝缘阻抗。并且,根据所述第二对地绝缘阻抗,所述保护电路 302 还可以判断所述直流汇流箱 300 是否已经清除故障。在所述残余电流大于所述第一阈值时,所述保护电路 302 向所述升压电路 303 发送保护信号,以使所述直流汇流箱 300 进入保护状态;而当所述第二对地绝缘阻抗大于所述第四阈值时,此时,所述保护电路 302 不再向所述升压电路 303 发送保护信号,从而使所述直流汇流箱 300 退出保护状态,所述直流汇流箱 300 恢复正常工作状态。利用上述实施例提供的控制方式,在能够更准确的确定所述直流汇流箱 300 的对地绝缘阻抗的前提下,在所述直流汇流箱 300 故障清除后,可以自动恢复正常工作,不需要人工干预,提高了设备的自动化,降低了维护成本。

针对上述控制方式,本申请提供一种保护电路的控制方法。如图 10 所示,图 10 为一种保护电路控制方法的流程示意图,所述方法包括:

步骤 S1001:所述保护电路 302 确定所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流,判断所

述工作参数是否满足设定条件,是则,执行步骤 S1002,否则继续执行步骤 S1001。

步骤 S1002: 所述保护电路 302 向所述升压电路 303 发送保护信号,将直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压,还向所述第一电压控制电路 307 发送第一电压控制信号,以将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第三电压。

5 步骤 S1003: 在经过所述第一时长之后,所述保护电路 302 向所述第一电压控制电路发送第二电压控制信号,以将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第四电压。

步骤 S1004: 所述保护电路 302 再次确定所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流,根据所述直流汇流箱 300 输出端的残余电流以及所述第四电压,确定所述直流汇流箱 300 的第二对地绝缘阻抗,判断所述第二对地绝缘阻抗是否大于第四阈值,否则,执行步骤 S1002,是则,执行步骤 S1005。

10 步骤 S1005: 所述保护电路 302 停止向所述升压电路 303 发送保护信号,执行步骤 S1001。

在一种实施方式中,如图 11 所示,所述第一对地电压控制电路 307 还包括: N 个电阻以及 N 个可控开关,所述 N 个电阻与所述 N 个可控开关一一对应,每个电阻分别与对应的可控开关耦合,每个电阻与对应的可控开关构成可控电阻,每个可控电阻的第一端与所述直流汇流箱 300 的输入负端耦合,每个可控电阻的第二端耦合于大地;所述第一对地电压控制电路 307 具体用于: 根据所述第一电压控制信号,闭合所述 N 个可控开关中的目标可控开关,从而将所述直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压。可选的,通过控制所述 N 个电阻以及所述 N 个可控开关构成的可控电阻的上的可控开关的闭合与断开,能调节所述升压电路 303 输入负端的对地电压,从而保护人员安全。

在另一种实施方式中,如图 12 所示,所述第一对地电压控制电路 307 包括直流可控电源,所述直流可控电源的一端耦合于所述升压电路 303 输入负端,另一端耦合于大地,可以控制所述可控直流电源直接调节所述升压电路 303 输入负端的对地电压,从而保护人员安全。

25 通过可控直流电源来调节交流相线对地电压,同样可以间接调节所述升压电路 303 输入负端的对地电压,在一种实施方式中,如图 13 所示,所述直流汇流箱 300 的输出端还与逆变器耦合,所述直流汇流箱 300 的输入端包括输入正端以及输入负端,所述逆变器的输出端包括至少一根交流相线。所述直流汇流箱 300 还包括: 第二对地电压控制电路 308,所述第二对地电压控制电路 308 与所述逆变器的至少一根交流相线耦合。所述保护电路 302 还用于: 在确定所述工作参数满足设定条件时,向所述第二对地电压控制电路 308 发送第三电压控制信号。所述第二对地电压控制电路 308,用于根据所述第三电压控制信号,将所述至少一根交流相线的对地电压调整为第五电压,以使直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第六电压,所述第六电压不高于安全电压。其中,所述第二对地电压控制电路 308 中同样可以包括可控电阻或可控直流电源,从而能调节所述直流汇流箱 300 输入负端的对地电压,从而保护人员安全,具体的连接方式以及实施方式参见图 11 以及图 12 对应的实施例,这里不做过多赘述。

40 由于所述升压电路 303 内部的开关器件也可能存在损坏的情况,此时再向所述升压电路 303 发送保护信号,则难以起到控制所述直流汇流箱 300 输入端的光伏阵列的电压的作

用。在所述直流汇流箱 300，或与所述直流汇流箱 300 连接的线缆存在故障时，难以保护现场人员的安全，有鉴于此，在一种实施方式中，所述直流汇流箱 300 还包括：分断电路 309，如图 14 所示，所述分断电路 309 耦合在所述升压电路 303 的输入端与所述直流汇流箱 300 的输入端之间；所述保护电路 302 还用于：在将所述升压电路 303 发送保护信号的第三时长之后，确定所述工作参数是否满足设定条件时，在确定所述工作参数满足设定条件时，向所述分断电路 309 发送分断信号；其中，所述分断信号用于使所述分断电路 309 断开所述升压电路 303 的输入端与所述直流汇流箱 300 的输入端之间的连接；所述分断电路 309，用于根据所述分断信号，断开所述升压电路 303 的输入端与所述直流汇流箱 300 的输入端之间的连接。所述分断电路 309 中的分断开关根据有效的分断信号，能够断开开关，从而将所述直流汇流箱 300 输入从光伏阵列断开，可靠保障人员的安全。利用本实施例，作为所述升压电路 303 产生短路、接触不良或者将所述光伏阵列短路后残余电流仍然较大时的后备手段，能进一步保护人员的安全。

此外，在另一种实施方式中，所述保护电路 302 还用于在将所述第一电压控制信号发送到所述第一对地电压控制电路 307 的第四时长之后，确定所述工作参数是否满足设定条件时，在确定所述工作参数满足设定条件时，向所述分断电路 309 发送分断信号；其中，所述分断信号用于使所述分断电路 309 断开所述升压电路 303 的输入端与所述直流汇流箱 300 的输入端之间的连接；所述分断电路 309，用于根据所述分断信号，断开所述升压电路 303 的输入端与所述直流汇流箱 300 的输入端之间的连接。利用本实施例，在所述第一对地电压控制电路 307 将所述直流汇流箱 300 的输入负端的对地电压调整为第三电压，并且在第四时长之后确定工作参数仍然满足设定条件时，作为后备手段，防止所述升压电路 303 在产生短路、接触不良或者将所述光伏阵列短路后残余电流仍然较大，保护电路 302 无法通过所述保护信号保护现场人员的安全的问题。

在一种实施方式中，所述保护电路 302 还用于确定所述直流汇流箱 300 的工作参数是否超过预设的阈值或预设的取值范围，发出告警信号，从而能使现场人员及时对所述直流汇流箱 300 实时保护并修复，并且在所述直流汇流箱 300 故障情况下使其他与所述直流汇流箱 300 相关的电力设备进行保护或者停止工作，从而能进一步保护人员的安全。

此外，在实际应用场景中，存在多个所述直流汇流箱 300 输出并联，或者所述直流汇流箱输出连接至其他装置的情况，其中，每个直流汇流箱 300 的输入端分别连接至各自独立的光伏阵列。所述保护电路 302 还用于，判断所述残余电流的电流方向，在确定所述工作参数满足设定条件且所述电流方向为预设方向时，才向所述升压电路 303 发送保护信号。从而在所述直流汇流箱 300 输出侧的其他直流汇流箱或其他装置出现故障时，由其他装置自身进行保护，而该直流汇流箱仍保持正常工作，从而提高了系统正常工作的比例，进一步提高了发电量，防止误保护的情况发生。

利用本申请实施例提供一种直流汇流箱，可以通过检测直流汇流箱的工作参数，来判断是否直流汇流箱是否正常工作，并在所述直流汇流箱非正常工作时，控制升压电路将所述光伏阵列的电压转换为低于安全电压的电压进行输出，从而可以实现对在光伏发电系统现场的安装人员或维护人员的安全保护，并且能够在故障清除后自动恢复直流汇流箱的工作，提高直流汇流箱的自动化，降低了维护的成本。

实施例 2:

图 15 为本申请实施例提供的一种直流汇流箱的结构示意图, 参阅图 15 所示, 所述直流汇流箱 1500, 包括: 故障检测单元 1501、M 个升压电路 1503 以及保护电路 1502, 所述直流汇流箱 1500 的输入端与所述光伏发电系统的所述 M 个光伏阵列耦合, 所述 M 个光伏阵列与所述 M 个升压电路 1503 一一对应, 每个光伏阵列与对应的升压电路 1503 耦合, 所述 M 为正整数;

所述故障检测单元 1501, 用于检测所述直流汇流箱 1500 的工作参数; 其中, 所述工作参数包括如下至少一种: 所述直流汇流箱 1500 输出端的残余电流, 所述直流汇流箱 1500 的第一对地绝缘阻抗, 以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱 1500 输入端的输入电压;

所述保护电路 1502, 用于在所述工作参数满足设定条件时, 向所述 M 个升压电路 1503 中第一升压电路发送第一保护信号, 并向所述 M 个升压电路 1503 中的第二升压电路发送第二保护信号; 其中, 所述第一保护信号用于使所述第一升压电路将所述直流汇流箱 1500 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压, 所述第二保护信号用于使所述第二升压电路将所述直流汇流箱 1500 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压, 其中, 所述第九电压为零电压, 或者为不高于安全电压的非零电压, 所述第九电压低于所述第二电压, 所述第二电压不高于安全电压, 所述设定条件包括如下至少一种: 所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值; 所述第一升压电路, 用于在接收所述第一保护信号后, 将所述直流汇流箱 1500 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压; 所述第二升压电路, 用于在接收所述第二保护信号后, 将所述直流汇流箱 1500 输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。该实施例中, 第一升压电路对应的光伏阵列的低电压可以保持所述直流汇流箱 1500 中的所述第一升压电路以及其他一些辅助电路能够继续进行工作。本申请实施例可能的实施方式以及有益效果参见对实施例 1 的描述, 这里不再赘述。

本申请实施例还提供一种光伏发电系统, 所述光伏发电系统包括: 光伏阵列以及直流汇流箱, 所述直流汇流箱包括: 故障检测单元、保护电路以及升压电路, 所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的光伏阵列耦合; 所述故障检测单元, 用于检测所述直流汇流箱的工作参数; 其中, 所述工作参数包括如下至少一种: 所述直流汇流箱输出端的残余电流, 所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗, 以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压; 所述保护电路, 用于在所述工作参数满足设定条件时, 向所述升压电路发送保护信号; 其中, 所述保护信号用于使所述升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压, 其中, 所述第二电压为零电压, 或者为不高于安全电压的非零电压, 所述设定条件包括如下至少一种: 所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值; 所述升压电路, 用于在接收到所述保护信号后, 将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。本申请实施例可能的实施方式以及有益效果参见对实施例 1 的描述, 这里不再赘述。

本申请实施例还提供一种光伏发电系统, 所述光伏发电系统包括 M 个光伏阵列, 所述直流汇流箱包括: 故障检测单元、M 个升压电路以及保护电路, 所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的所述 M 个光伏阵列耦合, 所述 M 个光伏阵列与所述 M 个升压电路一一对应, 每个光伏阵列与对应的升压电路耦合, 所述 M 为正整数; 所述故障检测单元,

用于检测所述直流汇流箱的工作参数；其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；所述保护电路，用于在所述工作参数满足设定条件时，向所述 M 个升压电路中第一升压电路发送第一保护信号，并向所述 M 个升压电路中第二升压电路发送第二保护信号；其中，所述第一保护信号用于使所述第一升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，所述第二保护信号用于使所述第二升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，所述第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述第九电压低于所述第二电压，所述第二电压不高于安全电压，所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值；所述第一升压电路，用于在接收所述第一保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压；所述第二升压电路，用于在接收所述第二保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。本申请实施例可能的实施方式以及有益效果参见对实施例 2 的描述，这里不再赘述。

本申请实施例还提供一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，该系统包括光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的光伏阵列耦合，直流汇流箱的输出端与逆变装置耦合，该方法包括：控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、输入电压大于第三阈值。本申请实施例可能的实施方式以及有益效果参见对实施例 1 的描述，这里不再赘述。

本申请实施例还提供一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，该系统包括 M 个光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，直流汇流箱的输入端与光伏发电系统的 M 个光伏阵列耦合，直流汇流箱的输出端与逆变装置耦合，直流汇流箱包括 M 个升压电路，M 个光伏阵列与 M 个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合，M 为正整数，该方法包括：控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将直流汇流箱输入端的与第一升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，将直流汇流箱输入端的与第二升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，第九电压低于第二电压，第二电压不高于安全电压，工作参数包括如下至少一种：直流汇流箱输出端的残余电流，直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至直流汇流箱输入端的输入电压；设定条件包括如下至少一种：残余电流大于第一阈值、第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、输入电压大于第三阈值。本申请实施例可能的实施方式以及有益效果参见对实施例 2 的描述，这里不再赘述。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

5 本申请是参照根据本申请的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

10 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

15 显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的保护范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求

1.一种直流汇流箱，应用于光伏发电系统，其特征在于，所述直流汇流箱包括：故障检测单元、保护电路以及升压电路，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的光伏阵列耦合；

5 所述故障检测单元，用于检测所述直流汇流箱的工作参数，其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；

所述保护电路，用于在所述工作参数满足设定条件时，向所述升压电路发送保护信号；其中，所述保护信号用于使所述升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值；

所述升压电路，用于在接收到所述保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。

15 2.根据权利要求1所述的直流汇流箱，其特征在于，所述工作参数包括所述直流汇流箱输出端的残余电流；所述故障检测单元中包括残余电流检测电路；

所述残余电流检测电路，用于检测所述直流汇流箱输出端的残余电流。

3.根据权利要求1或2所述的直流汇流箱，其特征在于，所述工作参数包括所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗；所述故障检测单元中包括绝缘阻抗检测电路；

20 所述绝缘阻抗检测电路，用于检测所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗。

4.根据权利要求1-3任一所述的直流汇流箱，其特征在于，所述工作参数包括光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；所述故障检测单元中包含所述输入电压检测电路；

所述输入电压检测电路，用于检测光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压。

25 5.根据权利要求1-4任一所述的直流汇流箱，其特征在于，所述升压电路包括以下任一种：两电平升压电路，或三电平升压电路，所述两电平升压电路或所述三电平升压电路中包括至少一个开关管，所述升压电路具体用于：根据所述保护信号指示的方式，控制所述至少一个开关管进行闭合及断开，以将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。

30 6.根据权利要求5所述的直流汇流箱，其特征在于，所述保护信号指示的方式包括以下至少一种：直通、脉宽调制法、相位调制法以及频率调制法。

7.根据权利要求1-6任一所述的直流汇流箱，其特征在于，所述直流汇流箱的输入端包括输入正端以及输入负端，所述直流汇流箱还包括：第一对地电压控制电路；所述第一对地电压控制电路与所述直流汇流箱的所述输入负端耦合；

35 所述保护电路还用于：在所述工作参数满足设定条件时，向所述第一对地电压控制电路发送第一电压控制信号；

所述第一对地电压控制电路，用于根据所述第一电压控制信号，将所述直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压，所述第三电压不高于安全电压。

8.根据权利要求7所述的直流汇流箱，其特征在于，

所述保护电路还用于：在将所述第一电压控制信号发送到所述第一对地电压控制电路的第一时长之后，向所述第一对地电压控制电路发送所述第二电压控制信号；

所述第一对地电压控制电路还用于：根据所述第二电压控制信号，将所述直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第四电压，所述第四电压不高于安全电压；

5 所述保护电路还用于：根据所述直流汇流箱输出端的残余电流以及所述第四电压，确定所述直流汇流箱的第二对地绝缘阻抗；在所述第二对地绝缘阻抗大于第四阈值时，保护电路停止向所述升压电路发送保护信号。

9.根据权利要求 7 所述的直流汇流箱，其特征在于，所述第一对地电压控制电路包括：
N 个电阻以及 N 个可控开关，所述 N 个电阻与所述 N 个可控开关一一对应，每个电阻分
10 别与对应的可控开关耦合，每个电阻与对应的可控开关构成可控电阻，每个可控电阻的第一端与所述直流汇流箱的输入负端耦合，每个可控电阻的第二端耦合于大地；所述第一对地电压控制电路具体用于：根据所述第一电压控制信号，闭合所述 N 个可控开关中的目标可控开关，将所述直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第三电压。

10.根据权利要求 1-6 任一所述的直流汇流箱，其特征在于，所述直流汇流箱的输入端
15 包括输入正端以及输入负端，所述光伏发电系统还包括逆变器，所述逆变器的输出端包括至少一根交流相线，并且所述直流汇流箱的输出端与所述逆变器耦合；所述直流汇流箱还包括：第二对地电压控制电路，所述第二对地电压控制电路与所述逆变器的至少一根交流相线耦合；

所述保护电路还用于：在所述工作参数满足设定条件时，向所述第二对地电压控制电
20 路发送第三电压控制信号；

所述第二对地电压控制电路，用于根据所述第三电压控制信号，将所述至少一根交流相线的对地电压调整为第五电压，以使直流汇流箱的输入负端的对地电压调整为第六电压，所述第六电压不高于安全电压。

11.根据权利要求 10 所述的直流汇流箱，其特征在于，所述保护电路还用于：在将所
25 述第三电压控制信号发送到所述第二对地电压控制电路的第二时长之后，向所述第二对地电压控制电路发送第四电压控制信号；

所述第二对地电压控制电路，用于根据所述第四电压控制信号，将所述逆变器的至少
一根交流相线的对地电压调整为第七电压，以使所述直流汇流箱的输入负端的对地电压调
整为第八电压，所述第八电压不高于安全电压；

30 所述保护电路还用于：根据所述直流汇流箱输出端的残余电流以及所述第八电压，确定所述直流汇流箱的第三对地绝缘阻抗；在所述第三对地绝缘阻抗大于第五阈值时，停止向所述升压电路发送保护信号。

12.根据权利要求 1-11 任一所述的直流汇流箱，其特征在于，所述直流汇流箱还包括：
分断电路，所述分断电路耦合在所述升压电路的输入端与所述直流汇流箱的输入端之间；

35 所述保护电路还用于：在向所述升压电路发送保护信号的第三时长之后，确定所述工作参数是否满足设定条件时，在确定所述工作参数满足设定条件时，向所述分断电路发送分断信号；其中，所述分断信号用于使所述分断电路断开所述升压电路的输入端与所述直流汇流箱的输入端之间的连接；

所述分断电路，用于在接收所述分断信号后，断开所述升压电路的输入端与所述直流
40 汇流箱的输入端之间的连接。

13.根据权利要求7所述的直流汇流箱，其特征在于，所述直流汇流箱还包括：分断电路，所述分断电路耦合在所述升压电路的输入端与所述直流汇流箱的输入端之间；

所述保护电路还用于：在将所述第一电压控制信号发送到所述第一对地电压控制电路的第四时长之后，确定所述工作参数是否满足设定条件时，在确定所述工作参数满足设定条件时，向所述分断电路发送分断信号；其中，所述分断信号用于使所述分断电路断开所述升压电路的输入端与所述直流汇流箱的输入端之间的连接；

所述分断电路，用于根据所述分断信号，断开所述升压电路的输入端与所述直流汇流箱的输入端之间的连接。

14.一种直流汇流箱，应用于光伏发电系统，其特征在于，所述光伏发电系统包括M个光伏阵列，所述直流汇流箱包括：故障检测单元、M个升压电路以及保护电路，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的所述M个光伏阵列耦合，所述M个光伏阵列与所述M个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合，所述M为正整数；

所述故障检测单元，用于检测所述直流汇流箱的工作参数，其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；

所述保护电路，用于在所述工作参数满足设定条件时，向所述M个升压电路中第一升压电路发送第一保护信号，并向所述M个升压电路中第二升压电路发送第二保护信号；其中，所述第一保护信号用于使所述第一升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，所述第二保护信号用于使所述第二升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，所述第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述第九电压低于所述第二电压，所述第二电压不高于安全电压，所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值；

所述第一升压电路，用于在接收所述第一保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压；

所述第二升压电路，用于在接收所述第二保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。

15.一种光伏发电系统，其特征在于，所述光伏发电系统包括：光伏阵列以及直流汇流箱，所述直流汇流箱包括：故障检测单元、保护电路以及升压电路，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的光伏阵列耦合；

所述故障检测单元，用于检测所述直流汇流箱的工作参数；其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；

所述保护电路，用于在工作参数满足设定条件时，向所述升压电路发送保护信号；其中，所述保护信号用于使所述升压电路将直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值；

所述升压电路，用于在接收到所述保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压。

16.一种光伏发电系统，其特征在于，所述光伏发电系统包括 M 个光伏阵列，所述直流汇流箱包括：故障检测单元、 M 个升压电路以及保护电路，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的所述 M 个光伏阵列耦合，所述 M 个光伏阵列与所述 M 个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合，所述 M 为正整数；

5 所述故障检测单元，用于检测所述直流汇流箱的工作参数；其中，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；

所述保护电路，用于在所述工作参数满足设定条件时，向所述 M 个升压电路中第一升压电路发送第一保护信号，并向所述 M 个升压电路中第二升压电路发送第二保护信号；其中，所述第一保护信号用于使所述第一升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，所述第二保护信号用于使所述第二升压电路将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，所述第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述第九电压低于所述第二电压，所述第二电压不高于安全电压，所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗不大于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值；

15 所述第一升压电路，用于在接收所述第一保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压；

所述第二升压电路，用于在接收所述第二保护信号后，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第九电压。

20 17.一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，所述系统包括光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的光伏阵列耦合，所述直流汇流箱的输出端与所述逆变装置耦合，其特征在于，所述方法包括：

所述控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将所述直流汇流箱输入端的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，其中，所述第二电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗小于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值。

30 18.一种故障检测方法，应用于光伏发电系统，所述系统包括 M 个光伏阵列、直流汇流箱、控制器以及逆变装置，所述直流汇流箱的输入端与所述光伏发电系统的所述 M 个光伏阵列耦合，所述直流汇流箱的输出端与所述逆变装置耦合，所述直流汇流箱包括 M 个升压电路，所述 M 个光伏阵列与所述 M 个升压电路一一对应，每个光伏阵列与对应的升压电路耦合，所述 M 为正整数，其特征在于，所述方法包括：

所述控制器，用于在工作参数满足设定条件时，将所述直流汇流箱输入端的与第一升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第二电压，将所述直流汇流箱输入端的与第二升压电路对应的光伏阵列的第一电压调整为第九电压，其中，所述第九电压为零电压，或者为不高于安全电压的非零电压，所述第九电压低于所述第二电压，所述第二电压不高于安全电压，所述工作参数包括如下至少一种：所述直流汇流箱输出端的残余电流，所述直流汇流箱的第一对地绝缘阻抗，以及光伏阵列传输至所述直流汇流箱输入端的输入电压；所述设定条件包括如下至少一种：所述残余电流大于第一阈值、所述第一对地绝缘阻抗不大

于第二阈值、所述输入电压大于第三阈值。

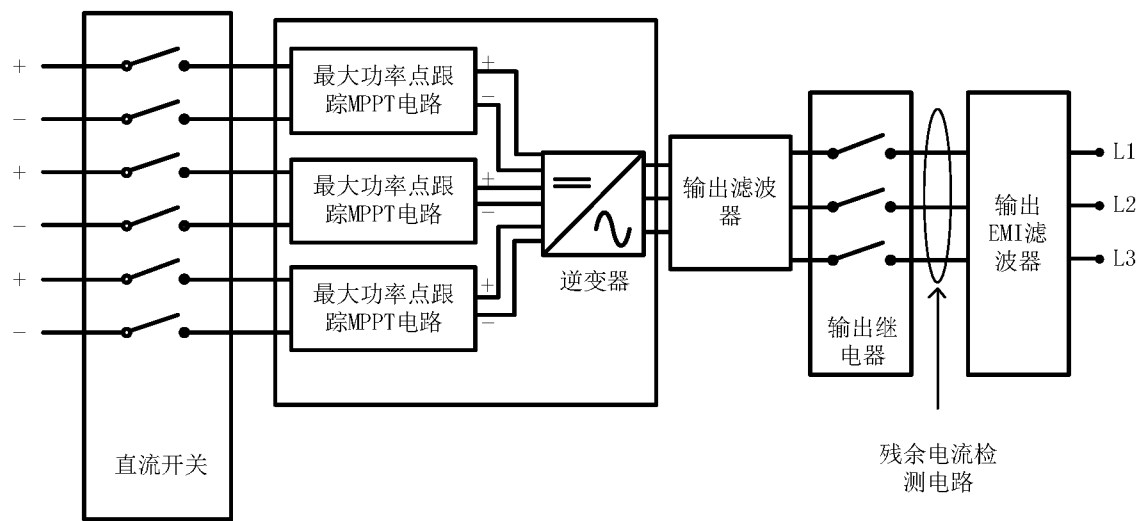


图 1

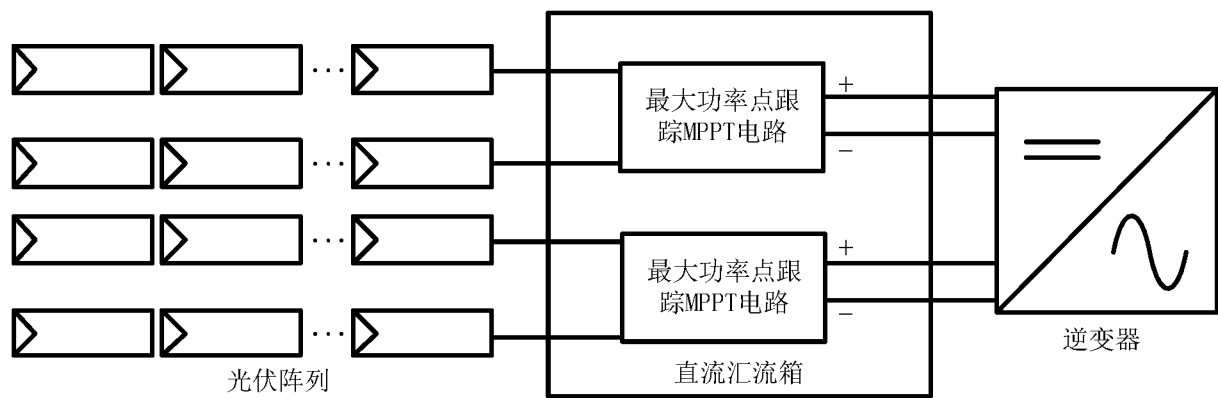


图 2

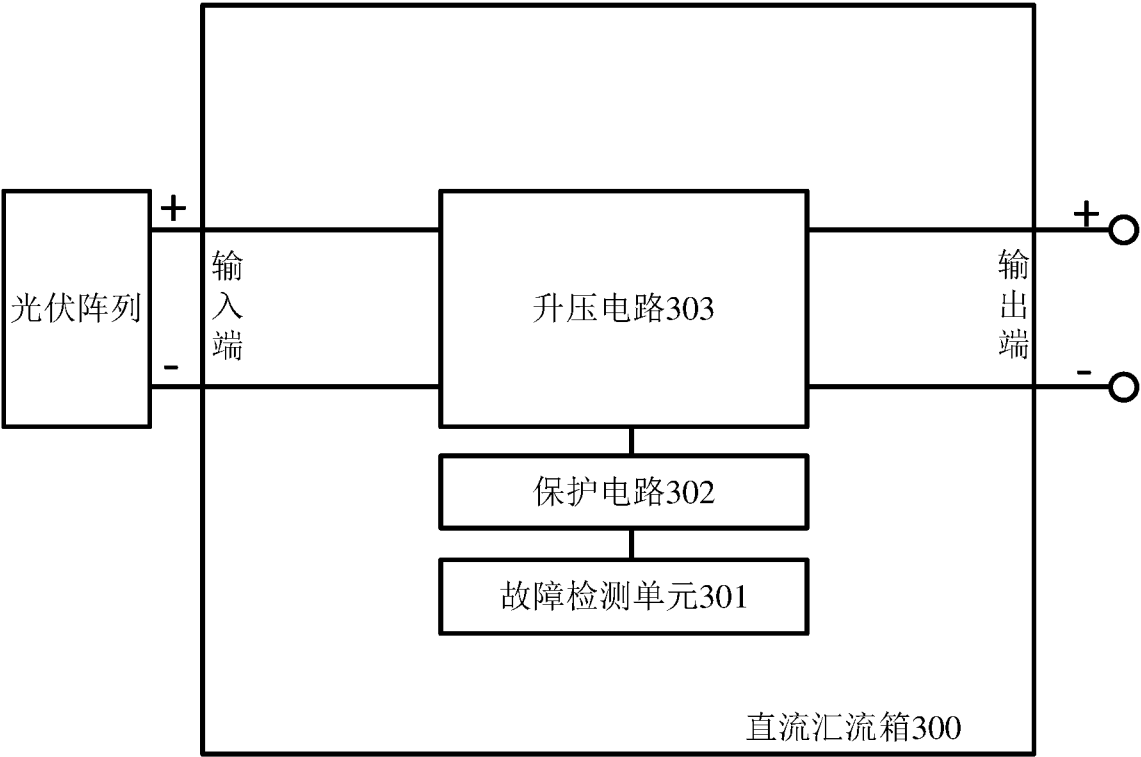
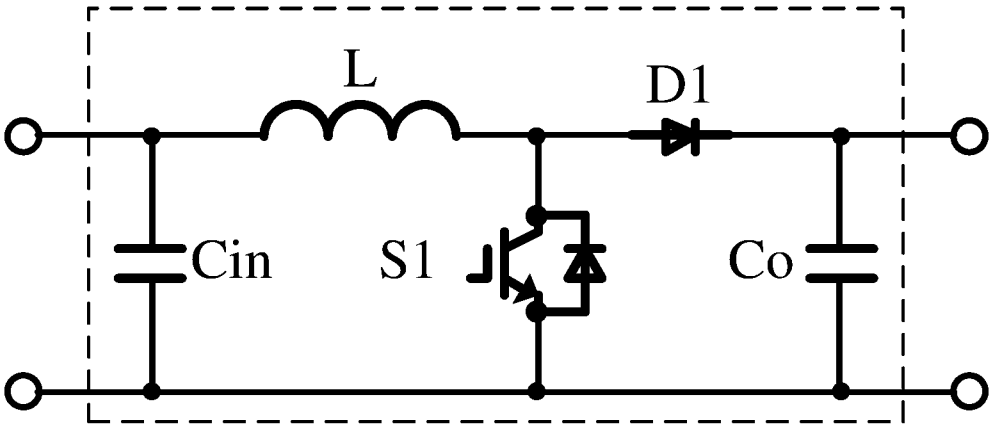


图 3



升压电路303

图 4

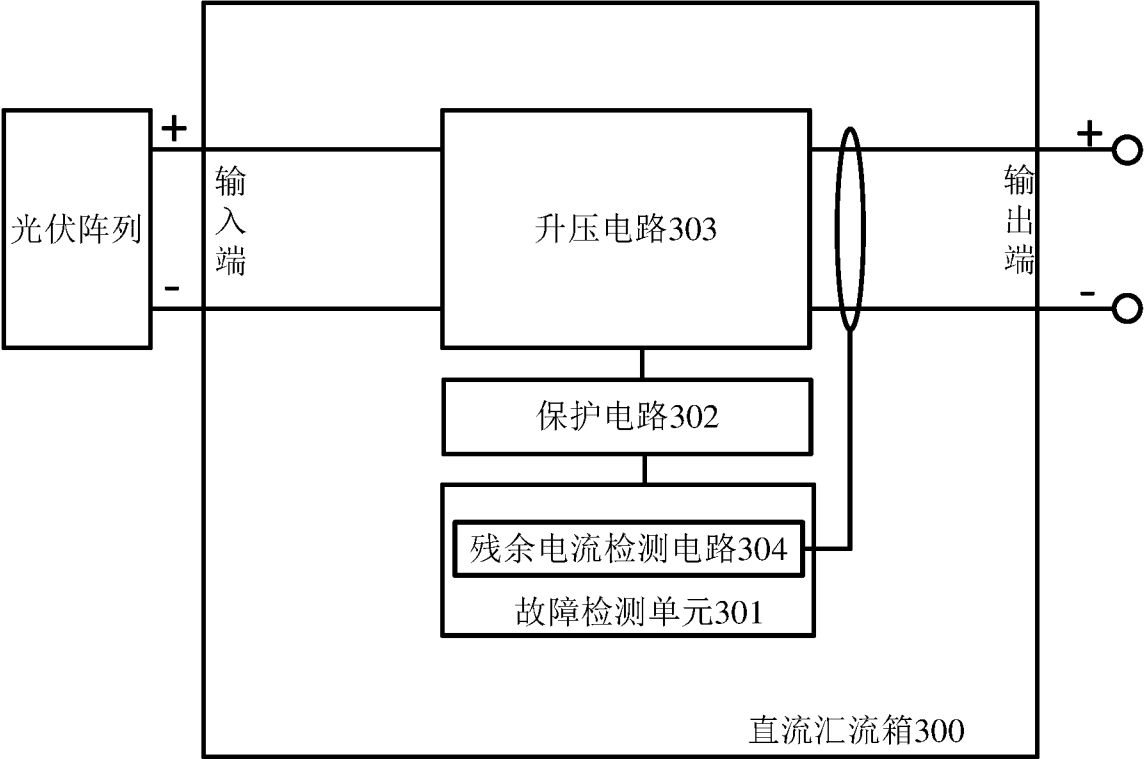


图 5

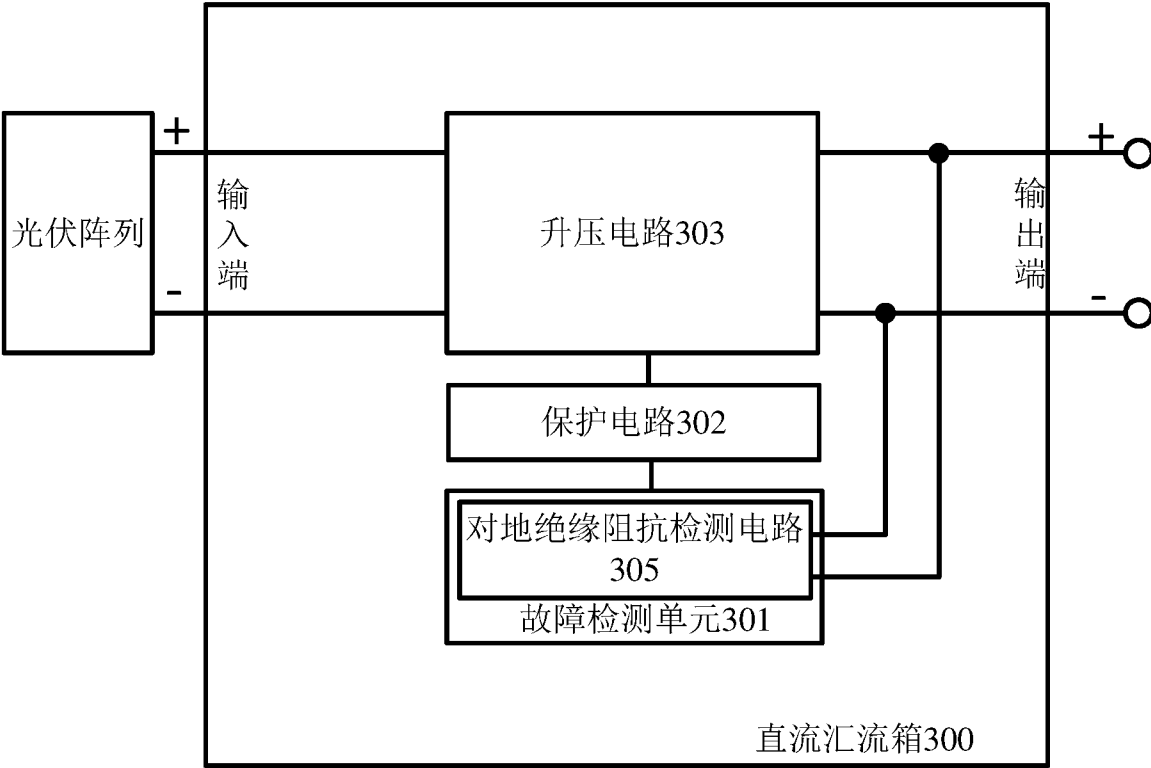


图 6

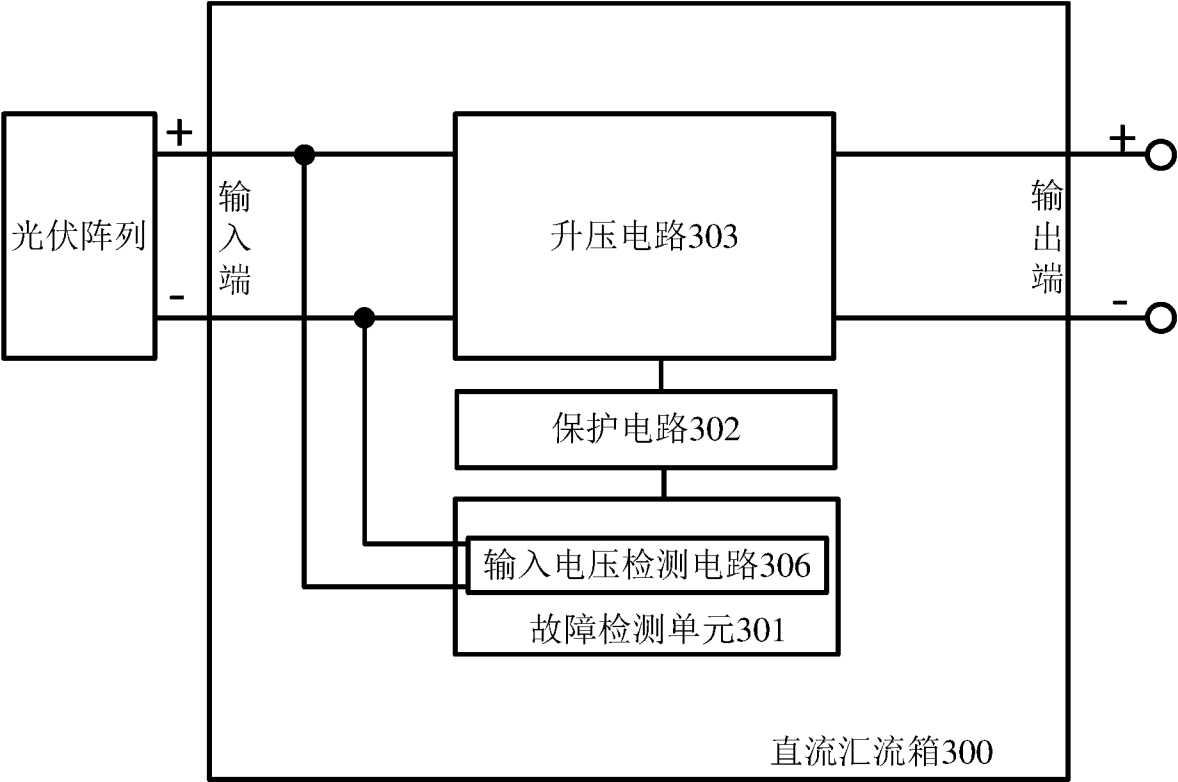


图 7

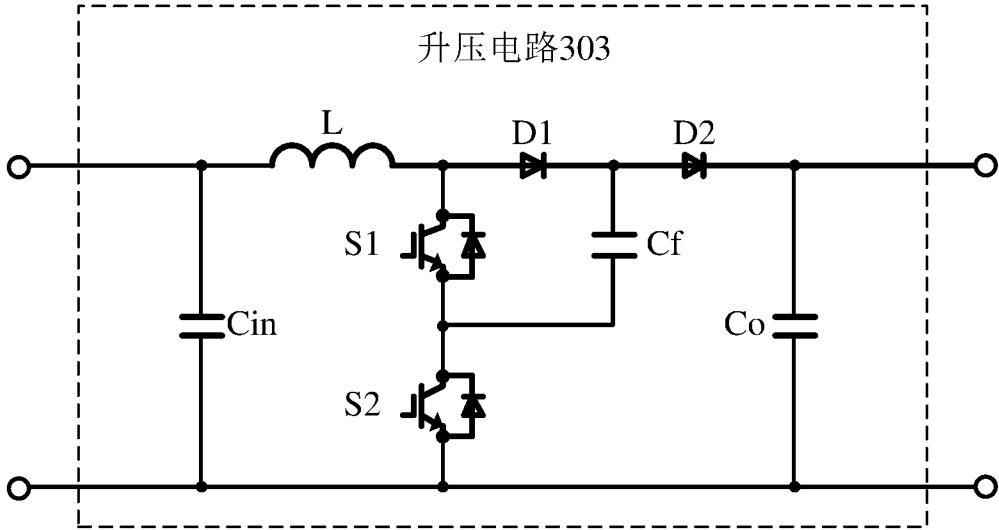


图 8

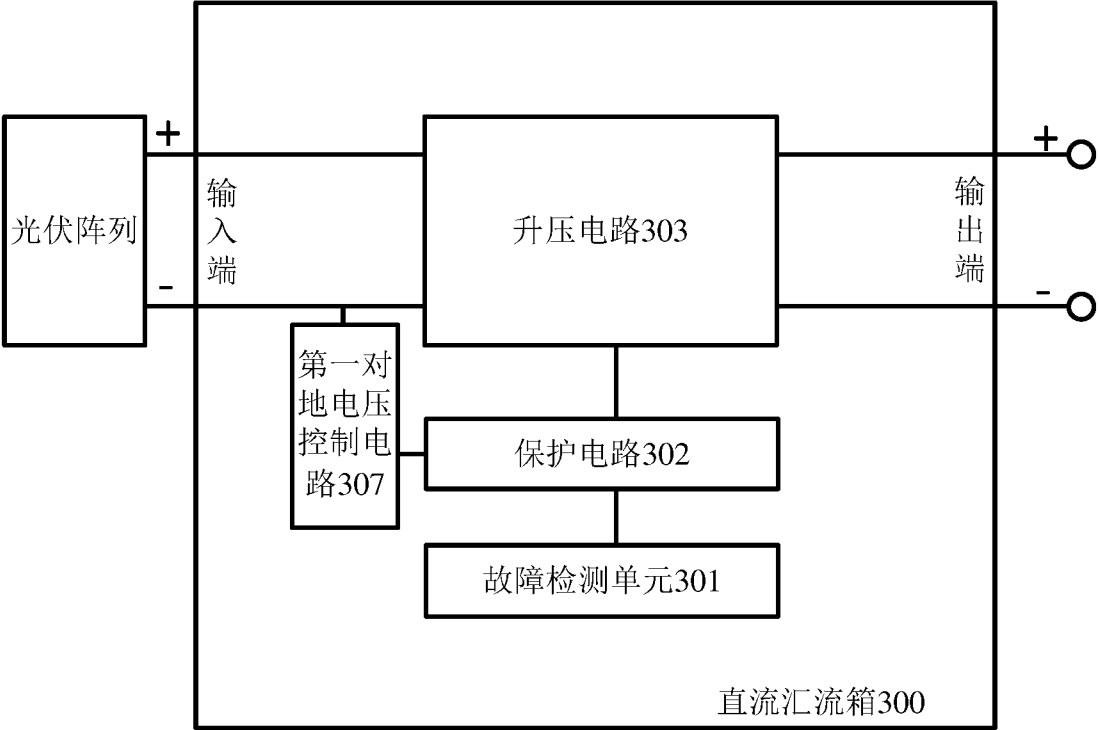


图 9

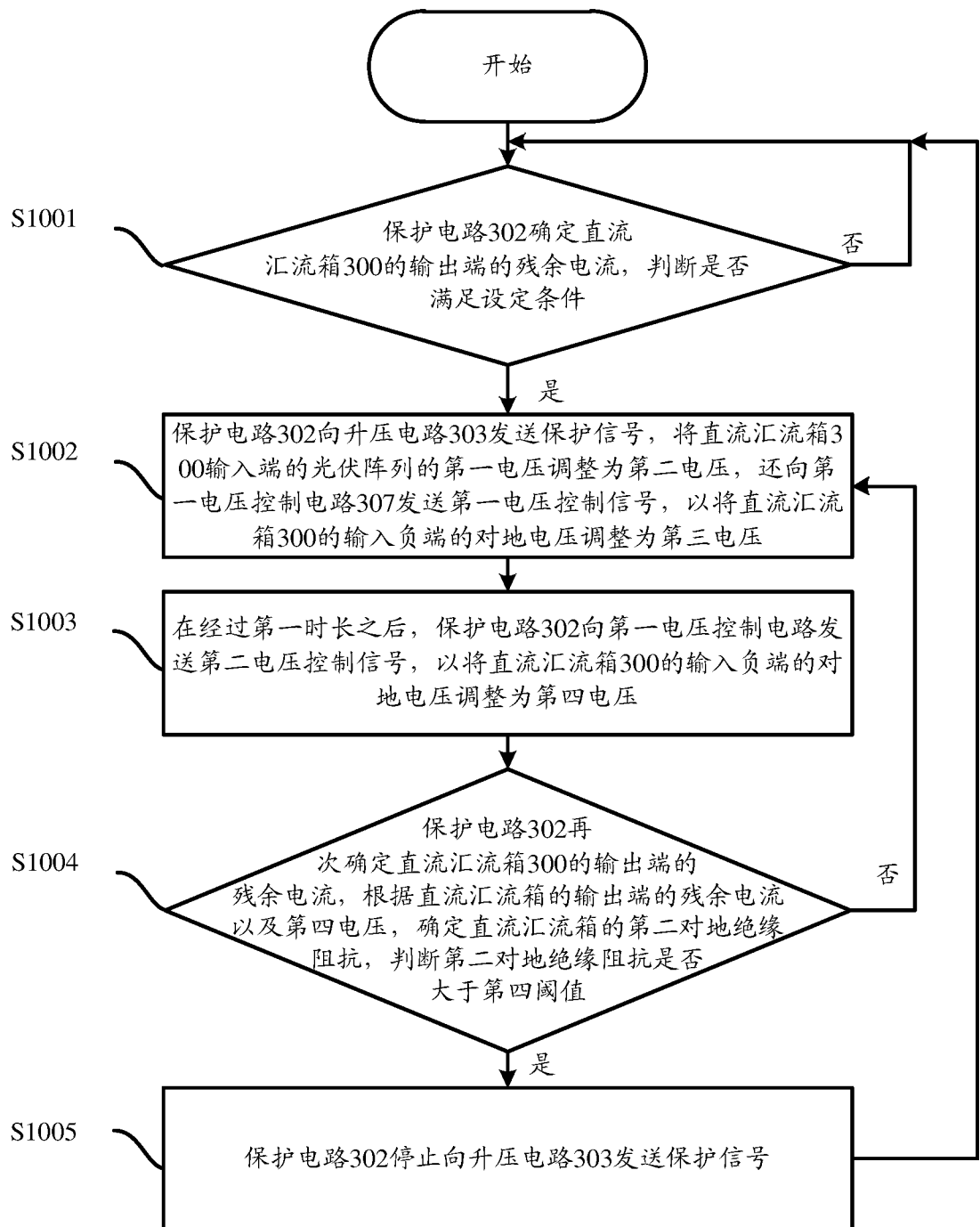


图 10

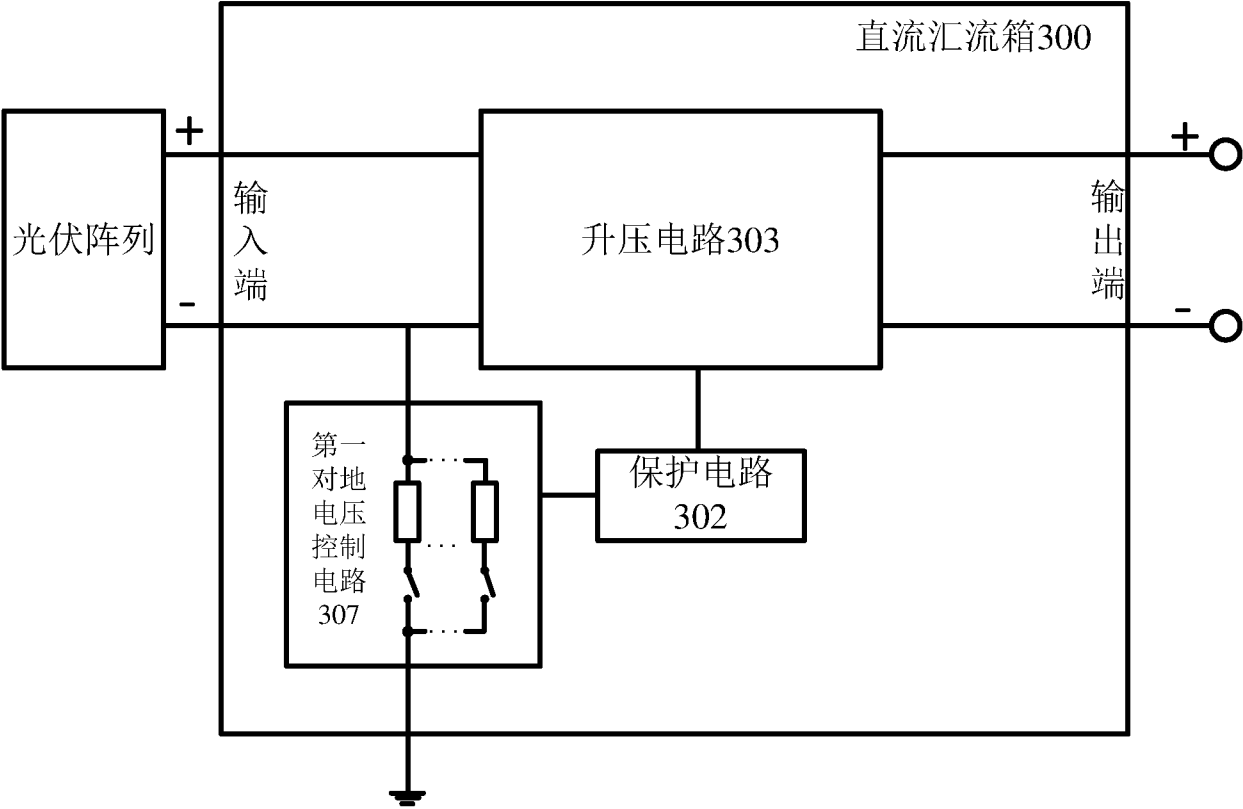


图 11

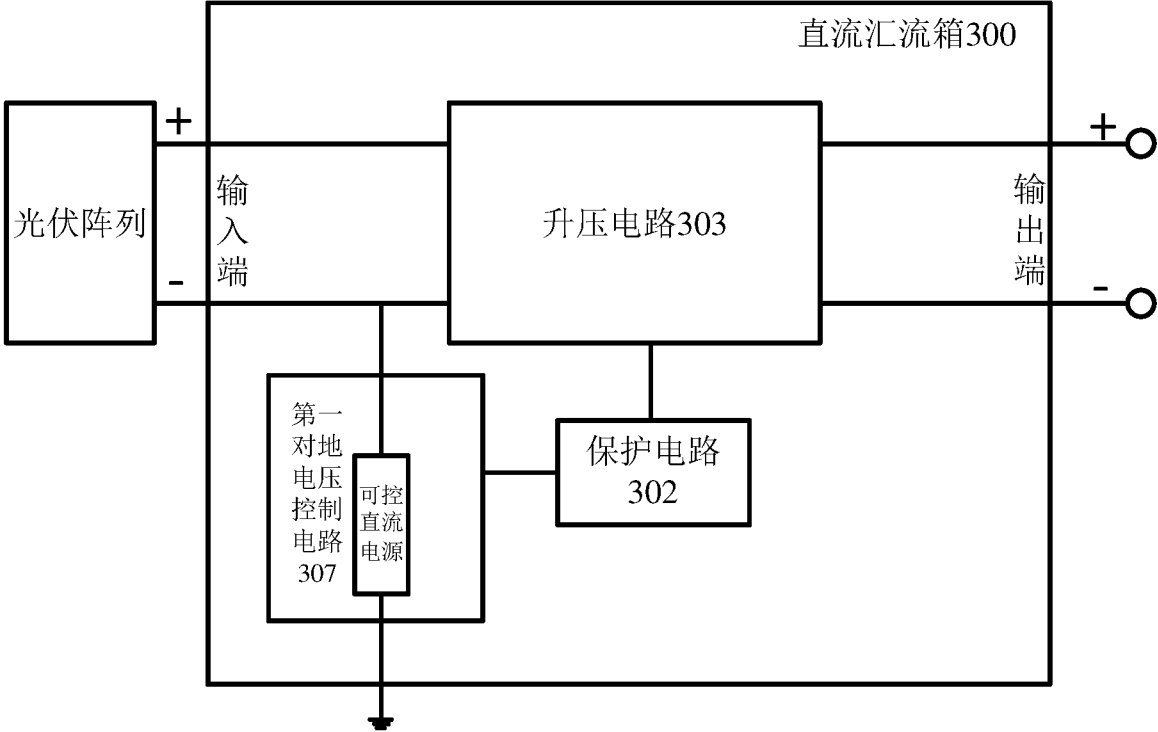


图 12

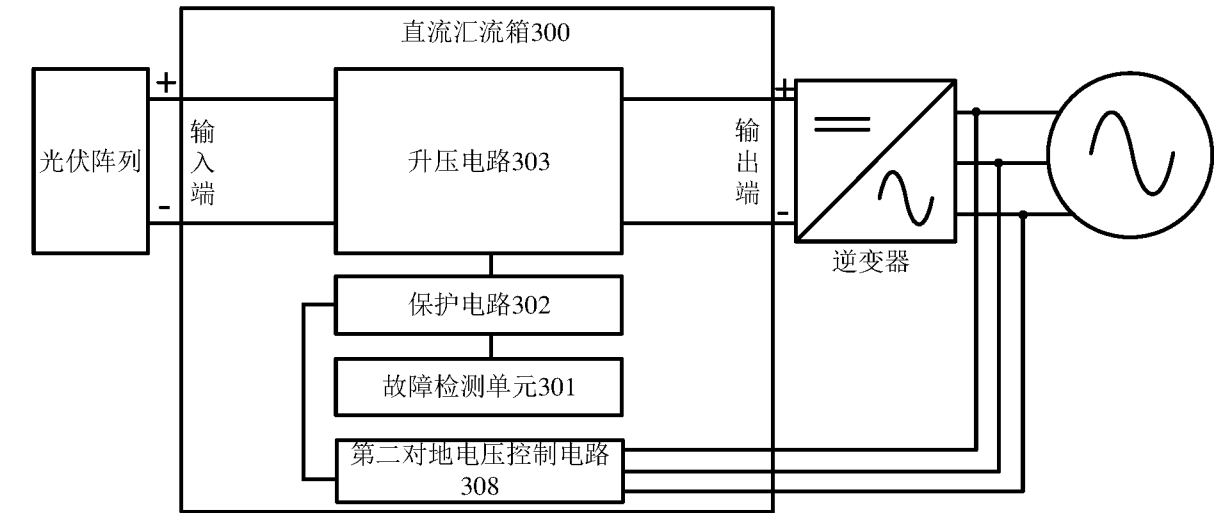


图 13

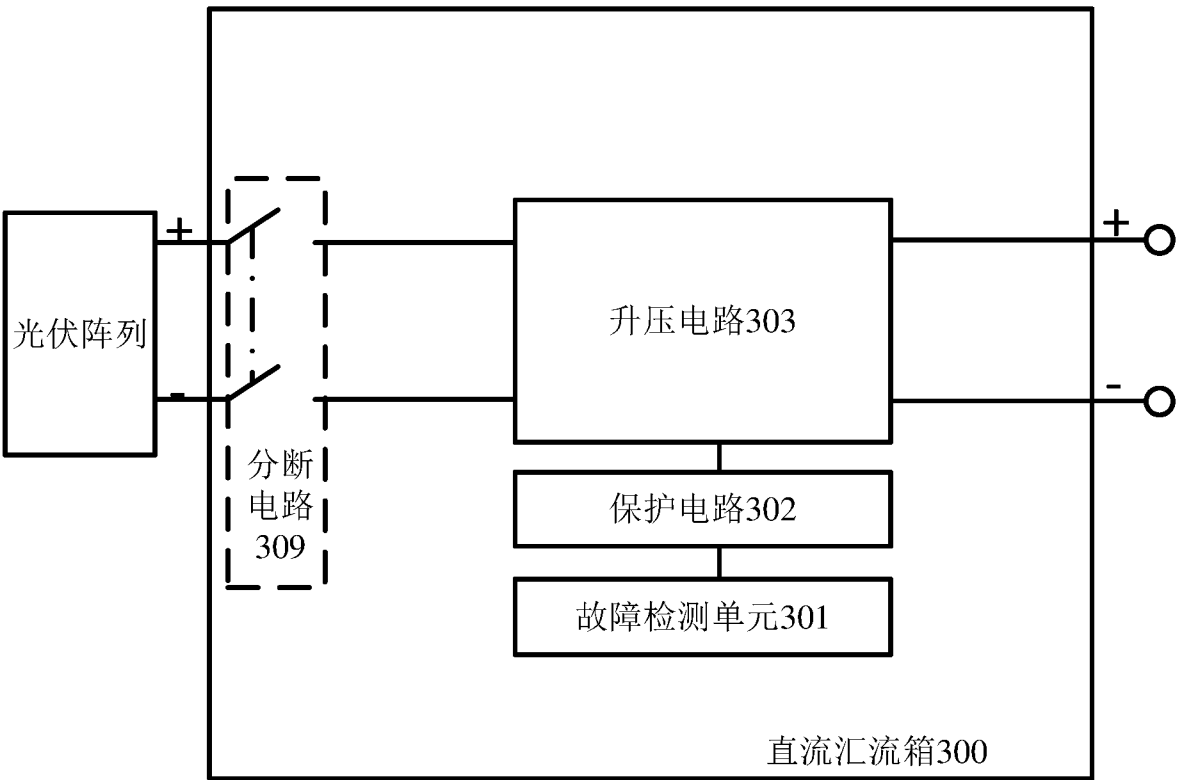


图 14

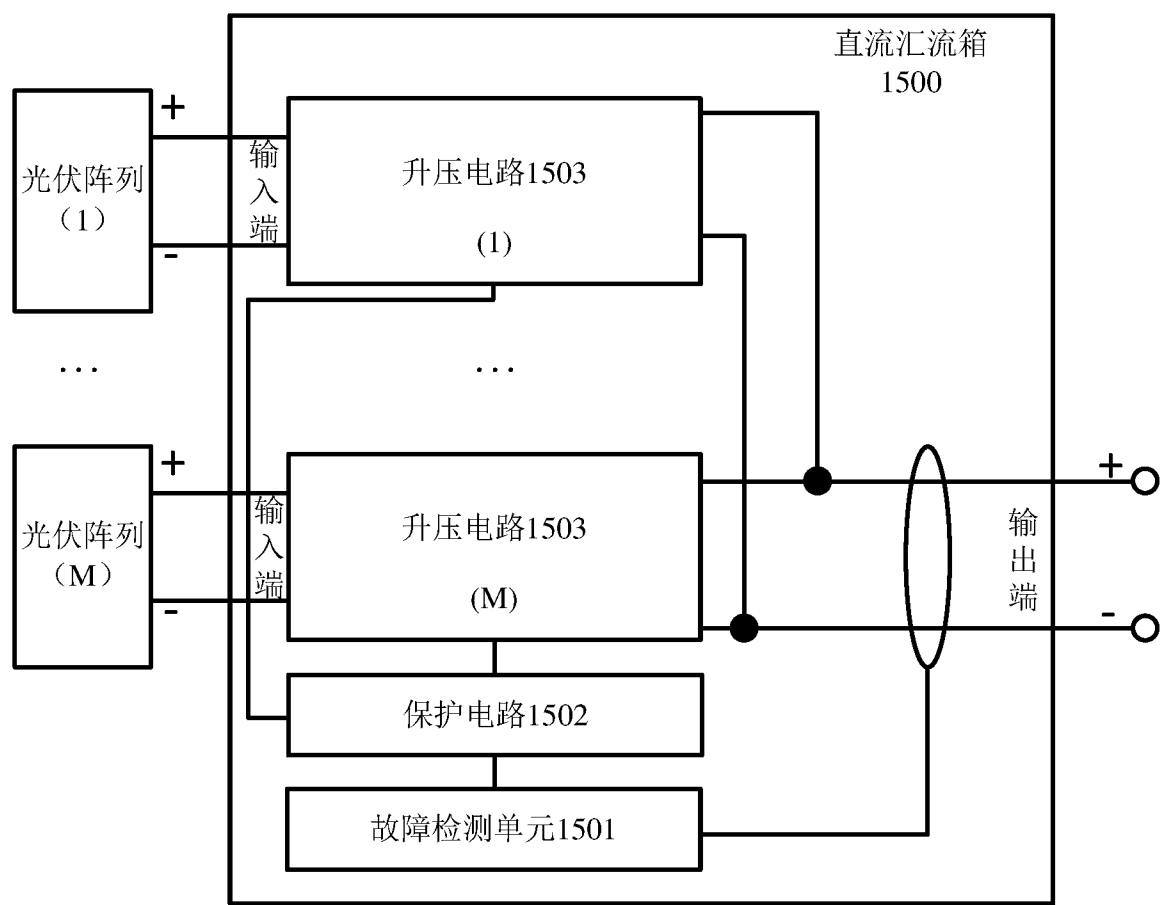


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/088216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 1/32(2007.01)i; H02J 3/38(2006.01)i; H02S 40/34(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M; H02J; H02S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 光伏, 发电, 汇流, 箱, 电压, 调, 检测, 转, 升压, 故障, 电流, 华为技术有限公司, current, photovoltaic, pv, convergence, box, device, system, detect

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112260533 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 January 2021 (2021-01-22) description, paragraphs 46-160, and figures 1-8	1-6, 15, 17
A	CN 108777494 A (STATE GRID JIBEI INTEGRATED ENERGY SERVICE CO., LTD. et al.) 09 November 2018 (2018-11-09) entire document	1-18
A	CN 109510450 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22) entire document	1-18
A	CN 109167390 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 08 January 2019 (2019-01-08) entire document	1-18
A	WO 2020099157 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LTD.) 22 May 2020 (2020-05-22) entire document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 January 2022

Date of mailing of the international search report

19 January 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/088216

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112260533	A	22 January 2021	None			
CN	108777494	A	09 November 2018	None			
CN	109510450	A	22 March 2019	CN	109510450	B	22 May 2020
CN	109167390	A	08 January 2019	US	2021091571	A1	25 March 2021
				AU	2019343425	A1	29 April 2021
				EP	3771065	A1	27 January 2021
				EP	3771065	A4	03 March 2021
				WO	2020057635	A1	26 March 2020
WO	2020099157	A1	22 May 2020	EP	3881429	A1	22 September 2021
				CN	113039718	A	25 June 2021
				GB	201818408	D0	26 December 2018
				GB	2585173	A	06 January 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/088216

A. 主题的分类

H02M 1/32(2007.01)i; H02J 3/38(2006.01)i; H02S 40/34(2014.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02M; H02J; H02S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 光伏, 发电, 汇流, 箱, 电压, 调, 检测, 转, 升压, 故障, 电流, 华为技术有限公司, current, photovoltaic, pv, convergence, box, device, system, detect

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 112260533 A (华为技术有限公司) 2021年1月22日 (2021 - 01 - 22) 说明书第46-160段, 附图1-8	1-6、15、17
A	CN 108777494 A (国网冀北综合能源服务有限公司 等) 2018年11月9日 (2018 - 11 - 09) 全文	1-18
A	CN 109510450 A (阳光电源股份有限公司) 2019年3月22日 (2019 - 03 - 22) 全文	1-18
A	CN 109167390 A (华为技术有限公司) 2019年1月8日 (2019 - 01 - 08) 全文	1-18
A	WO 2020099157 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LIMITED) 2020年5月22日 (2020 - 05 - 22) 全文	1-18

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年1月7日

国际检索报告邮寄日期

2022年1月19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

文雅

电话号码 86-(10)-53961248

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/088216

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112260533	A	2021年1月22日	无			
CN	108777494	A	2018年11月9日	无			
CN	109510450	A	2019年3月22日	CN	109510450	B	2020年5月22日
CN	109167390	A	2019年1月8日	US	2021091571	A1	2021年3月25日
				AU	2019343425	A1	2021年4月29日
				EP	3771065	A1	2021年1月27日
				EP	3771065	A4	2021年3月3日
				WO	2020057635	A1	2020年3月26日
WO	2020099157	A1	2020年5月22日	EP	3881429	A1	2021年9月22日
				CN	113039718	A	2021年6月25日
				GB	201818408	D0	2018年12月26日
				GB	2585173	A	2021年1月6日