

(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
2020年8月20日 (20.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/164199 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02S 40/30 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/086555
- (22) 国际申请日: 2019年5月13日 (13.05.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910114213.X 2019年2月14日 (14.02.2019) CN
- (71) 申请人: 阳光电源股份有限公司 (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号, Anhui 230088 (CN)。
- (72) 发明人: 曹仁贤(CAO, Renxian); 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号, Anhui 230088 (CN)。 杨宗军(YANG, Zongjun); 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号, Anhui 230088 (CN)。
- (74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (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, 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,

(54) Title: COMPONENT VOLTAGE LIMITING METHOD AND APPLICATION DEVICE AND SYSTEM THEREOF

(54) 发明名称: 一种组件限压方法及其应用装置和系统

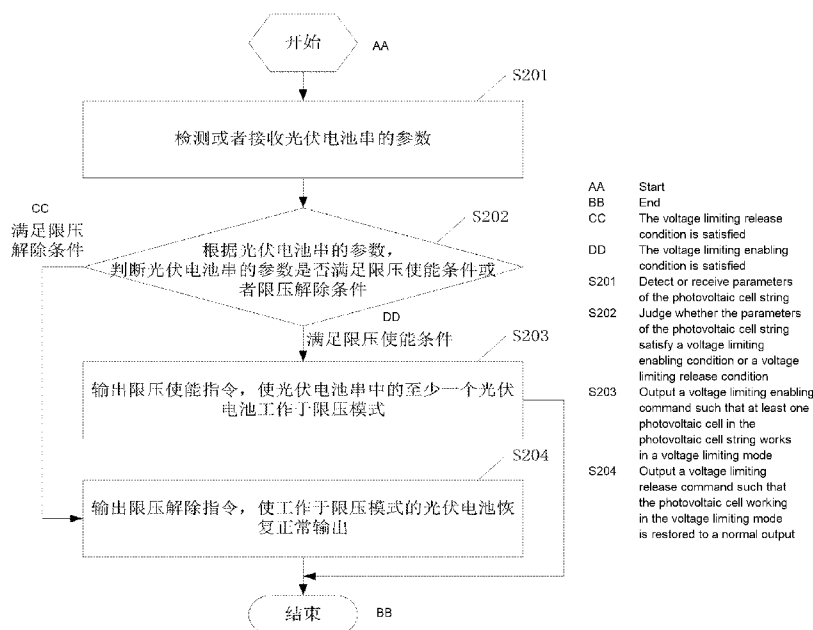


图 4

(57) Abstract: The present invention provides a component voltage limiting method and an application device and system thereof. The method comprises: when a voltage limiting enabling command is received, controlling at least one photovoltaic cell in a photovoltaic cell string to work in a voltage limiting mode so as to reduce the voltage of the photovoltaic cell string, thereby increasing the number of photovoltaic components connected in series while ensuring the maximum voltage of the system does not exceed the corresponding requirements, and reducing the system cost; and when a voltage limiting release command is received, controlling the photovoltaic cell



WO 2020/164199 A1

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, 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))。

working in the voltage limiting mode to be restored to a normal output so as to increase the output voltage of the photovoltaic cell string, thereby improving the DC voltage utilization rate and the DC/AC capacity ratio of the photovoltaic system.

(57) 摘要: 本发明提供的组件限压方法及其应用装置和系统, 在接收到限压使能指令时, 控制光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式, 进而降低光伏电池串中的电压, 使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时能够增加光伏组件的串联个数, 降低系统成本; 而在接收到限压解除指令时, 控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出, 提高光伏电池串的输出电压, 进而提高光伏系统的直流电压利用率和DC/AC容配比。

一种组件限压方法及其应用装置和系统

本申请要求于 2019 年 2 月 14 日提交中国专利局、申请号为 201910114213.X、发明名称为“一种组件限压方法及其应用装置和系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本发明涉及电力电子技术领域，特别涉及一种组件限压方法及其应用装置和系统。

背景技术

光伏发电系统主要由光伏组件和逆变器组成，若干光伏组件通过串联和并联后将直流电压汇入逆变器，再由逆变器将直流电压逆变成交流电压后供给电网或者负载。

随着逆变器的功率等级不断增大，系统内光伏组件接入越多，系统成本也越低。但是，当多个光伏组件串联时，要求系统的最高电压不得超过 1500V，这便限制了光伏组件的串联个数。

又由于光伏组件的输出功率随电压是不断变化的，如图 1 所示，其最大功率点对应的输出电压 V_{mpp} 一般在其开路电压 V_{oc} 的 80% 左右；如 1500V 的系统，当逆变器运行时，其直流侧电压逐步运行到 1200V 左右并保持。因此，实际对于光伏组件和逆变器来说，系统直流电压的有效利用率都较低，光伏发电系统的 DC/AC 容配比也较低。

20 发明内容

有鉴于此，本发明提供一种组件限压方法及其应用装置和系统，以解决现有技术中组件串联个数受限和系统直流电压利用率低的问题。

为实现上述目的，本申请提供的技术方案如下：

本发明一方面提供一种组件限压方法，包括：

25 接收限压使能指令或者限压解除指令；

若接收到所述限压使能指令，则控制光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；所述光伏电池串包括多个串联连接的光伏电池，所述光伏电池为光伏电池片、光伏子串或者光伏组件；

若接收到所述限压解除指令，则控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常

输出。

优选的，所述限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照脉冲宽度调制 PWM 控制进行电压输出的斩波模式。

优选的，在接收限压使能指令或者限压解除指令之前，还包括：

5 检测并上传光伏电池串的参数；所述光伏电池串的参数为所控制的光伏电池的电压或电流。

本发明第二方面还提供另外一种组件限压方法，包括：

检测或者接收光伏电池串的参数；所述光伏电池串包括多个串联连接的光伏电池，所述光伏电池为光伏电池片、光伏子串或者光伏组件；

10 根据所述光伏电池串的参数，判断所述光伏电池串的参数是否满足限压使能条件或者限压解除条件；

若所述光伏电池串的参数满足所述限压使能条件，则输出限压使能指令，使所述光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；

15 若所述光伏电池串的参数满足所述限压解除条件，则输出限压解除指令，使工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出。

优选的，所述限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照脉冲宽度调制 PWM 控制进行电压输出的斩波模式。

优选的，检测的所述光伏电池串的参数为：所述光伏电池串的电压或电流；

接收的所述光伏电池串的参数为：所控制的光伏电池的电压或电流。

20 优选的，所述限压使能条件为：表征系统直流电压超过上限值的条件；

所述限压解除条件为：表征系统直流电压低于下限值的条件。

25 优选的，若检测的所述光伏电池串的参数为所述光伏电池串的电压，则所述表征系统直流电压超过上限值的条件为：所述光伏电池串的电压大于第一预设电压；所述表征系统直流电压低于下限值的条件为：所述光伏电池串的电压小于第二预设电压；所述第一预设电压大于所述第二预设电压；

若检测的所述光伏电池串的参数为所述光伏电池串的电流，则所述表征系统直流电压超过上限值的条件为：所述光伏电池串的电流小于第一预设电流；所述表征系统直流电压低于下限值的条件为：所述光伏电池串的电流大于第二预设电流；所述第一预设电流小于所述第二预设电流。

本发明另一方面还提供一种组件限压电路，包括：通信模块、控制单元、开关单元以及电源模块；其中：

所述控制单元用于执行本发明第一方面所述的组件限压方法；

所述通信模块用于实现外部与所述控制单元之间的通信；

5 所述开关单元与所述控制单元所控制的光伏电池并联，并受控于所述控制单元，以使相应光伏电池工作于限压模式或者恢复正常输出；

所述电源模块用于为所述通信模块和所述控制单元供电。

本发明另一方面还提供一种智能限压装置，包括如上述所述的组件限压电路，并且，所述组件限压电路所连接的光伏电池为光伏组件。

10 本发明另一方面还提供一种智能限压接线盒，包括：多个二极管，和，如上述所述的组件限压电路；其中：

所述组件限压电路所连接的光伏电池为光伏子串；

各个所述二极管分别与相应光伏子串反向并联连接。

15 本发明另一方面还提供一种智能组件，包括：光伏组件，和，如上述所述的智能限压接线盒。

本发明另一方面还提供一种控制器，包括处理器和存储器；其中：

所述处理器用于执行所述存储器中存储的各个程序；

所述存储器中存储的程序中包括如本发明第二方面所述的组件限压方法。

20 本发明另一方面还提供一种逆变器，其内部的控制器所执行的程序中包括如本发明第二方面任一所述的组件限压方法。

优选的，该逆变器还包括：通信主机，用于实现与外部的通信。

本发明另一方面还提供一种光伏发电系统，包括：

如上述所述的逆变器；

25 与所述逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；所述光伏组串包括多个串联连接的光伏组件；且每个光伏组串均连接有至少一个如上述所述的智能限压装置；

通信主机，用于实现与所述智能限压装置之间的通信。

优选的，所述通信主机集成于所述逆变器内部。

本发明另一方面还提供一种光伏发电系统，包括：如上述所述的逆变器，和，

与所述逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；
所述光伏组串包括多个串联连接的智能组件；
所述智能组件为上述所述的智能组件；
通信主机，用于实现与所述智能组件之间的通信。
5 优选的，所述通信主机集成于所述逆变器内部。

本发明提供的组件限压方法，在接收到限压使能指令时，控制光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式，进而降低光伏电池串电压，使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时能够增加光伏组件的串联个数，降低系统成本；而在接收到限压解除指令时，控制工作于限压模式的光伏电池恢复正
10 常输出，提高光伏电池串的输出电压，进而提高光伏系统的直流电压利用率和DC/AC 容配比。

附图说明

图 1 是现有技术提供的光伏组件的输出特性曲线图；
图 2 是本发明申请实施例提供的组件限压方法的流程图；
15 图 3a 和图 3b 是本发明申请实施例提供的斩波模式波形示意图；
图 4 是本发明申请实施例提供的另一组件限压方法的流程图；
图 5 至图 6e 分别是本发明申请实施例提供的六种组件限压电路结构示意图；
图 7a 和图 7b 是本发明申请实施例提供的带独立智能限压装置的两种光伏
20 发电系统结构示意图；
图 8 是本发明申请实施例提供的智能限压接线盒的结构示意图；
图 9 是本发明申请实施例提供的智能组件组成的光伏发电系统结构示意图；
图 10 是本发明申请实施例提供的光伏曲线示意图。

具体实施方式

为了进一步了解本发明，下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述，但是应当理解，这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点，而不是对本发明权利要求的限制。

本发明提供一种组件限压方法，以解决现有技术中组件串联个数受限和系

统直流电压利用率低的问题。

请参见图 2，该组件限压方法包括：

S101、接收限压使能指令或者限压解除指令；

光伏发电系统中，光伏组串的输出电压较高，导致系统直流电压超过上限
5 值，比如逆变器并网前，此时可以通过该限压使能指令进行限压控制；而当系
统直流电压低于下限值，比如逆变器并网后随着 MPPT (Maximum Power Point
Tracking, 最大功率点跟踪) 控制而导致的系统直流电压下降，此时可以通过
该限压解除指令进行升压控制。

若步骤 S101 中接收到的是限压使能指令，则执行步骤 S102；若步骤 S101
10 中接收到的是限压解除指令，则执行步骤 S103。

S102、控制光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；

该光伏电池串包括多个串联连接的光伏电池，且该光伏电池可以是指光伏
电池片，也可以是指光伏子串，还可以是指光伏组件，视其具体应用环境而定，
均在本申请的保护范围内；其中，光伏电池片一般是指光伏发电的最小单元，
15 单个光伏电池片可输出约 0.3-0.7V；若干（比如 10 个、12 个或者 20 个等）
光伏电池片通过汇流带串联在一起，构成光伏子串；若干光伏子串再次串联，
构成光伏组件，常规的有 60 片光伏组件，72 片光伏组件，半片组件等。若该
光伏电池指代光伏电池片或者光伏子串，则说明该组件限压方法应用于光伏组
件内部；若该光伏电池指代光伏组件，则说明该组件限压方法应用于整个光伏
20 组串。

具体的，该限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照
PWM (Pulse Width Modulation, 脉冲宽度调制) 控制进行电压输出的斩波模
式。

完全短路模式下，相应光伏电池的输出电压保持为零，进而能够降低整个
25 光伏电池串的输出电压。而斩波模式下，相应光伏电池的输出电压按照 PWM
控制进行变换，使整个光伏电池串的输出电压波形成为矩形波，图 3a 以包含
3 个光伏电池的光伏电池串中任意一个光伏电池被控制为工作于斩波模式时
的输出电压波形图，借助于光伏电池后级连接的电容，能够将该矩形波变换为
具有一定纹波的锯齿波形，如图 3b 所示；进一步来说，光伏组件相互串联后

输出到逆变器侧，由于光伏组件之间存在错相，同时逆变器侧有输入电容，故光伏组串总的输出电压也会比较平滑。因此，斩波模式下也同样能够起到对于整个光伏电池串输出电压的降低作用，而且其调节的程度可以更加细化，可以控制相应光伏电池以一定的占空比进行输出。对于其斩波频率，优选高于预设频率的较高频率，可以减少纹波大小。

由上述内容可知，不论相应的光伏电池工作于完全短路模式还是斩波模式，均能够实现相应程度上的短路，进而降低整个光伏电池串的输出电压，使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时，能够增加光伏组件的串联个数，扩展直流侧组件的接入，降低系统成本。

10 S103、控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出；

工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出之后，能够提高整个光伏电池串的输出电压，使光伏系统的直流电压利用率和 DC/AC 容配比也得到有效提高。

由上述内容可见，本实施例提供的该组件限压方法，能够在逆变器并网前系统直流电压超过上限值需要限压时，通过限压使能指令控制相应光伏电池工作于限压模式，降低光伏电池串的电电压，使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时，能够增加光伏组件的串联个数，扩展直流侧组件的接入，降低系统成本；并在逆变器并网后系统直流电压低于下限值需要升压时，通过限压解除指令控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出，提高光伏电池串的输出电压，使光伏系统的直流电压利用率和 DC/AC 容配比也得到有效提高。

20 另外，可选的，该组件限压方法，在步骤 S101 之前，还包括：检测并上传光伏电池串的参数；通过相应参数的检测和上传，能够为后续生成限压使能指令或者限压解除指令提供参考依据。

该光伏电池串的参数为该组件限压方法所控制的光伏电池的电压或电流，此处不做具体限定，视其应用环境而定，均在本申请的保护范围内。

25

本发明另一实施例还提供了另外一种组件限压方法，在上述实施例的基础之上，为其限压使能指令和限压解除指令提供一种具体的生成方式，该方式如图 4 所示，包括：

S201、检测或者接收光伏电池串的参数；

该光伏电池串的参数，可以是检测得到的整个光伏电池串的相应参数，也可以是接收到的所控制的光伏电池的相应参数，视其具体应用环境而定，均在本申请的保护范围内。并且，上述参数可以是电压或电流等，只要能够体现光伏电池串的输出电压状态即可，均在本申请的保护范围内。

5 S202、根据光伏电池串的参数，判断光伏电池串的参数是否满足限压使能条件或者限压解除条件；

具体的，当光伏电池串的参数表征系统直流电压超过上限值时，说明该光伏电池串的参数满足限压使能条件，此时将执行步骤 S203；当光伏电池串的参数表征系统直流电压低于下限值时，说明该光伏电池串的参数满足限压解除
10 条件，此时将执行步骤 S204。

S203、输出限压使能指令，使光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；

具体的，该限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照 PWM (Pulse Width Modulation, 脉冲宽度调制) 控制进行电压输出的斩波模
15 式。

由上述实施例可知，不论相应的光伏电池是工作于输出电压为零的完全短路模式，还是工作于按照 PWM 控制进行电压输出的斩波模式，均能够实现相应程度上的短路，进而降低整个光伏电池串的输出电压，使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时，能够增加光伏组件的串联个数，扩展直流侧组件的接
20 入，降低系统成本。

S204、输出限压解除指令，使工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出。

工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出之后，能够提高整个光伏电池串的输出电压，使光伏系统的直流电压利用率和 DC/AC 容配比也得到有效提高。

优选的：

25 其限压使能条件为：表征系统直流电压超过上限值的条件；其限压解除条件为：表征系统直流电压低于下限值的条件。而表征系统直流电源是否超过上限值或者低于下限值，可以通过整个光伏组串的输出电压来直接判断，也可以通过任意光伏组件的输出电压与相应比例下的光伏组串预设分压来进行比较和判断，或者还可以通过光伏电池串的电来实现间接判断。

以光伏电池串的电压作为该检测得到的光伏电池串的参数为例进行说明，则表征系统直流电压超过上限值的条件为：光伏电池串的电压大于第一预设电压；表征系统直流电压低于下限值的条件为：光伏电池串的电压小于第二预设电压；其中，第一预设电压大于第二预设电压。

5 以光伏电池串的电流作为该检测得到的光伏电池串的参数为例进行说明，则表征系统直流电压超过上限值的条件为：光伏电池串的电流小于第一预设电流；表征系统直流电压低于下限值的条件为：光伏电池串的电流大于第二预设电流；其中，第一预设电流小于第二预设电流。

其余原理与上述实施例相同，此处不再一一赘述。

10

本发明另一实施例还提供了一种组件限压电路，实际应用中，该组件限压电路可以连接在若干光伏电池片的两端，或者若干光伏子串的两端，又或者若干光伏组件的两端。如图 5 所示，该组件限压电路包括：控制单元 101、开关单元 102、电源模块 103 以及通信模块 104；其中：

15 控制单元 101 用于执行第一实施例及图 2 所示的组件限压方法。具体的，控制单元 101 根据限压使能指令控制相应光伏电池工作于限压模式，降低光伏电池串的电压，使系统在保证最高电压不超过相应要求的同时，能够增加光伏组件的串联个数，扩展直流侧组件的接入，降低系统成本；或者，根据限压解除指令控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出，提高光伏电池串的输出
20 电压，使光伏系统的直流电压利用率和 DC/AC 容配比也得到有效提高。其具体过程可参见第一实施例，此处不再一一赘述。

通信模块 104 用于实现外部与控制单元 101 之间的通信；其主要负责接收外部输入的限压使能指令或者限压解除指令并转发至控制单元 101；并且，当控制单元 101 执行的该组件限压方法中包括检测光伏电池串的参数这一步骤
25 时，通信模块 104 还用于将检测得到的光伏电池串的参数上传至外部的相应控制器。

开关单元 102 与控制单元 101 所控制的光伏电池并联，并受控于控制单元 101，以使相应光伏电池工作于限压模式或者恢复正常输出。

并且，开关单元 102 也可以有多种具体实现形式：比如，当该控制单元

101 所控制的光伏电池是光伏电池串中的一个光伏电池时, 该开关单元 102 为一个与此光伏电池并联的开关即可, 如图 6a 所示; 而当控制单元 101 所控制的光伏电池是光伏电池串中部分依次串联的光伏电池时, 该开关单元 102 可以是多个与相应光伏电池一一并联的开关 (如图 6b 所示), 也可以是与全部相应
5 光伏电池并联的一个开关 (如图 6c 所示); 当该控制单元 101 所控制的光伏电池是光伏电池串中多个互不相连的光伏电池时, 该开关单元 102 包括多个与相应光伏电池一一并联的开关 (如图 6d 所示); 当该控制单元 101 所控制的光伏电池是光伏电池串中全部光伏电池时, 该开关单元 102 包括多个与全部光伏电
10 池一一并联的开关 (如图 6e 所示)。另外, 上述几种情况还可以相互结合, 此处不再一一赘述, 均属于本申请的保护范围内。

实际应用中, 该开关采用可控的电子开关为佳, 比如 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET, 金属-氧化物半导体场效应晶体管)、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管)、三极管或者继电器等均可, 视其应用环境而定, 均在本
15 申请的保护范围内。

电源模块 103 用于为控制单元 101 和通信模块 104 供电。

实际应用中, 该电源模块 103 可以从光伏电池串取电 (如图 5、图 6a 至图 6e 所示), 或者, 也可以从部分光伏电池串取电 (未进行图示), 又或者, 还可以从外部取电 (未进行图示); 此处不做具体限定, 视其应用环境而定,
20 均在本申请的保护范围内。

该电源模块 103 的电路形式可以为常用的 LDO (low dropout regulator, 低压差线性稳压器)、半桥电路或者反激电路等, 此处不做具体限定, 视其应用环境而定, 均在本申请的保护范围内。

该组件限压方法的具体执行过程可以参见上述实施例, 此处不再一一赘
25 述。

本发明另一实施例还提供了一种智能限压装置, 应用于图 7a 和图 7b 所示的光伏发电系统中, 该光伏发电系统的一个光伏组串中包括若干依次串联连接的常规光伏组件; 光伏组串中可以是部分光伏组件配备该智能限压装置, 比如

智能限压装置与光伏组件一一对应并联（未进行图示），或者，多个依次串联连接的光伏组件共同与一个智能限压装置并联（如图 7b 所示）；也可以为每个光伏组件均配备一个并联连接的智能限压装置（如图 7a 所示）；优选每个光伏组串中设置的智能限压装置的数量相同、连接方式相同，以简单的方式确保各个光伏组串的输出电压保持相同；当然，实际应用中，也可以对每个光伏组串分别进行智能限压装置的个数和连接方式的设置，而限压控制过程中对于具体控制哪些智能限压装置是任意的，可以灵活选择，此处不做约束。

该智能限压装置包括如上述任一实施例所述的组件限压电路，其具体结构以及原理可以参见上述实施例，以图 7a 和图 7b 所示光伏发电系统为例进行说明，由于要求光伏组串输入至逆变器直流侧的电压（系统直流电压）不超过 1500V，所以在光伏组件电压随着光照变化慢慢变大，使逆变器检测到系统直流电压大于 1450V 时，比如逆变器并网前，该智能限压装置根据限压使能指令限制所连接光伏组件的输出电压，使光伏组串的总输出不超过 1500V；而当逆变器并网后，随着 MPPT 的慢慢稳定，逆变器直流侧母线电压降低到 1200V 左右，此时，该智能限压装置根据限压解除指令解除限压功能，电压重新恢复，但总电压仍低于 1500V。

其结果是，对于 1500V 的逆变器，直流侧串联的光伏组件可以配置更高，如最高达到 1800V，通过该智能限压装置，仍然被有效控制在 1500V 以内，降低了成本；且并网后还能将系统电压由现有技术中的 1200V 提升到 1500V 之内，提高了系统容配比。

本发明另一实施例还提供了一种智能限压接线盒，如图 8 所示，包括：多个二极管，和，如上述任一实施例所述的组件限压电路，其组件限压电路所连接的光伏电池为光伏子串，且各个二极管分别与相应光伏子串反向并联连接。

该智能限压接线盒的电源模块 103 从整个光伏组件取电，给控制单元 101 和通信模块 104 供电。其中的开关单元 102 为一个可控的电子开关，如 MOSFET、IGBT、三极管、继电器等装置，图 8 中以该开关并联在其中一个光伏子串的两侧为例进行展示。

常规 60 片电池片的光伏组件，冬季开路电压最高约 42V，其内部含有三

个光伏子串，每个光伏子串的电压为 14V。72 片电池片的光伏组件类似。

当光伏组件的电压较高，比如超过 $U_{th1}=36V$ 时，控制单元 101 将通过通信模块 104 接收到限压使能指令，进而主动控制该开关进入限压模式，理论上可减少 $1/3$ 的电压，即降低到 24V。具体的，若以常通方式控制该开关限制相应光伏子串的输出电压，则光伏组件的输出电压改变为 $2/3V$ ，若以 PWM 模式控制该开关限制相应光伏子串的输出电压，则光伏组件的输出电压改变为 $2/3V$ 附近的锯齿波（参见图 3a 和图 3b）； V 为限制相应光伏子串输出电压前的组件电压。随着电压不断增加到 42V 时，实际端口电压不会超过 28V。即从整体看，该智能限压接线盒中设置有组件限压电路后，使整个光伏组件的最大输出被限制到 $U_{th1}=36V$ 以下。

当光伏组件的电压较低，比如低于 $U_{th2}=20V$ 时，控制单元 101 将通过通信模块 104 接收到限压解除指令，进而恢复输出电压被限制的光伏子串，此时电压理论上恢复到 30V。

从上述过程可以得知，对于一个 1500V 的光伏发电系统，原来的设计可接入的最大组件数量为 $1500V/42V=35$ 块，现在通过智能限压接线盒，可以接入 $1500V/36V=41$ 块，进一步拓展了光伏系统的容量，在相同逆变器下线缆减少，成本降低，逆变器利用率提高。

进一步的，如果开关单元 102 设置在 $1/6$ 的光伏子串上，那么调节的颗粒度会更细，效果更好。

其余结构及原理与上述实施例相同，此处不再一一赘述。

本发明另一实施例还提供了一种智能组件，包括：光伏组件，和，如上述任一实施例所述的智能限压接线盒。

由多个智能组件串并联后汇入逆变器直流侧，其系统结构如图 9 所示。系统直流电压的初始值为 1800V，在逆变器并网前，当智能组件根据限压使能智能启动限压功能时，限制其内部的部分输出，保证整个系统直流电压不超过 1500V；当逆变器并网运行后，随着 MPPT 的慢慢稳定，系统直流电压被拉低到 1200V 左右，然后各个智能组件根据限压解除指令解除其限压功能，系统正常发电，但总电压仍低于 1500V。

该智能限压接线盒的结构及原理与上述实施例相同，此处不再一一赘述。

5 本发明另一实施例还提供了一种控制器，包括处理器和存储器；其中，处理器用于执行存储器中存储的各个程序；该存储器中存储的程序中包括如第二实施例和图 4 所示的组件限压方法。

以光伏电池为光伏子串为例进行说明，常规 60 片电池片的光伏组件，冬季开路电压最高约 42V，其内部含有三个光伏子串，每个光伏子串的电压为 14V。72 片电池片的光伏组件类似。

10 若以接收到的光伏子串的电压作为判断用的参数，则当光伏组件的电压较高，比如超过 $U_{th1}=36V$ 时，控制器将输出限压使能指令，进而将光伏组件的电压减少 $1/3$ ，即降低到 24V；而当光伏组件的电压较低，比如低于 $U_{th2}=20V$ 时，控制器将输出限压解除指令，进而恢复输出电压被限制的光伏子串，此时电压理论上恢复到 30V。

15 若以接收到的光伏子串的电流作为判断用的参数，则当光伏组件开路时，负载电流为 0，此时电压较高；一旦带载，电压会依据光伏曲线（如图 10 所示）被拉低，形成负载电流。因此，假定电流低于 I_{th1} （比如 2A）时，控制器将输出限压使能指令，保证输出电压较低。当电流超过 I_{th2} （比如 3A）时，认为此时逆变器已经运行，将母线电压拉低，因此控制器将输出限压解除指令，恢复电池片发电。所达到的效果是一样的。

20 该组件限压方法的其余原理可以参见第二实施例，此处不再一一赘述。

本发明另一实施例还提供了一种逆变器，其内部的控制器所执行的程序中包括如第二实施例和图 4 所示的组件限压方法。

25 该组件限压方法的其余原理可以参见第二实施例和上一实施例，此处不再一一赘述。

优选的，该逆变器中还设置有通信主机，用于实现与外部的通信；比如下发该控制器输出的限压使能指令或者限压解除指令，并且，当逆变器接收相应装置（比如组件限压电路）上传的光伏电池串的参数时，该通信主机还具备接收相应参数的功能。该通信主机与相应装置进行通信的方式可以是有线或者无

线的，图 7a 和图 9 所示为电力线载波通信方式，实际应用中可以根据具体环境进行选择，此处不做限定，均在本申请的保护范围内。

5 本发明另一实施例还提供了一种光伏发电系统，如图 7a 和图 7b 所示，包括：

如上一实施例所述的逆变器；

与逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；光伏组串包括多个串联连接的光伏组件；且每个光伏组串均连接有至少一个智能限压装置；

10 通信主机，用于实现与智能限压装置之间的通信；比如，将逆变器输出的限压使能指令或者限压解除指令下发至该智能限压装置；或者，接收智能限压装置上传的光伏电池串的参数。该通信主机与智能限压装置进行通信的方式可以是有线或者无线的，此处不做具体限定，视其应用环境而定，均在本申请的保护范围内。

15 该逆变器和智能限压装置的具体结构及工作原理可以参见上述实施例，此处不再一一赘述。

可选的，该通信主机可以独立于逆变器，也可以集成于逆变器内部，视其应用环境而定，均在本申请的保护范围内。

20 本发明另一实施例还提供了一种光伏发电系统，如图 9 所示，包括：逆变器，和，与逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；

光伏组串包括多个串联连接的智能组件；

智能组件为上述实施例所述的智能组件。

25 通信主机，用于实现与智能限压装置之间的通信；比如，将逆变器输出的限压使能指令或者限压解除指令下发至该智能组件；或者，接收智能组件上传的光伏电池串的参数。该通信主机与智能组件进行通信的方式可以是有线或者无线的，此处不做具体限定，视其应用环境而定，均在本申请的保护范围内。

该逆变器和智能限压装置的具体结构及工作原理可以参见上述实施例，此处不再一一赘述。

可选的，该通信主机可以独立于逆变器，也可以集成于逆变器内部，视其

应用环境而定，均在本申请的保护范围内。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本
5 发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1、一种组件限压方法，其特征在于，包括：

接收限压使能指令或者限压解除指令；

5 若接收到所述限压使能指令，则控制光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；所述光伏电池串包括多个串联连接的光伏电池，所述光伏电池为光伏电池片、光伏子串或者光伏组件；

若接收到所述限压解除指令，则控制工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出。

10 2、根据权利要求1所述的组件限压方法，其特征在于，所述限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照脉冲宽度调制PWM控制进行电压输出的斩波模式。

3、根据权利要求1所述的组件限压方法，其特征在于，在接收限压使能指令或者限压解除指令之前，还包括：

15 检测并上传光伏电池串的参数；所述光伏电池串的参数为所控制的光伏电池的电压或电流。

4、一种组件限压方法，其特征在于，包括：

检测或者接收光伏电池串的参数；所述光伏电池串包括多个串联连接的光伏电池，所述光伏电池为光伏电池片、光伏子串或者光伏组件；

20 根据所述光伏电池串的参数，判断所述光伏电池串的参数是否满足限压使能条件或者限压解除条件；

若所述光伏电池串的参数满足所述限压使能条件，则输出限压使能指令，使所述光伏电池串中的至少一个光伏电池工作于限压模式；

25 若所述光伏电池串的参数满足所述限压解除条件，则输出限压解除指令，使工作于限压模式的光伏电池恢复正常输出。

5、根据权利要求4所述的组件限压方法，其特征在于，所述限压模式包括：输出电压为零的完全短路模式，以及，按照脉冲宽度调制PWM控制进行电压输出的斩波模式。

6、根据权利要求5所述的组件限压方法，其特征在于，检测的所述光伏

电池串的参数为：所述光伏电池串电压或电流；

接收的所述光伏电池串的参数为：所控制的光伏电池的电压或电流。

7、根据权利要求6所述的组件限压方法，其特征在于，所述限压使能条件为：表征系统直流电压超过上限值的条件；

5 所述限压解除条件为：表征系统直流电压低于下限值的条件。

8、根据权利要求7所述的组件限压方法，其特征在于，若检测的所述光伏电池串的参数为所述光伏电池串的电压，则所述表征系统直流电压超过上限值的条件为：所述光伏电池串的电压大于第一预设电压；所述表征系统直流电压低于下限值的条件为：所述光伏电池串的电压小于第二预设电压；所述第一预设电压大于所述第二预设电压；

若检测的所述光伏电池串的参数为所述光伏电池串的电流，则所述表征系统直流电压超过上限值的条件为：所述光伏电池串的电流小于第一预设电流；所述表征系统直流电压低于下限值的条件为：所述光伏电池串的电流大于第二预设电流；所述第一预设电流小于所述第二预设电流。

15 9、一种组件限压电路，其特征在于，包括：通信模块、控制单元、开关单元以及电源模块；其中：

所述控制单元用于执行权利要求1至3任一所述的组件限压方法；

所述通信模块用于实现外部与所述控制单元之间的通信；

20 所述开关单元与所述控制单元所控制的光伏电池并联，并受控于所述控制单元，以使相应光伏电池工作于限压模式或者恢复正常输出；

所述电源模块用于为所述通信模块和所述控制单元供电。

10、一种智能限压装置，其特征在于，包括如权利要求9所述的组件限压电路，并且，所述组件限压电路所连接的光伏电池为光伏组件。

25 11、一种智能限压接线盒，其特征在于，包括：多个二极管，和，如权利要求9所述的组件限压电路；其中：

所述组件限压电路所连接的光伏电池为光伏子串；

各个所述二极管分别与相应光伏子串反向并联连接。

12、一种智能组件，其特征在于，包括：光伏组件，和，如权利要求11所述的智能限压接线盒。

13、一种控制器，其特征在于，包括处理器和存储器；其中：

所述处理器用于执行所述存储器中存储的各个程序；

所述存储器中存储的程序中包括如权利要求 7-12 任一所述的组件限压方法。

5 14、一种逆变器，其特征在于，其内部的控制器所执行的程序中包括如权利要求 7-12 任一所述的组件限压方法。

15、根据权利要求 14 所述的逆变器，其特征在于，还包括：通信主机，用于实现与外部的通信。

16、一种光伏发电系统，其特征在于，包括：

10 如权利要求 14 所述的逆变器；

与所述逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；所述光伏组串包括多个串联连接的光伏组件；且每个光伏组串均连接有至少一个如权利要求 10 所述的智能限压装置；

通信主机，用于实现与所述智能限压装置之间的通信。

15 17、根据权利要求 16 所述的光伏发电系统，其特征在于，所述通信主机集成于所述逆变器内部。

18、一种光伏发电系统，其特征在于，包括：如权利要求 14 所述的逆变器，和，与所述逆变器直流侧相连的至少一个光伏组串；

所述光伏组串包括多个串联连接的智能组件；

20 所述智能组件为权利要求 12 所述的智能组件；

通信主机，用于实现与所述智能组件之间的通信。

19、根据权利要求 18 所述的光伏发电系统，其特征在于，所述通信主机集成于所述逆变器内部。

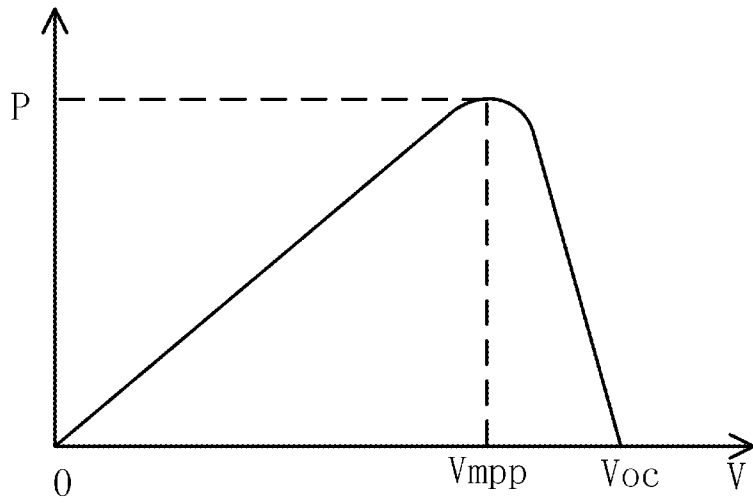


图 1

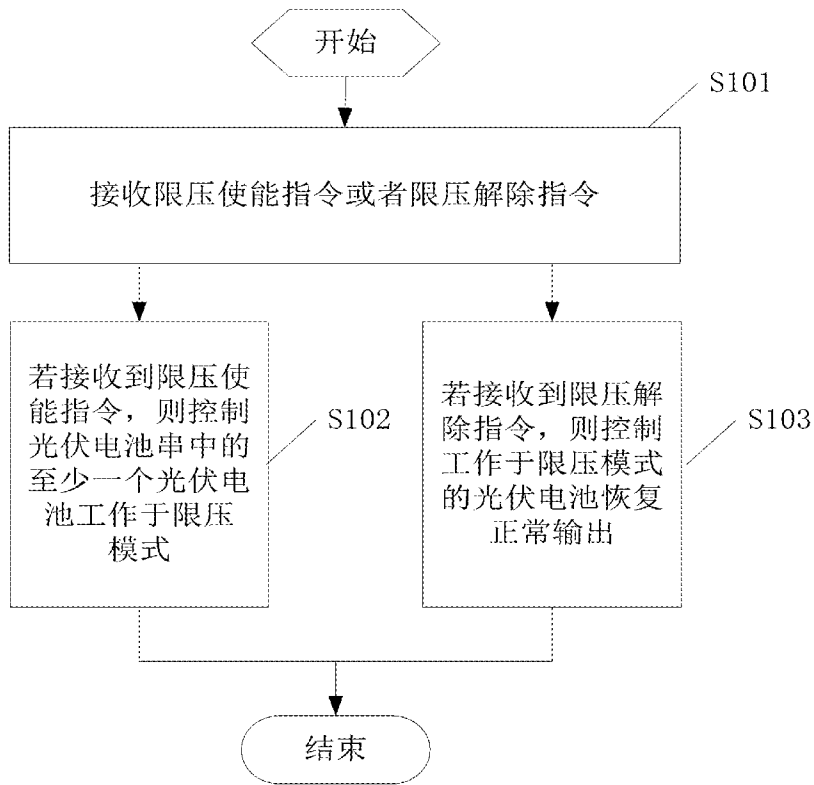


图 2

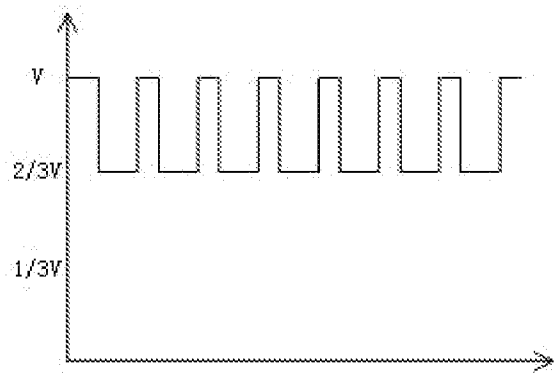


图 3a

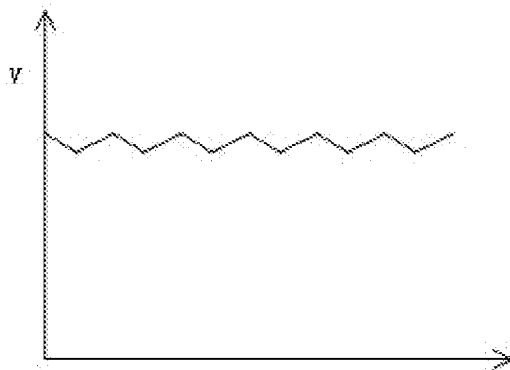


图 3b

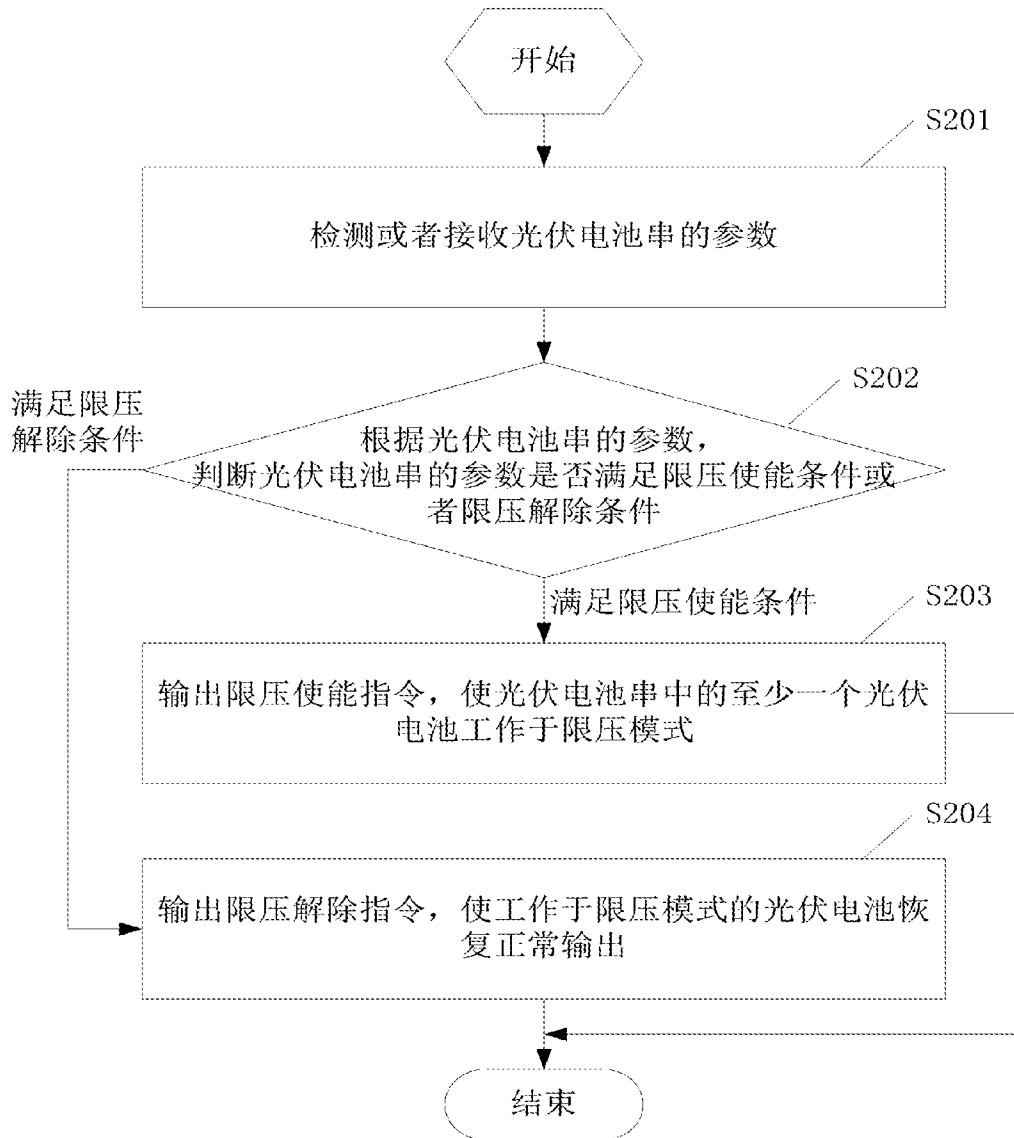


图 4

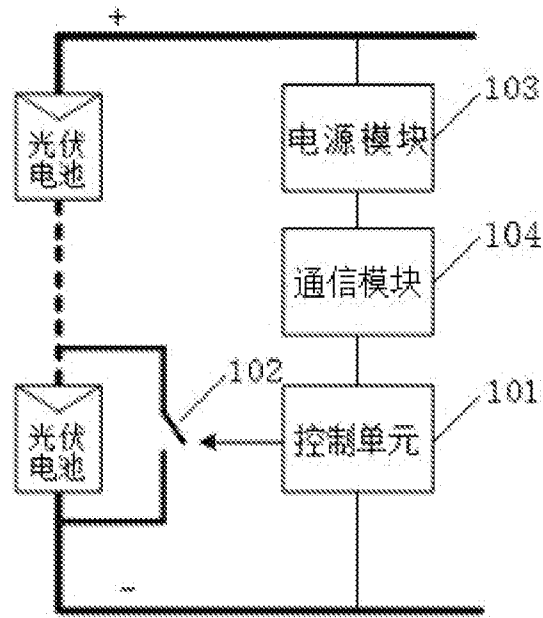


图 5

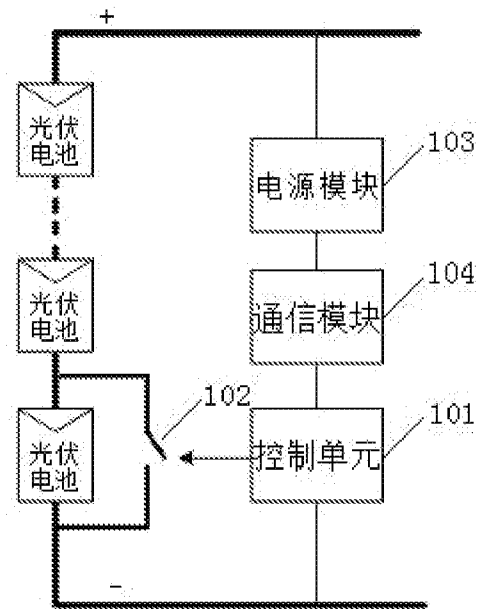


图 6a

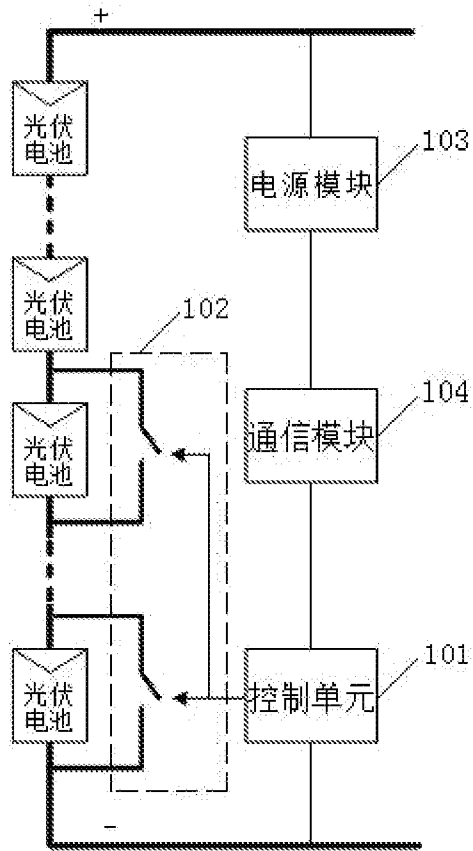


图 6b

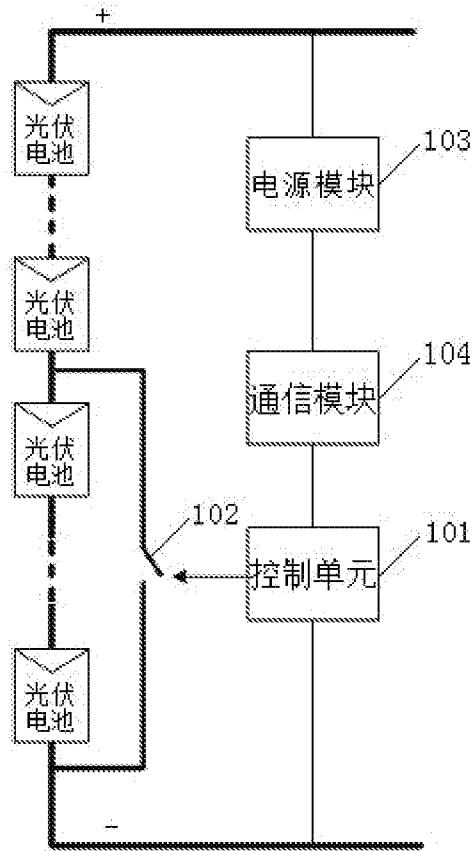


图 6c

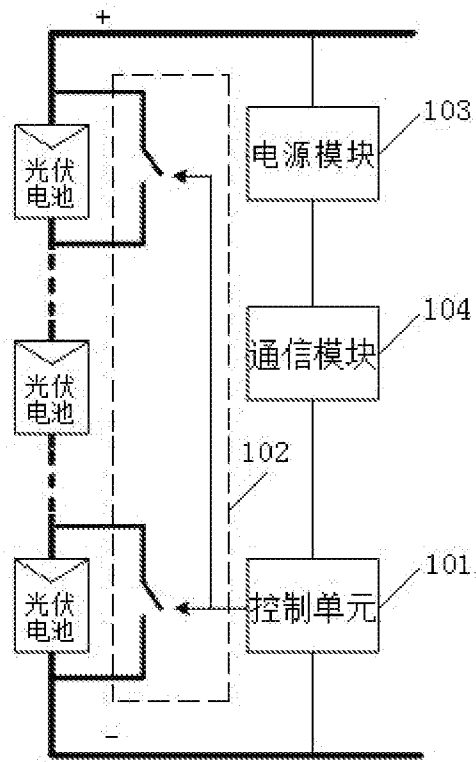


图 6d

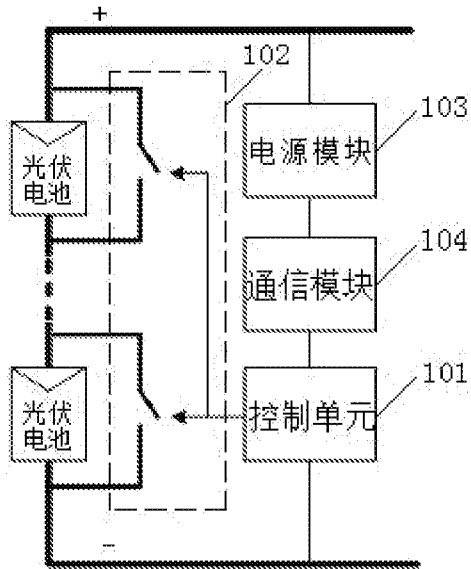


图 6e

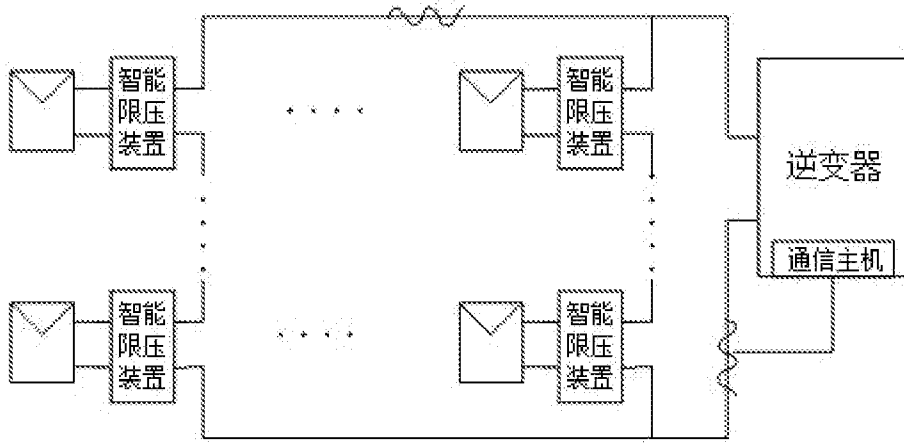


图 7a

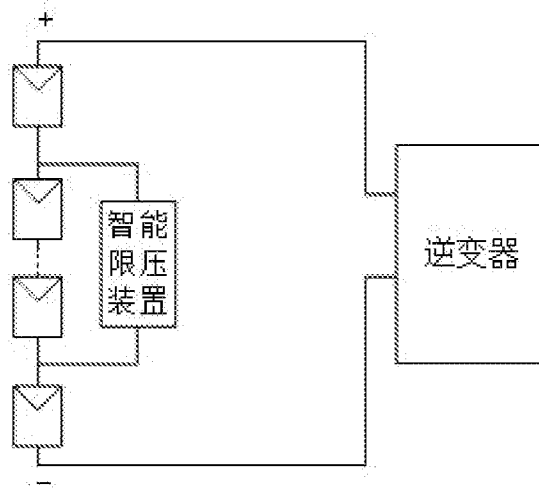


图 7b

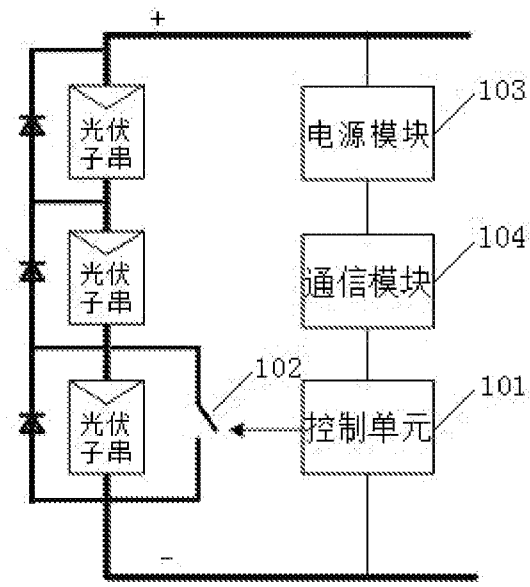


图 8

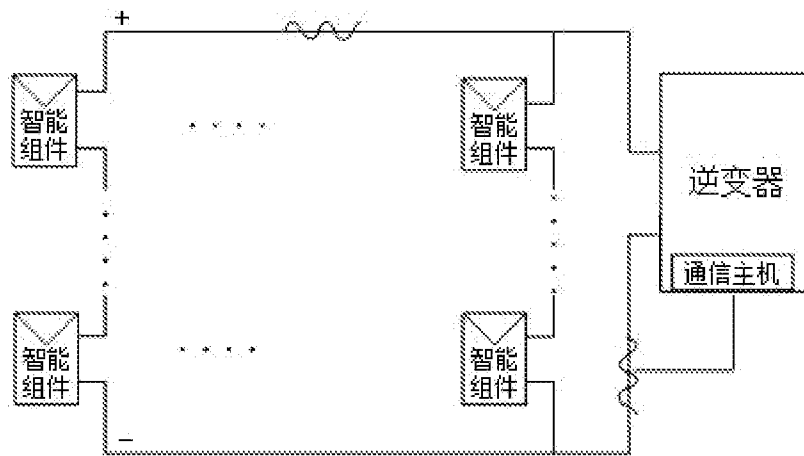


图 9

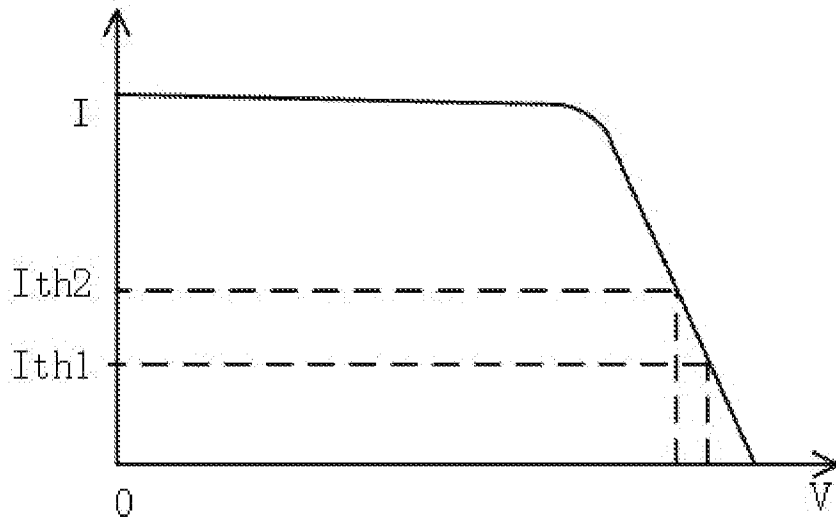


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086555

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02S 40/30(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)		
H02S H01L		
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)		
CNABS, CNTXT, DWPI, CNKI, IEEE: 太阳能, 光伏, 旁路, 短路, 开关, 限压, 过压, 电压; solar, photovoltaic, bypass, short circuit, voltage, limit		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011203635 A1 (BECK, B.) 25 August 2011 (2011-08-25) description, paragraphs 22-34, and figures 1-6	1-19
A	CN 109067353 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 21 December 2018 (2018-12-21) entire document	1-19
A	CN 108781055 A (SMA SOLAR TECHNOLOGY AG) 09 November 2018 (2018-11-09) entire document	1-19
A	CN 202111637 U (SOOCHOW UNIVERSITY) 11 January 2012 (2012-01-11) entire document	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
21 October 2019		30 October 2019
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/086555

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011203635	A1	25 August 2011	US	8809669	B2	19 August 2014
				EP	2367253	A3	25 December 2013
				EP	2367253	A2	21 September 2011
				DE	102010009120	A1	25 August 2011
				ES	2675670	T3	11 July 2018
				EP	2367253	B1	11 April 2018
				DE	102010009120	B4	01 September 2011

CN	109067353	A	21 December 2018	None			

CN	108781055	A	09 November 2018	DE	102016125219	A1	21 June 2018
				WO	2018114716	A1	28 June 2018
				US	2019013420	A1	10 January 2019
				DE	102016125219	B4	17 January 2019

CN	202111637	U	11 January 2012	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02S 40/30 (2014.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02S H01L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, DWPI, CNKI, IEEE: 太阳能, 光伏, 旁路, 短路, 开关, 限压, 过压, 电压; solar, photovoltaic, bypass, short circuit, voltage, limit</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2011203635 A1 (BECK BERNHARD) 2011年 8月 25日 (2011 - 08 - 25) 说明书第22-34段, 图1-6</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109067353 A (阳光电源股份有限公司) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108781055 A (艾思玛太阳能技术股份公司) 2018年 11月 9日 (2018 - 11 - 09) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 202111637 U (苏州大学) 2012年 1月 11日 (2012 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2011203635 A1 (BECK BERNHARD) 2011年 8月 25日 (2011 - 08 - 25) 说明书第22-34段, 图1-6	1-19	A	CN 109067353 A (阳光电源股份有限公司) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 全文	1-19	A	CN 108781055 A (艾思玛太阳能技术股份公司) 2018年 11月 9日 (2018 - 11 - 09) 全文	1-19	A	CN 202111637 U (苏州大学) 2012年 1月 11日 (2012 - 01 - 11) 全文	1-19
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	US 2011203635 A1 (BECK BERNHARD) 2011年 8月 25日 (2011 - 08 - 25) 说明书第22-34段, 图1-6	1-19															
A	CN 109067353 A (阳光电源股份有限公司) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 全文	1-19															
A	CN 108781055 A (艾思玛太阳能技术股份公司) 2018年 11月 9日 (2018 - 11 - 09) 全文	1-19															
A	CN 202111637 U (苏州大学) 2012年 1月 11日 (2012 - 01 - 11) 全文	1-19															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2019年 10月 21日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2019年 10月 30日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>辛义剑</p> <p>电话号码 86-(010)-62412310</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/086555

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)
US	2011203635	A1	2011年 8月 25日	US	8809669	B2	2014年 8月 19日
				EP	2367253	A3	2013年 12月 25日
				EP	2367253	A2	2011年 9月 21日
				DE	102010009120	A1	2011年 8月 25日
				ES	2675670	T3	2018年 7月 11日
				EP	2367253	B1	2018年 4月 11日
				DE	102010009120	B4	2011年 9月 1日
-----				无			
CN	109067353	A	2018年 12月 21日	无			
-----				-----			
CN	108781055	A	2018年 11月 9日	DE	102016125219	A1	2018年 6月 21日
				WO	2018114716	A1	2018年 6月 28日
				US	2019013420	A1	2019年 1月 10日
				DE	102016125219	B4	2019年 1月 17日
-----				-----			
CN	202111637	U	2012年 1月 11日	无			
-----				-----			