(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116316849 A
(43)申请公布日 2023.06.23

(21)申请号 202310322740.6

(22)申请日 2022.12.29

(62)分案原申请数据
202211702686.X 2022.12.29

(71)申请人 深圳市中旭新能源有限公司
地址 518000 广东省深圳市福田区福田街道岗厦社区彩田路3069号星河世纪A栋3612E27
申请人 江苏旭迈思电源科技有限公司

(72)发明人 陈维 宋悦

(74)专利代理机构 深圳珠峰知识产权代理有限公司 44899
专利代理师 张超

(51)Int.Cl.
H02J 3/38(2006.01)
H02H 7/20(2006.01)

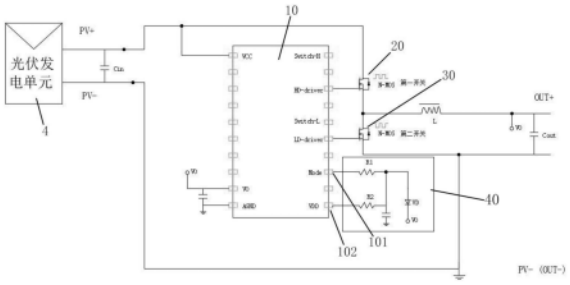
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置

(57)摘要

本发明公开一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置。本发明光伏系统中的功率优化器拥有MPPT最大功率跟踪与安全两种工作模式，在ASIC芯片MPPT最大功率跟踪工作模式下，通过采集得到光伏组件的输出电压、电流，然后通过模拟乘法器计算得到光伏组件的输出功率，最大功率跟踪单元以此调节占空比以实现对光伏组件的最大功率的跟踪，同时通过ASIC芯片模式控制电路实现了在发电系统的光伏组串间发生短路或各光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路等紧急故障时，发电系统中的发生短路故障前列的所有功率优化器切换到安全工作模式，其接入的所有光伏发电单元，停止输出电压与功率，实现系统安全。



CN 116316849 A

1.一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置,其特征在于,所述光伏装置由连接在光伏逆变器的母线上的若干个以串联或并联方式连接的光伏组串构成,若干个光伏组件串联或并联连接构成所述光伏组串,每个所述光伏组件包括功率优化器和接入所述功率优化器的光伏发电单元,所述功率优化器内部包括ASIC芯片(10),以及设置于所述ASIC芯片(10)的最大功率跟踪电路、模式控制电路、基准工作电压产生电路、驱动控制电路;

所述ASIC芯片(10)设置模式控制端,所述ASIC芯片(10)判断模式控制端的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值,若是,则所述ASIC芯片(10)控制所述功率优化器切换到安全工作模式,或维持在安全工作模式;若否,则保持所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式;

所述模式控制端为所述ASIC芯片(10)的MODE管脚;

所述模式控制电路通过所述ASIC芯片(10)的所述MODE管脚连接在所述ASIC芯片(10)芯片外围的模式控制电路(40);

当所述功率优化器的输出电压值高于所述ASIC芯片(10)内部基准工作电压值时,所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于截至状态,所述ASIC芯片(10)的所述MODE管脚的电压由所述ASIC芯片(10)的VDD引脚提供,其值为所述ASIC芯片(10)内部基准工作电压值;

当所述功率优化器的输出电压值低于所述ASIC芯片(10)内部基准工作电压值时,所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于导通状态,所述功率优化器的输出电压值由所述模式控制电路引入所述ASIC芯片(10)的所述MODE管脚,其值为所述功率优化器的输出电压值与所述低电压保护二极管压降之和。

基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏设备保护技术领域,具体涉及一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置。

背景技术

[0002] 由于光伏系统分布范围广,尤其是分布式光伏系统,由于光伏系统是直流供电,一般为1000V系统电压,甚至达到1500V高压。进而,由于接点脱落、器件老化、绝缘破裂、盐害、接地不良等,直流电弧故障(串联电弧、并联电弧的产生概率提高,这使得由直流电弧故障引起的光伏火灾事故不仅对光伏系统设备造成危害,甚至还威胁到住宅建筑、工商业设施、公共设施等的安全。

[0003] 当前市场上很多组串式光伏逆变器厂家都推出了内置有AFCI(AFCI:Arc-Fault Circuit-Interrupter)功能的光伏逆变器产品,内置AFCI电弧检测的光伏逆变器通过检测电弧噪声,来识别直流电弧故障,断开直流电路,消除电弧。AFCI即电弧故障分断器,它是通过识别电路中的电弧故障特征信号,在电弧故障发展成为火灾或电路出现短路之前断开电源电路的一种保护装置。然而值得注意的是,光伏逆变器的AFCI通常可以检测、熄灭的是串联电弧,并联电弧(短路故障)无法通过当前的AFCI功能检测与消除。虽然组件级快速关断技术能够断开光伏系统中每块组件之间的连接,从而消除光伏系统阵列中存在的直流高压与串、并联电弧故障(短路故障),然而由于当前光伏逆变器的AFCI功能无法检测并联电弧(短路故障),因此当前组件级快速关断技术亦无法快速实现并联电弧的消除,而并联电弧的破坏力往往是串联电弧的10倍,安全隐患更大。

发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供了基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电装置。通过ASIC芯片这一模式控制单元实现了对光伏组件的最大功率跟踪,提升光伏组件发电量,同时低成本解决了光伏系统的电路短路故障(并联电弧)风险。

[0005] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一方面,提供一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置,所述光伏装置由连接在光伏逆变器的母线上的若干个以串联或并联方式连接的光伏组串构成,若干个光伏组件串联或并联连接构成所述光伏组串,每个所述光伏组件包括功率优化器和接入所述功率优化器的光伏发电单元,所述功率优化器内部包括ASIC芯片,以及设置于所述ASIC芯片的最大功率跟踪电路、模式控制电路、基准工作电压产生电路、驱动控制电路;

[0007] 所述芯片设置模式控制端,所述ASIC芯片判断模式控制端的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值,若是,则所述ASIC芯片控制所述功率优化器切换到安全工作模式,或维持在安全工作模式;若否,则保持所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式;

[0008] 所述模式控制端为所述ASIC芯片的MODE管脚。

[0009] 作为优选,当光伏装置的光伏组串间发生短路故障或各所述光伏组串接入在光伏

逆变器的母线发生短路时，所述发电系统中的所述功率优化器执行自动保护流程，具体方法为：

[0010] 所述功率优化器中的ASIC芯片检测其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，

[0011] 若是，则所述ASIC芯片控制所述功率优化器切换到安全工作模式，或维持运行在安全工作模式；

[0012] 若否，则保持所述功率优化器恢复或维持运行在MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0013] 所述ASIC芯片检测到其Mode管脚的输入电压值低于预设模式控制电压阈值时，驱动所述功率优化器中的第一开关断开并驱动第二开关导通，以控制所述功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率，从而实现将所述功率优化器的运行状态切换到所述安全工作模式下。

[0014] 作为优选，所述模式控制电路通过所述ASIC芯片的所述MODE管脚连接在所述ASIC芯片外围的模式控制电路，所述模式控制电路由第一电阻、第二电阻、接地电容器、低电压保护二极管构成，其中第一电阻的第一端连接所述ASIC芯片的所述MODE管脚，第一电阻的第二端连接所述第二电阻的第一端与所述接地电容器的第一端及所述低电压保护二极管的阳极；所述接地电容器的第二端连接所述ASIC芯片的接地引脚；所述低电压保护二极管阴极连接所述ASIC芯片的Vo管脚，所述Vo引脚向所述ASIC芯片提供所述功率优化器输出电压信息；所述第二电阻的第二端连接所述ASIC芯片的VDD管脚，所述VDD引脚提供所述ASIC芯片内部基准工作电压。

[0015] 作为优选，当所述功率优化器的输出电压值高于所述ASIC芯片内部基准工作电压值时，所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于截至状态，所述ASIC芯片的所述MODE管脚的电压由所述ASIC芯片的VDD引脚提供，其值为所述ASIC芯片内部基准工作电压值；

[0016] 当所述功率优化器的输出电压值低于所述ASIC芯片内部基准工作电压值时，所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于导通状态，所述功率优化器的输出电压值由所述模式控制电路引入所述ASIC芯片的所述MODE管脚，其值为所述功率优化器的输出电压值与所述低电压保护二极管压降之和。

[0017] 作为优选，所述ASIC芯片的所述MODE管脚的输入电压值高于预设模式控制电压阈值时，所述ASIC芯片运行在MPPT最大功率跟踪工作模式，当所述ASIC芯片的所述MODE管脚的输入电压值低于预设模式控制电压阈值时，所述ASIC芯片运行在安全模式，所述预设模式控制电压阈值小于所述ASIC芯片内部基准工作电压值。

[0018] 作为优选，当所述光伏装置的电路发生短路故障时，

[0019] 所述功率优化器自动进入所述安全工作模式：

[0020] 所述ASIC芯片检测到其Mode管脚的输入电压值低于预设模式控制电压阈值时，驱动所述功率优化器中的第一开关断开并驱动第二开关导通，以控制所述功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率，从而实现将所述功率优化器的运行状态切换到所述安全工作模式下。

[0021] 作为优选，所述功率优化器受控进入所述非工作模式的方法为：

[0022] 当所述功率优化器被切换进入到所述安全工作模式达到设定的持续时长，则所述ASIC芯片控制所述功率优化器进入非工作模式，所述非工作模式驱动所述功率优化器中的

第一开关断开并驱动第二开关断开。

[0023] 作为优选,当光伏装置的光伏组串间发生短路故障或各所述光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路故障解除后,所述功率优化器执行MPPT最大功率跟踪工作模式恢复流程,具体方法为:

[0024] 所述短路故障解除后,所述功率优化器中的所述ASIC芯片检测其Mode管脚的输入电压是否高于等于所述预设模式控制电压阈值,

[0025] 若是,则所述ASIC芯片控制所述功率优化器从所述非工作模式恢复到所述MPPT最大功率跟踪工作模式;

[0026] 若否,则保持所述功率优化器运行在所述非工作模式。

[0027] 作为优选,包括功率优化器,接入光伏发电单元后组成独立的光伏组件,所述功率优化器包括ASIC芯片,所述ASIC芯片包括电压电流检测单元、乘法器和最大功率跟踪单元,所述电压电流检测单元的第一输入端I1、第二输入端I2、第三输入端I3、第四输入端I4分别连接所述ASIC芯片的Switch-H管脚、Switch-L管脚、Vo管脚和AGND管脚,所述电压电流检测单元的采样电流信号输出端Iout和采样电压信号输出端Vout分别连接所述乘法器的第一输入端和第二输入端;所述乘法器的功率输出端Pout连接所述最大功率跟踪处理单元的功率信号输入端;

[0028] 所述电压电流检测单元用于采集所述光伏发电单元的输出电压和输出电流;

[0029] 所述乘法器用于将所述电压电流检测单元采集到的所述输出电压和所述输出电流相乘,得到所述光伏发电单元的输出功率;

[0030] 所述最大功率跟踪单元用于基于所述乘法器输出的所述输出功率跟踪所述光伏发电单元的最大功率点。

[0031] 另一方面,提供一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统,所述发电系统由连接在光伏逆变器的母线上的若干个以串联或并联方式连接的光伏组串构成,若干个光伏组件串联或并联连接构成所述光伏组串,每个所述光伏组件包括功率优化器和接入所述功率优化器的光伏发电单元,所述功率优化器内部包括ASIC芯片,所述ASIC芯片包括电压电流检测单元、乘法器和最大功率跟踪处理单元,所述电压电流检测单元用于采集所述光伏发电单元的输出电压和输出电流,所述乘法器用于将所述电压电流检测单元采集到的所述输出电压和所述输出电流相乘,得到所述光伏发电单元的输出功率,所述最大功率跟踪处理单元用于基于所述乘法器输出的所述输出功率跟踪所述光伏发电单元的最大功率点。

[0032] 作为优选,所述功率优化器还包括第一开关、第二开关、输入电容Cin、输出电容Cout和储能电感L,所述第一开关和所述第二开关为MOS管,所述第一开关的栅极连接所述ASIC芯片的HD-driver管脚;所述第二开关的栅极连接所述ASIC芯片的LD-driver管脚;所述储能电感L的一端连接所述第一开关的源极,另一端连接所述输出电容Cout的一端,所述输出电容Cout的另一端连接至所述第二开关的源极;所述输入电容Cin并接在所述光伏发电单元的正输出端和负输出端之间;

[0033] 当发电系统的光伏组串间发生短路或各所述光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路时,所述发电系统中的功率优化器执行自动保护流程,具体方法为:

[0034] 所述功率优化器中的ASIC芯片判断因短路使得其Mode管脚的输入电压是否低于

预设模式控制电压阈值，

[0035] 若是，则所述ASIC芯片控制所述功率优化器切换到安全工作模式；

[0036] 若否，则保持所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0037] 所述功率优化器受控进入所述安全工作模式的方法为：

[0038] 所述ASIC芯片检测到其Mode管脚的输入电压低于预设模式控制电压阈值时，驱动所述功率优化器中的第一开关断开并驱动第二开关导通，以控制所述功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率，从而实现将所述功率优化器的运行状态切换到所述安全工作模式下。

[0039] 作为优选，所述ASIC芯片内部包括最大功率跟踪电路、基准电压产生电路、模式控制电路、驱动控制电路和芯片内部供电电路，

[0040] 所述最大功率跟踪电路包括电压电流检测单元、乘法器与最大功率跟踪处理单元，所述电压电流检测单元用于采集接入的所述光伏发电单元的输出电压和输出电流；

[0041] 所述乘法器用于将所述电压电流检测单元采集到的所述输出电压和所述输出电流相乘，得到所述光伏发电单元的输出功率；

[0042] 所述最大功率跟踪处理单元的输入端连接所述乘法器的输出端，用于跟踪所述光伏发电单元的最大功率点；

[0043] 所述基准电压产生电路用于利用所述芯片内部供电电路的供电向所述最大功率跟踪处理单元提供用于确定占空比信号的基准电压以及向所述模式控制电路提供用于模式控制的基准电压，所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式下时，所述ASIC芯片根据所述占空比信号控制所述第一开关、所述第二开关的通断，以实现对接入的所述光伏发电单元的最大功率跟踪；

[0044] 所述模式控制电路的信号输出端连接所述ASIC芯片的所述Mode管脚，当所述ASIC芯片的所述Mode管脚的输入电压低于所述预设模式控制电压阈值时，所述ASIC芯片控制所述功率优化器运行在安全工作模式下，当所述ASIC芯片的所述Mode管脚的输入电压达到所述基准电压时，所述ASIC芯片恢复所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0045] 所述驱动控制电路包括逻辑控制单元、第一驱动单元和第二驱动单元，所述逻辑控制单元的第一输入端连接所述模式控制电路的信号输出端，第二输入端连接所述最大功率跟踪单元的信号输出端，第一输出端和第二输出端分别连接所述第一驱动单元、第二驱动单元的信号输入端，所述第一驱动单元和所述第二驱动单元的信号输出端分别连接所述ASIC芯片的HD-driver管脚和LD-driver管脚，所述驱动控制电路用于根据预设的控制逻辑控制所述第一开关、所述第二开关的通断。

[0046] 本发明提供的功率优化器采用ASIC芯片的采样电路(电压电流检测单元)采集得到光伏组件的输出电压、输出电流，然后通过模拟乘法器计算得到光伏组件的输出功率，最大功率跟踪单元以此调节占空比以实现对光伏组件的MPPT最大功率跟踪，避免了现有方案中使用MCU等数字芯片进行最大功率点跟踪存在的因需要进行模数转换等而功率优化器内部器件结构复杂，功率优化器生产、使用成本高的问题。

附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例中所需要使

用的附图作简单地介绍。显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例，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。

[0048] 图1是本发明一实施例提供的基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统的结构示意图；

[0049] 图2是光伏组串发生短路时执行主动保护流程的基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统的结构示意图；

[0050] 图3是创造短路环境后执行被动保护流程的基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统的结构示意图；

[0051] 图4是ASIC芯片的内部电路结构示意图；

[0052] 图5是功率优化器工作在MPPT最大功率跟踪工作模式下的结构示意图；

[0053] 图6是功率优化装置工作在安全工作模式下的结构示意图；

[0054] 图7是功率优化装置工作在非工作模式下的结构示意图。

具体实施方式

[0055] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0056] 其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0057] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若出现术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0058] 在本发明的描述中，除非另有明确的规定和限定，若出现术语“连接”等指示部件之间的连接关系，该术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个部件内部的连通或两个部件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0059] 本发明一实施例提供的一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的光伏装置，如图1和图2所示，所述光伏装置由连接在光伏逆变器的母线上的若干个以串联或并联方式连接的光伏组串构成，若干个光伏组件串联或并联连接构成所述光伏组串，每个所述光伏组件包括功率优化器和接入所述功率优化器的光伏发电单元，所述功率优化器内部包括ASIC芯片10，以及设置于所述ASIC芯片10的最大功率跟踪电路、模式控制电路、基准工作电压产生电路、驱动控制电路；

[0060] 所述ASIC芯片10设置模式控制端，所述ASIC芯片10判断模式控制端的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，若是，则所述ASIC芯片控制所述功率优化器切换到安全工

作模式,或维持在安全工作模式;若否,则保持所述功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式;

[0061] 所述模式控制端为所述ASIC芯片10的MODE管脚。

[0062] 当光伏装置的光伏组串间发生短路故障或各所述光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路时,所述发电系统中的所述功率优化器执行自动保护流程,具体方法为:

[0063] 所述功率优化器中的ASIC芯片10检测其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值,

[0064] 若是,则所述ASIC芯片10控制所述功率优化器切换到安全工作模式,或维持运行在安全工作模式;

[0065] 若否,则保持所述功率优化器恢复或维持运行在MPPT最大功率跟踪工作模式;

[0066] 所述ASIC芯片10检测到其Mode管脚的输入电压值低于预设模式控制电压阈值时,驱动所述功率优化器中的第一开关20断开并驱动第二开关30导通,以控制所述功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率,从而实现将所述功率优化器的运行状态切换到所述安全工作模式下。

[0067] 所述模式控制电路通过所述ASIC芯片10的所述MODE管脚连接在所述ASIC芯片10外围的模式控制电路,所述模式控制电路由第一电阻、第二电阻、接地电容器、低电压保护二极管构成,其中第一电阻的第一端连接所述ASIC芯片10的所述MODE管脚,第一电阻的第二端连接所述第二电阻的第一端与所述接地电容器的第一端及所述低电压保护二极管的阳极;所述接地电容器的第二端连接所述ASIC芯片10的接地引脚;所述低电压保护二极管阴极连接所述ASIC芯片10的Vo管脚,所述Vo引脚向所述ASIC芯片10提供所述功率优化器输出电压信息;所述第二电阻的第二端连接所述ASIC芯片10的VDD管脚,所述VDD引脚提供所述ASIC芯片10内部基准工作电压。

[0068] 当所述功率优化器的输出电压值高于所述ASIC芯片10内部基准工作电压值时,所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于截至状态,所述ASIC芯片10的所述MODE管脚的电压由所述ASIC芯片10的VDD引脚提供,其值为所述ASIC芯片10内部基准工作电压值;

[0069] 当所述功率优化器的输出电压值低于所述ASIC芯片10内部基准工作电压值时,所述模式控制电路的低电压保护二极管将处于导通状态,所述功率优化器的输出电压值由所述模式控制电路引入所述ASIC芯片10的所述MODE管脚,其值为所述功率优化器的输出电压值与所述低电压保护二极管压降之和。

[0070] 所述ASIC芯片10的所述MODE管脚的输入电压值高于预设模式控制电压阈值时,所述ASIC芯片10运行在MPPT最大功率跟踪工作模式,当所述ASIC芯片10的所述MODE管脚的输入电压值低于预设模式控制电压阈值时,所述ASIC芯片10运行在安全模式,所述预设模式控制电压阈值小于所述ASIC芯片10内部基准工作电压值。

[0071] 当所述光伏装置的电路发生短路故障时,

[0072] 所述功率优化器自动进入所述安全工作模式:

[0073] 所述ASIC芯片10检测到其Mode管脚的输入电压值低于基准电压达到预设的预设模式控制电压阈值时,驱动所述功率优化器中的第一开关20断开并驱动第二开关30导通,以控制所述功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率,从而实现将所述功率优化器的运行状态切换到所述安全工作模式下。

[0074] 所述功率优化器受控进入所述非工作模式的方法为：

[0075] 当所述功率优化器被切换进入到所述安全工作模式达到设定的持续时长，则所述ASIC芯片10控制所述功率优化器进入非工作模式，所述非工作模式驱动所述功率优化器中的第一开关20断开并驱动第二开关30断开。

[0076] 当光伏装置的光伏组串间发生短路故障或各所述光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路故障解除后，所述功率优化器执行MPPT最大功率跟踪工作模式恢复流程，具体方法为：

[0077] 所述短路故障解除后，所述功率优化器中的所述ASIC芯片10检测其Mode管脚的输入电压是否高于等于所述预设模式控制电压阈值，

[0078] 若是，则所述ASIC芯片控制所述功率优化器从所述非工作模式恢复到所述MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0079] 若否，则保持所述功率优化器运行在所述非工作模式。

[0080] 本发明另一实施例提供的基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统，如图1所示，发电系统由连接在光伏逆变器4的母线上的若干个以串联或并联方式连接的光伏组串300构成，若干个光伏组件串联或并联方式连接构成光伏组串300，每个光伏组件包括功率优化器1和接入功率优化器的光伏发电单元5，功率优化器内部则如图5-7所示，包括ASIC芯片10，ASIC芯片10中如图4所示，包括电压电流检测单元、乘法器和最大功率跟踪单元，电压电流检测单元用于采集光伏发电单元的输出电压和输出电流，乘法器用于将电压电流检测单元采集到的输出电压和输出电流相乘，得到光伏发电单元的输出功率，最大功率跟踪处理单元则用于基于乘法器输出的输出功率跟踪光伏发电单元的最大功率点。

[0081] 为实现对光伏发电单元的最大功率点的跟踪，如图4所示，ASIC芯片10中除电压电流检测单元、乘法器和最大功率跟踪处理单元外，还包括基准电压产生电路、模式控制电路、驱动控制电路、通讯接口电路和芯片内部供电电路，

[0082] 基准电压产生电路用于利用芯片内部供电电路的供电向最大功率跟踪处理单元提供用于确定占空比信号的基准电压以及向模式控制电路提供用于模式控制的基准电压，功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式下时，ASIC芯片10根据占空比信号控制第一开关20、第二开关30的通断，以实现对接入的光伏发电单元的最大功率跟踪；

[0083] 模式控制电路的信号输出端连接ASIC芯片的Mode管脚，当ASIC芯片10的Mode管脚的输入电压低于预设模式控制电压阈值时，ASIC芯片10控制功率优化器运行在安全工作模式下，当ASIC芯片10的Mode管脚的输入电压达到预设模式控制电压阈值时，ASIC芯片10恢复功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0084] 驱动控制电路包括逻辑控制单元、第一驱动单元和第二驱动单元，逻辑控制单元的第一输入端连接模式控制电路的信号输出端，第二输入端连接最大功率跟踪单元的信号输出端，第一输出端和第二输出端分别连接第一驱动单元、第二驱动单元的信号输入端，第一驱动单元和第二驱动单元的信号输出端分别连接ASIC芯片10的HD-driver管脚和LD-driver管脚，驱动控制电路用于根据预设的控制逻辑控制第一开关20、第二开关30的通断；

[0085] 通讯接口电路用于提供外部设备连接ASIC芯片10的通讯接口。

[0086] 综上，本发明采用ASIC芯片的采样电路(电压电流检测单元)采集得到光伏组件的输出电压、输出电流，然后通过模拟乘法器计算得到光伏组件的输出功率，最大功率跟踪单

元以此调节占空比以实现对光伏组件的MPPT最大功率跟踪，避免了现有方案中使用MCU等数字芯片进行最大功率点跟踪存在的因需要进行模数转换等而功率优化器内部器件结构复杂，功率优化器生产、使用成本高的问题。

[0087] 针对以上提供的利用ASIC芯片对光伏组件进行MPPT最大功率跟踪的原理，本发明还提供了一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的的发电系统，包括功率优化器对接入的光伏发电单元进行MPPT最大功率跟踪流程，该流程具体包括步骤：

[0088] S1，功率优化器内部的ASIC芯片10中的电压电流检测单元采集光伏发电单元的输出电压和输出电流；

[0089] S2，ASIC芯片中的乘法器将电压电流检测单元采集到的输出电压和输出电流相乘，得到光伏发电单元的输出功率；

[0090] S3，ASIC芯片中的最大功率跟踪单元用于基于乘法器输出的输出功率跟踪光伏发电单元的最大功率点。

[0091] 在光伏组串间发生并联电弧等短路现象时，为了主动实现对光伏组件级的快速关断，优选地，本实施例提供的功率优化器还包括图5-7中所示的ASIC芯片10的外围电路，该外围电路包括第一开关20、第二开关30、输入电容Cin、输出电容Cout和储能电感L，第一开关20和第二开关30为MOS管，第一开关20的栅极连接ASIC芯片的HD-driver管脚；第二开关30的栅极连接ASIC芯片的LD-driver管脚；储能电感L的一端连接第一开关20的源极，另一端连接输出电容Cout的一端，输出电容Cout的另一端连接至第二开关30的源极；输入电容Cin并接在光伏发电单元的正输出端和负输出端之间；

[0092] 当发电系统的光伏组串间发生短路或各光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路时，发电系统中的功率优化器执行主动保护流程，具体方法为：

[0093] 功率优化器中的ASIC芯片10判断因短路使得其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，

[0094] 若是，则ASIC芯片10控制功率优化器切换到图6所示的安全工作模式下；

[0095] 若否，则保持功率优化器运行在图5所示的MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0096] 功率优化器受控进入安全工作模式的方法为：

[0097] ASIC芯片10检测到其Mode管脚的输入电压低于预设模式控制电压阈值时，驱动功率优化器中的第一开关20断开并驱动第二开关30导通，以控制功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率，从而实现将功率优化器的运行状态切换到安全工作模式下。

[0098] 以下对在光伏组串间发生并联电弧等短路现象时，ASIC芯片主动控制功率优化器切换到安全工作模式的原理进行举例说明：

[0099] 假设图2中所示的光伏组串300的引出线因发生并联电弧而短路故障，短路故障点的并联电弧电压为0V-40V左右，此时短路故障点前级的功率优化器的输出电压降低到接近0-1.05V，此时如图5-图6中所示的功率优化器的外围电路中的二极管VD导通，ASIC芯片10的Mode管脚电位的电压被拉低到0.5-1.55V，低于预设的Mode管脚的2.5V安全电压阈值，ASIC芯片10基于这个条件将功率优化器切换到安全工作模式，切换方法为：控制内部的驱动控制电路驱动功率优化器的第一开关20断开并驱动第二开关30导通，接入到该功率优化器的光伏发电单元因此而停止输出光伏功率(即切换为安全工作模式)，可以有效避免光伏组串由于发生电路短路故障可能引发的拉弧火灾隐患。上述切换到安全工作模式的过程无

需额外的触发动作，对发电系统发生的并联电弧故障无需昂贵的电弧信号检测装置去检测，而是ASIC芯片能够基于光伏组件的输出电压、输出电流的波动特性及时发现短路故障，并且在发现短路故障后能够快速关断相应的光伏组串，确保了发电系统运行的安全。

[0100] 为了确保其他未发生短路故障的光伏组串仍能继续正常发电，优选地，接入到光伏逆变器的母线上的各光伏组串的串与串之间通过图1中所示的防反二极管400隔离。

[0101] 针对以上提供的发电系统中的功率优化器主动执行组件级快速关断的原理，本发明对应提供了一种基于双工作模式ASIC芯片的发电系统，当发电系统的光伏组串间发生短路或各光伏组串接入在光伏逆变器的母线发生短路时，发电系统中的功率优化器执行主动保护流程，具体方法为：

[0102] 功率优化器中的ASIC芯片10判断因短路使得其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，

[0103] 若是，则ASIC芯片10控制功率优化器切换到安全工作模式；

[0104] 若否，则保持功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0105] 功率优化器受控进入安全工作模式的方法为：

[0106] ASIC芯片10检测到其Mode管脚的输入电压低于预设模式控制电压阈值时，驱动功率优化器中的第一开关20断开并驱动第二开关30导通，以控制功率优化器接入的光伏发电单元停止输出光伏功率，从而实现将功率优化器的运行状态切换到安全工作模式下。

[0107] 当安装有发电系统的建筑发生火灾需要紧急关断发电系统时，为了被动实现对光伏组件级的快速关断，优选地，发电系统还包括如图1-3中所示的第三开关s3和辅助电源3，第三开关s3连接在光伏逆变器4的直流端的正输入端和负输入端之间，辅助电源3的电输入端连接光伏逆变器的交流端，辅助电源3的电输出端连接第三开关s3为第三开关s3供电，当发电系统因发生紧急故障时，通过创造发电系统中的功率优化器执行被动保护流程所需的短路环境，使得功率优化器执行被动保护流程，具体方法为：

[0108] 人为切断交流逆变器并网点的并网开关或住宅与电网的入户开关，通过辅助电源从光伏逆变器的交流端取电的常闭型的第三开关s3由于辅助电源失电而闭合，发电系统中的各光伏组串间被短路，当各功率优化器中的ASIC芯片的Mode管脚的输入电压低于基准电压达到预设模式控制电压阈值后，ASIC芯片控制对应的功率优化器从MPPT最大功率跟踪工作模式切换到图6所示的安全工作模式或图7所示的非工作模式；

[0109] 当故障排除闭合并网开关或入户开关后，通过辅助电源从光伏逆变器的交流端取电的常闭型的第三开关s3由于辅助电源供电恢复而断开，短路环境解除，并且ASIC芯片10在判定其Mode管脚的输入电压恢复到基准电压时，控制对应的功率优化器重新恢复到图5所示的MPPT最大功率跟踪工作模式。

[0110] ASIC芯片10控制其所属的功率优化器切换为安全工作模式的方法在上述的主动安全保护流程中已作了说明，在此不再赘述。当ASIC芯片10控制功率优化器运行安全工作模式维持30秒后，ASIC芯片10控制该功率优化器进入停机的如图7所示的非工作模式，此时驱动控制电路控制第一开关20和第三开关30一起关断，光伏组串停止发送光伏功率。

[0111] 以下对人为紧急切断发电系统后，ASIC芯片10被动控制功率优化器切换到安全工作模式的原理进行举例说明：

[0112] 假设发生建筑火灾等紧急情况需要对光伏组串的输出电压降低到安全电压时，首

先创造ASIC芯片执行被动保护流程所需的短路环境(创造方式在上述内容中已具体说明，不再赘述)，在短路环境下，功率优化器的输出电压接近为0V，此时如图5-图6中所示的功率优化器的外围电路中的二极管VD导通，ASIC芯片的Mode管脚电位的电压降低到接近0V，低于预设的Mode管脚的安全电压阈值(即预设模式控制电压阈值)，ASIC芯片基于这个条件将功率优化器切换到安全工作模式，切换方法为：控制内部的驱动控制电路驱动功率优化器的第一开关20断开并驱动第二开关30导通，接入到该功率优化器的光伏发电单元因此而停止输出光伏功率(即切换为安全工作模式)。以上被动安全保护流程可以在发生建筑火灾等紧急故障时，能够实现组件级的快速关断，把所有光伏组串的输出电压降低到0V，规避了常规的使用看门狗进行快速关断对心跳信号采集需持续可靠的高要求，且无需通过电力载波通信(PLC)电路持续发送心跳通讯信号(现有方案中，专利号为US8933321B2的由Tigo Energy公司申请的美国专利，公开了一种基于看门狗技术的断开太阳能电池板的系统和方法，其包括：耦合在太阳能模块和电源总线之间的本地控制器的看门狗单元，电源总线配置为将多个太阳能模块连接到逆变器。看门狗单元具有：本地控制器，其被配置为监视来自远离太阳能模块的中央控制器的通信，并确定该通信是否已中断超过预定允许跳过次数的时间段；以及至少一个开关，其被配置为响应于由位置控制器确定来自中央控制器的通信已被中断超过预定允许跳数的时间段而从电源总线断开太阳能模块；其中，看门狗单元被配置为在通信未中断时将太阳能模块连接到电源总线。但这种方案，是基于看门狗技术，对通信的可靠性提出了很高的要求，通常采用可靠性很高的电力载波通信(PLC)作为通信方式。然而，电力载波通信还存在传输的衰减问题，使得每套快速关断装置作用于光伏组串的数量与串长度有限，且需要配置远程PLC发送的本地接收单元)。

[0113] 针对以上提供的发电系统中的功率优化器被动执行组件级快速关断的原理，本发明对应提供了一种基于双工作模式ASIC芯片控制安全的发电系统，当发电系统发生紧急故障时，通过创造所述发电系统中的功率优化器执行被动保护流程所需的短路环境，使得所述功率优化器执行所述被动保护流程，具体包括步骤：

[0114] L1，人为切断光伏组串连接的光伏逆变器并网侧的并网开关或住宅与电网连接的入户开关，通过辅助电源从光伏逆变器的交流端取电的常闭型的第三开关s3由于辅助电源失电而闭合，第三开关s3连接在光伏逆变器的直流侧的正输入端和负输入端之间，第三开关s3闭合后，连接在光伏逆变器的直流母线上的各光伏组串被短路；

[0115] L2，功率优化器中的ASIC芯片10判断因短路使得其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，

[0116] 若是，则ASIC芯片控制功率优化器切换到安全工作模式或非工作模式；

[0117] 若否，则保持功率优化器运行在MPPT最大功率跟踪工作模式。

[0118] 当创造的短路环境解除后，功率优化器执行MPPT最大功率跟踪工作模式恢复流程，具体方法为：

[0119] 短路环境解除后，功率优化器中的ASIC芯片判断其Mode管脚的输入电压是否低于预设模式控制电压阈值，

[0120] 若是，则ASIC芯片控制功率优化器从安全工作模式或非工作模式恢复到MPPT最大功率跟踪工作模式；

[0121] 若否，则保持功率优化器运行在安全工作模式或非工作模式；

[0122] 恢复功率优化器进入MPPT最大功率跟踪工作模式的方法为：

[0123] ASIC芯片检测到其Mode管脚的输入电压低于预设模式控制电压阈值时，驱动图5中所示的功率优化器中的第一开关20闭合并驱动第二开关30断开，以控制功率优化器接入的光伏发电单元恢复输出光伏功率，从而实现将功率优化器的运行状态恢复到MPPT最大功率跟踪工作模式。

[0124] 解除创造的短路环境的方法为：

[0125] 闭合交流逆变器并网点的并网开关或住宅与电网的入户开关后，通过辅助电源从光伏逆变器的交流端取电的常闭型的第三开关s3由于辅助电源供电恢复而断开，第三开关s3连接在光伏逆变器的直流侧的正输入端和负输入端之间，第三开关s3断开后，短路环境解除。

[0126] 需要声明的是，上述具体实施方式仅仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员应该明白，还可以对本发明做各种修改、等同替换、变化等等。但是，这些变换只要未背离本发明的精神，都应在本发明的保护范围之内。另外，本申请说明书和权利要求书所使用的一些术语并不是限制，仅仅是为了便于描述。

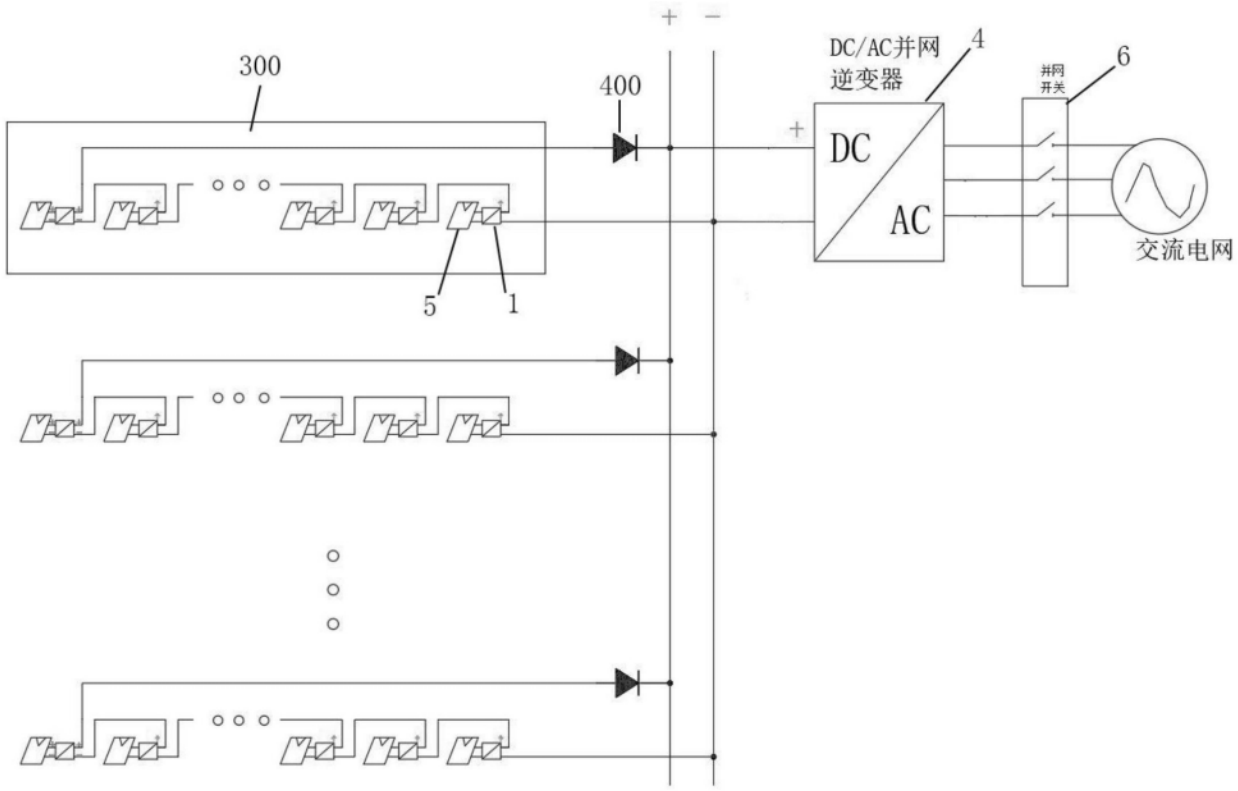

300
400
DC/AC并网
逆变器
4
并网
开关
6
DC
AC
交流电网
5
1

图1

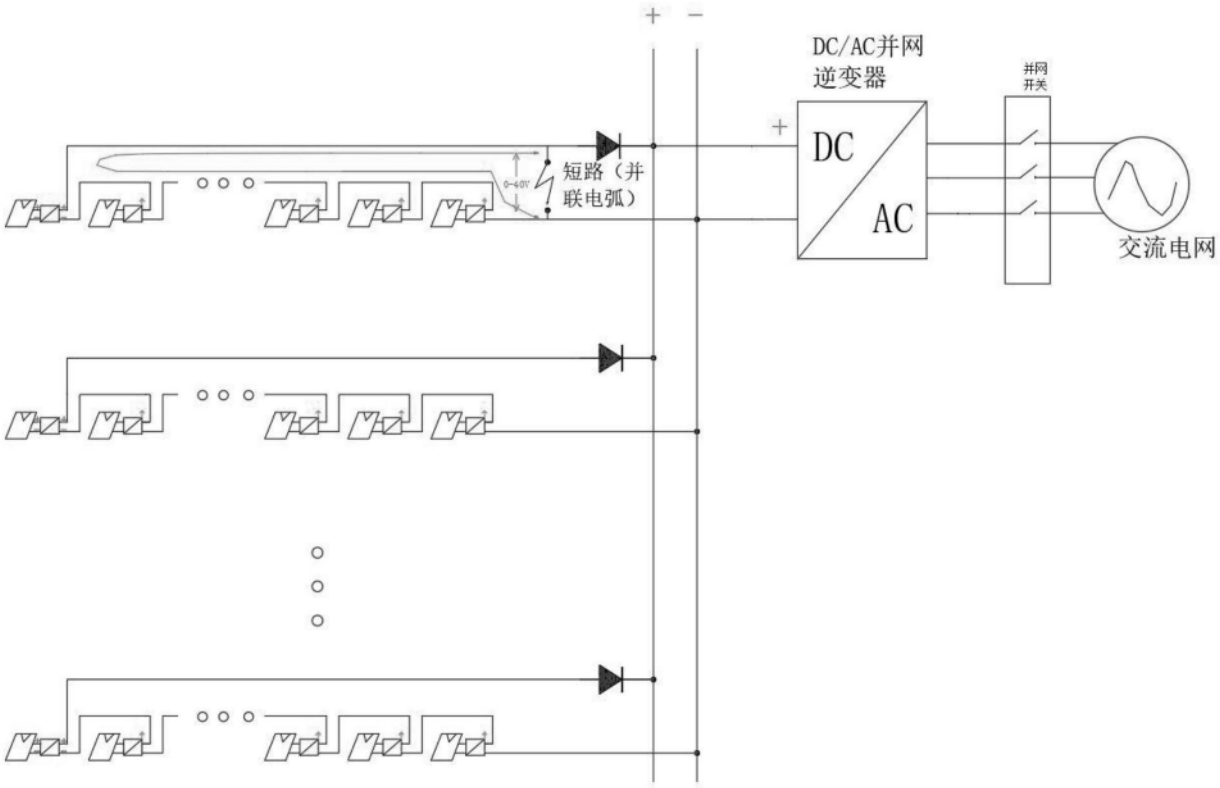

DC/AC并网
逆变器
并网
开关
DC
AC
交流电网
短路（并
联电弧）

图2

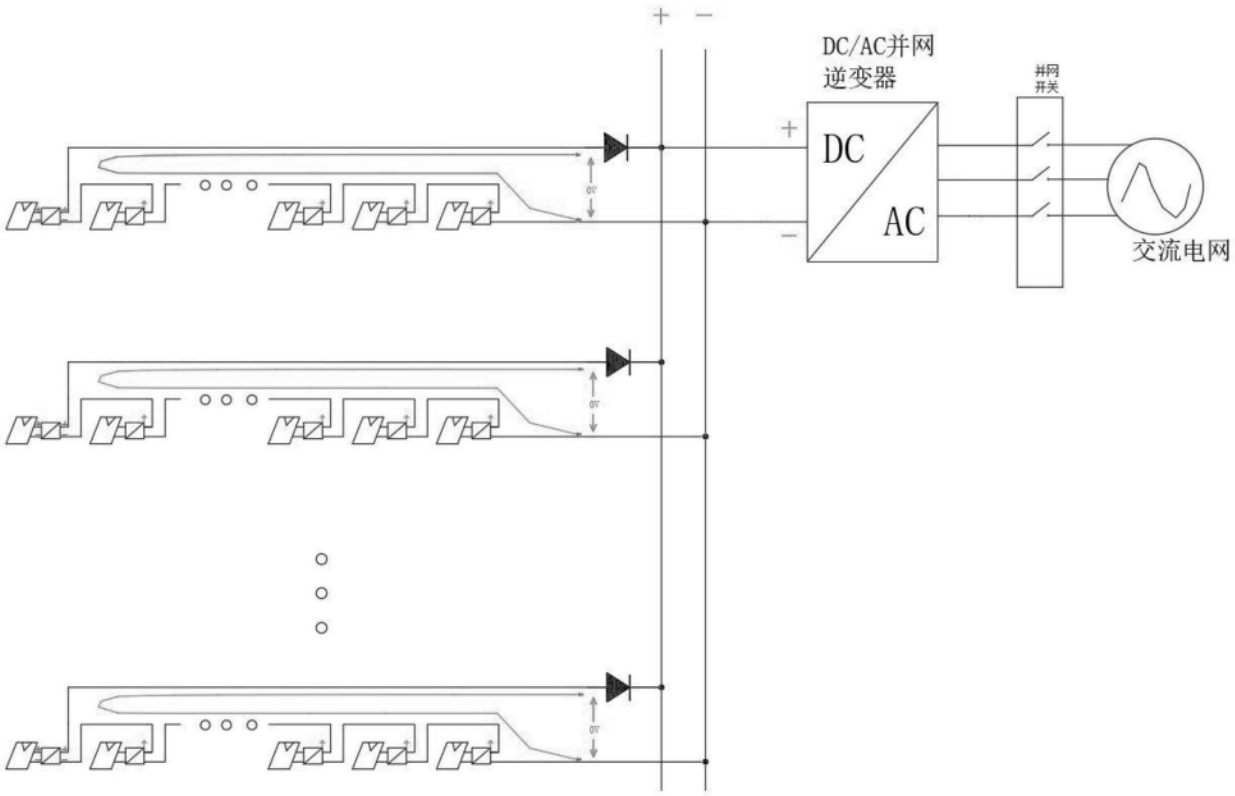


图3

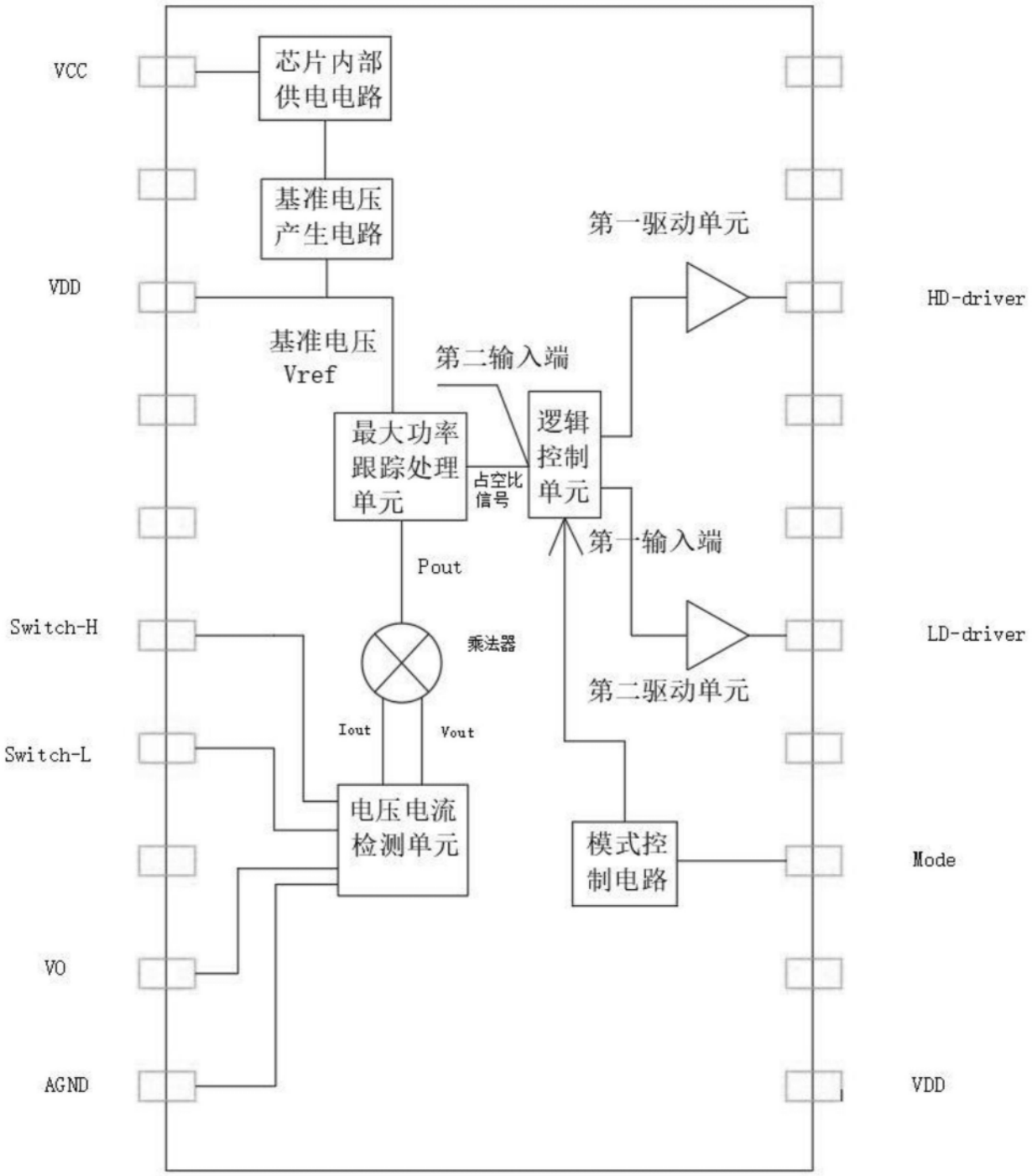

VCC
芯片内部
供电电路
基准电压
产生电路
第一驱动单元
VDD
HD-driver
基准电压
Vref
第二输入端
最大功率
跟踪处理
单元
占空比
信号
逻辑
控制
单元
第一输入端
Pout
Switch-H
乘法器
LD-driver
第二驱动单元
Iout
Vout
Switch-L
电压电流
检测单元
模式控
制电路
Mode
VO
AGND
VDD

图4

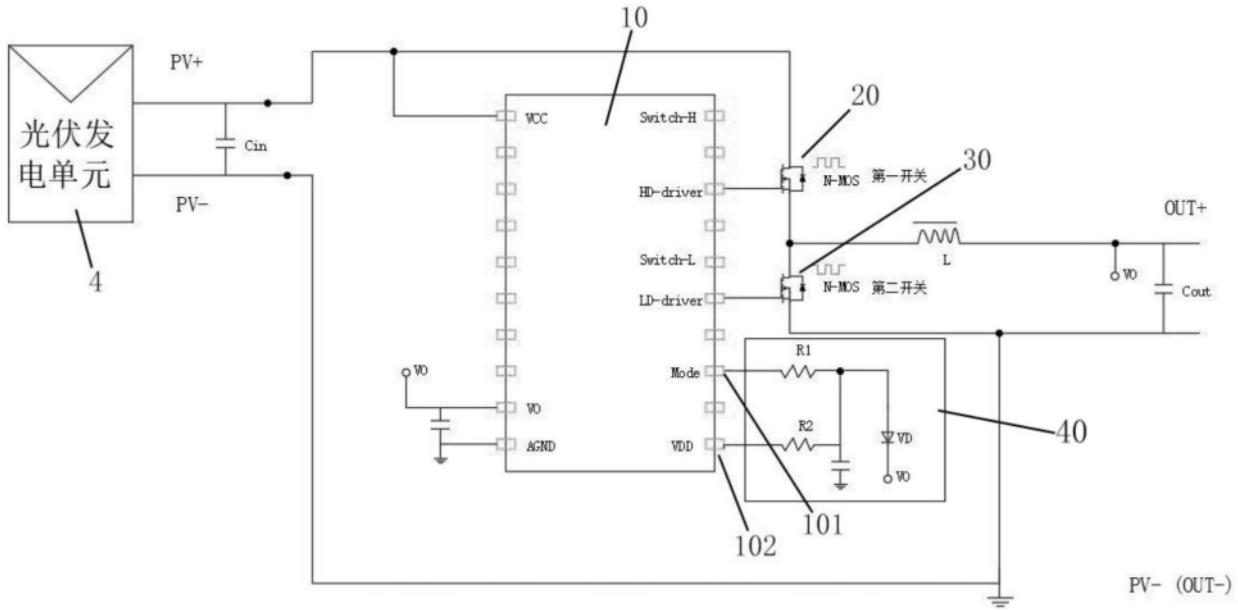

10
20
30
40
101
102
4
光伏发电单元
PV+
PV-
Cin
VCC
Switch-H
HD-driver
Switch-L
LD-driver
Mode
VO
AGND
VDD
N-MOS 第一开关
N-MOS 第二开关
L
Cout
R1
R2
VD
OUT+
PV- (OUT-)

图5

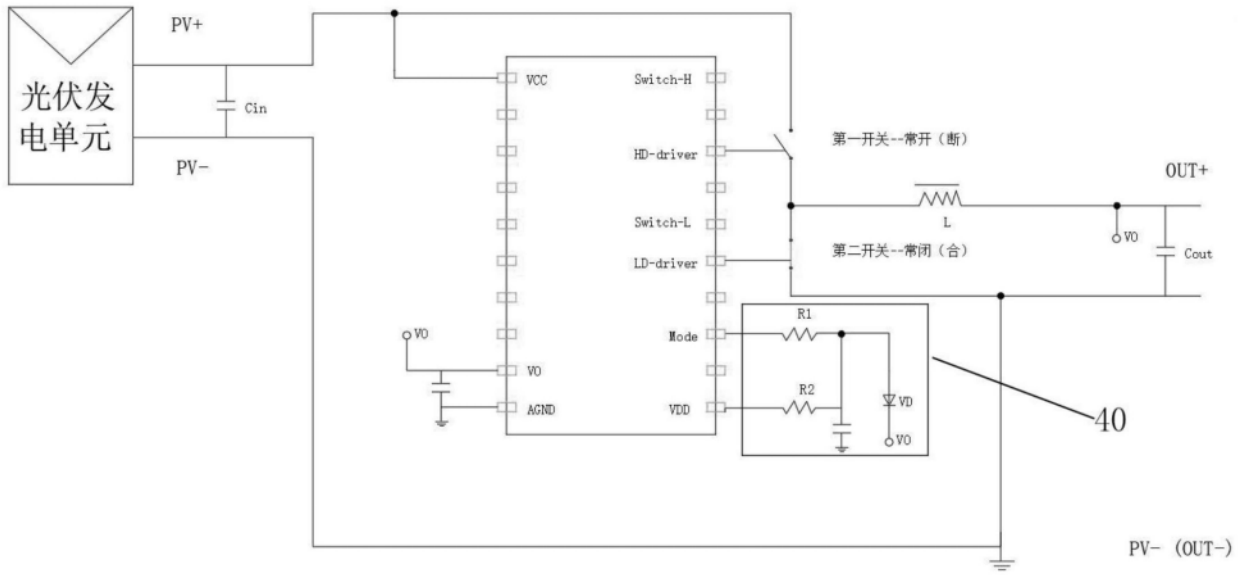

光伏发电单元
PV+
PV-
Cin
VCC
Switch-H
HD-driver
Switch-L
LD-driver
Mode
VO
AGND
VDD
第一开关--常开（断）
第二开关--常闭（合）
L
Cout
R1
R2
VD
OUT+
40
PV- (OUT-)

图6

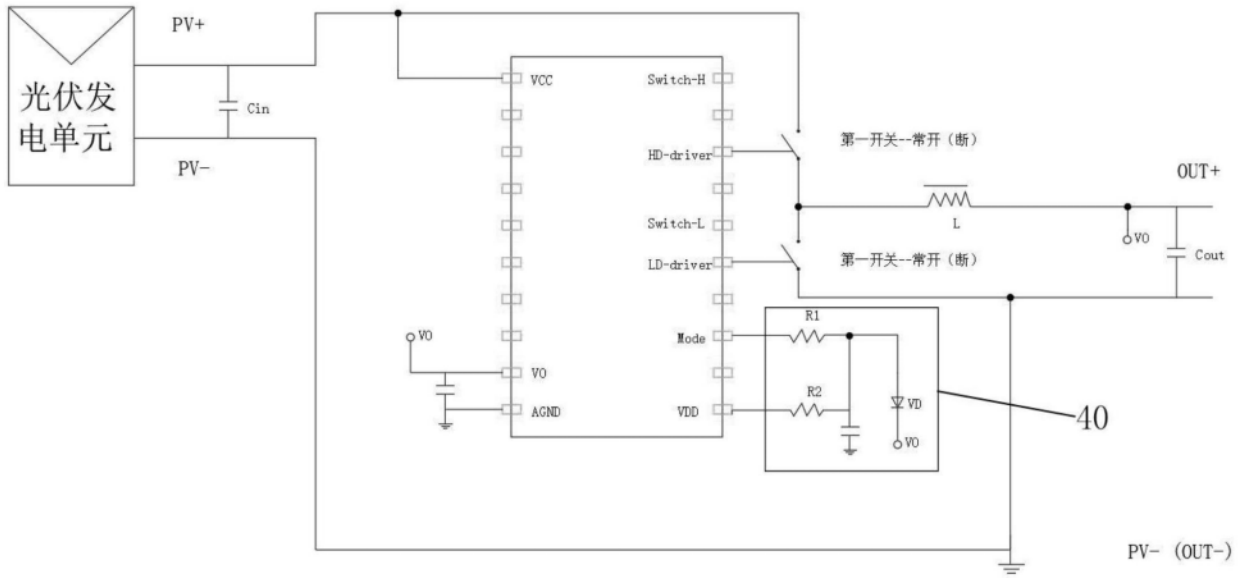

光伏发
电单元
PV+
PV-
Cin
VCC
Switch-H
HD-driver
Switch-L
LD-driver
Mode
VO
AGND
VDD
第一开关--常开（断）
第一开关--常开（断）
L
OUT+
VO
Cout
R1
R2
VD
VO
VO
40
PV- (OUT-)

图7