

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103296739 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310168199. 4

(22) 申请日 2013. 05. 06

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 陆玉正 王军 张耀明 周香香

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所

32250

代理人 王剑

(51) Int. Cl.

H02J 7/35(2006. 01)

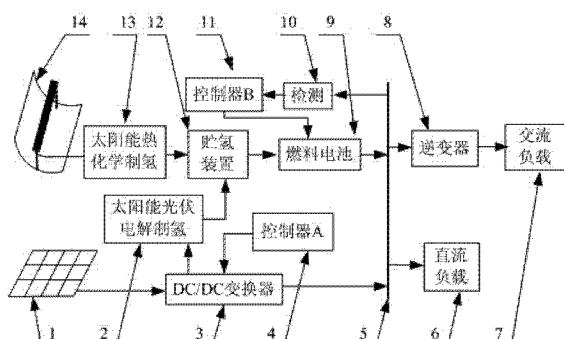
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置

(57) 摘要

本发明公开了一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置,利用太阳能热化学制氢技术和太阳能光伏电解制氢技术,完成了太阳能贮存,有效地解决了太阳能间歇性、随机性等缺点。利用太阳能光伏发电给系统供电,利用太阳能热化学制氢方法将太阳辐射所产生的热能转化为可贮存的氢能,当光伏发电装置无法满足系统供电要求,将氢能通过燃料电池进行转化为直流电能进行补充。同时,在光伏阵列产生的电能过剩时,可通过光伏电解制氢装置将剩余电能转换为氢能贮存起来,更加有效地利用太阳能。



1. 一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置，该装置包括：
光伏阵列装置，将太阳辐射能转换为电能，由光伏电池组件构成；
槽式太阳能热利用装置，将太阳辐射能转换为热能，由槽式复合抛物面、接收器、支架构成；
太阳能光伏电解制氢装置，将水电解制氢，由电解槽构成；
太阳能热化学制氢装置，将水热化学制氢，由太阳能反应器和水分解器构成；
贮氢装置，用于储存氢气，在 200-300 个大气压下高压或者液化贮氢；
控制器 A，用于控制 DC/DC 变换器，完成光伏阵列的最大功率跟踪控制和光伏阵列产生的电能分配；控制器 B，用于控制燃料电池的工作状态，维持直流母线电压稳定；
检测装置，用于检测直流母线电压，并将检测信号送给控制器 A；燃料电池装置，是将氢能转化为电能，由质子交换膜燃料电池构成；
DC/DC 变换器装置，用于将光伏阵列产生的直流电能变换为符合系统要求的直流电能，一般为升压变换器，同时与控制器 A 完成光伏阵列的最大功率跟踪控制；
直流母线装置，用于汇集光伏阵列产生的直流电能和燃料电池产生的直流电能；
逆变器装置，用于将光伏阵列和燃料电池的直流电能转换为交流电能，由功率器件组成；以及交、直流负载；
上述部件的连接关系为：所述光伏阵列装置与 DC/DC 变换器装置相连，DC/DC 变换器装置分别与太阳能光伏电解制氢装置和直流母线装置相连；控制器 A 与 DC/DC 变换器装置相连；槽式太阳利用装置与太阳能热化学制氢装置相连，太阳能热化学制氢装置和阳能光伏电解制氢装置共同与贮氢装置的输入端连接，贮氢装置输出端与燃料电池输入端连接，燃料电池的输出端与直流母线装置连接，检测装置检测直流母线装置的电压，将检测到的信号送至控制器 B， 控制器 B 根据系统要求控制燃料电池的工作状态；直流母线装置的另一端连接直流负载和逆变器装置，逆变器的输出端与交流负载连接。

一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能光伏发电与光热综合利用的联合供电系统装置，属于新能源利用技术领域。

背景技术

[0002] 能源危机与环境污染是人类 21 世纪所面临的两大难题。中国一次能源不足，化石能源在能源结构中占主导地位，超过 90%，然而在使用化石原料过程中不可避免地产生了温室气体，影响人类生存的环节。我国太阳能资源丰富，从长远看来，完全可以满足国家可持续发展战略要求。然而，太阳能能量密度低、分布广泛、不稳定等缺点限制了太阳能发展。发展高效低成本的太阳能规模化利用技术成为近年来的研究重点。氢能源具有能量密度高、可运输，易存储、清洁等优点，成为未来最为理想的清洁能源之一。把太阳能转换为氢能，也为太阳能利用中各种困难的解决提供了理想的途径。

[0003] 太阳能利用主要包括光热利用和光伏利用，光伏和光热利用都有其优缺点，其中，二者共同的缺点是供能不稳定，随着太阳光照强度的变化而变化，这一缺点严重阻碍了太阳能的发展与推广。

[0004] 近年来，中国经济飞速增长，能源需求不断增长。火电机组装机容量不断扩大，但仍然难以满足能源增长需求，再者，火电机组容量装机容量的扩大，对环境也产生了严重的污染。中国经济稳步增长，农村地区城镇化建设提上日程，但是，农村城镇化建设所需要的能源问题是需要急需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有太阳利用技术相关缺点，提供一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置，以克服现有技术中化石能源紧缺，太阳能不稳定的缺陷。

[0006] 为解决上述技术问题，提供一种新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置，该装置包括：

[0007] 光伏阵列装置，将太阳辐射能转换为电能，由光伏电池组件构成；

[0008] 槽式太阳能热利用装置，将太阳辐射能转换为热能，由槽式复合抛物面、接收器、支架构成；

[0009] 太阳能光伏电解制氢装置，将水电解制氢，由电解槽构成；

[0010] 太阳能热化学制氢装置，将水热化学制氢，由太阳能反应器和水分解器构成；

[0011] 贮氢装置，用于储存氢气，在 200-300 个大气压下高压或者液化贮氢；

[0012] 控制器 A，用于控制 DC/DC 变换器，完成光伏阵列的最大功率跟踪控制和光伏阵列产生的电能分配；

[0013] 控制器 B，用于控制燃料电池的工作状态，维持直流母线电压稳定；

[0014] 检测装置，用于检测直流母线电压，并将检测信号送给控制器 A；

[0015] 燃料电池装置，是将氢能转化为电能，由质子交换膜燃料电池构成，该燃料电池工

作温度低,运行稳定可靠;

[0016] DC/DC 变换器装置,用于将光伏阵列产生的直流电能变换为符合系统要求的直流电能,一般为升压变换器,同时与控制器 A 完成光伏阵列的最大功率跟踪控制;

[0017] 直流母线装置,用于汇集光伏阵列产生的直流电能和燃料电池产生的直流电能;逆变器装置,用于将光伏阵列和燃料电池的直流电能转换为交流电能,由功率器件组成,可选用 IGBT 功率器件;交、直流负载,一般为家用电器。

[0018] 上述部件的连接关系为:所述光伏阵列装置与 DC/DC 变换器装置相连,DC/DC 变换器装置分别与太阳能光伏电解制氢装置和直流母线装置相连;控制器 A 与 DC/DC 变换器装置相连;槽式太阳利用装置与太阳能热化学制氢装置相连,太阳能热化学制氢装置和太阳能光伏电解制氢装置共同与贮氢装置的输入端连接,贮氢装置输出端与燃料电池输入端连接,燃料电池的输出端与直流母线装置连接,检测装置检测直流母线装置的电压,将检测到的信号送至控制器 B,控制器 B 根据系统要求控制燃料电池的工作状态;直流母线装置的另一端连接直流负载和逆变器装置,逆变器的输出端与交流负载连接。

[0019] 所述光伏阵列装置是由太阳能光伏电池串并联构成,根据系统功率要求确定串联个数和并联个数,光伏电池的串并联构成的光伏阵列,直接输出直流电能,输出端与 DC/DC 变换器连接;DC/DC 变换器完成直流电能的变换,将光伏阵列输出的直流电能变换为系统所需要的电能要求,并同时与控制器 A 完成对光伏发电系统的最大功率跟踪控制。控制器 A 是由高性能芯片,如 TMS320F2812DSP 芯片等构成,控制器 A 的另一个功能是根据系统电能的要求,判断光伏阵列所产生的电能是否与负载功率平衡,若光伏阵列产生的功率大于负载所需要的功率,则将剩余的直流电能送入太阳能光伏电解制氢装置中。

[0020] 所述的太阳能光伏电解制氢装置是将光伏阵列产生的直流电能,送至水电解槽,将水电解为氢气和氧气,此过程是氢和氧燃烧时生成水的逆过程,工艺简单,效率高。产生氢气送入贮氢装置,所述贮氢装置是采用高压贮氢,用于储存氢气,根据系统的要求设计其储存容量。贮氢装置有两路输入,输入 1 是光伏电解制氢所产生的氢气,输入 2 是由太阳能热化学制氢装置产生的氢气。

[0021] 所述太阳能热化学制氢装置是利用太阳能热进行化学制氢,该方法制氢需要的温度较低,大约需要 900K 到 1200K 的温度,热的来源于槽式太阳能装置,槽式太阳能装置是由复合抛物面槽、接收器、支架等构成,将太阳光聚焦在接收器上,吸收太阳能的辐射热能,以满足太阳能热化学制氢装置所需要的热能。

[0022] 氢气是燃料电池装置所需要的能源,燃料电池是将氢能转化为电能,用氢作燃料的燃料电池已有多种类型,以电解质分类,主要有磷酸、融熔碳酸盐和质子交换膜等。其中唯有质子交换膜燃料电池工作温度较低,且不使用酸、碱等有腐蚀性的电解质,是未来主要的燃料电池类型。质子交换膜燃料电池由阳极和阴极组成。电极都用多孔性碳材料制造,并用聚合物电解质将两电极隔开。这种聚合物电解质材料不允许电子和气体通过,只允许质子通过,所以又称质子交换膜。燃料电池的工作状态取决于直流母线的电压,检测装置实时监测直流母线电压,若直流母线电压小于设定值,则控制器 B 控制燃料电池供电。该系统中,燃料电池与光伏阵列所产生的电能均为直流,所以,直流母线装置的输入端连接光伏阵列和燃料电池,即光伏阵列与燃料电池联合供电,保证直流母线工作在稳定的工作点。直流母线输出可以直接连接一些直流负载,如一些直流电机等。直流母线的主要输出送入逆变

器装置，将直流逆变为符合国家标准的交流电能，给交流负载供电，目前，大多数的家用电器以及工业设备均为交流负载。

[0023] 所述直流母线装置一端分别与光伏发电装置和储能装置相连，直流母线装置另一端与逆变器装置相连，所述储能装置还分别与光伏发电装置和风力发电装置相连；所述交流母线装置一端分别与逆变器装置、风力发电装置、柴油发电机装置、整流器相连，交流母线装置另一端与交流负载相连，整流器还与储能装置相连；

[0024] 本发明的新型太阳能光伏与光热联合供电系统装置综合了太阳能光伏与光热利用新技术，采用太阳能制氢技术和燃料电池技术解决太阳能存储的问题，保证系统供电的稳定性与可靠性。

[0025] 本发明未特别限定的技术均为现有技术。

[0026] 有益效果：

[0027] 1)、该装置实现了太阳能光伏与光热联合供电，有效地解决了太阳能间歇性和随机性等缺点。

[0028] 2)、该装置实现了太阳能光伏发电系统电解制氢，从而将太阳能光伏发电系统剩余的电能转化为氢能，易于储存。

[0029] 3)、该装置实现了太阳能热化学制氢，工艺温度要求低，系统效率高。

[0030] 4)、该装置实现了太阳能最大功率跟踪控制，提高了系统的利用率。

[0031] 5)、该装置实现了燃料电池供电，技术先进，供电稳定可靠。

[0032] 6)、该装置实现了供电系统的离网稳定运行，对公共电网不产生负面影响。

[0033] 7)、该装置实现太阳能制氢技术，省去了蓄电池储能与热储能系统。

[0034] 8)、该装置实现零排放供能，对环境无污染。

附图说明

[0035] 图 1 是本发明新型太阳能光伏与光热联合供电系统结构示意图；

[0036] 图 2 是太阳能热化学反应循环制氢示意图；

[0037] 图 3 是太阳能光伏电能制氢结构图；

[0038] 图 4 是槽式太阳能聚光结构图；

[0039] 图 5 是展示出光伏阵列的连接方法的光伏阵列连接示意图。

[0040] 附图标记：1- 光伏阵列装置、2- 太阳能光伏电解制氢装置、3-DC/DC 变换器装置、4- 控制器 A、5- 直流母线装置、6- 直流负载、7- 交流负载、8- 逆变器装置、9- 燃料电池、10- 检测装置、11- 控制器 B、12- 贮氢装置、13- 太阳能热化学制氢装置、14- 槽式太阳利用装置、15- 太阳能反应器、16- 水分解器、17- 槽式复合抛物面反光板、18- 真空集热管。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图，对本发明做进一步说明。

[0042] 本发明提供的一种新型太阳能光伏与光热联合供电装置，该装置包括：光伏阵列装置 1、太阳能光伏电解制氢装置 2、DC/DC 变换器装置 3、控制器 A4、直流母线装置 5、直流负载 6、交流负载 7、逆变器装置 8、燃料电池 9、检测装置 10、控制器 B11、贮氢装置 12、太阳能热化学制氢装置 13、槽式太阳利用装置 14。

[0043] 如图 1-4 所示,所述光伏阵列装置 1 与 DC/DC 变换器装置 3 相连,DC/DC 变换器装置 3 分别与太阳能光伏电解制氢装置 2 和直流母线装置 5 相连;控制器 A4 与 DC/DC 变换器装置 3 相连;槽式太阳利用装置 14 与太阳能热化学制氢装置 13 相连,太阳能热化学制氢装置 13 和阳能光伏电解制氢装置 2 共同与贮氢装置 12 的输入端连接,贮氢装置 12 输出端与燃料电池 9 输入端连接,燃料电池 9 的输出端与直流母线装置 5 连接,检测装置 10 检测直流母线装置 5 的电压,将检测到的信号送至控制器 B11,控制器 B11 根据系统要求控制燃料电池 9 的工作状态;直流母线装置 5 的另一端连接直流负载 6 和逆变器装置 8,逆变器 8 的输出端与交流负载 7 连接。

[0044] 上述光伏阵列装置 1,是由光伏电池串并联构成,连接示意图如图 5 所示,并联个数 m 与串联个数 n 是根据光伏电池本身参数和系统功率要求共同确定的,其中,串联可以提高系统的供电电压,并联可以提高系统的供电电流,即提高系统的供电功率。

[0045] 上述光太阳能光伏电解制氢装置 2,是由电解槽构成的,光伏阵列产生的直流电能经过 DC/DC 变换器装置 3,给电解槽提供电力。

[0046] 上述 DC/DC 变换器装置 3,一般为升压变换器,将光伏阵列的直流电压升至满足系统要求的直流电能,并通过控制器 A4 控制 DC/DC 变换器的占空比,完成光伏阵列的最大功率跟踪控制。DC/DC 变换器装置 3 的输入端与光伏阵列连接,输出端分别接太阳能光伏电解制氢装置 2 和直流母线装置 5。

[0047] 上述控制器 A4,是由高性能芯片构成,如 TMS320F2812DSP 芯片等,该控制器一方面完成光伏阵列装置 1 的最大功率跟踪控制,另一方面,完成光伏阵列装置 1 所产生直流电能的分配,即当光伏阵列产生的电能出现剩余时,将直流电能送至太阳能光伏电解制氢装置 2,用于电解水制氢。

[0048] 上述直流母线装置 5,主要是由直流配电柜构成,可以将光伏阵列装置 1 产生的直流电能和燃料电池 9 输出的直流电能进行电能汇集,得到一定输出功率要求,因此,直流母线装置 5 有两路直流电能输入,第一路输入与 DC/DC 变换器装置 3 连接,即接收光伏阵列装置 1 产生的直流电能,第二路输入与燃料电池 9 的输出端连接,即接收燃料电池 9 产生的直流电能。直流母线装置 5 的可以直接连接直流负载 6,也可以经过逆变器 8 连接,将直流电逆变为满足系统要求的交流电能。

[0049] 上述直流负载 6、交流负载 7,为日常家用电器或者为一般的工业负载,如家用电视机、冰箱、空调、工业电机、机床等。

[0050] 上述逆变器 8,用于将直流母线装置 5 的直流电能转换为交流电能,可由 IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极晶体管) 功率器件构成,IGBT 具有输入阻抗高、耐脉冲冲击能量、开关频率高等优点,近年来,发展了由 6 个 IGBT 构成的智能功率模块,该模块包含了驱动电路和一系列的保护电路,使用极为方便。

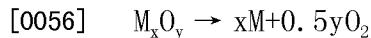
[0051] 上述燃料电池 9,选择性能稳定,工作温度低的质子交换膜燃料电池,燃料电池是将氢能转化为电能,用氢作燃料的燃料电池已有多种类型,以电解质分类,主要有磷酸、融熔碳酸盐和质子交换膜等。其中唯有质子交换膜燃料电池工作温度较低,且不使用酸、碱等有腐蚀性的电解质,是未来主要的燃料电池类型。质子交换膜燃料电池由阳极和阴极组成。电极都用多孔性碳材料制造,并用聚合物电解质将两电极隔开。这种聚合物电解质材料不允许电子和气体通过,只允许质子通过,所以又称质子交换膜。

[0052] 上述检测装置 10，是由传感器和采集电路构成，主要用于采集直流母线装置 5 的直流电压，为保证系统能够提供稳定、可靠的工作电压，因此需要保证直流母线电压稳定，检测装置 10 检测的电压信号送至控制 B11，

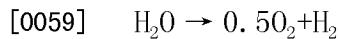
[0053] 上述控制器 B11，可选择性能稍低的芯片，如 8051 系列的单片机等，该控制器根据检测信号，控制燃料电池 9 的供电系数，维持直流母线装置 5 的电压稳定。控制方案为：优先使用光伏阵列装 1 供电，当阴雨天气，光伏阵列装置 1 产生的电能不能满足系统要求时，由燃料电池 9 进行补充供电，在夜间，光伏阵列 1 无法供电时，由燃料电池进行供电。

[0054] 上述贮氢装置 12，用于贮存太阳能光伏电解制氢装置 2 产生的氢气和太阳能热化学制氢装置 13 产生的氢气，可采用高压贮氢，该方案技术成熟，成本较低，一般采用在 200–300 个大气压下高压或者液化贮氢。

[0055] 上述太阳能热化学制氢装置 13，太阳能热化学制氢一般只需要 900k–1200k 的温度，对设备材料的限制也减少很多，安全性大幅度提高，制氢过程中利用槽式太阳能利用装置 14 将太阳能聚集产生反应所需的温度，在反应器中通过金属氧化物分解吸热，将太阳能转化为化学能，接着再进行金属水解，使水分解制得氢气。太阳能热化学制氢结构如图 2 所示，由槽式太阳利用装置 14、太阳能反应器 15 和水分解器 16 组成，太阳能热化学制氢化学反应式通式如下：



[0058] 总反应方程式为：



[0060] 由上述反应方程式可将水分解为氢气和氧气，可以得到燃料电池所需要的氢燃料。

[0061] 上述槽式太阳利用装置 14，是由槽式复合抛物面反光板 17 和真空集热管 18 构成，槽式复合抛物面反光板 17 用于将太阳光进行聚焦到真空集热管 18 上，真空集热管 18 吸收太阳能，将吸收的太阳能通过介质送至太阳能热化学制氢装置 13。

[0062] 本发明设计了太阳能光伏与光热联合供电系统，供能方式为：光伏阵列产生的电能送至直流母线装置，在光复阵列电能产生剩余的情况下，将剩余的电能用于光伏电解制氢；太阳能光热利用技术主要用于太阳能热化学制氢，为保证系统能够长期连续稳定的运行，所以贮氢装置的容量一般需要满足十天左右的供能；为了保证系统稳定、可靠运行，需要适时检测直流母线电压，当直流母线电压低于系统设定值时，由燃料电池进行补充供能。为了进一步提高系统的利用率，可以将太阳能光热利用的部分热能用于给燃料电池供热，因为燃料电池需要一定的温度下进行发电。

[0063] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式，本发明的保护范围并不以上述实施方式为限，但凡本领域普通技术人员根据本发明所揭示内容所作的等效修饰或变化，皆应纳入权利要求书中记载的保护范围内。

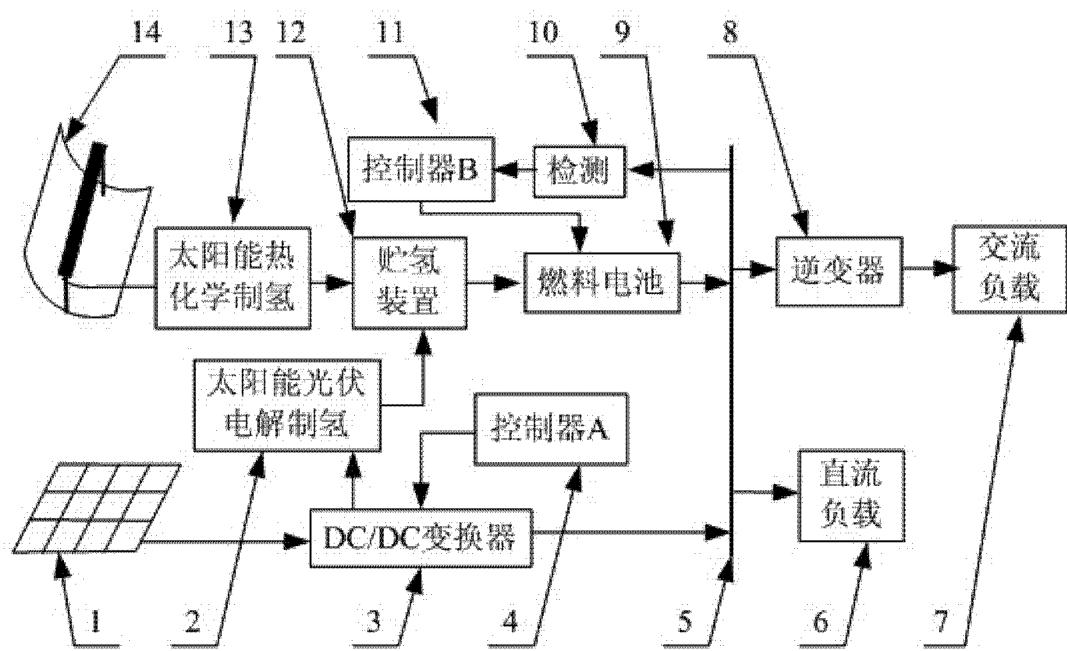


图 1

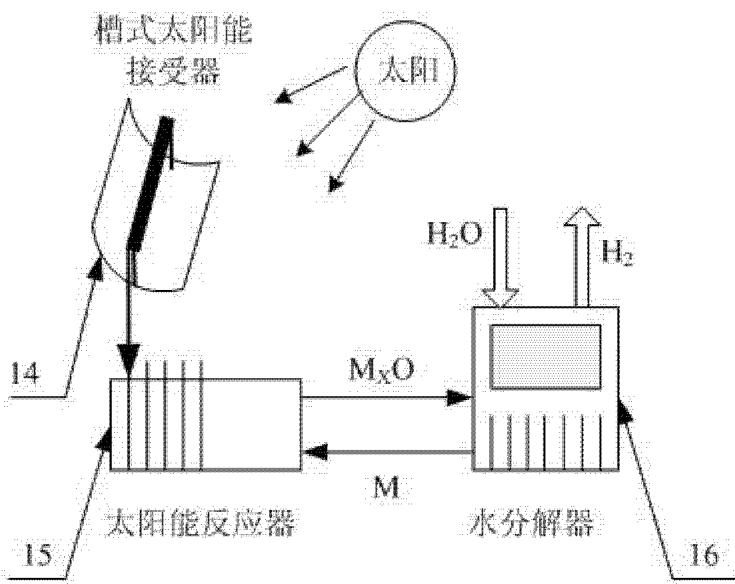


图 2

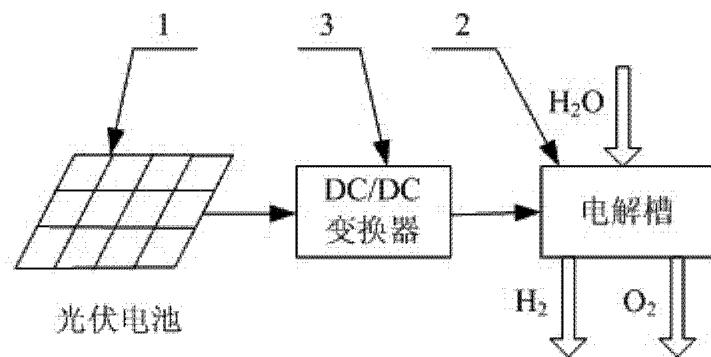


图 3

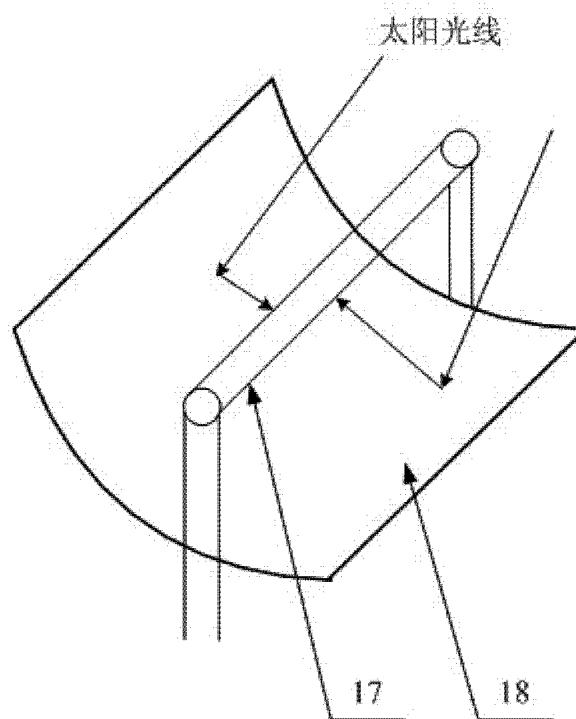


图 4

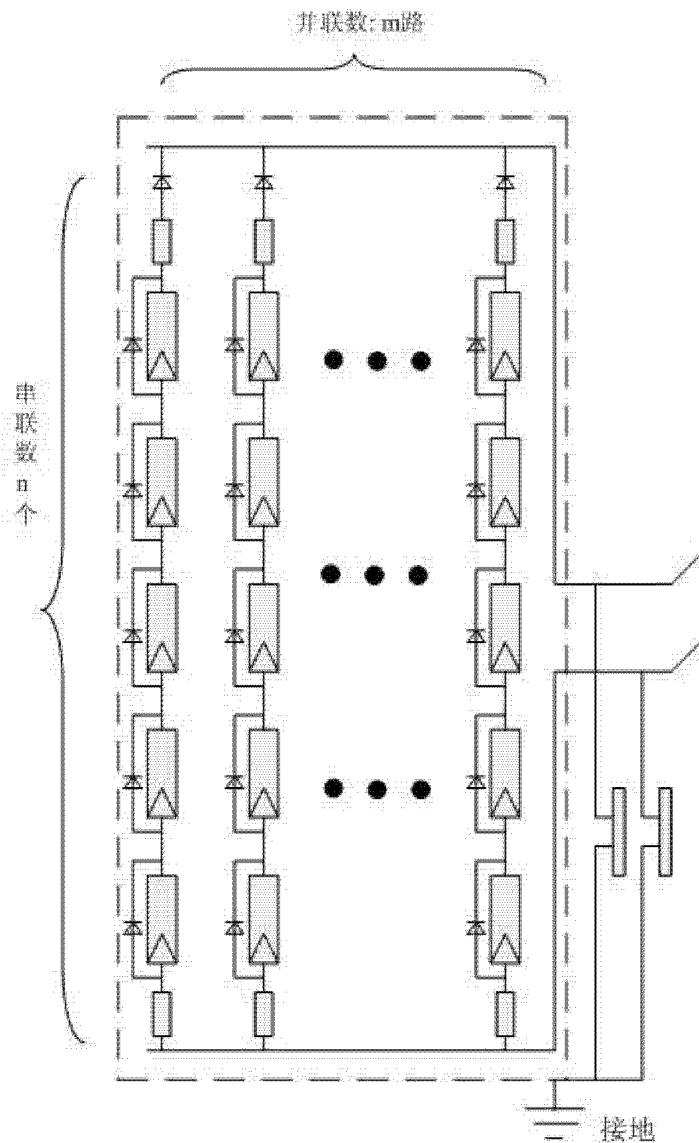


图 5