



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118174594 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 02

(21) 申请号 202410592699.9

(22) 申请日 2024.05.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118174594 A

(43) 申请公布日 2024.06.11

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193号

(72) 发明人 王昌建 杜涛 马鸿盛 李权

许运博 杨策 朱叙

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务  
所(普通合伙) 34118

专利代理师 陈雪芹 王挺

(51) Int. Cl.

H02N 11/00 (2006.01)

H01M 8/04082 (2016.01)

H01M 8/0656 (2016.01)

H02S 40/44 (2014.01)

H02J 7/35 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

G25B 9/65 (2021.01)

G25B 15/02 (2021.01)

G25B 1/04 (2021.01)

F24S 20/20 (2018.01)

F24S 70/20 (2018.01)

F24S 80/50 (2018.01)

G02F 1/48 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 215404565 U, 2022.01.04

CN 102393079 A, 2012.03.28

CN 113755868 A, 2021.12.07

CN 101873093 A, 2010.10.27

审查员 付浴茹

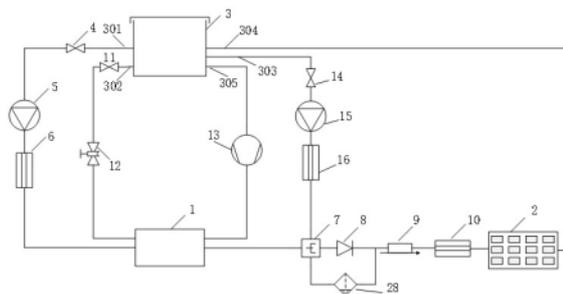
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储  
供能一体系统

(57) 摘要

本发明公开了基于光伏光热、温差发电和磁  
化水制氢的储供能一体系统,涉及储能发电技术  
领域,储供能一体系统包括太阳能集热器和PV/T  
模块,将温差发电器分别安装于太阳能集热器和  
PV/T模块内,利用温差发电器的热端与冷端的温  
差产生电能,将低品位的热能转化为高品位的电  
能,提高了系统能量的品质。同时,可以采用太阳  
能集热器作为第一级加热,采用PV/T模块作为第  
二级加热,提高了PEM电解槽的水温及电解效率。  
本发明系统热电联产的模式增加了太阳能的利  
用率、系统能量的综合利用率,可以将来自氢燃  
料电池、光伏组件和温差发电器中任意一个或多  
个的电量接入电网。



1. 基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其特征在於,储供能一体系统包括:太阳能集热器(1)和PV/T模块(2);

所述太阳能集热器(1)中设有第一温差发电器(104)和换热通道(106);将太阳能转化为热能作为第一温差发电器(104)的热端,换热通道(106)作为第一温差发电器(104)的冷端,第一温差发电器(104)的热端与冷端形成的温差用于产生电能;换热通道(106)包括水换热通道(1061),用于对水进行换热;

所述PV/T模块(2)中设有光伏组件、第二温差发电器(205)和PEM电解槽(207);光伏组件用于将太阳能转化为电能;光伏组件作为第二温差发电器(205)的热端,PEM电解槽(207)作为第二温差发电器(205)的冷端,第二温差发电器(205)的热端与冷端形成的温差用于产生电能;PEM电解槽(207)用于电解水制氢;

所述第一温差发电器(104)、第二温差发电器(205)和光伏组件用于实现供电,所述PEM电解槽(207)用于实现供氢;

储供能一体系统包括:

由保温水箱(3)的第一出口(301)、第一电磁阀(4)、第一水泵(5)、第一磁化水装置(6)、太阳能集热器(1)的水换热通道(1061)、四通换向阀(7)、止回阀(8)、电导率仪(9)、第二磁化水装置(10)、PV/T模块(2)的PEM电解槽(207)以及保温水箱(3)的第一入口(304)依次连接组成的第一回路;

由保温水箱(3)的第三出口(303)、第三电磁阀(14)、第二水泵(15)、第三磁化水装置(16)、四通换向阀(7)、止回阀(8)、电导率仪(9)、第二磁化水装置(10)、PV/T模块(2)的PEM电解槽(207)以及保温水箱(3)的第一入口(304)依次连接组成的第三回路;

所述第一回路与第三回路均为水回路,所述保温水箱(3)的第一出口(301)和三出口(303)均为水流出出口,所述保温水箱(3)的第一入口(304)为水流入口;

换热通道(106)还包括制冷剂换热通道(1062),用于对制冷剂进行换热;

储供能一体系统还包括:

由保温水箱(3)的第二出口(302)、第二电磁阀(11)、膨胀阀(12)、太阳能集热器(1)的制冷剂换热通道(1062)、压缩机(13)以及保温水箱(3)的第二入口(305)依次连接组成的第二回路;

第二回路为制冷剂回路即热泵回路,所述保温水箱(3)的第二出口(302)为制冷剂出口,所述保温水箱(3)的第二入口(305)为制冷剂入口;

所述保温水箱(3)内设有第一换热盘管(306),第一换热盘管(306)的出口即为保温水箱(3)的第二出口(302),第一换热盘管(306)的入口即为保温水箱(3)的第二入口(305),第一换热盘管(306)中的制冷剂与保温水箱(3)内的水进行换热;

所述PV/T模块(2)采用单玻型或双玻型;

所述太阳能集热器(1)中在换热通道(106)下方设有第一空气流道(107),所述PV/T模块(2)中在PEM电解槽(207)下方设有第二空气流道(209);太阳能集热器(1)的第一空气流道(107)和PV/T模块(2)的第二空气流道(209)均通过风管与风机(25)相连,用于实现供暖或散热。

2. 根据权利要求1所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其特征在於,当电导率仪(9)检测到水质电导率高于设定阈值时,四通换向阀(7)切换到经由

树脂过滤器(28)到达电导率仪(9)的管道;当电导率仪(9)检测到水质电导率低于设定阈值时,四通换向阀(7)切换回经由止回阀(8)到达电导率仪(9)的管道;所述树脂过滤器(28)用于对管道内的水进行纯化。

3.根据权利要求1所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其特征在于,所述保温水箱(3)内还设有第二换热盘管(307),所述第二换热盘管(307)与用户端(309)连接,用户端冷水流经第二换热盘管(307),用于对第二换热盘管(307)中流经的用户端冷水进行加热;所述保温水箱(3)内还设有第二温度传感器(308),用于监测保温水箱(3)内的水温。

4.根据权利要求1所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其特征在于,

风机(25)与第一空气流道(107)入口之间设置有第四电磁阀(21);风机(25)与第二空气流道(209)入口之间设置有第五电磁阀(22);PV/T模块(2)的第二空气流道(209)出口与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第六电磁阀(23)、第七电磁阀(24);太阳能集热器(1)的第一空气流道(107)出口与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第八电磁阀(26)、第九电磁阀(27)。

5.根据权利要求1所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其特征在于,

第一温差发电器(104)、第二温差发电器(205)和光伏组件的输出导线均与功率调节器(213)连接,功率调节器(213)的输出端与PEM电解槽(207)相连接,向PEM电解槽(207)提供用于进行电解水制氢的电量;PEM电解槽(207)与储氢罐(17)、氢燃料电池(18)和功率调节器(213)依次连接;

所述功率调节器(213)的输出端还通过导线与逆变器(19)相连接,将来自氢燃料电池(18)、光伏组件、第一温差发电器(104)和第二温差发电器(205)中任意一个或多个的直流电转化为交流电后再接入电网(20)中。

6.一种太阳能集热器,其特征在于,适用于上述权利要求1-5任意一项所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,太阳能集热器包括从上至下依次设置的第一玻璃盖板(101)、第一空气间隙(102)、第一太阳能吸收涂层(103)、第一温差发电器(104)、第一导热硅胶(105)、换热通道(106)、第一空气流道(107)、第一压板(108)和第一保温层(109);

太阳能通过第一玻璃盖板(101)照射在第一太阳能吸收涂层(103)上,第一太阳能吸收涂层(103)将太阳能转化为热能,在第一温差发电器(104)的上方作为热端;第一温差发电器(104)下方通过第一导热硅胶(105)与换热通道(106)连接,在第一温差发电器(104)的下方作为冷端,换热通道(106)与第一压板(108)之间构成第一空气流道(107)。

7.一种PV/T模块,其特征在于,适用于上述权利要求1-5任意一项所述的基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,PV/T模块采用单玻型或双玻型;

单玻型的PV/T模块包括从上至下依次设置的第二玻璃盖板(201)、第二空气间隙(202)、单玻光伏组件(2031)、第二导热硅胶(2041)、第二温差发电器(205)、第三导热硅胶(206)、PEM电解槽(207)、第一温度传感器(208)、第二空气流道(209)、第二压板(210)和第二保温层(211);

双玻型的PV/T模块包括从上至下依次设置的第二玻璃盖板(201)、第二空气间隙(202)、双玻光伏组件(2032)、第二太阳能吸收涂层(2042)、第二温差发电器(205)、第三导热硅胶(206)、PEM电解槽(207)、第一温度传感器(208)、第二空气流道(209)、第二压板(210)和第二保温层(211)。

## 基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及储能发电技术领域,尤其是基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统。

### 背景技术

[0002] 太阳能辐射资源作为一种可再生能源,太阳能清洁绿色、利用简便。光伏发电是太阳能的主要利用方式之一,然而光伏系统易受到环境因素的影响,其供电功率存在不稳定波动的特点。此外光伏装机容量常与当地的电力需求存在不匹配的问题,并且现阶段光伏发电的储能、消纳技术依然不够成熟,因此“弃电”与限制光伏入网等现象多有发生。

[0003] 氢能具有无污染、高热值、零排放等优点,相比碱性电解水、阴离子交换膜电解水、固体氧化物电解水等电解水制氢方式,质子交换膜(PEM)电解水制氢具有运行温度低,响应速度快,且易于与可再生能源相结合等优势。

[0004] 通过将光伏系统发出的电能用于电解水制氢,将氢能作为可再生能源的储能载体,能够解决光伏“弃电”的问题。然而光伏模块与PEM电解槽耦合过程中存在能量利用方式单一,系统效率低等问题。另一方面,提高PEM电解槽的入口水温是保证高效率电解水的重要途径,传统电加热水的方式造成的能源损耗较高。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,能够高效利用温差发电器与光伏组件输出电能,用于参与电网供需调控,且系统存储的热能用于提高PEM电解槽电解效率,并具备向用户供热水、向建筑供暖的功能。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案,包括:

[0007] 基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,储供能一体系统包括:太阳能集热器、PV/T模块;

[0008] 所述太阳能集热器中设有第一温差发电器和换热通道;将太阳能转化为热能作为第一温差发电器的热端,换热通道作为第一温差发电器的冷端,第一温差发电器的热端与冷端形成的温差用于产生电能;换热通道包括水换热通道,用于对水进行换热;

[0009] 所述PV/T模块中设有光伏组件、第二温差发电器和PEM电解槽;光伏组件用于将太阳能转化为电能;光伏组件作为第二温差发电器的热端,PEM电解槽作为第二温差发电器的冷端,第二温差发电器的热端与冷端形成的温差用于产生电能;PEM电解槽用于电解水制氢;

[0010] 所述第一温差发电器、第二温差发电器和光伏组件用于实现供电,所述PEM电解槽用于实现供氢。

[0011] 优选的,储供能一体系统包括:

[0012] 由保温水箱的第一出口、第一电磁阀、第一水泵、第一磁化水装置、太阳能集热器

的水换热通道、四通换向阀、止回阀、电导率仪、第二磁化水装置、PV/T模块的PEM电解槽以及保温水箱的第一入口依次连接组成的第一回路；

[0013] 由保温水箱的第三出口、第三电磁阀、第二水泵、第三磁化水装置、四通换向阀、止回阀、电导率仪、第二磁化水装置、PV/T模块的PEM电解槽以及保温水箱的第一入口依次连接组成的第三回路；

[0014] 所述第一回路与第三回路均为水回路，所述保温水箱的第一出口和三出口均为水流出口，所述保温水箱的第一入口为水流入口。

[0015] 优选的，当电导率仪检测到水质电导率高于设定阈值时，四通换向阀切换到经由树脂过滤器到达电导率仪的管道；当电导率仪检测到水质电导率低于设定阈值时，四通换向阀切换回经由止回阀到达电导率仪的管道；所述树脂过滤器用于对管道内的水进行纯化。

[0016] 优选的，换热通道还包括制冷剂换热通道，用于对制冷剂进行换热。

[0017] 优选的，储供能一体系统还包括：

[0018] 由保温水箱的第二出口、第二电磁阀、膨胀阀、太阳能集热器的制冷剂换热通道、压缩机以及保温水箱的第二入口依次连接组成的第二回路；

[0019] 第二回路为制冷剂回路即热泵回路，所述保温水箱的第二出口为制冷剂出口，所述保温水箱的第二入口为制冷剂入口；

[0020] 所述保温水箱内设有第一换热盘管，第一换热盘管的出口即为保温水箱的第二出口，第一换热盘管的入口即为保温水箱的第二入口，第一换热盘管中的制冷剂与保温水箱内的水进行换热。

[0021] 优选的，所述保温水箱内还设有第二换热盘管，所述第二换热盘管与用户端连接，用户端冷水流经第二换热盘管，用于对第二换热盘管中流经的用户端冷水进行加热；所述保温水箱内还设有第二温度传感器，用于监测保温水箱内的水温。

[0022] 优选的，所述太阳能集热器中在换热通道下方设有第一空气流道，所述PV/T模块中在PEM电解槽下方设有第二空气流道；

[0023] 太阳能集热器的第一空气流道和PV/T模块的第二空气流道均通过风管与风机相连，用于实现供暖或散热；

[0024] 风机与第一空气流道入口之间设置有第四电磁阀；风机与第二空气流道入口之间设置有第五电磁阀；PV/T模块的第二空气流道出口与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第六电磁阀、第七电磁阀；太阳能集热器的第一空气流道出口与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第八电磁阀、第九电磁阀。

[0025] 优选的，第一温差发电机、第二温差发电机和光伏组件的输出导线均与功率调节器连接，功率调节器的输出端与PEM电解槽相连接，向PEM电解槽提供用于进行电解水制氢的电量；PEM电解槽与储氢罐、氢燃料电池和功率调节器依次连接；

[0026] 所述功率调节器的输出端还通过导线与逆变器相连接，将来自氢燃料电池、光伏组件、第一温差发电机和第二温差发电机中任意一个或多个的直流电转化为交流电后再接入电网中。

[0027] 一种太阳能集热器，太阳能集热器包括从上至下依次设置的第一玻璃盖板、第一空气间隙、第一太阳能吸收涂层、第一温差发电机、第一导热硅胶、换热通道、第一空气流

道、第一压板和第一保温层；

[0028] 太阳能通过第一玻璃盖板照射在第一太阳能吸收涂层上，第一太阳能吸收涂层将太阳能转化为热能，在第一温差发电器的上方作为热端；第一温差发电机下方通过第一导热硅胶与换热通道连接，在第一温差发电器的下方作为冷端，换热通道与第一压板之间构成第一空气流道。

[0029] 一种PV/T模块，PV/T模块采用单玻型或双玻型；

[0030] 单玻型的PV/T模块包括从上至下依次设置的第二玻璃盖板、第二空气间隙、单玻光伏组件、第二导热硅胶、第二温差发电机、第三导热硅胶、PEM电解槽、第一温度传感器、第二空气流道、第二压板和第二保温层；

[0031] 双玻型的PV/T模块包括从上至下依次设置的第二玻璃盖板、第二空气间隙、双玻光伏组件、第二太阳能吸收涂层、第二温差发电机、第三导热硅胶、PEM电解槽、第一温度传感器、第二空气流道、第二压板和第二保温层。

[0032] 本发明的优点在于：

[0033] (1) 本发明将温差发电机分别安装于太阳能集热器和PV/T模块内，利用温差发电器的热端与冷端的温差产生电能，将低品位的热能转化为高品位的电能，提高了系统能量的品质。同时，PV/T模块中冷端的设置降低了光伏组件的工作温度，增加了光伏组件电能的输出，收集的热量用于提高PEM电解槽的运行温度，提升了电解槽的电解效率。系统热电联产的模式增加了太阳能的利用率、系统能量的综合利用率。

[0034] (2) 本发明的储供能一体系统，可以采用太阳能集热器作为第一级加热，采用PV/T模块作为第二级加热，提高了PEM电解槽中的水温，避免了由于光伏板遮挡，而导致PV/T模块加热温度偏低，或使用聚光型PV/T而使得系统结构复杂、维护繁琐和温度过高的问题，提高了PEM电解槽的电解效率。

[0035] (3) 本发明相较于其他光伏制氢系统，将磁化水装置分别安装在第一回路出口处、第二回路出口处及PV/T模块进口处，磁场的洛伦兹力提供能量断裂水的氢氧键，降低PEM电解水制氢过程中的过电位，进而实现高效的电解水制氢。

[0036] (4) 本发明在检测到水质电导率过高时，自动切换到树脂过滤器通道，保证了PEM电解槽入口水质的洁净度。

[0037] (5) 本发明的太阳能集热器还作为热泵回路的蒸发器，可根据气候条件，选择性吸收太阳能或空气中的热能为制冷剂换热通道中的制冷剂提供热量，让制冷剂加速蒸发为气体，再进入压缩机中，经过压缩机压缩后转化为高温热能，从而加热保温水箱中的水温，解决了PEM电解槽“冷启动”的问题，相对于采用电加热水温，使用高能效比的热泵加热水温，降低了能源的损耗，另一方面热泵根据天气情况，具有太阳能热泵加热模式及空气源热泵加热模式两种加热模式，提高了热泵回路的灵活性及工作效率。

[0038] (6) 本发明可对系统的稳定运行进行调控。具体的：保温水箱中的水温过低时，启动热泵回路提高水温，解决了PEM电解槽“冷启动”的问题；当检测到PEM电解槽温度过高时，通过太阳能集热器与PV/T模块的空气通道对电解槽内的水温进行散热，保障了PEM电解槽的安全稳定运行。

[0039] (7) 本发明的储供能一体系统还具备供热水模式与建筑供暖模式两种供热模式，能够满足生活用水与取暖的需求，供电、供暖的多种运行模式提高了系统的能量利用率，丰

富了能量的利用形式。

[0040] (8) 本发明一体化设计的太阳能集热器、PV/T模块内还设有空气流道,提高了设备的紧凑型与功能性,减少了土地、建筑空间的占用。

[0041] (9) 本发明的储供能一体系统,能够根据电网的需求调节供电模式,当电网电力充足时,利用光伏组件与温差发电器将电能转化为氢能进行储存,而当电网运行高峰用电紧张时,光伏组件与温差发电器将电能输入电网,以及将储氢罐中的氢能通入氢燃料电池中转化为电能输入电网。

[0042] (10) 本发明根据PV/T模块中光伏组件的单玻和双玻两种类型,分别提供了使用导热硅胶将单玻光伏组件与温差发电器紧密粘结、以及使用太阳能吸收涂层附着于温差发电器上方的两种方案,提高了模块内的热能利用率,扩大了PV/T模块的适用范围。

## 附图说明

[0043] 图1为太阳能集热器结构示意图。

[0044] 图2为太阳能集热器换热盘管结构示意图。

[0045] 图3为单玻型PV/T模块结构示意图。

[0046] 图4为双玻型PV/T模块结构示意图。

[0047] 图5为太阳能集热器与PV/T模块空气循环结构示意图。

[0048] 图6为磁化水装置结构示意图。

[0049] 图7为保温水箱结构示意图。

[0050] 图8为电力控制调控结构示意图。

[0051] 图9为本发明的储供能一体系统的结构示意图。

[0052] 附图标记说明:

[0053] 1-太阳能集热器;2-PV/T模块;3-保温水箱;4-第一电磁阀;5-第一水泵;6-第一磁化水装置;7-四通换向阀;8-止回阀;9-电导率仪;10-第二磁化水装置;11-第二电磁阀;12-膨胀阀;13-压缩机;14-第三电磁阀;15-第二水泵;16-第三磁化水装置;17-储氢罐;18-燃料电池;19-逆变器;20-电网;第四电磁阀-21;第五电磁阀-22;第六电磁阀-23;第七电磁阀-24;风机-25;第八电磁阀-26;第九电磁阀-27;树脂过滤器-28;

[0054] 101-第一玻璃盖板;102-第一空气间隙;103-第一太阳能吸收涂层;104-第一温差发电器;105-第一导热硅胶;106-换热通道;1061-水换热通道;1062-制冷剂换热通道;107-第一空气流道;108-第一压板;109-第一保温层;110-第一边框;

[0055] 201-第二玻璃盖板;202-第二空气间隙;2031-单玻光伏组件;2032-双玻光伏组件;2041-第二导热硅胶;2042-第二太阳能吸收涂层;205-第二温差发电器;206-第三导热硅胶;207-PEM电解槽;208-第一温度传感器;209-第二空气流道;210-第二压板;211-第二保温层;212-第二边框;213-功率调节器;214-防护罩;

[0056] 301-第一出口;302-第二出口;303-第三出口;304-第一入口;305-第二入口;306-第一换热盘管;307-第二换热盘管;308-第二温度传感器;309-用户端;

[0057] 401-不锈钢盖板;402-第一磁场屏蔽材料;403-第一强磁铁;404-水流通道;405-第二强磁铁;406-第二磁场屏蔽材料;407-不锈钢底板。

## 具体实施方式

[0058] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

### [0059] 实施例1

[0060] 本发明的太阳能集热器1的剖视图,如图1所示,太阳能集热器1包括从上至下依次设置的第一玻璃盖板101、第一空气间隙102、第一太阳能吸收涂层103、第一温差发电器104、第一导热硅胶105、换热通道106、第一空气流道107、第一压板108和第一保温层109,以及第一边框110。

[0061] 相比于传统太阳能集热器将太阳光吸收在集热板上,再设置换热通道将集热板的热量吸收,本实施例取消了集热板的安装,将原来太阳光-集热板-温差发电器的换热路径替代为太阳光-温差发电器换热路径,减少了集热板将热量传递到温差发电器上所存在的热损失。

[0062] 太阳能通过第一玻璃盖板101照射在第一太阳能吸收涂层103上,第一太阳能吸收涂层103将太阳能转化为热能,在第一温差发电器104的上方作为热端;第一温差发电器104下方通过第一导热硅胶105与换热通道106紧密连接,在第一温差发电器104的下方作为冷端,第一温差发电器104的热端与冷端形成的温差将产生电能;换热通道106与第一压板108之间构成第一空气流道107,具体的,第一导热硅胶105将换热通道106紧密粘结在第一温差发电器104的下方,换热通道106与第一压板108上表面及第一温差发电器104下表面构成的空腔区域为第一空气流道107;第一压板108的作用是在开启空气循环时,避免第一保温层109内的保温材料被空气吹起,导致第一空气流道107堵塞。

[0063] 太阳能集热器1的换热通道106的结构示意图,如图2所示。换热通道106由水换热通道1061和制冷剂换热通道1062组成,采用第一导热硅胶105将第一温差发电器104与水换热通道1061和制冷剂换热通道1062紧密连接。

[0064] 水换热通道1061用于对水进行换热,经水换热通道1061加热后的水即可用于PEM电解槽207进行电解水制氢。制冷剂换热通道1062用于流经制冷剂。

### [0065] 实施例2

[0066] 本发明的光伏/光热模块即PV/T模块2的结构示意图,如图3和图4所示,图3为单玻型PV/T模块的剖视图,图4为双玻型PV/T模块的剖视图。

[0067] 如图3所示,单玻型的PV/T模块2包括从上至下依次设置的第二玻璃盖板201、第二空气间隙202、单玻光伏组件2031、第二导热硅胶2041、第二温差发电器205、第三导热硅胶206、PEM电解槽207、第一温度传感器208、第二空气流道209、第二压板210和第二保温层211,以及第二边框212。

[0068] 第二玻璃盖板201与单玻光伏组件2031之间的第二空气间隙202的作用是为PV/T模块2进行保温,减小PV/T模块2内热量通过第二玻璃盖板201向周围环境进行扩散。单玻光伏组件2031下方通过第二导热硅胶2041与第二温差发电器205紧密连接,第二温差发电器205的上方通过吸收单玻光伏组件2031的热量而作为第二温差发电器205的热端,第二温差发电器205的下方通过第三导热硅胶206与PEM电解槽207相连,PEM电解槽207对第二温差发

电器205的下方进行冷却,在第二温差发电器205的下方作为冷端。

[0069] 图4与图3相比,区别之处在于双玻型的PV/T模块2采用的是双玻光伏组件2032。不同于单玻光伏组件2031不透光的背板材料,双玻光伏组件2032的背面为透光玻璃结构,因此在第二温差发电器205的上表面设置有第二太阳能吸收涂层2042,太阳光将透过第二玻璃盖板201、双玻光伏组件2032照射在第二太阳能吸收涂层2042上,第二太阳能吸收涂层2042将太阳能转化为热能,在第二温差发电器205的上表面作为热端。具体的,可以通过夹具或螺栓将双玻光伏组件2032下方即背面与第二温差发电器205的上表面紧密连接(图中未画出),提高了双玻光伏组件2032与第二温差发电器205的热传导性能。需要说明的是,双玻型光伏组件2032的透光率越高,第二温差发电器205接收到的热量越高,而双玻型光伏组件2032的可用输出功率也随之减少,因此本实施例的双玻型光伏组件2032的透光率选用30%。

[0070] 单玻型PV/T模块和双玻型PV/T模块两种技术方案的优势在于,通过PEM电解槽207作为冷端吸收了光伏组件的热量,提升了光伏组件的电效率与功率输出,第二温差发电器205还能够通过上方和下方形成的温差输出电能,此外PEM电解槽207通过吸收第二温差发电器205下方的热量,提高了电解槽内部的电解温度,进而提升了电解槽的电解效率。

[0071] 本发明根据PV/T模块中光伏组件(单玻/双玻型)的类型,分别提供了使用导热硅胶2041将单玻光伏组件2031与第二温差发电器205紧密粘结、以及使用第二太阳能吸收涂层2042附着于第二温差发电器205上方的两种方案,提高了模块内的热能利用率,具有较高的普适性,扩大了PV/T模块的适用范围。

[0072] 其中,温差发电器是利用塞贝克效应,将热能直接转换成电能的一种发电器件。光伏组件是太阳能发电系统中的核心部分,其作用是将太阳能转化为电能。光伏/光热(PV/T)技术是将光伏和光热结合在一起,可实现较高的太阳能利用率。

[0073] 实施例3

[0074] 图5为太阳能集热器1(实施例1)与PV/T模块2(实施例2)的空气循环结构示意图,太阳能集热器1的第一空气流道107通过风管与风机25相连,风机25与太阳能集热器1之间设置有第四电磁阀21,PV/T模块2的第二空气流道209通过风管与风机25相连,风机25与PV/T模块2之间设置有第五电磁阀22。PV/T模块2与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第六电磁阀23、第七电磁阀24。太阳能集热器1与室外环境、室内环境连接的管道上分别设置有第八电磁阀26、第九电磁阀27。本实施例中,由室内环境进入太阳能集热器1或PV/T模块2的空气被加热后会再次进入室内环境,由室外环境进入太阳能集热器1或PV/T模块2的空气被加热后会再次进入室外环境。

[0075] PEM电解槽207内的第一温度传感器208检测到温度超过95度时,启动风机25,打开第四电磁阀21与第八电磁阀26,和/或打开第五电磁阀22与第六电磁阀23;其中,开启第五电磁阀22与第六电磁阀23的作用是对PV/T模块2内的PEM电解槽207进行风冷降温;开启第四电磁阀21与第八电磁阀26的作用是对太阳能集热器1进行散热降温,降低流入PEM电解槽207的进水温度;用户可根据实际散热需求同时打开两种散热方式或只选择打开一种散热方式;通过该方案可以对PEM电解槽207的温度进行热调控,防止PEM电解槽207内部温度过热,对PEM电解槽207造成不可逆的损伤或安全事故风险,保障PEM电解槽207的稳定运行。

[0076] 本发明中,将第一温差发电器104和第二温差发电器205分别安装于太阳能集热器

1和PV/T模块2内,利用温差发电器的热端与冷端的温差产生电能,将低品位的热能转化为高品位的电能,提高了系统能量的品质。此外PV/T模块2中冷端的设置还降低了PV/T模块2的工作温度,增加了光伏组件电能的输出,收集的热量用于提高PEM电解槽207的运行温度,提升了电解效率,系统热电联产的模式增加了太阳能的利用率、系统能量的综合利用率;此外一体化设计的太阳能集热器1、PV/T模块2内分别还设有第一空气流道107、第二空气流道209,提高了设备的紧凑型与功能性,减少了土地、建筑空间的占用。

#### [0077] 实施例4

[0078] 图6为磁化水装置的剖视图,磁化水装置包括从上至下依次设置的不锈钢盖板401,第一磁场屏蔽材料402、第一强磁铁403、水流通道404、第二强磁铁405、第二磁场屏蔽材料406、不锈钢底板407;强磁铁可采用钕铁硼永磁铁,磁场屏蔽材料为导磁材料,能够避免漏磁现象的发生,导磁材料可选用铁;水流通道404的材质为不导磁材料,有利于磁场穿透并对水进行磁化,材料可选用塑料、铜等。

[0079] 磁场的洛伦兹力提供能量断裂水的氢氧键,降低PEM电解水制氢过程中的过电位,通过设置磁化水装置对水进行预先的磁化,能够提高电解水的制氢效率。

#### [0080] 实施例5

[0081] 图7为保温水箱结构示意图,保温水箱3的第一出口301与第二出口302设在一侧;第一出口301为水流出出口,第二出口302为制冷剂出口;保温水箱的第一入口304、第二入口305、第三出口303和纯水注水口设在一侧;第一入口304为水流入口,第二入口305为制冷剂入口,第三出口303为水流出出口。

[0082] 保温水箱3内设有第一换热盘管306与第二换热盘管307,第一换热盘管306作为冷凝管,分别与压缩机13、膨胀阀12相连接,第一换热盘管306的作用是让制冷剂在冷凝管中与保温水箱内的水进行换热,进而加热保温水箱内的水;第二换热盘管307与用户端309连接,第二换热盘管307是用户端309通向保温水箱内的换热通道,用户端冷水流经第二换热盘管307,通过保温水箱内的水加热第二换热盘管307中流经的用户端冷水,满足用户日常的用水需求。此外保温水箱3内还设有第二温度传感器308,用于监测保温水箱3内的水温。

#### [0083] 实施例6

[0084] 图8为电力控制调控结构示意图,太阳能集热器1内的第一温差发电机104的输出导线、PV/T模块2内的第二温差发电机205的输出导线和PV/T模块2内的光伏组件(单玻光伏组件2031、双玻光伏组件2032)的输出导线均与功率调节器213连接,用于将温差发电机、光伏组件产生的电量输入至功率调节器213中。

[0085] 功率调节器213的输出端与PV/T模块2内的PEM电解槽207相连接,向PEM电解槽207提供用于进行电解水制氢的电量。PEM电解槽207与储氢罐17、氢燃料电池18和功率调节器213依次连接,用于将电解水制氢得到的氢气转换为电能输入至功率调节器213中。

[0086] 所述功率调节器213通过导线与逆变器19相连接,将来自氢燃料电池18、光伏组件、第一温差发电机104和第二温差发电机205中任意一个或多个的直流电转化为交流电后再接入电网20中。

[0087] 同时,功率调节器213还具有最大功率调节与过压保护功能,保证光伏组件和温差发电机在最大功率点输出的同时,还能避免输出电压高于PEM电解槽207或其他负载所设定的额定电压。

[0088] 本实施例的功率调节器213设置于PV/T模块2的侧边并安装于防护罩214内(如图3所示),防护罩214的作用是防止灰尘或雨水损坏功率调节器213的正常运行。

[0089] 实施例7

[0090] 基于上述实施例1-6,本发明的一种基于光伏光热、温差发电和磁化水制氢的储供能一体系统,其结构示意图如图9所示。

[0091] 系统包括:由保温水箱3的第一出口301、第一电磁阀4、第一水泵5、第一磁化水装置6、太阳能集热器1的水换热通道1061、四通换向阀7、止回阀8、电导率仪9、第二磁化水装置10、PV/T模块2的PEM电解槽207、保温水箱3的第一入口304依次连接组成的第一回路;由保温水箱3的第二出口302、第二电磁阀11、膨胀阀12、太阳能集热器1的制冷剂换热通道1062、压缩机13、保温水箱3第二入口305依次连接组成的第二回路;由保温水箱3的第三出口303、第三电磁阀14、第二水泵15、第三磁化水装置16、四通换向阀7、止回阀8、电导率仪9、第二磁化水装置10、PV/T模块2、PEM电解槽207、保温水箱3的第一入口304依次连接组成的第三回路。

[0092] 第一回路与第三回路均为水回路;第二回路为制冷剂回路即热泵回路,管道内的工质为制冷剂,如R-134a等。

[0093] 特别的,第一回路与第三回路进行水循环时,当电导率仪9检测到水质电导率高于 $5\mu\text{s}/\text{cm}$ 时,将进入水质过滤回路,即四通换向阀7切换到由树脂过滤器28、电导率仪9和第二磁化水装置10组成的回路,树脂过滤器28将对管道内的循环水进行纯化,避免水箱内的纯水在不断循环过程中被污染而引起水质不合格,造成PEM电解槽207被损伤。当电导率仪9检测到水质电导率低于 $2\mu\text{s}/\text{cm}$ ,停止水质过滤,四通换向阀7切换回由止回阀8、电导率仪9和第二磁化水装置10组成的回路中。

[0094] 当保温水箱3内第二温度传感器308检测到水温低于 $10^{\circ}\text{C}$ 时,关闭第一电磁阀4。此时若为白天且太阳光照条件较好时,开启第二电磁阀11,第三电磁阀14,开启太阳能热泵循环,利用太阳能辐射为制冷剂换热通道1062中的制冷剂提供热量;若在阴雨天气或夜间条件下,需开启第二电磁阀11、第四电磁阀21、第八电磁阀26和风机25,开启空气源热泵循环,利用空气中的热能为制冷剂换热通道1062中的制冷剂提供热量。太阳能热泵循环与空气源热泵循环分别指利用太阳能辐射或空气中的热能为制冷剂换热通道1062中的制冷剂提供热源,让制冷剂加速蒸发为气体,再进入压缩机13中,经过压缩机13压缩后转化为高温热能,进而通过冷凝管即(第一换热管306)加热保温水箱3中的水温。当水箱温度高于 $30^{\circ}\text{C}$ 时,热泵回路停止运行。该方案采用太阳能热泵加热模式或空气源热泵加热模式提高水温,解决了PEM电解槽207“冷启动”的问题,相对于采用电加热水温,使用高能效比的热泵加热水温,降低了能源的损耗,另一方面根据天气情况,具有太阳能热泵加热模式及空气源热泵加热模式两种加热模式的选择,提高了热泵回路的灵活性及工作效率。

[0095] 太阳能热泵循环时,制冷剂代替水为第一温差发电器104的下表面进行冷却,因此第一温差发电器104仍然工作。此时关闭了第一电磁阀4,这是因为太阳能集热器1内的冷却通道由水换热通道1061切换为制冷剂换热通道1062。开启第三电磁阀14是因为开启第三回路通过PV/T模块2吸收太阳能,PV/T模块2一方面将热能通过水循环通入保温水箱3中,另一方面通过冷却水使第二温差发电器205出现温差,降低光伏组件的温度,进而增加电能的输出。

[0096] 太阳能热泵循环时,将第一温差发电机104、第二温差发电机205与光伏组件发出的电能通入电网中,值得注意的是,此时由于水温较低不进行电解水制氢。

[0097] 第一回路中,太阳能集热器1作为第一级加热装置,对水进行初步加热,进一步提高PV/T模块2内PEM电解槽207的入口水温,避免了由于光伏板遮挡,而导致PV/T模块加热温度偏低,或使用聚光型PV/T而使得系统结构复杂、维护繁琐、温度过高的问题,提高了PEM电解槽的电解效率。

[0098] 在第一回路与第三回路的水流出口处分别设置了第一磁化水装置6、第三磁化水装置16,在PV/T模块2的水流入口处设置了第二磁化水装置10,使得水在流出保温水箱3时进行第一次磁化,在流入PV/T模块2内的PEM电解槽207前进行第二次磁化,该方案的优势在于磁场的洛伦兹力提供能量断裂水的氢氧键,降低PEM电解水制氢过程中的过电位,进而提高电解水制氢的效率。

[0099] 实施例8

[0100] 本发明的储供能一体系统(实施例7)包含应用于场景一的运行模式一与应用于场景二的运行模式二。所述运行模式一适用于电力发达区域或加氢站使用,所述运行模式二适用于电力资源紧缺地区。此外还设计两种供热模式作为补充选择。

[0101] 场景一:当电网电量充足,或光伏组件与温差发电机发出的电能供给电网后有富余时,光伏组件与温差发电机产生的电能开始进行电解水制氢,将电能转换为氢能存储在储氢罐中。此时开启第一电磁阀4,关闭第二电磁阀11与第三电磁阀14,循环水由保温水箱3经过太阳能集热器1流入PV/T模块2中的PEM电解槽207中,再流回保温水箱3。保温水箱3中的水经过不断升温,当用户有生活热水需求时,可将用户端309的生活用水通入保温水箱3内的第二换热盘管307进行加热。

[0102] 在场景一下:还能够实现建筑供暖功能,开启风机25、第四电磁阀21、第五电磁阀22、第七电磁阀24和第九电磁阀27进行空气循环,室内空气经过太阳能集热器1及PV/T模块2加热后再通入建筑结构内。同时将第一电磁阀4和第一水泵5关闭,开启热泵回路,并根据气候条件选择开启太阳能热泵循环即仅开启第二电磁阀11,或开启空气源热泵循环即开启第二电磁阀11,第四电磁阀21和第八电磁阀26。开启热泵回路的原因是太阳能集热器1或PV/T模块2引入空气循环后,对水的加热效果会降低,因此开启热泵回路为保温水箱3补充热量。此外在太阳能热泵加热模式下,打开第三电磁阀14,开启第三回路循环,对PV/T模块2进行冷却,以使得第二温差发电机205产生足够的温差,提升系统电能的产出,并为PEM电解槽207供应电解水。

[0103] 场景二:当光伏组件与温差发电机产生的电能不足以缓解电网用电紧张时,光伏组件与温差发电器的电能全部通过功率调节器213、逆变器19转化为交流电通向电网。储氢罐17向氢燃料电池18供给氢气,氢燃料电池18将化学能转化为电能,再通过功率调节器213、逆变器19接入电网中。此时若是晴朗天气,第一电磁阀4与第一水泵5为开启状态,第二电磁阀11与第三电磁阀14处于关闭状态,开启第一水泵5虽会消耗一定的电能,但循环水能吸收光伏组件的热量,对光伏组件起到冷却作用,并且增加了温差发电机冷热端的温差,提高了光伏组件、温差发电器的输出功率,并且循环水还将吸收的热能存储在保温水箱中,以备后期制氢或用户端生活用水使用。

[0104] 本发明能够根据电网的需求调节供电模式,当电网电力充足时,利用光伏组件与

温差发电机将电能转化为氢能进行储存,而当电网运行高峰用电紧张时,光伏组件与温差发电机将电能输入电网和/或将储氢罐中的氢能通入氢燃料电池中转化为电能;此外系统还具备供热水模式与建筑供暖模式两种供热模式,能够满足生活用水与取暖的需求,供电/暖的多种运行模式提高了系统的能量利用率,丰富了能量的利用形式。

[0105] 以上仅为本发明创造的较佳实施例而已,并不用以限制本发明创造,凡在本发明创造的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明创造的保护范围之内。

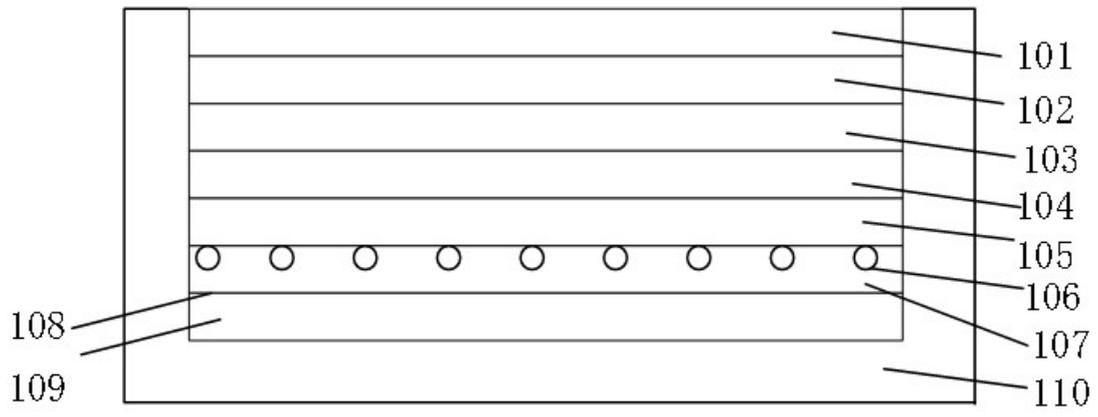


图 1

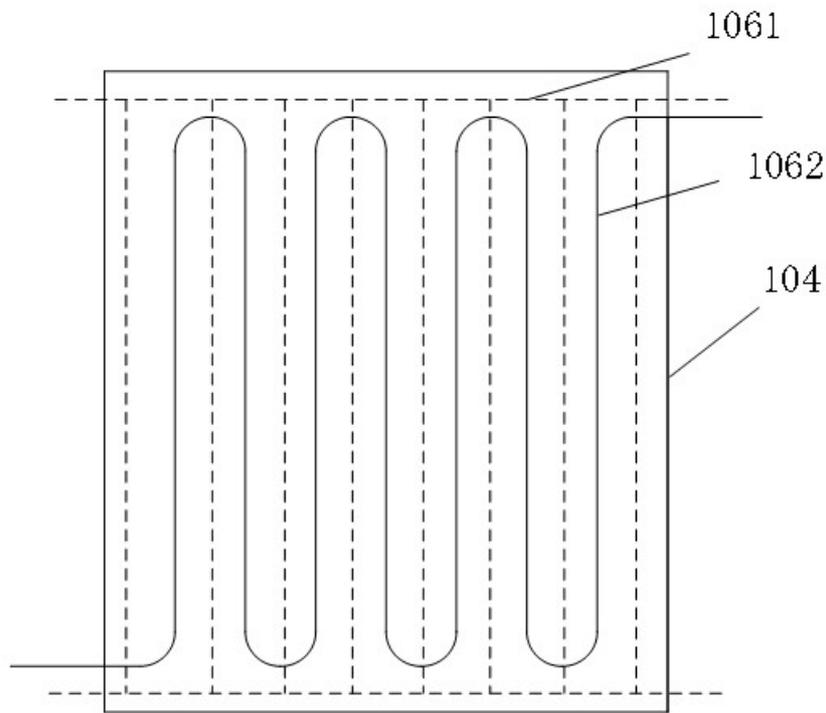


图 2



图 3

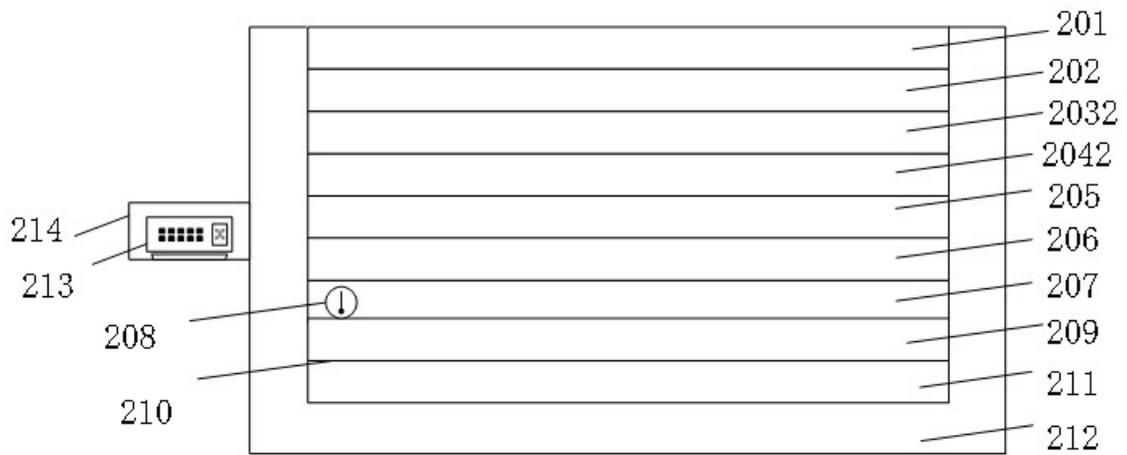


图 4

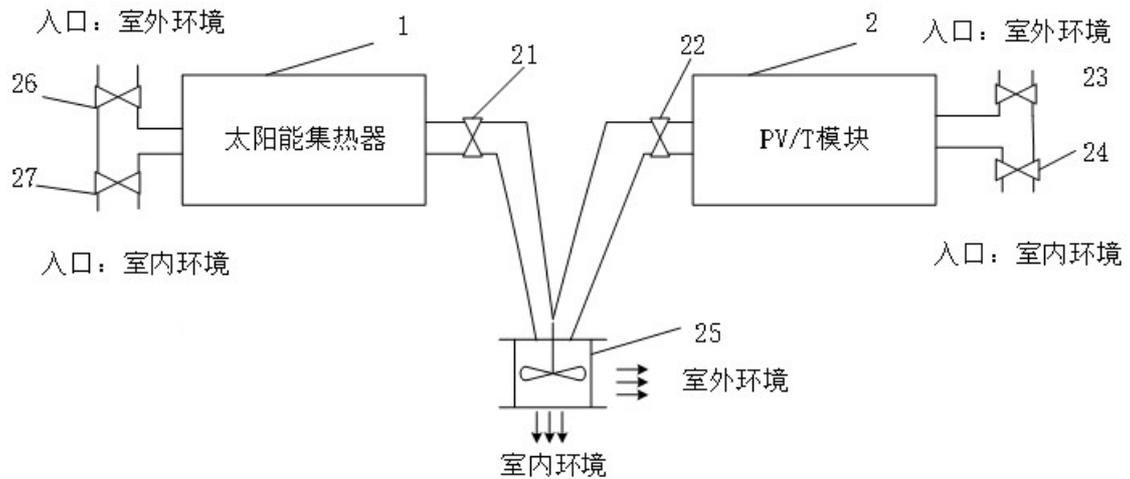


图 5

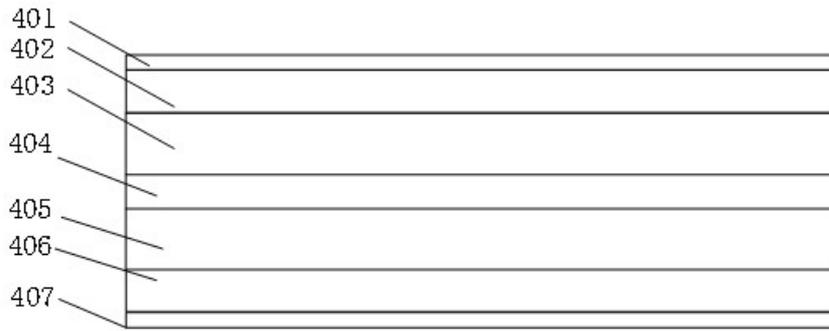


图 6

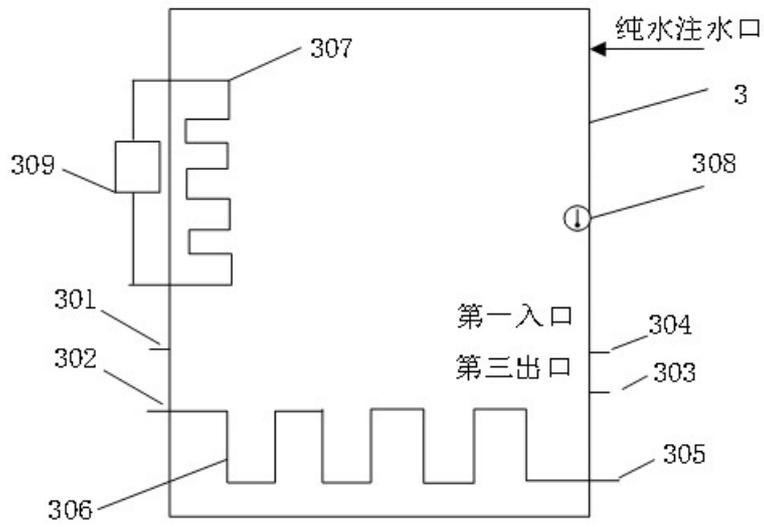


图 7

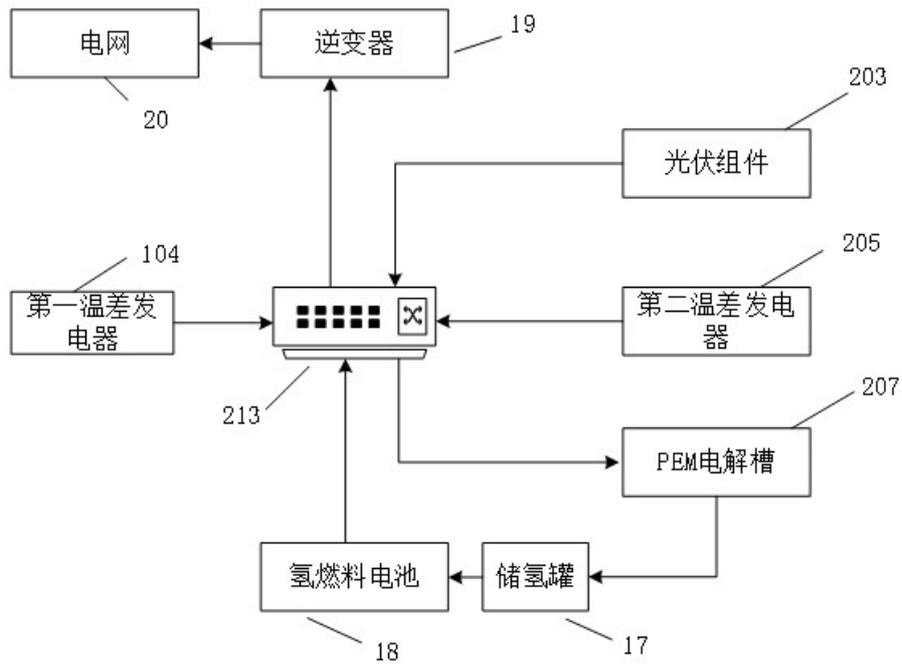


图 8

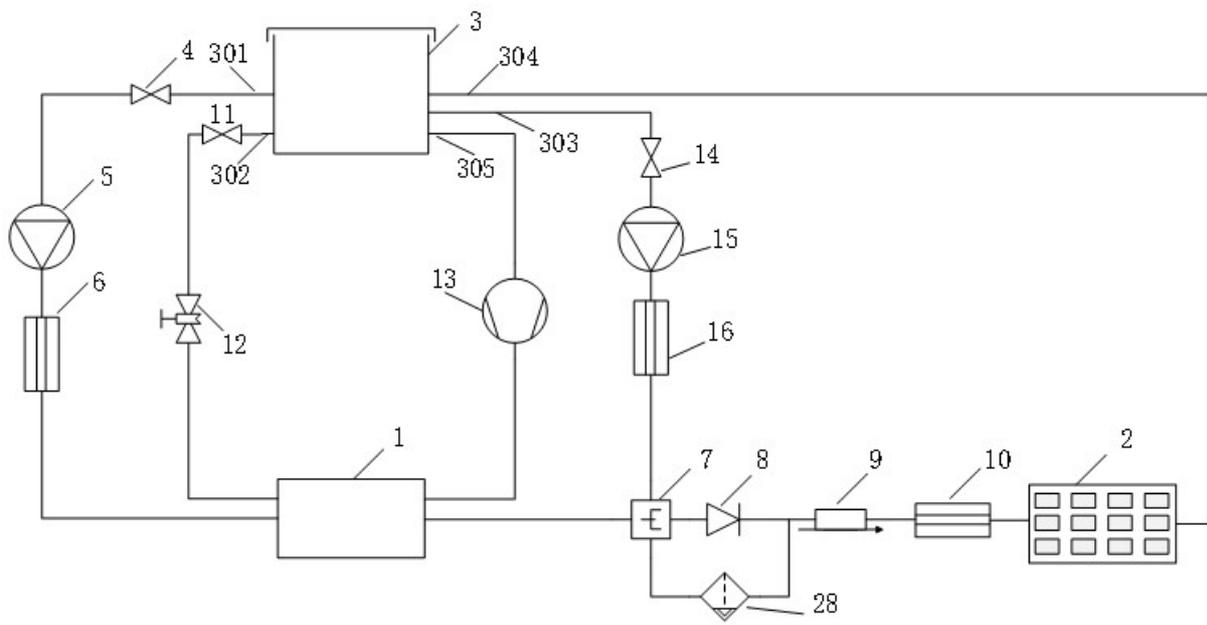


图 9