



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112555786 B

(45) 授权公告日 2021.12.10

(21) 申请号 202011395670.X

H02N 11/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.03

审查员 许伟阳

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112555786 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 马挺 陈斯蔚 许金海 张瑜轩

张斌 王培宇

(74) 专利代理机构 北京迎硕知识产权代理事务

所(普通合伙) 11512

代理人 钱扬保 张群峰

(51) Int.Cl.

F22B 1/00 (2006.01)

F24S 20/20 (2018.01)

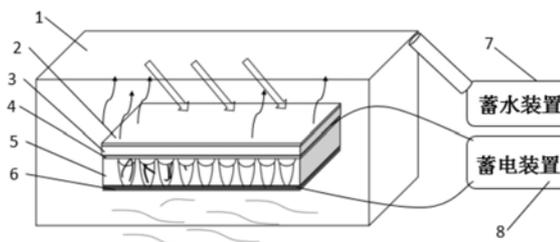
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

## (54) 发明名称

一种基于太阳能界面蒸发的温差发电装置

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,包括太阳能收集结构,界面蒸发结构,温差发电结构及蓄水结构。太阳能收集结构包括太阳能吸收层,透明罩及绝热层。太阳辐射能被转化为热能并直接加热多孔热电浮子上界面;界面蒸发结构包括多孔热电浮子及亲水纤维。液态水由孔路自浮子下界面渗透至上界面,被集中加热并转化为高温蒸汽;温差发电结构主要包括多孔热电浮子和蓄电装置。多孔热电浮子利用上下界面的气液温差进行发电并储存在蓄电装置中;蓄水结构用于收集冷凝后的高温蒸汽。本发明可以用于发电并实现海水淡化或水净化,实现太阳能向电能和热能等的转化。



1. 一种基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,包括透明罩(1)、绝热层(2)、太阳能吸收层(3)、亲水纤维(4)、多孔热电浮子(5)、疏水表面(6)、蓄水装置(7)、蓄电装置(8),其特征在于多孔热电浮子(5)由热电材料制成,内部结构疏松并分布有自上而下的通孔,通孔供亲水纤维(4)插入,搭建了水通道,孔径与亲水纤维直径相近;所有的通孔中均分布有亲水纤维(4);多孔热电浮子上界面(9)分布有亲水纤维(4)上端部并与太阳吸收层(3)相接,下界面(10)部分浸没在水中;太阳能吸收层(3)转化的热能直接加热多孔热电浮子上界面(9);液态水在毛细作用和亲水纤维(4)的芯吸作用下不断向上渗透,由孔路自多孔热电浮子下界面(10)渗透至上界面(9),并在上界面(9)被集中加热,转化为高温蒸汽;由于多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)之间存在很大的气液温差,基于塞贝克效应,多孔热电浮子(5)能够实现温差发电功能。

2. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于多孔热电浮子(5)由碳纳米管热电材料等轻质热电材料制成,浮动的蒸发结构可以使水的蒸发量最大化。

3. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于疏水表面(6)由特殊材料如疏水涂层制成,紧贴多孔热电浮子(5)下界面;疏水表面(6)抑制了多孔热电浮子与水的热对流,减少了热损失。

4. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于绝热层(2)由透明,绝热且透气的材料如气凝胶制成,位于透明罩(1)下方,叠加在太阳能吸收层(3)上方;绝热层(2)抑制了装置与空气的热对流,减少了热损失。

5. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于透明罩(1)由玻璃等材料制成;透明罩(1)覆盖装置的上部和四周,装置的下部浸没在水中;透明罩(1)仅允许可见光辐射通过,不允许长波辐射通过,减少了装置向外界的辐射散热。

6. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于太阳能吸收层(3)以高吸收率低发射率材料如碳基材料或者等离子材料制成,位于绝热层(2)下方,叠加在多孔热电浮子上界面(9)和亲水纤维(4)上方;太阳能吸收层(3)吸收透过透明罩(1)和绝热层(2)的太阳光并转化为热能,驱动界面蒸发及温差发电;太阳能吸收层(3)和绝热层(2)表面疏松,允许蒸汽透过。

7. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于亲水纤维(4)由纺织材料如羊毛等制成;所有的通孔中均分布有亲水纤维(4);亲水纤维(4)的下端部通过小孔通道插入水中,呈丝状;亲水纤维(4)的中部复合在通孔中,能隔绝大部分由通孔向下的导热;亲水纤维(4)的上端部呈丝状,散布在多孔热电浮子上界面(9),上端被夹在多孔热电浮子上界面(9)与太阳能吸收层(3)之中;亲水纤维(4)对液态水具有很强的芯吸作用,液态水经亲水纤维(4)由通孔渗透到多孔热电浮子上界面(9),并在该界面被集中加热;亲水纤维(4)复合在通孔内部,隔绝了大部分由通孔向下的导热,减少了热损失。

8. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于蓄电装置(8)由以电容为主的储电电子元件制成;蓄电装置通过导线与多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)连接,从透明罩上引出,收集多孔热电浮子(5)温差发电产生的电能。

9. 根据权利要求1所述的基于太阳能界面蒸发的温差发电装置,其特征在于管路自透明罩(1)上部引出与蓄水装置(7)相连;液态水在多孔热电浮子上界面(9)汽化后,透过太阳

能吸收层(3)及绝热层(2)向上运动至透明罩(1);蒸汽经过疏导管路汇聚至蓄水装置(7),自然冷凝为纯净的液态水。

## 一种基于太阳能界面蒸发的温差发电装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于太阳能的温差发电装置和界面蒸发装置,特别涉及一种在能源、化工、环保等领域中使用的太阳能热电蒸发装置。

### 背景技术

[0002] 在没有聚光的太阳能驱动蒸发系统中,例如一般的太阳能蒸馏器,热量的产生发生在吸收器的表面,而蒸汽的产生发生在系统的其它地方。热量和蒸汽产生的这种分离导致从热量产生到蒸发表面的温度下降,大大增加了热损失,并且导致太阳能蒸馏器中的蒸发效率相对较低,仅为30-45%。

[0003] 近年来,公开文献提出了一种界面蒸发技术来改善液体表面的热定位,并在降低的光学浓度下成功地实现了约90%的蒸发效率。该方法选择性地加热水的界面而不是整个水体。这种由太阳能驱动的界面蒸发避免了体积加热,虽然减少了热损失,但是蒸汽携带的大量热量并没有被有效利用且不能实现全天候高效蒸发。

[0004] 塞贝克效应(Seebeck Effect)又称作第一热电效应,是指由于两种不同电导体或半导体的温度差异而引起两种物质间的电压差的热电现象。近年来,已有技术能对碳纳米管进行掺杂处理,通过掺杂不同的元素,碳纳米管会分别展现出类似P型半导体和N型半导体的性质。耦合两种碳纳米管就能得到一个密度很小的热电单元,能通过两端的温差发电。

[0005] 与太阳能界面蒸发装置相比,本申请装置通过结合温差发电技术,利用蒸汽及液态水之间的气液温差,将热能转化为电能,并储存在蓄电装置中,从而实现了太阳能向热能及电能的转化,提高了太阳能的利用效率;本申请装置在实现界面蒸发的同时温差发电,通过收集电能,应用领域为无线传感器供电等,而对比装置不具备热电转化的技术,也无法应用到上述领域。

[0006] 与现有发明(CN106208811)公开的一种基于碳材料蒸发发电的热电转换装置相比,现有发明利用热源与冷源之间的温差,实现蒸发发电,并循环液态工质;而本发明的能量完全来自于太阳能,并收集冷凝后的高温蒸汽,还通过亲水纤维与浮子通孔复合的设计将界面上的水吸附到热界面上,实现了热浓缩,提高了蒸汽温度和气液温差,增强了发电效率;本申请装置蒸发得到的水可以收集后再利用,同时实现温差发电和界面蒸发,二者效果互相协同促进,应用领域可以为海水淡化、蒸汽产生和水净化等。而对比文件只是封闭系统,自然不可能同时实现温差发电和界面蒸发,也无法应用到上述领域。

[0007] 由于这些优点,本发明的目的是在紧凑、独立和便携式系统中利用太阳能界面蒸发技术并结合温差发电,最大化地利用太阳能。

### 发明内容

[0008] 透明罩(1)覆盖装置的上部和四周,装置的下部浸没在水中,仅允许可见光辐射通过,不允许长波辐射通过,减少了装置向外界的辐射散热;绝热层(2)位于透明罩(1)下方,叠加在太阳能吸收层(3)上方,抑制了装置与空气的热对流,减少了热损失;太阳能吸收层

(3) 位于绝热层(2)下方,叠加在多孔热电浮子上界面(9)和亲水纤维(4)上方,吸收透过透明罩(1)和绝热层(2)的太阳光并转化为热能,驱动界面蒸发及温差发电。太阳能吸收层(3)和绝热层(2)表面疏松,允许蒸汽透过。

[0009] 多孔热电浮子(5)内部结构疏松具有自上而下的通孔,通孔供亲水纤维(4)插入,搭建了水通道,孔径与亲水纤维直径相近,内部形状没有特殊要求。所有的通孔中均分布有亲水纤维(4);亲水纤维(4)的下端部通过小孔通道插入水中,呈丝状;亲水纤维(4)的中部复合在通孔中,能隔绝大部分由通孔向下的导热;亲水纤维(4)的上端部呈丝状,散布在多孔热电浮子上界面(9),上端部被夹在多孔热电浮子上界面(9)与太阳能吸收层(3)之中;亲水纤维(4)对液态水具有很强的芯吸作用,增强了汲水能力;并复合在通孔内部,隔绝了大部分由通孔向下的导热,减少了热损失;多孔热电浮子上界面(9)分布有亲水纤维(4)上端部并与太阳吸收层(3)相接,下界面(10)部分浸没在水中;太阳能吸收层(3)吸收的辐射能直接加热多孔热电浮子上界面(9);液态水在毛细作用和亲水纤维(4)的芯吸作用下不断向上渗透,由孔路自多孔热电浮子下界面(10)渗透至上界面(9),并在上界面(9)被集中加热,最终转化为高温蒸汽;由于多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)之间存在很大的气液温差,基于塞贝克效应,多孔热电浮子(5)能够实现温差发电功能。

[0010] 管路自透明罩(1)上部引出与蓄水装置(7)相连;液态水在多孔热电浮子上界面(9)汽化后,透过太阳能吸收层(3)及绝热层(2)向上运动至透明罩(1);蒸汽经过疏导管路汇聚至蓄水装置(7),自然冷凝为纯净的液态水;蓄电装置通过导线与多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)连接,从透明罩上引出,收集多孔热电浮子(5)温差发电产生的电能。

[0011] 本发明具有以下优点:本发明利用气液温差发电,实现了太阳能向电能的转化,提高了太阳能的利用效率;本发明能克服传统的太阳能驱动蒸发装置蒸发效率低的问题,可应用于海水淡化,蒸汽产生和水净化等领域;本发明提高了太阳能热电装置的紧凑性,并且轻便易携。

[0012] 本发明对太阳能界面蒸发装置进行了改进,结合了温差发电技术,将漂浮在水面上的多孔浮子设计成热电材料,利用热浓缩和渗透作用搭建的温度梯度实现温差发电,提高了太阳能的利用效率。

## 附图说明

[0013] 图1是装置总体结构图。

[0014] 图2是装置拆分图,为了简洁,图2只画出了部分通孔中的亲水纤维(4),其实所有的通孔中均分布有亲水纤维(4)。

## 具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的描述,不能理解为是对本发明的限制。

[0016] 实施例一。

[0017] 本发明采用的技术方案包括温差发电结构、太阳能收集结构,界面蒸发结构及蓄水结构。

[0018] 温差发电结构包括多孔热电浮子(5)和蓄电装置(8)。多孔热电浮子(5)由碳纳米

管热电材料等轻质热电材料制成,在装置吸收太阳能辐射进行界面蒸发时,太阳能辐射热量直接加热多孔热电浮子上界面(9),使其迅速升温。液态水在毛细作用和亲水纤维(4)的芯吸作用下不断向上渗透,由孔路自多孔热电浮子下界面(10)渗透至上界面(9),并在上界面(9)被集中加热,最终转化为高温蒸汽。由于多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)之间存在很大的气液温差,基于塞贝克效应,多孔热电浮子(5)能够实现温差发电功能。蓄电装置通过导线与多孔热电浮子上界面(9)和下界面(10)连接,从透明罩上引出,收集多孔热电浮子(5)温差发电产生的电能。

[0019] 太阳能收集结构包括透明罩(1)、绝热层(2)和太阳能吸收层(3)。透明罩(1)覆盖装置的上部和四周,仅允许可见光辐射通过,不允许长波辐射通过,减少了装置向外界的辐射散热;绝热层(2)减少了装置与空气的热对流;太阳能吸收层(3)吸收透过透明罩(1)和绝热层(2)的太阳光并转化为热能;最终,太阳能收集结构集聚太阳能辐射热量并向下传递至界面蒸发结构,驱动界面蒸发和温差发电。

[0020] 界面蒸发结构包括多孔热电浮子(5)和亲水纤维材料(4),多孔热电浮子(5)由轻质材料制成,能够漂浮在水中,形成浮动的蒸发结构;亲水纤维(4)的下端部通过小孔通道插入水中,呈丝状;亲水纤维(4)的中部复合在通孔中;亲水纤维(4)的上端部呈丝状,散布在多孔热电浮子上界面(9),上端部被夹在多孔热电浮子上界面(9)与太阳能吸收层(3)之中。亲水纤维(4)对液态水具有很强的吸附作用,并复合在通孔内部,隔绝了大部分由通孔向下的导热;疏水表面(6)使得多孔热电浮子下界面(10)难以与水通过热对流而发生热交换,进一步避免了热量散失。具体实施时装置下端即多孔热电浮子下界面(10)部分浸没在水中,液态水通过毛细和芯吸作用向上渗透,到达多孔热电浮子上界面(9),在该界面被集中加热,转变为高温蒸汽。

[0021] 蓄水结构用于收集蒸汽。管路自透明罩(1)上部引出与蓄水装置(7)相连(如附图)。液态水在多孔热电浮子上界面(9)汽化后,透过太阳能吸收层(3)及绝热层(2)向上运动至透明罩(1)。蒸汽经过疏导管路汇聚至蓄水装置(7),自然冷凝为纯净的液态水。

[0022] 本发明所列举的实施例,只是用于帮助理解本发明,不应理解为对本发明保护范围的限定,对于本技术领域的普通技术人员而言,还可以对本发明进行改进和修饰或者采用类似的结构进行替代,在不脱离本发明思想精神或者超越所附权利要求书定义的范围下,这些改进、修饰和替代等也落入本发明权利要求保护的范围。

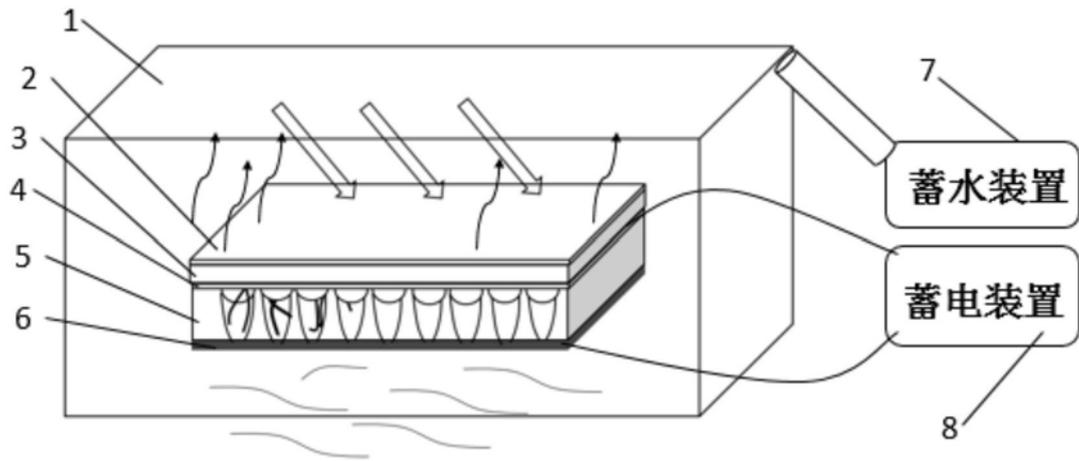


图1

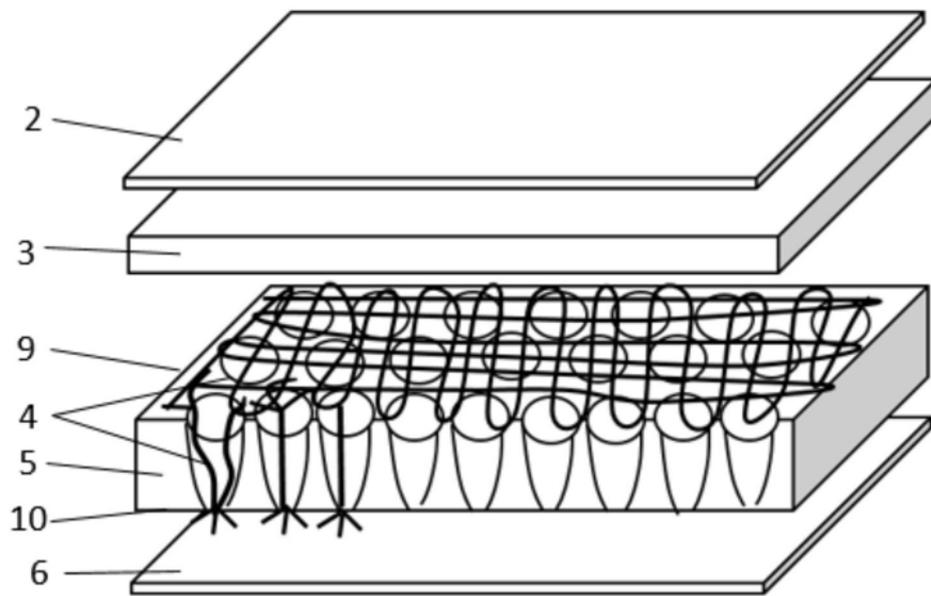


图2