



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108285185 A

(43)申请公布日 2018.07.17

(21)申请号 201810233319.7

(22)申请日 2018.03.21

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 何奎 张立志

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 蔡克永

(51)Int.Cl.

C02F 1/08(2006.01)

C02F 1/14(2006.01)

C02F 103/08(2006.01)

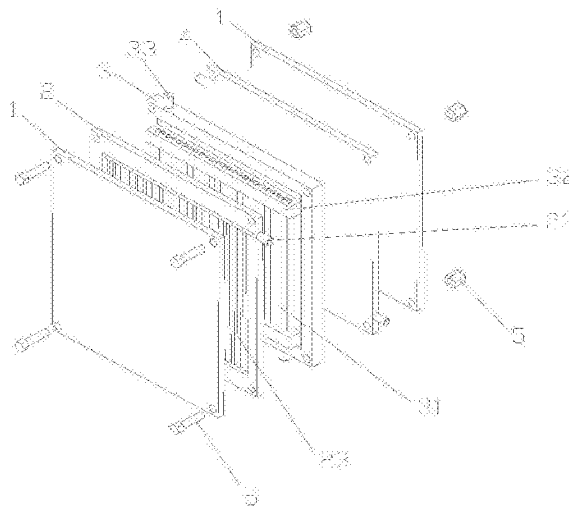
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器
及其淡化方法

(57)摘要

本发明公开了一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器及其淡化方法。两块结构相同的密封盖板;通过螺栓组件依次夹持在两块密封盖板之间的第一沟槽板、中空纤维膜组件和第二沟槽板;第一沟槽板的一面为光滑平面,另一面为布满沟槽的沟槽面,该沟槽面与密封盖板之间形成沟槽腔;沟槽面上具有冷水出入口,在光滑平面的内底侧开凿有一淡水出水槽;本海水淡化器既可以直接利用太阳能作为热能驱动膜式蒸发-冷却这一海水淡化过程,也可以在夜间利用其它低品位能源驱动这一过程,从而实现昼夜不间断生产。



1. 一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于包括:两块结构相同的密封盖板(1);通过螺栓组件(5)依次夹持在两块密封盖板(1)之间的第一沟槽板(2)、中空纤维膜组件和第二沟槽板(4);

所述中空纤维膜组件包括:框体(3)、中空纤维膜(31);所述中空纤维膜(31)通过固定在其两端的槽架(32),纵向间隔排布在框体(3)的框架内;

所述中空纤维膜(31)的上下端管口,通过槽架(32)的槽口,分别与框体(3)上侧的海水入口(33)和下侧的海水出口(34)连通;

所述第一沟槽板(2)的一面为光滑平面,另一面为布满沟槽(23)的沟槽面,该沟槽面与密封盖板(1)之间形成沟槽腔;沟槽面上侧具有一冷水入口(21),下侧具有一冷水出口(22),在光滑平面的内底侧开刻凿有一淡水出水槽(24),淡水出水槽(24)的底部刻凿有一淡水出口(25),该淡水出口(25)延伸至第一沟槽板(2)的外部;

所述第二沟槽板(4)的结构与第一沟槽板(2)的结构相同;

所述第一沟槽板(2)和第二沟槽板(4)的光滑平面分别与框体(3)密封贴合,使得中空纤维膜(31)和淡水出水槽(24)被密封在一个蒸气腔室(35)内。

2. 根据权利要求1所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于:所述中空纤维膜(31)由数根中空纤维膜管构成,该中空纤维膜管的直径小于槽架(32)的厚度;所述两块密封盖板(1)、第一沟槽板(2)、第二沟槽板(4)、框体(3)和槽架(32)均为透明塑料材质。

3. 根据权利要求2所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于:所述第一沟槽板(2)和第二沟槽板(4)的厚度为1mm,沟槽的深度及宽度小于1mm。

4. 根据权利要求3所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于:所述槽架(32)与框体(3)为过盈配合。

5. 根据权利要求3所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于:所述中空纤维膜管的表面涂覆炭黑涂层。

6. 根据权利要求3所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其特征在于:所述蒸气腔室(35)呈工字型结构。

7. 一种海水淡化方法,其特征在于采用权利要求1至5中任一项所述模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器实现,其包括如下步骤:

冷水由冷水入口(21)分别进入第一沟槽板(2)和第二沟槽板(4)的沟槽腔内,再由冷水出口(22)流出,冷水对第一沟槽板(2)和第二沟槽板(4)进行冷却;海水通过海水入口(33)进入中空纤维膜(31),再由海水出口(34)流出;在此过程中,中空纤维膜(31)上的炭黑涂层直接吸收太阳能,从而使中空纤维膜(31)内的海水温度升高到50摄氏度以上作为原料水;或者直接采用太阳能集热器加热的海水作为原料水;

由于中空纤维膜(31)管体内外存在水蒸气浓度差,从而使得中空纤维膜(31)内海水以水蒸气形式蒸发出来,在蒸气腔室(35)内,空气中水蒸气迅速达到饱和,饱和水蒸气经过自然扩散,在第一沟槽板(2)和第二沟槽板(4)的光滑平面的冷凝作用下,冷凝成淡水,淡水在该光滑平面的亲水表面不断聚集,最终在重力作用下进入淡水出水槽(24)汇集后,由淡水出口(25)排出,进而完成海水淡化处理。

8. 根据权利要求7所述海水淡化方法,其特征在于,所述冷水的水温为15℃~25℃。

一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器及其淡化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海水淡化技术领域,尤其涉及一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器及其淡化方法。

背景技术

[0002] 由于淡水资源的匮乏,海水淡化技术存在巨大的市场。海水淡化即利用海水脱盐生产淡水,是指将含盐量为35000mg/L的海水淡化至含盐量在1000mg/L以下的淡水。国际上主流的海水淡化技术包括反渗透、低温多效和多级闪蒸等。据报道,截止2015年中期,全球海水淡化技术中反渗透占总产能的65%,多级闪蒸占21%,电去离子占7%,电渗析占3%,纳滤占2%,其他占2%。

[0003] 目前海水淡化的主流技术是反渗透技术和多级闪蒸技术。反渗透法具有产量大,出水品质高的优点,但也存在设备投资大,运行成本高的缺陷。另外,反渗透利用高压差作为操作条件,增压泵等设备比较笨重,可移动性差。相比反渗透技术,多级闪蒸技术能耗比反渗透方法高20%,因此为了降低海水生产成本,所采取的能源尽量使用工厂产生的废热资源,由于成本较高,这些技术都不适用于经济欠发达、人口较少的海岛地区使用。

[0004] 从经济性角度来说,目前的海水淡化技术还存在建设成本高,运行成本高的特点,只适用于经济较为发达和人口众多的地区,对于只有少量人口的岛屿地区,还需要开发更加便宜,运行成本更低,维护更加方便的新技术。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器及其淡化方法。本发明实现蒸发器集热器一体化,中空纤维膜既作为蒸发器又作为集热器,直接利用太阳能作为驱动能源,结构简单,模块化设计有利于海水淡化量放大和维修保养,有效解决现有海水淡化设备投资高和运行维护成本高等问题。

[0006] 本发明通过下述技术方案实现:

[0007] 一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其包括:两块结构相同的密封盖板1;通过螺栓组件5依次夹持在两块密封盖板1之间的第一沟槽板2、中空纤维膜组件和第二沟槽板4;

[0008] 所述中空纤维膜组件包括:框体3、中空纤维膜31;所述中空纤维膜31通过固定在其两端的槽架32,纵向间隔排布在框体3的框架内;

[0009] 所述中空纤维膜31的上下端管口,通过槽架32的槽口,分别与框体3上侧的海水入口33和下侧的海水出口34连通;

[0010] 所述第一沟槽板2的一面为光滑平面,另一面为布满沟槽23的沟槽面,该沟槽面与密封盖板1之间形成沟槽腔;沟槽面上侧具有一冷水入口21,下侧具有一冷水出口22,在光滑平面的内底侧开刻凿有一淡水出水槽24,淡水出水槽24的底部刻凿有一淡水出口25,该淡水出口25延伸至第一沟槽板2的外部;

- [0011] 所述第二沟槽板4的结构与第一沟槽板2的结构相同；
- [0012] 所述第一沟槽板2和第二沟槽板4的光滑平面分别与框体3密封贴合，使得中空纤维膜31和淡水出水槽24被密封在一个蒸气腔室35内。
- [0013] 所述第一沟槽板2和第二沟槽板4的厚度为1mm，沟槽的深度及宽度小于1mm。
- [0014] 所述中空纤维膜31由数根中空纤维膜管构成，该中空纤维膜管的直径小于槽架32的厚度；所述两块密封盖板1、第一沟槽板2、第二沟槽板4、框体3和槽架32均为透明塑料材质。
- [0015] 所述槽架32与框体3为过盈配合。
- [0016] 所述中空纤维膜管的表面涂覆炭黑涂层。
- [0017] 所述蒸气腔室35呈工字型结构。
- [0018] 一种海水淡化方法，其包括如下步骤：
- [0019] 冷水由冷水入口21分别进入第一沟槽板2和第二沟槽板4的沟槽腔内，再由冷水出口22流出，冷水对第一沟槽板2和第二沟槽板4进行冷却；海水通过海水入口33进入中空纤维膜31，再由海水出口34流出；在此过程中，中空纤维膜31上的炭黑涂层直接吸收太阳能，从而使中空纤维膜31内的海水温度升高到50摄氏度以上作为原料水；或者直接采用太阳能集热器加热的海水作为原料水；
- [0020] 由于中空纤维膜31管体内外存在水蒸气浓度差，从而使得中空纤维膜31内海水以水蒸气形式蒸发出来，在蒸气腔室35内，空气中水蒸气迅速达到饱和，饱和水蒸气经过自然扩散，在第一沟槽板2和第二沟槽板4的光滑平面的冷凝作用下，冷凝成淡水，淡水在该光滑平面的亲水表面不断聚集，最终在重力作用下进入淡水出水槽24汇集后，由淡水出口25排出，进而完成海水淡化处理。
- [0021] 所述冷水的水温为15℃～25℃，最好是20℃常温水。
- [0022] 本发明相对于现有技术，具有如下的优点及效果：
- [0023] 本发明模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器，利用经过表面改性的中空纤维膜作为透湿膜，其既可以作为直接吸收太阳能的结构，又作为水蒸气和海水分离的结构，再利用透明材质的密封盖板以及沟槽板的沟槽腔的冷却作用，对饱和水蒸气进行冷凝，从而产生淡水。
- [0024] 本发明结构简单，体积小，高度集成，可模块化放大，经过初步计算每平方米淡化器海水淡化速度为1kg～5kg/h，尤其适用于一些人口稀少的海岛地区家庭生产饮用水使用，也可以作为船舶应急淡水制取装置。
- [0025] 综上所述，本发明既可以直接利用太阳能作为热能驱动膜式蒸发-冷却这一海水淡化过程，也可以在夜间利用其它低品位能源（如太阳能储热）驱动这一过程，从而实现昼夜不间断生产。本发明本身采用模块化设计，结构简单，可扩展性强，该装置可解决海岛等地区居民生活用水问题，也可以为海上航行的船只提供紧急备用水源。

附图说明

- [0026] 图1为本发明模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器的爆炸结构示意图。
- [0027] 图2为第一沟槽板和第二沟槽板的结构示意图。
- [0028] 图3为框体及其蒸气腔室的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0030] 实施例

[0031] 如图1-3所示。本发明公开了一种模块化太阳能中空纤维膜海水淡化器,其包括:两块结构相同的密封盖板1;通过螺栓组件5依次夹持在两块密封盖板1之间的第一沟槽板2、中空纤维膜组件和第二沟槽板4;

[0032] 所述中空纤维膜组件包括:框体3、中空纤维膜31(PVDF透湿膜);所述中空纤维膜31通过固定在其两端的槽架32,纵向、间隔排布在框体3的框架内;

[0033] 所述中空纤维膜31的上下端管口,通过槽架32的槽口,分别与框体3上侧的海水入口33和下侧的海水出口34连通;

[0034] 所述第一沟槽板2的一面为光滑平面(经过Hydro 300亲水处理),另一面为布满沟槽23的沟槽面,该沟槽面与密封盖板1之间形成沟槽腔;沟槽面上侧具有一冷水入口21,下侧具有一冷水出口22,在光滑平面的内底侧开刻凿有一淡水出水槽24,淡水出水槽24的底部刻凿有一淡水出口25,该淡水出口25延伸至第一沟槽板2的外部;

[0035] 所述第二沟槽板4的结构与第一沟槽板2的结构相同;

[0036] 所述第一沟槽板2和第二沟槽板4的光滑平面与框体3密封贴合,使得中空纤维膜31和淡水出水槽24被密封在一个蒸气腔室35内。

[0037] 为提高第一沟槽板2和第二沟槽板4的传导效率,所述第一沟槽板2和第二沟槽板4的厚度大约为1-1.5mm,沟槽的深度及宽度小于1mm。当然,具体厚度可根据实际应用而定。

[0038] 所述中空纤维膜31由数根中空纤维膜管构成,该中空纤维膜管的直径小于槽架32的厚度;所述两块密封盖板1、第一沟槽板2、第二沟槽板4、框体3和槽架32均为透明塑料材质(PMMA有机玻璃)。所述中空纤维膜支架、外框和超薄塑料换热器材料均为高品质。

[0039] 所述槽架32与框体3为过盈配合。

[0040] 所述中空纤维膜管的表面涂覆(纳米级)炭黑涂层。

[0041] 所述蒸气腔室35呈工字型结构。

[0042] 中空纤维膜管包含直径1mm左右的中空纤维膜,因此能够形成的比表面积可达 $3140\text{m}^2/\text{m}^3$,极大强化海水蒸发速度。

[0043] 本发明海水淡化方法,可通过如下步骤实现:

[0044] 冷水由冷水入口21分别进入第一沟槽板2和第二沟槽板4的沟槽腔内,再由冷水出口22流出,冷水对第一沟槽板2和第二沟槽板4进行冷却;海水通过海水入口33进入中空纤维膜31,再由海水出口34流出;在此过程中,中空纤维膜31上的炭黑涂层直接吸收太阳能,从而使中空纤维膜31内的海水温度升高到50摄氏度以上作为原料水;若在夜间也可以直接使用太阳能集热器或其他方法加热的海水作为原料水;

[0045] 在对第一沟槽板2和第二沟槽板4的冷却作用下,由于中空纤维膜31管体内外存在水蒸气浓度差,从而使得中空纤维膜31内海水以水蒸气形式蒸发出来,在蒸气腔室35内,空气中水蒸气迅速达到饱和,饱和水蒸气经过自然扩散,在第一沟槽板2和第二沟槽板4的光滑平面的冷凝作用下,冷凝成淡水,淡水在该光滑平面的亲水表面不断聚集,最终在重力作用下进入淡水出水槽24汇集后,由淡水出口25排出,进而完成海水淡化处理。

[0046] 如上所述,便可较好地实现本发明。

[0047] 本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

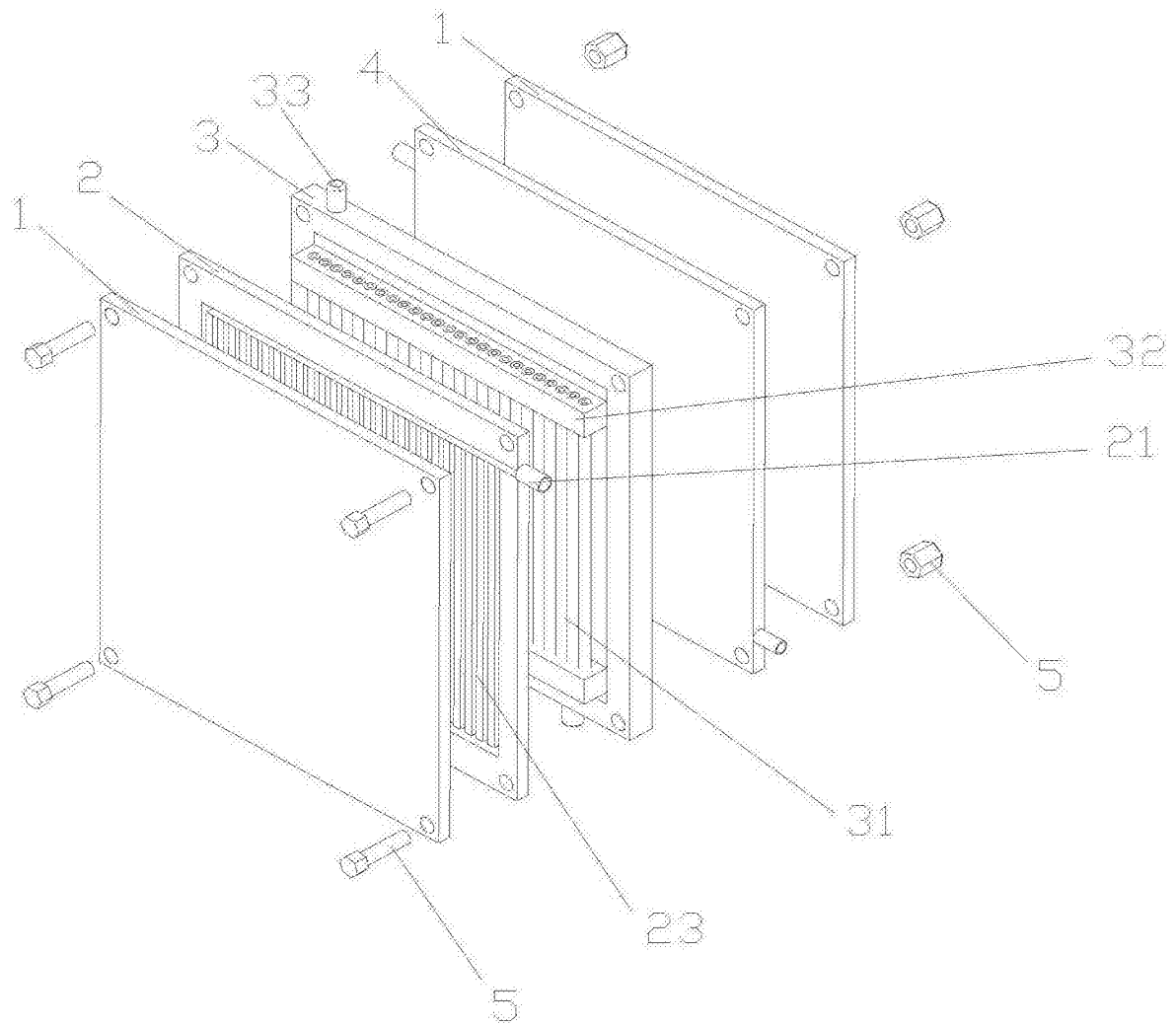


图1

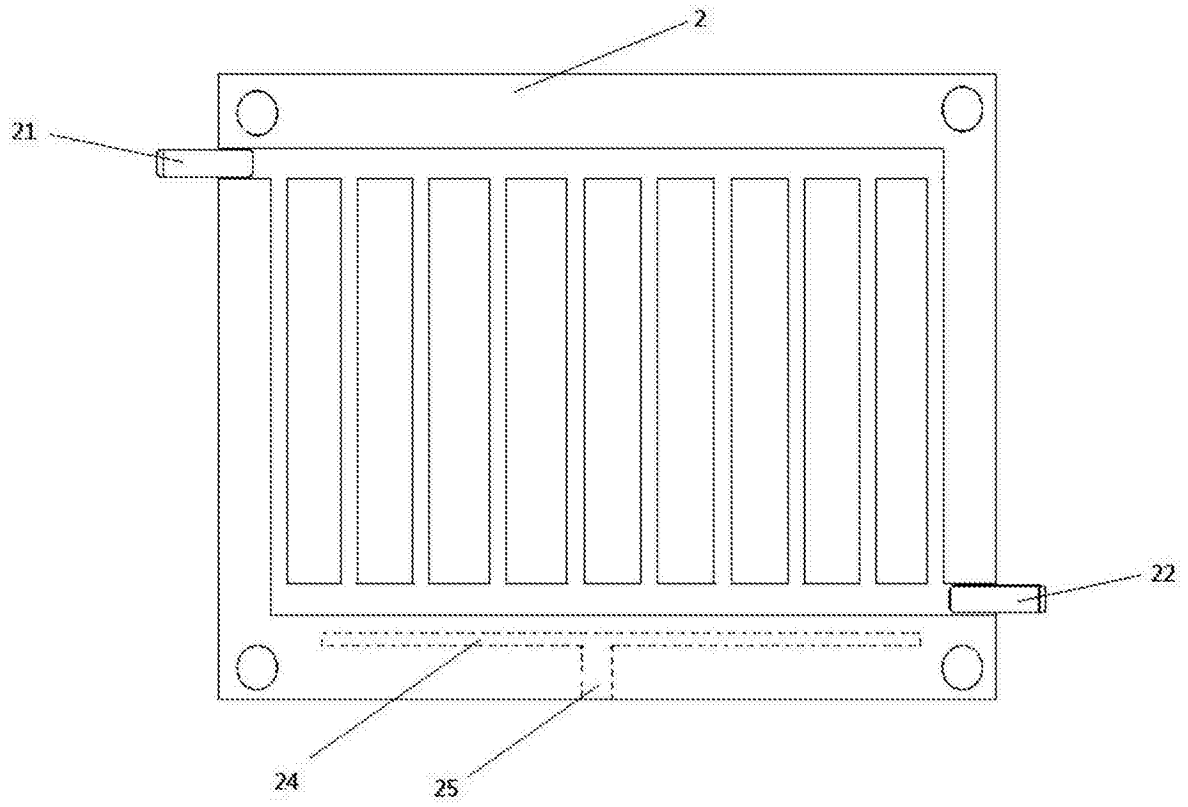


图2

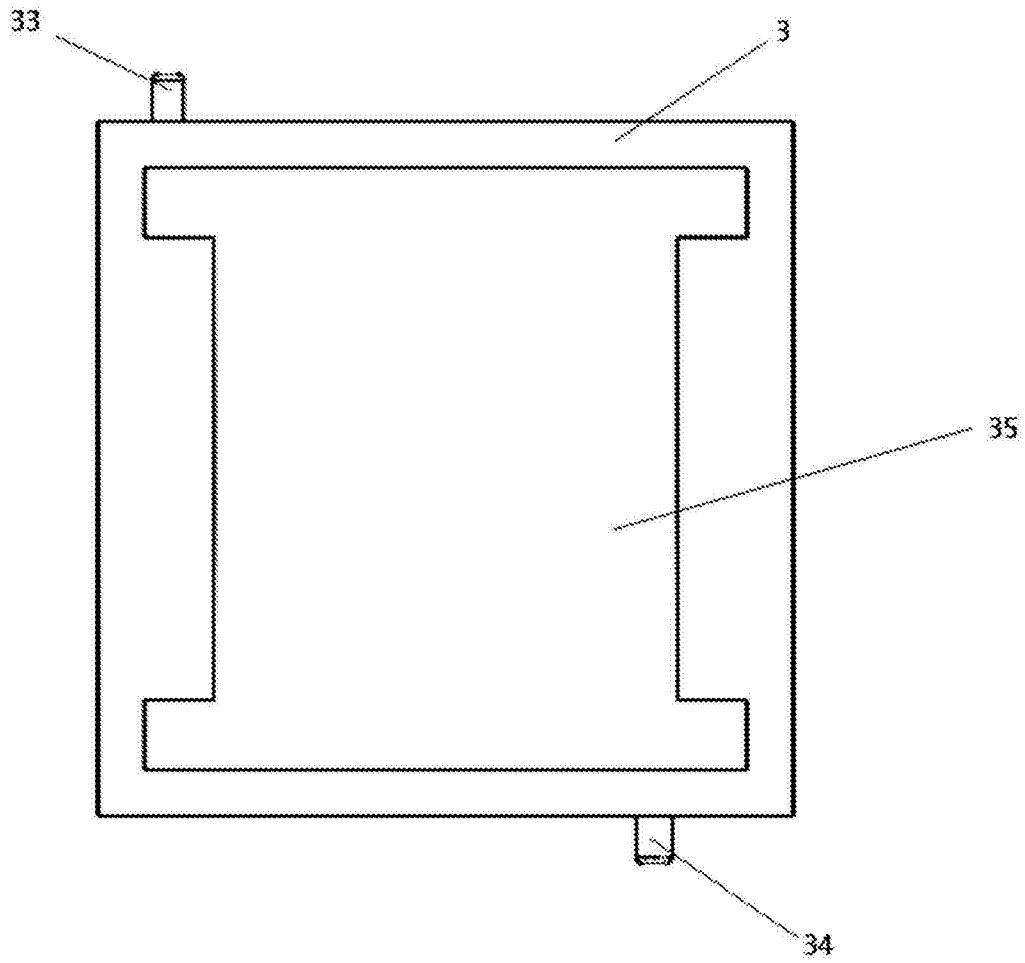


图3