



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109336207 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201811469372.3

(22)申请日 2018.11.28

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

(72)发明人 杨诺 彭桂龙 代浩

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心  
42201

代理人 曹葆青 李智

(51)Int.Cl.

C02F 1/14(2006.01)

C02F 1/04(2006.01)

C02F 103/08(2006.01)

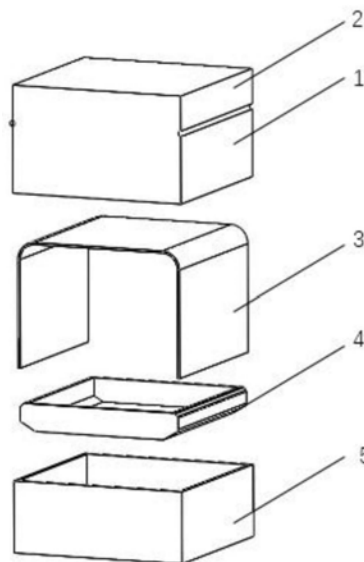
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54)发明名称

一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置

### (57)摘要

本发明属于水处理技术领域,公开了一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置。该蒸馏装置包括无盖水箱、水箱盖、纳米布料以及水收集部件,无盖水箱下方设有储液槽,水箱盖设于所述无盖水箱的上面,所述纳米布料一部分与水箱盖的下面贴合设计,一部分浸入储液槽内的液体中,所述水收集部件包括冷凝槽,所述冷凝槽为敞口的中空结构,悬浮于所述储液槽内的液体上,且所述冷凝槽面向所述水箱盖的一侧表面设有毛细结构。本发明能够实现在充分利用太阳能资源的基础上实现水蒸气与待蒸发水的热交换,同时通过毛细作用快速吸收、运输冷凝水,有效避免了凝聚水对太阳光的散射,进而在显著提高净水处理的效率基础上进一步提升了太阳能的利用率。



1. 一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,包括无盖水箱(1)、水箱盖(2)、纳米布料(3)以及水收集部件(4),其中,

所述无盖水箱(1)下方设有储液槽(5),该储液槽(5)为所述悬挂式蒸馏装置的底座,用于存储待蒸发的液体;所述水箱盖(2)设于所述无盖水箱(1)的上方,且该水箱盖(2)的形状与所述无盖水箱(1)的形状相匹配,用于接收太阳光;

所述纳米布料(3)一部分与水箱盖(2)的下面贴合设计,一部分浸入储液槽(5)内的液体中,用于吸附待蒸发的液体并利用所述水箱盖(2)接收的太阳能将其吸附的待蒸发的液体转化为向下流动的水蒸气;

所述水收集部件(4)包括冷凝槽(41),所述冷凝槽(41)为敞口的中空结构,悬浮于所述储液槽(5)内的液体上,且所述冷凝槽(41)面向所述水箱盖(2)的一侧表面设有毛细结构,用于吸收纳米布料(3)蒸发出来的水蒸气并与所述储液槽(5)内的液体产生热交换进而将水蒸气冷凝聚水。

2. 根据权利要求1所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述毛细结构为采用沉积、旋涂、喷涂、棒涂、编织或压焊工艺铺设于所述冷凝槽(41)表面的具有多孔结构的微米线或纳米线。

3. 根据权利要求2所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述微米线或纳米线的直径小于100微米;所述微米线或纳米线所构成的多孔结构的孔径小于10毫米。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述纳米布料(3)的两端分别浸入储液槽(5)内的液体中,且所述纳米布料(3)的两端浸入液体的深度分别大于1mm。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述水箱盖(2)为透明夹层结构,且夹层结构内填充有空气或真空。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述水箱盖(2)上设有多个夹持件。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述无盖水箱(1)的顶部设有卡槽(12),所述水箱盖(2)的下部设有凸起(21),且所述卡槽(12)与所述凸起(21)对应设置,使得凸起(21)能够可拆卸的卡接在所述卡槽(12)内。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述冷凝槽(41)的外周设有倒角(42),优选的,所述倒角(42)为圆倒角。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述冷凝槽(41)的底部或侧边设置有出水管。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的悬挂式蒸馏装置,其特征在于,所述纳米布料(3)与所述冷凝槽(14)的垂直距离不大于3cm,优选的,所述纳米布料(3)与所述冷凝槽(14)的垂直距离为2cm。

## 一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于太阳能海水淡化/净化污水等水处理技术领域,更具体地,涉及一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置。

### 背景技术

[0002] 饮水问题是全球面临的主要问题之一,大多数健康问题都是由于缺乏干净的饮用水引起的。而近几十年来,世界各地的降雨量不足,更是导致水体盐度增加。环境的污染又进一步加剧了清洁淡水缺乏的程度。解决淡水缺乏最重要的手段之一就是海水淡化。一般而言,海水淡化技术大致分为两类:热法淡化技术和膜法淡化技术。在热法淡化技术中,淡水是通过加热海水使水蒸发和冷凝蒸汽而获得,这些技术种类繁多,包括多效蒸馏(MED),多级闪蒸(MSF),热蒸汽压缩(TVC),机械蒸汽压缩(MVC),加湿-除湿(HDH)和太阳能蒸馏器等。而膜淡化技术则利用选择性透过膜将盐和水分离开来。膜法淡化通常使用压力驱动盐水分离过程,该过程不需要发生相变,膜淡化技术主要包括反渗透(RO)技术和电渗析(ED)技术。

[0003] 其中,太阳能海水淡化技术相比于使用燃油、电能等高品位能源的传统技术而言有诸多优点。太阳能不依赖于能源燃料的远程输运,几乎不受地理位置的影响,能源成本为0,因此具有很好的可普及性;同时,太阳能是清洁可再生能源,环保无污染,符合当前加强环境保护的全球趋势。除海水淡化外,污水净化也是补充洁净淡水的重要途径。传统蒸馏器包括一个楔形腔体,内部装有海水,通过吸收太阳辐射,使得海水和底部温度上升,以促进海水蒸发,水蒸气会在玻璃盖板上凝结并附着在玻璃上,冷凝水在重力的作用下沿着玻璃向下流动然后进入收集槽从而完成蒸发淡化过程。基于上述的传统蒸馏器原理,现有技术发展出了许多不同种类的太阳能蒸发器,例如阶梯式蒸发器和倾斜芯型蒸发器,但由于大量热损失使得传统的蒸发器的太阳能利用效率通常都低于50%。同时,现有技术在海水/污水中加入纳米颗粒,如纳米金属颗粒、纳米金属氧化物、纳米碳材料等,通过纳米颗粒的高热导率使得(低品位热能)的吸收效率,系统传热性能等显著提升,纳米流体对太阳能也有高的吸收率,从而纳米颗粒与海水/污水形成的纳米流体有效增加了系统的淡水产量。

[0004] 然而,基于纳米技术的蒸馏器仍然存在许多问题。一方面由于蒸馏器中的水蒸气直接在玻璃盖板上冷凝形成冷凝水,冷凝水把照射进来的太阳光进行了散射,从而大幅度降低了太阳能的利用,同时,凝聚的冷凝水在重力的作用下又滴入海水或污水容器,导致冷凝水回收效果差。另一方面,现有技术大多采用玻璃盖板处的空气对流以降低水蒸气的温度进而实现冷凝,然而,在冷凝过程中,水蒸气会释放大量的热,同时太阳能也提供了大量的热,从而使得冷凝的效果较差。相应的,本领域亟需做出进一步的改善或改进,以便更好地实现高效利用太阳能来驱动水蒸发并加速冷凝,以满足现代干净的饮用水的需求。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种基于纳米材料和太阳能

的悬挂式蒸馏装置,其通过结合各类污水或海水的再利用,并充分利用太阳能热能进行净水的具体工况需求,将纳米布料与水箱盖贴合设计,相应的能够实现在充分利用太阳能资源的基础上改变净水冷凝的方式,避免太阳光的散射,同时通过纳米材料的毛细作用快速吸收、运输冷凝水并利用待蒸发的液体作为冷源将水蒸气迅速冷凝聚集凝水,从而显著提高净水处理的效率,而且还具备结构更为紧凑、便于操控、环境适应性更强和净水成本低等优点。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置,包括无盖水箱、水箱盖、纳米布料以及水收集部件,其中,

[0007] 所述无盖水箱下方设有储液槽,该储液槽为所述悬挂式蒸馏装置的底座,用于存储待蒸发的液体;所述水箱盖设于所述无盖水箱的上方,且该水箱盖的形状与所述无盖水箱的形状相匹配,用于接收太阳光;

[0008] 所述纳米布料一部分与水箱盖的下面贴合设计,一部分浸入储液槽内的蒸发的液体中,用于吸附液体并利用所述水箱盖接收的太阳能将其吸附的液体水转化为向下流动的水蒸气;

[0009] 所述水收集部件包括冷凝槽,所述冷凝槽为敞口的中空结构,悬浮于所述储液槽内蒸发的液体上,且所述冷凝槽面向所述水箱盖的一侧表面设有毛细结构,用于快速吸收纳米布料蒸发出来的水蒸气并与所述储液槽内的液体产生热交换进而将水蒸气快速冷凝聚水。

[0010] 进一步的,所述毛细结构为采用沉积、旋涂、喷涂、棒涂、编织或压焊等工艺铺设于所述冷凝槽表面的具有多孔结构的微米线或纳米线。

[0011] 进一步的,所述微米线或纳米线的直径小于100微米;所述微米线或纳米线所构成的多孔结构的孔径小于10毫米。

[0012] 进一步的,所述纳米布料的两端分别浸入储液槽内的液体中,且所述纳米布料的两端浸入液体的深度分别大于1mm。

[0013] 进一步的,所述水箱盖为透明夹层结构,且夹层结构内填充有空气或真空。

[0014] 进一步的,所述水箱盖上设有多个夹持件。

[0015] 进一步的,所述无盖水箱的顶部设有卡槽,所述水箱盖的下部设有凸起,且所述卡槽与所述凸起对应设置,使得凸起能够可拆卸的卡接在所述卡槽内。

[0016] 进一步的,所述冷凝槽的外周设有圆倒角。

[0017] 进一步的,所述冷凝槽的底部或侧边设置有出水管。

[0018] 进一步的,所述纳米布料与所述冷凝槽的垂直距离不大于3cm,优选的,所述纳米布料与所述冷凝槽的垂直距离为2cm。

[0019] 1.本发明通过紧密结合各类污水或海水的再利用,并充分利用太阳能热能进行净水的具体工况需求,对整体蒸馏装置的空间布局及结构重新进行了设计,特别是针对其中的冷凝水系统从其具体结构组成、设于冷凝槽表面的毛细结构的作用机理以及其与其他组件之间的安装设置等各个方面进行了改进,相应的能够实现在充分利用太阳能资源的基础上实现水蒸气与待蒸发水的热交换,同时通过毛细作用快速吸收、运输冷凝水并将该冷凝水聚集凝水,防止水珠散射阳光降低系统效率,进而在显著提高净水处理的效率基础上进一步提升了太阳能的利用率,而且还具备结构更为紧凑、便于操控、环境适应性更强和净水

成本低等优点。

[0020] 2. 本发明的悬挂式蒸馏装置, 其纳米布料贴合水箱盖设置, 进而能够使得纳米布料能够充分接收太阳能以实现快速蒸发, 同时, 该贴合设计使得水蒸气向下蒸发流动, 不会在水箱盖上聚集凝水, 从而有效防止传统蒸馏装置中水珠聚集散射阳光而降低系统效率, 提高了对太阳能的利用率。

[0021] 3. 本发明的悬挂式蒸馏装置, 其冷凝槽的表面设有毛细结构, 同时采用悬浮的方式直接与待蒸发的液体接触, 进而能够利用待蒸发的液体作为冷源实时与待蒸发的液体产生热交换, 以加快对水蒸气的吸收和传导, 提高水蒸气的冷凝和收集效率。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明实施例悬挂式蒸馏装置的爆炸图;

[0023] 图2为本发明实施例悬挂式蒸馏装置的无盖水箱结构示意图;

[0024] 图3为本发明实施例悬挂式蒸馏装置的水箱盖结构示意图;

[0025] 图4为本发明实施例悬挂式蒸馏装置的水收集部件结构示意图。

## 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合附图及实施例, 对本发明进行进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明, 并不用于限定本发明。此外, 下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0027] 参照图1, 本发明实施例提供一种基于纳米材料和太阳能的悬挂式蒸馏装置, 包括无盖水箱1、水箱盖2、平行几乎贴合于水箱盖设置的纳米布料3和水收集部件4。

[0028] 其中, 底层无盖水箱1下部设有储液槽5, 所述储液槽5也作为蒸馏装置的底座, 用于支撑整个装置, 同时还用于存储海水、污水等。底层无盖水箱1的顶部设有卡槽12。水箱盖2为透明材料制成, 且其形状与底层无盖水箱1的开口形状相匹配, 以实现水箱盖2能够完全盖和在无盖水箱1上。为了进一步减小太阳能热量的流失, 本发明水箱盖2设计为夹层结构, 夹层内为空气或者真空层, 可以防止蒸馏装置顶部空气对流造成布料的热量损失。水箱盖2的下部设有凸起21, 且所述凸起21与所述卡槽12对应设置, 使得凸起21能够可拆卸的卡接在所述卡槽12内, 进而实现水箱盖2能够实现水箱盖2能够完全盖和在无盖水箱1上并实现与无盖水箱1的密封连接。

[0029] 水箱盖2的下面贴合设置有纳米布料3。其中纳米布料3的两端延伸至储液槽5内, 使其能够拖曳在所述污水或海水容器的水液面以下, 由此不仅可以通过所述纳米布料的毛细结构来促进水分的吸收和传导, 而且还进一步增大了湿润后的蒸发面积, 以此提高水的蒸发速率。优选的, 纳米布料3的两端分别浸入储液槽5内的液体中, 且所述纳米布料3的两端浸入液体的深度分别大于1mm。纳米布料可以为普通棉、麻等吸水性布料, 在其表面生长、涂抹或者浸染有微米或者纳米结构, 且所述微米/纳米结构特征尺寸为100微米以下。经过如此处理的布料能够较好的吸收太阳光能, 必能使热量局域化, 提高局域化的温度, 快速蒸发布料上面的水。吸水性布料的毛细作用较强, 能够维持蒸发的水平衡。布料上表面平行几乎贴合在箱体内部的上壁面, 两侧的布料在紧贴在箱体的内侧面上, 且被集水槽的侧平

面抵在侧面上。布料的下边缘刚好浸没在水体中2-3厘米即可。

[0030] 为了使纳米布料3能够更好的平行几乎贴合于水箱盖2的下面,本发明中可以在水箱盖2的下表面周向设置多个夹持件,该夹持件能够将纳米布料3夹持住并使纳米布料3平行几乎贴合在水箱盖2的下面。进而纳米布料3能够更好的接收太阳能吸热板2传递过来的太阳能进行水蒸发。

[0031] 所述水收集设备4的横截面形状与所述储液槽11相匹配,以使得水收集设备4能够刚好将纳米布料下垂的两边抵压在无盖水箱1的侧壁上,进而使得纳米布料的下垂部分与无盖水箱1实现贴合连接。水收集设备的材料为不锈钢或其他抗腐蚀的金属或合金,以增加材料与待蒸发液体的换热,使水收集设备保持较低温度,促进冷凝。水收集设备4包括冷凝槽41,其中冷凝槽41外周的设有倒角42。其中,该冷凝槽41敞口的中空结构,其底板上表面为平滑表面或设有毛细结构,该毛细结构制作方式可以为,利用沉积、旋涂、喷涂、棒涂、压焊等工艺将微米线、纳米线附着在不锈钢或其他抗腐蚀的金属或合金等材料上,从而形成多孔透明毛细板。或者将微米线、纳米线等材料制作成透明毛细多孔膜,并贴合在不锈钢或其他抗腐蚀的金属或合金等材料上。或者基于透明金属有机框架多孔材料制作等。所述微米线、纳米线可以为纤维素等有机材料、也可以为银纳米线等无机材料。所述微米线、纳米线直径优选为100微米以下。所述微米线、纳米线、透明金属有机框架优选为亲水材料。所述微米线、纳米线形成的孔径优选为10mm以下。冷凝槽41的底部或侧边设有出水口,用于连接出水管,实时将冷凝的水导出去,进而避免冷凝水在冷凝槽41中存积,一方面影响水蒸气冷凝的效果,另一方面避免被冷凝的水被污染。

[0032] 倒角42为倾斜倒角,并在形成倒角的两侧进行圆倒角。圆倒角可以防止边缘太锋利而容易划破布料。倾斜倒角可以形成一个较小的储存体积,用于储存从纳米布料3和收集设备4接触处渗出的待处理的原液。当倒角42处的原液收集到一定水平之后会再次被纳米布料3吸收而维持在一定的水平。

[0033] 纳米布料3与冷凝槽41的垂直距离不大于3cm,优选的为2cm,过高会抑制冷凝。

[0034] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

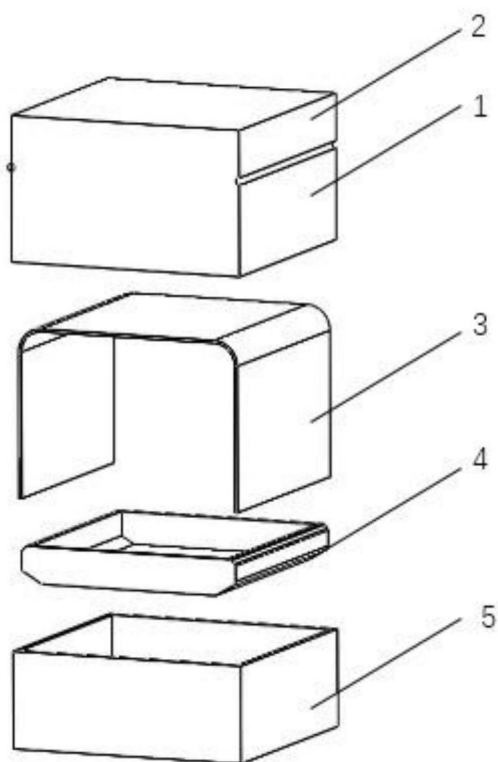


图1

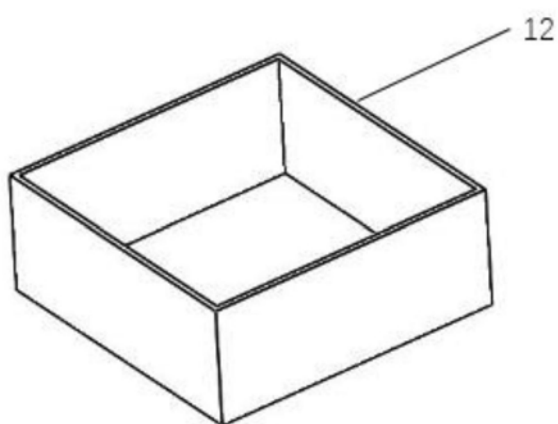


图2

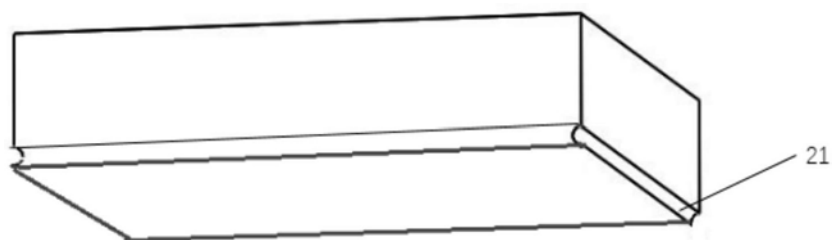


图3

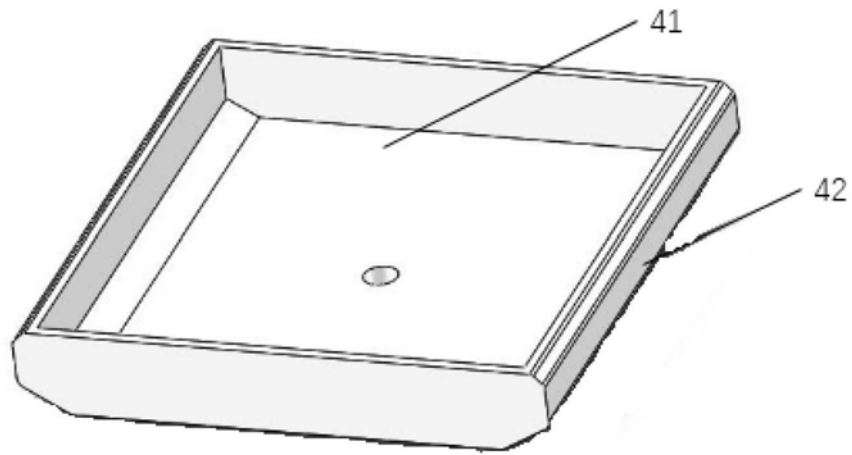


图4