



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115013853 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202210546668.0

(22) 申请日 2022.05.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115013853 A

(43) 申请公布日 2022.09.06

(73) 专利权人 东北石油大学

地址 163000 黑龙江省大庆市高新技术产
业开发区学府街99号

(72) 发明人 吴洋洋 佟翔宇 李栋 高梦

杨瑞桐 刘昌宇

(74) 专利代理机构 大庆禹奥专利事务所 23208

专利代理师 朱林

(51) Int. Cl.

F24D 11/00 (2022.01)

F24D 19/10 (2006.01)

F24S 10/40 (2018.01)

F24S 10/70 (2018.01)

F24S 20/40 (2018.01)

F24S 50/40 (2018.01)

F24S 60/10 (2018.01)

F24S 70/225 (2018.01)

(56) 对比文件

JP 2000240958 A, 2000.09.08

JP 2016166705 A, 2016.09.15

US 2011120673 A1, 2011.05.26

US 2012132195 A1, 2012.05.31

US 2018191291 A1, 2018.07.05

WO 2013182916 A1, 2013.12.12

CN 103115389 A, 2013.05.22

CN 113280517 A, 2021.08.20

CN 106885381 A, 2017.06.23

JP 2005321123 A, 2005.11.17

CN 204202010 U, 2015.03.11

审查员 刘烨芒

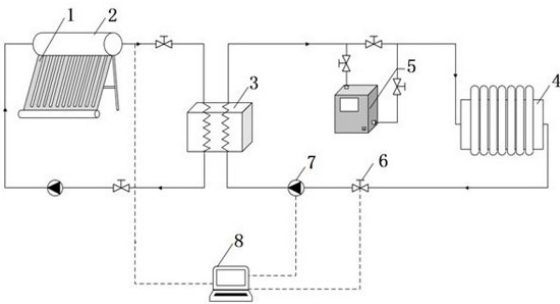
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统

(57) 摘要

本发明属于新能源技术领域,具体涉及一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,包括太阳能集热器、相变蓄热储水箱、换热器、供暖末端设备、辅助加热器、热电偶温度传感器、PLC控制中心、电动蝶阀、循环水泵。太阳能集热器与相变蓄热储水箱相连构成集热循环回路,相变蓄热储水箱分为上下层,其内分别装有不同熔点相变材料并布有不等距翅片;换热器与供热末端相连构成供热循环回路,辅助加热器用于补充太阳能供热量。太阳能集热器吸收热量,通过相变蓄热储水箱存储热量,热量通过换热器传递给传热流体用于建筑供暖,辅助加热其与PLC控制中心联合实现系统智能控制,以达到持续稳定供暖目的。应用广泛,操作方便,运行稳定,经济性好。



1. 一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,其特征在于:供暖系统包括太阳能集热器(1)、相变蓄热储水箱(2)、换热器(3)、供暖末端设备(4)、辅助加热器(5)、电动蝶阀(6)、循环水泵(7)和PLC控制中心(8);所述太阳能集热器(1)由反射板(10)、若干个真空管(11)和固定支架(12)组成;所述相变蓄热储水箱(2)包括环腔玻璃管(21)、金属隔板(24)和流体管道(27),环腔玻璃管(21)的环腔为空气层(22),环腔玻璃管(21)的内壁涂有吸收涂层(23),流体管道(27)位于环腔玻璃管(21)内,所述的若干个真空管(11)与流体管道(27)连通,流体管道(27)和环腔玻璃管(21)之间的空腔为相变层(25),金属隔板(24)将相变层(25)分成上层和下层,两层内分别填充有含氧化锌纳米颗粒的石蜡和不等距翅片(26),其中金属隔板(24)上层石蜡的熔点为 60°C - 70°C ,其下层石蜡的熔点为 40°C - 50°C ;所述流体管道(27)通过管线与换热器(3)连通成一个集热循环回路,该集热循环回路的液体通过循环水泵(7)循环,换热器(3)两侧的集热循环回路上分别安装有电动蝶阀(6);所述供暖末端设备(4)通过管线与换热器(3)连通成一个供热循环回路,该供热循环回路的液体通过另一个循环水泵(7)循环,换热器(3)两侧的供热循环回路上分别安装有电动蝶阀(6),所述辅助加热器(5)通过进液管线和出液管线与换热器(3)和供暖末端设备(4)之间的电动蝶阀(6)并联,进液管线和出液管线上分别安装有电动蝶阀(6);所述相变层(25)的上层和下层、流体管道(27)的出液口和供暖末端设备(4)的进液口设有热电偶温度传感器,热电偶温度传感器、循环水泵(7)、电动蝶阀(6)和辅助加热器(5)与PLC控制中心(8)电连接;

所述相变层(25)的厚度为环腔玻璃管(21)外径的15% - 30%,相变层(25)内填充有含体积浓度为0.01 vol% 氧化锌纳米颗粒的石蜡,其填充体积为相变层(25)体积的95%;

所述翅片(26)的材质为铜,翅片(26)之间的间距以1:2:3:4:5比例递增布置,翅片(26)的厚度为1 mm,其高度为相变层(25)厚度的80% - 90%;所述翅片(26)的形状为v形环肋翅片,其高度为相变层(25)厚度的85%。

2. 根据权利要求1所述的一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,其特征在于:所述相变层(25)上层石蜡的熔点为 65°C ,其下层石蜡的熔点为 45°C 。

3. 根据权利要求1所述的一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,其特征在于:所述环腔玻璃管(21)为无碱硼铝硅酸盐玻璃管,管壁厚度为6 mm,且维氏硬度为 640 kgf/mm^2 ,可见光透过率 ≥ 0.9 。

4. 根据权利要求1所述的一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,其特征在于:所述吸收涂层(23)为表面微不平结构的光谱选择性吸收涂层,其吸收率 ≥ 0.93 ,发射率 ≤ 0.3 。

5. 根据权利要求1所述的一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,其特征在于:所述流体管道(27)的内壁面涂有漆酚环氧防腐材料。

含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统

技术领域

[0001] 本发明属于新能源技术领域,具体涉及一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统。

背景技术

[0002] 目前,我国建筑能耗占社会总能耗的1/4左右,随着建筑供暖能耗持续增长,能源短缺和环境污染问题日益严重。太阳能作为一种清洁环保的可再生能源,用以部分或全部替代传统化石能源是降低建筑供暖能耗的有效方法。太阳能供暖系统利用太阳能集热器收集太阳辐射并转化成热能,传热流体被加热后送至室内进行供暖。然而,受昼夜更替和天气变化影响,太阳能存在周期性和不稳定性等问题,且太阳能集热与建筑供暖需求具有波动性和不同步性等特征,无法保证持续稳定供暖。太阳能供暖系统配备储热水罐可解决上述问题,实现在夜间或阴雨天气持续为室内供暖的目的,但储热水罐体积较大,存在水温下降、热量损失严重等问题。此外,现有辅助加热装置无法合理调控储热和放热运行方案,导致系统供暖费用较高。因此,需要解决现有太阳能供暖系统中太阳辐射和建筑供暖需求在时间和强度上的供求不匹配的矛盾,提升太阳能供暖系统的储热性能与光热利用效率。

发明内容

[0003] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,目的是提高太阳能利用效率,延长供暖系统中热水存储时间,减少热量损耗,在夜间或阴雨等不利天气时满足持续稳定供暖需求。

[0004] 本发明采用的技术方案为:一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,供暖系统包括太阳能集热器、相变蓄热储水箱、换热器、供暖末端设备、辅助加热器、电动蝶阀、循环水泵和PLC控制中心;所述太阳能集热器由反射板、真空管和固定支架组成,真空管布设在反射板上,固定支架用于支撑太阳能集热器;所述相变蓄热储水箱包括环腔玻璃管、金属隔板和流体管道,环腔玻璃管的环腔为空气层,环腔玻璃管的内壁涂有吸收涂层,流体管道位于环腔玻璃管内,所述的若干个真空管与流体管道连通,流体管道和环腔玻璃管之间的空腔为相变层,金属隔板将相变层分成上层和下层,两层内分别填充有含氧化锌纳米颗粒的石蜡和不等距翅片,其中金属隔板上层石蜡的熔点为60 °C-70°C,其下层石蜡的熔点为40°C-50 °C;所述流体管道通过管线与换热器连通成一个集热循环回路,该集热循环回路的液体通过循环水泵循环,换热器两侧的集热循环回路上分别安装有电动蝶阀;所述供暖末端设备通过管线与换热器连通成一个供热循环回路,该供热循环回路的液体通过另一个循环水泵循环,换热器两侧的供热循环回路上分别安装有电动蝶阀,所述辅助加热器通过进液管线和出液管线与换热器和供暖末端设备之间的电动蝶阀并联,进液管线和出液管线上分别安装有电动蝶阀;所述相变层的上层和下层、流体管道的出液口和供暖末端设备的进液口设有热电偶温度传感器,热电偶温度传感器、循环水泵、电动蝶阀和辅助加热器与PLC控制中心电连接。

[0005] 进一步的,所述相变层的厚度为环腔玻璃管外径的15% - 30%。

[0006] 进一步的,所述相变层内填充有含体积浓度为0.01 vol% 氧化锌纳米颗粒的石蜡,其填充体积为相变层体积的95%,纳米颗粒可有效提高相变材料的导热系数,提升相变储能热效率。

[0007] 进一步的,所述相变层上层石蜡的熔点为65°C,其下层石蜡的熔点为45 °C,基于不同相变材料熔点的潜热实现热量梯级利用。

[0008] 进一步的,所述翅片的材质为铜,翅片之间的间距以1:2:3:4:5比例递增布置,翅片的厚度为1 mm,其高度为相变层厚度的80% - 90%,增加换热面积以强化传热。

[0009] 进一步的,所述翅片的形状为v形环肋翅片,其高度为相变层厚度的85%。

[0010] 进一步的,所述环腔玻璃管为无碱硼铝硅酸盐玻璃管,管壁厚度为6 mm,且维氏硬度为640 kgf/mm²,可见光透过率 ≥ 0.9 。

[0011] 进一步的,所述吸收涂层为表面微不平结构的光谱选择性吸收涂层,用以吸收太阳能将之转为热能,其吸收率 ≥ 0.93 ,发射率 ≤ 0.3 ,具有耐蚀性和耐候性。

[0012] 进一步的,所述流体管道的内壁面涂有漆酚环氧防腐材料。

[0013] 进一步的,辅助加热器由PLC控制中心控制电动蝶阀启闭;热电偶温度传感器测点布置在供热末端流体进出口、相变蓄热储水箱上下相变层中间位置和流体进出口,热电偶温度传感器与PLC控制中心相连。

[0014] 进一步的,所述太阳能集热器为真空管型太阳能集热器,真空管为长度1.8 m的高硼硅全真空玻璃管,用于吸收太阳能将之转为热能。

[0015] 进一步的,所述太阳能集热器反射板为漫发射板,其将真空管间隙的太阳光反射到真空管上,提高水温同时可减少来自集热器背部的风力影响。

[0016] 进一步的,所述太阳能集热器支架为耐腐蚀性好的铝型材组件支架,采用固定倾角方式立于水平地面。

[0017] 进一步的,所述热电偶温度传感器实时监测测点温度并将监测数据传递给PLC控制中心。当太阳能集热器出口温度满足供暖设定的温度要求时,循环水泵工作,利用太阳能实现供热循环;当夜间或阴雨天气,相变蓄热储水箱上下相变层温度和太阳能集热器出口温度满足供暖设定的温度要求时,循环水泵工作,利用太阳能+相变蓄热实现供热循环;当太阳能集热器出口温度无法满足相应的温度要求时,供热循环侧水泵工作,利用太阳能+辅助热源实现供热循环。PLC控制中心通过PLC可程序化智能控制循环水泵和辅助加热器的启停。

[0018] 进一步的,所述换热器为管壳式或板式换热器。

[0019] 进一步的,所述辅助加热器为电辅助或热泵辅助加热器。

[0020] 本发明的有益效果:提供了一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,目的是提高太阳能利用效率,延长供暖系统中热水存储时间,减少热量损耗,在夜间或阴雨等不利天气时满足持续稳定供暖需求。该系统适用范围广泛,实现太阳能冬季供暖和全天候供暖多种模式需求,与市场现有太阳能供暖系统相比,该系统可提升供暖时长与系统热效率,市场发展前景明朗。其主要优点如下:

[0021] (1)、太阳能相变蓄热供暖系统通过集热器与相变蓄热储水箱两部分吸收太阳辐射转化为热量,并将热量储存在相变蓄热储水箱,在无光照的情况下,可利用相变蓄热储水

箱储存的热量或辅助加热器保证供暖,有效解决太阳能间歇非稳定供暖问题;

[0022] (2)、相变蓄热储水箱中相变层填充不同熔点的石蜡,且石蜡中掺杂氧化锌(ZnO)纳米颗粒和流体管道外侧增设不等距翅片以提高相变储能热效率。

[0023] (3)、根据具体供暖情景,PLC控制中心控制系统中循环水泵与辅助加热器启闭,确保系统连续供暖,实现实时智能控制。

附图说明

[0024] 图1是实施例一中太阳能相变蓄热供暖系统的结构示意图;

[0025] 图2是实施例一中太阳能集热器的结构示意图;

[0026] 图3是实施例一中相变蓄热储水箱的截面结构示意图;

[0027] 图4是实施例一中相变蓄热储水箱的主视结构示意图。

具体实施方式

[0028] 实施例一

[0029] 参照各图,一种含不同熔点相变材料的太阳能相变蓄热供暖系统,供暖系统包括太阳能集热器1、相变蓄热储水箱2、换热器3、供暖末端设备4、辅助加热器5、电动蝶阀6、循环水泵7和PLC控制中心8;所述太阳能集热器1由反射板10、真空管11和固定支架12组成,真空管11布设在反射板10上,固定支架12用于支撑太阳能集热器1;所述相变蓄热储水箱2包括环腔玻璃管21、金属隔板24和流体管道27,环腔玻璃管21的环腔为空气层22,环腔玻璃管21的内壁涂有吸收涂层23,流体管道27位于环腔玻璃管21内,所述的若干个真空管11与流体管道27连通,流体管道27和环腔玻璃管21之间的空腔为相变层25,金属隔板24将相变层25分成上层和下层,两层内分别填充有含氧化锌纳米颗粒的石蜡和不等距翅片26,其中金属隔板24上层石蜡的熔点为65℃,其下层石蜡的熔点为45℃;所述流体管道27通过管线与换热器3连通成一个集热循环回路,该集热循环回路的液体通过循环水泵7循环,换热器3两侧的集热循环回路上分别安装有电动蝶阀6;所述供暖末端设备4通过管线与换热器3连通成一个供热循环回路,该供热循环回路的液体通过另一个循环水泵7循环,换热器3两侧的供热循环回路上分别安装有电动蝶阀6,所述辅助加热器5通过进液管线和出液管线与换热器3和供暖末端设备4之间的电动蝶阀6并联,进液管线和出液管线上分别安装有电动蝶阀6;所述相变层25的上层和下层、流体管道27的出液口和供暖末端设备4的进液口设有热电偶温度传感器,热电偶温度传感器、循环水泵7、电动蝶阀6和辅助加热器5与PLC控制中心8电连接;所述相变层25的厚度为环腔玻璃管21外径的22%,相变层25内填充有含体积浓度为0.01 vol% 氧化锌纳米颗粒的石蜡,其填充体积为相变层25体积的95%,纳米颗粒可有效提高相变材料的导热系数,提升相变储能热效率,相变层25上层和下层石蜡的熔点不同,基于不同相变材料熔点的潜热实现热量梯级利用;所述翅片26的材质为铜,翅片26之间的间距以1:2:3:4:5比例递增布置,翅片26的厚度为1 mm,增加换热面积以强化传热,翅片26的形状为v形环肋翅片,其高度为相变层25厚度的85%;所述环腔玻璃管21为无碱硼铝硅酸盐玻璃管,管壁厚度为6 mm,且维氏硬度为640 kgf/mm²,可见光透过率 ≥ 0.9 ;所述吸收涂层23为表面微不平结构的光谱选择性吸收涂层,用以吸收太阳能将之转为热能,其吸收率 ≥ 0.93 ,发射率 ≤ 0.3 ,具有耐蚀性和耐候性;所述流体管道27的内壁面涂有漆酚环氧防腐材

料。

[0030] 在光照条件下,太阳能集热器吸收太阳辐射,将其转化为热能,加热流体管道中传热流体。传热流体温度升高,密度变小,在浮力作用下逐渐上升至相变蓄热储水箱,同时太阳辐射被吸收涂层吸收转化为热量。热量被相变层中相变材料吸收并以潜热的形式储存起来,储存的热量可用于夜间供暖。为强化相变材料的导热性能,相变材料中添加氧化锌纳米颗粒。金属隔板将相变层分为上下两部分,其内分别填充不同熔点的相变材料,利用相变材料潜热,提高相变储能热效率。沿流体流动方向在流体管道外侧布置不等距铜翅片,强化相变材料的传热性能,实现热量的快速存储或释放。

[0031] 通过换热器将集热循环回路中传热流体热量传递给供热循环回路的传热流体。布置在供热末端流体进出口、相变蓄热储水箱上下相变层中间位置和流体进出口的热电偶温度传感器实时监控测点温度,将数据传输至PLC控制中心。当太阳能集热器出口温度满足供暖设定的温度要求时,循环水泵工作,利用太阳能实现供热循环;当夜间或阴雨天气,相变蓄热储水箱上下相变层温度和太阳能集热器出口温度满足供暖设定的温度要求时,循环水泵工作,利用太阳能+相变蓄热实现供热循环;当太阳能集热器出口温度无法满足相应的温度要求时,供热循环侧水泵工作,利用太阳能+辅助热源实现供热循环。PLC控制中心通过PLC可编程序化智能控制循环水泵和辅助加热器的启停,根据具体供暖情景,确保系统连续供暖。

[0032] 太阳能相变蓄热供暖系统通过太阳能集热器与相变蓄热储水箱两部分吸收太阳辐射转化为热量,并将剩余热量储存在相变蓄热储水箱,在无光照时段下,可利用储存热量保证供暖,有效解决太阳能间歇非稳定供暖问题。相变蓄热储水箱中相变层填充含有氧化锌纳米颗粒的石蜡可提高相变储能热效率,流体通道外侧增添不等距翅片可强化相变材料传热性能。根据具体供暖情景,PLC控制中心控制系统中循环水泵和辅助加热器的启停,确保系统连续供暖。系统可实现实时智能控制,具有操作简单、运行稳定、经济性高等优点。

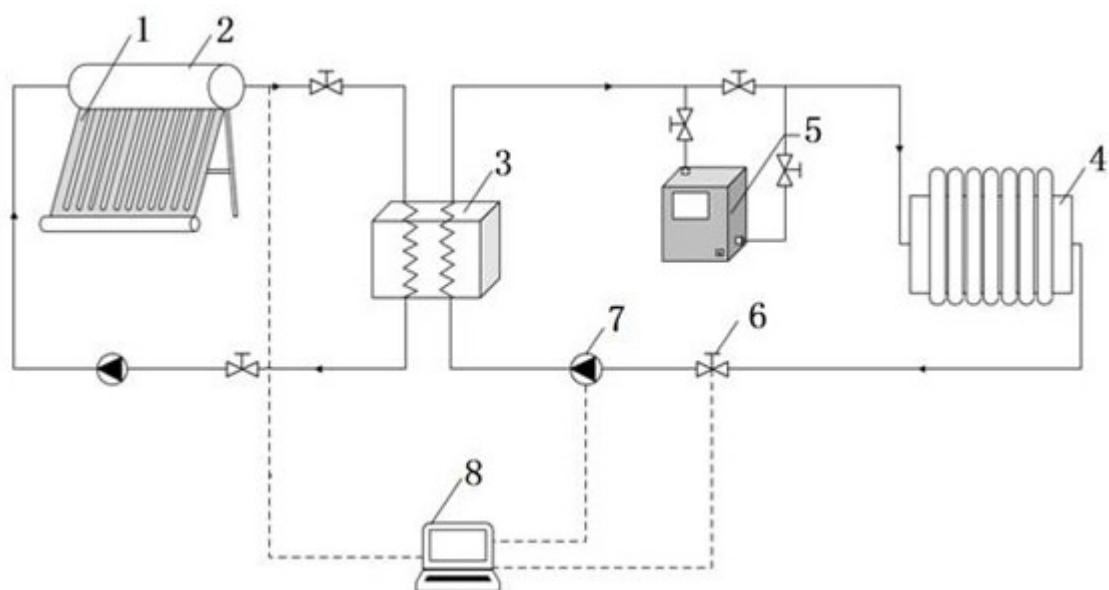


图1

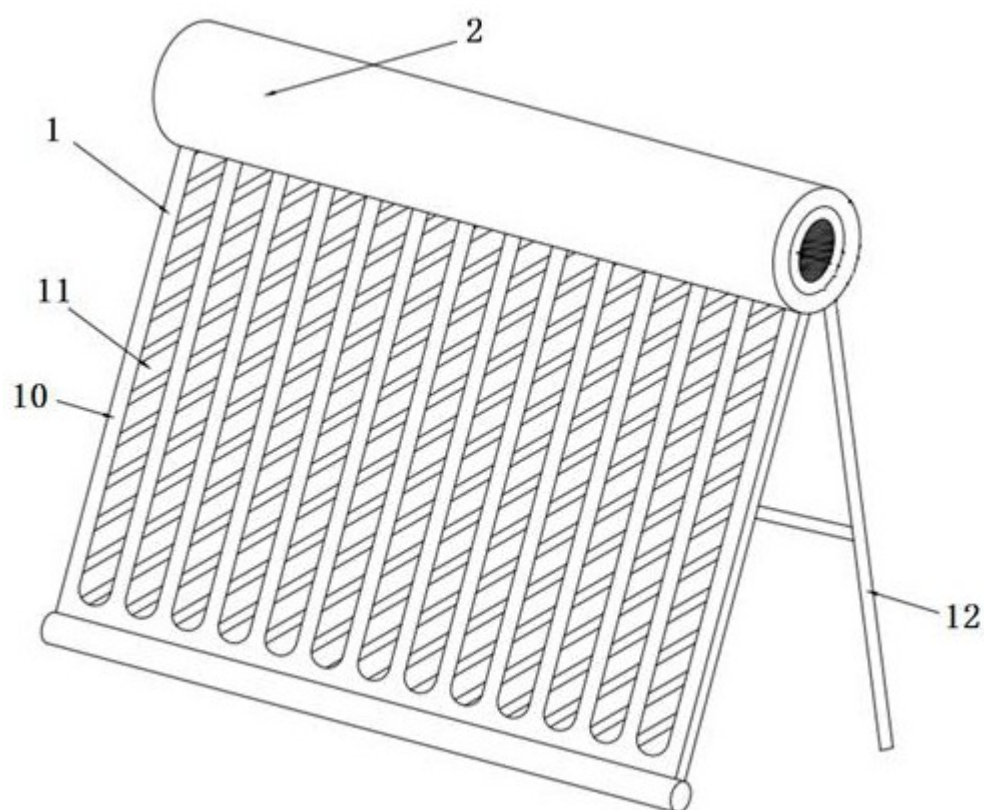


图2

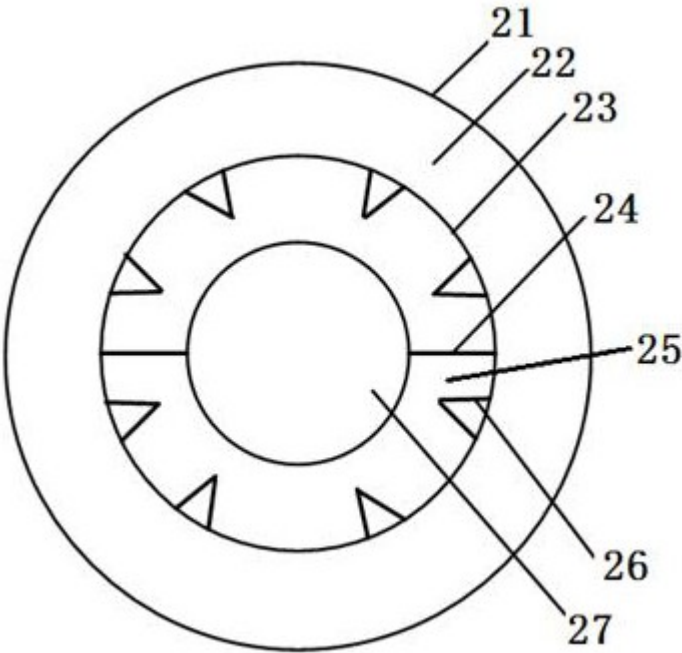


图3

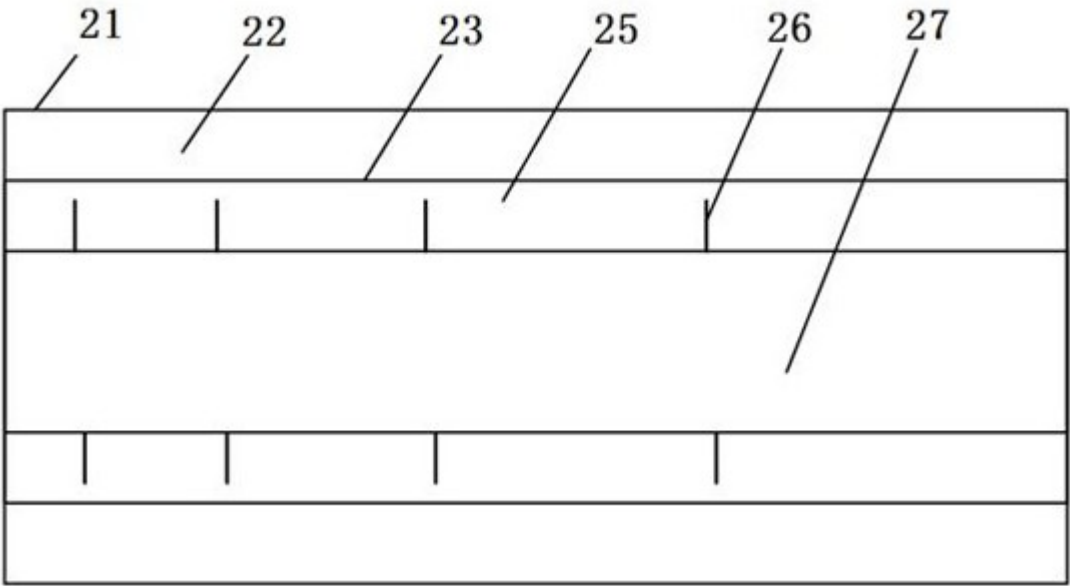


图4