

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 1 月 31 日 (31.01.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/019204 A1

- (51) 国际专利分类号:
F28D 20/02 (2006.01) *F28F 13/12* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/095534
- (22) 国际申请日: 2017 年 8 月 2 日 (02.08.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710615461.3 2017 年 7 月 26 日 (26.07.2017) CN
- (71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。
- (72) 发明人: 王秋旺(WANG, Qiuwang); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。蒲宇辰(PU, Yuchen); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。王作为(WANG, Zuowei); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。朱子良(ZHU, Ziliang); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。张卓(ZHANG, Zhuo); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。朱蕾(ZHU, Lei); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。张猛威(ZHANG, Mengwei); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。马挺(MA, Ting); 中国

陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。李馨怡(LI, Xinyi); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) (BEIJING HESHINIP INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市昌平区回龙观黄平路泰华龙旗广场 4 号楼 1002 室, Beijing 100096 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) Title: HEAT STORAGE UNIT

(54) 发明名称: 储热单元

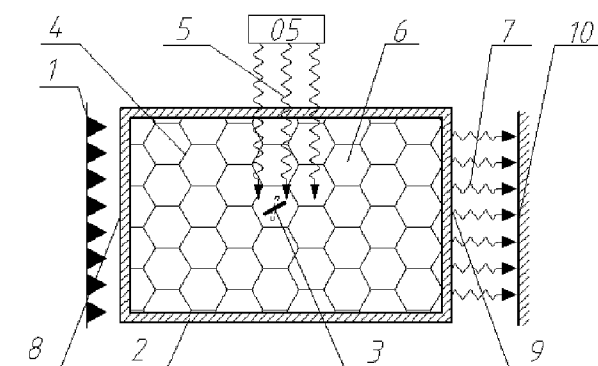


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a heat storage unit, comprising at least a single-layer closure housing (2). The closure housing (2) has at least one heat exchange surface (8, 9) and a non-heat exchange surface, and has a foam skeleton (4) filled in the interior space thereof. A phase change medium (6) is uniformly distributed in the interspace in the foam skeleton (4) and forms a composite material with the foam skeleton (4) to obtain a higher heat conductivity coefficient than that of a pure phase change medium. An ultrasonic generation device (05) emits ultrasonic waves, for inducing vibration particles made of a shape memory alloy (3) to vibrate, and the flow state of a liquid phase change medium (6) is transformed from natural convection or pure heat conduction into forced convection, while the heat transfer coefficient of a convective surface of the liquid phase change medium is improved by means of using ultrasonic cavitation and acoustic streaming, thereby increasing the heat storage efficiency per unit volume.

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种储热单元，至少包括单层封闭壳体(2)。其中，封闭壳体(2)具有至少一个换热面(8, 9)和非换热面，泡沫骨架(4)填充在其内部空间中。相变介质(6)均匀分布在泡沫骨架(4)的空隙中，与泡沫骨架(4)形成复合材料，以获得比单纯相变介质更高的导热系数。超声波发生装置(05)发出超声波，诱导由形状记忆合金制成的振动颗粒(3)产生振动，将液态相变介质(6)的流态由自然对流或纯导热转化为强制对流，同时利用超声波的空化和声流效应提高液态相变介质的对流表面传热系数，提高单位体积储热效率。

储热单元

技术领域

本发明涉及一种高效储热单元，以及使用该储热单元的换热器。

5 背景技术

目前的储热器分为显热式与相变潜热式，其中固-液相变潜热式储热器以其高储热密度和稳定温控等优点，成为相变储热器的主流。相变换热过程主要以导热和对流换热为主，因此相变材料的导热性能以及对流特性至关重要。常见的相变材料导热系数极低，极大地限制了储热器的储热效率。专利
10 CN104140786A 通过在相变材料中添加纳米颗粒与高导热多孔材料以提高有效导热系数，可将相变材料的导热系数提高 40%-50%。但是，此类方法强化换热效果不明显，其单位体积换热效率并没有得到大幅度提高。

专利 CN102777874A 提出了一种应用于相变储热器的储热器核心部件的改良结构，将石蜡填充在泡沫石墨骨架中。该设计可大幅度提高储热器的传
15 热性能，等效导热系数达到了 135 W/(m.K)。虽然该储热器效果良好，但由于泡沫石墨的价格昂贵，且需要利用真空银钎焊与储热器吸热表面连接，造成此类储热器的成本极高。只能应用于军工或者航天等特殊领域，难以大规模推向市场。

专利 JP3076847B1 提出了一种应用于蓄热槽的改良结构，在蓄热槽内封
20 装由金属、陶瓷、矿石等制成的固体片，在超声波的激发下，固体片可在蓄热介质中振动。该设计可将液态相变材料的流态由自然对流传转化为强制对流，将热量快速传入相变介质内部。

发明内容

25 本发明的针对相变储热器换热效率低，相变材料导热性能差等问题，提供一种高导热、高换热效率的储热单元。该单元用于相变储热器等以热流体或高温火焰或辐射作为热源的换热设备中，将显著提高传热性能，降低制造成本。

为解决上述技术问题，本发明所采取的技术方案是：

提供一种储热单元，至少包括单层封闭壳体。其中，封闭壳体具有至少一个换热面，泡沫骨架填充在封闭壳体的内部空间中；相变介质均匀分布在泡沫骨架的空隙中，与泡沫骨架形成复合材料，以获得比单纯相变介质更高的导热系数；振动颗粒由形状记忆合金制成，其被压制为条状后采用过滤法被填入泡沫铜骨架的空隙中；超声波发生装置发出超声波，诱导所述振动颗粒产生振动，将液态相变介质的流态由自然对流或纯导热转化为强制对流，同时利用超声波的空化和声流效应提高液态相变介质(6)的对流表面传热系数。

10 优选方案进一步包括如下任一技术特征：

所述单层封闭壳体的换热面和非换热面由相同的金属或非金属材料制成，其中非换热面外围包裹绝热材料；或者换热面和非换热面由不同材料制成，其中换热面材料的导热系数高于非换热面材料的导热系数。

15 所述泡沫骨架选用高导热系数的材料，可由高导热系数的金属（泡沫铜骨架或者泡沫铝骨架）或非金属材料（泡沫石墨骨架）制成，或者为高导热系数材料丝网（铜丝、不锈钢丝）。

所述相变介质由在一定温度下可发生相变化且至少有一相为液相，并吸收或释放潜热的材料制成。

20 所述振动颗粒的冷态形状可为枝状、环形、弧形或者十字架状。将其在常温条件下压制为条状后采用过滤法加入至泡沫骨架中，然后利用其高温变形能力，加热并冷却后恢复冷态形状，卡在泡沫骨架内部，保证所述振动颗粒的稳定性，防止其从所述泡沫骨架中脱落。

所述形状记忆合金颗粒的振动动力可由外界超声波、交变电磁场或电动机代替超声波发生装置提供，或可由所述振动颗粒自身提供。

25 所述超声波发生装置是消耗电能的超声波发生器，或者是自供能的热声转化装置。

消耗电能的超声波发生器是利用超声波发生装置将工频交流电转换为高频交流电，再利用超声波换能器将高频交流电转换为同频率的超声波。自供

能的热声转化装置是利用热在弹性介质（常为高压惰性气体）中引起声学自激振荡产生超声波。

所述换热面可设置翅片或进行表面处理。

本发明同时提供一种选用上述储热器的相变储热装置。

- 5 本发明还提供一种利用超声波激发颗粒共振强化相变换热的储热单元，其特征在于，包括三种强化换热手段：利用泡沫铜骨架的高导热性提高相变介质的有效导热系数；利用超声波的空化和声流效应提高液态石蜡与固体石蜡的对流表面传热系数；利用超声波激发形状记忆合金小颗粒的振动从而产生强化声流的效应，将液态石蜡由自然对流或纯导热转化为强制对流，进一步
10 提高表面传热系数。

- 泡沫铜骨架与均匀分布在其中的石蜡形成复合材料，导热性提高。将镍钛形状记忆合金十字状颗粒压制为线段后采用过滤法将其加入泡沫铜骨架中，然后利用其变形能力，加热后恢复十字状，固定在其内部。利用超声波激发形状记忆合金小颗粒振动。冷/热流体换热通道内部可利用翅片、表面处理以及
15 及流道设计提高换热效率。

本发明利用形状记忆合金在不同温度下能够改变形状的特性，使振动颗粒易填充到泡沫骨架中，且在工作过程中不易掉出，具有稳定性。

- 流经冷/热流体换热通道的集热工质与制冷工质与换热面进行换热，并传递至泡沫铜骨架及石蜡复合物，在形状记忆合金小颗粒的共振下而处于强制
20 对流状态的液态石蜡通过对流换热吸收热量。

- 本发明所述的利用超声波激发颗粒共振强化相变换热的储热单元包括不锈钢壳体、泡沫铜骨架、形状记忆合金振动小颗粒及相变材料复合物。泡沫铜骨架与石蜡形成高导热系数复合材料，由超声波换能器转化为超声波经传导钢板进入相变材料，利用超声波的空化和声流效应提高液态石蜡的对流表面传热系数；形状记忆合金小颗粒发生振动现象，产生强化声流效应并将液
25 态石蜡的流态由自然对流或纯导热转化为强制对流，进一步提高表面传热系数。

与仅采用相变材料复合物以强化换热的储热器相比，在单纯施加超声波

的情况下，本发明的单位体积换热效率提高了 20%；在添加形状记忆合金颗粒的情况下，由于颗粒的振动，在前者的基础上本发明单位体积换热效率又提高了 1.2 倍。

5 本发明与常规金属网骨架储热器相比，在成本仅增加 2%的情况下，将单位体积换热效率提高到原来的 2.6 倍以上；与泡沫石墨骨架储热器相比，本发明同体积换热效率可维持在此类储热器储热效率的 82%，而成本仅为 13%。本发明解决了换热效果与成本间的矛盾，且结构紧凑、适用范围广。

附图说明

10 图 1 是本发明的结构示意图；

图 2 是一种利用超声波激发颗粒共振强化相变换热的储热单元的结构示意图；

图 3 是本发明一处较佳实施例的系统结构示意图。

15 附图 1 中各部件的标记如下：1、热源；2、壳体；3、振动颗粒；4、泡沫骨架；5、振动源；6、相变介质；7、冷源；8、吸热面；9、放热面；10、环境；05、超声波发生装置。

附图 2 中各部件的标记如下：01、不锈钢壳体；02、泡沫铜骨架及石蜡复合物；03、形状记忆合金振动颗粒；04、工频交流电源；05、超声波发生装置；06、冷/热流体换热通道；07、超声波传导钢板；08、超声波换能器；
20 09、高频交流电供电线路。

附图 3 中各部件的标记如下：001、高功率光纤激光器；002、电磁阀；003、流体泵；004、热流体流动管道；01、不锈钢壳体；02、泡沫铜骨架及石蜡复合物；03、形状记忆合金振动颗粒；05、超声波发生装置；06、冷/热流体换热通道；08、超声波换能器；005、压缩机；006、制冷流体流动管道；
25 007、节流阀；008、冷凝器；009、散热片；010、散热风扇。

本发明的较佳实施方式

本发明提供的储热单元如附图 1 所示。

储热器包括单层封闭壳体。壳体 2 的内部空间填充高导热系数的泡沫骨架 4, 并充入相变介质 6, 该介质可在一定温度下发生相变化且至少有一相为液相, 在相变过程中吸收或释放潜热。振动颗粒 3 存在于泡沫骨架 4 空隙中, 与相变介质 6 紧密接触。通过吸热面 8 及与之连接的泡沫骨架 4 将热量导入
5 储热器壳体内部, 在外在或内在振动源 5 诱导下而产生振动的颗粒使液态相变介质的流态由自然对流 (当储热单元处于太空失重条件下时, 为纯导热) 转化为强制对流, 将热量快速传入相变介质 6 内部。冷源 7 通过放热面 9 及与之连接的泡沫骨架将热量导出储热器, 导入到环境 10 中。

采用本发明储热器部件的一种相变储热器如附图 2 所示。

10 超声波激发颗粒共振强化对流换热的储热器包括不锈钢壳体 01, 泡沫铜骨架及相变介质复合物 02, 形状记忆合金振动颗粒 03, 工频交流电源 04, 超声波发生装置 05, 冷/热流体换热通道 06, 超声波传导钢板 07, 超声波换能器 08 高频交流电交流供电线路 09。

15 不锈钢壳体 01 为长方体结构, 外包裹隔热泡沫, 相变介质均匀分布在泡沫铜骨架的空隙中, 与铜骨架形成复合材料 02 提高导热性。形状记忆合金振动颗粒 3 材料为镍钛形状记忆合金, 冷态形状为十字架状, 压制为线段后采用过滤法将其加入泡沫铜骨架及相变介质复合物 02 中, 然后利用其变形能力, 加热后恢复十字状, 固定在其内部。

20 铁基形状记忆合金颗粒属于铁磁性材料, 易磁化。在交变电磁场的作用下, 已磁化的记忆合金颗粒可随着磁场方向的变化振动; 连接偏心轮的电动机可以产生机械振动, 使整个储热单元产生振动, 从而激发内部记忆合金颗粒振动; 将形状记忆合金制成空心管状, 内部填充高压惰性气体, 当颗粒受热时, 气体膨胀并产生首个压力扰动波前, 向两端以声速传播。气体在两端换热后体积收缩, 收缩的气体有向回运动的倾向。同时, 第一个压力波前传
25 播到谐振腔的端部而反射回来, 反射波与气体收缩运动相叠加。在某一频率上产生正反馈加强, 经若干个周期的重复加强后, 达到饱和而形成持续的谐振波动, 颗粒自身产生振动。

利用工频交流电源 04 向超声波发生装置 05 供电超声波发生装置 05 设有漏电保护装置, 能产生高频交流电, 通过高频交流电供电线路 09 向超声波换

能器 08 供电。超声波换能器 08 能将高频交流电供电线路 09 提供的高频交流电转换为同频率的超声波。超声波传导钢板 07 厚度在 3 ~ 5 mm, 设有利用氩弧焊连接的螺栓, 配合超声波换能器专用胶水, 与超声波换能器 08 紧密固定。超声波换能器 08 将电信号转化为超声波, 经超声波传导钢板 07 传入储热器内部激发形状记忆合金振动颗粒 03 振动搅动液态石蜡强化换热。

流经冷/热流体换热通道的集热工质与制冷工质与经过表面处理布置有翅片的换热面进行换热, 并传递至泡沫铜骨架及石蜡复合物, 在形状记忆合金小颗粒的共振下而处于强制对流状态的液态石蜡通过对流换热吸收热量。

下面结合附图 3 对本发明的较佳实施例进行详细阐述, 其中核心部件为上述储热器:

高功率光纤激光器 001 运行时放热, 产生的热量传递至热流体流动管道 004 中的集热工质, 以保证高功率光纤激光器 001 的温度恒定。热流体经流体泵 003 加压后, 在热流体流动管道 004 中循环, 根据高功率光纤激光器 001 的功率大小, 利用电磁阀 002 调节热流体的流量。

左侧的热流体换热通道 06 的集热工质与经过表面处理布置有翅片的换热面进行换热, 并传递至储热单元的泡沫铜骨架及石蜡复合物 02, 使紧贴泡沫铜骨架的固态石蜡发生相变转变为液态石蜡。超声波发生装置 05 产生高频交流电, 超声波换能器 08 将高频交流电转化为同频率的超声波, 经超声波传导钢板传入储热器内部激发形状记忆合金振动颗粒 03 振动搅动液态石蜡, 使其流态由自然对流 (当储热单元处于太空失重条件下时, 为纯导热) 转化为强制对流。热量通过对流换热经液态石蜡传递至未熔化的固态石蜡, 将高功率光纤激光器 001 产生的热量快速转化为石蜡的液化潜热, 储存在储热单元中。

高功率光纤激光器 001 运行结束后, 超声波发生装置 05 关闭, 超声波不再产生。制冷工质为低沸点物质, 在制冷流体流动管道 006 中流动。热量从熔化的液态石蜡通过泡沫铜骨架向左侧的热流体换热通道 06 中的制冷介质传递, 相当于蒸发器。制冷工质从蒸发器定压吸热汽化后, 蒸发为干饱和蒸汽, 再进入压缩机 005 在绝热状态下压缩, 温度超过环境温度, 然后进入冷凝器 008, 通过表面散热片 009 向环境介质等压散热, 同时利用散热风扇 010

增强空气流动，散热储热单元中液态石蜡凝固，恢复到初始状态。在冷凝器 008 内，过热的制冷工质蒸汽先等压降温到对应于当前压力的饱和温度，然后继续等压（同时也是等温）冷凝成饱和液状态，进入节流阀 007，在此处绝热节流降温、降压至对应于循环起始压力的湿饱和蒸汽状态，再进入蒸发器，完成循环。

以上所述仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

10 工业实用性

本发明的储热单元可以在工业上制造或使用，具备工业实用性。

权利要求书

1、一种储热单元，至少包括单层封闭壳体，其特征在于：封闭壳体(2)
5 具有至少一个换热面(8, 9)和非换热面，泡沫骨架(4)填充在封闭壳体(2)的内部空间中；相变介质(6)均匀分布在泡沫骨架(4)的空隙中，与泡沫骨架(4)形成复合材料(02)，以获得比单纯相变介质(6)更高的导热系数；振动颗粒(3)由形状记忆合金制成，被压制为条状后采用过滤法被填入泡沫铜骨架(4)的空隙中；
10 超声波发生装置(05)发出超声波，诱导所述振动颗粒(3)产生振动，将液态相变介质(6)的流态由自然对流或纯导热转化为强制对流，同时利用超声波的空化和声流效应提高液态相变介质(6)的对流表面传热系数。

2、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述单层封闭壳体(2)的换热面(8, 9)和非换热面由相同的金属或非金属材料制成，其中非换热面外围包裹绝热材料。

15 3、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述单层封闭壳体(2)的换热面(8, 9)和非换热面由不同材料制成，其中换热面(8, 9)材料的导热系数高于非换热面材料的导热系数。

4、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述泡沫骨架(4)由金属或非金属材料制成。

20 5、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述泡沫骨架(4)为材料丝网。

6、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述相变介质由在一定温度下可发生相变化且至少有一相为液相，并在相变过程中吸收或释放潜热的材料制成。

25 7、根据权利要求6所述的储热单元，其特征在于：所述相变介质(6)为石蜡、熔融盐、液态金属或易气化的有机物质。

8、根据权利要求1所述的储热单元，其特征在于：所述振动颗粒(3)的冷态形状可为枝状、环形、弧形或者十字架状，将其在常温条件下压制为条

状后采用过滤法加入至泡沫骨架(4)中，然后利用其高温变形能力，加热并冷却后恢复冷态形状，卡在泡沫骨架(4)内部，保证所述振动颗粒(3)的稳定性，防止其从所述泡沫骨架(4)中脱落。

5 9、根据权利要求 1 所述的储热单元，其特征在于：所述振动颗粒(3)的振动动力可由外界超声波、交变电磁场或电动机代替超声波发生装置 (05) 提供，也可由所述振动颗粒(3)自身提供。

10、根据权利要求 1 所述的储热单元，其特征在于：所述超声波发生装置(05)是消耗电能的超声波发生器，或者是自供能的热声转化装置。

10 11、根据权利要求 1 所述的储热单元，其特征在于：换热面(8, 9)可设置翅片或进行表面处理。

12、一种换热器，其特征在于，包括如权利要求 1 至 11 中任一项所述的储热单元。

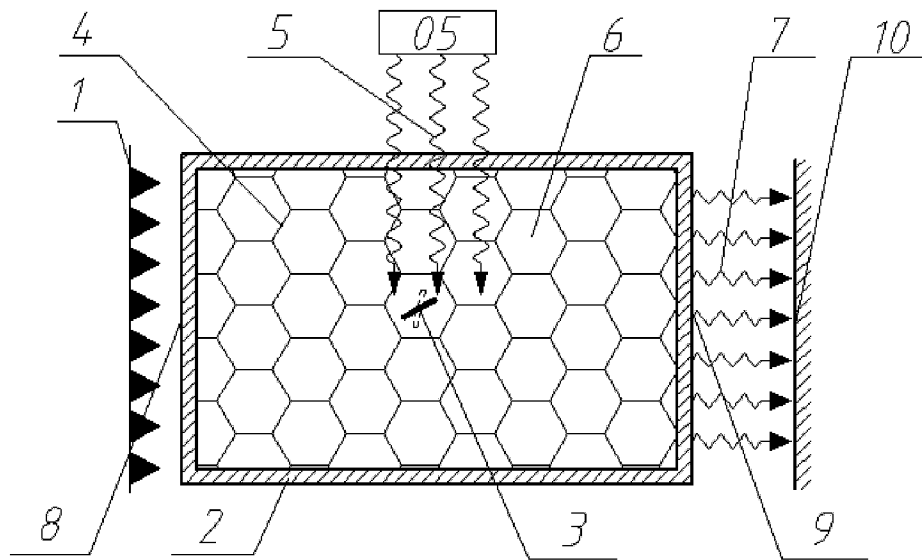


图 1

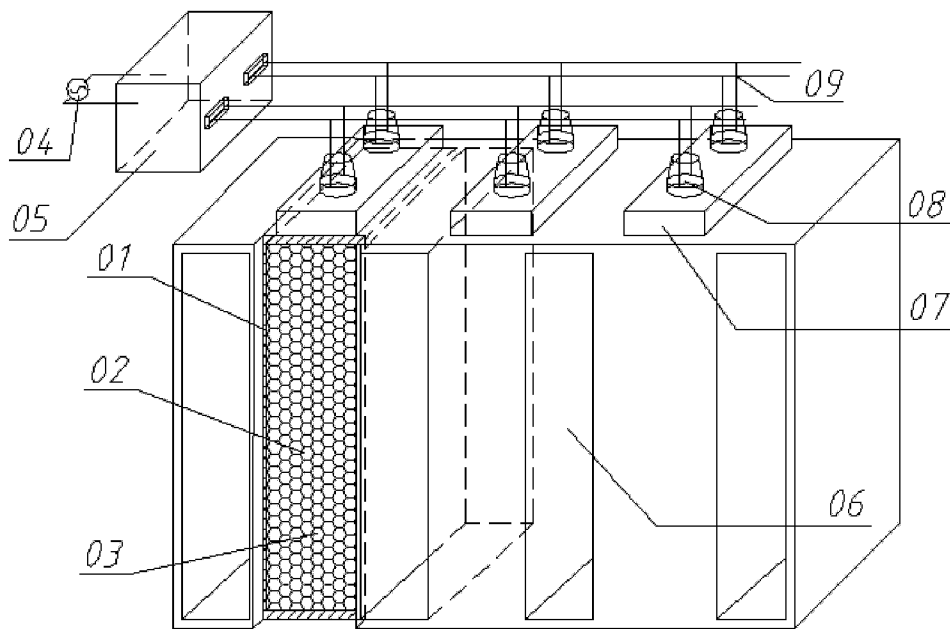


图 2

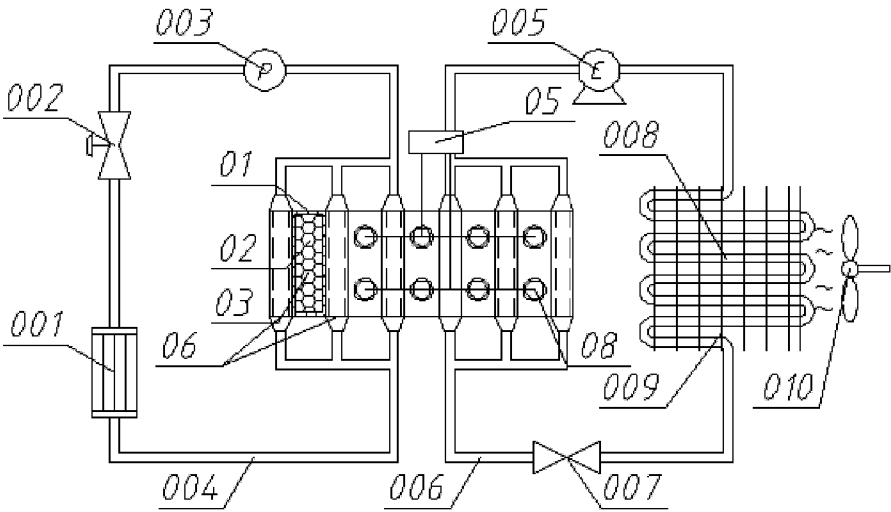


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/095534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 20/02 (2006.01) i; F28F 13/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D 17; F28D 20; F28F 3

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRSABS, CNKI, VEN: 多孔, 泡沫, 振动, 震动, 震荡, 振荡, 超声波, 超音波, 微波, 相变, 储热, 蓄热, foam, porous, vibrat+, ultrasonic, supersonic, heat

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104140786 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY CAS) 12 November 2014 (12.11.2014), description, paragraphs [0027]-[0044], and figure 1	1-12
A	CN 102777874 A (ZHENGZHOU UNIVERSITY) 14 November 2012 (14.11.2012), entire document	1-12
A	JP 3076847 B1 (AGENCY OF INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY) 16 June 2000 (16.06.2000), entire document	1-12
A	DE 10343151 A1 (M. PORE GMBH) 28 April 2005 (28.04.2005), entire document	1-12
A	US 2009107651 A1 (MEUZELAAR A) 30 April 2009 (30.04.2009), entire document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 April 2018	Date of mailing of the international search report 23 April 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer NI, Jianmin Telephone No. (86-10) 62084192

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/095534

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104140786 A	12 November 2014	CN 104140786 B	19 April 2017
CN 102777874 A	14 November 2012	CN 102777874 B	04 February 2015
JP 3076847 B1	16 June 2000	JP 2001183085 A	06 July 2001
DE 10343151 A1	28 April 2005	DE 10343151 B4	14 June 2006
US 2009107651 A1	30 April 2009	EP 1831633 A1	12 September 2007
		WO 2006059908 A1	08 June 2006
		NL 1027646 C2	07 June 2006
		NL 1029289 C2	07 June 2006

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/095534

A. 主题的分类

F28D 20/02(2006.01)i; F28F 13/12(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

F28D 17; F28D 20; F28F 13

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CPRSABS, CNKI, VEN: 多孔, 泡沫, 振动, 震动, 震荡, 振荡, 超声波, 超音波, 微波, 相变, 储热, 蓄热, foam, porous, vibrat+, ultrasonic, supersonic, heat

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104140786 A (中国科学院理化技术研究所) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 说明书第[0027]-[0044]段, 附图1	1-12
A	CN 102777874 A (郑州大学) 2012年 11月 14日 (2012 - 11 - 14) 全文	1-12
A	JP 3076847 B1 (AGENCY OF IND SCI & TECHNOLOGY) 2000年 6月 16日 (2000 - 06 - 16) 全文	1-12
A	DE 10343151 A1 (M.PORE GMBH) 2005年 4月 28日 (2005 - 04 - 28) 全文	1-12
A	US 2009107651 A1 (MEUZELAAR A) 2009年 4月 30日 (2009 - 04 - 30) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 4月 11日

国际检索报告邮寄日期

2018年 4月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

倪建民

电话号码 (86-10)86-010-62084192

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/095534

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104140786	A	2014年 11月 12日	CN	104140786	B	2017年 4月 19日
CN	102777874	A	2012年 11月 14日	CN	102777874	B	2015年 2月 4日
JP	3076847	B1	2000年 6月 16日	JP	2001183085	A	2001年 7月 6日
DE	10343151	A1	2005年 4月 28日	DE	10343151	B4	2006年 6月 14日
US	2009107651	A1	2009年 4月 30日	EP	1831633	A1	2007年 9月 12日
				WO	2006059908	A1	2006年 6月 8日
				NL	1027646	C2	2006年 6月 7日
				NL	1029289	C2	2006年 6月 7日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)