



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114484925 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202111516260.0

F25B 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.08

F25B 39/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F25B 41/40 (2021.01)

申请公布号 CN 114484925 A

F25B 43/00 (2006.01)

F25D 3/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.05.13

(73) 专利权人 包头稀土研究院

地址 014030 内蒙古自治区包头市稀土高新区黄河大街36号

(72) 发明人 李兆杰 刘翠兰 黄焦宏 张英德

程娟 金培育 戴默涵 郭亚茹  
王强 高磊

(74) 专利代理机构 北京康盛知识产权代理有限公司 11331

专利代理人 张良

(56) 对比文件

CN 112629058 A, 2021.04.09

WO 2021214836 A1, 2021.10.28

CN 107726664 A, 2018.02.23

CN 211041473 U, 2020.07.17

CN 101336356 A, 2008.12.31

JP 2005090921 A, 2005.04.07

US 2013227965 A1, 2013.09.05

US 2017130999 A1, 2017.05.11

审查员 王晓茜

(51) Int. Cl.

F25B 21/02 (2006.01)

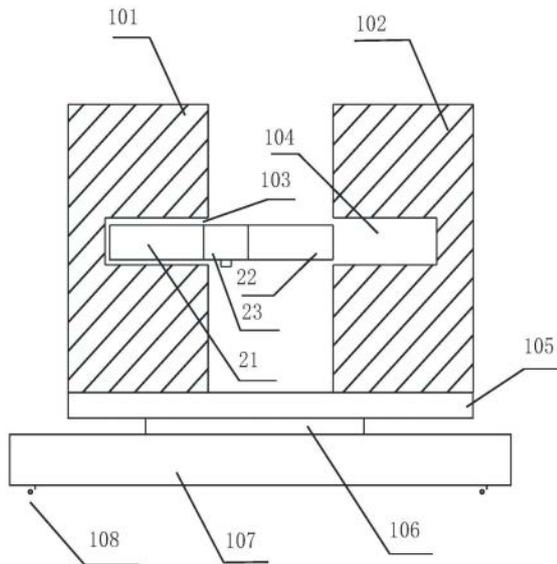
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

高效反作用式磁制冷机及热交换方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高效反作用式磁制冷机,包括:磁体、工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵、控制器、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵;工质床内部装有磁工质,工质床安装在磁体内部的工作空间,工质床包括:第一工质床、第二工质床、隔热连接板,隔热连接板连接在第一工质床、第二工质床之间;第一工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵通过管路相串联;第二工质床、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵通过管路相串联;控制器用于控制第一蠕动泵、第二蠕动泵的启停和转动方向,以及用于控制驱动机构的行进方向和距离。本发明还公开了一种高效反作用式磁制冷机的热交换方法。本发明实现了磁热效应最大化,大大提高了磁制冷工作效率、降低了系统噪音。



1. 一种高效反作用式磁制冷机,其特征在于,包括:磁体、工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵、控制器、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵;磁体用于给工质床提供变化的磁场,磁体的底部连接有固定板,磁体设置有驱动机构,驱动机构用于驱动固定板往复平移,磁体包括:第一磁体、第二磁体、固定板、驱动机构,第一磁体、第二磁体的磁场方向相同;第一磁体中部设置有第一工作空间,第二磁体中部设置有第二工作空间,第一工作空间、第二工作空间的开口处相对,第一工作空间、第二工作空间之间的分隔距离为分隔空间,第一工作空间、第二工作空间、分隔空间组成磁体的工作空间;第一磁体、第二磁体的底部连接在固定板上,固定板、驱动机构之间通过齿轮连接;驱动机构用于驱动固定板往复平移,驱动机构通过控制线连接控制器,利用外部电源供电;驱动机构设置在滑道、底座之间,隔热连接板、底座之间连接有支撑杆,通过支撑杆将工质床固定在底座上;驱动机构包括:固定架、驱动电机、减速机、齿条,固定架连接在底座上,驱动电机固定在固定架上,减速机连接在驱动电机的转轴上,减速机的输出轴设置有行星齿轮;齿条固定在固定板下部,齿条与行星齿轮相啮合;固定板下部设置有半导体制冷片、温度传感器,半导体制冷片、温度传感器分别通过控制线与控制器相连接,固定板设置有滑道,底座设置有滑道支撑架,滑道包括:滑槽、滑块,滑块安装在滑槽内,两个滑槽分别固定在固定板下部两侧,滑块的连接在滑道支撑架的上部;工质床内部装有磁工质,工质床安装在磁体内部的工作空间,其包括:第一工质床、第二工质床、隔热连接板,隔热连接板连接在第一工质床、第二工质床之间;第一工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵通过管路相串联;第二工质床、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵通过管路相串联;控制器用于控制第一蠕动泵、第二蠕动泵的启停、转动方向、转动时间,以及用于控制驱动机构的行进方向和距离。

2. 如权利要求1所述的高效反作用式磁制冷机,其特征在于,控制器通过控制线分别连接第一蠕动泵、第二蠕动泵的信号输入端,第一蠕动泵、第二蠕动泵、控制器利用外部电源供电。

3. 如权利要求1所述的高效反作用式磁制冷机,其特征在于,第一工质床包括两个工质床分体,在工质床分体连接端面上设置有密封槽和滤网槽,滤网槽位于密封槽内侧,密封槽内设置有O型密封圈,滤网槽内安装有过滤网。

4. 如权利要求1所述的高效反作用式磁制冷机,其特征在于,第二工质床包括两个工质床分体,在工质床分体连接端面上设置有密封槽和滤网槽,滤网槽位于密封槽内侧,密封槽内设置有O型密封圈,滤网槽内安装有过滤网。

5. 使用权利要求1-4任一项所述的高效反作用式磁制冷机的热交换方法,其特征在于,包括:

第一工质床进入磁场充磁,第一工质床内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,加热后的换热流体送入第一散热器制热;同时,第二工质床退出磁场,第二工质床内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的磁工质流入第二蓄冷器制冷;

第一工质床退磁,第一工质床内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的换热流体送入第一蓄冷器制冷;同时,第二工质床进入磁场充磁,第二工质床内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,升温后的磁工质流入第二散热器制热;

控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板向第一工质床方向移动,第一工质床移动到第一磁体的第一工作空间内,第一工质床的磁工质充磁并升温;第一工质床进

入第一工作空间的同时,第二工质床离开第二工作空间,第二工质床的磁工质退磁并降温;控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板向第二工质床方向移动,第二工质床移动到第二磁体的第二工作空间内,第二工质床的磁工质充磁并升温;第二工质床进入第二工作空间的同时,第一工质床离开第一工作空间,第一工质床的磁工质退磁并降温。

## 高效反作用式磁制冷机及热交换方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于室温磁制冷技术领域,具体涉及一种高效反作用式磁制冷机及热交换方法。

### 背景技术

[0002] 目前,传统压缩制冷中使用的氟利昂制冷剂会对臭氧层会产生危害,会间接导致人类生存环境的变化。根据蒙特利尔协议和京都协议,气体压缩制冷采用无氟的制冷剂,例如R410A,R410A由两种准共沸的混合物而成,主要有氢,氟和碳元素组成,具有稳定、无毒、性能优越等特点。虽然新的制冷工质不再对臭氧产生不利影响,但是会导致温室效应,仍然会破坏自然环境。

[0003] 由于在传统压缩气体制冷中,制冷剂被压缩机等熵压缩,再进入冷凝器冷却,进入节流阀,最后出节流阀,进入蒸发器,按照这样循环工作,整个热力学循环的四部分是在制冷剂经过不同机械部分完成的。

[0004] 室温磁场制冷的热力学循环是在蓄热器中完成循环,制冷剂即磁工质不动,只是磁场强度变化,就能完成热力学循环,这种磁场制冷热流体循环系统大大提高了制冷工作效率。传统磁制冷方式存在机械结构复杂、磁工质退磁不完全、磁热效应不完整、噪音高等缺陷。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高效反作用式磁制冷机及热交换方法,实现了磁热效应最大化,大大提高了磁制冷工作效率,同时还降低了系统噪音。

[0006] 为达到上述目的,本发明使用的技术解决方案是:

[0007] 高效反作用式磁制冷机,包括:磁体、工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵、控制器、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵;磁体用于给工质床提供变化的磁场,磁体的底部连接有固定板,磁体设置有驱动机构,驱动机构用于驱动固定板往复平移;工质床内部装有磁工质,工质床安装在磁体内部的工作空间,其包括:第一工质床、第二工质床、隔热连接板,隔热连接板连接在第一工质床、第二工质床之间;第一工质床、第一散热器、第一蓄冷器、第一蠕动泵通过管路相串联;第二工质床、第二散热器、第二蓄冷器、第二蠕动泵通过管路相串联;控制器用于控制第一蠕动泵、第二蠕动泵的启停、转动方向、转动时间,以及用于控制驱动机构的行进方向和距离。

[0008] 进一步,控制器通过控制线分别连接第一蠕动泵、第二蠕动泵的信号输入端,第一蠕动泵、第二蠕动泵、控制器利用外部电源供电。

[0009] 进一步,第一工质床包括两个工质床分体,在工质床分体连接端面上设置有密封槽和滤网槽,滤网槽位于密封槽内侧,密封槽内设置有O型密封圈,滤网槽内安装有过滤网。

[0010] 进一步,第二工质床包括两个工质床分体,在工质床分体连接端面上设置有密封槽和滤网槽,滤网槽位于密封槽内侧,密封槽内设置有O型密封圈,滤网槽内安装有过滤网。

[0011] 进一步,磁体包括:第一磁体、第二磁体、固定板、驱动机构,第一磁体、第二磁体的磁场方向相同;第一磁体中部设置有第一工作空间,第二磁体中部设置有第二工作空间,第一工作空间、第二工作空间的开口处相对,第一工作空间、第二工作空间之间的分隔距离为分隔空间,第一工作空间、第二工作空间、分隔空间组成磁体的工作空间;第一磁体、第二磁体的底部连接在固定板上,固定板、驱动机构之间通过齿轮连接;驱动机构用于驱动固定板往复平移,驱动机构通过控制线连接控制器,利用外部电源供电。

[0012] 进一步,驱动机构设置在滑道、底座之间,隔热连接板、底座之间连接有支撑杆,通过支撑杆将工质床固定在底座上。

[0013] 进一步,固定板下部设置有半导体制冷片、温度传感器,半导体制冷片、温度传感器分别通过控制线与控制器相连接。

[0014] 进一步,固定板设置有滑道,底座设置有滑道支撑架,滑道包括:滑槽、滑块,滑块安装在滑槽内,两个滑槽分别固定在固定板下部两侧,滑块的连接在滑道支撑架的上部;驱动机构包括:固定架、驱动电机、减速机、齿条,固定架连接在底座上,驱动电机固定在固定架上,减速机连接在驱动电机的转轴上,减速机的输出轴设置有行星齿轮;齿条固定在固定板下部,齿条与行星齿轮相啮合。

[0015] 高效反作用式磁制冷机的热交换方法,其特征在于,包括:

[0016] 第一工质床进入磁场充磁,第一工质床内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,加热后的换热流体送入第一散热器制热;同时,第二工质床退出磁场,第二工质床内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的磁工质流入第二蓄冷器制冷;

[0017] 第一工质床退磁,第一工质床内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的换热流体送入第一蓄冷器制冷;同时,第二工质床进入磁场充磁,第二工质床内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,升温后的磁工质流入第二散热器制热。

[0018] 优选的,控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板向第一工质床方向移动,第一工质床移动到第一磁体的第一工作空间内,第一工质床的磁工质充磁并升温;第一工质床进入第一工作空间的同时,第二工质床离开第二工作空间,第二工质床的磁工质退磁并降温;控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板向第二工质床方向移动,第二工质床移动到第二磁体的第二工作空间内,第二工质床的磁工质充磁并升温;第二工质床进入第二工作空间的同时,第一工质床离开第一工作空间,第一工质床的磁工质退磁并降温。

[0019] 与现有技术相比,本发明技术效果包括:

[0020] 本发明是针对现有传统磁制冷系统提出的,现有的传统磁制冷系统存在热力学循环系统复杂、效率低、磁工质退磁不完全、磁热效应低、噪音高等缺陷,为解决上述问题,本发明提出的一种高效反作用式磁制冷机及热交换方法,给工质床配套两套散热仓和蓄冷仓,通过磁热效应叠加实现了磁热效应最大化,大大提高了磁制冷工作效率,同时还简化了热力学循环系统。

[0021] 本发明中,将现有技术中旋转式磁场改进为平移式磁场,极大限度的降低了噪音的产生。本发明通过双向蠕动泵改变转动方向,或者使用单向泵和换向阀的配合,来调节换热流体的流动方向,减少甚至不用阀门,进而降低了系统噪音。

### 附图说明

- [0022] 图1是本发明中高效反作用式磁制冷机的结构原理图；  
[0023] 图2是本发明中第一工质床充磁升温散热的原理图；  
[0024] 图3是本发明中第一工质床退磁降温蓄冷的原理图；  
[0025] 图4是本发明中第二工质床充磁升温散热的原理图；  
[0026] 图5是本发明中第二工质床退磁降温蓄冷的原理图；  
[0027] 图6是本发明中磁体的结构示意图；  
[0028] 图7是本发明中滑道的结构示意图；  
[0029] 图8是本发明中驱动机构的结构示意图。

### 具体实施方式

[0030] 以下描述充分地示出本发明的具体实施方案,以使本领域的技术人员能够实践和再现。

[0031] 如图1所示,是本发明中工质床2的结构示意图。如图2所示,是本发明中第一工质床21充磁升温散热的原理图。如图3所示,是本发明中第一工质床21退磁降温蓄冷的原理图。

[0032] 高效反作用式磁制冷机,包括:磁体1、工质床2、第一散热器3、第一蓄冷器4、第一蠕动泵5、控制器、第二散热器6、第二蓄冷器7、第二蠕动泵8。

[0033] 工质床2安装在磁体1内部的工作空间,工质床2包括:第一工质床 21、第二工质床 22、隔热连接板23,隔热连接板23连接在第一工质床21、第二工质床22之间。

[0034] 工质床2内部装有磁工质,磁工质为以金属Gd或LaFeSi为主的合金球颗粒,粒度约为20-60目。磁工质充磁时在磁热效应下温度升高,退磁时在磁热效应下产生温度降低。第一工质床21、第一散热器3、第一蓄冷器4,以及第二工质床22、第二散热器6、第二蓄冷器7之间的热力学循环是磁工质经过充磁-退磁完成。工质床2、磁体1相对位置的往复运动频率较快,移动时间为0.5秒-2秒;换热时间即进入或退出磁场停留时间,换热时间根据负载大小范围为1.5秒-1.8秒,换热流体的流速由于管径大小来确定,换热流体的流量根据换热时间和管径大小来确定。

[0035] 第一工质床21、第二工质床22通过金属Cu增材制造而成,第一工质床21、第二工质床22包括两个工质床分体,在工质床分体连接端面上设置有密封槽和滤网槽,滤网槽位于密封槽内侧,密封槽内设置有O型密封圈,滤网槽内安装有过滤网。过滤网用于过滤在工质床2中流动的磁工质。换热流体采用H<sub>2</sub>O和少量碳氢化合物的混合液。

[0036] 第一工质床21、第一散热器3、第一蓄冷器4、第一蠕动泵5通过管路相串联。控制器用于控制第一蠕动泵5的启停和转动方向,以控制换热流体的流动方向;控制器通过控制线连接第一蠕动泵5的信号输入端,第一蠕动泵5、控制器通过导线连接外部电源,利用外部电源供电。

[0037] 如图4所示,是本发明中第二工质床22充磁升温散热的原理图。如图 5所示,是本发明中第二工质床22退磁降温蓄冷的原理图。

[0038] 第二工质床22、第二散热器6、第二蓄冷器7、第二蠕动泵8通过管路相串联。控制器用于控制第二蠕动泵8的启停和转动方向,以控制换热流体的流动方向;控制器通过控制线

连接第二蠕动泵8的信号输入端,第二蠕动泵8通过导线连接外部电源,利用外部电源供电。

[0039] 蠕动泵(第一蠕动泵5、第二蠕动泵8)采用双向蠕动泵来调节换热流体的流向,蠕动泵制冷时正转,散热时反转(或制冷时反转,散热时正转),或者使用单向泵增加换向阀。工质床2各配置一套散热器和蓄冷器(第一工质床21配置第一散热器3、第一蓄冷器4,第二工质床22、第二散热器6配置第二蓄冷器7),去向一致,均为散热仓和蓄冷仓,起到叠加加强效果。

[0040] 如图6所示,是本发明中磁体1的结构示意图。

[0041] 磁体1包括:第一磁体101、第二磁体102、固定板105、驱动机构,第一磁体101、第二磁体102的磁场方向相同。第一磁体101中部设置有第一工作空间103,第二磁体102中部设置有第二工作空间104,第一工作空间103、第二工作空间104的开口处相对,第一工作空间103、第二工作空间104之间的分隔距离为分隔空间,第一工作空间103、第二工作空间104、分隔空间组成磁体1的工作空间。

[0042] 第一磁体101、第二磁体102的底部连接在固定板105上,固定板105、驱动机构之间通过齿轮连接,驱动机构用于驱动固定板105往复平移,进而带动第一磁体101、第二磁体102往复平移。

[0043] 驱动机构通过控制线连接控制器,控制器用于控制驱动机构的行进方向和距离,使工质床2与磁体1形成相对位移,进而使第一工质床21、第二工质床22反复进出第一工作空间103、第二工作空间104的磁场。驱动机构通过导线连接外部电源,利用外部电源供电。

[0044] 第一磁体101、第二磁体102的外形为正六面体结构。第一工作空间103、第二工作空间104为长方体空间。

[0045] 固定板105设置有滑道106,驱动机构连接在滑道106、底座107之间,底座107下方设有滑轮108。

[0046] 固定板105下部设置有半导体制冷片、温度传感器,半导体制冷片、温度传感器分别通过控制线与控制器相连接,当超过工作温度15℃,半导体制冷片开始工作,给固定板105以及其上连接的第一磁体101、第二磁体102降温。

[0047] 隔热连接板23、底座107之间连接有支撑杆,通过支撑杆将工质床2固定在底座107上。

[0048] 第一工质床21、第二工质床22的制冷、制热的时机相反,即当第一工质床21制冷时,第二工质床22制热;反之第一工质床21制热时,第二工质床22制冷。当第一工质床21进入磁场时,第一工质床21内的磁工质升温,换热流体经第一工质床21流向第一散热器3;第一工质床21内的磁工质升温的同时,第二工质床22退出磁场,第二工质床22内的磁工质降温,换热流体经第二工质床22流向第二蓄冷器7。当第一工质床21退出磁场时,第一工质床21内的磁工质降温,换热流体经第一工质床21流向第一蓄冷器4;第一工质床21内的磁工质降温的同时,第二工质床22进入磁场,第二工质床22内的磁工质升温,换热流体经第二工质床22流向第二散热器6。

[0049] 控制器采用可编程控制器,第一蠕动泵5、第二蠕动泵6采用隔膜泵;通过可编程控制器控制第一蠕动泵5、第二蠕动泵8的启停、转动方向、转动时间,驱动机构驱动带动磁体1给工质床2的充磁、退磁的时间,换热流体经过蠕动泵的驱动使第一工质床21的换热流体反复经过磁工质流入第一散热器3、第一蓄冷器4,第二工质床22的换热流体经过磁工质反复

流入第二散热器6、第二蓄冷器7,按照这样循环工作,整个热力学循环是在磁工质经过同时充磁-退磁完成,这种高效反作用式磁制冷机及热交换方法大大简化了磁制冷结构,提高磁制冷效率,使磁制冷效应得到充分利用,有效地缩短制冷时间。

[0050] 如图7所示,是本发明中滑道106的结构示意图。

[0051] 底座51设置有滑道支撑架511,滑道106包括:滑槽1061、滑块1062,滑块1062安装在滑槽1061内,两个滑槽1061分别固定在固定板105下部两侧,滑块1062的连接在滑道支撑架511的上部。滑块1062采用T形滑块。

[0052] 如图8所示,是本发明中驱动机构的结构示意图。

[0053] 驱动机构包括:固定架91、驱动电机92、减速机93、齿条94,固定架91位于固定板105下部,固定架91的底部固定连接在底座107上,驱动电机92固定在固定架91上部,减速机93连接在驱动电机92的转轴上,减速机93的输出轴设置有行星齿轮。齿条94固定在固定板105下部,齿条94与行星齿轮相啮合。驱动电机92正反转,实现驱动机构带动固定板3 往复移动。

[0054] 高效反作用式磁制冷机的热交换方法,包括如下步骤:

[0055] 步骤1:第一工质床21进入磁场充磁,第一工质床21内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,加热后的换热流体送入第一散热器3制热;同时,第二工质床22退出磁场,第二工质床22内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的磁工质流入第二蓄冷器7制冷;

[0056] 控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板105向第一工质床21方向移动,第一工质床21移动到第一磁体101的第一工作空间103 内,第一工质床21的磁工质充磁并升温。第一工质床21进入第一工作空间103的同时,第二工质床22离开第二工作空间104,第二工质床22的磁工质退磁并降温。

[0057] 步骤2:第一工质床21退磁,第一工质床21内的磁工质降温,磁工质给换热流体降温,降温后的换热流体送入第一蓄冷器4制冷;同时,第二工质床22进入磁场充磁,第二工质床22内的磁工质升温,升温的磁工质加热换热流体,升温后的磁工质流入第二散热器6制热。

[0058] 控制器发出指令启动驱动机构,驱动机构带动固定板105向第二工质床22方向移动,第二工质床22移动到第二磁体102的第二工作空间104 内,第二工质床22的磁工质充磁并升温。第二工质床22进入第二工作空间104的同时,第一工质床21离开第一工作空间103,第一工质床21的磁工质退磁并降温。

[0059] 重复步骤1、步骤2,按照这样循环工作,第一工质床21反复充磁、退磁,并且第一工质床21通过换热流体在第一散热器3反复制热,在第一蓄冷器4反复制冷;第二工质床22反复充磁、退磁,第二工质床22通过换热流体在第二散热器6反复制热,在第二蓄冷器7反复制冷,这种高效反作用式磁制冷机及热交换方法简化了磁制冷运行方式,实现了磁工质完全充磁及退磁,使磁制冷机磁热效应得到充分的发挥,大大提高了磁制冷效率,使磁制冷效应得到充分利用,有效地缩短制冷时间,并改善了磁制冷机的工作方式,极大限度的降低了噪音的产生。

[0060] 本发明所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的

细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应随附权利要求所涵盖。

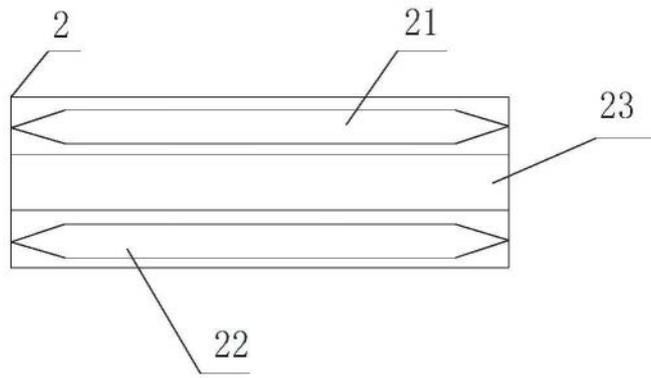


图1

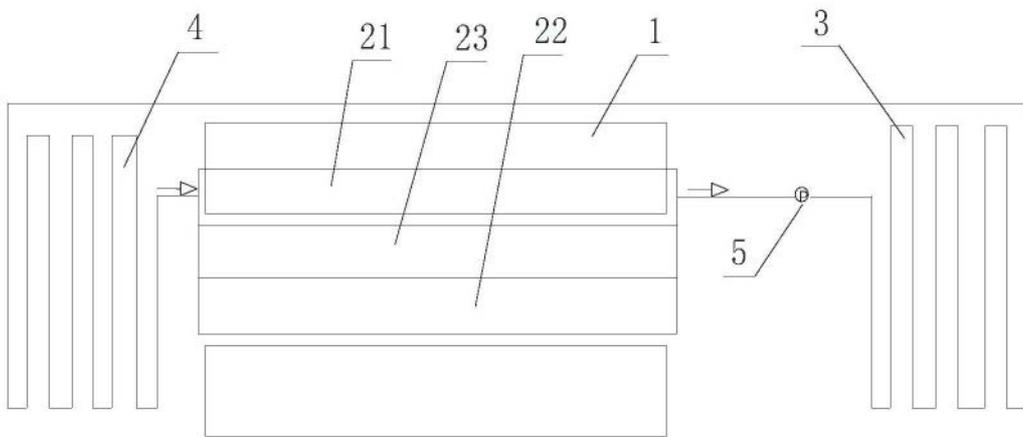


图2

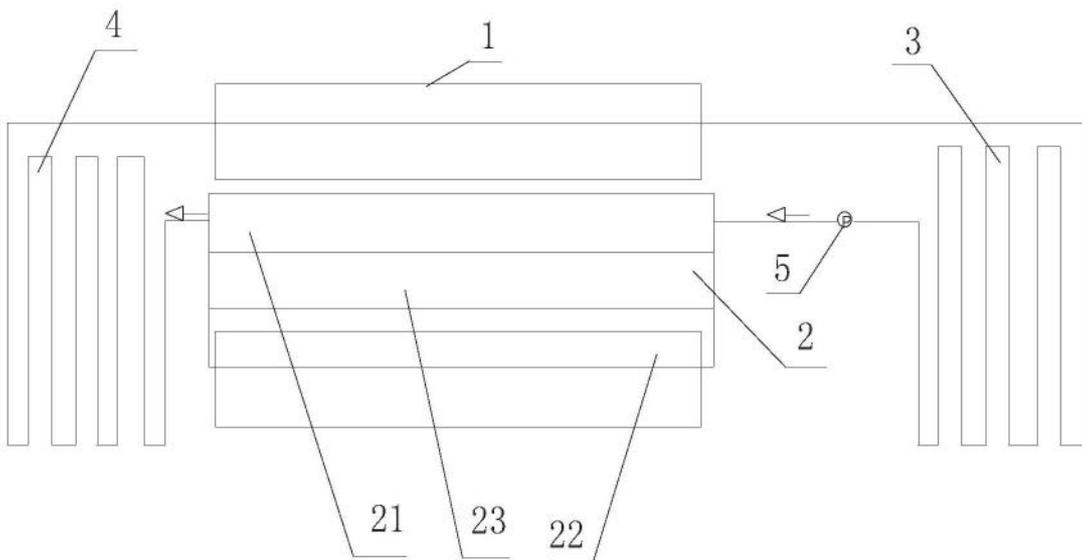


图3

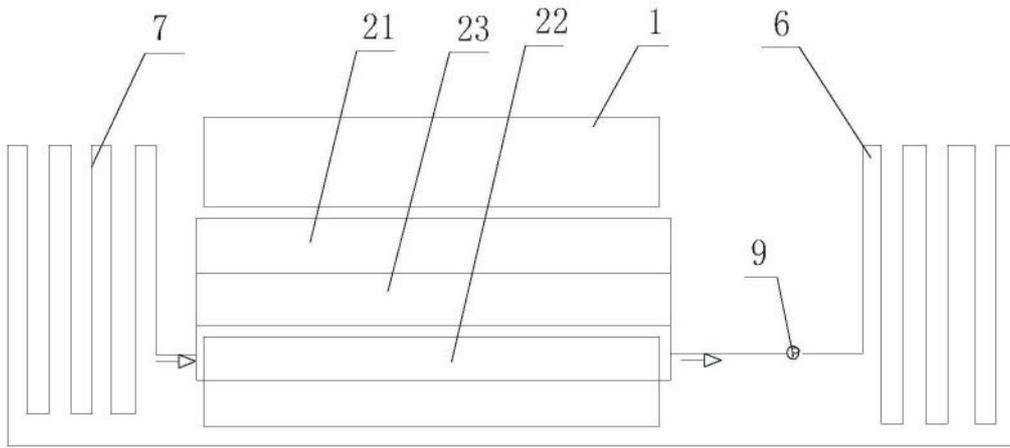


图4

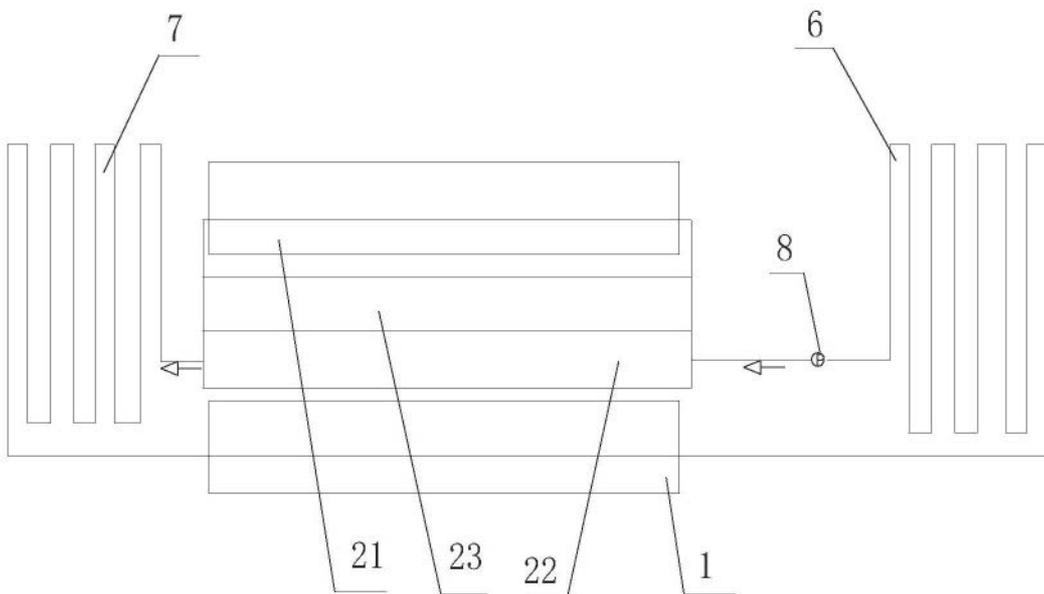


图5

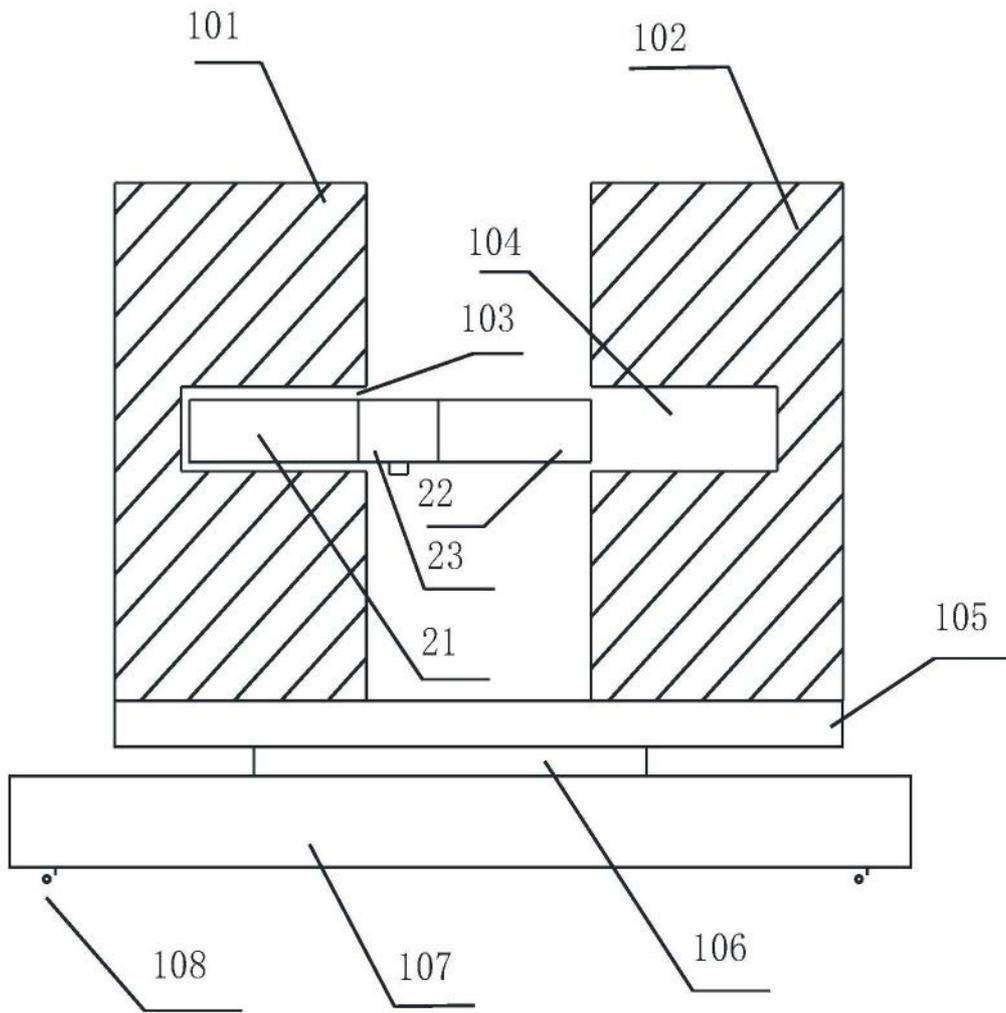


图6

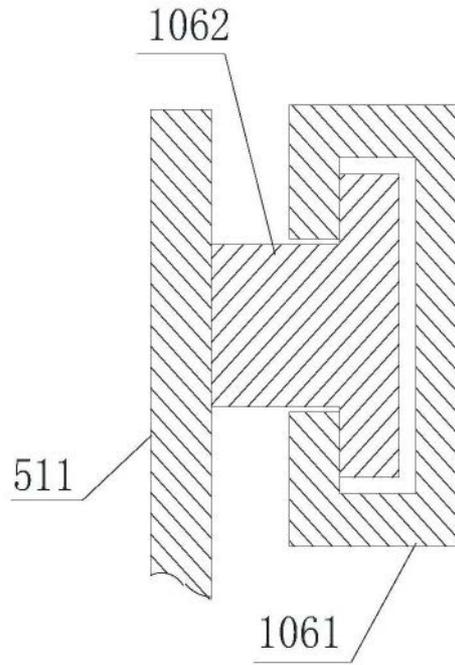


图7

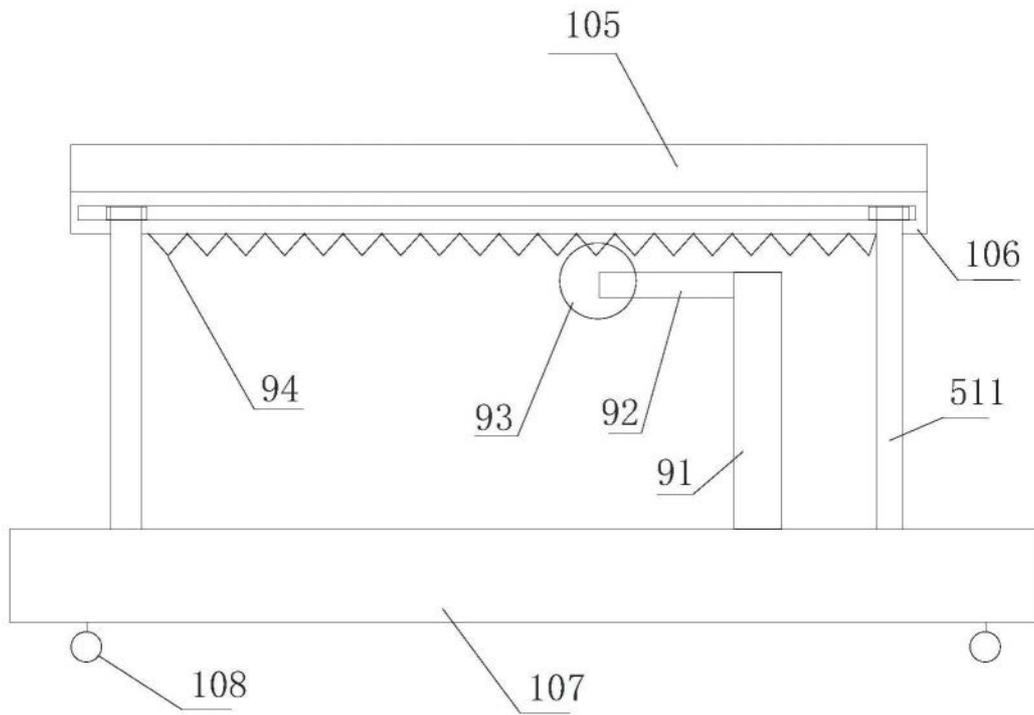


图8