



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114857970 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202210640200.8

(22) 申请日 2022.06.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114857970 A

(43) 申请公布日 2022.08.05

(73) 专利权人 中国矿业大学
地址 221000 江苏省徐州市大学路1号

(72) 发明人 林欣茹 凌云志 刘展 李晓昭
赵鹏 冯珺垵 汪峰

(74) 专利代理机构 北京淮海知识产权代理事务
所(普通合伙) 32205
专利代理师 薛茹丹

(51) Int. Cl.
F28D 15/04 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 113437387 A, 2021.09.24
- CN 207065759 U, 2018.03.02
- CN 206352878 U, 2017.07.25
- CN 114245665 A, 2022.03.25
- CN 104320953 A, 2015.01.28
- JP H05157467 A, 1993.06.22
- CN 102798184 A, 2012.11.28

审查员 喻倩萍

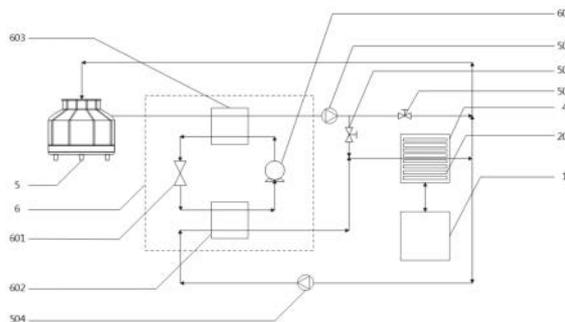
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统

(57) 摘要

一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,包括内循环回路和外循环回路,一级内循环回路的超薄环路脉动热管蒸发端采用烧结制成的具有吸液芯结构的铜制蒸发器,通过液体工质的蒸发吸热对发热元件进行散热,呈气液两相状态的工质通过毛细换热管进入冷凝端,冷凝端为具有多个毛细弯头结构的铜制冷凝器,循环冷凝器通过多个翅片形成与外循环回路连通的换热通道,通过内循环与外循环双级回路共同作用实现服务器级别的高效散热,本系统无需额外的动力系统,且双级回路在保证冷却水出水温度要求的同时能够充分利用室外冷源。本系统有效降低了能耗,为服务器级别设备提供高效换热,保证了其在合适的温度范围内正常工作。



1. 一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,包括内循环回路和外循环回路,所述内循环回路为超薄环路脉动热管,其包括蒸发端(1)和冷凝端(2),蒸发端(1)包括多个与电子元件直接接触的内循环蒸发器(101),各内循环蒸发器(101)之间通过设置多个接口和管路进行串联连通,内循环蒸发器(101)内部设有吸液芯(102),所述吸液芯(102)为多条平行分布的沟槽,内循环蒸发器(101)内部的工质沿沟槽流动;

各内循环蒸发器(101)的两侧的连接口分别作为入口端和出口端,位于两侧的内循环蒸发器(101)通过其所在侧的毛细换热管(3)与内循环回路冷凝端(2)连接,所述毛细换热管(3)与沟槽平行设置;

所述的冷凝端(2)包括内循环冷凝器(201)、毛细弯道(202)和翅片(203),所述的毛细弯道(202)设置于内循环冷凝器(201)内,包括多个连通的U形换热管(204),工质在U形换热管(204)内流动,毛细弯道(202)两端分别与位于两侧的内循环蒸发器(101)的入口端和出口端连通,形成内循环换热回路;所述翅片(203)为多个,其一侧贴合于毛细弯道(202)设置,另一侧与外循环回路连接,形成与外循环回路连通的换热通道(4);

所述的外循环回路包括冷却塔(5)、循环水泵一(501)、阀门一(502)、阀门二(503)、循环水泵二(504)和机械制冷模块(6),机械制冷模块(6)包括膨胀阀(601)、蒸发器(602)、冷凝器(603)和压缩机(604),蒸发器(602)的一次侧入口和出口分别连接膨胀阀(601)的出口和压缩机(604)的入口,膨胀阀(601)的入口与冷凝器(603)的一次侧出口连接,压缩机(604)的出口连接冷凝器(603)的一次侧入口;

冷凝器(603)的二次侧入口和出口分别连接冷却塔(5)出口和循环水泵一(501)的吸水口,循环水泵一(501)的排水口分别连接阀门一(502)的进水口和阀门二(503)的进水口,阀门一(502)的出水口与换热通道(4)的入口连接,换热通道(4)的出口与冷却塔(5)的入口连接,阀门二(503)的出水口与冷却塔(5)的入口连接;

蒸发器(602)的二次侧出口与换热通道(4)的入口连接,换热通道(4)的出口连接循环水泵二(504)的吸水口,循环水泵二(504)的排水口连接蒸发器(602)的二次侧入口。

2. 根据权利要求1所述的一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,超薄环路脉动热管具有均匀加热和不均匀加热两种加热模式。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,所述内循环蒸发器(101)上的入口端和出口端分别位于内循环蒸发器(101)壳体的两侧,呈错位分布。

4. 根据权利要求3所述的一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,所述的超薄环路脉动热管内的工质为去离子水、酮类工质、醇类工质、微纳胶囊相变材料乳液、纳米流体或磁流体,工质充液率为30%~70%。

5. 根据权利要求4所述的一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,所述的内循环蒸发器(101)数量与服务器内电子元件的数量相等。

6. 根据权利要求5所述的一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,其特征在于,所述的毛细换热管(3)的直径为2~3mm。

一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,属于电子设备冷却技术领域。

背景技术

[0002] 随着高性能电子设备散热功率需求的增长,有效转移设备运行时散发的大量热量以保证电子设备正常运行是冷却系统关注的重心。

[0003] 数据中心的年耗电量以15-20%的速度持续增长,其中冷却系统能耗约占数据中心总能耗的40%,降低冷却系统能耗可以显著降低数据中心能耗;数据中心内部用于容纳电子设备的服务器具有高发热密度的特点,随着电子元件小型化和集成化,多个高功率芯片被放置在有限空间内工作,大量冗热堆积会导致芯片损坏和信息丢失等问题,因此,需要设计合理的冷却系统维持服务器等设备在合适的温度范围内工作以减少宕机现象的出现。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,该系统能耗低,且能够为服务器级别设备进行高效换热,保证其在合适的温度范围内正常工作。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,包括内循环回路和外循环回路,所述内循环回路为超薄环路脉动热管,其包括蒸发端和冷凝端,蒸发端包括多个与电子元件直接接触的内循环蒸发器,各内循环蒸发器之间通过设置多个接口和管路进行连通,内循环蒸发器内部设有吸液芯,所述吸液芯为多条平行分布的沟槽,内循环蒸发器内部的工质沿沟槽流动;

[0006] 各内循环蒸发器的两侧的连接口分别作为入口端和出口端,并分别通过其所在侧的毛细换热管与内循环回路冷凝端连接,所述毛细换热管与沟槽平行设置;

[0007] 所述的冷凝端包括内循环冷凝器、毛细弯道和翅片,所述的毛细弯道设置于内循环冷凝器内,包括多个连通的U形换热管,工质在U形换热管内流动,毛细弯道两端分别与内循环蒸发器的入口端和出口端连通,形成内循环换热回路;所述翅片为多个,其一侧贴合于毛细弯道设置,另一侧与外循环回路连接,形成与外循环回路连通的换热通道;

[0008] 所述的外循环回路包括冷却塔、循环水泵一、阀门一、阀门二、循环水泵二和机械制冷模块,机械制冷模块包括膨胀阀、蒸发器、冷凝器和压缩机,蒸发器的一次侧入口和出口分别连接膨胀阀的出口和压缩机的入口,膨胀阀的入口与冷凝器的一次侧出口连接,压缩机的出口连接冷凝器的一次侧入口;

[0009] 冷凝器的二次侧入口和出口分别连接冷却塔出口和循环水泵一的吸水口,循环水泵一的排水口分别连接阀门一的进水口和阀门二的进水口,阀门一的出水口与换热通道的入口连接,换热通道的出口与冷却塔的入口连接,阀门二的出水口与冷却塔的入口连接;

[0010] 蒸发器的二次侧出口与换热通道的入口连接,换热通道的出口连接循环水泵二的

吸水口,循环水泵二的排水口连接蒸发器的二次侧入口。

[0011] 进一步地,超薄环路脉动热管具有均匀加热和不均匀加热两种加热模式。

[0012] 进一步地,所述内循环蒸发器上的入口端和出口端分别位于内循环蒸发器壳体的两侧,与内循环蒸发器壳体两侧开设的连接口呈错位分布。

[0013] 进一步地,所述的超薄环路脉动热管内的工质为去离子水、酮类工质、醇类工质、微纳胶囊相变材料乳液、纳米流体或磁流体,工质充液率为30%~70%。

[0014] 进一步地,所述的内循环蒸发器数量与服务器内电子元件的数量相等。

[0015] 进一步地,所述的毛细换热管的直径为2~3mm。

[0016] 本发明采用超薄环路脉动热管构建一级内循环回路,采用冷却塔、机械制冷模块和换热通道构建二级外循环回路,其中,一级内循环回路的超薄环路脉动热管蒸发端采用烧结制成的具有吸液芯结构的铜制蒸发器,通过液体工质的蒸发吸热对发热元件进行散热,呈气液两相状态的工质通过毛细换热管进入冷凝端,冷凝端为具有多个毛细弯头结构的铜制冷凝器,内循环冷凝器通过多个翅片形成与外循环回路连通的换热通道,通过内循环与外循环双级回路共同作用实现服务器级别的高效散热,超薄环路脉动热管反重力性能优越、自由度高、安全性好,适用于服务器级别的散热,可以直接从CPU等高发热密度元件取热,提高了冷却系统性能,降低了液冷系统的泄露风险,安全性高;本系统无需额外的动力系统,且双级回路在保证冷却水出水温度要求的同时能够充分利用室外冷源,节能性强;综上,本系统有效降低了能耗,为服务器级别设备提供了高效换热,保证了其在合适的温度范围内正常工作。

附图说明

[0017] 图1是本发明的内循环回路的均匀加热模式工作原理示意图;

[0018] 图2是本发明的内循环回路的不均匀加热模式工作原理示意图;

[0019] 图3是本发明的内循环蒸发器内部工质出口端流动示意图;

[0020] 图4是本发明的内循环蒸发器内部工质入口端流动示意图;

[0021] 图5是本发明的内循环回路、换热通道以及外循环回路之间配合的工作原理示意图。

[0022] 图中:1、蒸发端,101、内循环蒸发器,102、吸液芯,2、冷凝端,201、内循环冷凝器,202、毛细弯道,203、翅片,204、U形换热管,3、毛细换热管,4、换热通道,5、冷却塔,501、循环水泵一,502、阀门一,503、阀门二,504、循环水泵二,6、机械制冷模块,601、膨胀阀,602、蒸发器,603、冷凝器,604、压缩机。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0024] 如图1至图4所示,一种基于超薄环路脉动热管的双级回路冷却系统,包括内循环回路和外循环回路,所述内循环回路为超薄环路脉动热管,其包括蒸发端1和冷凝端2,蒸发端1包括多个与电子元件直接接触的内循环蒸发器101,各内循环蒸发器101之间通过设置多个接口和管路进行连通,内循环蒸发器101内部设有吸液芯102,所述吸液芯102为多条平行分布的沟槽,内循环蒸发器101内部的工质沿沟槽流动;

[0025] 如图1和图2所示,内循环蒸发器101根据电子元件的布置可以采用均匀加热模式和不均匀加热模式进行设计,其中不均匀加热模式可以自由调节内循环蒸发器101的位置,均能展现优越的热性能。同时为了提高超薄环路脉动热管反重力性能,当采用均匀加热模式时,对与各个内循环冷凝器201接触的电子元件的功率密度没有特定要求;当采用不均匀加热模式时,与各个内循环冷凝器201接触的电子元件的功率密度不等时超薄环路脉动热管的性能得到提升。

[0026] 为了在提高换热效率的同时提高温度分布的均匀性,所述内循环蒸发器101上的入口端和出口端分别位于内循环蒸发器壳体的两侧,两侧的连接口呈错位分布。

[0027] 各内循环蒸发器101的两侧的连接口分别作为入口端和出口端,并分别通过其所在侧的毛细换热管3与内循环回路冷凝端2连接,所述毛细换热管3与沟槽平行设置;

[0028] 所述的冷凝端2包括内循环冷凝器201、毛细弯道202和翅片203,所述的毛细弯道202设置于内循环冷凝器201内,包括多个连通的U形换热管204,工质在U形换热管204内流动,毛细弯道202两端分别与内循环蒸发器101的入口端和出口端连通,形成内循环换热回路;所述翅片203为多个,其一侧贴合于毛细弯道202设置,另一侧与外循环回路连接,形成与外循环回路连通的换热通道4;

[0029] 如图5所示,所述的外循环回路包括冷却塔5、循环水泵一501、阀门一502、阀门二503、循环水泵二504和机械制冷模块6,机械制冷模块6包括膨胀阀601、蒸发器602、冷凝器603和压缩机604,蒸发器602的一次侧入口和出口分别连接膨胀阀601的出口和压缩机604的入口,膨胀阀601的入口与冷凝器603的一次侧出口连接,压缩机604的出口连接冷凝器603的一次侧入口;

[0030] 冷凝器603的二次侧入口和出口分别连接冷却塔5出口和循环水泵一501的吸水口,循环水泵一501的排水口分别连接阀门一502的进水口和阀门二503的进水口,阀门一502的出水口与换热通道4的入口连接,换热通道4的出口与冷却塔5的入口连接,阀门二503的出水口与冷却塔5的入口连接;

[0031] 蒸发器602的二次侧出口与换热通道4的入口连接,换热通道4的出口连接循环水泵二504的吸水口,循环水泵二504的排水口连接蒸发器602的二次侧入口。

[0032] 优选地,所述的超薄环路脉动热管内的工质为去离子水、酮类工质、醇类工质、微纳胶囊相变材料乳液、纳米流体或磁流体,工质充液率为30%~70%。

[0033] 优选地,所述的内循环蒸发器101数量与服务器内电子元件的数量相等。

[0034] 优选地,所述的毛细换热管3的直径为2~3mm。

[0035] 工作过程:

[0036] 如图3和图4所示,内循环回路中的超薄环路脉动热管的蒸发端通过内部液体工质的蒸发吸热对发热元件进行散热,呈气液两相状态的工质通过毛细换热管3与冷凝端2之间进行一级换热;

[0037] 冷凝端2通过设置于内循环冷凝器201内的翅片203与外循环回路连接,形成与外循环回路连通的换热通道4;

[0038] 如图5所示,常规工况下,开启阀门一502,关闭阀门二503,外循环回路中的冷却塔5利用外界空气进行换热制备冷水,制备出的冷水通过循环水泵一501、阀门一502进入换热通道4对翅片203进行冲刷,继而实现对毛细弯道202内的工质降温,降温后的工质通过内循

环回路达到对发热元件蒸发吸热的目的；

[0039] 当处于夏季高温高湿工况,冷却塔5制备的冷水温度不能满足散热要求时,启动机械制冷模块6,关闭阀门一502,开启阀门二503,冷却塔5制备的冷水仅起到对冷凝器603冷凝的作用,液体工质在蒸发器中蒸发吸热变为气体,经压缩机604压缩、冷凝器603冷凝、膨胀阀601节流后再次送入蒸发器602完成一个循环,机房循环水通过循环水泵二504进入蒸发器602中放出热量然后进入换热通道对翅片203进行冲刷带走热量,继而实现对毛细弯道202内的工质降温,降温后的工质通过内循环回路达到对发热元件蒸发吸热的目的。

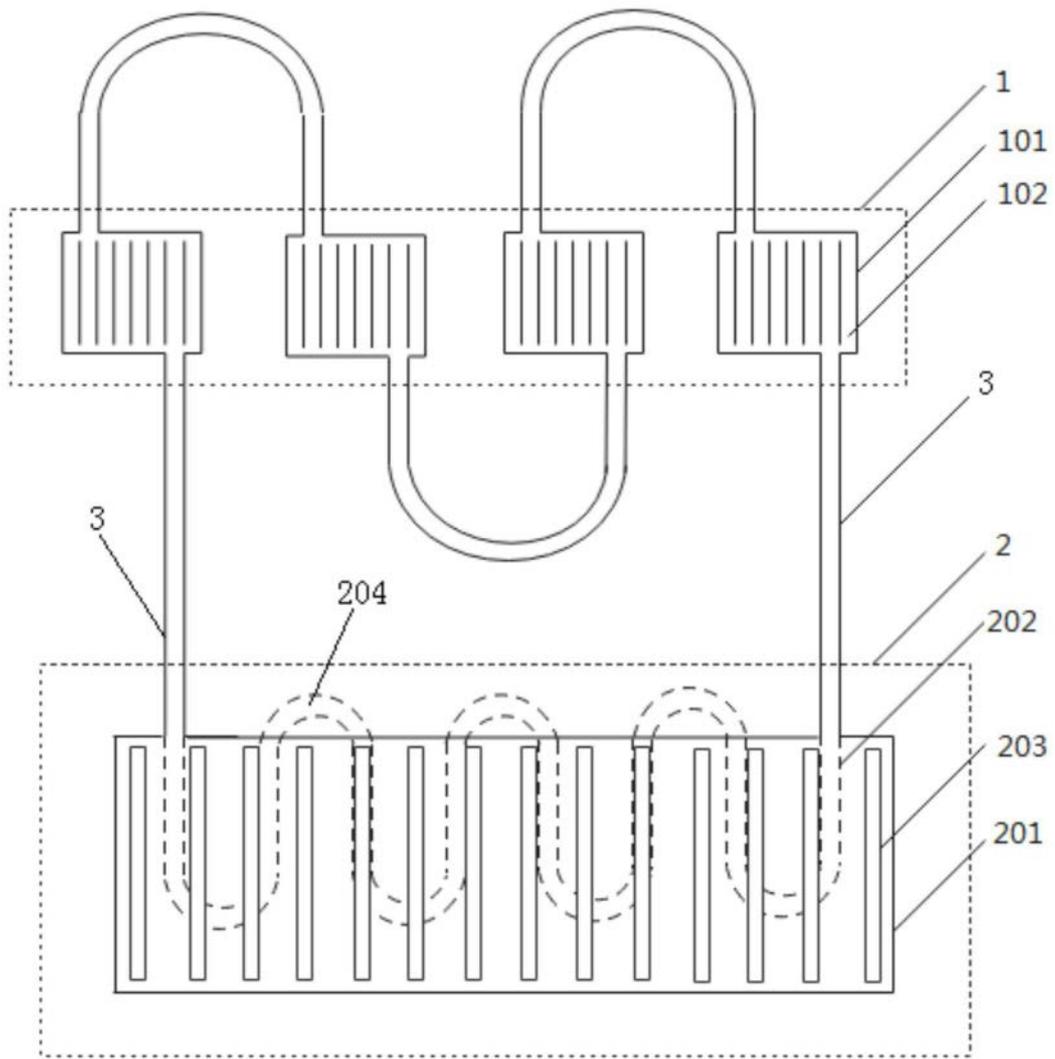


图1

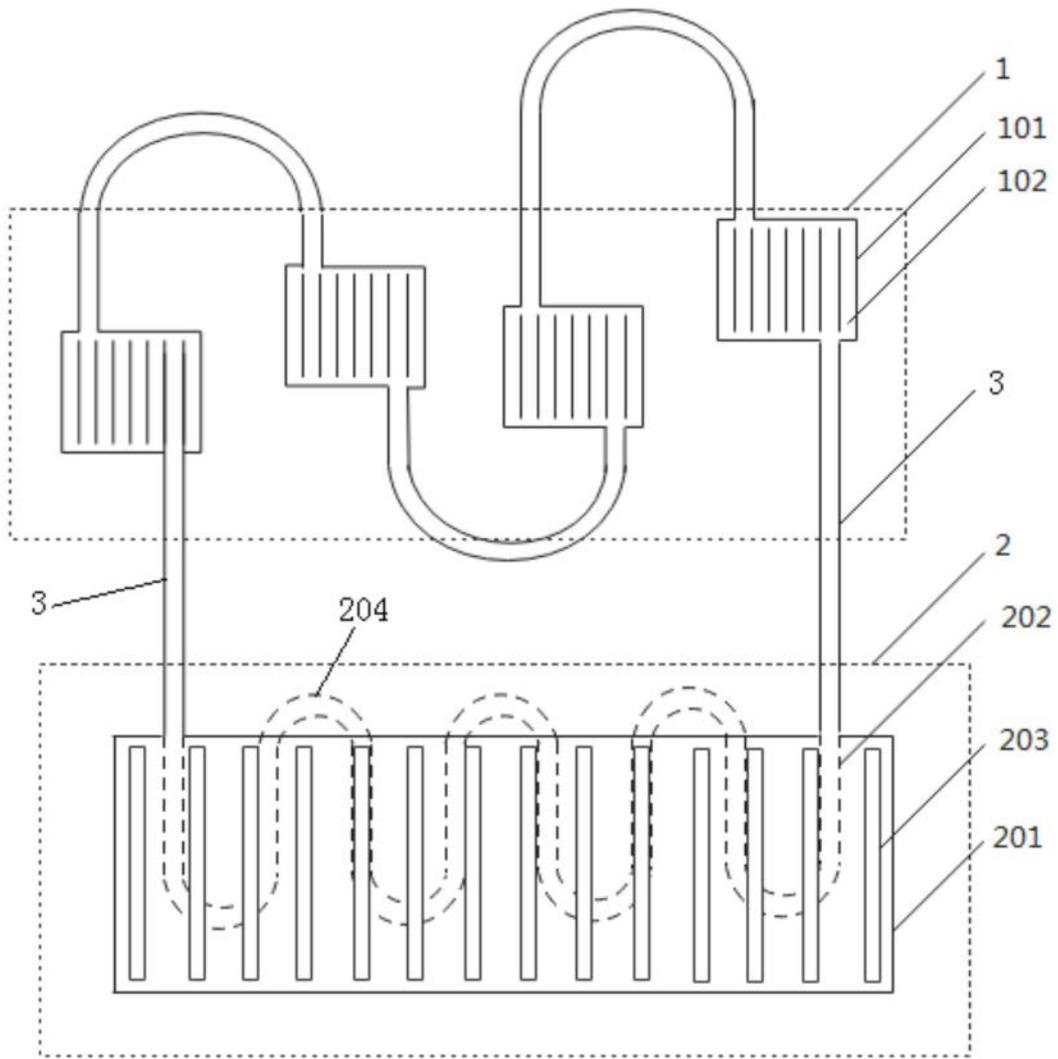


图2

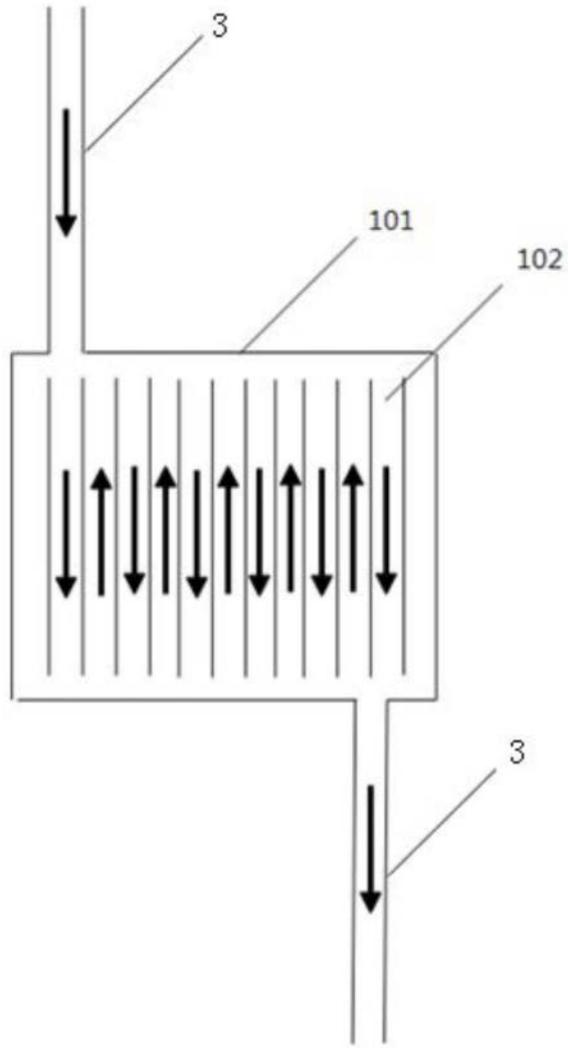


图3

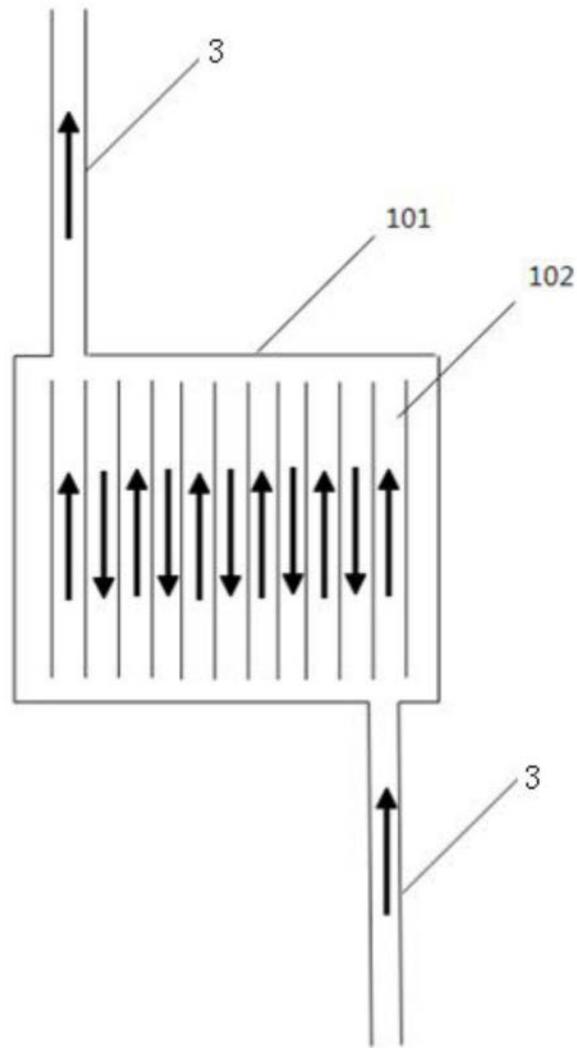


图4

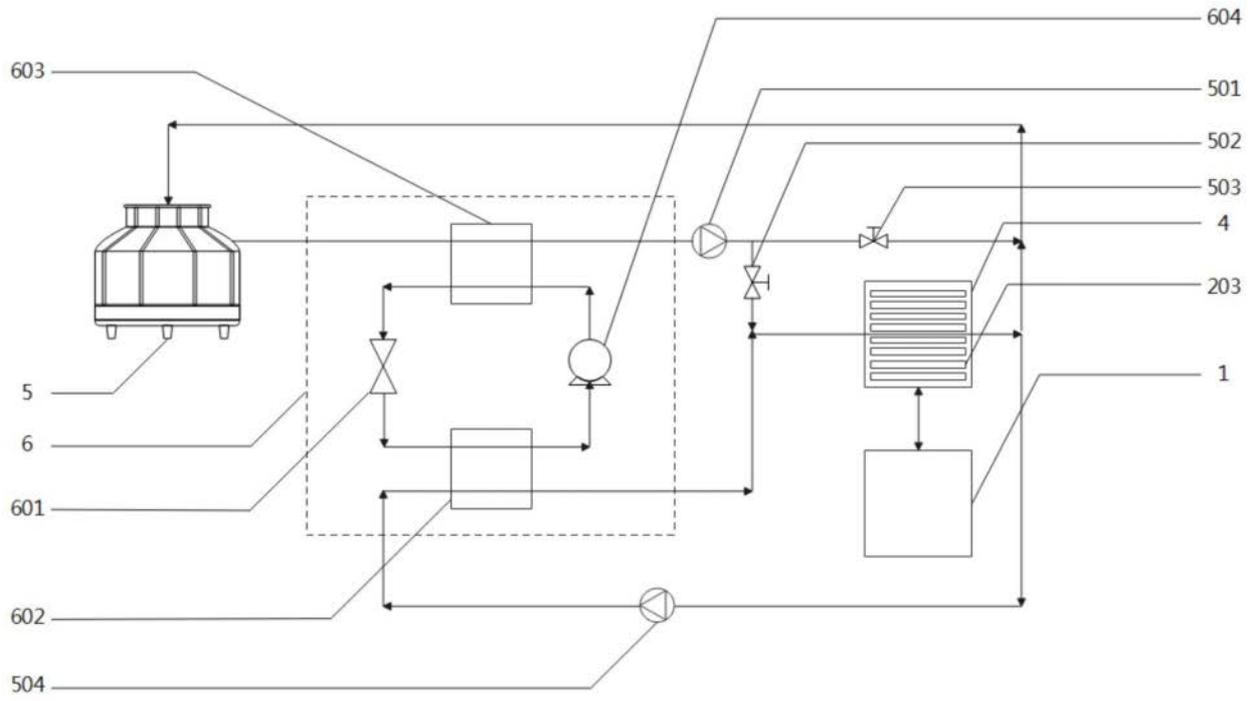


图5