



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107454797 A

(43)申请公布日 2017. 12. 08

(21)申请号 201710501714.4

(22)申请日 2017.06.27

(71)申请人 北京空间飞行器总体设计部
地址 100094 北京市海淀区友谊路104号

(72)发明人 于新刚 徐侃 苗建印 满广龙
陈灵 王德伟

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120

代理人 郭德忠 李爱英

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006.01)

G06F 1/20(2006.01)

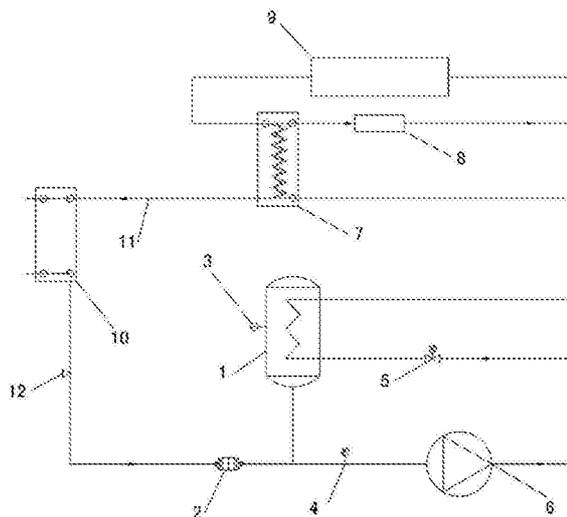
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置

(57)摘要

本发明提供一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,利用工质在循环流动过程中的蒸发吸热和冷凝放热过程,进行热量收集和输运;本发明所采用的蒸发器中包括微槽道和翅片,在高热流区域采用微槽道散热,增大局部区域的换热系数,在低热流区域采用翅片散热,由于蒸发器中微槽道区域和翅片区域的面积差异大,微槽道中工质进入翅片区域时由于体积迅速膨胀,工质温度降低,有利于翅片区域的器件散热;因此,本发明采用能够不同的结构搭配利用较小的资源代价解决了功率高低不同的器件的散热问题,适应不同热流密度的电子器件的散热,满足50W/cm²以上热流密度的电子器件的工作需求。



1. 一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,包括流体管路(11)以及依次与流体管路(11)连接的储液器(1)、蒸发器(9)、冷凝器(10),其特征在于,所述蒸发器(9)内部设置有微槽道(13)、引流通道的以及翅片,其中引流通道的在蒸发器(9)中迂回环绕,且入口接在蒸发器入口(14),微槽道(13)固定在引流通道的内,且位置与电子器件的高热流区域对应,翅片的位置与电子器件的低热流区域对应;

所述储液器(1)下端与流体管路(11)连通并进行工质交换,且内部设有加热装置和降温装置。

2. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述引流通道的由隔板(16)形成,其中隔板(16)从蒸发器入口(14)处开始设置,并向对端延伸,接近蒸发器出口(15)一侧的隔板(16)延伸到对端后又向蒸发器入口(14)一端延伸。

3. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述微槽道(13)按组并联固定在引流通道的内,且每组至少有两个微槽道(13)。

4. 如权利要求3所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,各组内的微槽道(13)之间还固连有隔板(16),形成并联组件,设在引流通道的内。

5. 如权利要求4所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述引流通道的内串联2个以上的所述并联组件。

6. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述微槽道(13)依次串联固定在引流通道的内。

7. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述加热装置包括热管(19)和加热器(18),其中热管(19)安装在储液器(1)内部,加热器(18)设在热管(19)下端。

8. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述降温装置包括盘管(20)和调节阀(5),其中盘管(20)设在储液器(1)内部,同时盘管(20)的入口和出口均与流体管路(11)连通,且入口连通处设有调节阀(5)。

9. 如权利要求8所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述盘管(20)表面布置有翅片。

10. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,还包括循环泵(6)、回热器(7)以及预热器(8),其中工质从蒸发器(9)出来通过流体管路(11)依次进入回热器(7)和冷凝器(10)后,再通过循环泵(6)进入回热器(7),最后通过预热器(8)回到蒸发器(9)。

11. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,还包括温度传感器(3)和压力传感器(4),其中温度传感器(3)设在储液器(1)上,压力传感器(4)设在储液器(1)与流体管路(11)的连通处。

12. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,还包括设在冷凝器(10)出口处的加排阀(12)。

13. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,还包括设在冷凝器(10)出口处的过滤器(2)。

14. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述工质材料为R134a。

15. 如权利要求1所述的一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,其特征在于,所述蒸发器(9)和电子器件之间填充导热的界面材料。

一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置

技术领域

[0001] 本发明属于热控技术领域,尤其涉及一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置。

背景技术

[0002] 随着互联网和信息技术的发展,大规模数据存储和数据处理的需求日益增长,对电子器件运算速度和性能都提出了更高的要求,而温度控制已经成为制约其发展的关键因素。

[0003] 以集成了大量电子器件的服务器机柜为例,第一代的机柜采用风冷的方式,单个机柜的功率一般3~4千瓦,第二代采用水冷和风冷结合的方式,机柜的功率可以达到几十乃至上百kW。一个典型的应用就是超级计算机,超级计算机上的机柜板卡上集成了大量高热流的器件,以目前世界上运算速度最高的神威-太湖之光超级计算机为例,其单个机箱热耗约300KW,CPU局部区域的热流密度达到 $15\text{W}/\text{cm}^2$,其采用单相水循环的方式解决其散热问题。当计算机的运算速度进一步加快,下一代超级计算机的单个机箱热耗可达到600KW,局部的热流密度达到 $30\text{W}/\text{cm}^2$,整个超级计算机的热耗达到30MW,此时如仍采用水冷系统一方面CPU的局部温度会超过其工作温度,另外一方面要将系统中的热量传输出去将会导致水冷系统的规模非常庞大。使得单相水冷的方式难以解决这种集中高热流电子器件散热的散热问题,而基于流动沸腾换热的泵驱两相流体回路系统在解决局部热流密度高和大规模热量传输方面相对单相换热均有显著优势。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,利用工质在循环流动过程中的蒸发吸热和冷凝放热过程,进行热量收集和输运;工质进入蒸发器后吸收热量由单相变成汽液两相状态,两相流体经过冷凝器释放热量后由汽液两相变为液态,再回到蒸发器,如此往复从而实现对整个回路的温度控制;同时本发明采用翅片和微槽道的结构搭配,利用较小的资源代价解决了功率高低不同的器件的散热问题,适应不同热流密度的电子器件的散热。

[0005] 一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,包括流体管路11以及依次与流体管路11连接的储液器1、蒸发器9、冷凝器10,所述蒸发器9内部设置有微槽道13、引流通道以及翅片,其中引流通道在蒸发器9中迂回环绕,且入口接在蒸发器入口14,微槽道13固定在引流通道内,且位置与电子器件的高热流区域对应,翅片的位置与电子器件的低热流区域对应;

[0006] 所述储液器1下端与流体管路11连通并进行工质交换,且内部设有加热装置和降温装置。

[0007] 进一步地,所述引流通道由隔板16形成,其中隔板16从蒸发器入口14处开始设置,并向对端延伸,接近蒸发器出口15一侧的隔板16延伸到对端后又向蒸发器入口14一端延

伸。

[0008] 进一步地,所述微槽道13按组并联固定在引流通道内,且每组至少有两个微槽道13。

[0009] 进一步地,各组内的微槽道13之间还固连有隔板16,形成并联组件,设在引流通道内。

[0010] 进一步地,所述引流通道内串联2个以上的所述并联组件。

[0011] 进一步地,所述微槽道13依次串联固定在引流通道内。

[0012] 进一步地,所述加热装置包括热管19和加热器18,其中热管19安装在储液器1内部,加热器18设在热管19下端;

[0013] 进一步地,所述降温装置包括盘管20和调节阀5,其中盘管20设在储液器1内部,同时盘管20的入口和出口均与流体管路11连通,且入口连通处设有调节阀5。

[0014] 进一步地,所述盘管20表面布置有翅片。

[0015] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括循环泵6、回热器7以及预热器8,其中工质从蒸发器9出来通过流体管路11依次进入回热器7和冷凝器10后,再通过循环泵6进入回热器7,最后通过预热器8回到蒸发器9。

[0016] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括温度传感器3和压力传感器4,其中温度传感器3设在储液器1上,压力传感器4设在储液器1与流体管路11的连通处。

[0017] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括设在冷凝器10出口处的加排阀12。

[0018] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括设在冷凝器10出口处的过滤器2。

[0019] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,所述工质材料为R134a。

[0020] 进一步地,一种用于电子器件散热的泵驱两相回路装置,所述蒸发器9和电子器件之间填充导热的界面材料。

[0021] 有益效果:

[0022] 1、本发明提供一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,利用工质在循环流动过程中的蒸发吸热和冷凝放热过程,进行热量收集和输运;本发明所采用的蒸发器中包括微槽道和翅片,在高热流区域采用微槽道散热,增大局部区域的换热系数,在低热流区域采用翅片扇热,由于蒸发器中微槽道区域和翅片区域的面积差异大,微槽道中工质进入翅片区域时由于体积迅速膨胀,工质温度降低,有利于翅片区域的器件散热;因此,本发明采用能够不同的结构搭配利用较小的资源代价解决了功率高低不同的器件的散热问题,适应不同热流密度的电子器件的散热,满足 $50\text{W}/\text{cm}^2$ 以上热流密度的电子器件的工作需求;

[0023] 储液器中工质能够通过加热装置对内部工质进行加热,也能够通过降温装置对内部工质进行降温,因此储液器中的工质处于两相平衡状态,其温度和压力对应,当储液器温度变化时其压力发生变化,从而改变蒸发温度和冷凝温度及冷凝器的冷凝段长度,实现对整个回路的温度控制。

[0024] 2、本发明的引流通道使用隔板构成,隔板引导工质在蒸发器中进行多重环绕后,再从蒸发器出口流出,能够明显增强工质在蒸发器中的换热效果。

- [0025] 3、本发明微槽道按组并联固定在引流通道的内，有利于降低工质在蒸发器中流体阻力。
- [0026] 4、本发明微槽道串联固定在引流通道的内，有利于提高工质在蒸发器中的换热效果。
- [0027] 5、本发明储液器中工质能够通过热管下端的加热器对内部工质进行加热，也能够打开阀门使冷凝器出来的过冷工质进入盘管，从而对内部工质进行降温，使得储液器中的工质处于两相平衡状态；同时本发明通过冷凝器出口的冷液体与热管上的加热器结合进行储液器温度控制，温度控制准确，响应速度快。
- [0028] 6、本发明储液器中的盘管表面布置有翅片，能够强化盘管与储液器内工质的换热。
- [0029] 7、本发明采用微槽道材料为铝，导热系数高，有利于吸收高热流电子器件的热量。
- [0030] 8、本发明采用低沸点、不导电的R134a作为工质，安全性高，发生泄漏情况工质迅速挥发，不会对电子设备产生损害。
- [0031] 9、本发明的两相回路装置还设有循环泵，且循环泵促进流体在所述两相回路中循环，回热器将蒸发器出来的工质和进入蒸发器的工质进行换热，使得工质以接近饱和温度的状态进入蒸发器，同时减小冷凝器的负荷。预热器对进入蒸发器的工质进行预热，确保工质以两相的状态进入蒸发器，减小蒸发器内的温度差异。
- [0032] 10、本发明蒸发器和电子器件之间填充导热的界面材料，能够有效减小界面热阻。
- [0033] 11、本发明的泵驱两相回路装置在蒸发器处的工质发生流动沸腾，换热的热流密度高，换热系数超过 $10\text{W}/\text{cm}^2\text{C}$ ，比单相流动换热的换热系数高一个数量级；
- [0034] 本发明的泵驱两相回路装置热量传输能力强，在相变过程利用液体的汽化潜热，液体的汽化潜热比单相液体的比热容高两个数量级，因此，所需的循环工质流量很小，泵功率和管道尺寸减小，整个系统重量和消耗功率将大幅度降低，此外整个传输过程温差较小，可以解决大功耗、长距离传输问题。
- [0035] 本发明的两相回路降低了热收集和传输过程中的温差，能够利用更多的自然冷源，甚至可以取消空调系统，完全利用自然冷源，节能环保，芯片热流密度 $30\text{W}/\text{cm}^2$ 时，利用水冷塔系统不采用空调的情况下即可将温度控制在 60C 以内。

附图说明

- [0036] 图1为本发明泵驱两相回路流程示意图；
- [0037] 图2为本发明储液器示意图；
- [0038] 图3为本发明并联式蒸发器示意图；
- [0039] 图4为本发明串联式蒸发器示意图；
- [0040] 1-储液器，2-过滤器，3-温度传感器，4-压力传感器，5-调节阀，6-循环泵，7-回热器，8-预热器，9-蒸发器，10-冷凝器，11-流体管路，12-加排阀，13-微槽道，14-蒸发器入口，15-蒸发器出口，16-隔板，17-翅片区域，18-加热器，19-热管，20-盘管。

具体实施方式

- [0041] 下面结合附图并举实施例，对本发明进行详细叙述。

[0042] 如图1所示,为本发明用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路流程示意图,包括储液器1、蒸发器9、冷凝器10以及流体管路11,工质从蒸发器9出来通过流体管路11进入冷凝器10后,再从冷凝器10回到蒸发器9,且储液器1下端与流体管路11连通并进行工质交换;所述蒸发器9内的工质在冷凝器10中冷凝,将热量从泵驱两相流体回路向外部环境散热;所述流体管路11用于形成流体能够在其中流动的回路;

[0043] 如图2所示,为本发明储液器示意图,所述储液器1内部设有加热装置和降温装置,其中加热装置包括热管19和加热器18,热管19安装储液器1内部,且热管19下端粘贴加热器18,加热器18通过热管19将热量传递给储液器1中的工质,实现对储液器1中工质的加热;降温装置包括盘管20和调节阀5,其中盘管20设在储液器1内部,且盘管20表面布置有强化换热的翅片,用来强化盘管与储液器内工质的换热;盘管20与流体管路11连通,且连通上游设有调节阀5;如果要对储液器1内工质进行降温,则打开调节阀5,调节流体管路11中工质的流量,盘管20通过流体管路11接收从冷凝器10出来的过冷工质,过冷工质通过盘管20流经储液器1内部,对储液器1内的工质进行冷却后,再回到流体管路11,这样结合加热器18和储液器1内部的盘管20可以实现对储液器1的温度控制;

[0044] 所述蒸发器9内部安装有微槽道、引流通道的以及翅片,其中微槽道13和翅片区域17作为蒸发器内部的散热结构;引流通道的将蒸发器9内部区域进行分割,使得通过蒸发器入口14进入蒸发器9的工质经过多重环绕后再通过蒸发器出口15流出;

[0045] 所述引流通道的至少由两块隔板16构成,其中隔板16从蒸发器入口14处开始设置,并向对端延伸,接近蒸发器出口15一侧的隔板16延伸到对端后又向蒸发器入口14一端延伸,引流通道的内层的隔板16延伸到接近蒸发器出口15的隔板16转弯处,且隔板16将蒸发器入口14分割在引流通道的起始段,将蒸发器出口15分割在引流通道的最末段;

[0046] 微槽道串联或并联固定在引流通道的内,其中采用串联结构两相流体的流阻比采用并联结构大,但换热效果比采用并联结构好,采用并联结构两相流体的流阻较小但是换热效果劣于串联结构;

[0047] 如图3所示,当采用并联结构时,微槽道13按组并联固定在引流通道的内,其中第一组微槽道13固定在蒸发器入口14处,至少有一组微槽道13固定在蒸发器入口14的对端,且每组至少有两个微槽道13;各组内的微槽道13之间还固连有隔板16,形成并联组件,设在引流通道的内,其中引流通道的内串联2个以上的并联组件;

[0048] 如图4所示,当采用串联结构时,微槽道13依次串联固定在引流通道的内,其中第一个微槽道13固定在蒸发器入口14处,至少有一个微槽道13固定在蒸发器入口14的对端。

[0049] 为了适应高热流电子器件区域热流密度高、温度要求严格的特点,微槽道位置与电子器件的高热流区域对应,一般设置在高热流区域下方,其中高热流区域一般为热流密度大于 $20\text{W}/\text{cm}^2$ 的区域,如CPU;翅片的位置与电子器件的低热流区域对应,其中低热流区域一般为热流密度低于 $10\text{W}/\text{cm}^2$ 的区域;这样不同的结构搭配利用较小的资源代价解决了功率高低不同的器件的散热问题。此外由于蒸发器中槽道区域和翅片区域的面积差异大,微槽道中两相流体进入翅片区域时由于体积迅速膨胀,两相流体温度降低,有利于翅片区域的器件散热;储液器1中工质处于两相平衡状态,其温度和压力对应,当储液器1温度变化时其压力发生变化,从而改变蒸发温度和冷凝温度及冷凝器10的冷凝段长度,实现对整个回路的温度控制。

[0050] 进一步地,一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括过滤器2、循环泵6、回热器7以及预热器8,其中工质从蒸发器9出来通过流体管路11依次进入回热器7和冷凝器10后,再通过循环泵6进入回热器7,最后通过预热器8回到蒸发器9;其中,循环泵6用于使两相流体在所述两相回路中循环,回热器7将蒸发器9出来的工质和进入蒸发器9的工质进行换热,使得工质以接近饱和温度的状态进入蒸发器9,同时减小冷凝器10的负荷,预热器8对进入蒸发器9的工质进行预热,确保工质以两相的状态进入蒸发器9,减小蒸发器9内的温度差异。

[0051] 进一步地,一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括温度传感器3和压力传感器4,其中温度传感器3设在储液器1上,压力传感器4设在储液器1与流体管路11的连通处;其中,温度传感器3对储液器1的温度进行测量,为储液器1温度控制提供温度反馈;压力传感器4对系统压力进行测量,防止系统超压产生安全故障,如压力过高系统将停止工作。

[0052] 进一步地,一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括加排阀12,其中加排阀12设在冷凝器10的出口处,用于对两相回路进行抽真空以及工质加注、泄出。

[0053] 进一步地,一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置,还包括过滤器2,其中过滤器2设在冷凝器10出口处,用于过滤两相回路中的多余物。

[0054] 进一步地,所述微槽道、隔板16以及翅片通过钎焊的方式固定在蒸发器9内部。

[0055] 进一步地,所述蒸发器9和电子器件之间填充高导热的界面材料,从而减小界面热阻。

[0056] 优选地,所述微槽道材料为铝。

[0057] 优选地,所述翅片的布置间距不大于5mm。

[0058] 优选地,所述工质材料为R134a。

[0059] 在使用本发明的一种用于高热流电子器件散热的泵驱两相回路装置时,将整个装置上的设备按照图1所示通过流体管路11连接,然后通过加排阀12抽真空后加注一定量的工质即可;同时,工作期间定期检查储液器内部液位,当液位不足时对回路的工质进行补充。

[0060] 本领域的技术人员可根据电子器件的热耗、控温需求,对泵驱两相流体回路的传输能力、工作温度范围进行设计,确定系统的流量、流阻、蒸发器换热量、冷凝器换热量、预热器换热量等系统参数;其次,可根据泵驱两相流体回路的容积和工作温度范围,设计对系统进行温度控制的储液器,以及对储液器进行控温的热管的传热能力、加热器的加热功率、储液器内部盘管的长度以及翅片的结构;最后,根据高热流电子器件的发热量、面积确定蒸发器内部的微槽道的外部尺寸以及内部槽道的尺寸,并根据其他小功率设备的热耗进行微槽道之外其他区域的翅片布置,最终确定整个蒸发器的尺寸。

[0061] 当然,本发明还可有其他多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,熟悉本领域的技术人员当可根据本发明作出各种相应的改变和变形,但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

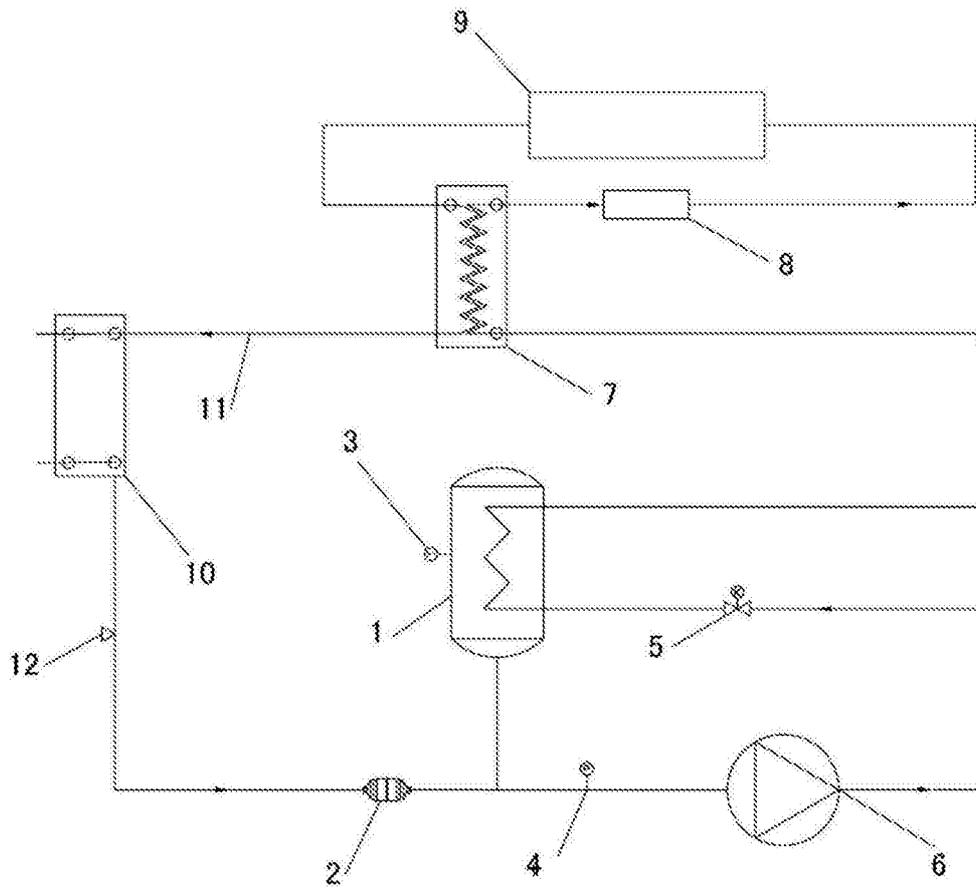


图1

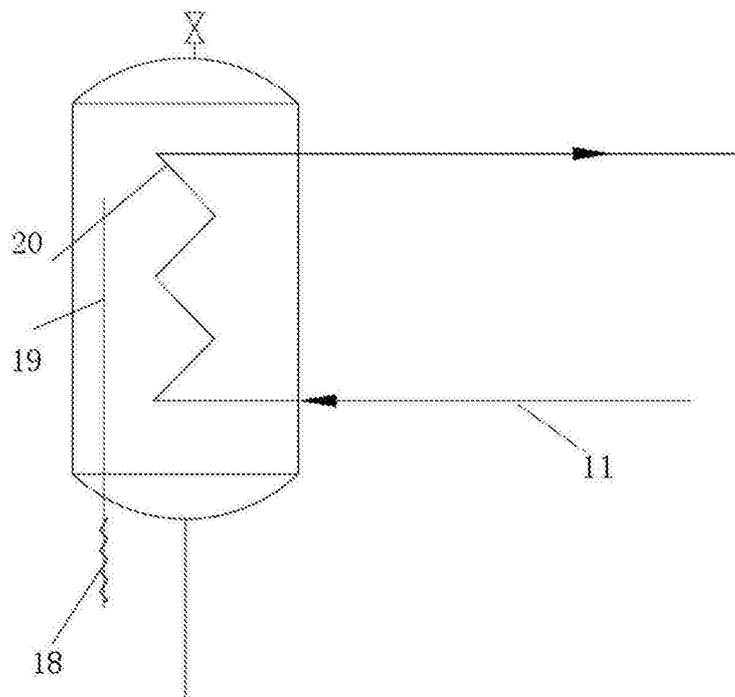


图2

