



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212460506 U

(45) 授权公告日 2021.02.02

(21) 申请号 202021840150.0

(22) 申请日 2020.08.28

(73) 专利权人 包文隆

地址 110000 辽宁省沈阳市和平区青年大街332号3-4-2

专利权人 北京中电国核节能环保科技股份有限公司

(72) 发明人 侯世红 包文隆

(74) 专利代理机构 北京冠和权律师事务所 11399

代理人 朱健

(51) Int. Cl.

G06F 1/20 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

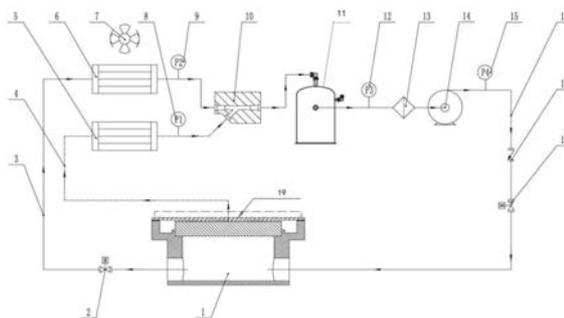
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,包括:第一液体管路,第二液体管路,蒸汽管路,引射器、蒸发器;第二液体管路的第一端通过引射器与第一液体管路的第一端连通,第二液体管路的第二端通过蒸发器与第一液体管路的第二端连通;蒸汽管路的第一端通过引射器与第一液体管路的第一端连通,蒸汽管路的第二端通过蒸发器与第一液体管路的第二端连通,结合了主动散热技术和被动散热技术,利用工质的相变潜热提高换热能力,满足高热流密度的散热需求,具有较高的传热效率,不仅提高电力、电子器件的功率,而且改善电力、电子器件的工作效率,解决了环路热管和毛细泵回路传输距离小、启动困难等缺点,适应不同热流密度的电子器件的散热。



CN 212460506 U

1. 一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,其特征在于,包括:第一液体管路,第二液体管路,蒸汽管路,引射器、蒸发器;其中,

所述第二液体管路的第一端通过所述引射器与所述第一液体管路的第一端连通,所述第二液体管路的第二端通过所述蒸发器与所述第一液体管路的第二端连通,所述第二液体管路、引射器、第一液体管路、蒸发器构成第一回路;

所述蒸汽管路的第一端通过所述引射器与所述第一液体管路的第一端连通,所述蒸汽管路的第二端通过所述蒸发器与所述第一液体管路的第二端连通,所述蒸汽管路、引射器、第一液体管路、蒸发器构成第二回路;

所述第一液体管路的第一端与所述第一液体管路的第二端之间依次连接有储液器、第三压力传感器、过滤器、微流量泵、第四压力传感器、止回阀、第二电磁阀;

所述第二液体管路的第一端与所述第二液体管路的第二端之间依次连接有第二压力传感器、第二冷凝器、第一电磁阀;

所述蒸汽管路的第一端与所述蒸汽管路的第二端之间依次连接有第一压力传感器、第一冷凝器。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述引射器用于将所述蒸汽管路内的工质及所述第二液体管路内的工质汇合后流向所述第一液体管路;

所述引射器包括液体进口、蒸汽进口与液体出口;其中,

所述液体进口与所述第二液体管路的第一端连接;

所述蒸汽进口与所述蒸汽管路的第一端连接;

所述液体出口与所述第一液体管路的第一端连接。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述蒸发器包括:腔体、盖板及设置在所述腔体及所述盖板之间的毛细芯;其中,

所述腔体内包含毛细芯安装腔、补偿腔和蒸汽腔;

所述补偿腔为所述毛细芯下部的空腔;所述补偿腔的侧壁包含补偿腔入口和补偿腔出口;

所述蒸汽腔为由所述盖板、腔体、毛细芯包围形成环形腔;所述蒸汽腔还包括蒸汽出口,所述蒸汽出口设置在所述盖板与所述毛细芯之间;

所述毛细芯安装腔内设有支撑支架用于安装所述毛细芯;

所述盖板的上表面为加热面,所述盖板的下表面设置有肋片,所述肋片与所述毛细芯的上部抵接;

所述盖板的下表面与所述毛细芯的上部之间形成蒸汽槽道;所述蒸汽槽道宽度0.66mm,高度0.33mm。

4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于,所述蒸发器还包括橡胶垫片,所述橡胶垫片设置在所述腔体与所述盖板之间用于密封。

5. 如权利要求3所述的系统,其特征在于,所述第一液体管路的第二端与所述补偿腔入口采用焊接的方式连接;

所述第二液体管路的第二端与所述补偿腔出口采用焊接的方式连接;

所述蒸汽管路的第二端与所述蒸汽出口采用焊接的方式连接;

所述第一液体管路或所述第二液体管路或所述蒸汽管路的管路之间采用卡套式接头

连接。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于,所述蒸发器外壳材料为黄铜;

所述毛细芯通过金属粉末烧结制备;

所述第一液体管路或所述第二液体管路或所述蒸汽管路的管路材料为紫铜。

7. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述储液器包括:排污口、罐体、整流板、带卡套式接头进液口、带卡套式接头充液口,出液口;其中,

所述罐体由直筒体、底板、封头焊接而成;

所述排污口,设置在所述底板的上部;

所述整流板焊接在所述封头直边段处;

所述带卡套式接头进液口位于封头的正上方;

所述带卡套式接头充液口设置在所述直筒体的侧壁;

所述出液口设置在所述直筒体中部偏上1/3处;

所述出液口连接有一出液管,所述出液管下端成45度斜角且距离所述底板30~50mm。

8. 如权利要求7所述的系统,其特征在于,所述整流板包括均流圈和减流环,其中,

所述均流圈,设置在所述整流板的中间位置,为圆顶结构;

所述减流环,设置在所述整流板的边缘位置;

所述减流环的形状为外围均布八个相同的半圆形缺口,所述八个半圆形缺口横截面积之和为所述整流板截面积的1/2。

9. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括冷凝风机,设置在所述第一冷凝器与所述第二冷凝器的上方。

## 一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及热控技术领域,特别涉及一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统。

### 背景技术

[0002] 目前,传统冷却方式主要有自然对流冷却、强制对流冷却、液体冷却、制冷系统冷却等。自然对流冷却通过空气自然对流及辐射散热,冷却能力有限,主要用于发热量较小的电子器件的冷却。强制对流冷却通过借助风扇强迫空气流动,带走电子器件的热量。自然对流和强制对流冷却主要通过增大散热面积及增加扰流等方式提高换热系数。液体冷却散热方式通过泵等动力设备驱动水、油及其他冷却液在冷却系统内循环,通过冷板与电子器件的散热表面接触,带走器件散发的热量。由于水、油等冷却液具有较高的比热容,因此大大提高换热系数,广泛应用于大功率电子设备的散热。强制对流冷却主要通过提高泵的转速、改进冷板流道设计以及在流道内增加圆柱或翅片扰流等方式提高换热效率。

[0003] 传统冷却方式难以满足日益增长的高热流密度的散热需求,因此出现了多种的新型冷却技术,新型冷却技术主要有新型散热方式主要包括微通道散热、喷雾冷却、热管散热、射流冲击散热、液态金属散热等。其中热管技术是一种高效的相变冷却技术,常用于电子设备等的温度控制。热管管壳由金属管制成,内壁附有丝网状吸液芯,整个热管可分为蒸发段、冷凝段和绝热段。先将管壳内抽真空,充入液态工质(如水、丙酮、甲醇等)并将其密封。其工作时,蒸发段的工质被热管外的电子器件加热,吸收热量蒸发,蒸汽经绝热段运输至冷凝段,并在冷凝段释放潜热冷凝为液体,释放的潜热再通过风冷或水冷等方式向外界散发。其中运输蒸汽的动力是毛细芯的毛细抽吸力,也可以是重力。随着热管不断发展,出现了重力热管、平板热管、微热管、脉动热管、分离式热管等不同的热管形式。其中分离式热管将热管的蒸发段和冷凝段分别独立为蒸发器和冷凝器,中间通过管路连接。基于分离式热管理念的毛细热回路如毛细泵回路(CPL)和环路热管(LHP)以毛细力为循环动力,利用相变传递热量,是新型的热管传热技术。

[0004] 随着电子科技的发展与市场的需要,电子芯片单位面积的散热量不断增加。此外电子系统和子系统变得越来越密集,这使得冷却它们的任务变得更加困难。传统的热管理解决方案,包括芯片级的固态传导和封装级的对流空气冷却,不再足以冷却现代电子设备和系统。基于硅的芯片级电子器件通常仅可在120℃安全温度极限下可靠地运行,虽然电子设备在材料和性能方面不断改进,但对大功率、高通量的电子设备的散热、温度控制还是变来越来越困难。特别是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,世界上运算速度最高超级计算机上的机柜板卡上集成了大量高热流的器件,其单个机箱热耗约300kW,CPU局部区域的热流密度达到15W/cm<sup>2</sup>,现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30W/cm<sup>2</sup>,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,因此采用传统的单相流体换热的方式解决其散热问题难度很大,这些需求促使高性能两相换热方式的发展,因此电力电子工业亟需新的热管理方案实现大功率的散热。

[0005] 而对两相回路散热系统在电子设备散热的应用而言,还有一个挑战就是热启动时常常出现的过热问题,即在开启电子设备的热载荷时,工质需经历从液相到汽液两相的转变,由于液汽相变属一级相变,因此往往会出现温度高于饱和温度(其差值称为过热度)后才发生相变,过热度有时 would 超过 $20^{\circ}\text{C}$ ,再加上液体的换热系数远低于两相流动沸腾换热系数,因此,发热的电子设备在启动时,可能会出现温度过高的现象;过热现象不仅对散热设备造成短时间过热,而且会引起压力脉冲,对系统及其器件会造成负面的影响,过热现象是系统设计人员不希望看到的、或需要排除的现象;再者过热液体的“爆沸”产生对系统的压力冲击甚至会导致系统的不稳定和损害。

[0006] 鉴于现有技术的缺陷,尤其是随着电子元件集成度的升高及热流密度的升高,急需一种新型高效的散热系统来满足当前电力电子器件的散热需求。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型旨在至少一定程度上解决上述技术中的技术问题之一。为此,本实用新型的目的在于提出一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,该系统结合了主动散热技术和被动散热技术,利用工质的相变潜热提高换热能力,满足高热流密度的散热需求,具有较高的传热效率,不仅提高电力电子器件的功率,而且大大改善电子器件的工作效率,解决了环路热管和毛细泵回路传输距离小、启动困难等缺点,对大功率电子器件的散热有重要意义,是对环路热管技术的一种改进和延伸,适应不同热流密度的电子器件的散热。

[0008] 为达到上述目的,本实用新型实施例提出了一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,包括:第一液体管路,第二液体管路,蒸汽管路,引射器、蒸发器;其中,

[0009] 所述第二液体管路的第一端通过所述引射器与所述第一液体管路的第一端连通,所述第二液体管路的第二端通过所述蒸发器与所述第一液体管路的第二端连通,所述第二液体管路、引射器、第一液体管路、蒸发器构成第一回路;

[0010] 所述蒸汽管路的第一端通过所述引射器与所述第一液体管路的第一端连通,所述蒸汽管路的第二端通过所述蒸发器与所述第一液体管路的第二端连通,所述蒸汽管路、引射器、第一液体管路、蒸发器构成第二回路;

[0011] 所述第一液体管路的第一端与所述第一液体管路的第二端之间依次连接有储液器、第三压力传感器、过滤器、微流量泵、第四压力传感器、止回阀、第二电磁阀;

[0012] 所述第二液体管路的第一端与所述第二液体管路的第二端之间依次连接有第二压力传感器、第二冷凝器、第一电磁阀;

[0013] 所述蒸汽管路的第一端与所述蒸汽管路的第二端之间依次连接有第一压力传感器、第一冷凝器。

[0014] 根据本实用新型的一些实施例,所述引射器用于将所述蒸汽管路内的工质及所述第二液体管路内的工质汇合后流向所述第一液体管路;

[0015] 所述引射器包括液体进口、蒸汽进口与液体出口;其中,

[0016] 所述液体进口与所述第二液体管路的第一端连接;

- [0017] 所述蒸汽进口与所述蒸汽管路的第一端连接；
- [0018] 所述液体出口与所述第一液体管路的第一端连接。
- [0019] 根据本实用新型的一些实施例，所述蒸发器包括：腔体、盖板及设置在所述腔体及所述盖板之间的毛细芯；其中，
- [0020] 所述腔体内包含毛细芯安装腔、补偿腔和蒸汽腔；
- [0021] 所述补偿腔为所述毛细芯下部的空腔；所述补偿腔的侧壁包含补偿腔入口和补偿腔出口；
- [0022] 所述蒸汽腔为由所述盖板、腔体、毛细芯包围形成环形腔；所述蒸汽腔还包括蒸汽出口，所述蒸汽出口设置在所述盖板与所述毛细芯之间；
- [0023] 所述毛细芯安装腔内设有支撑支架用于安装所述毛细芯；
- [0024] 所述盖板的上表面为加热面，所述盖板的下表面设置有肋片，所述肋片与所述毛细芯的上部抵接；
- [0025] 所述盖板的下表面与所述毛细芯的上部之间形成蒸汽槽道；所述蒸汽槽道宽度0.66mm，高度0.33mm。
- [0026] 根据本实用新型的一些实施例，所述蒸发器还包括橡胶垫片，所述橡胶垫片设置在所述腔体与所述盖板之间用于密封。
- [0027] 根据本实用新型的一些实施例，所述第一液体管路的第二端与所述补偿腔入口采用焊接的方式连接；
- [0028] 所述第二液体管路的第二端与所述补偿腔出口采用焊接的方式连接；
- [0029] 所述蒸汽管路的第二端与所述蒸汽出口采用焊接的方式连接；
- [0030] 所述第一液体管路或所述第二液体管路或所述蒸汽管路的管路之间采用卡套式接头连接。
- [0031] 根据本实用新型的一些实施例，所述蒸发器外壳材料为黄铜；
- [0032] 所述毛细芯通过金属粉末烧结制备；
- [0033] 所述第一液体管路或所述第二液体管路或所述蒸汽管路的管路材料为紫铜。
- [0034] 根据本实用新型的一些实施例，所述储液器包括：排污口、罐体、整流板、带卡套式接头进液口、带卡套式接头充液口，出液口；其中，
- [0035] 所述罐体由直筒体、底板、封头焊接而成；
- [0036] 所述排污口，设置在所述底板的上部；
- [0037] 所述整流板焊接在所述封头直边段处；
- [0038] 所述带卡套式接头进液口位于封头的正上方；
- [0039] 所述带卡套式接头充液口设置在所述直筒体的侧壁；
- [0040] 所述出液口设置在所述直筒体中部偏上1/3处；
- [0041] 所述出液口连接有一出液管，所述出液管下端成45度斜角且距离所述底板30~50mm。
- [0042] 根据本实用新型的一些实施例，所述整流板包括均流圈和减流环，其中，
- [0043] 所述均流圈，设置在所述整流板的中间位置，为圆顶结构；
- [0044] 所述减流环，设置在所述整流板的边缘位置；
- [0045] 所述减流环的形状为外围均布八个相同的半圆形缺口，所述八个半圆形缺口横截

面积之和为所述整流板截面积的1/2。

[0046] 根据本实用新型的一些实施例,还包括冷凝风机,设置在所述第一冷凝器与所述第二冷凝器的上方。

[0047] 本实用新型的有益效果是:

[0048] 1、本实用新型提出了一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,采用主动散热技术和被动散热技术相结合的方式,待散热电子器件通过热传导方式与蒸发器连接,泵驱毛细相变回路的驱动力除了蒸发器内的毛细抽力之外,在回路中添加微流量泵驱动,增加了系统的热传输距离,驱动力大大增强,由于微流量泵的驱动力远远大于毛细力,因此本实用新型适用于多热源以及传输距离较长的情况,运行姿态也可以任意调整;

[0049] 2、本实用新型的相变回路由微流量泵和毛细力共同驱动,能够避免由于毛细驱动力不足造成的启动失败,同时微流量泵提供的压头也可防止毛细芯烧干造成的传热恶化;

[0050] 3、本实用新型中第一液体管路与蒸汽管路分开,各自被微流量泵与毛细抽吸力驱动,毛细力主要驱动工质在蒸汽管路内循环,微流量泵主要驱动工质在第一液体管路内循环,有利于设置引射器,以降低蒸汽管路的压力,从而降低工质在蒸发器内的汽化温度,提高系统传递热负荷的能力;

[0051] 4、本实用新型的液体与气体通过毛细芯进行分离,可以减少液体流动阻力,减少泵功率的消耗;

[0052] 5、本实用新型设置的微流量泵不断向补偿腔供给液体,可使毛细芯始终保证液体蒸发所需量,同时液体在补偿腔内的流动可快速带走蒸发器通过毛细芯和壁面向补偿腔的漏热,消除补偿腔与毛细芯中可能形成的气泡,降低补偿腔的温度,避免产生过冷沸腾,使系统启动和运行的更稳定;

[0053] 6、本实用新型设置的第二液体管路,可利用多余的液体带走通过毛细芯向补偿腔的漏热,同时可使蒸发器出口工质处于两相状态的工作范围更广;

[0054] 7、本实用新型的系统温控简单方便,通过改变微流量泵的输入电压来调整液体循环流量,通过引射器调节工质的汽化温度,进而调控蒸发器的壁面温度;

[0055] 8、本实用新型利用工质的显热和潜热完成热量的传递,可实现高效传热。

[0056] 本实用新型的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本实用新型而了解。本实用新型的目的和其他优点可通过在所写的说明书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0057] 下面通过附图和实施例,对本实用新型的技术方案做进一步的详细描述。

## 附图说明

[0058] 附图用来提供对本实用新型的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本实用新型的实施例一起用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的限制。在附图中:

[0059] 图1为本实用新型一实施例中基于泵驱毛细相变回路的散热系统的示意图;

[0060] 图2为本实用新型一实施例中蒸发器结构示意图;

[0061] 图3为本实用新型一实施例中引射器的结构示意图;

[0062] 图4为本实用新型一实施例中储液器的结构示意图;

[0063] 图5为本实用新型一实施例中整流板的结构示意图。

[0064] 附图标记:

[0065] 蒸发器1、补偿腔出口1-1、腔体1-2、盖板1-3、毛细芯1-4、毛细芯安装腔1-5、补偿腔1-6、蒸汽出口1-7、蒸汽槽道1-8、补偿腔入口1-9、蒸汽腔1-10、橡胶垫片1-11、第一电磁阀2、第二液体管路3、蒸汽管路4、第一冷凝器5、第二冷凝器6、冷凝风机7、第一压力传感器8、第二压力传感器9、引射器10、液体进口10-1、蒸汽进口10-2、液体出口10-3、储液器11、排污口11-1、直筒体11-2、封头11-3、整流板11-4、均流圈11-4-1、减流环11-4-2、带卡套式接头进液口11-5、带卡套式接头充液口11-6、出液口11-7、底板11-8、罐体11-9、第三压力传感器12、过滤器13、微流量泵14、第四压力传感器15、第一液体管路16、止回阀17、第二电磁阀18、电子器件19。

### 具体实施方式

[0066] 以下结合附图对本实用新型的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0067] 下面参考图1至图5来描述本实用新型实施例提出的一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统。

[0068] 图1为本实用新型一实施例中基于泵驱毛细相变回路的散热系统的示意图;如图1所示,本实用新型实施例提出了一种基于泵驱毛细相变回路的散热系统,包括:第一液体管路16,第二液体管路3,蒸汽管路4,引射器10、蒸发器1;其中,

[0069] 所述第二液体管路3的第一端通过所述引射器10与所述第一液体管路16的第一端连通,所述第二液体管路3的第二端通过所述蒸发器1与所述第一液体管路16的第二端连通,所述第二液体管路3、引射器10、第一液体管路16、蒸发器1构成第一回路;

[0070] 所述蒸汽管路4的第一端通过所述引射器10与所述第一液体管路16的第一端连通,所述蒸汽管路4的第二端通过所述蒸发器1与所述第一液体管路16的第二端连通,所述蒸汽管路4、引射器10、第一液体管路16、蒸发器1构成第二回路;

[0071] 所述第一液体管路16的第一端与所述第一液体管路16的第二端之间依次连接有储液器11、第三压力传感器12、过滤器13、微流量泵14、第四压力传感器15、止回阀17、第二电磁阀18;

[0072] 所述第二液体管路3的第一端与所述第二液体管路3的第二端之间依次连接有第二压力传感器9、第二冷凝器6、第一电磁阀2;

[0073] 所述蒸汽管路4的第一端与所述蒸汽管路4的第二端之间依次连接有第一压力传感器8、第一冷凝器5。

[0074] 上述技术方案的工作原理及有益效果:微流量泵14用于为系统提供液体循环的驱动力,使液体不断向补偿腔1-6供给,清除补偿腔1-6内的气泡;微流量泵14的驱动可防止系统在低热负荷下由于未形成稳定的气液界面而导致的启动失败。第一冷凝器5及第二冷凝器6为散热系统的热量排散部件,工质在蒸发器1内吸热蒸发,形成的蒸汽经传输管路传递到第一冷凝器5进行冷凝,第一冷凝器5将气体状态的工质冷凝为液体状态;第二冷凝器6对蒸发器1中未蒸发的液体进行冷却;通过第一冷凝器5及第二冷凝器6将热量排散到周围环境中,提高散热效率。蒸发器1,用于收集待冷却产品的热量。第三压力传感器12用于监测微流量泵14输入工质的压力,过滤器13 用于滤除输入工质中的杂质。第四压力传感器15用

于监测微流量泵 14 输出工质的压力,止回阀 17 用于防止工质倒流。第一冷凝器 5 的出口管道上设置监测冷凝压力的第一压力传感器 8。第二冷凝器 6 的出口管道上设置监测冷凝压力的第二压力传感器 9。第一液体管路 16 包括内部流动工质的传输管路及从第一冷凝器 5、第一压力传感器 8、第二冷凝器 6、第二压力传感器 9 流出的两部分工质分别进入引射器 10 的两个进口汇合成一体,共同流入储液器 11、第三压力传感器 12、过滤器 13,在微流量泵 14 的驱动下通过第四压力传感器 15、止回阀 17、第二电磁阀 18 再次流向蒸发器 1 的补偿腔 1-6,用于形成液体能够在其中流动的回路。第二液体管路 3 包括内部流动工质的传输管道以及依次连接在第二液体管路 3 上的第一电磁阀 2、第二冷凝器 6 与第二压力传感器 9,用于形成液体能够在其中流动的回路;蒸汽回路包括内部流动工质的传输管道以及依次连接在蒸汽回路上的第一冷凝器 5 与第一压力传感器 8,用于形成气体能够在其中流动的回路。在蒸发器 1 的高热流密度加热面处吸收热量后产生沸腾,蒸发器 1 内处于气液两相状态的工质,在毛细芯 1-4 内蒸发的蒸汽进入蒸汽腔 1-10,带走由蒸发器 1 加热面传递过来的热量,产生的蒸汽通过蒸汽管路 4 进入到第一冷凝器 5,并在第一冷凝器 5 内冷凝为液体,向外释放热量。同时,补偿腔 1-6 内多余的液体直接通过补偿腔出口 1-1 流出,通过第二液体管路 3 直接进入至第二冷凝器 6,并带走部分通过毛细芯 1-4 及壁面泄漏至补偿腔 1-6 内的漏热。从第一冷凝器 5 和第二冷凝器 6 流出的两部分工质进入引射器 10,再共同流进储液器 11,在微流量泵 14 的驱动下通过第一液体管路 16 再次流向蒸发器 1 的补偿腔 1-6 从而完成一个循环,如此往复将热量从泵驱毛细相变回路向外部环境散热。

[0075] 在一实施例中,微流量泵 14 选用电磁隔膜式计量泵。

[0076] 在一实施例中,第一冷凝器 5 及第二冷凝器 6 为风冷式翅片管式冷凝器。

[0077] 在一实施例中,第一冷凝器 5 及第二冷凝器 6 为套管式冷凝器,套管式冷凝器是由两组直径大小不同的管路相套组合而成,小管内流动的是被冷却工质,环形空腔内流动的是冷却工质。

[0078] 图 3 为本实用新型一实施例中引射器 10 的结构示意图;如图 3 所示,所述引射器 10 用于将所述蒸汽管路 4 内的工质及所述第二液体管路 3 内的工质汇合后流向所述第一液体管路 16;

[0079] 所述引射器 10 包括液体进口 10-1、蒸汽进口 10-2 与液体出口 10-3;其中,

[0080] 所述液体进口 10-1 与所述第二液体管路 3 的第一端连接;

[0081] 所述蒸汽进口 10-2 与所述蒸汽管路 4 的第一端连接;

[0082] 所述液体出口 10-3 与所述第一液体管路 16 的第一端连接。

[0083] 上述技术方案的工作原理及有益效果:第二液体管路 3 与蒸汽管路 4 内的工质通过引射器 10 汇合,共同流向储液器 11,引射器 10 具有三通阀的作用;同时,在将第二液体管路 3 与蒸汽管路 4 内的工质通过引射器 10 汇合时,进入引射器 10 的液体进口 10-1 与进入引射器 10 的蒸汽进口 10-2 的工质流速不同,第二液体管路 3 内的工质流速比蒸汽管路 4 内的工质流速相对较快,对蒸汽管路 4 内的工质具有引射作用,以快速带走蒸汽管路内冷凝后的液体,同时降低蒸汽管路 4 中的蒸汽压力,进而降低工质的汽化温度和蒸发器 1 的壁面温度,调整系统的运行温度与压力。

[0084] 图 2 为本实用新型一实施例中蒸发器 1 结构示意图;如图 2 所示,所述蒸发器 1 包括:腔体 1-2、盖板 1-3 及设置在所述腔体 1-2 及所述盖板 1-3 之间的毛细芯 1-4;其中,

[0085] 所述腔体1-2内包含毛细芯安装腔1-5、补偿腔1-6和蒸汽腔1-10;

[0086] 所述补偿腔1-6为所述毛细芯1-4下部的空腔;所述补偿腔1-6的侧壁包含补偿腔入口1-9和补偿腔出口1-1;

[0087] 所述蒸汽腔1-10为由所述盖板1-3、腔体1-2、毛细芯1-4 包围形成环形腔;所述蒸汽腔1-10还包括蒸汽出口1-7,所述蒸汽出口1-7设置在所述盖板1-3与所述毛细芯1-4之间;

[0088] 所述毛细芯安装腔1-5内设有支撑支架用于安装所述毛细芯1-4;

[0089] 所述盖板1-3的上表面为加热面,所述盖板1-3的下表面设置有肋片,所述肋片与所述毛细芯1-4的上部抵接;

[0090] 所述盖板1-3的下表面与所述毛细芯1-4的上部之间形成蒸汽槽道1-8;所述蒸汽槽道1-8宽度0.66mm,高度0.33mm。

[0091] 上述技术方案的工作原理及有益效果:蒸发器1是系统的受热部件,为系统提供被动驱动力,是最核心的部件;在毛细芯安装腔1-5内配备用来安装毛细芯1-4以及防止蒸汽向补偿腔1-6内的泄漏;盖板1-3上表面为加热面,蒸汽槽道1-8布置于盖板1-3下表面与毛细芯1-4之间,毛细芯1-4上部被盖板1-3上的肋片抵住,槽道与槽道之间有肋片相隔。所述蒸汽槽道1-8位于上壁面内的蒸发器1加热面温度较低,等效热阻小,传热性能好。在毛细芯1-4 和蒸汽槽道1-8之间的交界面位置,气相体积分数、温度、速度分布变化较大,蒸汽槽道1-8的结构参数对于传热影响显著,最佳蒸汽槽道1-8结构参数:蒸汽槽道1-8宽度为0.66mm,高度为0.33mm。腔体1-2和盖板1-3之间通过螺栓连接。在毛细芯1-4内有一蒸发界面,在蒸发界面上,液体吸收通过肋片传递过来的热量蒸发,形成的气体通过蒸汽槽道1-8流入蒸汽腔1-10,再通过蒸汽出口1-7流出。蒸发器1采取下方供液的供液结构,补偿腔1-6位于毛细芯1-4下方,工作介质为水,一部分液体工质在蒸发器1内吸热相变带走热量,另一部分液体工质直接通过补偿腔1-6带走通过毛细芯1-4和壁面向补偿腔1-6的漏热。蒸发器1在启动过程中,气相的生成从远离出口的蒸汽槽道1-8中开始,蒸汽槽道1-8中的体积分数较大,并逐渐向毛细芯1-4内扩散,蒸发器1内的气液分布及蒸发器1加热面温度最终达到稳定。

[0092] 在一实施例中,蒸发器1上壁面为加热面,蒸汽槽道1-8布置在上壁面与毛细芯1-4之间,蒸汽槽道1-8之间采用金属翅片相隔,金属翅片的导热率比槽内蒸汽的导热率高,所以在翅片下面首先达到饱和温度,因此当液体温度达到蒸发温度后,毛细芯1-4与翅片相接触的表面将会发生汽化,并形成呈弯月面形的气液交界面。毛细芯1-4汽液弯月面产生的毛细力,是系统蒸汽管路4的主要驱动力,毛细芯1-4是蒸发器1结构中最关键的部件。

[0093] 在一实施例中,蒸发器1采用双层复合毛细芯1-4,两层毛细芯1-4的厚度均为2mm;上层即靠近加热面的毛细芯1-4采用导热系数较高的铜粉烧结而成,以保证高热量传输效率,下层毛细芯1-4采用导热系数较小的镍粉末烧结而成,以减少通过毛细芯1-4向补偿腔1-6的漏热,同时降低加热面温度和毛细芯1-4温度,有效减少气相在毛细芯1-4内的扩散,防止蒸发器1出现烧干现象导致的传热恶化。

[0094] 在一实施例中,在额定热流密度下,毛细芯1-4的最佳孔隙率为0.7。

[0095] 根据本实用新型的一些实施例,所述蒸发器1还包括橡胶垫片1-11,所述橡胶垫

片1-11设置在所述腔体1-2与所述盖板1-3之间用于密封。

[0096] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一液体管路16的第二端与所述补偿腔入口1-9采用焊接的方式连接;

[0097] 所述第二液体管路3的第二端与所述补偿腔出口1-1采用焊接的方式连接;

[0098] 所述蒸汽管路4的第二端与所述蒸汽出口1-7采用焊接的方式连接;

[0099] 所述第一液体管路16或所述第二液体管路3或所述蒸汽管路4 的管路之间采用卡套式接头连接。

[0100] 根据本实用新型的一些实施例,所述蒸发器1外壳材料为黄铜;

[0101] 所述毛细芯1-4通过金属粉末烧结制备;

[0102] 所述第一液体管路16或所述第二液体管路3或所述蒸汽管路4 的管路材料为紫铜。管路使用外径为6mm、内径为4mm的紫铜管。

[0103] 图4为本实用新型一实施例中储液器11的结构示意图;如图4 所示,所述储液器11包括:排污口11-1、罐体11-9、整流板11-4、带卡套式接头进液口11-5、带卡套式接头充液口11-6,出液口 11-7;其中,

[0104] 所述罐体11-9由直筒体11-2、底板11-8、封头11-3焊接而成;

[0105] 所述排污口11-1,设置在所述底板11-8的上部;

[0106] 所述整流板11-4焊接在所述封头11-3直边段处;

[0107] 所述带卡套式接头进液口11-5位于封头11-3的正上方;

[0108] 所述带卡套式接头充液口11-6设置在所述直筒体11-2的侧壁;

[0109] 所述出液口11-7设置在所述直筒体11-2中部偏上1/3处;

[0110] 所述出液口11-7连接有一出液管,所述出液管下端成45度斜角且距离所述底板11-830~50mm。

[0111] 上述技术方案的工作原理及有益效果:储液器11用于储存并缓冲冷凝后的液体工质,储存回路中多余工质,保证有足够液体向微流量泵14供给,保证第二冷凝器6内工质顺利排出,提高冷凝效率。储液器11将第一冷凝器5与第二冷凝器6冷凝后的工质中的液体和未冷凝气体进行分离,防止未冷凝气体对微流量泵14运行造成影响,确保微流量泵14的入口工质为纯液体状态,保证微流量泵14的运行安全稳定。

[0112] 图5为本实用新型一实施例中整流板11-4的结构示意图;如图 5所示,所述整流板11-4包括均流圈11-4-1和减流环11-4-2,其中,

[0113] 所述均流圈11-4-1,设置在所述整流板11-4的中间位置,为圆顶结构;

[0114] 所述减流环11-4-2,设置在所述整流板11-4的边缘位置;

[0115] 所述减流环11-4-2的形状为外围均布八个相同的半圆形缺口,所述八个半圆形缺口横截面积之和为所述整流板11-4截面积的 1/2。

[0116] 上述技术方案的工作原理及有益效果:均流圈11-4-1对流经储液器11的液体流动进行一次减流,在边缘位置设置的减流环11-4-2对液体流动进行二次减流,通过上述两次减流后液体的流速减缓,减少了进入储液器11的气液混合态工质对其罐体11-9底部液体的冲击,更好的实现汽液分离,避免了气液混合现象的产生,同时降低了噪音。

[0117] 根据本实用新型的一些实施例,还包括冷凝风机7,设置在所述第一冷凝器5与所述第二冷凝器6的上方,用于通过冷凝风机7变频 PID调节控制第一冷凝器5及第二冷凝器6

的冷凝压力。

[0118] 本实用新型的工作过程:泵驱毛细相变回路基于环路热管和毛细泵回路,是一种泵辅助驱动与毛细驱动结合的混合驱动相变回路散热系统,也是一种主被动相结合的散热系统,系统共有两条回路,一个是蒸汽液体两相回路简称蒸汽管路4,另一个是本系统增设的第一液体管路16。泵驱毛细相变回路主要利用工质潜热传输热量,主要由蒸发器1、第一电磁阀2、第一冷凝器5、第二冷凝器6、冷凝风机7、第一压力传感器8、第二压力传感器9、引射器10、储液器11、第三压力传感器12、过滤器13、微流量泵14、第四压力传感器15、止回阀17、第二电磁阀18及蒸汽管路4、第一液体管路16和第二液体管路3组成,参见图1,其工作时,将待散热的电子器件19与蒸发器1的加热面贴合,蒸发器1液体工质由微流量泵14和毛细力共同驱动进入到补偿腔1-6内,进入补偿腔1-6的液体工质一部分被毛细芯1-4吸入至蒸发面,吸热汽化,在毛细芯1-4内蒸发的蒸汽进入蒸汽腔1-10,带走由蒸发器1加热面传递过来的热量,产生的蒸汽通过蒸汽管路4进入到第一冷凝器5,并在第一冷凝器5内冷凝为液体,向外释放热量。同时,补偿腔1-6内多余的液体直接通过补偿腔出口1-1流出,通过第二液体管路3直接进入至第二冷凝器6,并带走部分通过毛细芯1-4及壁面泄漏至补偿腔1-6内的漏热。从第一冷凝器5与第二冷凝器6流出的两部分工质分别进入引射器10的两个进口汇合成一体,共同流入储液器11,在微流量泵14的驱动下通过第一液体管路16再次流向蒸发器1的补偿腔1-6,从而完成一个循环。微流量泵14向补偿腔1-6提供足够的液体,一方面保证毛细芯1-4始终有液体浸润,另一方面带走蒸发器1通过毛细芯1-4和壁面向补偿腔1-6的漏热,消除补偿腔1-6内的蒸汽相。微流量泵14主要提供第一液体管路16循环的驱动力,毛细力主要提供蒸汽管路4循环的驱动力。在微流量泵14驱动力与毛细力的共同作用下,工质在系统回路内完成循环,实现了热量从泵驱毛细相变回路向外部环境散热。同时,工作期间定期检查储液器11内部液位,当液位不足时对回路的工质通过带卡套式充液口进行补充。

[0119] 泵驱毛细相变回路的散热模式是利用工质在循环流程过程中的蒸发吸热和冷凝放热过程,进行热量收集、运输。工质在微流量泵14的驱动下流入蒸发器1,在进入蒸发器1后工质吸收热量由单相变成汽液两相状态,两相流体经过第一冷凝器5、第二冷凝器6释放热量后由汽液两相变为液态,再进入微流量泵14,循环往复。

[0120] 需要说明的是,热管为连接在待散热的电子器件19如机柜和蒸发器1之间的传热组件,同时热管和蒸发器1之间的连接通过钎焊或者涂抹导热填料实现,则待散热的电子器件19的热量通过热管传递到蒸发器1上。

[0121] 需要说明的是,系统循环工质的物理和化学性质会影响泵驱毛细相变回路的工作特性,工质的选择须考虑蒸发温度、汽化潜热、表面张力等因素,同时还要考虑工质的经济性和毒性,综合考虑选择水为工质。

[0122] 需要说明的是,泵驱毛细相变回路是一种主被动相结合的热控系统,系统驱动力分为两部分,微流量泵14驱动液体工质在第一液体管路16及第二液体管路3中中循环,毛细芯1-4驱动力将液体吸入至蒸发表面蒸发,驱动蒸汽在蒸汽管路4中循环。

[0123] 需要说明的是,系统在加载热负荷之前,微流量泵14已启动,驱动液体在液体回路内循环,制冷机组已开启,液体温度较低,此时蒸发器1内的毛细芯1-4完全被液体浸润,蒸汽槽道1-8、蒸汽管路4内也充满过冷液体。因此在加载热负荷之初,蒸发器1内无蒸汽相产

生。随着热量的传递与累积,毛细芯1-4内的液体慢慢达到此时压力下的饱和态,若再持续加热,液体过热后,逐渐形成汽液弯月面,蒸汽随之产生,毛细芯1-4汽液弯月面蒸汽侧的压力会迅速升高,推动蒸汽槽道1-8的液体进入蒸汽管路4,最后将汽液两相界面推送至第一冷凝器5与第二冷凝器6中,这一过程非常迅速,时间在0.1秒内。

[0124] 根据本实用新型的一些实施例,还包括:

[0125] 第一温度传感器,设置在所述微流量泵14上,用于检测所述微流量泵14在预设时间段内的第一温度信息;

[0126] 第二温度传感器,设置在所述微流量泵14置于的室内,用于检测所述微流量泵14置于的室内在预设时间段的第二温度信息;

[0127] 处理器,设置在所述微流量泵14内,分别与所述第一温度传感器、第二温度传感器连接,用于:

[0128] 接收所述第一温度传感器发送的第一温度信息并计算得到第一平均温度;

[0129] 接收所述第二温度传感器发送的第二温度信息并计算得到第二平均温度;

[0130] 根据所述第一平均温度及第二平均温度计算所述微流量泵14在预设时间段内的老化系数并判断是否大于预设老化系数,在确定微流量泵14在预设时间段内的老化系数大于预设老化系数时,控制报警器件发出报警提示;

[0131] 所述根据所述第一平均温度及第二平均温度计算所述微流量泵 14在预设时间段内的老化系数,包括:

[0132] 计算所述微流量泵14在预设时间段内的实际损耗寿命S:

$$[0133] \quad S = \frac{S_0 \times 38^{0.762 \times \frac{T_1 - T_2}{T_0}}}{3}$$

[0134] 其中, $S_0$ 为微流量泵14在预设时间段内的标准损耗寿命; $T_1$ 为第一平均温度; $T_2$ 为第二平均温度; $T_0$ 为微流量泵14的额定工作温度;

[0135] 根据所述微流量泵14在预设时间段内的实际损耗寿命S,计算所述微流量泵14的老化系数L:

$$[0136] \quad L = \frac{1}{1 - 0.864 \times e^{-0.624S}} - \frac{1}{S}$$

[0137] 其中,e为自然常数。

[0138] 上述技术方案的工作原理及有益效果:微流量泵14在工作时,过热会加速微流量泵14寿命的损耗,通过检测微流量泵14在预设时间段内的第一温度信息并计算出第一平均温度;检测微流量泵14所处室内在预设时间段的第二温度信息,即环境温度信息,并计算出第二平均温度。根据所述第一平均温度及第二平均温度计算出微流量泵 14在预设时间段内的实际损耗寿命,进而计算出微流量泵14的老化系数,在确定微流量泵14在预设时间段内的老化系数大于预设老化系数时,控制报警器件发出报警提示,可以使维修人员及时查看设备状态,对设备进行降温等措施,减缓微流量泵14的老化,延长使用时间,降低成本。在计算微流量泵14在预设时间段内的老化系数时,考虑预设时间内的第一温度信息及第二温度信息,计算相应的平均温度,使计算出的老化系数更加准确。

[0139] 显然,本领域的技术人员可以对本实用新型进行各种改动和变型而不脱离本实用

新型的精神和范围。这样,倘若本实用新型的这些修改和变型属于本实用新型权利要求及其等同技术的范围之内,则本实用新型也意图包含这些改动和变型在内。

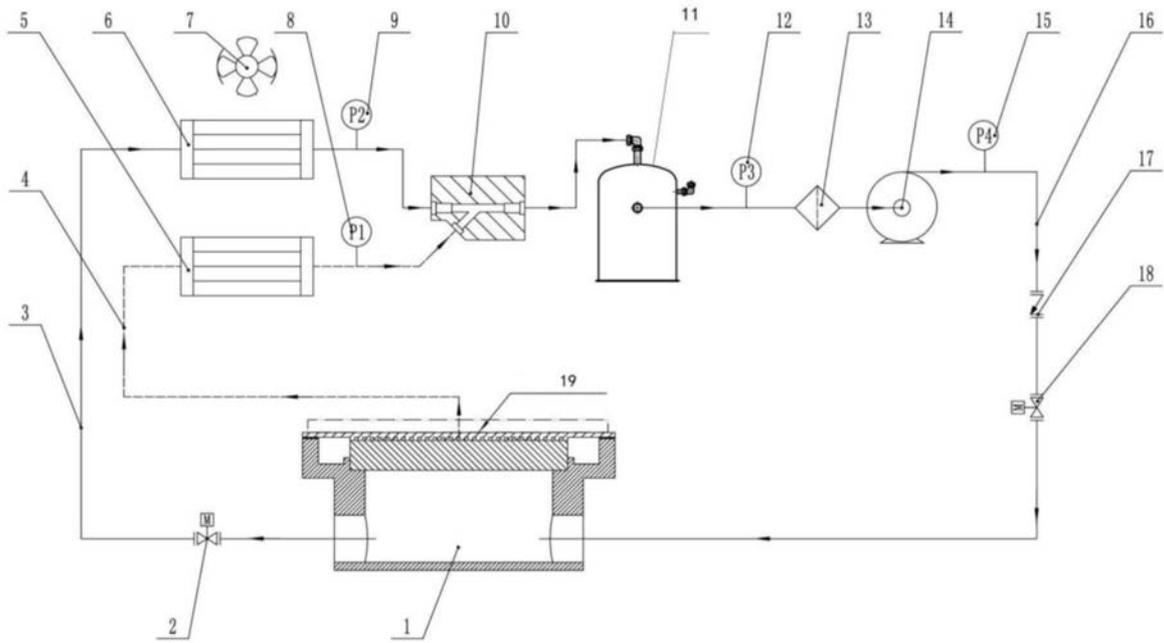


图1

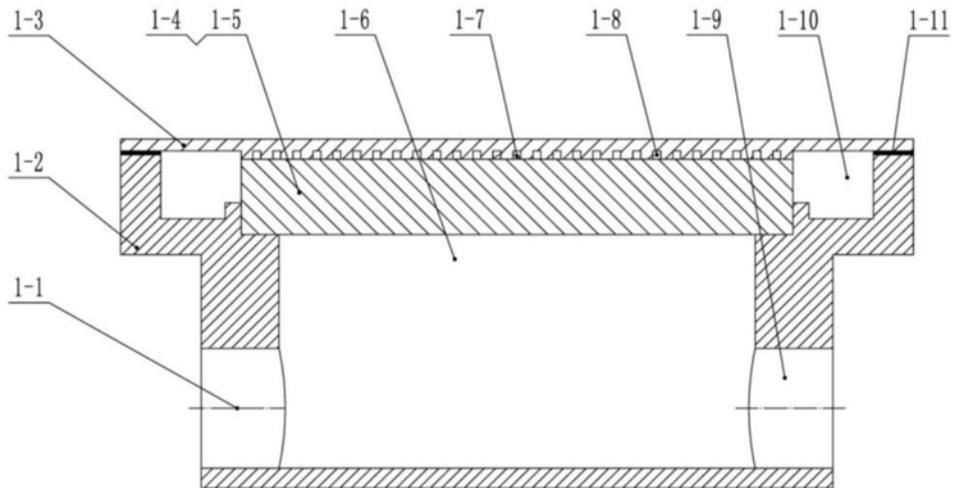


图2

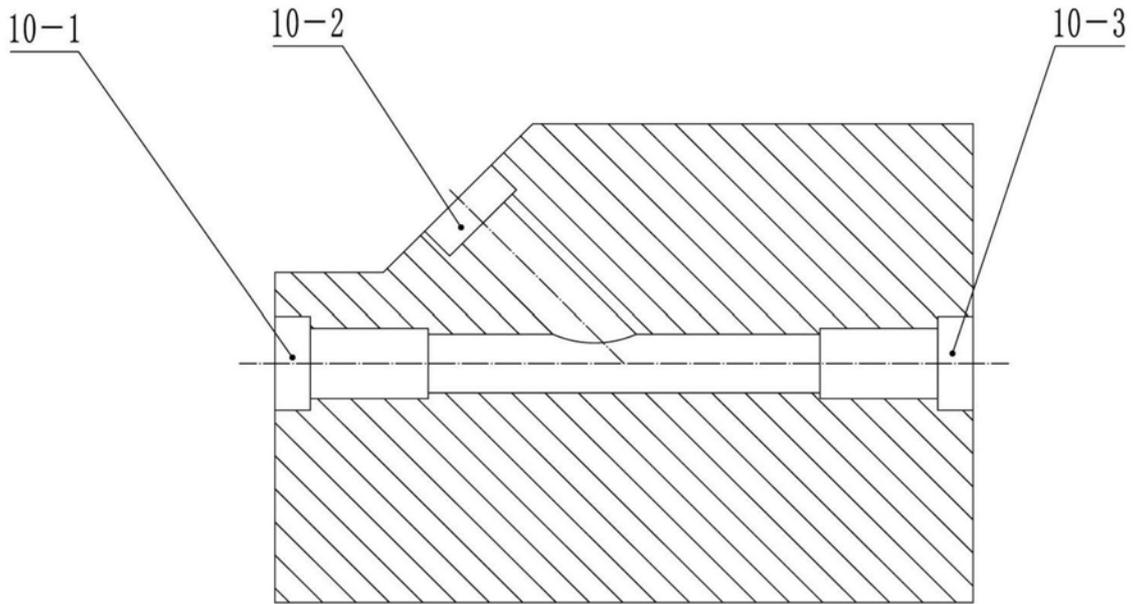


图3

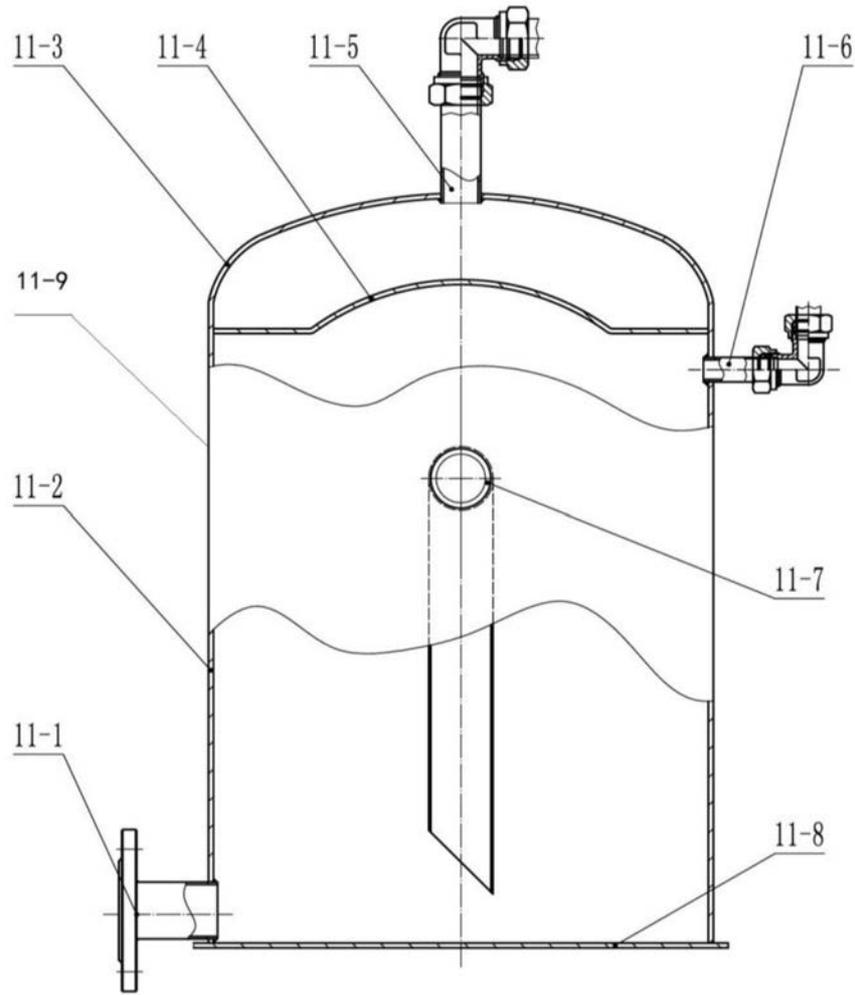


图4

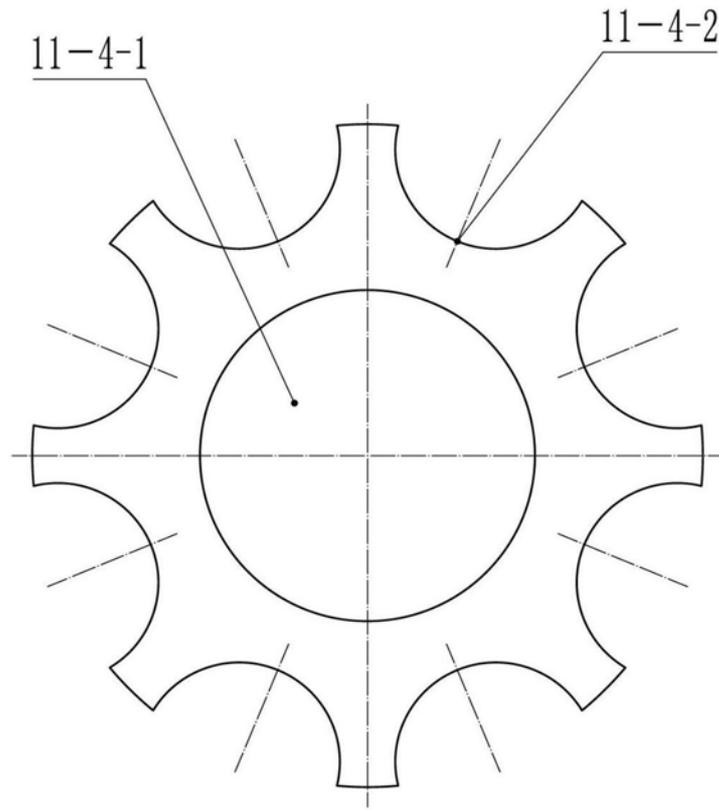


图5