(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119949029 A
(43)申请公布日 2025.05.06

(21)申请号 202380071935.6
(22)申请日 2023.10.26
(30)优先权数据
102022004390.4 2022.11.24 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.04.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/079871 2023.10.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/110144 DE 2024.05.30
(71)申请人 威兰德-沃克公开股份有限公司
地址 德国乌尔姆
(72)发明人 哈拉尔德·加布勒
阿希姆·戈特巴姆 菲利普·霍曼
维雷娜·奥布斯特 迈克尔·舍斯
(74)专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234
专利代理师 桑丽茹
(51)Int.Cl.
H05K 7/20(2006.01)

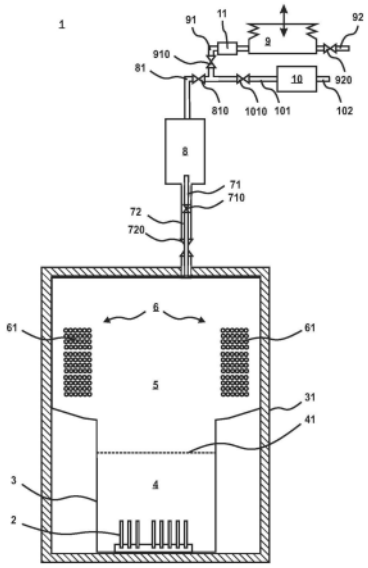
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于电子部件的液体浸没冷却的冷却系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于电子部件(2)的液体浸没冷却的冷却系统,该冷却系统包括:容器(3),该容器的内部可以填充有两相传热流体(4),电子部件(2)可以浸没在其液相中,容器(3)具有在液体热传递流体(4)的表面(41)上方的气体空间(5),-热交换器装置(6),位于容器(3)的气体空间(5)中,用于形成液体热传递流体(4)的目的,-冷凝器单元(8),布置在容器(3)的外部,该冷凝器单元(8)通过流体管路(7)作为进料管路(71)和返回管路(72)连接至容器(3)的气体空间(5),以便将气态介质质量传递至冷凝器单元(8),并且将冷凝的热传递流体质量传递至容器(3),冷凝器单元(8)具有出口(81),残余气相能够经由所述出口排出,以及-作为冷凝器单元(8)的进给管路(71)和返回管路(72)的流体管路(7)是连接至容器(3)的具有适合的管路截面的单管管路或双管管路。



CN 119949029 A

1.一种用于电子部件(2)的液体浸没冷却的冷却系统(1),所述冷却系统包括:

- 容器(3),所述容器的内部填充有两相传热流体(4),电子部件(2)能浸没在所述容器的液相中,其中,所述容器(3)具有在液体传热流体(4)的表面(41)上方的气体空间(5),

- 在容器(3)的气体空间(5)中的热交换器装置(6),用于形成液体热传递流体(4)目的,

- 冷凝器单元(8),布置在容器(3)的外部,

其中,所述冷凝器单元(8)通过流体管路(7)作为进给管路(71)和返回管路(72)连接至容器(3)的气体空间(5),用于将气态介质质量传递至冷凝器单元(8)和将冷凝的传热流体质量传递至容器(3),其中,所述冷凝器单元(8)具有出口(81),残余气相能够经由所述出口排出,其特征在于,

- 作为冷凝器单元(8)的进给管路(71)和返回管路(72)的流体管路(7)是连接至容器(3)的具有适合的管路截面的单管管路或双管管路。

2.根据权利要求1所述的冷却系统(1),其特征在于,所述流体管路(7、71、72)具有结构化内表面。

3.根据权利要求2所述的冷却系统(1),其特征在于,所述流体管路(7、71、72)的结构化内表面具有螺旋地环绕的肋条。

4.根据权利要求1至3中的一项所述的冷却系统(1),其特征在于,所述流体管路(7、71、72)是以相对于重力作用的倾斜角度延伸的管路或双管管路。

5.根据权利要求4所述的冷却系统(1),其特征在于,所述流体管路(7、71、72)相对于重力作用的倾斜角度为至少2°。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的冷却系统(1),其特征在于,所述进给管路(71)、返回管路(72)和/或出口(81)能够通过阀(700、710、720、810)单独地或彼此组合地关闭或打开。

7.根据权利要求1至6中的一项所述的冷却系统(1),其特征在于,收集容器(9)连接在所述出口(81)的下游,残余气相能够经由所述收集容器排出。

8.根据权利要求7所述的冷却系统(1),其特征在于,用于从气相分离水蒸气的干燥单元(11)布置在出口(81)与收集容器(9)之间。

9.根据权利要求1至6之一所述的冷却系统(1),其特征在于,真空泵(10)连接在出口(81)的下游,残余气相能够经由所述真空泵排出。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的冷却系统(1),其特征在于,所述热交换器装置(6)和冷凝器单元(8)具有用于冷却目的的单相传热介质的共用供应单元。

11.根据权利要求10所述的冷却系统(1),其特征在于,借助于单相传热介质的体积流量的主动控制,实现用于所述共用供应单元的热交换器装置(6)和冷凝器单元(8)的冷却的单相传热介质的量分布。

12.根据权利要求1至11中任一项所述的冷却系统(1),其特征在于,冷却装置(73)至少部分地布置在流体管路(7)上。

用于电子部件的液体浸没冷却的冷却系统

[0001] 本发明涉及根据权利要求1的前序部分的用于电子部件的液体浸没冷却的冷却系统。

[0002] 在两相浸没冷却系统的形式中,例如,用于液体浸没冷却的冷却系统是用于电子部件的主动冷却解决方案,其在操作期间产生大量的热量。由于部件被浸没在通常具有低沸点的两相传热流体中,由电子部件所产生的热可使周围的液体传热流体蒸发,因此,从电子部件散热。冷凝器装置使气态热传递流体液化,该气态热传递流体然后被返回到储器中用于冷却。

[0003] US 10 512 192 B2披露了一种具有冷却槽的两相浸没冷却系统。在冷却过程期间冷凝所形成的气态流体的冷凝器室被连接至冷却槽中的液体流体。在这种情况下,蒸汽重定向结构布置在位于冷却槽中的冷却介质内的产生热的电子部件上方。通过蒸气重定向结构,将蒸发的流体引导到冷凝室中用于液化。冷凝室完全地位于冷却槽内。

[0004] 在此背景下,从US 10 477 726 B1中已知一种用于计算机部件的冷却系统。在压力受控的容器中,存在处于液相和气相的导热介电热传递流体,该流体在大气压下具有低于80°C的沸点。计算机部件布置在容器中,所述计算机部件至少部分地浸没在传热流体的液相中。通过冷凝器,通过计算机部件产生的热所蒸发的介电气相流体被冷凝,以形成介电液相流体。在压力受控的容器的内部,将内部压力降低至低至650 hPa。通过控制系统在其处运行的容器中的压力,使用者可影响介电液体蒸发所处的温度。由此,可以获得增加的冷却能力。在不同于环境压力的运行压力下,在压力受控的容器内的计算机系统的运行通常要求作为整体的系统的设计适配。

[0005] US 2021/0 153 392 A1披露了一种包括容器的冷却系统,该容器可以填充有作为冷却剂的两相热传递流体,电子部件可以浸没在该容器的液相中。该容器具有在液体热传递流体的表面上方的气体空间。布置在容器上方的是单独的外部冷凝器装置,该外部冷凝器装置被配置成使得它冷凝热传递流体的蒸气相,并且将其作为液体冷却剂进给回到装有这些电子部件的容器中。为此目的,系统包括返回管路和进给管路,这些返回管路和进给管路被连接到冷凝器装置和容器两者上,以便形成热交换回路。系统进一步包括收集容器,该收集容器被布置在供应管路上,并且被配置的方式为使得该收集容器在冷却剂被进给至容器之前,收集冷凝的液体热传递流体。该储能器还为冷却系统提供储备冷却能力。

[0006] EP 3 453 235 B1披露了一种用于电子部件的浸没冷却的冷却系统,该冷却系统包括压力密封的储箱,该储箱被配置成保持热传递流体处于液体形式,该电子设备被浸没在该储箱中。此外,在液体热传递流体的表面上方存在蒸汽空间。布置在压力密封罐外部的是冷凝器,其中冷凝器具有入口,该入口通过升液管连接到蒸气空间,并构造成接收热传递流体蒸气。此外,冷凝器具有用于残余气体的紧密地可封闭的蒸气出口,以及具有通向储箱的冷凝物返回管路的冷凝物出口。冷凝物返回管路被配置成使得冷凝的热传递流体可以穿过它流动,从冷凝物出口回流至储箱。在储箱内,还可以已经存在用于液化气态热传递流体的另外的冷凝器管。

[0007] 本发明的根本目的是相对于用于热传递流体的热交换器装置,进一步开发一种用

于电子部件的液体浸没冷却的冷却系统。

[0008] 本发明通过权利要求1的特征来描述。进一步的从属权利要求涉及本发明的有利实施方式和发展。

[0009] 本发明包括用于电子部件的液体浸没冷却的冷却系统。冷却系统包括容器,该容器的内部可以填充有两相传热流体,电子部件可以浸没在该容器的液相中。该容器具有在液体热传递流体的表面上方的气体空间。此外,冷却系统包括在容器的气体空间中的热交换器装置,用于形成液体热传递流体的目的。冷却系统还包括布置在容器外部的冷凝器单元,其中,冷凝器单元通过作为进给管路和返回管路的流体管路连接至容器的气体空间,用于将气态介质质量传递至冷凝器单元,并将冷凝的传热流体质量传递至容器,其中,冷凝器单元具有出口,残余气相可经由该出口排出。根据本发明,作为冷凝器单元的进给管路和返回管路的流体管路是连接至容器的具有适合的管路截面的单管管路或双管管路。

[0010] 容器可具有压力密封的设计。容器可有利地实施为可在真空和/或过压下运行的压力容器。通过控制冷却系统在其中运行的容器中的压力,可实现增加的冷却能力。

[0011] 气体空间中的热交换器装置优选地由至少一个管束组成,该管束包括相对于彼此布置的多个热交换器管。管束可具有彼此平行布置的多个热交换器管,在端部具有两个管板。在容器中,管束或热交换器管可以相对于容器壁对称地或可替代地不对称地或沿对角线布置。

[0012] 冷凝器单元的进给管路和返回管路还可以是连接至容器的具有适合的管路横截面的单管管路。使得气态介质的质量传递和冷凝的传热流体的质量传递都经由该单管管路发生。在此,适合的管路截面的尺寸被确定的方式为使得在相同管中在相反方向上流动的气态和液体介质在它们的流动特性方面不彼此阻碍。实际经验表明,由于润湿特性,冷凝的传热流体沿着内管壁流动至容器,并且气态传热流体在管的中心区域中在相反方向上流动至冷凝器。

[0013] 可替换地,冷凝器单元的进给管路和返回管路也可以是连接至容器的双管管路。使得气态介质的质量传递经由内部进给管路发生,并且用于冷凝的热交换流体的质量传递经由围绕内部进给管路的返回管路发生。在这种情况下,进给管路和返回管路的适合的管路截面被确定尺寸,其方式为使得在对应的管路中流动的气态和液体介质可以在它们的流动特性上具有低阻力地流动。实践经验表明,由于较小的体积,冷凝的传热流体需要返回管路的壳体管的管路截面小于气态传热流体的内部进供管路的管路截面。

[0014] 热交换器管优选地是肋式管,这些肋式管是由光滑管生产,并且经受成形工艺。它们特别适合作为具有高传热系数的高效、紧凑且极其稳定的热交换器中的部件。管表面针对应用的比热传递需求被优化。在大量选择包括铜、铜合金、钢、钛或钛合金的材料的情况下,确保了用于相应要求,尤其是在耐久性和可变形性方面的适当材料可用于不同的需要。

[0015] 两相传热流体,也称为制冷剂,形成位于容器中的外部流体,电子部件浸没在该容器的液体部分中。位于热交换器管中的内部流体通常是单相传热介质,例如,工艺用水、乙二醇或热传递油。然而,同样在这种情况下,两相介质可与制冷回路组合使用。

[0016] 在容器中,电子部件以一种适合于在液体热传递流体的浴中冷却的方式被布置,并且通过液体流体的蒸发而被冷却。在这个过程期间,不能被冷凝的气体部分可以在启动之前或在启动期间有效地从该系统中被去除。

[0017] 在根据本发明的实施方式中,计算部件和浸没冷却设备以及相关联的电源、网络连接、布线连接等可以布置在容器中,该容器具有在运转期间偏离环境压力的内部压力。

[0018] 在此背景下,还有利的是将电力、水、真空和网络连接结合在一束管线中,以便使进入容器的通道最小化,并且以便降低泄露的风险,尤其是如果系统在运行期间处于真空或过高的压力下。

[0019] 在有利的实施方式中,容器在运行过程中被保持在低于环境大气压的高达200 hPa下,并且这有助于降低两相传热流体的沸点,并且由此降低计算机芯片和其他部件的运行温度。在许多具体的实施方式中,压力受控的容器可以具有低于环境压力的高达500 hPa的甚至更低的压力。

[0020] 根据本发明的冷却系统的实施方式包括容器,该容器被设计的方式为使得使用两相液体浸没冷却系统。容器包含介电冷却流体的槽、热交换器装置和用于将介电流体从气相冷凝成液体的外部冷凝器单元。位于容器外部的冷凝器单元旨在将气态热传递流体的残余物(还含有某些部分的空气和水蒸气)冷凝成尽可能高的一部分液体热传递流体。理想地,残余热传递流体几乎完全从气相中冷凝出来,基本上仅留下空气和水蒸气作为残余气相保留。在此沉淀液体热传递流体的目的是通过系统的适合的冷却能力,将水蒸气保持在气相中。该残余气体混合物经由冷凝器单元的出口,从冷却系统排出。

[0021] 此外,可以提供用于保持计算机部件以及用于将电力从电源系统分配到位于容器内的设备和部件的装置。不言而喻,大量的专用连接用于运行例如保持在真空下的容器内的计算机系统。根据本发明的系统的一些实施方式可使用一系列光纤接口,其允许容器中的连通性,并且将各种保持装置之间的光纤分配至电子部件。容器的一些实施方式可包含用于可靠运行的监测传感器。这些传感器可包括温度传感器、液位传感器、压力传感器、位置传感器、电传感器和/或相机,以确保和自动化系统的运行。

[0022] 这些系统可包括例如压力受控的容器内的压力传感器,其监测压力,以确保不存在显著泄漏。同样可以提供气体传感器,这些气体传感器被布置在压力受控的容器的外部,并检测可能存在的和从压力受控的容器逸出的任何介电蒸汽的存在。

[0023] 此外,冷却系统可有利地具有控制装置,其被设计为控制流体循环系统的运行,例如,根据两相传热流体的温度和容器中的压力条件。

[0024] 可以有利地设置装配系统,通过该装配系统可以将电子部件从锁定装置运输到操作位置以进行更换。装配系统可包括机械臂或线性驱动装置。考虑到装置的适当设计,通过全自动装配系统,可以进行这些部件的更换。可替代地,手套还可布置在合适的容器开口处,以允许电子部件从锁定装置转移到操作位置。这使得能够通过手动接近容器的内部来进行装配。

[0025] 在本发明的一个有利实施方式中,流体管路可以具有结构化的内表面。在单管管路的情况下,内表面可以具有肋式、通道式或多孔结构特征或凸起的部分,冷凝的传热流体通过该肋式、通道式或多孔结构特征或凸起的部分,沿着管的内部的表面,被引导至容器入口。在被路由到容器的双管管路的情况下,位于内部的返回管路的内表面是肋式、通道式或多孔设计,或设计成具有凸起部分,以便以相同的方式选择性地引导冷凝的传热流体离开。相反,围绕返回管路的外管的内表面还可具有平滑设计,用于承载气态传热流体。

[0026] 在根据本发明的冷却系统的一个特别有利的实施方式中,流体管路的结构化内表

面可以螺旋地环绕肋条,以将冷凝的传热流体引导到容器。给定肋条的适当节距,流体可借助于内管壁上的重力,以螺旋方式被引导。

[0027] 在一个有利的实施方式中,流体管路可以是相对于重力作用以倾斜角度延伸的管路或双管路。因此,由于重力,冷凝的传热流体流回到容器至少内壁的一部分上。在单管管路的情况下,冷凝的传热流体的质量传递由此在内壁的下部发生,而气态传热流体沿着内壁的上部以逆流流动被引导。

[0028] 流体管路相对于重力作用的倾斜角度有利地为至少2°,并且优选地至少5°,并且特别优选地至少15°。即使具有这样小的倾斜角度,也防止了冷凝的传热流体在返回到容器的过程中意外地自由地并且以不受控制的方式落入管的内部。特别是在单管管路的情况下,有可能抑制不受控制的流或湍流,该不受控制的流或湍流将破坏气态热传递流体的逆流。

[0029] 在本发明的一个优选实施方式中,进给管路、返回管路和/或出口可以是可单独地或彼此组合地通过阀门可关闭或可打开的。为了合适的过程管理,当需要时打开单独的阀,以便传递气态介质或液态热传递流体。进给和/或排出可以循环地或以连续模式发生。特别地,在出口处的阀切换被调节,以确保尽可能少或甚至没有热传递流体从冷却系统逸出。

[0030] 在本发明的一个有利的实施方式中,收集容器连接在出口的下游,残余气相可经由该收集容器排出。该容器确保没有空气可从环境进入冷却系统。容器可以是可膨胀的弹性皮囊或可变体积的波纹管。

[0031] 用于将水蒸气与气相分离的干燥单元可有利地布置在出口和收集容器之间。例如,在载荷反转的情况下,整个冷却系统中的压力状况可改变。如果需要,外部空气或残余气体然后可通过收集容器,经由干燥单元,被引入到冷却系统,用于压力补偿。然后,通过干燥单元,通过化学键合,除去水蒸气。硅胶适用于这种干燥单元。

[0032] 在本发明的一个有利的实施方式中,真空泵连接在出口的下游,经由该真空泵可以排出残余气相。在这种情况下,由水蒸气和空气组成的残余气相还可以在相对于环境的出口处处于真空下,因为总是借助于真空泵来确保残余气体朝向外部的流动方向。

[0033] 热交换器装置和冷凝器单元可以有利地具有用于冷却目的的单相传热介质的共用供应单元。因此,两个单元均处于适于分离出热交换器流体的过程的单一温度水平。

[0034] 用于共用供应单元的热交换器装置和冷凝器单元的冷却的单相传热介质的量分布可有利地通过单相传热介质的体积流量的主动控制来实现。

[0035] 多路阀、特别地三通阀特别地适合于体积流量的主动控制。可替代地或组合地,另外还有可能结合限制器或频率受控的泵,以用于控制进入供应单元中的体积流量。由此,有可能通过供应单元,以一种适合的方式,相对于彼此来匹配和控制热交换器装置的和冷凝器单元的冷却能力。

[0036] 在本发明的一个有利实施方式中,冷却装置可以至少部分地布置在流体管路上。这可以是围绕流体管路螺旋地缠绕的冷却管或冷却套管。这是通过相反方向流动的较热的气态流体,防止重新加热液态流体超过沸点的有效手段。特别地,以这种方式进一步减小沿流体管路的内壁流动的液体流体的温度。

[0037] 借助于示意附图,更详细地解释本发明的示范性实施方式。

[0038] 在附图中:

[0039] 图1示出了具有冷凝器单元和作为流体管路的管路的冷却系统的示意图,以及

[0040] 图2示出了具有冷凝器单元和作为流体管路的双管管路的冷却系统的另一个示意图。

[0041] 在所有附图中,相互对应的部件提供有相同的附图标记。

[0042] 图1示出了冷却系统1的示意图,该冷却系统包括冷凝器单元8和管路7,该管路作为用于电子部件2的液体浸没冷却的流体管路。冷却系统1包括容器3,在运转期间,容器3在内部填充有两相传热流体。两相传热流体表示位于容器3中的外部流体,具有液体传热流体部分4和包含气态传热流体部分的气体空间5,其中,电子部件2浸没在该液体传热流体部分中。在容器3中,热交换器装置6被布置在容器3的气体空间5中,以用于形成液体热传递流体4的目的。

[0043] 在该有利的实施方式中,气体空间5中的热交换装置6由管束61组成,每个管束具有彼此平行地布置的多个热交换管。

[0044] 在图1中所示的实施方式中,容器3在液体热传递流体4的区域中是略微锥形的,因为该容器壁向内伸出,并且仅在气体空间5中开放。容器3的形状由金属型材框架31支撑。因此,容器3已经被稳定的外部框架包围。

[0045] 冷凝器单元8被布置在容器3的外部,并且在该容器上方。冷凝器单元8通过作为进给管路71和返回管路72的流体管路7连接至容器3的气体空间5,用于在容器3与冷凝器单元8之间质量传递气态介质和冷凝的传热流体。在图1中所示的变体中,作为冷凝器单元8的进给管路71和返回管路72的流体管路7被实施为具有适合的管路截面的单管管路的形式。

[0046] 为了控制质量传递的目的,阀700可选地安装在流体管路7中。经由阀700,由传热流体、空气和水蒸气组成的物质的气体混合物以这种方式循环地或连续地从容器3中抽出。经由相同的阀700,液体热传递流体返回到容器3。

[0047] 在图1中,冷却装置73被布置在流体管路7上。在所示实施方式中,冷却装置73是冷却套筒,冷却剂在运转期间流动通过该冷却套筒,以便附加地冷却流体管路7的外部,并且,因此冷却在内部流动的液体流体。特别地,与流体管路7的内壁接触的液体流体以这种方式有效地保持在低于沸点的温度下。

[0048] 残余气相可以经由具有阀910的进给管路91被供给至收集容器9,该收集容器可以被设计为用于产生真空的可膨胀体积的波纹管。如果在运转期间关闭通向收集容器9的阀910,则当阀920打开时,残余气体可经由收集容器9的排放管路92排放。

[0049] 为了另外地分离出水蒸气,在出口81和收集容器9之间布置用于从气相分离出水蒸气的干燥单元11。取决于压力情况,残余气相可以直接排放到环境中。

[0050] 然而,可替代地,残余气相也可以经由真空泵10排出。为此目的,出口81经由进给管路101连接到真空泵10上,通过阀控制布置1010,该真空泵通过真空泵10的排出管路102,控制至外部的残余气体流。

[0051] 图2示出了冷却系统1的示意图,该冷却系统包括冷凝器单元8和双管管路7,该双管管路作为用于电子部件2的液体浸没冷却的流体管路。作为图1中所示的实施方式的替代方案,该双管管路充当气体介质至冷凝器单元8的进给管路71,并且充当冷凝的热传递流体至冷凝器单元8的返回管路72,该双管管路被连接到容器3上。气态介质的质量传递经由内部进给管路71发生。冷凝的传热流体的质量传递经由围绕内部进给管路71的返回管路72发

生。在这种布置中,内部进给管路71可以在进入冷凝器单元8的入口处比围绕的返回管路72稍长。这确保在系统运行期间,冷凝的传热流体仅进入返回管路72,并且不会意外地进入进给管路71,该进给管路71伸入到冷凝器单元8中。

[0052] 由阀710可以单独地关闭和打开进给管路71,由另一个阀720单独地关闭和打开进给管路72,或者可以组合地关闭和打开它们。对于合适的过程管理,当需要时打开单独的阀,以便传递气态介质或液体热传递流体。

[0053] 附图标记清单

[0054] 1 冷却系统

[0055] 2 电子部件

[0056] 3 容器

[0057] 31 金属型材框架

[0058] 4 液体热传递流体

[0059] 41 容器中液体流体的表面

[0060] 5 气态传热流体,气体空间

[0061] 6 热交换装置

[0062] 61 管束

[0063] 7 流体管路

[0064] 700 流体管路的阀

[0065] 71 进给管路

[0066] 710 进给管路的阀

[0067] 72 返回管路

[0068] 720 返回管路的阀

[0069] 73 冷却装置

[0070] 8 冷凝器单元

[0071] 81 出口

[0072] 810 出口阀

[0073] 9 收集容器、波纹管

[0074] 91 进给管路、收集容器

[0075] 910 进给管路的阀、收集容器

[0076] 92 排放管路、收集容器

[0077] 920 排放管路的阀、收集容器

[0078] 10 真空泵

[0079] 101 进给管路、真空泵

[0080] 1010 进给管路的阀、真空泵

[0081] 102 排放管路、真空泵

[0082] 11 干燥单元

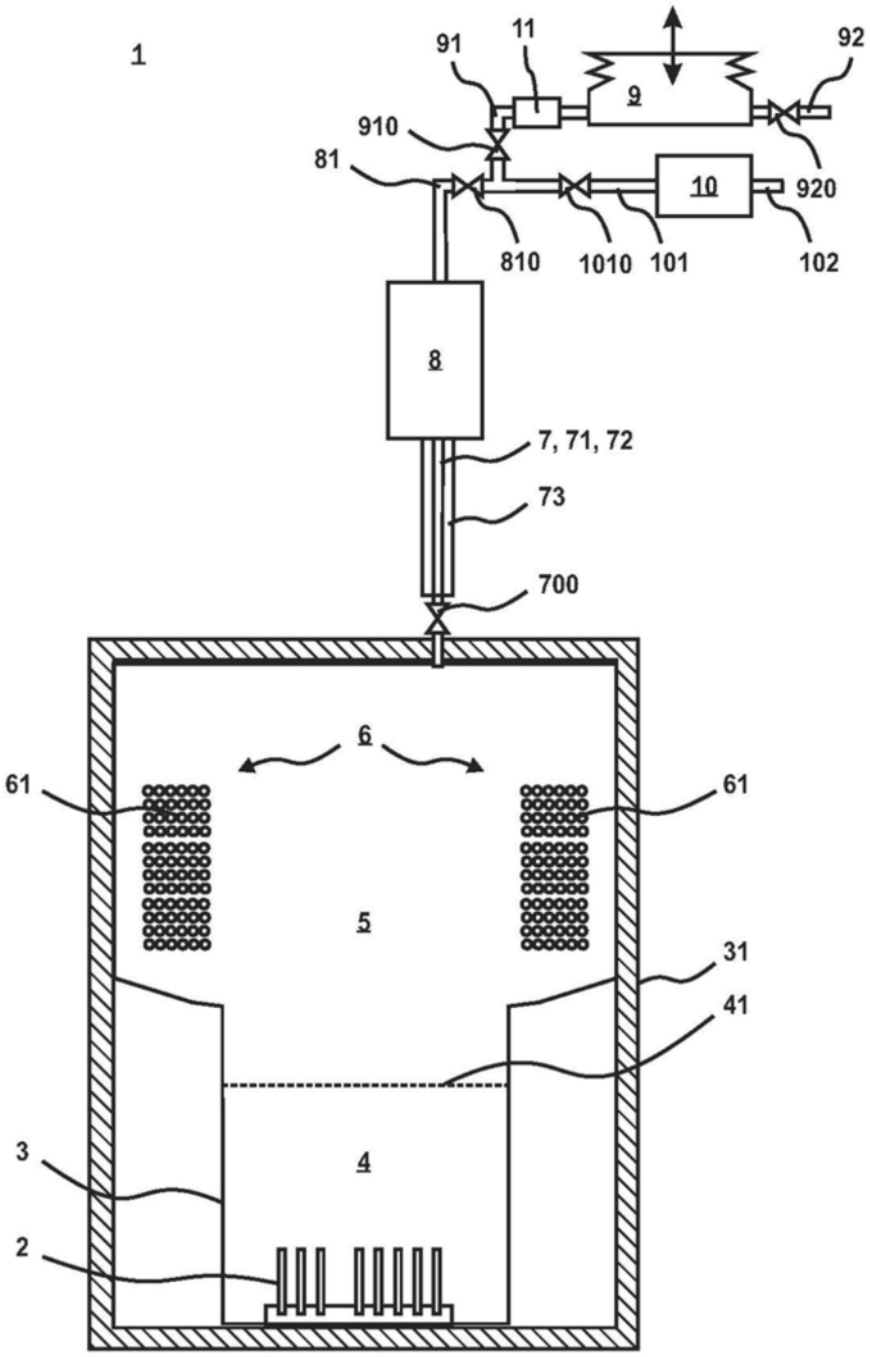

1
91
11
92
9
910
81
10
920
810
1010
101
102
8
7, 71, 72
73
700
6
61
61
5
31
41
3
4
2

图1

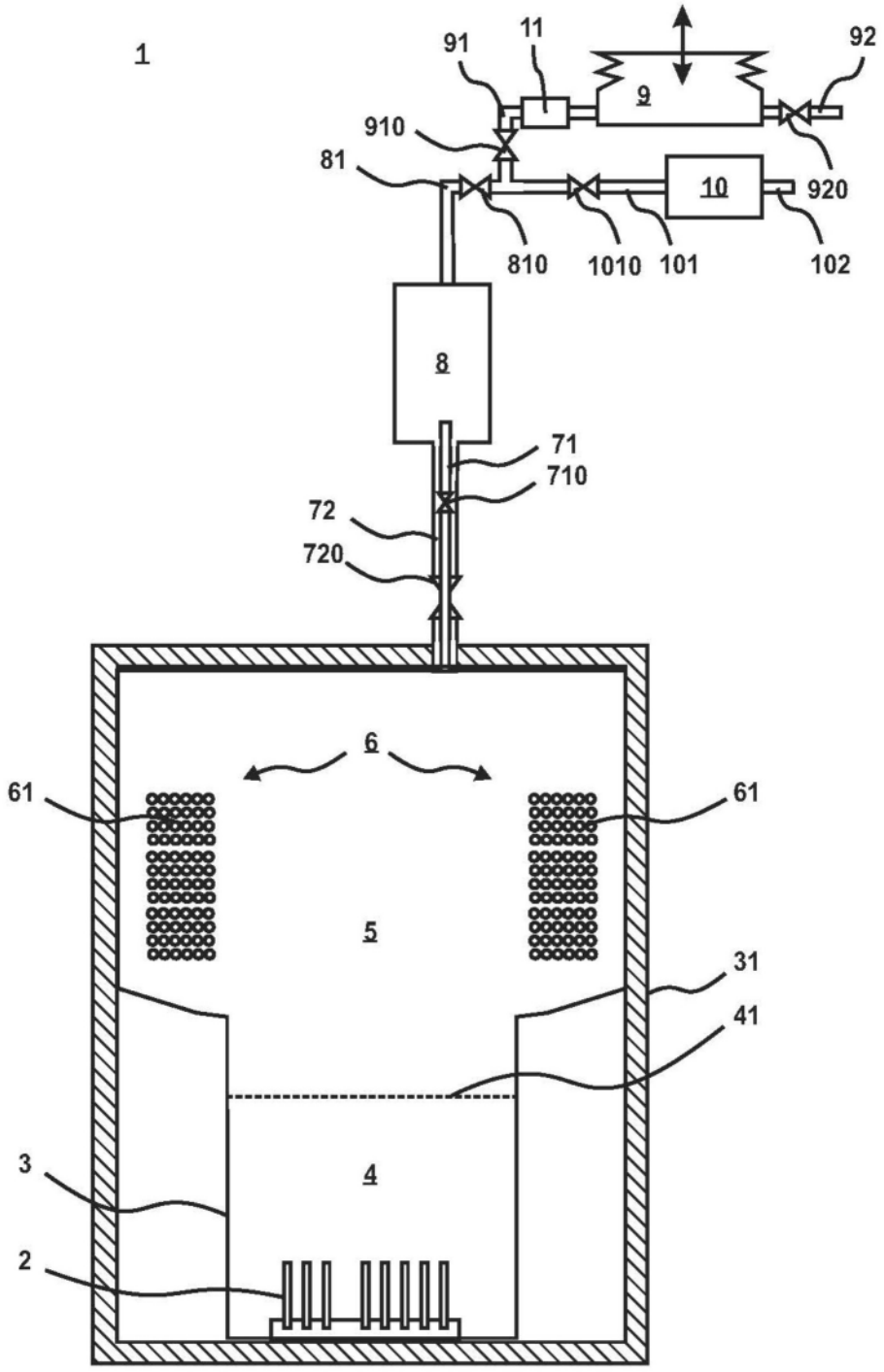

1
91
11
92
9
910
81
10
920
810
1010
101
102
8
71
710
72
720
6
61
61
5
31
41
3
4
2

图2