



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109682241 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201910107517.3

(22)申请日 2019.02.02

(71)申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

(72)发明人 贾力 党超

(74)专利代理机构 北京市商泰律师事务所  
11255

代理人 孙洪波

(51) Int. Cl.

F28D 15/04(2006.01)

F28D 15/06(2006.01)

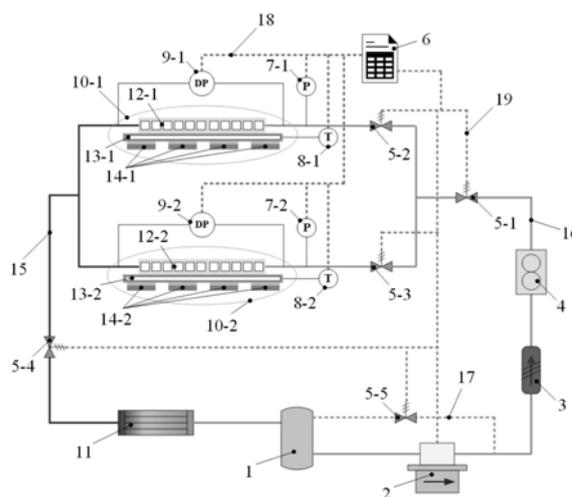
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

## (54)发明名称

一种多热源相变散热装置

## (57)摘要

本发明实施例提供了一种多热源相变散热装置,包括:储液罐、泵、过滤器、流量计、梯度复合换热的多热源相变热管理单元、冷凝器、回液管路和供液管路。本发明实施例提供的一种多热源相变散热装置,适用于高热流密度多热源芯片、器件或设备的散热问题,根据多个发热部件的特点,基于梯度复合换热的相变热管理单元及其分布式应用形式,结合对应的群控策略,确保多个发热部件处于合理温度范围之内。



1. 一种多热源相变散热装置,其特征在于,包括:储液罐、泵、过滤器、流量计、梯度复合换热的多热源相变热管理单元、冷凝器、回液管路和供液管路;

所述梯度复合换热的多热源相变热管理单元包括:微通道相变冷板、相变式均热板和发热部件;同一层级的所述发热部件与所述相变式均热板的蒸发侧贴合,所述相变式均热板的另一侧即冷凝侧与微通道相变冷板贴合;

所述梯度复合换热的多热源相变热管理单元中所述微通道相变冷板的出流通过所述回液管路并联接入所述冷凝器,所述冷凝器的出流接入所述储液罐,冷却工质在所述泵驱动作用下从所述储液罐经所述供液管路通过所述过滤器与流量计之后回到所述微通道相变冷板,构成了冷却工质相变流动传热循环系统。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:流控元件、控制中心、压力传感器、温度传感器、压差传感器、信号反馈电路和调节作用电路;

所述压力传感器与微通道相变冷板相连,用于监测微通道相变冷板冷却工质的进口压力状态;所述温度传感器与相变式均热板相连,用于监测相变式均热板的温度变化情况;所述压差传感器与微通道相变冷板相连,用于监测流经微通道相变冷板的冷却工质压降变化情况;所述温度传感器、压力传感器与压差传感器实时监测信号,所述监测信号通过所述信号反馈电路将接入所述控制中心,形成了分布式热管理单元运行监测信号反馈系统,实时监测梯度复合换热的多热源相变热管理单元的运行状态;

所述控制中心通过所述调节作用电路分别与泵、流控元件相连。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述相变式均热板为柔性或者非柔性相变式均热板,内部真空且具有工质,同时内壁具有吸液芯,所述相变式均热板的上下两个平面分别为蒸发侧和冷凝侧,当相变式均热板受热时,冷却工质在所述蒸发侧蒸发,蒸汽在所述冷凝侧凝结,通过所述吸液芯的毛细作用回到蒸发侧,形成循环。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述微通道相变冷板为通道结构,所述通道结构包括平行式微通道结构、扩张式微通道结构、分隔肋式微通道结构或辐射型微通道结构。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的装置,其特征在于,所述多热源相变散热装置还包括旁通管路,所述旁通管路分别与储液罐、流控元件和供液管路相连。

## 一种多热源相变散热装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子冷却、高效换热、热工设技术领域,尤其涉及一种多热源相变散热装置。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术的进步与发展,高性能超级计算机、雷达与激光装置、高速列车牵引变流器、MEMS系统等新兴电子设备与机械元件逐渐向小型化发展过程中遇到的高热流密度散热问题,已经成为了制约行业继续发展的瓶颈。传统的强迫空冷技术的冷却能力一般不超过 $1\text{W}/\text{cm}^2$ ,高热流密度器件与设备的冷却问题中已不再适用。尽管单相液冷技术的冷却能力可达到 $20\text{W}/\text{cm}^2$ ,但对于更高热流密度的散热需求,特别是对于云计算、数据中心等高性能超级计算机网络化、智能化发展过程中的多热源高热流密度芯片散热问题,单相液冷技术则存在很大的局限性,如:冷却工质流速需求增大,使得泵功、噪声增大;冷却工质单相流动过程中存在温升,使得散热表面温度分布不均匀,影响器件与设备的正常工作性能,故不能很好地适应散热负荷、系统功耗、安装空间、噪音水平等应用条件的限制。目前微细通道相变冷却技术在高热流密度器件与设备散热方面具有极大优势,但考虑到多热源、甚至系统层面的散热需求,则仍存在热源热峰现象以及热沉流量分配不均与两相流流动不稳定等影响与制约散热效果的问题。因此,亟待开发适用于高热流密度多热源的高效相变冷却技术与换热方式。

### 发明内容

[0003] 本发明的实施例提供了一种多热源相变散热装置,以克服现有技术的缺陷。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术方案。

[0005] 一种多热源相变散热装置,包括:储液罐、泵、过滤器、流量计、梯度复合换热的多热源相变热管理单元、冷凝器、回液管路和供液管路;

[0006] 所述梯度复合换热的多热源相变热管理单元包括:微通道相变冷板、相变式均热板和发热部件;同一层级的所述发热部件与所述相变式均热板的蒸发侧贴合,所述相变式均热板的另一侧即冷凝侧与微通道相变冷板贴合;

[0007] 所述梯度复合换热的多热源相变热管理单元中所述微通道相变冷板的出流通过所述回液管路并联接入所述冷凝器,所述冷凝器的出流接入所述储液罐,冷却工质在所述泵驱动作用下从所述储液罐经所述供液管路通过所述过滤器与流量计之后回到所述微通道相变冷板,构成了冷却工质相变流动传热循环系统。

[0008] 优选地,所述装置还包括:流控元件、控制中心、压力传感器、温度传感器、压差传感器、信号反馈电路和调节作用电路;

[0009] 所述压力传感器与微通道相变冷板相连,用于监测微通道相变冷板冷却工质的进口压力状态;所述温度传感器与相变式均热板相连,用于监测相变式均热板的温度变化情况;所述压差传感器与微通道相变冷板相连,用于监测流经微通道相变冷板的冷却工质压

降变化情况;所述温度传感器、压力传感器与压差传感器实时监测信号,所述监测信号通过所述信号反馈电路将接入所述控制中心,形成了分布式热管理单元运行监测信号反馈系统,实时监测梯度复合换热的多热源相变热管理单元的运行状态;

[0010] 所述控制中心通过所述调节作用电路分别与泵、流控元件相连。

[0011] 优选地,所述相变式均热板为柔性或者非柔性相变式均热板,内部真空且具有工质,同时内壁具有吸液芯,所述相变式均热板的上下两个平面分别为蒸发侧和冷凝侧,当相变式均热板受热时,冷却工质在所述蒸发侧蒸发,蒸汽在所述冷凝侧凝结,通过所述吸液芯的毛细作用回到蒸发侧,形成循环。

[0012] 优选地,所述微通道相变冷板为通道结构,所述通道结构包括平行式微通道结构、扩张式微通道结构、分隔肋式微通道结构或辐射型微通道结构。

[0013] 优选地,所述多热源相变散热装置还包括旁通管路,所述旁通管路分别与储液罐、流控元件和供液管路相连。

[0014] 由上述本发明的实施例提供的技术方案可以看出,本发明提供了一种多热源相变散热装置,根据多个发热部件的特点,基于梯度复合换热的相变热管理单元及其分布式应用形式,结合对应的群控策略,确保多个发热部件处于合理温度范围之内,可实现高热流密度多热源的散热需求,其冷却能力很高、温度均匀性良好、多热源热峰与热波动削减效果显著、冷却工质需求量较少、系统功耗与噪声水平较小,且投入与制造成本较低,使用与维护成本也降低,可以充分保障高热流密度发热部件的正常运行状态,适用于高热流密度多热源芯片、器件或设备的散热问题。

[0015] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,这些将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1为本发明实施例提供的一种多热源相变散热装置示意图。

[0018] 附图标记:

[0019] 1储液罐;2泵;3过滤器;4流量计;5-1至5-5流控元件(阀门);6控制中心;7-1与7-2压力传感器;8-1与8-2温度传感器;9-1与9-2压差传感器;10-1与10-2梯度复合换热的多热源相变热管理单元;11冷凝器;12-1与12-2微通道相变冷板;13-1与13-2相变式均热板;14-1与14-2发热部件(多热源);15回液管路;16供液管路;17旁通管路;18信号反馈电路;19调节作用电路。

## 具体实施方式

[0020] 下面详细描述本发明的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0021] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时,它可以直接连接或耦接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的任一单元和全部组合。

[0022] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0023] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以几个具体实施例为例做进一步的解释说明,且各个实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0024] 本发明实施例提供了一种多热源相变散热装置,如图1所示,包括:储液罐1,泵2,过滤器3,流量计4,流控元件(阀门)5-1至5-5,控制中心6,压力传感器7-1与7-2,温度传感器8-1与8-2,压差传感器9-1与9-2,梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2,冷凝器11,微通道相变冷板12-1与12-2,相变式均热板13-1与13-2,发热部件(多热源)14-1与14-2,回液管路15,供液管路16,旁通管路17,信号反馈电路18,调节作用电路19。

[0025] 其中,处于同一层级的发热部件(多热源)14-1(14-2)与相变式均热板13-1(13-2)的蒸发侧贴合,相变式均热板13-1(13-2)的冷凝侧则与微通道相变冷板12-1(12-2)贴合,共同构成了梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1(10-2)。

[0026] 梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2中微通道相变冷板12-1与12-2的出流通过回液管路15并联接入冷凝器11,冷凝器11的出流接入储液罐1,冷却工质在泵2驱动作用下从储液罐1经供液管路16通过过滤器3与流量计4之后回到微通道相变冷板12-1与12-2,构成了冷却工质相变流动传热循环系统。

[0027] 梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2中压力传感器7-1与7-2,温度传感器8-1与8-2,压差传感器9-1与9-2的监测信号通过信号反馈电路18接入控制中心6,形成了分布式热管理单元运行监测信号反馈系统。压力传感器7-1(7-2)、压差传感器9-1(9-2)与温度传感器8-1(8-2)用于监测梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1(10-2)的运行状态,即微通道相变冷板12-1(12-2)的进口压力、进出口压差及相变式均热板13-1(13-2)的温度变化情况,相关运行监测信号通过信号反馈电路18反馈至控制中心6。

[0028] 控制中心6分别与泵2、流控元件(阀门)5-1至5-5相连,结合平衡流量分配、抑制流动不稳定性的分布式热管理单元群控策略匹配设计技术,构成了基于群控策略的反馈调节作用系统。根据梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2运行监测信号的反馈情况,控制中心6依照与之对应的群控策略反馈调节泵2的运行状态与流控元件5-1至5-5的开度,精准实现梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2的流量分配均匀性以及流动不稳定性的抑制,反馈调节措施包括但不限于以上几种。控制中心6中分布式热管理单元群控策略的目的是保障流过微通道相变冷板12-1与12-2冷却工质流量与压降的均衡性。

[0029] 对于同一层级的多热源热管理装置而言,以梯度复合换热的多热源相变热管理单

元10-1为例进行说明,贴合在相变式均热板13-1蒸发侧的发热部件(多热源)14-1所产生的热量首先传递给相变式均热板13-1,热量经相变式均热板13-1再传递给贴合在相变式均热板13-1冷凝侧的微通道相变冷板12-1,通过微通道相变冷板12-1内冷却工质流动沸腾过程中的相变潜热将传递到微通道相变冷板12-1的热量带走。其中,利用相变式均热板13-1内工质相变过程的瞬时储热与均温均热特性,消除或削弱发热部件(多热源)14-1中个别热源的局部高温、高热流等热峰现象以及不同热源的运行启停状况等所带来的影响,同时使得发热部件(多热源)14-1所产生的热量均匀传递到微通道相变冷板12-1,避免因热流不均或局部热点影响微通道相变冷板12-1的两相流流动沸腾换热效果。流经微通道相变冷板12-1的冷却工质吸收发热部件(多热源)14-1所产生的热量之后,其两相流出通过回液管路15进入冷凝器11冷却冷凝成为单相液态,然后流入储液罐1,储液罐1中的冷却工质在泵2的驱动作用下经供液管路16依次通过过滤器3、流量计4之后重新以单相流状态进入微通道相变冷板12-1,完成冷却工质的相变流动传热循环,有效保障了同一层级多热源的冷却效果。

[0030] 对于不同层级的发热部件的冷却问题,则采用上述热管理单元的分布式应用形式来解决,即在每一层级均设置梯度复合换热的多热源相变热管理单元,不同层级之间的热管理单元并行工作。梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2整体并联接入冷却工质相变流动传热循环系统,处于并行工作状态,解决处于不同层级的发热部件(多热源)14-1与14-2的散热问题,以此类推,采用这种热管理单元的分布式应用形式,实现不同层级多热源的热管理。压力传感器7-1与7-2用于监测微通道相变冷板12-1与12-2冷却工质的入口压力状态,温度传感器8-1与8-2用于监测相变式均热板13-1与13-2的温度变化情况,压差传感器9-1与9-2用于监测流经微通道相变冷板12-1与12-2的冷却工质压降变化情况,温度、压力与压差传感器实时监测梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2的运行状态,传感器的监测信号通过信号反馈电路18接入控制中心6。控制中心6通过调节作用电路19实现对泵2、流控元件(阀门)5-1至5-5的控制与调节。对于并行工作的梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2,根据两相流流动沸腾过程中流量与压降的变化规律,形成与之匹配的平衡流量分配、抑制流动不稳定性的分布式热管理单元群控策略,写入控制中心6。基于分布式热管理单元的运行监测信号,控制中心6根据群控策略调节泵2的运行状态以及流控元件(阀门)5-1至5-5的开度,实现对梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2运行状态的精确调控,进而保障发热部件(多热源)14-1与14-2处于合理的温度范围之内。

[0031] 本发明实施例中相变式均热板13-1(13-2)形状上与金属扩展板相似,呈现薄扁状,内部真空且具有工质,同时内壁具有吸液芯结构。相变式均热板13-1(13-2)蒸发侧和冷凝侧分别位于上下两个平面,当均热板受热时,冷却工质在蒸发侧蒸发,蒸汽在冷凝侧凝结,通过吸液芯的毛细作用回到蒸发侧,形成循环,相变式均热板13-1(13-2)可为柔性或者非柔性相变式均热板。微通道相变冷板12-1(12-2)中通道结构包括平行式微通道结构、扩张式微通道结构、分隔肋式微通道结构或辐射型微通道结构等。微通道相变冷板12-1(12-2)的大小以及在相变式均热板13-1(13-2)冷凝侧的具体位置可根据负荷大小、安装空间等应用限制条件设定。

[0032] 多热源相变散热装置还包括旁通管路17,旁通管路17分别与储液罐1、流控元件(阀门)5-5和供液管路16相连,用于管路的紧急、维修通道等,使设备正常运行。

[0033] 在以上的实施例中,以梯度复合换热的多热源相变热管理单元10-1与10-2的并行工作来说明相变热管理单元的分布式应用形式,对于更多层级的多热源散热问题,可依此方式通过并联更多的热管理单元来实现;群控策略的目的是保障流过微通道相变冷板冷却工质流量与压降的均衡性,其基础是微通道流动沸腾传热、压降与不稳定性的基本规律,故梯度复合换热的多热源相变热管理单元运行状态10-1与10-2的监测信号包括但不限于微通道相变冷板的进口压力、进出口压差以及相变式均热板的温度,控制中心6的反馈调节措施包括但不限于对泵2、流控元件5-1至5-5的调节;泵2驱动的冷却工质相变流动传热循环也可采用压缩机驱动的蒸汽压缩制冷循环替代,采用蒸汽压缩制冷循环时,流控元件(阀门)应用膨胀阀代替或另外加装膨胀阀。

[0034] 综上所述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明利用相变式均热板内工质的相变过程实现同一层级多个发热部件的瞬时储热与均热均温效果;通过微通道相变冷板内工质流动沸腾过程中的相变潜热将热量带走,进而通过并行工作的梯度复合换热的多热源热管理单元配合对应的群控策略形成不同层级多个发热部件冷却需求的解决方案。本发明是一种高效换热的技术措施,可实现高热流密度多热源的散热需求,其冷却能力很高、温度均匀性良好、多热源热峰与热波动削减效果显著、冷却工质需求量较少、系统功耗与噪声水平较小,且投入与制造成本较低,使用与维护成本也降低,可以充分保障高热流密度发热部件的正常运行状态。

[0035] 当结合附图考虑时,能够更完整更好地理解本发明以及容易得知其中许多伴随的优点,但此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定,以上所述为本发明的实施例,本发明的保护范围不局限于此,任何基于本发明技术方案上的等效变换均属于本发明有效保护范围之内。

[0036] 本领域普通技术人员可以理解:附图只是一个实施例的示意图,附图中的单元或流程并不一定是实施本发明所必须的。

[0037] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

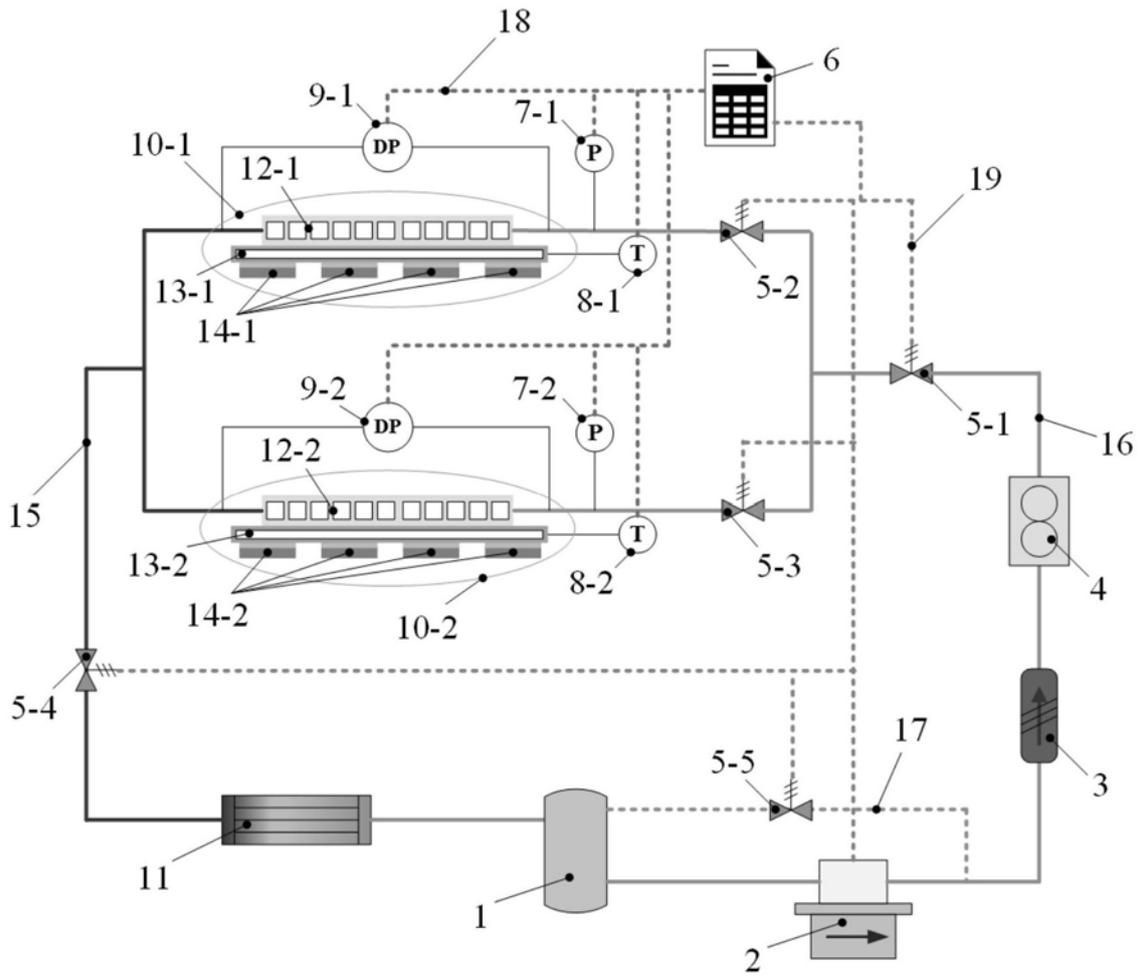


图1