



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207219254 U

(45)授权公告日 2018.04.10

(21)申请号 201720789938.5

(22)申请日 2017.06.29

(73)专利权人 南京工业大学

地址 210009 江苏省南京市鼓楼区中山北路200号76号信箱

(72)发明人 王瑜 蒋彦龙 陈玮玮

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

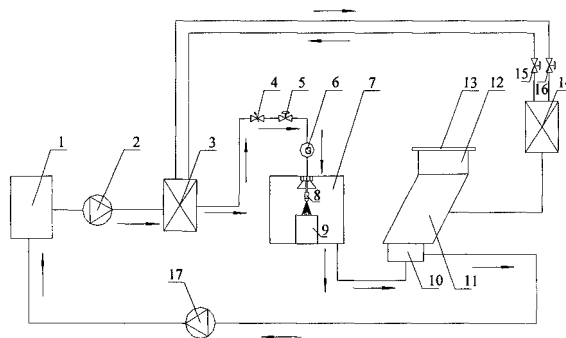
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统

(57)摘要

一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,属于机载设备冷却领域。主要包括储水箱(1)、第一水泵(2)、蒸发器(3)、流量调节阀(4)、第一截止阀(5)、流量计(6)、喷雾室(7)、喷嘴(8)、待冷却表面(9)、热回收器(10)、吸附床(11)、阵列热管箱(12)、外界环境接口(13)、冷凝器(14)、节流阀(15)、第二截止阀(16)、第二水泵(17)。本实用新型以水作为冷却介质,在使用喷雾冷却带走热量的基础上,采取吸附式制冷的方式回收水中余热,并将冷量应用至喷雾冷却中水的预冷过程。该热管理系统结构简单,系统可重复使用,节约了机载能源和机载空间。



1. 一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:由喷雾冷却系统和吸附式制冷系统组成;

上述喷雾冷却系统由储水箱(1)、第一水泵(2)、蒸发器(3)、流量调节阀(4)、第一截止阀(5)、流量计(6)、喷雾室(7)、喷嘴(8)、待冷却表面(9)、热回收器(10)、第二水泵(17)组成;

其中蒸发器(3)具有两个入口和两个出口,第一入口为水入口,第一出口为水出口;第二入口为制冷剂入口,第二出口为制冷剂出口;

热回收器(10)具有一个入口和两个出口,入口为喷雾冷却吸收热量后的水入口,第一出口为水出口,第二出口为热量出口;

储水箱(1)的出口与第一水泵(2)的入口相连,第一水泵(2)的出口与蒸发器(3)的第一入口相连,蒸发器(3)的第一出口与流量调节阀(4)的入口相连,流量调节阀(4)的出口与第一截止阀(5)的入口相连,第一截止阀(5)的出口与流量计(6)的入口相连,流量计(6)的出口与喷嘴(8)的入口相连,喷嘴(8)的出口喷射出的水射向待冷却表面(9),喷嘴(8)和待冷却表面(9)封装于喷雾室(7)中,喷雾室(7)的出口与热回收器(10)的入口相连,热回收器(10)的第一出口与第二水泵(17)的入口相连,第二水泵(17)的出口与储水箱(1)的入口相连;

上述吸附式制冷系统由热回收器(10)、吸附床(11)、阵列热管箱(12)、外界环境接口(13)、冷凝器(14)、节流阀(15)、第二截止阀(16)组成;

吸附床(11)具有三个端口,第一端为加热端口,第二端为冷却端口,第三端为制冷剂流动端口;

冷凝器(14)具有两个入口和一个出口,第一入口为制冷剂入口,第二入口为制冷剂返回入口,出口为制冷剂出口;

热回收器(10)的第二出口与吸附床(11)的第一端相连,吸附床(11)的第三端与冷凝器(14)的第一入口相连,冷凝器(14)的出口与节流阀(15)的入口相连,节流阀(15)的出口与蒸发器(3)的第二入口相连;蒸发器(3)的第二出口与第二截止阀(16)的入口相连,第二截止阀(16)的出口与冷凝器(14)的第二入口相连,吸附床(11)的第二端与阵列热管箱(12)的入口相连,阵列热管箱(12)的出口与外界环境接口(13)相连。

2. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的阵列热管箱(12)中放置多根热管(18),热管(18)的数目由吸附床(11)的实际需散热量决定,热管(18)的热端与吸附床(11)的第二端相连,热管(18)的冷端与外界环境接口(13)相连。

3. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的吸附床(11)中可使用沸石、活性炭或化学吸附剂完成制冷剂吸附过程。

4. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的吸附床(11)中吸附的制冷剂可为水或氨。

5. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的流量调节阀(4)用于调节系统内喷雾冷却的水流量;所述的流量计(6)用于测量喷雾冷却水流量。

6. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的待冷却表面(9)为飞机上高热流密度设备的表面,为确保冷却水不泄漏至机上其他区域,将待冷却表面(9)和喷嘴(8)封装在喷雾室(7)中。

7. 根据权利要求1所述的一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于:所述的外界环境接口(13)平时关闭,当吸附式制冷系统需完成制冷剂吸附过程时开启。

一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,属于机载设备冷却领域。

背景技术

[0002] 飞机上安装有多种电子设备,随着科技的进步,电子设备越来越向微型化和集成化发展,其散热问题也显得更加重要。如果不采取有效措施降低电子设备表面温度,轻则大大降低其工作效率,重则烧毁电子器件。此外,激光器在航空领域即将得到广泛应用,如激光武器、激光探测系统等。激光器发射后必须对表面进行冷却,降低热量耗散,以便持续使用。常规的风冷和水冷方式换热能力已达到极限,无法满足日益提高的电子设备和激光器的散热需求。而机载空间存在着空间小、可利用能量有限的特殊条件,找到适合机载高热流密度设备散热的合适方法是推动机载电子设备和激光器技术进步和实用化的关键。

[0003] 喷雾冷却是将冷却介质通过雾化分解为无数的离散型小液滴,喷淋到加热表面上通过单相换热和两相换热带走热量的一种新型冷却方式,其优点在于:较小的表面温差;没有沸腾滞后性;良好的换热性能;可实现均匀的冷却壁面温度;工质需求量小。喷雾冷却技术在上述机载高热流密度设备冷却领域具有很强的应用前景。

[0004] 近年来,研究者已提出一些喷雾冷却的实际应用方案,如专利ZL201110446869.5提出的一种基于微重力环境的喷雾冷却回路装置,但该系统流量较小,只能适用于微电子设备,且毛细芯管路结构复杂易堵塞,影响系统性能。专利ZL201410350139.9提出的一种独立式两相流喷雾冷却系统及其喷雾冷却方法,但该方法使用高压二氧化碳作为动力源,对二氧化碳的消耗过大,且喷射后的二氧化碳无法回收,机载条件空间有限,且一旦出现泄漏,对飞行员生命安全威胁巨大。专利ZL201510072716.7提出了一种基于空气膨胀制冷的机载发热元件的冷却系统,主要特点是使用涡轮作为制冷器件和动力源,该方案中冷源完全由涡轮提供,增加了飞机原有涡轮制冷系统的负荷,对于飞机的长期稳定运行不利。

[0005] 考虑到存储方便和使用安全性,水是机载高热流密度设备冷却较好的介质,且水流量易于控制,能针对不同的发热工况灵活调节。电子设备表面控制标准一般为80℃,当使用喷雾冷却系统控制电子设备表面温度后,排出的水温度仍然很高,其余热可以充分利用。因此在机载高热流密度设备热管理系统中引入吸附式制冷装置,充分利用余热降低喷雾冷却之前的水温,可以达到提升喷雾冷却效果和节约水流量的目的。此外,引入热管箱利用外部冷源完成吸附式制冷的制冷剂重新吸附过程,以达到热管理系统多次间歇式循环使用的目的。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的是提供一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统。

[0007] 一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统由喷雾冷却系统和吸附式制冷系统组成；

[0008] 上述喷雾冷却系统由储水箱(1)、第一水泵(2)、蒸发器(3)、流量调节阀(4)、第一截止阀(5)、流量计(6)、喷雾室(7)、喷嘴(8)、待冷却表面(9)、热回收器(10)、第二水泵(17)组成。

[0009] 其中蒸发器(3)具有两个入口和两个出口。第一入口为水入口,第一出口为水出口;第二入口为制冷剂入口,第二出口为制冷剂出口。

[0010] 热回收器(10)具有一个入口和两个出口,入口为喷雾冷却吸收热量后的水入口,第一出口为水出口,第二出口为热量出口。

[0011] 储水箱(1)的出口与第一水泵(2)的入口相连,第一水泵(2)的出口与蒸发器(3)的第一入口相连,蒸发器(3)的第一出口与流量调节阀(4)的入口相连,流量调节阀(4)的出口与第一截止阀(5)的入口相连,第一截止阀(5)的出口与流量计(6)的入口相连,流量计(6)的出口与喷嘴(8)的入口相连。喷嘴(8)的出口喷射出的水射向待冷却表面(9),喷嘴(8)和待冷却表面(9)封装于喷雾室(7)中。喷雾室(7)的出口与热回收器(10)的入口相连,热回收器(10)的第一出口与第二水泵(17)的入口相连,第二水泵(17)的出口与储水箱(1)的入口相连。

[0012] 上述吸附式制冷系统由热回收器(10)、吸附床(11)、阵列热管箱(12)、外界环境接口(13)、冷凝器(14)、节流阀(15)、第二截止阀(16)组成。

[0013] 吸附床(11)具有三个端口,第一端为加热端口,第二端为冷却端口,第三端为制冷剂流动端口。

[0014] 冷凝器(14)具有两个入口和一个出口,第一入口为制冷剂入口,第二入口为制冷剂返回入口,出口为制冷剂出口。

[0015] 热回收器(10)的第二出口与吸附床(11)的第一端相连,吸附床(11)的第三端与冷凝器(14)的第一入口相连,冷凝器(14)的出口与节流阀(15)的入口相连,节流阀(15)的出口与蒸发器(3)的第二入口相连;蒸发器(3)的第二出口与第二截止阀(16)的入口相连,第二截止阀(16)的出口与冷凝器(14)的第二入口相连。吸附床(11)的第二端与阵列热管箱(12)的入口相连,阵列热管箱(12)的出口与外界环境接口(13)相连。

[0016] 一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统,其特征在于包括以下过程:

[0017] 喷雾冷却过程:打开第一截止阀(5),启动第一水泵(2)和第二水泵(17),通过第一水泵(2)的作用将水从储水箱(1)中抽出,流经蒸发器(3)降低温度后依次流入流量调节阀(4)和第一截止阀(5),通过第一截止阀(5)后的水经过流量计(6)后流入喷嘴(8),在喷嘴(8)中雾化后向待冷却表面(9)喷射。与待冷却表面(9)充分换热后的水流入热回收器(10)。热回收器(10)吸收水中的热量,放热后的水经过第二水泵(17)驱动流入储水箱(1)中,完成喷雾冷却过程。

[0018] 吸附式制冷过程:吸附床(11)中存在吸附剂以及被吸附剂吸附的制冷剂。关闭第二截止阀(16),打开节流阀(15)。热回收器(10)吸收水中的热量后,将热量传递至吸附床(11)中,吸附床(11)中的吸附剂受热后将制冷剂释放,制冷剂流经冷凝器(14)和节流阀(15)后进入蒸发器(3)。此时关闭节流阀(15),打开第二截止阀(16),打开外界环境接口

(13)。飞机高空飞行时外界环境温度很低,通过阵列热管箱(12)将吸附床(11)中存在的热量导入外界环境中,吸附床(11)中的吸附剂温度降低。此时吸附剂对制冷剂起吸附作用,蒸发器(3)中的制冷剂蒸发,得到冷量。此时流经蒸发器(3)的水的温度得到降低。制冷剂流经蒸发器(3)、第二截止阀(16)、冷凝器(14)后流入吸附床(11),被吸附床(11)中的吸附剂吸附,完成吸附式制冷过程。

[0019] 热管理系统运行时,首先开启喷雾冷却系统,即打开第一截止阀(5)、第一水泵(2)和第二水泵(17),此时待冷却表面(9)的温度得到控制,热回收器(10)吸收热量并传送至吸附床(11)上,使得制冷剂脱附并流入蒸发器(3)。此时关闭节流阀(15),打开第二截止阀(16)、打开外界环境接口(13),吸附式制冷系统和喷雾冷却系统同时进行,可回收利用喷雾冷却系统带走的热量,达到未流入喷嘴(8)的水降温的效果。

[0020] 所述的阵列热管箱(12)中放置多根热管(18),热管(18)的热端与吸附床(11)的第二端相连,热管(18)的冷端与外界环境接口(13)相连。

[0021] 所述的吸附床(11)中可使用沸石、活性炭或化学吸附剂吸附制冷剂。

[0022] 所述的吸附床(11)中吸附的制冷剂可为水或氨。

[0023] 所述的流量调节阀(4)用于调节系统内喷雾冷却的水流量;所述的流量计(6)用于记录喷雾冷却水流量。

[0024] 所述的待冷却表面(9)为飞机上高热流密度设备的表面,为确保水不泄漏,将待冷却表面(9)和喷嘴(8)封装在喷雾室(7)中。

[0025] 所述的外界环境接口(13)平时关闭,当吸附式制冷系统需完成吸附过程时开启。

附图说明

[0026] 附图1为本实用新型的原理图。

[0027] 附图1中的标号名称:1.储水箱、2.第一水泵、3.蒸发器、4.流量调节阀、5.第一截止阀、6.流量计、7.喷雾室、8.喷嘴、9.待冷却表面、10.热回收器、11.吸附床、12.阵列热管箱、13.外界环境接口、14.冷凝器、15.节流阀、16.第二截止阀、17.第二水泵。

[0028] 附图2为阵列热管箱示意图,图2中的标号名称:12.阵列热管箱、18.热管。

[0029] 附图3为阵列热管箱俯视图,图3中的标号名称:12.阵列热管箱、18.热管。

具体实施方式

[0030] 如图1所示,一种使用喷雾冷却和吸附式制冷的机载高热流密度设备热管理系统主要包括储水箱1、第一水泵2、蒸发器3、流量调节阀4、第一截止阀5、流量计6、喷雾室7、喷嘴8、待冷却表面9、热回收器10、吸附床11、阵列热管箱12、外界环境接口13、冷凝器14、节流阀15、第二截止阀16、第二水泵17。

[0031] 所述的阵列热管箱12中放置多根热管18,热管18的数目由吸附床11所需的散热量决定,热管18的热端与吸附床11的第二端相连,热管18的冷端与外界环境接口13相连。

[0032] 所述的吸附床11中可使用沸石、活性炭或化学吸附剂吸附制冷剂。

[0033] 所述的吸附床11中吸附的制冷剂可为水或氨。

[0034] 所述的流量调节阀4用于调节系统内喷雾冷却的水流量;所述的流量计6用于记录喷雾冷却水流量。

[0035] 所述的待冷却表面9为飞机上高热流密度设备的表面,为确保水不泄漏,将待冷却表面9和喷嘴8封装在喷雾室7中。

[0036] 所述的外界环境接口13平时关闭,当吸附式制冷系统需完成吸附过程时开启。

[0037] 飞机起飞前,储水箱1内存有一定量的水,吸附床11内有吸附剂和制冷剂。系统运行时,包括以下过程:

[0038] 喷雾冷却过程:当待冷却表面9温度大于80℃时,打开第一截止阀5,启动第一水泵2和第二水泵17,通过第一水泵2的作用将水从储水箱1中抽出,流经蒸发器3降低温度后依次流入流量调节阀4和第一截止阀5,通过第一截止阀5后的水经过流量计6后流入喷嘴8,在喷嘴8中雾化后向待冷却表面9喷射。待冷却表面9的温度控制在80℃以下。与待冷却表面9充分换热后的水流入热回收器10。热回收器10吸收水中的热量,放热后的水经过第二水泵17驱动流入储水箱1中,完成喷雾冷却过程。

[0039] 吸附式制冷过程:吸附床11中存在吸附剂以及被吸附剂吸附的制冷剂。关闭第二截止阀16,打开节流阀15。热回收器10吸收水中的热量后,将热量传递至吸附床11中,吸附床11中的吸附剂受热后将制冷剂释放,制冷剂流经冷凝器14和节流阀15后进入蒸发器3。此时关闭节流阀15,打开第二截止阀16,打开外界环境接口13。飞机高空飞行时外界环境温度很低,通过阵列热管箱12将吸附床11中存在的热量导入外界环境中,吸附床11中的吸附剂温度降低。此时吸附剂对制冷剂起吸附作用,蒸发器3中的制冷剂蒸发,得到冷量。此时流经蒸发器3的水的温度得到降低。制冷剂流经蒸发器3、第二截止阀16、冷凝器14后流入吸附床11,被吸附床11中的吸附剂吸附,完成吸附式制冷过程。

[0040] 热管理系统运行时,首先开启喷雾冷却系统,即打开第一截止阀5、第一水泵2和第二水泵17,此时待冷却表面9的温度得到控制,热回收器10吸收热量并传送至吸附床11上,使得制冷剂脱附并流入蒸发器3。此时关闭节流阀15,打开第二截止阀16、打开外界环境接口13,吸附式制冷系统和喷雾冷却系统同时进行,可回收利用喷雾冷却系统带走的热量,达到为喷嘴8之前的水降温的效果,从而更好的控制表面温度,提升喷雾冷却性能。

[0041] 喷雾冷却系统关闭后,通过第二水泵17将所有水吸入水箱1内,关闭外界环境接口13,隔绝外部冷源与吸附床11,此时制冷剂均吸附在吸附床11中的吸附剂上,以备系统下次运行时使用。

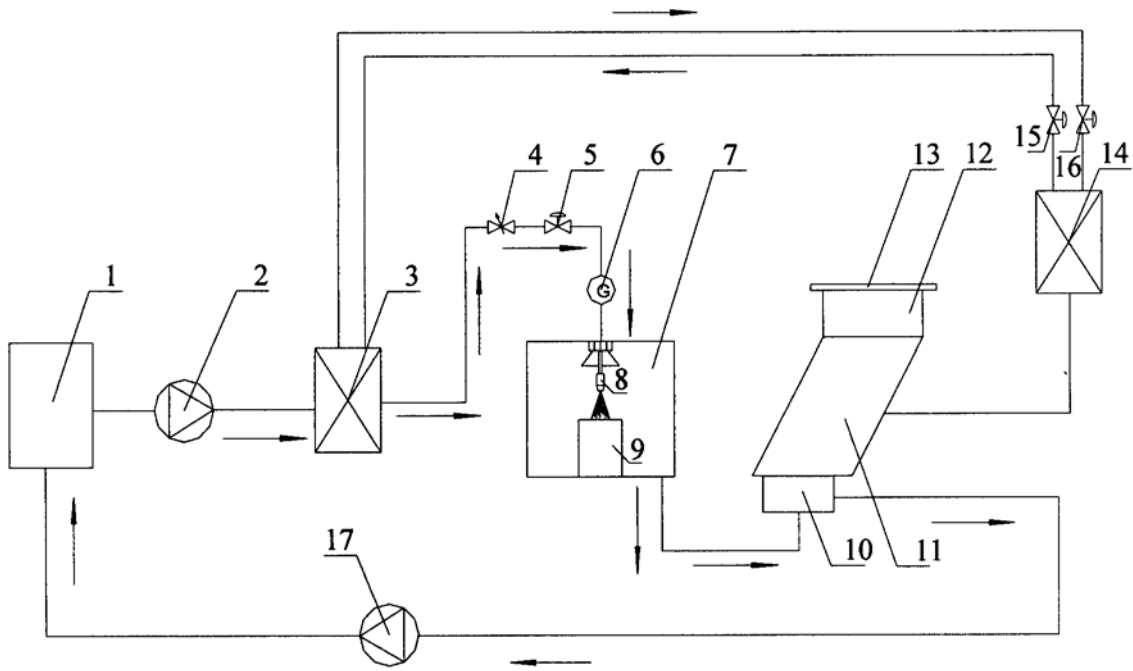


图1

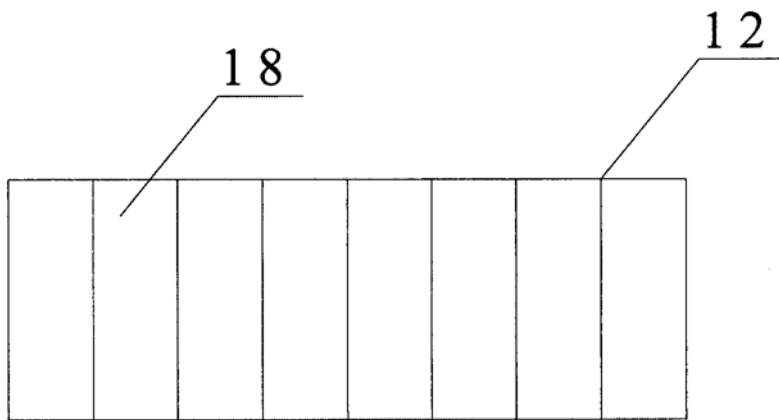


图2

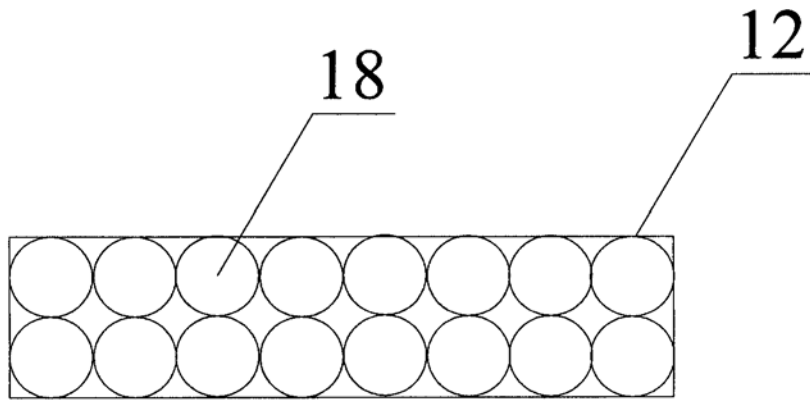


图3