



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107144160 B

(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201710258510.2

(22)申请日 2017.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107144160 A

(43)申请公布日 2017.09.08

(73)专利权人 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 张红星 苗建印 李劲东 李国广

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120

代理人 仇蕾安 杨志兵

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 2767942 Y,2006.03.29,说明书4-5页,
具体实施例,图1-3.

JP 特开平2-229455 A,1990.09.12,说明书
2-3页,摘要,图1-6.

US 2009109623 A1,2009.04.30,全文.

CN 104488371 A,2015.04.01,全文.

审查员 侯杉杉

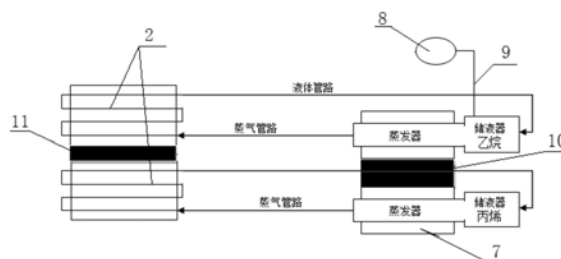
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种工作于160K至220K温区的双回路深冷
环路热管

(57)摘要

本发明公开了一种适应160K至220K工作温区的双回路深冷环路热管,可实现从常温区至160K低温区的跨温区启动和运行功能,从而解决现有常规环路热管常温区启动失效、储液器和工质充装量难以适应跨大温区的技术难题。本发明采用蒸发器和冷凝器热耦合在一起的两套环路热管解决160K至220K温区的热传输问题。一套环路热管使用乙烷工质,一套环路热管使用丙烯工质。两套环路热管的蒸发器通过集热座热耦合在一起并与热源贴合吸收热量,两套环路热管的冷凝器热耦合在一起并与热沉贴合释放热量。



1. 一种适应160K至220K工作温区的双回路深冷环路热管,其特征在于,包括:两套由蒸发器、冷凝器、储液器、蒸气管线和液体管线组成的环路热管;其中一套环路热管使用乙烷作为工质,即乙烷工质环路热管;另一套环路热管使用丙烯作为工质,即丙烯环路热管;两套所述环路热管的蒸发器通过集热座热耦合在一起并与热源贴合吸收热量,两套所述环路热管的冷凝器热耦合在一起并与热沉贴合释放热量;

在所述乙烷工质环路热管中设置有外置储液器,所述外置储液器通过连接管路与乙烷工质环路热管中的储液器相连;当所述乙烷工质环路热管处于常温至220K温区时,多出的液体存储在外置储液器(8)内;当所述乙烷工质环路热管处于220K以下低温后,所述外置储液器(8)内为过热的蒸气工质;

所述丙烯环路热管的储液器和工质充装量按照220K至300K温区设计;所述乙烷工质环路热管的储液器和工质充装量按照160K至200K温区设计;常温时,所述丙烯环路热管启动并运行实现热传输,将热源连同乙烷环路热管的温度一起从常温逐步拉低至220K;在160K至200K温区内,所述乙烷工质环路热管实现热传输。

一种工作于160K至220K温区的双回路深冷环路热管

技术领域

[0001] 发明涉及一种环路热管,具体涉及一种双回路深冷环路热管,属于低温区电子设备散热技术领域。

背景技术

[0002] 环路热管是一种高效两相传热设备,其具有高传热性能、远距离传输热量、优良的控温特性和管路的可任意弯曲、安装方便等特点,由于具有众多其它传热设备无可比拟的优点,环路热管在航空、航天以及地面电子设备散热等众多领域中具有十分广阔应用前景。

[0003] 如图1所示,环路热管主要包括:蒸发器1、冷凝器2、储液器3、蒸气管路4和液体管路5,其整个循环过程为:液体在蒸发器1中的毛细芯6外表面蒸发,吸收蒸发器1外的热量,产生的蒸气从蒸气管路4流向冷凝器2,在冷凝器2中释放热量给热沉冷凝成液体,最后经过液体管路5流入储液器3,储液器3内的液体工质维持对蒸发器1内毛细芯的供给。

[0004] 储液器对于环路热管具有两点重要作用:其一,保证启动时能对主毛细芯进行有效供液;其二,适应运行中蒸发器上热载荷变化引起的系统气液分布变化。采用如图1所示结构,通过工质充装量和储液器的匹配设计,可以确保环路热管在一定工作温区内正常启动和可靠运行。

[0005] 但是,当一些设备要求工作在160K至220K的低温区时,需要使用相应低温工质的深冷环路热管,相比常温区环路热管,深冷环路热管不仅应具备在该温区(160K至220K温区)正常启动和运行的能力,还应具备覆盖从300K常温到160K低温整个温区的启动和运行能力,从而实现从常温存储到低温运行的跨温区启动和运行过程。

[0006] 图1所示的常规结构的环路热管使用一种工质难以实现从常温存储到低温运行的跨温区启动和运行功能,主要存在如下问题:

[0007] (1) 160K至220K温区,乙烷工质具有良好的性能。但如果环路热管选用乙烷工质,存在两个问题:

[0008] ●在常温区启动过程中,例如环路热管初始温度为25℃,施加热功率后,蒸发器温度将很容易超过32℃(即乙烷的临界温度,高于临界温度,工质只能以气体的状态存在,无法液化),一旦蒸发器温度超过32℃,则蒸发器内液体气化,不存在液体,环路热管将无法启动和运行。

[0009] ●对于常规的环路热管,因为液体工质密度变化太大,储液器体积和工质充装量难以适应从常温300K至160K这么大工作温差范围(温差达140K)。比如,当储液器和工质充装量适应160K低温时,300K常温下,液体工质体积膨胀,储液器将无法容纳膨胀后的液体工质。而当储液器和工质充装量适应300K常温时,160K低温下,液体工质体积收缩,储液器内液体将不足以对蒸发器进行有效供液,环路热管将无法正常运行。

[0010] (2) 220K至320K,丙烯工质均有良好的性能。如果环路热管选用丙烯工质,虽然可在常温区正常启动,但是在220K以下温区,环路热管的传热能力太差,无法满足160K至220K温区对环路热管传热性能的要求。

发明内容

[0011] 有鉴于此,本发明提供一种适应160K至220K工作温区的双回路深冷环路热管,可实现从常温区至160K低温区的跨温区启动和运行功能,解决了常规环路热管常温区启动失效、储液器和工质充装量难以适应跨大温区的技术难题。

[0012] 所述的适应160K至220K工作温区的双回路深冷环路热管包括:两套由蒸发器、冷凝器、储液器、蒸气管线和液体管线组成的环路热管;其中一套环路热管使用乙烷作为工质,即乙烷工质环路热管;另一套环路热管使用丙烯作为工质,即丙烯环路热管;两套所述环路热管的蒸发器通过集热座热耦合在一起并与热源贴合吸收热量,两套所述环路热管的冷凝器热耦合在一起并与热沉贴合释放热量。

[0013] 在所述乙烷工质环路热管中设置有外置储液器,所述外置储液器通过连接管路与乙烷工质环路热管中的储液器相连。

[0014] 所述丙烯环路热管的储液器和工质充装量按照220K至300K温区设计;所述乙烷工质环路热管的储液器和工质充装量按照160K至200K温区设计;常温时,所述丙烯环路热管启动并运行实现热传输,将热源连同乙烷环路热管的温度一起从常温逐步拉低至220K;在160K至200K温区内,所述乙烷工质环路热管实现热传输。

[0015] 有益效果:

[0016] (1) 乙烷、丙烯工质的双回路环路热管实现了从300K常温存储到160K低温运行的跨温区启动和运行功能。热耦合在一起的丙烯环路热管实现了从300K常温区到220K温区的降温,而乙烷环路热管实现了160K至220K工作温区的高效热传输功能。

[0017] (2) 外置储液器解决了乙烷环路热管的储液器和工质充装量难以同时适应常温区和160K低温区的问题。

[0018] (3) 热耦合在一起的丙烯环路热管解决了常温区启动时可能出现的因为温度超过临界点而导致的启动失败问题。

附图说明

[0019] 图1为环路热管的结构示意图;

[0020] 图2为本发明双回路深冷环路热管示意图;

[0021] 图3为蒸发器与热源热耦合方式示意图;

[0022] 图4为冷凝器与热沉热耦合方式示意图;

[0023] 其中:1-蒸发器、2-冷凝器、3-储液器、4-蒸气管路、5-液体管路、6-毛细芯、7-集热座、8-外置储液器、9-连接管路、10-热源、11-热沉

具体实施方式

[0024] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0025] 本实施例提供一种适应160K至220K工作温区的双回路深冷环路热管,能够实现从常温区至160K低温区的跨温区启动和运行功能。

[0026] 该双回路深冷环路热管采用蒸发器和冷凝器热耦合在一起的两套环路热管解决了160K至220K温区的热传输问题,具体结构如图2所示,包括:一套使用乙烷工质的环路热管(即乙烷工质环路热管)和一套使用丙烯工质的环路热管(即丙烯工质环路热管)。两套环

路热管的蒸发器通过集热座7热耦合(即能够互相传热)在一起并与热源贴合吸收热量,两套环路热管的冷凝器热耦合在一起并与热沉贴合释放热量。

[0027] 其中丙烯工质环路热管用以实现从常温至220K温区降温过程的热传输。按照220K至300K温区设计丙烯环路热管的储液器和工质充装量,丙烯工质在该温区具有良好性能。当热沉温度降低,丙烯环路热管启动并运行,(原因为:当热沉温度降低,冷凝器温度降低,蒸发器和冷凝器存在温差,蒸发器上施加热载荷后,丙烯环路热管具备启动条件,因此可以启动并运行)。丙烯环路热管中的蒸发器吸收热源的热量,产生蒸气从蒸气管路流向丙烯环路热管中的冷凝器,在冷凝器中释放热量给热沉并冷凝成液体;由于两套环路热管的蒸发器热耦合在一起,在该过程中丙烯环路热管将热源连同乙烷环路热管的温度一起从常温逐步拉低至220K。随着温度降低,丙烯环路热管的性能逐渐衰退,当温度低于220K,其性能衰退将难以满足继续降低温度的需求;但乙烷工质环路热管在160K至220K温区具有良好的性能,当温度低于220K时,可以通过乙烷工质环路热管实现热传输。

[0028] 乙烷工质环路热管具有一个额外的外置储液器8,如图2所示,外置储液器8通过连接管路9与乙烷工质环路热管的储液器相连。乙烷工质环路热管的储液器和工质充装量按照160K至200K温区设计,当乙烷工质环路热管处于常温至220K温区时,由于工质液体体积膨胀,多出的液体存储在外置储液器8内,回路不会被胀裂。当乙烷工质环路热管处于220K以下低温后,由于连接管路9的热阻较大(连接管路9管路为不锈钢材料,导热系数小,管路又长,即传热路径长,因此热阻大),外置储液器8仍处于常温,外置储液器8内为过热的蒸气工质,液体会被充入到环路热管内,环路热管可以正常工作。

[0029] 两套环路热管的蒸发器与热源通过导热的方式实现三者之间相互的有效热耦合。典型形式如图3所示,如果热源自身具有良好的导热性能,两套环路热管蒸发器的集热座即使不相互接触,也可通过与热源的贴合实现间接的热耦合。

[0030] 两套环路热管的冷凝器与热沉通过导热的方式实现三者之间相互的有效热耦合。典型形式如图4所示,如果热沉自身具有良好的导热性能,两套环路热管冷凝器即使不相互接触,也可通过与热沉的贴合实现间接的热耦合。

[0031] 实际使用时,首先选择两套环路热管,根据使用要求,确定管路长度、储液器和工质充装量,其中一套设置外置储液器,两套环路热管中两个蒸发器与两个冷凝器机械接口能够相互贴合(即两个蒸发器可以相互贴合,两个冷凝器可以相互贴合)。然后将带有外置储液器的环路热管内充入乙烷工质,另一套环路热管内充入丙烯工质。最后将两套环路热管的蒸发器相互贴合,通过集热座固定于热源上,将两块冷凝器固定在冷源上,并在以上接触界面上涂覆低温导热填料。使用镀铝膜多层将系统整体包覆以减少环境漏热影响。

[0032] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

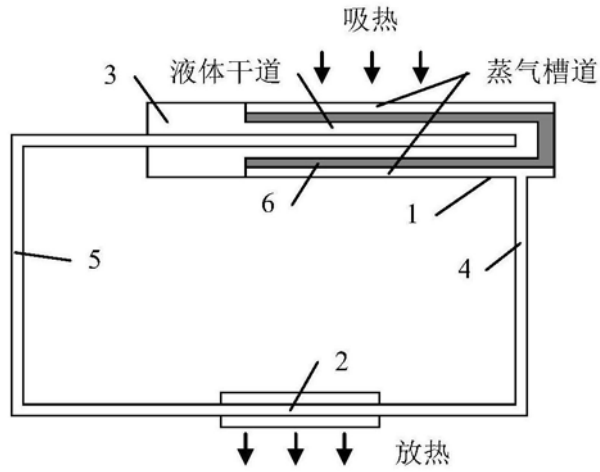


图1

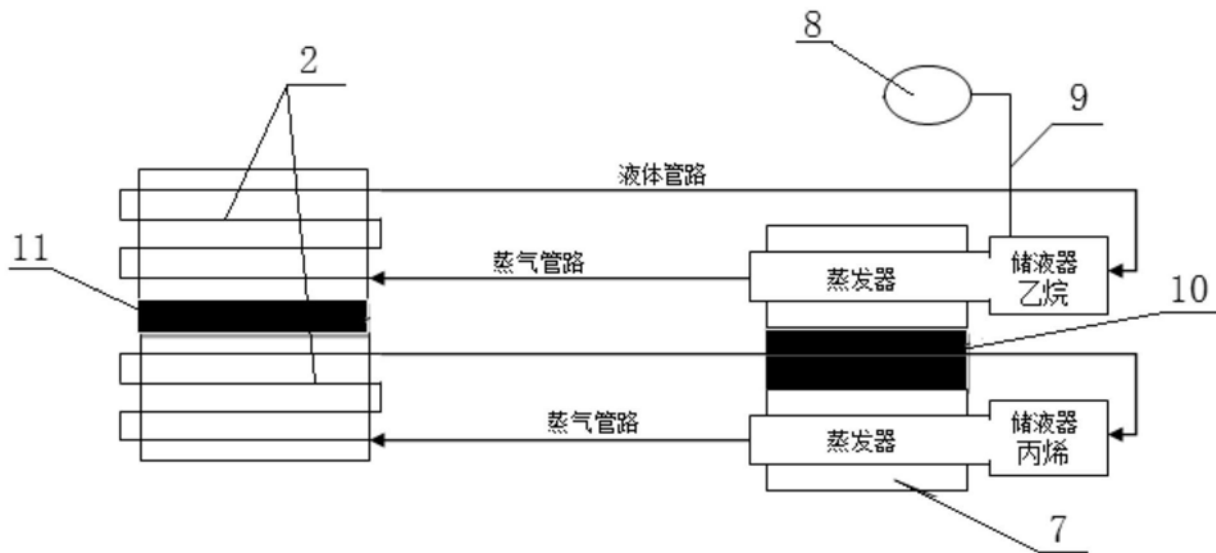


图2

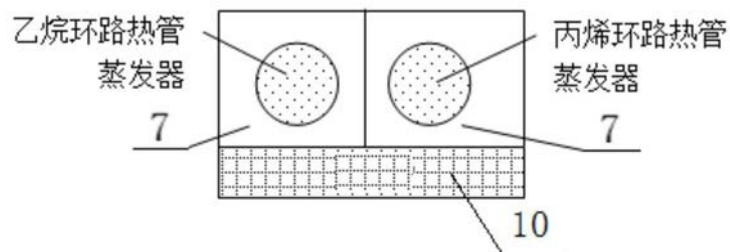


图3

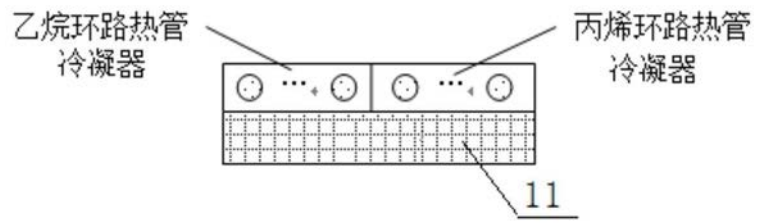


图4