



(21) 申请号 201320491270. 8

(22) 申请日 2013. 08. 12

(73) 专利权人 上海卫星工程研究所

地址 200240 上海市闵行区华宁路 251 号

(72) 发明人 陈福胜 江世臣 徐云东 谢龙

翟载腾 徐涛

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

B64G 1/50(2006. 01)

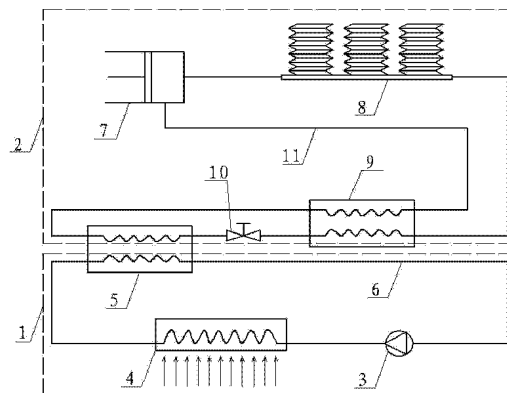
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

高效航天器热管理系统

(57) 摘要

本实用新型提供了一种高效航天器热管理系统,包括热量收集模块(1)、高效散热模块(2)以及换热器(5),所述热量收集模块(1)和高效散热模块(2)通过换热器(5)耦合连接。本实用新型通过热量收集模块实现热量的收集、储存、运输,以及应用混合工质的高效散热模块,较大幅度的提高了辐射器的辐射温度,并提高了辐射器的散热效率,减小所需辐射器的面积,从而解决了大型航天器及卫星航天器散热面积不足的问题,具有体积小、重量轻、制造成本低廉、耗能少的特点,适用于散热面积严重不足的航天器。



1. 一种高效航天器热管理系统,其特征在于,包括热量收集模块(1)、高效散热模块(2)以及换热器(5),所述热量收集模块(1)和高效散热模块(2)通过换热器(5)耦合连接,其中:

- 热量收集模块(1),包括机械泵(3)、热量收集器(4)以及第一环路管道(6),所述第一环路管道(6)依次通过机械泵(3)、热量收集器(4)和换热器(5),再回到机械泵(3),从而形成第一环路;

- 高效散热模块(2),包括压缩机(7)、辐射器(8)、回热器(9)、节流装置(10)以及第二环路管道(11),所述第二环路管道(11)通过压缩机(7)、辐射器(8)、回热器(9)、节流装置(10)和换热器(5),再依次回到回热器(9)和压缩机(7),从而形成第二环路。

2. 根据权利要求1所述的高效航天器热管理系统,其特征在于,所述热量收集器(4)包括集热板(41)、相变材料(42)和高沸点工质(43),其中,所述集热板(41)一体化成型,其上设有多条垂直交叉的槽道,所述相变材料(42)和高沸点工质(43)交叉充装在所述槽道内。

3. 根据权利要求1所述的高效航天器热管理系统,其特征在于,所述回热器(9)和换热器(5)均为间壁紧凑式换热器。

4. 根据权利要求3所述的高效航天器热管理系统,其特征在于,所述间壁紧凑式换热器为套管式换热器或板式换热器。

5. 根据权利要求1所述的高效航天器热管理系统,其特征在于,所述第一环路管道(6)内填充有高沸点工质,所述第二环路管道(11)内部填充有第一工质,所述第一工质为混合工质,所述混合工质包括两种或两种以上具有不同沸点的纯工质。

高效航天器热管理系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及航天器热控制技术领域的热管理系统,具体是一种高效航天器热管理系统。

背景技术

[0002] 随着航天器在大型化和微型化方向的迅速发展,其耗电功率愈来愈大,导致其热耗也随之增大。航天器的本体散热面已经无法满足散热需求。据国外文献报导,现有的空间发展计划,选择用同位素动力(其供电功率在 10kW 以上)、太阳能动力(其供电功率在 100kW 以上)和核能热动力(其供电功率在 100kW 以上)等大型供电系统,为大型航天器提供能源,它们主要拟定应用于 IR 监测航天器、空间雷达站、空间化学激光平台和空间武器平台,它们的耗电功率大都是在 10kW ~ 100kW 范围。自由号空间站其耗电功率更大,拟议中的第一期工程耗电功率为 100kW,第二期工程耗电功率为 300kW。

[0003] 由于辐射器排热量与温度呈四次方的函数递增关系,如图 3 所示,因此,热泵强化散热效果非常显著,尤其对热耗集中的航天器。

[0004] 在固定压力下,纯工质只在某一特定温区存在较大等温节流效应。低沸点工质在低温区有较大等温节流效应,高沸点工质在高温区有较大等温节流效应,中沸点工质在中温区有较大等温节流效应。传统航天器热泵应用工质为纯工质。纯工质由于本身热物性的限制,无法大幅度的提高辐射器的辐射温度。传统航天器热泵使辐射器的升温幅度一般在 40℃~60℃之间。而应用混合工质的热泵系统,通过回热器实现自行复叠,可大幅提高辐射器的辐射温度,从而有效的提高辐射器的辐射散热效率。应用混合工质的热泵系统可使辐射器的升温幅度超过 150℃。

[0005] 航天器由于轨道及能源等的限制,许多大热耗载荷为周期性工作,导致载荷的温度波动大。而大的温度波动往往影响载荷的运行性能及运行寿命。相变材料由于具有比较大的相变潜热,可以减小大热耗周期性工作载荷的温度波动。但是,相变材料的导热系数都比较小,无法满足快速热响应需求。

[0006] 微型热管为气液两相相变换热器件,具有结构小巧和在较小的温度梯度内可以进行较大热量传输的特点。在集热板内的部分槽道内充装低沸点工质可形成微型热管,弥补相变材料导热系数低的问题。

实用新型内容

[0007] 本实用新型针对现有技术中存在的上述不足,提供了一种高效航天器热管理系统。

[0008] 本实用新型是通过以下技术方案实现的。

[0009] 一种高效航天器热管理系统,包括热量收集模块 1、高效散热模块 2 以及换热器 5,所述热量收集模块 1 和高效散热模块 2 通过换热器 5 耦合连接,其中:

[0010] - 热量收集模块 1,包括机械泵 3、热量收集器 4 以及第一环路管道 6,所述第一环

- 路管道6依次通过机械泵3、热量收集器4和换热器5,再回到机械泵3,从而形成第一环路;
- [0011] 高效散热模块2,包括压缩机7、辐射器8、回热器9、节流装置10以及第二环路管道11,所述第二环路管道11通过压缩机7、辐射器8、回热器9、节流装置10和换热器5,再依次回到回热器9和压缩机7,从而形成第二环路。如图1所示。
- [0012] 优选地,所述热量收集器4包括集热板41、相变材料42和高沸点工质43,其中,所述集热板41一体化成型,其上设有多条垂直交叉的槽道,所述相变材料42和高沸点工质43交叉充装在所述槽道内。如图2(a)、(b)、(c)所示。
- [0013] 优选地,所述回热器9和换热器5均为间壁紧凑式换热器。
- [0014] 优选地,所述壁紧凑式换热器为套管式换热器或板式换热器。
- [0015] 优选地,所述第一环路管道6内填充有高沸点工质,所述第二环路管道内部填充有第一工质,所述第一工质为混合工质。
- [0016] 优选地,所述混合工质包括两种或两种以上具有不同沸点的纯工质。
- [0017] 本实用新型的工作过程为:
- [0018] 载荷或单机工作时产生的热量通过导热的方式将热量传递给热量收集器4。其中,填充在槽道内的低沸点工质形成微型热管,部分热量通过微型热管及相变材料42储存在热量收集器4内,部分热量通过导热的方式传递到第一环路管道6内的高沸点工质中;利用机械泵3将被加热的高沸点工质通过第一环路管道6输送进换热器5;高沸点工质在换热器5内被第二环路管道11输送的混合工质冷却后通过第一环路管道6返回机械泵。由高沸点工质、低沸点工质和中沸点工质组成的气态混合工质通过压缩机7加压后变为高温高压的过热混合工质;通过第二环路管道11进入辐射器8;冷凝散热后混合工质通过第二环路管道11进入回热器9;在回热器9中,高温高压的混合工质被低温低压的混合工质冷却到过冷态;过冷态的混合工质在节流装置10中进行J-T节流,变为低温低压的混合工质进入换热器5;低温低压的混合工质在换热器5内利用蒸发相变对热量收集系统1内的高沸点工质进行吸热;吸热后的混合工质通过第二环路管道11进入回热器9与高温高压的混合工质换热后以气态进入压缩机7,完成循环。
- [0019] 本实用新型的工作原理为:
- [0020] 利用热量收集系统1的流体回路实现热量的收集;利用热量收集器4内的相变材料和微型热管实现热量储存,并减小载荷周期性工作时产生的温度波动;利用混合工质在比较宽的温度区内都存在比较大的等温节流效应,大幅度提高辐射器8的辐射温度,提高辐射器的散热效率;
- [0021] 一体化成型的热量收集器4中空腔内通过交叉充装高沸点工质和相变材料,利用微型热管的高导热系数和相变材料的大相变潜热对单机或载荷工作时产生的大热量进行快速响应收集;
- [0022] 为了提高辐射器8的辐射温度,提高辐射器的散热效率,所述的高效散热系统2利用混合工质在高温区和低温区都具有比较大的等温节流效应,在保证单机或载荷的工作温度环境的前提下,将辐射器的辐射散热温度大幅提高,有效的提高了辐射器的辐射散热效率。
- [0023] 本实用新型提供的高效航天器热管理系统,通过热量收集模块实现热量的收集、储存、运输,以及应用混合工质的高效散热模块,较大幅度的提高了辐射器的辐射温度,并

提高了辐射器的散热效率,减小所需辐射器的面积,从而解决了大型航天器及卫星航天器散热面积不足的问题,具有体积小、重量轻、制造成本低廉、耗能少的特点,适用于散热面积严重不足的航天器。

附图说明

[0024] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本实用新型的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0025] 图 1 为本实用新型整体结构示意图;

[0026] 图 2 为热量收集器内部结构示意图,图中,(a) 为外观示意图,(b) 为 A-A 剖面图,(c) 为 B-B 剖面图;

[0027] 图 3 为辐射器温度与散热量关系图;

[0028] 图中:1 为热量收集模块,2 为高效散热模块,3 为机械泵,4 为热量收集器,5 为换热器,6 为第一环路管道,7 为压缩机,8 为辐射器,9 为回热器,10 为节流装置,11 为第二环路管道,41 为集热板,42 为相变材料,43 为高沸点工质。

具体实施方式

[0029] 下面对本实用新型的实施例作详细说明:本实施例在以本实用新型技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。

[0030] 请同时参阅图 1 和图 2(a)、(b)、(c)。

[0031] 本实施例提供了一种高效航天器热管理系统,包括热量收集模块 1、高效散热模块 2 以及换热器 5,所述热量收集模块 1 和高效散热模块 2 通过换热器 5 耦合连接,其中:

[0032] - 热量收集模块 1,包括机械泵 3、热量收集器 4 以及第一环路管道 6,所述第一环路管道 6 依次通过机械泵 3、热量收集器 4 和换热器 5,再回到机械泵 3,从而形成第一环路;

[0033] - 高效散热模块 2,包括压缩机 7、辐射器 8、回热器 9、节流装置 10 以及第二环路管道 11,所述第二环路管道 11 通过压缩机 7、辐射器 8、回热器 9、节流装置 10 和换热器 5,再依次回到回热器 9 和压缩机 7,从而形成第二环路。

[0034] 进一步地,所述热量收集器 4 包括集热板 41、相变材料 42 和高沸点工质 43,其中,所述集热板 41 一体化成型,其上设有多条垂直交叉的槽道,所述相变材料 42 和高沸点工质 43 交叉充装在所述槽道内。

[0035] 进一步地,所述回热器 9 和换热器 5 均为间壁紧凑式换热器。

[0036] 进一步地,所述壁紧凑式换热器为套管式换热器或板式换热器。

[0037] 进一步地,所述第一环路管道 6 内填充有高沸点工质,所述第二环路管道内部填充有混合工质。

[0038] 进一步地,所述混合工质包括两种或两种以上具有不同沸点的纯工质。

[0039] 本实施例的工作过程为:

[0040] 载荷或单机工作时产生的热量通过导热的方式将热量传递给热量收集器 4。其中,填充在槽道内的低沸点工质形成微型热管,部分热量通过微型热管及相变材料 42 储存在

热量收集器 4 内,部分热量通过导热的方式传递到第一环路管道 6 内的高沸点工质中;利用机械泵 3 将被加热的高沸点工质通过第一环路管道 6 输送进换热器 5;高沸点工质在换热器 5 内被第二环路管道 11 输送的混合工质冷却后通过第一环路管道 6 返回机械泵。由高沸点工质、低沸点工质和中沸点工质组成的气态混合工质通过压缩机 7 加压后变为高温高压的过热混合工质;通过第二环路管道 11 进入辐射器 8;冷凝散热后混合工质通过第二环路管道 11 进入回热器 9;在回热器 9 中,高温高压的混合工质被低温低压的混合工质冷却到过冷态;过冷态的混合工质在节流装置 10 中进行 J-T 节流,变为低温低压的混合工质进入换热器 5;低温低压的混合工质在换热器 5 内利用蒸发相变对热量收集系统 1 内的高沸点工质进行吸热;吸热后的混合工质通过第二环路管道 11 进入回热器 9 与高温高压的混合工质换热后以气态进入压缩机 7,完成循环。

[0041] 本实施例的工作原理为:

[0042] 利用热量收集系统 1 的流体回路实现热量的收集;利用热量收集器 4 内的相变材料和微型热管实现热量储存,并减小载荷周期性工作时产生的温度波动;利用混合工质在比较宽的温度区内都存在比较大的等温节流效应,大幅度提高辐射器 8 的辐射温度,提高辐射器的散热效率;

[0043] 一体化成型的热量收集器 4 中空腔内通过交叉充装高沸点工质和相变材料,利用微型热管的高导热系数和相变材料的大相变潜热对单机或载荷工作时产生的大热量进行快速响应收集;

[0044] 为了提高辐射器 8 的辐射温度,提高辐射器的散热效率,所述的高效散热系统 2 利用混合工质在高温区和低温区都具有比较大的等温节流效应,在保证单机或载荷的工作温度环境的前提下,将辐射器的辐射散热温度大幅提高,有效的提高了辐射器的辐射散热效率。

[0045] 具体为,

[0046] 载荷或单机工作时产生的热量通过导热的方式将热量传递给热量收集器 4。其中,部分热量通过微型热管及相变材料 42 储存在热量收集器 4 内,部分热量通过导热的方式传递到第一环路管道 6 内的高沸点工质中;利用机械泵 3 将被加热的高沸点工质通过第一环路管道 6 输送进换热器 5;高沸点工质在换热器 5 内被第二环路管道 11 输送的混合工质冷却后通过第一环路管道 6 返回机械泵。由高沸点工质、低沸点工质和中沸点工质组成的气态混合工质通过压缩机 7 加压后变为高温高压的过热混合工质;通过第二环路管道 11 进入辐射器 8;冷凝散热后混合工质通过第二环路管道 11 进入回热器 9;在回热器 9 中,高温高压的混合工质被低温低压的混合工质冷却到过冷态;过冷态的混合工质在节流装置 10 中进行 J-T 节流,变为低温低压的混合工质进入换热器 5;低温低压的混合工质在换热器 5 内利用蒸发相变对热量收集系统 1 内的高沸点工质进行吸热;吸热后的混合工质通过第二环路管道 11 进入回热器 9 与高温高压的混合工质换热后以气态进入压缩机 7,完成循环。

[0047] 以上对本实用新型的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本实用新型并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本实用新型的实质内容。

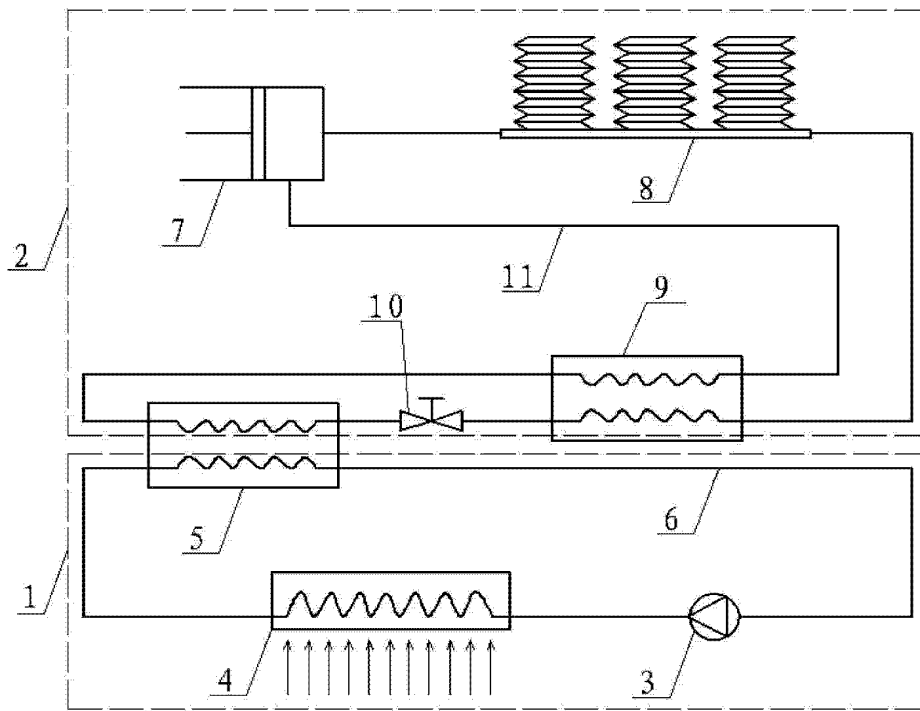


图 1

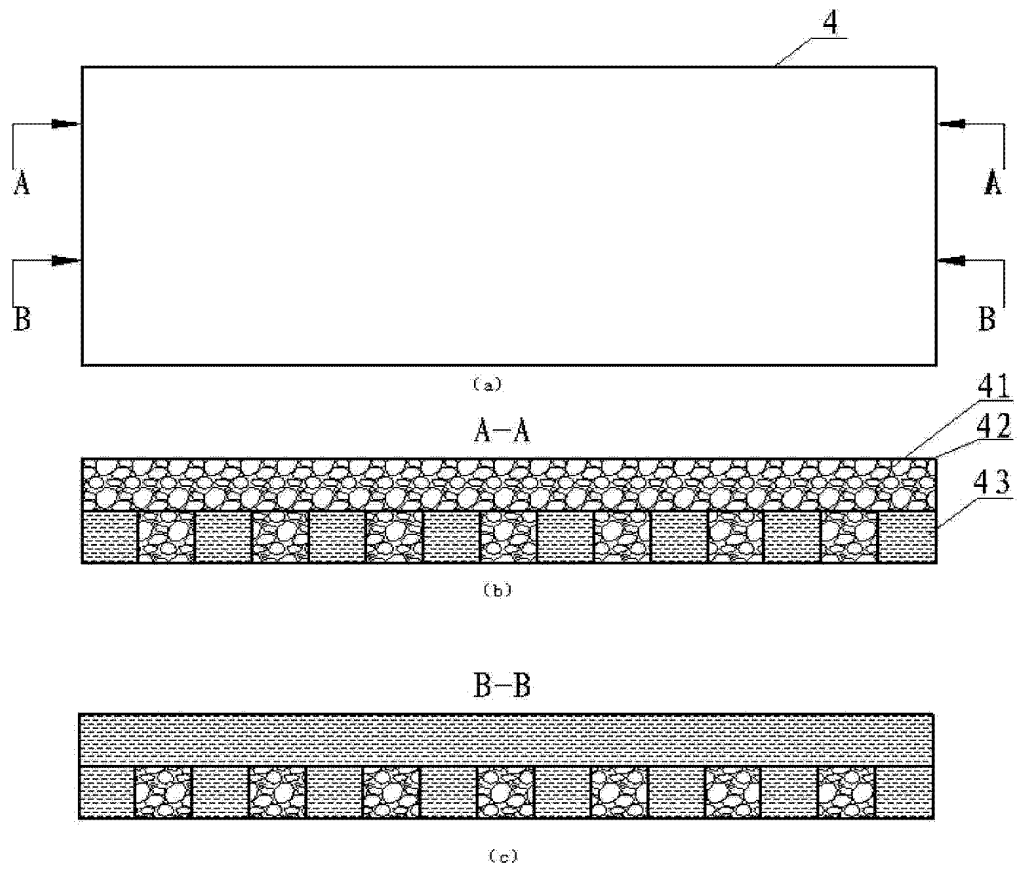


图 2

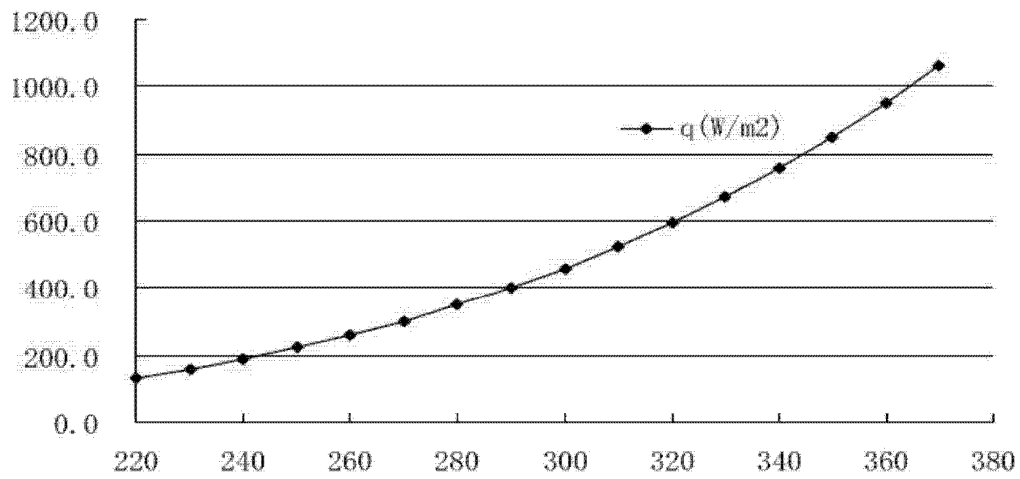


图 3