



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108387123 A

(43)申请公布日 2018.08.10

(21)申请号 201711346744.9

B64G 1/58(2006.01)

(22)申请日 2017.12.14

H01L 23/427(2006.01)

(30)优先权数据

15/424,599 2017.02.03 US

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 布鲁斯·L·德罗伦

詹森·D·弗拉托姆

乔纳森·M·艾利森

艾门·E·舒基

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 陈鹏 瞿艺

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

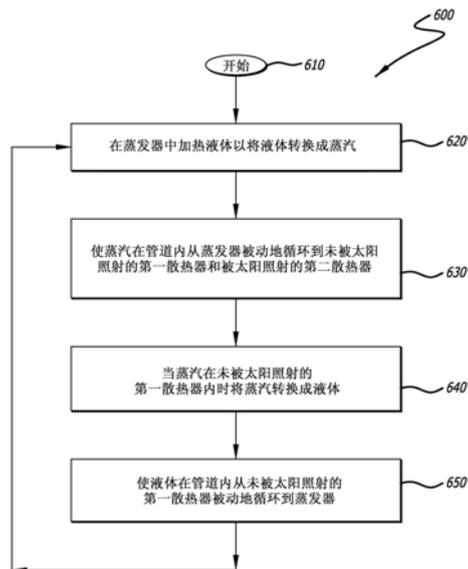
权利要求书2页 说明书12页 附图15页

(54)发明名称

卫星热管理系统及其方法和将其安装到集成卫星中的方法

(57)摘要

公开了卫星热管理系统、用于卫星热管理系统的方法及将卫星热管理系统安装到集成卫星中的方法。在一个或多个实施例中,用于卫星热管理系统的所公开的方法包括在蒸发器中加热液体以将液体转换成蒸汽。该方法进一步包括使蒸汽在管道内从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。而且,该方法包括当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时将蒸汽转换成液体。进一步地,该方法包括使液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器被动地循环到蒸发器。



1. 一种用于卫星热管理系统的方法,所述方法包括:
在蒸发器中加热液体以将所述液体转换成蒸汽;
使所述蒸汽在管道内从所述蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被所述太阳照射的第二散热器;
当所述蒸汽在未被所述太阳照射的所述第一散热器内时将所述蒸汽转换成所述液体;
以及
使所述液体在所述管道内从未被所述太阳照射的所述第一散热器被动地循环到所述蒸发器。
2. 一种卫星热管理系统,用于执行根据权利要求1所述的方法,所述卫星热管理系统包括:
蒸发器,加热液体以将所述液体转换成蒸汽;
第一散热器,未被太阳照射,其中当所述蒸汽在未被所述太阳照射的所述第一散热器内时,所述蒸汽转换成所述液体;
第二散热器,被所述太阳照射;以及
管道,用于使所述蒸汽从所述蒸发器被动地循环到未被所述太阳照射的所述第一散热器和被所述太阳照射的所述第二散热器,并且使所述液体从未被所述太阳照射的所述第一散热器被动地循环到所述蒸发器,
其中,所述管道将所述蒸发器连接到未被所述太阳照射的所述第一散热器和被所述太阳照射的所述第二散热器。
3. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述第一散热器安装在卫星的东侧,并且所述第二散热器安装在所述卫星的西侧。
4. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述第一散热器安装在卫星的西侧,并且所述第二散热器安装在所述卫星的东侧。
5. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述液体在所述管道内从未被所述太阳照射的所述第一散热器经由蒸汽阻塞三通循环到所述蒸发器。
6. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述蒸汽在所述管道内从所述蒸发器经由蒸汽三通循环到未被所述太阳照射的所述第一散热器和被所述太阳照射的所述第二散热器。
7. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述液体是制冷剂。
8. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述管道的至少一部分包括柔性段。
9. 根据权利要求8所述的卫星热管理系统,其中,所述柔性段是柔性软管。
10. 根据权利要求2所述的卫星热管理系统,其中,所述蒸发器安装在卫星的内部中。
11. 根据权利要求2至10中任一项所述的卫星热管理系统,其中,所述液体通过从卫星的有效载荷传导的热来加热。
12. 一种将权利要求2至11中任一项所述的卫星热管理系统安装到集成卫星中的方法,所述方法包括:
将南侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝南侧安装在所述卫星总线的内部中,
其中,所述南侧双冷凝器回路热管包括南蒸发器、西南散热器和东南散热器;
将北侧双冷凝器回路热管靠近所述卫星总线的朝北侧安装在所述卫星总线的所述内

部中，

其中，所述北侧双冷凝器回路热管包括北蒸发器、西北散热器和东北散热器；

使所述西南散热器、所述东南散热器、所述西北散热器和所述东北散热器旋转，使所述西南散热器、所述东南散热器、所述西北散热器和所述东北散热器中的每个的两个面都远离所述卫星总线的所有面定位；

使所述卫星总线与卫星有效载荷匹配以形成所述集成卫星；

在所述卫星总线与所述卫星有效载荷匹配期间，将所述南蒸发器在所述卫星有效载荷内连接到南侧恒定导率热管；

在所述卫星总线与所述卫星有效载荷匹配期间，将所述北蒸发器在所述卫星有效载荷内连接到北侧恒定导率热管；

使所述西北散热器和所述西南散热器旋转，使得所述西北散热器和所述西南散热器两者都位于所述集成卫星的朝西侧；

使所述东北散热器和所述东南散热器旋转，使得所述东北散热器和所述东南散热器两者都位于所述集成卫星的朝东侧；

将所述西北散热器和所述西南散热器附接到所述集成卫星的所述朝西侧；以及

将所述东北散热器和所述东南散热器附接到所述集成卫星的所述朝东侧。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述南侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。

14. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述北侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。

15. 根据权利要求12至14中任一项所述的方法，其中，在将所述北侧双冷凝器回路热管或所述南侧双冷凝器回路热管中的一个安装在所述卫星总线的所述内部中之前用制冷剂加压。

卫星热管理系统及其方法和将其安装到集成卫星中的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及双冷凝器回路热管。具体地涉及用于具有太阳正交散热器 (sun-normal radiator) 的卫星的双冷凝器回路热管。

背景技术

[0002] 目前,用于航天器(例如卫星)上的热控制的常规系统允许从机载电子器件产生的热从航天器的朝北表面和朝南表面排出。航天器的朝北表面和朝南表面呈现出比航天器的朝东表面和朝西表面更冷的环境。这些用于热控制的常规系统不允许太多的热从航天器的朝东表面和朝西表面排出,因为太阳每天以高入射角直接照射他们。也允许热从航天器的朝东表面和朝西表面排出的系统将使航天器的热效率更高。

[0003] 由此,需要一种用于热控制的改进的系统,该系统允许从机载电子器件产生的热从航天器的朝北表面和朝南表面以及航天器的朝东表面和朝西表面排出。

发明内容

[0004] 本公开涉及一种用于具有太阳正交散热器的卫星的双冷凝器回路热管的方法、系统和设备。在一个或多个实施例中,一种用于卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)的方法包括在蒸发器中加热液体以将液体转换成蒸汽。该方法进一步包括使蒸汽在管道内从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。而且,该方法包括当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时将蒸汽转换成液体。进一步地,该方法包括使液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器被动地循环到蒸发器。

[0005] 在一个或多个实施例中,第一散热器安装在卫星的东侧,并且第二散热器安装在卫星的西侧。在一些实施例中,第一散热器安装在卫星的西侧,并且第二散热器安装在卫星的东侧。

[0006] 在至少一个实施例中,液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器经由蒸汽阻塞三通循环到蒸发器。在一些实施例中,蒸汽在管道内从蒸发器经由蒸汽三通循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。

[0007] 在一个或多个实施例中,液体是制冷剂。

[0008] 在至少一个实施例中,管道的至少一部分包括柔性段。在一些实施例中,柔性段是柔性软管。

[0009] 在一个或多个实施例中,蒸发器安装在卫星的内部中。

[0010] 在至少一个实施例中,通过从卫星的有效载荷传导的热来加热液体。

[0011] 在一个或多个实施例中,一种卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)包括蒸发器,用于加热液体以将液体转换成蒸汽。该系统进一步包括未被太阳照射的第一散热器。在一个或多个实施例中,当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时,蒸汽转换成液体。该系统还包括被太阳照射的第二散热器。进一步地,该系统包括管道,用于使蒸汽从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器,并使液体从未被太阳照射

的第一散热器被动地循环到蒸发器。在一个或多个实施例中，管道将蒸发器连接到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。

[0012] 在至少一个实施例中，一种制造卫星热管理系统的方法包括将南管道靠近卫星总线的朝南侧安装在卫星总线的内部中。该方法进一步包括将北管道靠近卫星总线的朝北侧安装在卫星总线的内部中。而且，该方法包括将南蒸发器连接到南管道，并且将北蒸发器连接到北管道。另外，该方法包括将卫星总线与卫星有效载荷匹配以形成集成卫星。

[0013] 另外，该方法包括：将西北散热器连接到集成卫星的西北角，将东北散热器连接到集成卫星的东北角，将西南散热器连接到集成卫星的西南角，以及将东南散热器到集成卫星的东南角。此外，该方法包括将南管道连接到西南散热器和东南散热器。此外，该方法包括将北管道连接到西北散热器和东北散热器。此外，该方法包括旋转西北散热器和西南散热器，使得西北散热器和西南散热器两者都位于集成卫星的朝西侧。进一步地，该方法包括旋转东北散热器和东南散热器，使得东北散热器和东南散热器两者都位于集成卫星的朝东侧。

[0014] 在一个或多个实施例中，一种将卫星热管理系统安装到集成卫星中的方法包括将南侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝南侧安装在卫星总线的内部中。在至少一个实施例中，南侧双冷凝器回路热管包括南蒸发器、西南散热器和东南散热器。该方法进一步包括将北侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝北侧安装在卫星总线的内部中。在一个或多个实施例中，北侧双冷凝器回路热管包括北蒸发器、西北散热器和东北散热器。此外，该方法包括使西南散热器、东南散热器、西北散热器和东北散热器旋转，使得西南散热器、东南散热器、西北散热器以及东北散热器中的每个的两个面都远离卫星总线的所有面定位。另外，该方法包括使卫星总线与卫星有效载荷匹配以形成集成卫星。此外，该方法包括在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间将南蒸发器在卫星有效载荷内连接到南侧恒定导率热管。此外，该方法包括在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间将北蒸发器在卫星有效载荷内连接到北侧恒定导率热管。另外，该方法包括使西北散热器和西南散热器旋转，使得西北散热器和西南散热器两者都位于集成卫星的朝西侧。另外，该方法包括使东北散热器和东南散热器旋转，使得东北散热器和东南散热器两者都位于集成卫星的朝东侧。此外，该方法包括将西北散热器和西南散热器附接到集成卫星的朝西侧。进一步地，该方法包括将东北散热器和东南散热器附接到集成卫星的朝东侧。

[0015] 在至少一个实施例中，南侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。在一些实施例中，北侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。

[0016] 在一个或多个实施例中，南侧双冷凝器回路热管在安装在卫星总线的内部中之前用制冷剂加压。在一些实施例中，北侧双冷凝器回路热管在安装在卫星总线的内部中之前用制冷剂加压。

[0017] 特征、功能和优点可以在本公开的各种实施例中独立地实现，或者可以在其他实施例中组合。

附图说明

[0018] 关于以下描述、所附权利要求和附图，本公开的这些和其他特征、方面和优点将变得更好理解，其中：

[0019] 图1A是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示例性卫星的图示,其中卫星处于收起位置。

[0020] 图1B是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示例性卫星的图示,其中卫星处于展开位置。

[0021] 图2A是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示例性卫星的图示,其中卫星处于收起位置。

[0022] 图2B是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示例性卫星的图示,其中卫星处于部分展开位置。

[0023] 图2C是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示例性卫星的图示,其中卫星处于完全展开位置。

[0024] 图3A是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)的示意图,其中东散热器被太阳照射并且西散热器未被太阳照射。

[0025] 图3B是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)的示意图,其中西散热器被太阳照射并且东散热器未被太阳照射。

[0026] 图3C是示出由根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)所采用的示例性蒸汽阻塞三通的细节的示意图。

[0027] 图4A是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,北侧双冷凝器回路热管)的西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)和东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)的图示。

[0028] 图4B是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,南侧双冷凝器回路热管)的西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)和东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)的图示。

[0029] 图5A是示出根据本公开的至少一个实施例的如图4A所示的管道的柔性段的细节的图示。

[0030] 图5B是示出根据本公开的至少一个实施例的如图4A所示的蒸汽三通和蒸汽阻塞三通与管道的连接的细节的图示。

[0031] 图6是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的用于卫星热管理系统的方法的流程图的图示。

[0032] 图7是示出对于根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统在二十四(24)小时周期内关于东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)、西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)、西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)以及东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)以瓦特(W)表示的示例性热传递的曲线图700。

[0033] 图8是示出蒸发器和蒸汽阻塞三通在卫星内相对于用于根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的有效载荷的位置的示意图。

[0034] 图9A、图9B、图9C和图9D一起是描绘根据本公开的至少一个实施例的将卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)安装到示例性集成卫星中的方法的图示。

[0035] 图10A和图10B一起示出根据本公开的至少一个实施例的用于将卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)安装到示例性集成卫星中的所公开的方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 本文所公开的方法和设备提供了用于具有太阳正交散热器的卫星的双冷凝器回路热管的操作系统。本公开的系统使得热能够从其热环境过于极端的卫星表面(即,东面和西面)排出以用于当前用于卫星的常规热控制系统。本发明的系统通过利用航天器的东和西表面使得卫星能够更有效地排出热,从而使卫星在卫星市场上更具竞争力。

[0037] 本公开的系统提供了一种用于在地球同步轨道(GEO)或其他轨道(诸如中地球轨道(MEO)、低地球轨道(LEO)和超地球同步轨道(超GEO))中的航天器上使用的热控制技术。所公开的系统使用这样的散热表面,即,其外部昼间热环境使得这些表面对于当前常规技术仅仅是最低限度地用于排热。所公开的系统通过使用对其环境做出自然响应的流体开关(没有运动部件)而使这些表面冷却需要低操作温度和小昼间温度变化的电子器件。热从任何比电子器件更冷的两个散热器中的任一个排出。散热器经定向成使得至少有一个在任何时候都处于冷的热环境中。

[0038] 如上所述,目前,用于航天器(例如卫星)上的热控制的常规系统允许从机载电子器件产生的热从航天器的朝北表面和朝南表面排出。航天器的朝北表面和朝南表面呈现出比航天器的朝东表面和朝西表面更冷的环境。这些用于热控制的常规系统不允许太多的热从航天器的朝东表面和朝西表面排出,因为他们对于每个轨道至少被太阳照射一次。所公开的系统允许热从航天器的朝东表面和朝西表面排出,从而使航天器的热效率更高。

[0039] 所公开的系统采用在卫星的东面和西面上的双冷凝器回路热管。本公开详细描述了包括各种设计和安装选项的此类系统的设计,以易于从供应商到卫星制造商的制造和运输。本公开提供了设计元件,诸如:蒸汽线和冷凝物线的路线,使得他们彼此相邻,但彼此热隔离;相对于串流冷凝器的并流冷凝器;与恒定导率热管交叉耦接到北散热器和南散热器,以在最热的季节期间使排热最大化并降低所需的加热器功率;以及加热器控制。

[0040] 本公开的系统利用东和西面板与耦接东面板和西面板的双冷凝器回路热管(具有流体阀控制的两个面板之间的冷却剂流动的分割并且具有管道系统中的柔性部分)组合以实现在卫星运载火箭中的组装。在东和西面板上增加双冷凝器回路热管使得能够将更大的有效载荷热负荷排到运载火箭上。另外,当面板部分地遮阳时,每个面板内的分段平行流动路径管道图案使得能够部分地操作东面板或西面板。

[0041] 应该注意的是,有效载荷容量可以通过运载火箭的散热器面板的冷却容量来限制。增加的冷却能力允许改善运载火箭尺寸与有效载荷容量的比率(即允许较小的运载火箭具有较大的有效载荷容量)。

[0042] 在下面的描述中,阐述了许多细节以便提供对该系统的更全面的描述。然而,对于本领域技术人员而言显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践所公开的系统。在其他情况下,众所周知的特征没有被详细描述,以免不必要地模糊系统。

[0043] 另外,本领域技术人员将会理解,本公开的实施例可以结合其他组件来实践,并且本文所描述的系统仅仅是本公开的一个示例实施例。

[0044] 为了简洁起见,与卫星热管理系统有关的常规技术和组件以及系统的其他功能方面(以及系统的各个操作组件)可能在本文中沒有详细描述。此外,本文所包含的各个附图中所示的连接线旨在表示各个元件之间的示例功能关系和/或物理耦接。应该注意的是,在

本公开的实施例中可以存在许多替代的或附加的功能关系或物理连接。

[0045] 图1A是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示范性卫星130的图示100,其中卫星130处于收起位置。在该图中,卫星130包括北太阳能电池板105、南太阳能电池板(在图中在视图外)115、东天线反射器125、东天线反射器135、西天线反射器(在图中在视图外)145、西天线反射器(在图中在视图外)155和最低点天线反射器165、最低点天线反射器175。在该图中,北太阳能电池板105、南太阳能电池板(在图中在视图外)115、东天线反射器125、东天线反射器135、西天线反射器(在图中在视图外)145、西天线反射器(在图中在视图外)155和最低点天线反射器165、最低点天线反射器175全部被示出为处于收起位置。

[0046] 图1B是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示范性卫星140的图示110,其中卫星140处于展开位置。在该图中,卫星140包括北太阳能电池板106、南太阳能电池板116、东天线反射器126、东天线反射器136、西天线反射器146、西天线反射器156和最低点天线反射器166、最低点天线反射器176。在该图中,北太阳能电池板、南太阳能电池板116、东天线反射器126、东天线反射器136、西天线反射器146、西天线反射器156和最低点天线反射器166、最低点天线反射器176全部被示出为处于展开位置。此外,卫星140包括东散热器(安装在卫星140的北侧上)180、东散热器(安装在卫星140的南侧上)181、西散热器(安装在卫星140的北侧上)(在图中在视图外)182和西散热器(安装在卫星140的南侧上)(在图中在视图外)183。

[0047] 图2A是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示范性卫星205的图示200,其中卫星205处于收起位置。在该图中,卫星205包括北太阳能电池板206、南太阳能电池板(在图中在视图外)209、东天线反射器207、东天线反射器208和西天线反射器(在图中在视图外)203、西天线反射器(在图中在视图外)204。在该图中,北太阳能电池板206、南太阳能电池板(在图中在视图外)209、东天线反射器207、东天线反射器208和西天线反射器(在图中在视图外)203、西天线反射器(在图中在视图外)204全部被示出为处于收起位置。

[0048] 图2B是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示范性卫星215的图示210,其中卫星215处于部分展开位置。在该图中,卫星215包括北太阳能电池板216、南太阳能电池板(在图中在视图外)219、东天线反射器217、东天线反射器218和西天线反射器(在图中在视图外)213、西天线反射器(在图中在视图外)214。在该图中,北太阳能电池板216、南太阳能电池板(在图中在视图外)219仍然处于收起位置。同样在该图中,东天线反射器217、东天线反射器218和西天线反射器(在图中在视图外)213、西天线反射器(在图中在视图外)214处于部分展开位置。此外,该卫星包括东散热器(安装在卫星215的北侧上)230、东散热器(安装在卫星215的南侧上)231、西散热器(安装在卫星215的北侧上)(在图中在视图外)232以及西散热器(安装在卫星215的南侧上)(在图中在视图外)233。

[0049] 图2C是示出采用根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的示范性卫星225的图示220,其中卫星225处于完全展开位置。在该图中,卫星225包括北太阳能电池板226、南太阳能电池板229、东天线反射器227、东天线反射器228和西天线反射器223、西天线反射器224。在该图中,北太阳能电池板226、南太阳能电池板229、东天线反射器227、东天线反射器228和西天线反射器223、西天线反射器224都被示出处于展开位置。此外,卫

星225包括东散热器(安装在卫星140的北侧上)240、东散热器(安装在卫星140的南侧上)241、西散热器(安装在卫星140的北侧上)(在图中在视图外)242和西散热器(安装在卫星140的南侧上)(在图中在视图外)243。

[0050] 图3A是示出了根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)301的示意图,其中东散热器310被太阳350照射并且西散热器320未被太阳350照射。在该图中,管道360(例如,不锈钢管道(SST)和/或铝管道)被示出为穿过东散热器310和西散热器320延伸。管道360将蒸发器390连接到东散热器310和西散热器320。应注意,在一个或多个实施例中,东散热器310和西散热器320可安装在卫星的北侧;或者东散热器310和西散热器320可安装在卫星的南侧。

[0051] 在操作期间,加热安装在卫星的发热电子器件(例如有效载荷)附近的蒸发器390中的液体(即,热传递流体)(例如,氨、丙烯或其他类似类型的制冷剂)。通过来自卫星的发热电子器件的热传导,液体在蒸发器390中被加热。一旦液体被加热,液体转换成蒸汽(例如氨蒸汽、丙烯蒸汽或其他类似类型的制冷剂蒸汽)。

[0052] 蒸汽在管道360内从蒸发器390经由蒸汽三通330被动地循环到未被太阳350照射的西散热器320和被太阳350照射的东散热器310。

[0053] 当蒸汽在未被太阳350照射的西散热器320的管道360内时,蒸汽冷却并转换回到液体。然后,液体在管道360内从西散热器320经由蒸汽阻塞三通340被动地循环到蒸发器390。然后,重复该过程。

[0054] 图3B是示出了根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)302的示意图,其中西散热器320被太阳350照射并且东散热器310未被太阳350照射。在该图中,管道360(例如,不锈钢管道)被示出为穿过东散热器310和西散热器320延伸。管道360将蒸发器390连接到东散热器310和西散热器320。应注意的是,在一个或多个实施例中,东散热器310和西散热器320可安装在卫星的东面和西面的北侧;或者东散热器310和西散热器320可以安装在卫星的东面和西面的南侧。

[0055] 在操作期间,加热安装在卫星的发热电子器件(例如有效载荷)附近的蒸发器390中的液体(即,热传递流体)(例如,氨、丙烯或其他类似类型的制冷剂)。通过来自卫星的发热电子器件的热传导,液体在蒸发器390中被加热。一旦液体被加热,液体转换成蒸汽(例如氨蒸汽、丙烯蒸汽或其他类似类型的制冷剂蒸汽)。

[0056] 蒸汽在管道360内从蒸发器390经由蒸汽三通330被动地循环到未被太阳350照射的东散热器310和被太阳350照射的西散热器320。

[0057] 当蒸汽在未被太阳350照射的东散热器310的管道360内时,蒸汽冷却并转换回到液体。然后,液体在管道360内从东散热器310经由蒸汽阻塞三通340被动地循环到蒸发器390。然后,重复该过程。

[0058] 图3C是示出由根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)所采用的示例性蒸汽阻塞三通340的细节的示意图303。蒸汽阻塞三通340允许来自未被太阳照射的散热器的液体通过蒸汽阻塞三通340。然而,蒸汽阻塞三通340内的湿润的多孔塞不允许来自被太阳照射的散热器的蒸汽通过蒸汽阻塞三通340。

[0059] 图4A是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,北侧双冷凝器回路热管)400的西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422和东

散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420的图示。在该图中,西散热器422和东散热器420被示出为两者都具有贯穿其内部延伸的管道(即,北管道)460。管道460的部分包括柔性段(即,能够弯曲的段)450、柔性段495。在一些实施例中,管道460的柔性段450、柔性段495包括柔性软管(例如波纹管或编织管道)。蒸汽三通440连接从西散热器422和东散热器420两者延伸的管道460。而且,蒸汽阻塞三通430连接从西散热器422和东散热器420两者延伸的管道460。管道460将蒸发器(即,北蒸发器)490连接到蒸汽三通440和蒸汽阻塞三通430。

[0060] 图4B是示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统(即,南侧双冷凝器回路热管)410的西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423和东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421的图示。在该图中,西散热器423和东散热器421被示出为两者都具有在其内部延伸的管道(即,南管道)461。管道461的部分包括柔性段(即,能够弯曲的段)451、柔性段496。在一些实施例中,管道461的柔性段451、柔性段496包括柔性软管。蒸汽三通441连接从西散热器423和东散热器421两者延伸的管道461。而且,蒸汽阻塞三通431连接从西散热器423和东散热器421两者延伸的管道461。蒸汽三通441与蒸汽阻塞三通431热隔离。管道461将蒸发器(即,南蒸发器)491连接至蒸汽三通441和蒸汽阻塞三通431。

[0061] 图5A是示出根据本公开的至少一个实施例的如图4A所示的管道460的柔性段450、柔性段495的细节的图示500。具体而言,图500示出了靠近东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420的柔性段450的细节。应该注意的是,靠近西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422、西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423和东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421的柔性段450、柔性段451(参考图4B)类似于靠近东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420的柔性段450(如图5A所示)。在该图中,一个柔性段450被示出为液体线路501,并且另一个柔性段450被示出为蒸汽线路502。

[0062] 图5B是示出根据本公开的至少一个实施例的如图4A所示的蒸汽三通440和蒸汽阻塞三通430与管道460的连接的细节的图示510。具体而言,图510示出了从东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420和西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422连接至蒸汽三通440和蒸汽阻塞三通430的管道460的细节。应该注意的是,从西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423和东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421连接到蒸汽三通441和蒸汽阻塞三通431的管道461(参考图4B)的细节与图5B所示的细节类似。

[0063] 图6是示出根据本公开的至少一个实施例的用于卫星热管理系统的所公开的方法600的流程图的图示。在方法600的开始610处,液体在蒸发器中被加热以将液体转换成蒸汽620。然后,使蒸汽在管道内从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器630。当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时将蒸汽转换成液体640。然后,使液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器被动地循环到蒸发器650。然后,方法600返回到步骤620以重复。

[0064] 图7是示出对于根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统在二十四(24)小时周期内关于东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420(参考图

4A)、西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422(参考图4A)、西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423(参考图4B)以及东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421(参考图4B)以瓦特(W)表示的示例性热传递的曲线图700。在该图中,在曲线图700上,x轴表示当地卫星时间(LST)中午之后的时间,以小时(hr)为单位;而y轴表示热传递的量,以瓦特(W)为单位。

[0065] 在曲线图700上,从中午到午夜,当太阳在西方时,大部分热传递被示出为发生在东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421和东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420上。在曲线图700上,从午夜到中午,当太阳在东方时,大部分热传递被示出为发生在西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423和西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422上。

[0066] 图8是示出蒸发器490、蒸发器491、蒸汽阻塞三通430、蒸汽阻塞三通431和蒸汽三通440、蒸汽三通441在卫星810内相对于用于根据本公开的至少一个实施例的所公开的卫星热管理系统的有效载荷820的位置的示意图。在该图中,在卫星810的北侧上,管道460被示出为将蒸汽阻塞三通430和蒸汽三通440连接到东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420和西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422以及蒸发器490(即,北蒸发器)。蒸汽阻塞三通430和蒸汽三通440被示出为靠近卫星810的北侧位于卫星810的内部中。应该注意的是,在该图中,蒸汽阻塞三通430和蒸汽三通440似乎是单个单元,然而他们实际上是两个不同的单独的热隔离单元,如图5B所示。蒸发器490被示出为安装在卫星810的内部中并且靠近有效载荷(例如,有效载荷电子器件)820。北侧恒定导率热管830被示出为靠近有效载荷(例如,有效载荷电子器件)820和蒸发器490安装。蒸发器490(例如经由螺栓)附接到北侧恒定导率热管830。北侧恒定导率热管830定向在卫星810的内部中,使得其将东散热器(安装在卫星的东面的北侧上)(即,NE散热器)420和西散热器(安装在卫星的西面的北侧上)(即,NW散热器)422结合到卫星810的北侧上的散热器(一个或多个)840。

[0067] 类似地,在卫星810的南侧上,管道461被示出为将蒸汽阻塞三通431和蒸汽三通441连接到东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421和西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423以及蒸发器491(即,南蒸发器)。蒸汽阻塞三通431和蒸汽三通441被示出为靠近卫星810的南侧位于卫星810的内部中。应当注意的是,在该图中,蒸汽阻塞三通431和蒸汽三通441似乎是单个单元,然而他们实际上是两个不同的单独的热隔离单元,例如如图5B所示。蒸发器491被示出为安装在卫星810的内部中并且靠近有效载荷(例如,有效载荷电子器件)820。南侧恒定导率热管831被示出为靠近有效载荷(例如,有效载荷电子器件)820和蒸发器491安装。蒸发器491(例如经由螺栓)附接到南侧恒定导率热管831。南侧恒定导率热管831定位在卫星810的内部中,使得其将东散热器(安装在卫星的东面的南侧上)(即,SE散热器)421和西散热器(安装在卫星的西面的南侧上)(即,SW散热器)423结合到卫星810的南侧上的散热器(一个或多个)841。

[0068] 应该注意的是,有效载荷(例如有效载荷电子器件)820可以是产生热的任何种类的机载电子器件。有效载荷820位于恒定导率热管830、恒定导率热管831之间。

[0069] 图9A、图9B、图9C和图9D一起是描绘根据本公开的至少一个实施例的将卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)(参考图4A的400和图4B的410)安装到示例性集成卫星915

中的方法的图示901、图示902、图示903、图示904。

[0070] 在图9A中,卫星有效载荷905被示出为与卫星总线910匹配以形成集成卫星(参考图9B的915)。在卫星有效载荷905与卫星总线910匹配之前,南侧双冷凝器回路热管(参考图4B的410)和北侧双冷凝器回路热管(参考图4A的400)各自完全组装、清洁、充入制冷剂、加压和测试。然后,将南侧双冷凝器回路热管(参考图4B的410)靠近卫星总线910的朝南侧安装在卫星总线910的内部中。南侧双冷凝器回路热管(参考图4B的410)包括南蒸发器(参考图4B的491)、西南散热器(参考图4B的423)和东南散热器421(也参考图4B中的421)。应该注意的是,在图9A中,对于南侧双冷凝器回路热管(参考图4B的410)仅示出了东南散热器421。这是因为南蒸发器(参考图4B的491)和西南散热器(参考图4B的423)位于东南散热器421的正后方。

[0071] 而且,将北侧双冷凝器回路热管(参考图4A的400)靠近卫星总线910的朝北侧安装在卫星总线910的内部中。北侧双冷凝器回路热管(参考图4A的400)包括北蒸发器(参考图4A的490)、西北散热器(参考图4A的422)和东北散热器420(也参考图4A的420)。应该注意的是,在图9A中,对于北侧双冷凝器回路热管(参考图4A的400),仅示出了东北散热器420。这是因为北蒸发器(参考图4A的490)和西北散热器(参考图4A的422)位于东北散热器420的正后方。

[0072] 然后,使西南散热器(参考图4B的423)、东南散热器421、西北散热器(参考图4A的422)和东北散热器420旋转,使得西南散热器(参考图4B的423)、东南散热器421、西北散热器(参考图4A的422)和东北散热器420中的每个的两个面都远离卫星总线910的所有面定位(例如,如图9A所示,东北散热器420和东南散热器421的表面远离卫星总线910的表面定位)。应该注意的是,包括柔性段(即,能够弯曲的段)450的管道460(参考图4A)的部分允许西北散热器(参考图4A的422)和东北散热器420的旋转。而且,包括柔性段(即,能够弯曲的段)451的管道461(参考图4B)允许西南散热器(参考图4B的423)和东南散热器421的旋转。

[0073] 然后,在西南散热器(参考图4B的423)、东南散热器421、西北散热器(参考图4A的422)和东北散热器420相应地旋转之后,使卫星有效载荷905与卫星总线910匹配以形成集成卫星(参考图9B的915)。应该注意的是,在卫星有效载荷905与卫星总线910匹配期间,南蒸发器(参考图8的491)在卫星有效载荷905内定位于南侧恒定导率热管附近(参考图8的831)。应该注意的是,包括柔性段(即,能够弯曲的段)496(参考图4B)的管道461的部分(参考图4B)允许南蒸发器(参考图8的491)定位于南侧恒定导率热管(参考图8的831)附近。在南蒸发器(参考图8的491)定位于南侧恒定导率热管(参考图8的831)附近之后,将南蒸发器(参考图8的491)在卫星有效载荷905内(例如,经由螺栓)连接到南侧恒定导率热管(参考图8的831)。

[0074] 此外,应该注意的是,在卫星有效载荷905与卫星总线910的匹配期间,北蒸发器(参考图8的490)在卫星有效载荷905内定位于北侧恒定导率热管(参考图8的830)附近。应该注意的是,包括柔性段(即,能够弯曲的段)495(参考图4A)的管道460的部分(参考图4A)允许北蒸发器(参考图8的490)定位于北侧恒定导率热管(参考图8的830)附近。在北蒸发器(参考图8的490)定位于北侧恒定导率热管(参考图8的830)附近之后,将北蒸发器(参考图8的490)在卫星有效载荷905内(例如,经由螺栓)连接到北侧恒定导率热管(参考图8的830)。

[0075] 图9B示出了与卫星总线910匹配的卫星有效载荷905以形成集成卫星915。

[0076] 在图9C和图9D中,在卫星有效载荷905已经匹配卫星总线910之后,使西北散热器422和西南散热器423旋转,使得西北散热器422和西南散热器423两者都位于集成卫星915的朝西侧。另外,在卫星有效载荷905已经匹配卫星总线910之后,使东北散热器420和东南散热器421旋转,使得东北散热器420和东南散热器421两者都位于集成卫星915的朝东侧。

[0077] 然后,将西北散热器422和西南散热器423(例如,经由螺栓)附接到集成卫星915的朝西侧。而且,将东北散热器420和东南散热器421(例如,经由螺栓)附接到集成卫星915的朝东侧。

[0078] 图10A和图10B一起示出根据本公开的至少一个实施例的所公开的将卫星热管理系统(即,双冷凝器回路热管)安装到示例性集成卫星中的方法的流程图。在该方法的开始1000处,将南侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝南侧1005安装在卫星总线的内部中。在一个或多个实施例中,南侧双冷凝器回路热管包括南蒸发器、西南散热器和东南散热器。而且,将北侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝北侧1010安装在卫星总线的内部中。在一些实施例中,北侧双冷凝器回路热管包括北蒸发器、西北散热器和东北散热器。

[0079] 然后,使西南散热器、东南散热器、西北散热器和东北散热器旋转,使得西南散热器、东南散热器、西北散热器和东北散热器中的每个的两个面都远离卫星总线的所有面定位1015。然后,使卫星总线与卫星有效载荷匹配以形成集成卫星1020。在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间,将南蒸发器在卫星有效载荷内连接到南侧恒定导率热管1025。另外,在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间,将北蒸发器在卫星有效载荷内连接到北侧恒定导率热管1030。

[0080] 然后,使西北散热器和西南散热器旋转,使得西北散热器和西南散热器两者都位于集成卫星的朝西侧1035。而且,使东北散热器和东南散热器旋转,使得东北散热器和东南散热器两者都位于集成卫星的朝东侧1040。然后,将西北散热器和西南散热器两者都附接到集成卫星的朝西侧1045。而且,将东北散热器和东南散热器两者都附接到集成卫星的朝东侧1050。然后,方法结束1055。

[0081] 尽管已经示出和描述了特定的实施例,但是应该理解的是,上面的论述并非旨在限制这些实施例的范围。虽然本文已经公开和描述了本发明的许多方面的实施例和变型,但是仅出于解释和说明的目的而提供此类公开内容。因此,在不脱离权利要求的范围的情况下可以进行各种改变和修改。

[0082] 在上述方法指示某些事件以某种顺序发生的情况下,受益于本公开的本领域普通技术人员将认识到,可以修改顺序并且此类修改是根据本公开的变型的。另外,可以的话,部分方法可以在并行过程中同时执行,也可以按顺序执行。另外,可以执行更多部分或更少部分的方法。

[0083] 因此,实施例旨在举例说明可能落在权利要求范围内的替换、修改和等同物。

[0084] 虽然本文已经公开了某些说明性实施例和方法,但是从上述公开内容显而易见的是,在不脱离所公开的本领域的精神和范围的情况下,本领域技术人员可以对此类实施例和方法进行变化和修改。存在许多其他公开的技术示例,每个细节都不同于其他细节。因此,所公开的技术应当仅限于所附权利要求和适用法律的规则和原则所要求的范围。

[0085] 在下面的条款中反映了实施例的进一步的示例。

- [0086] 1. 一种用于卫星热管理系统的方法,该方法包括:在蒸发器中加热液体以将液体转换成蒸汽;使蒸汽在管道内从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器;当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时将蒸汽转换成液体;以及使蒸汽在管道内从未被太阳照射的第一散热器被动地循环到蒸发器。
- [0087] 2. 根据条款1所述的方法,其中,第一散热器安装在卫星的东侧,并且第二散热器安装在卫星的西侧。
- [0088] 3. 根据条款1或2所述的方法,其中,第一散热器安装在卫星的西侧,所述第二散热器安装在所述卫星的东侧。
- [0089] 4. 根据条款1至3中任一项所述的方法,其中,液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器经由蒸汽阻塞三通循环到蒸发器。
- [0090] 5. 根据条款1至4中任一项所述的方法,其中,蒸汽在管道内从蒸发器经由蒸汽三通循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。
- [0091] 6. 根据条款1至5中任一项所述的方法,其中,液体是制冷剂。
- [0092] 7. 根据条款1至6中任一项所述的方法,其中,管道的至少一部分包括柔性段。
- [0093] 8. 根据条款7所述的方法,其中,柔性段是柔性软管。
- [0094] 9. 根据条款1至8中任一项所述的方法,其中,蒸发器安装在卫星的内部中。
- [0095] 10. 根据条款1至9中任一项所述的方法,其中,通过从卫星的有效载荷传导的热来加热液体。
- [0096] 11. 一种卫星热管理系统,该系统包括:蒸发器,用于加热液体以将液体转换成蒸汽;第一散热器,未被太阳照射,其中当蒸汽在未被太阳照射的第一散热器内时,蒸汽转换成液体;第二散热器,被太阳照射;以及管道,用于使蒸汽从蒸发器被动地循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器,并且使液体从未被太阳照射的第一散热器被动地循环到蒸发器,其中管道将蒸发器连接到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。
- [0097] 12. 根据条款11所述的系统,其中,第一散热器安装在卫星的东侧,并且第二散热器安装在卫星的西侧。
- [0098] 13. 根据条款11和12中任一项所述的系统,其中,第一散热器安装在卫星的西侧,并且第二散热器安装在卫星的东侧。
- [0099] 14. 根据条款11至13中任一项所述的系统,其中,液体在管道内从未被太阳照射的第一散热器经由蒸汽阻塞三通循环到蒸发器。
- [0100] 15. 根据条款11至14中任一项所述的系统,其中,蒸汽在管道内从蒸发器经由蒸汽三通循环到未被太阳照射的第一散热器和被太阳照射的第二散热器。
- [0101] 16. 如条款11至15中任一项所述的系统,其中,液体是制冷剂。
- [0102] 17. 根据条款11至16中任一项所述的系统,其中,管道的至少一部分包括柔性段。
- [0103] 18. 根据权利要求17所述的系统,其中,柔性段是柔性软管。
- [0104] 19. 根据条款11至18中任一项所述的系统,其中,蒸发器安装在卫星的内部中。
- [0105] 20. 根据条款11至19中任一项所述的系统,其中,液体通过从卫星的有效载荷传导的热来加热。
- [0106] 21. 一种将卫星热管理系统安装到集成卫星中的方法,该方法包括:将南侧双冷凝

器回路热管靠近卫星总线的朝南侧安装在卫星总线的内部中,其中,南侧双冷凝器回路热管包括南蒸发器、西南散热器和东南散热器;将北侧双冷凝器回路热管靠近卫星总线的朝北侧安装在卫星总线的内部中,其中,北侧双冷凝器回路热管包括北蒸发器、西北散热器和东北散热器;使西南散热器、东南散热器、西北散热器和东北散热器旋转,使得西南散热器、东南散热器、西北散热器和东北散热器中的每个的两个面都远离卫星总线的所有面定位;使卫星总线与卫星有效载荷匹配以形成集成卫星;在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间,将南蒸发器在卫星有效载荷内连接到南侧恒定导率热管;在卫星总线与卫星有效载荷匹配期间,将北蒸发器在卫星有效载荷内连接到北侧恒定导率热管;使西北侧散热器和西南侧散热器旋转,使得西北散热器和西南散热器两者都位于集成卫星的朝西侧;使东北散热器和东南散热器旋转,使得东北散热器和东南散热器两者都位于集成卫星的朝东侧;将西北散热器和西南散热器附接到集成卫星的朝西侧;以及将东北散热器和东南散热器附接到集成卫星的朝东侧。

[0107] 22. 根据条款21所述的方法,其中,南侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。

[0108] 23. 根据条款21或22中任一项所述的方法,其中,北侧双冷凝器回路热管包括包含柔性段的管道的至少一部分。

[0109] 24. 根据条款21至23中任一项所述的方法,其中,在安装在卫星总线的内部中之前,对南侧双冷凝器回路热管用制冷剂加压。

[0110] 25. 根据条款21至24中任一项所述的方法,其中,在安装在卫星总线的内部中之前,对北侧双冷凝器回路热管用制冷剂加压。

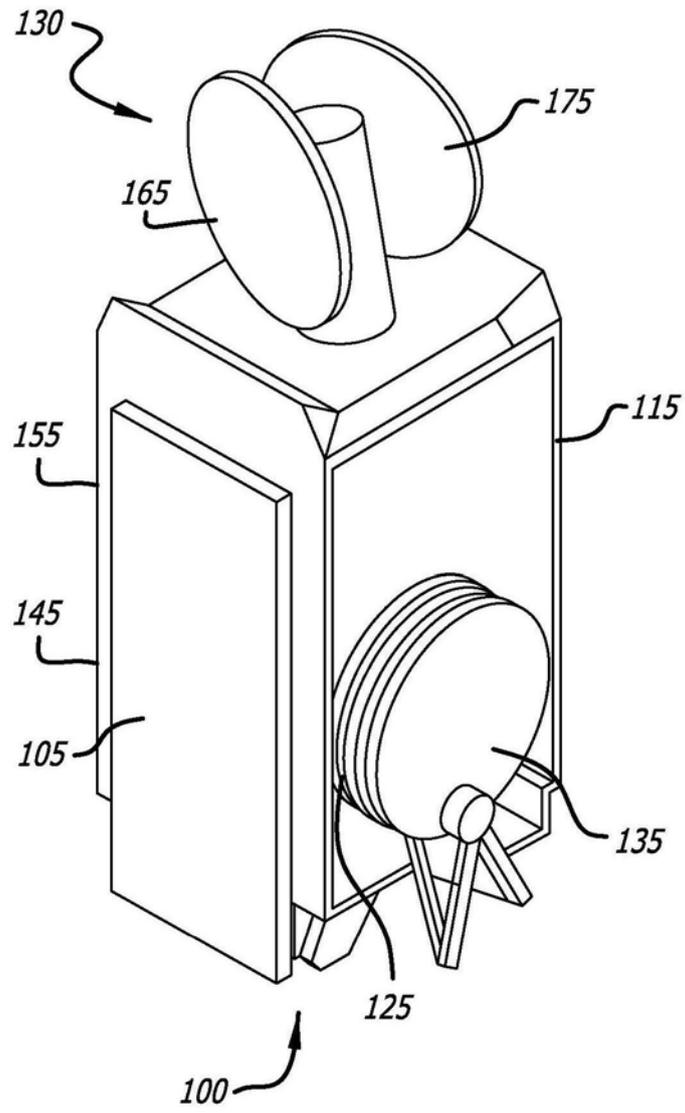


图1A

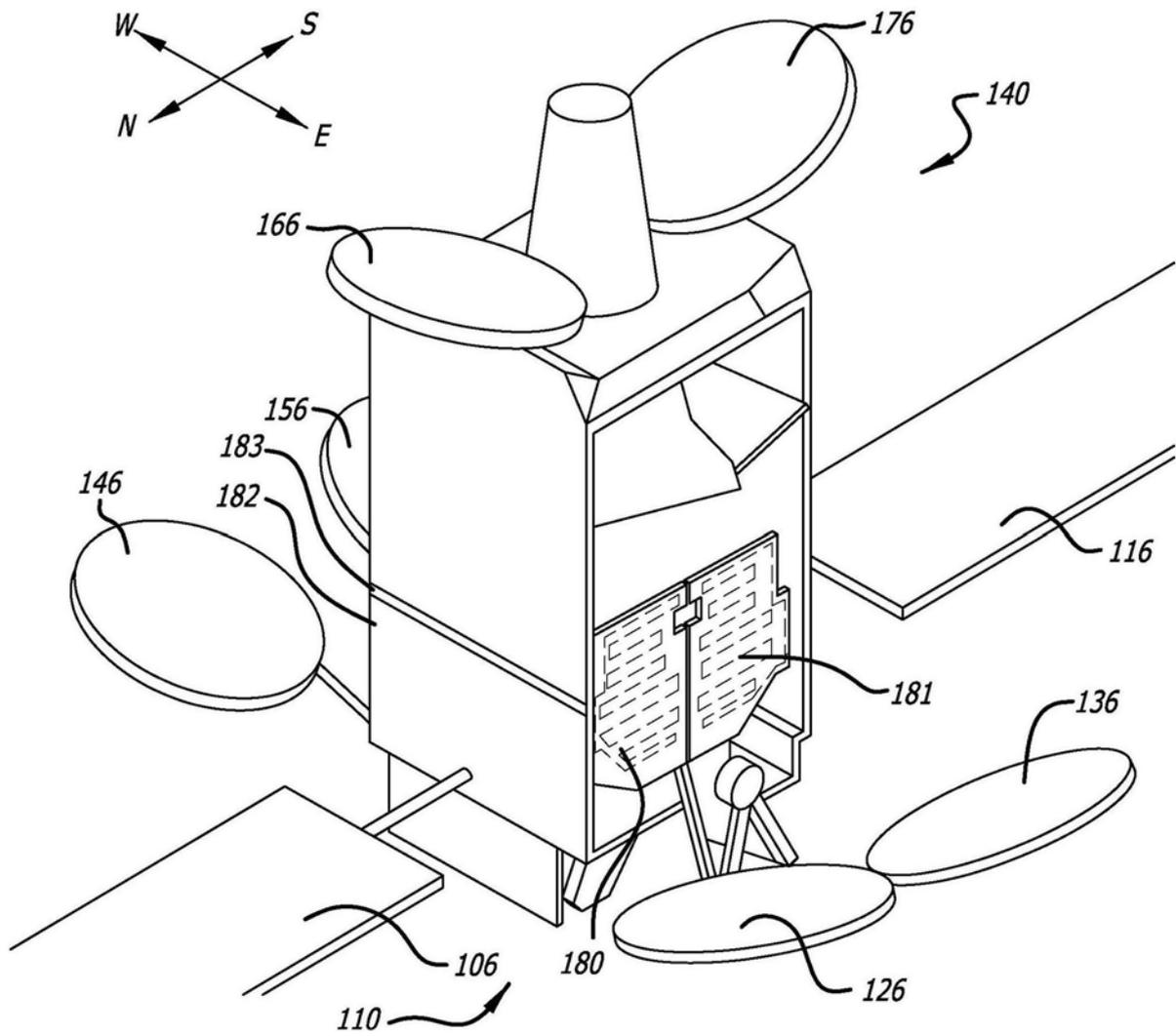


图1B

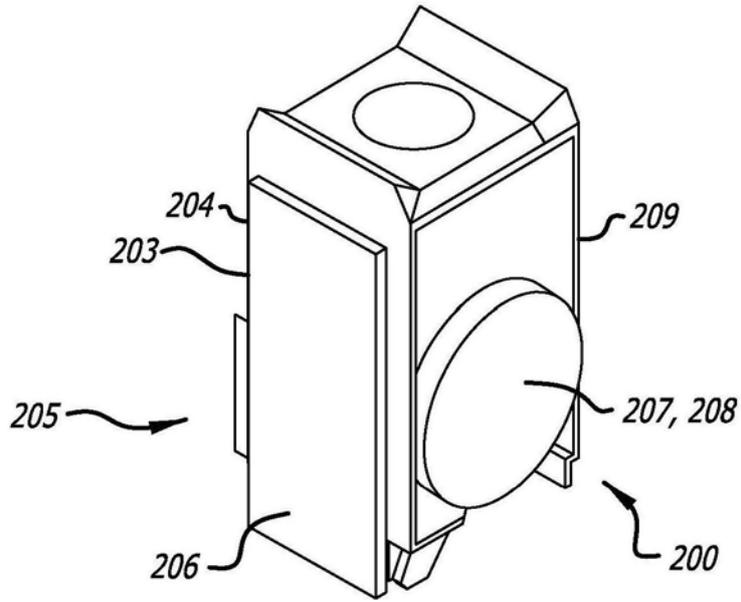


图2A

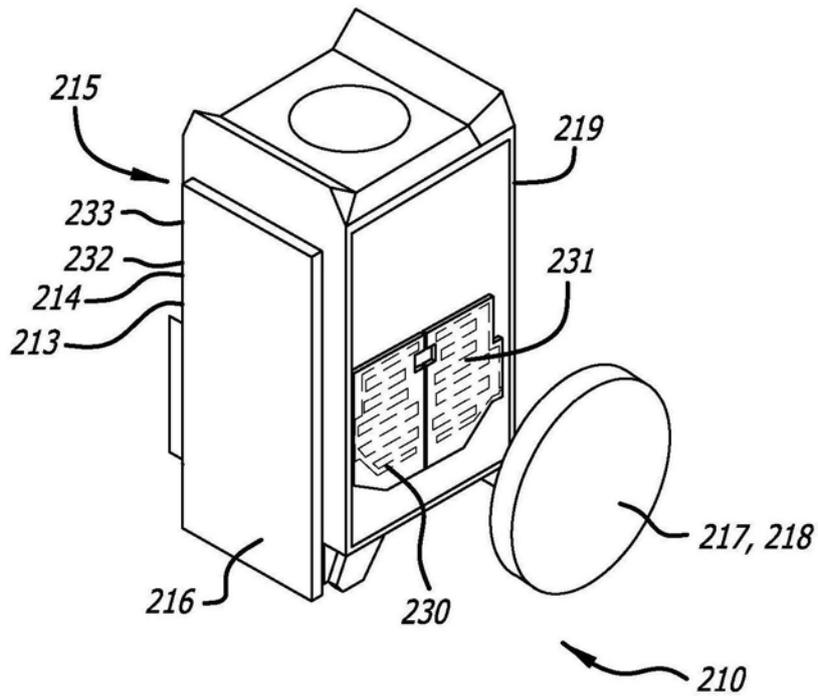


图2B

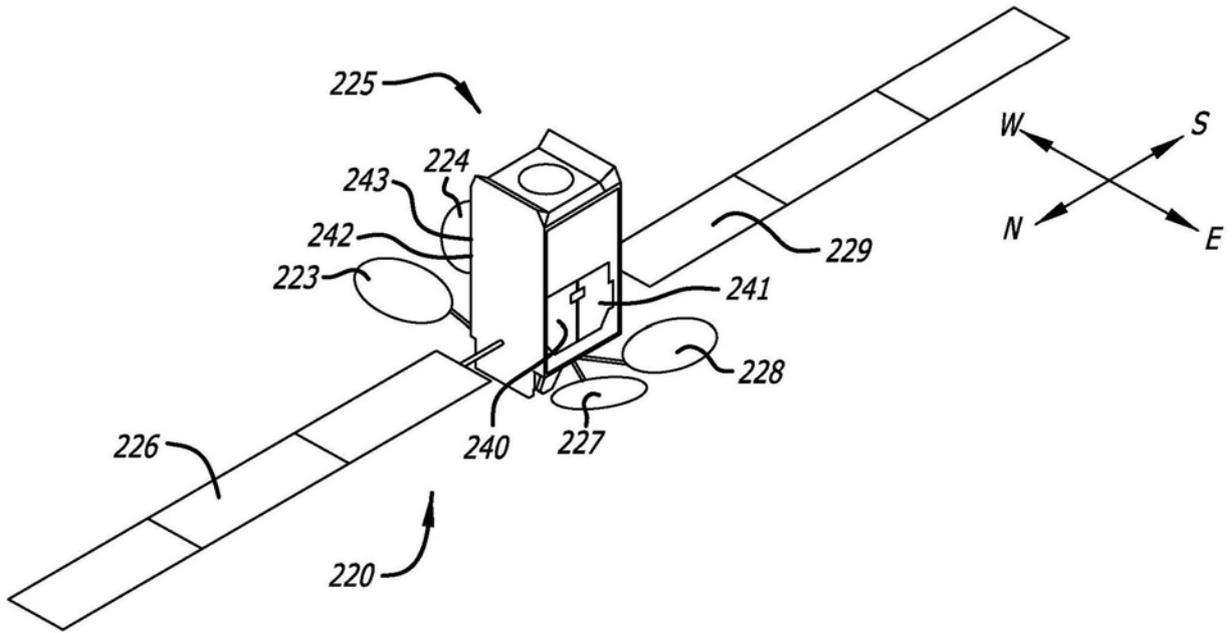


图2C

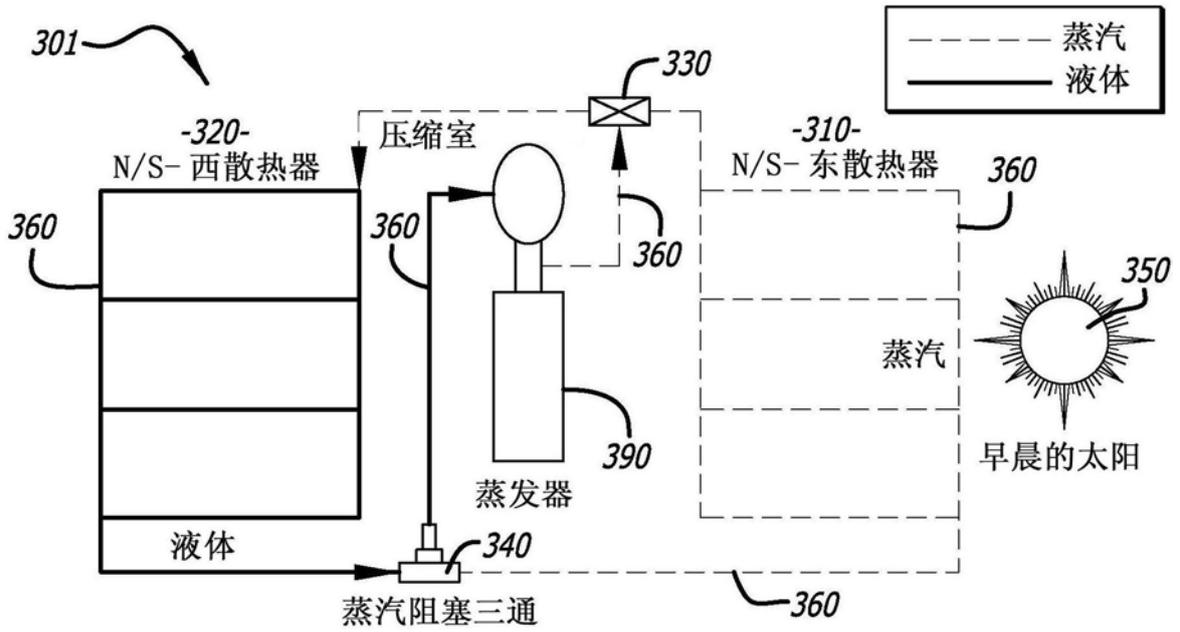


图3A

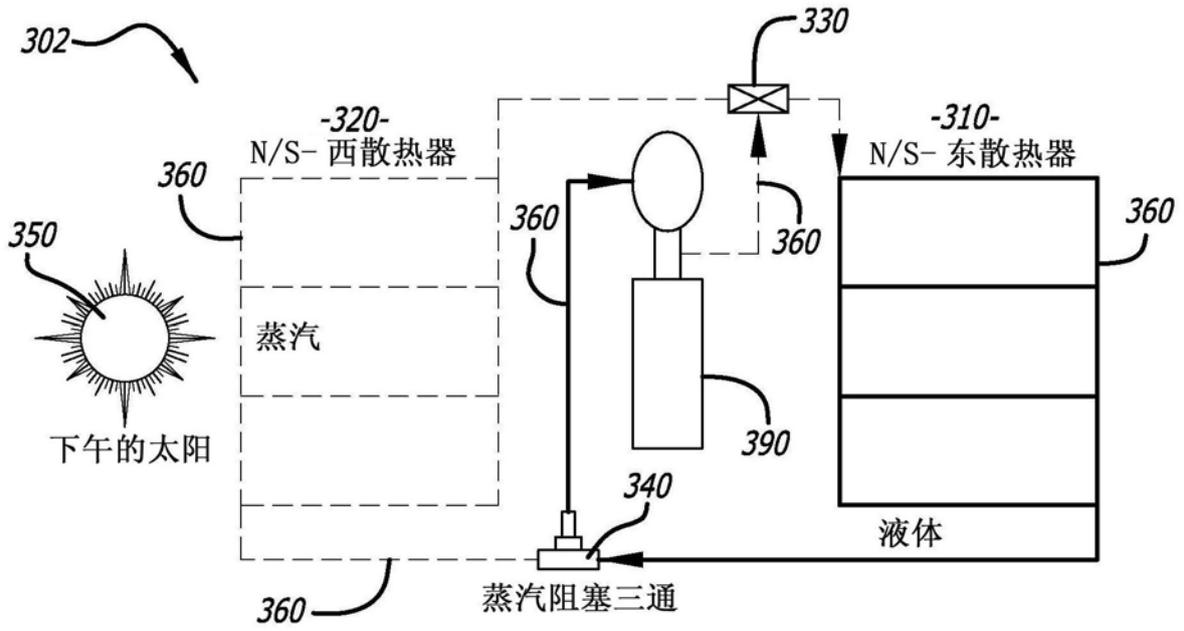


图3B

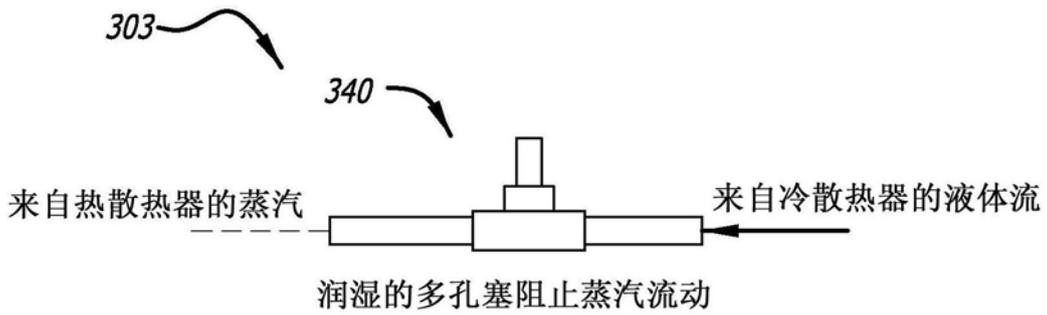


图3C

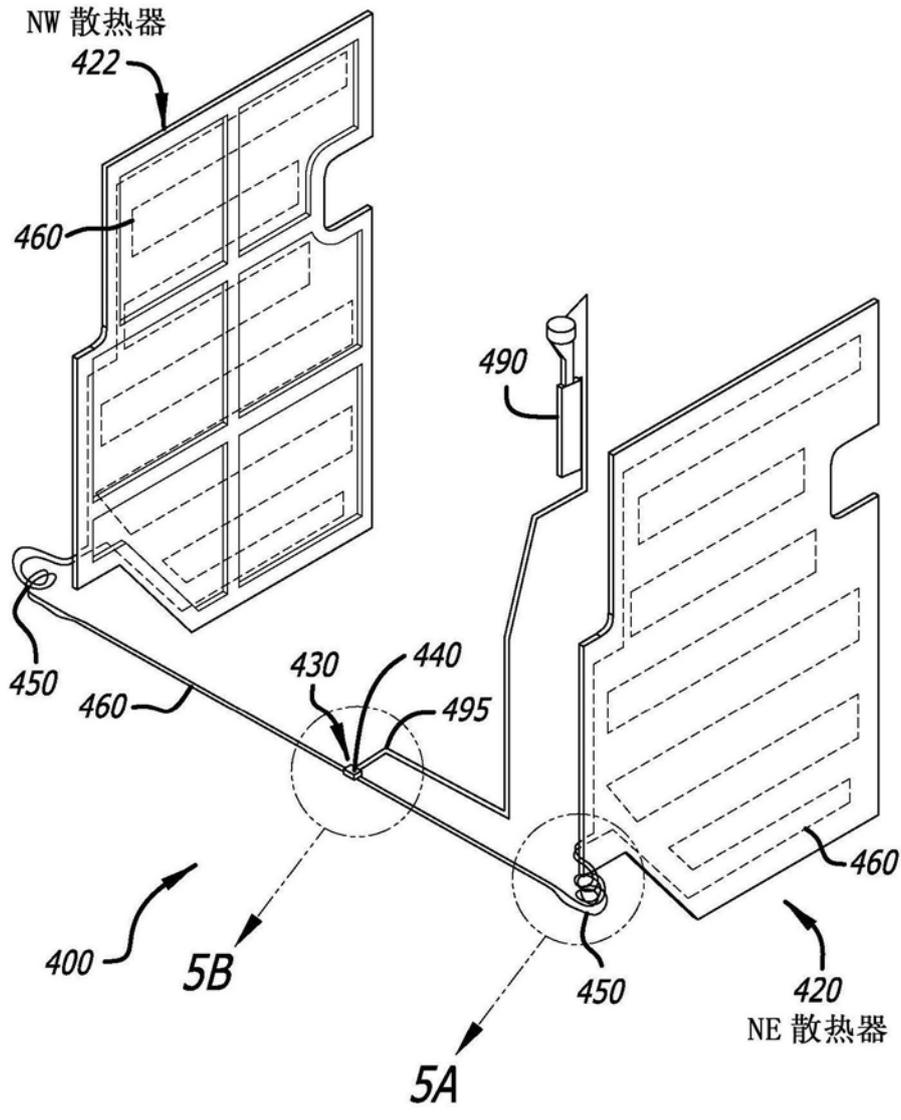


图4A

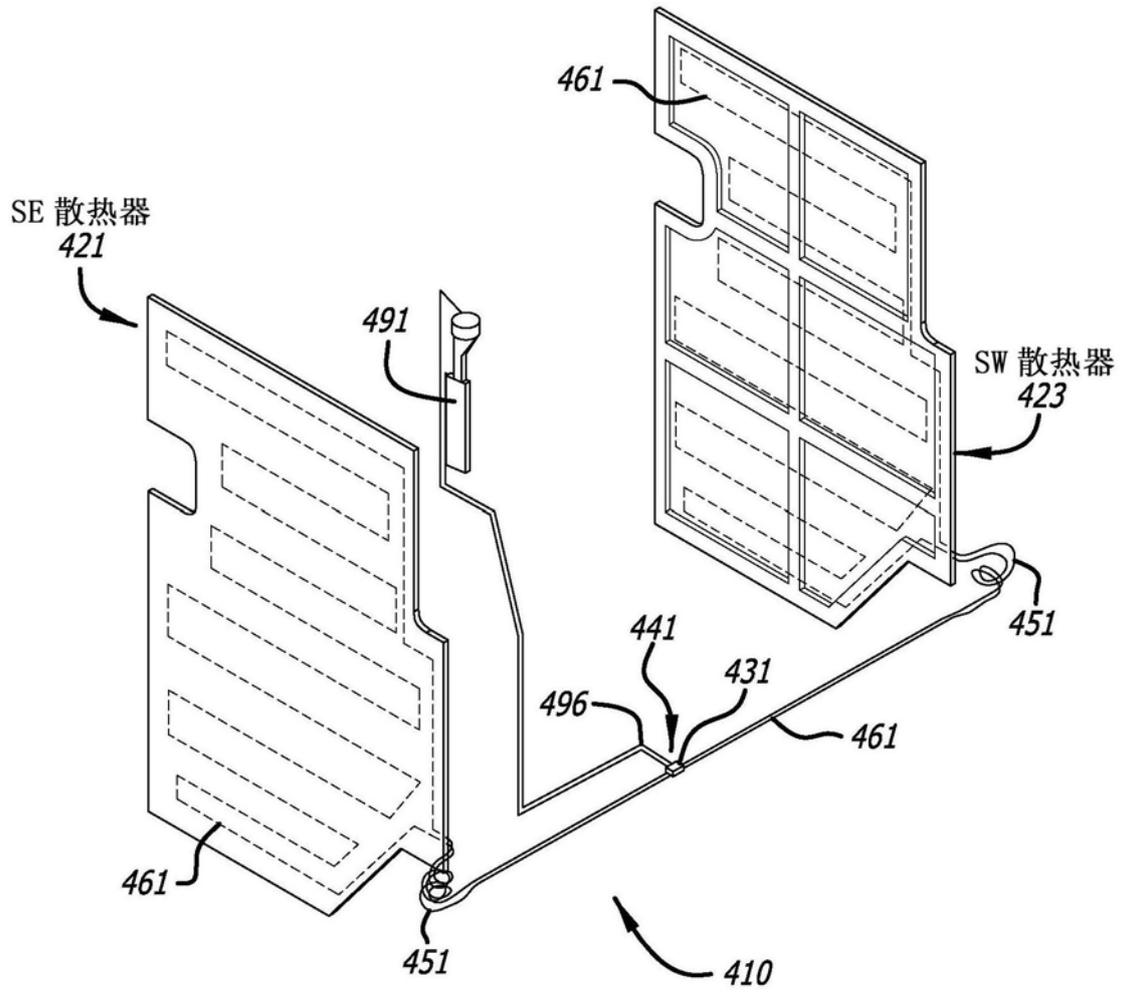


图4B

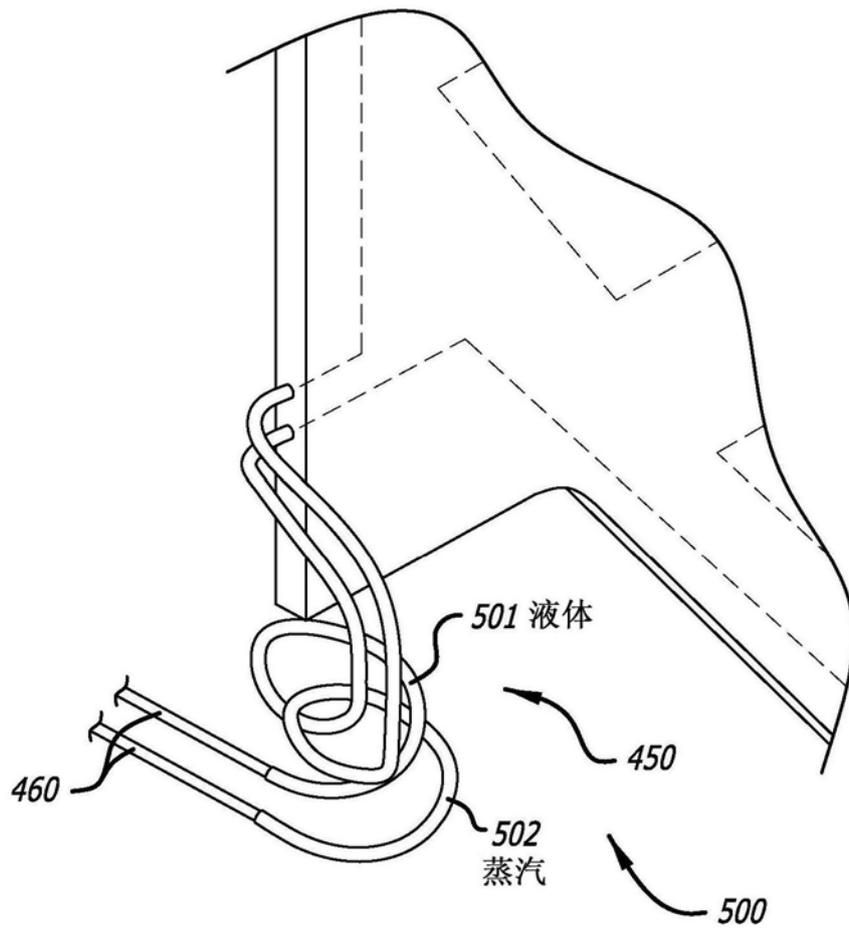


图5A

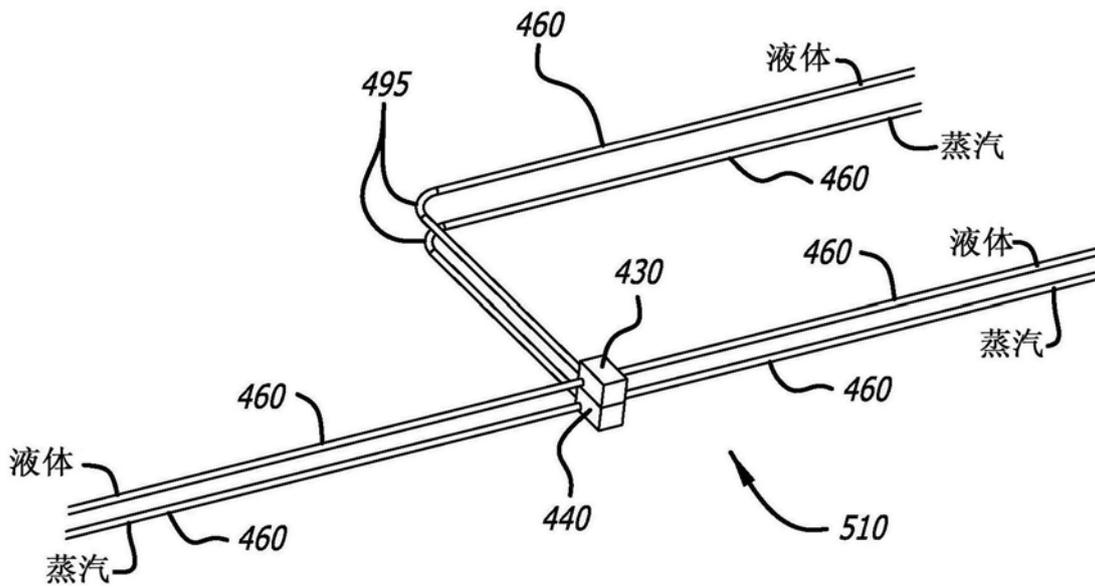


图5B

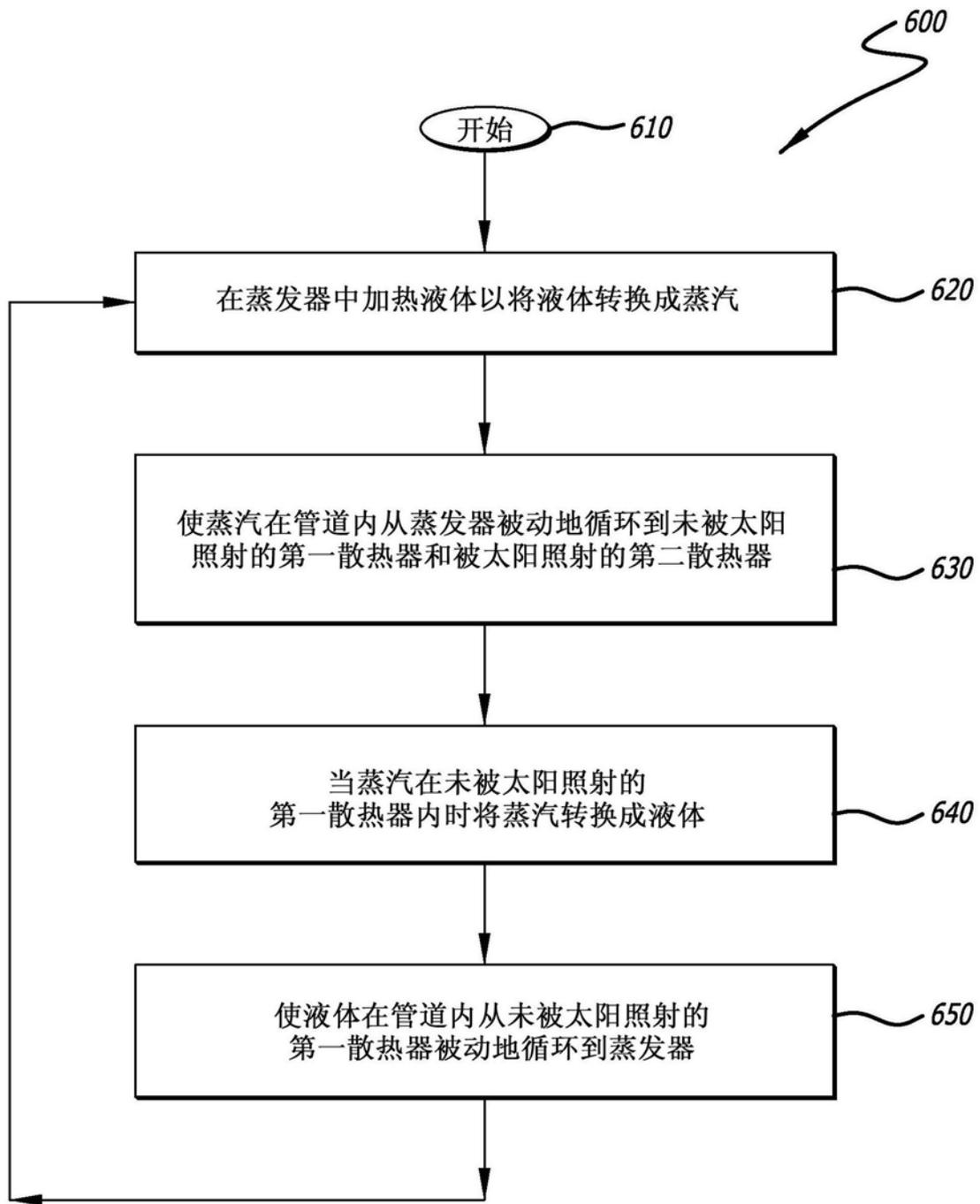


图6

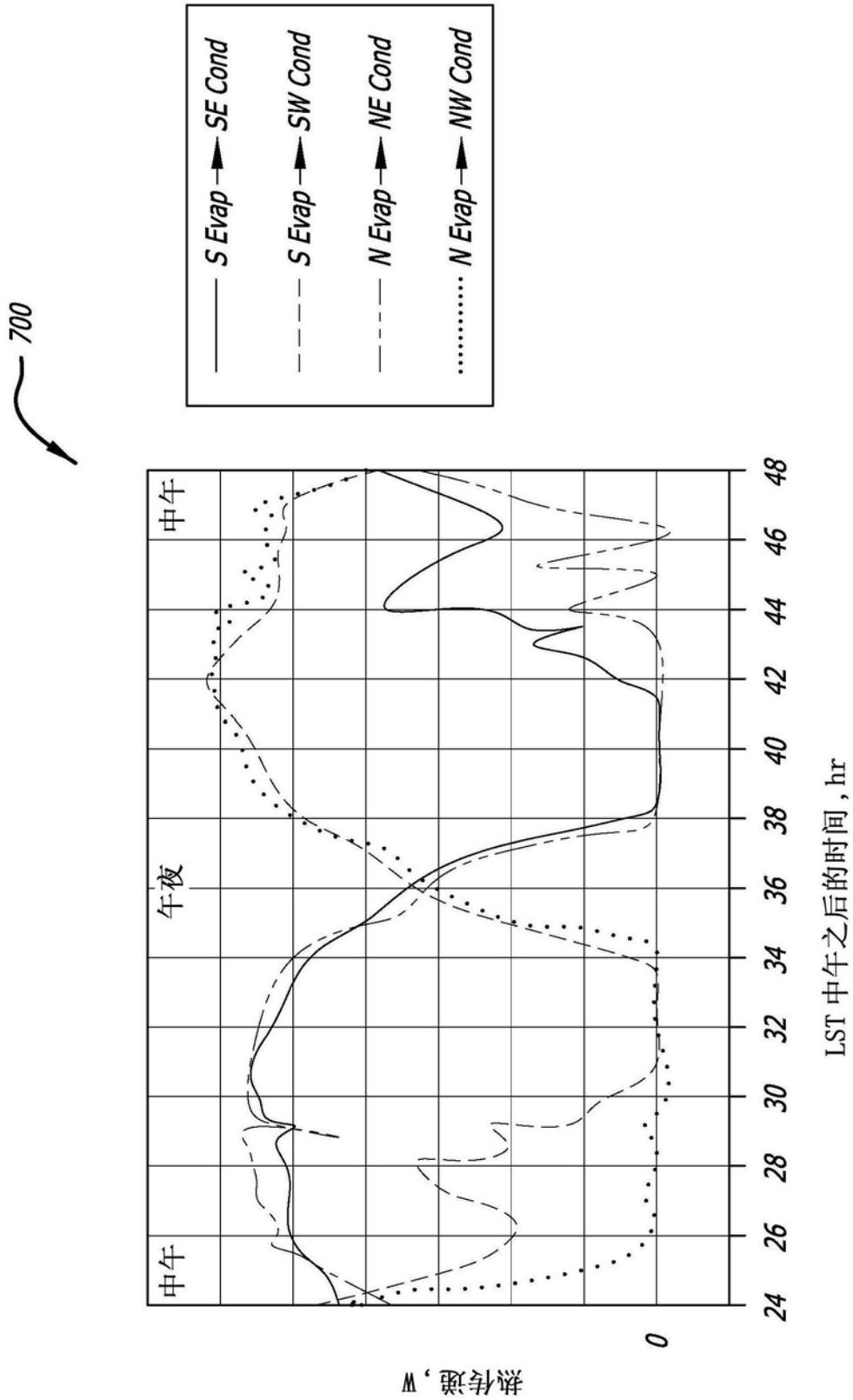


图7

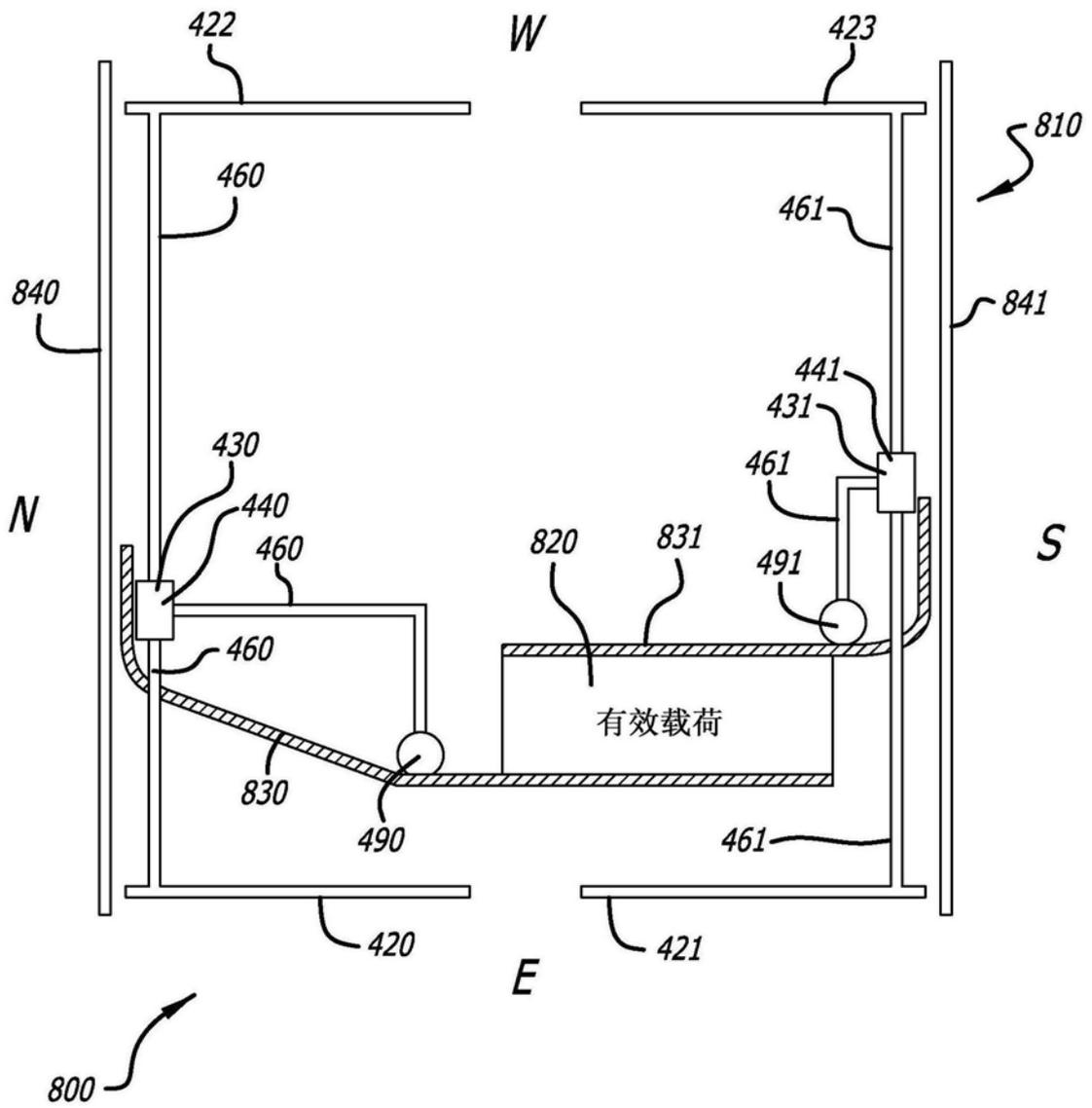


图8

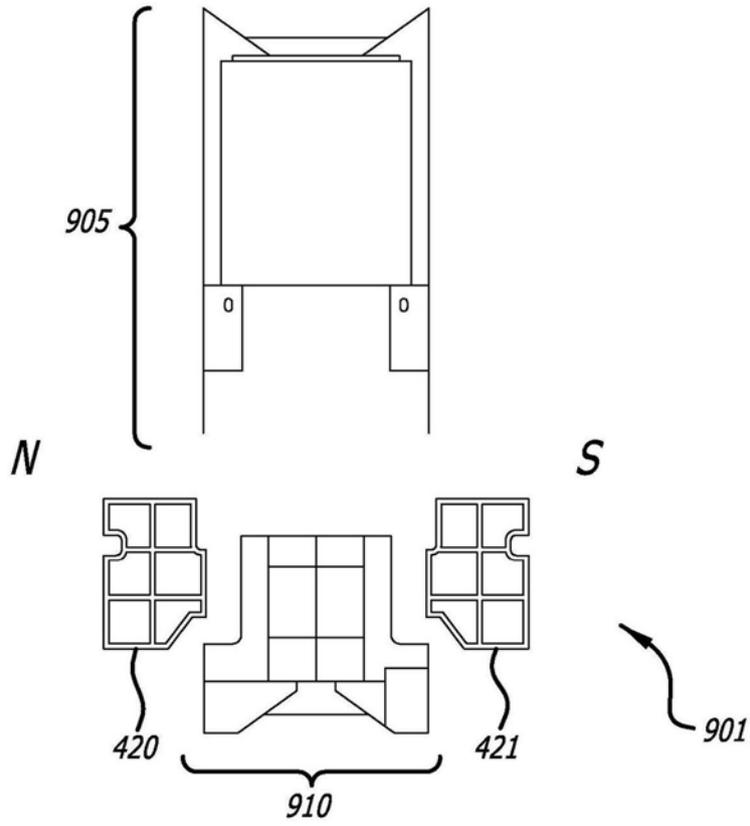


图9A

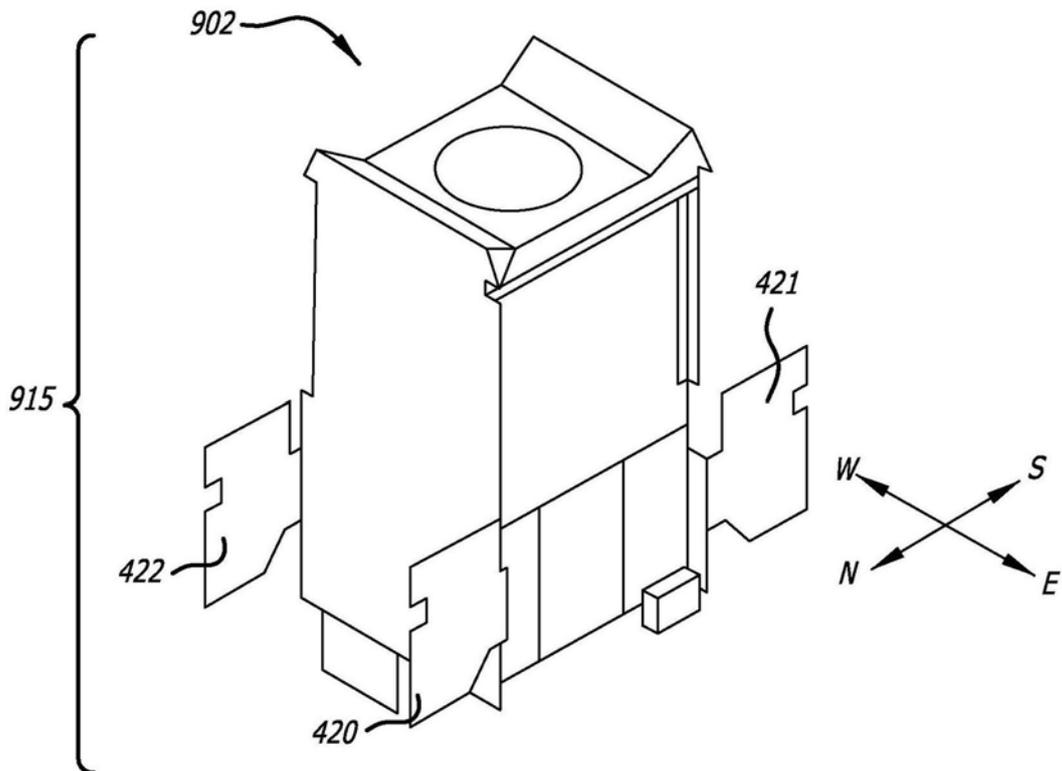


图9B

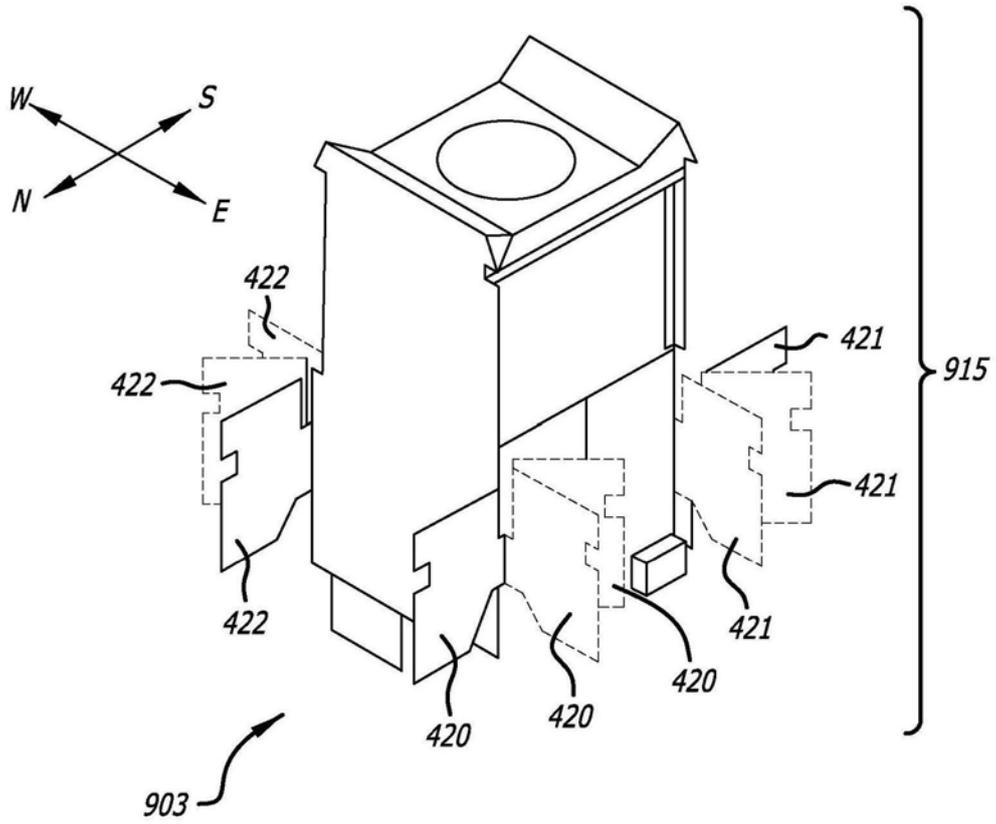


图9C

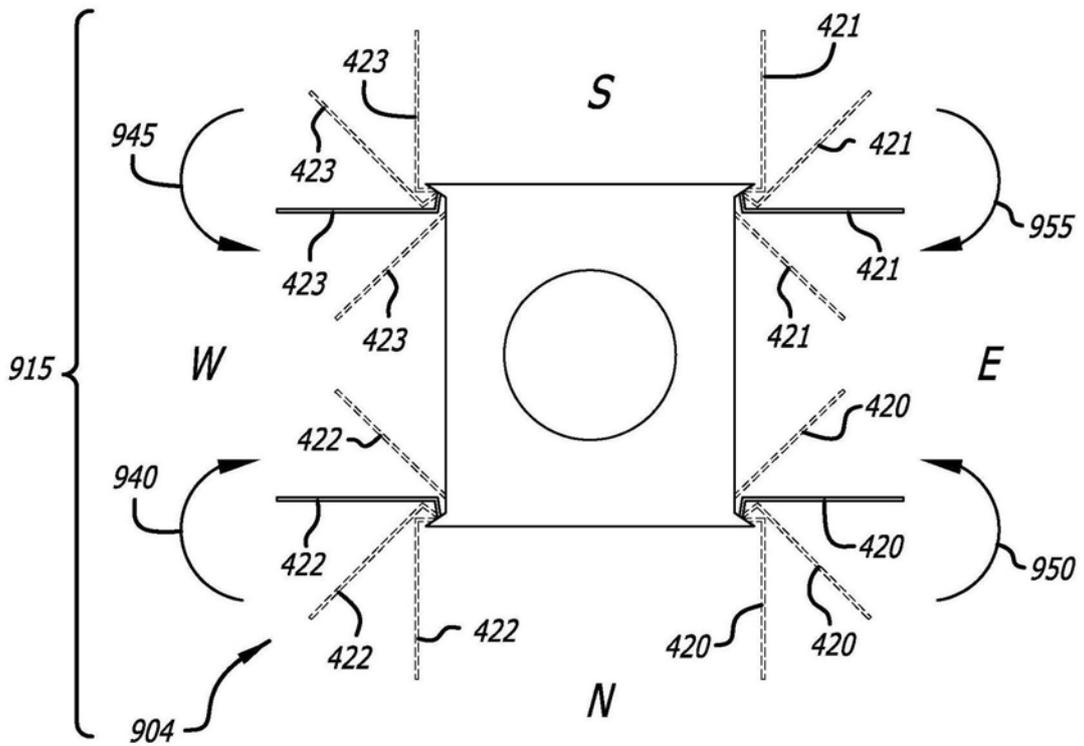


图9D

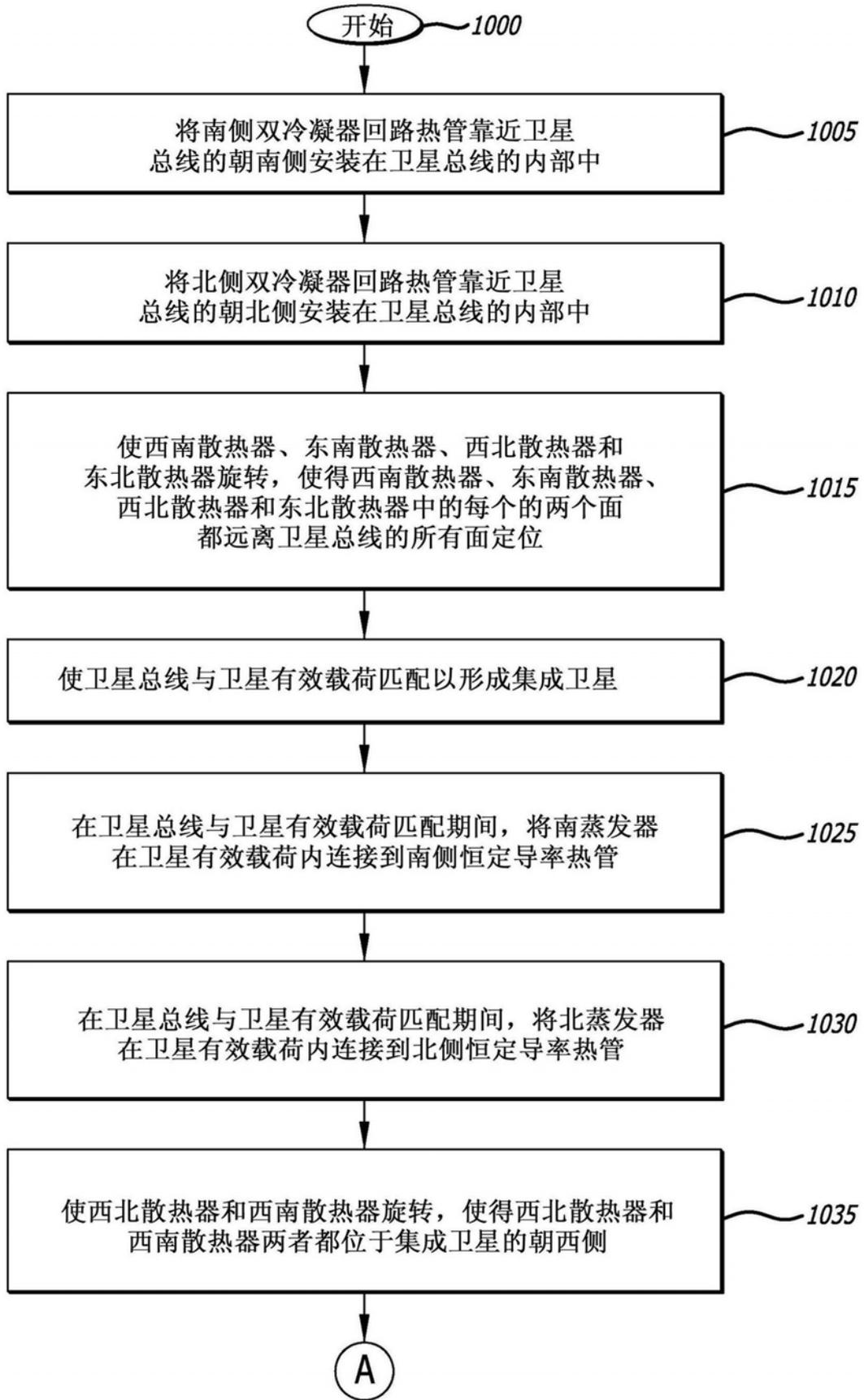


图10A

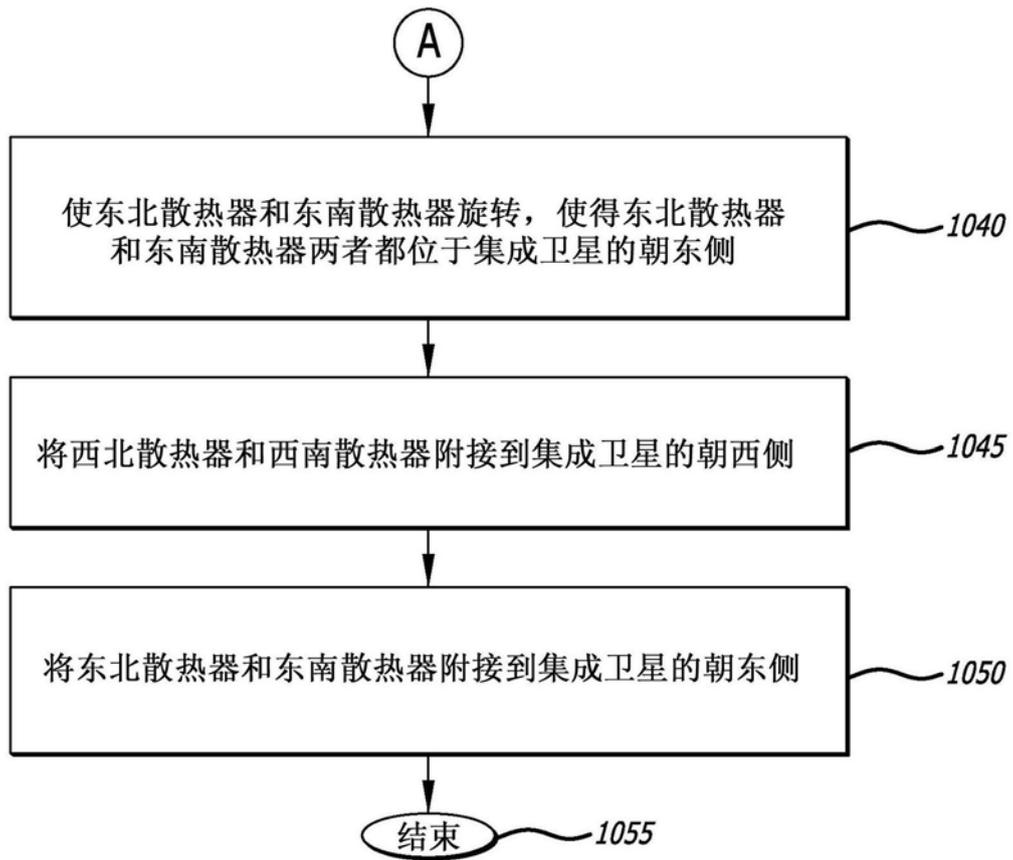


图10B