



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110173403 A

(43)申请公布日 2019.08.27

(21)申请号 201910124103.1

(22)申请日 2019.02.19

(30)优先权数据

15/901,779 2018.02.21 US

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 D·W·福奇 F·T·卡尔金斯

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 张美芹 王小东

(51)Int.Cl.

F03G 7/06(2006.01)

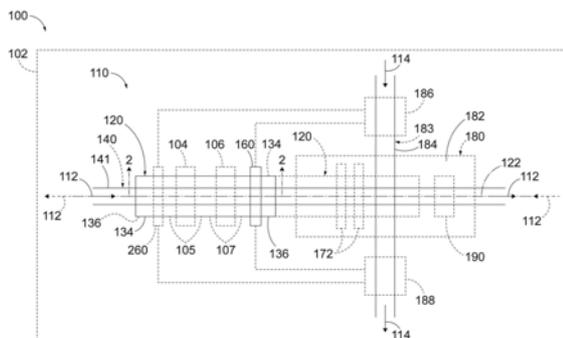
权利要求书2页 说明书16页 附图7页

(54)发明名称

包含形状记忆合金致动器的热管理系统和相关方法

(57)摘要

本发明提供包含形状记忆合金(SMA)致动器的热管理系统和相关方法。热管理系统包括热传递区域、过程流体管道、热管理流体管道和SMA致动器组件。SMA致动器组件包括联接到致动元件的SMA元件,该致动元件构造成采取在限制位置和打开位置之间限定的多个位置中的一个位置。致动元件的位置至少部分地基于SMA元件的构型。被动地调节过程流体的温度的方法包括输送与SMA元件热交换关系的过程流体流,使SMA元件转变以采取一构型,使过程流体流和热管理流体流均流过热传递区域,并调节热管理流体流的流速。



1. 一种热管理系统,该热管理系统构造成经由过程流体和热管理流体之间的热交换来调节所述过程流体的温度,所述热管理系统包括:

热传递区域,在该热传递区域内发生所述过程流体和所述热管理流体之间的热交换;

过程流体管道,该过程流体管道构造成输送与所述热传递区域成热交换关系的所述过程流体的过程流体流;

热管理流体管道,该热管理流体管道构造成输送与所述热传递区域成热交换关系的所述热管理流体的热管理流体流;以及

形状记忆合金致动器组件即SMA致动器组件,其构造成选择性地调节所述热管理流体流的流速,所述SMA致动器组件包括:

(i) SMA元件,该SMA元件与所述过程流体流热接触并且构造成采取多个构型之中的构型,其中所述SMA元件的所述构型至少部分地基于所述过程流体流的温度;以及

(ii) 联接至所述SMA元件的致动元件,其中,所述致动元件构造成采取限定在限制位置和打开位置之间的多个位置之中的位置,在所述限制位置中,所述致动元件限制所述热管理流体流在所述热管理流体管道内的流动,在所述打开位置中,所述致动元件允许所述热管理流体流在所述热管理流体管道内的流动,另外,其中所述致动元件的位置至少部分地基于所述SMA元件的构型。

2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中:

(i) 所述SMA元件包括SMA扭矩管,该SMA扭矩管构造成绕中心轴线扭转以在所述多个构型之中转变;并且

(ii) 所述致动元件构造成响应于所述SMA元件的温度升高而在第一扭矩方向上绕所述中心轴线旋转,并且响应于所述SMA元件的温度下降而在与所述第一扭矩方向相反的第二扭矩方向上绕所述中心轴线旋转。

3. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述过程流体管道构造成使得所述过程流体流动穿过所述SMA元件。

4. 根据权利要求3所述的热管理系统,其中,所述热管理系统构造成在所述过程流体流动穿过所述SMA元件之后改变所述过程流体的温度。

5. 根据权利要求3所述的热管理系统,其中,所述热管理系统构造成在所述过程流体流动穿过所述SMA元件时改变所述过程流体的温度。

6. 根据权利要求3所述的热管理系统,其中,所述热管理系统构造成在所述过程流体流动穿过所述SMA元件之前改变所述过程流体的温度。

7. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述SMA致动器组件限定以下中的至少一者:

(i) 热管理流体入口阀,该热管理流体入口阀构造成选择性地允许所述热管理流体流进入所述热传递区域;和

(ii) 热管理流体出口阀,该热管理流体出口阀构造成选择性地允许所述热管理流体流离开所述热传递区域;并且

其中,所述致动元件构造成选择性地致动所述热管理流体入口阀和所述热管理流体出口阀中的至少一者。

8. 根据权利要求7所述的热管理系统,其中,所述致动元件构造成在完全关闭构造和完

全打开构造之间选择性地致动所述热管理流体入口阀和所述热管理流体出口阀中的所述至少一者,并且其中,所述致动元件还构造成选择性地将所述热管理流体入口阀和所述热管理流体出口阀中的所述至少一者致动至处于所述完全关闭构造和所述完全打开构造之间的至少一个部分打开构造。

9. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述致动元件是第一致动元件,所述第一致动元件构造成响应于所述SMA元件的温度升高而沿第一致动方向绕中心轴线旋转过第一致动角,并且其中所述SMA致动器组件还包括第二致动元件,该第二致动元件构造成响应于所述SMA元件的温度升高而在第二致动方向上绕所述中心轴线旋转过第二致动角。

10. 根据权利要求9所述的热管理系统,其中,所述第一致动角不同于所述第二致动角。

包含形状记忆合金致动器的热管理系统和相关方法

技术领域

[0001] 本公开涉及包含形状记忆合金致动器的热管理系统和相关方法。

背景技术

[0002] 热管理系统通常可以构造成经由过程流体和热管理流体(例如空气)之间的热交换来调节过程流体(例如发动机油)的温度。例如,热管理系统可以利用冷空气流来降低流过管道的热油的温度。在一些应用中,调整过程流体被冷却的速率可能是有益的,例如以提高利用过程流体的发动机的效率。例如,可以选择性地致动诸如蝶形阀之类的阀以调整与过程流体热接触的热管理流体的流速。然而,这种阀可能重、体积大和/或昂贵,并且可能需要额外的部件和/或维护以确保可靠的操作。

发明内容

[0003] 本文中公开了包含形状记忆合金致动器和相关方法的热管理系统。热管理系统构造成经由过程流体和热管理流体之间的热交换来调节所述过程流体的温度。所述热管理系统包括热传递区域,在该热传递区域内发生所述过程流体和所述热管理流体之间的热交换。所述热管理系统还包括:过程流体管道,其构造成输送与所述热传递区域成热交换关系的所述过程流体的过程流体流;以及热管理流体管道,其构造成输送与所述热传递区域成热交换关系的所述热管理流体的热管理流体流。所述热管理系统另外包括形状记忆合金(SMA)致动器组件,其构造成选择性地调节所述热管理流体流的流速。所述SMA致动器组件包括SMA元件,其与所述过程流体流热接触并且构造成采取多个构型之中的构型。所述SMA元件的所述构型至少部分地基于所述过程流体流的温度。所述SMA致动器组件还包括联接至所述SMA元件的致动元件。所述致动元件构造成采取限定在限制位置和打开位置之间的多个位置之中的位置。在所述限制位置中,所述致动元件限制所述热管理流体流在所述热管理流体管道内的流动。在所述打开位置中,所述致动元件允许所述热管理流体流在所述热管理流体管道内的流动。所述致动元件的所述位置至少部分地基于所述SMA元件的构型。

[0004] 一种经由过程流体与热管理流体之间的热交换来被动地调节所述过程流体的温度的方法,所述方法包括输送与形状记忆合金(SMA)元件成热交换关系的所述过程流体的过程流体流。所述方法还包括将所述SMA元件转变成采取多个构型之中的构型,使得所述转变基于所述过程流体流的温度。所述方法还包括:使所述过程流体流流动穿过热传递区域;并且使所述热管理流体的热管理流体流流动穿过所述热传递区域。所述方法另外包括调整所述热管理流体流的穿过所述热传递区域的流速以调节所述过程流体流的温度。所述调整响应于所述转变。

附图说明

[0005] 图1是表示根据本公开的热管理系统的示意性平面图。

[0006] 图2是沿图1的线2-2剖取的示意性剖面图。

[0007] 图3是表示根据本公开的形状记忆合金 (SMA) 致动器的前视立体图。

[0008] 图4是表示根据本公开的借助两个固定联接器联接到支撑结构的SMA致动器组件的示意性剖视平面图。

[0009] 图5是表示根据本公开的热管理系统的示意性平面图,该热管理系统包括多个SMA致动器组件和多个热交换器。

[0010] 图6是表示根据本公开的位于热传递区域中的互补热交换芯的下游的SMA致动器组件的端视图。

[0011] 图7是表示根据本公开的热管理系统的一部分的示意性端视图,该热管理系统包括一对SMA致动器组件,这一SMA致动器组件致动一对热管理流体入口阀和一对热管理流体出口阀。

[0012] 图8是根据本公开的滞后曲线的图示。

[0013] 图9是描绘根据本公开的被动地调节过程流体的温度的方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 图1至图9提供了根据本公开的形状记忆合金 (SMA) 致动器110、包括SMA致动器组件110的热管理系统100、SMA致动器组件110的特性和/或被动调节过程流体的温度的方法300的说明性非排他的实施例。在图1至图9的每一者中均用相同数字标记用于类似或至少基本类似的目的的元件,并且本文中可能不参考图1至图9中的每一者详细论述这些元件。类似地,可能图1至图9中的每一者中不标记所有元件,但是,本文中会一致地使用与其相关的附图标记。在不脱离本公开的范围的情况下,本文中参考图1至图9中的一者或多者论述的元件、部件和/或特征可以包括和/或用在图1至图9中的任一者中。通常,在图中,以实线示出可能包括在给定的实施例中的元件,而以虚线示出对于给定实施例可选的元件。然而,以实线示出的元件不是对本公开的所有实施例都是必要的,并且在不脱离本公开的范围的情况下,可以从特定实施例省略以实线示出的元件。

[0015] 图1是根据本公开的热管理系统100的示意图。热管理系统100通常构造成经由过程流体和热管理流体之间的热交换来调节过程流体的温度。如图1中示意性所示,热管理系统100包括热传递区域182,在热传递区域182内发生过程流体和热管理流体之间的热交换。作为实施例,热管理系统100可以构造成使得过程流体和热管理流体之间的热交换增加过程流体的温度和/或降低过程流体的温度。热管理系统100还包括过程流体管道141和热管理流体管道184。过程流体管道141构造成输送与热传递区域182成热交换关系的过程流体的过程流体流112。类似地,热管理流体管道184构造成输送与热传递区域182成热交换关系的热管理流体流114。

[0016] 过程流体可以包括和/或是诸如液体、水、润滑剂和/或油之类的任何合适的流体。类似地,热管理流体可以包括和/或是任何适当的流体,用于将热能带离过程流体和/或将热能供应至过程流体。作为实施例,热管理流体可以包括和/或是气体、空气、热管理系统100周围的环境空气、液体、水和/或有机化合物。作为更具体的实施例,过程流体可以是在涡轮风扇发动机中使用的发动机油,并且热管理流体可以是空气。在这样的实施方式中,相对于缺少热管理系统100而其他方面相同的涡轮风扇发动机,热管理系统100可以促进涡轮风扇发动机更有效地操作。例如,在空气冷却涡轮风扇发动机中,利用空气流作为热量管理

流体会降低发动机的效率,例如通过重新引导空气流否则可能产生推力和/或通过增加涡轮风扇发动机上的阻力。相对于缺少热管理系统而其他方面相同的发动机,结合这种发动机使用根据本公开的热管理系统100可以减少冷却过程流体所需的热管理流体的量,从而提高发动机的效率。

[0017] 继续参考图1,热管理系统100另外包括SMA致动器组件110,该SMA致动器组件110构造成选择性地调节与热传递区域182成热交换关系输送的热管理流体的流速。SMA致动器组件110包括与过程流体热接触的SMA元件120。SMA元件120构造成采取限定在第一构型和第二构型之间的多个构型之中的构型。例如,SMA元件120可以构造成围绕中心轴线122扭转以在多个构型之间转变。如本文中所示, SMA元件120的构型可以指SMA元件120的旋转和/或扭转状态,和/或可以指SMA元件120的任何其他适当的形状和/或几何特性。SMA元件120的构型至少部分地基于与SMA元件120热接触的过程流体的温度。例如,SMA元件120可以包括和/或是SMA扭矩管,和/或可以至少基本上由形状记忆合金形成。作为实施例,形状记忆合金可包括和/或是二元合金;镍钛合金;二元镍钛合金;三元合金;包括镍和钛的三元合金;三元镍-钛-钨合金;三元锰-镍-钴合金;四元合金;包括镍和钛的四元合金;以及包括镍、钛、钨、锰、钨、铜、铁、银、钴、铬和/或钒中的至少一种的合金。在SMA元件120包括SMA扭矩管的实施方式中,SMA扭矩管可以是管状、圆柱形和/或中空的。

[0018] 如图1中进一步示意性所示,SMA致动器组件110另外包括联接至SMA元件120的致动元件160。致动元件160构造成采取限定在限制位置和开放位置之间的多个位置之中的位置。当致动元件160处于限制位置时,致动元件160限制热管理流体在热管理流体管道184内流动。另选地,当致动元件160处于打开位置时,致动元件160允许热管理流体在热管理流体管道184内流动。

[0019] 热管理系统100构造成使得致动元件160的位置至少部分地基于SMA元件120的构型。因此,因为SMA元件120的构型可以随着与SMA元件120热接触的过程流体的温度而变化,并且因为穿过热传递区域182的热管理流体流114至少部分由致动元件160的位置确定,所以热管理系统100可以被动地调节过程流体的温度。换句话说,热管理系统100构造成使得过程流体和热管理流体之间的热交换速率至少部分地基于过程流体的温度。因此,热管理系统100还可以被称为被动热管理系统100或反馈调节热管理系统100。

[0020] 热管理系统100通常构造成使热管理流体在热传递区域182内热接触过程流体,以改变过程流体的温度。如图1中示意性所示,热管理系统100可以包括限定热传递区域182的热交换器180。如图1中进一步示意性所示,热管理系统100还可以包括热管理流体管183,该热管理流体管183至少部分限定热管理流体管道184。换句话说,热管理系统100可以构造成使得热管理流体流114流动穿过热管理流体管183的热管理流体管道184并流动到热交换器180的热传递区域182中。热管理流体管183可以具有任何适当的截面形状。作为实施例,热管理流体管183可以具有圆形、三角形、矩形和/或椭圆形的截面形状。附加地或另选地,热管理流体管183可以包括和/或限定至少一个诸如直翅片、波状翅片、一对偏置翅片、销和/或凹坑之类的热传递增强元件。

[0021] 热管理系统100可以构造成在沿着过程流体流112的路径的任何适当的位置处改变过程流体的温度。例如,热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过SMA元件120之后改变过程流体的温度,例如在SMA元件120不在热传递区域182内延伸的实施方式中。另外或

可选地,热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过SMA元件120时改变过程流体的温度。例如,并且如图1中的虚线所示,SMA元件120可以至少部分地定位在热传递区域182内。在这样的实施方式中,SMA元件120可以在过程流体流112和热管理流体流114之间的热交换期间使过程流体流112与热管理流体流114流体隔离。在本公开的范围内,热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过SMA元件120之前改变过程流体的温度。例如,如图1中的虚线所示,过程流体流112可以被引导成过程流体在流动穿过SMA元件120的至少一部分之前流动穿过热传递区域182。相对于其他方面相同的热管理系统100(其中过程流体在流动穿过热传递区域182之前流动穿过SMA元件120),这样的构造可以有助于更精确地控制过程流体的温度。

[0022] 如图1中进一步示意性所示,SMA致动器组件110另外可以包括与SMA元件120热连通的至少一个均热器172,使得均热器172构造成增强热管理流体和SMA元件120之间的热连通。例如,在SMA元件120至少部分在热传递区域182内延伸的实施方式中,均热器172可以联接至SMA元件120并且定位在热传递区域182内,使得热管理流体流114至少部分经由均热器172热接触过程流体流112。换句话说,均热器172可以构造成在过程流体流动穿过SMA元件120时促进热管理流体流114和过程流体流112之间的热传递。这样的构造可以使热管理系统100相对于缺少均热器172而其他方面相同的热管理系统100能够更小和/或更有效。作为更具体的实施例,均热器172可以包括和/或是散热器、翅片、圆形翅片和/或板。均热器172可以以任何适当的方式联接至SMA元件120。例如,均热器172可以联接至SMA元件120,使得均热器172允许SMA元件120围绕中心轴线122扭转。附加地或另选地,SMA致动器组件110可以包括沿着SMA元件120的长度定位的多个间隔开的均热器172。

[0023] 热管理系统100通常可以构造成使得SMA致动器组件110借助热传递区域182变更热管理流体流114。例如,并且如图1中示意性所示,SMA致动器组件110可以限定:热管理流体入口阀186,其构造成选择性地允许热管理流体流114进入热传递区域182;和/或热管理流体出口阀188,其构造成选择性地允许热管理流体流114离开热传递区域182。在这样的实施方式中,致动元件160可以构造成选择性地致动热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188。更具体地,致动元件160可以构造成在完全关闭构造和完全打开构造之间致动热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188。例如,热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188的完全关闭构造可以对应于致动元件160的限制位置,和/或热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188的完全打开构造可以对应于致动元件160的打开位置。致动元件160还可以构造成将热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188致动至少一个部分打开构造、多个部分打开构造和/或无限数量的部分打开构造,这些部分打开构造处于完全关闭构造和完全打开构造之间。致动元件160可以包括和/或是用于致动热管理流体入口阀186和/或热管理流体出口阀188的任何适当机构,其实施例包括齿轮、正齿轮、蜗轮、蜗杆和/或凸轮。

[0024] 图2是沿着图1中的线2-2剖取的SMA致动器组件110的一部分的示意性剖面图。如图1至图2中示意性所示,热管理系统100可以包括限定过程流体管道141的过程流体管140。过程流体管道141可以构造成使过程流体流动穿过SMA元件120。更具体地,并且如图2中示意性所示,过程流体管道141可以在SMA元件120的上游端134和下游端136之间延伸,使得过程流体管道141构造成接收与SMA元件120成热交换关系的过程流体。换句话说,SMA致动器

组件110可以构造成使得过程流体流112从SMA元件120的上游端134流动穿过过程流体管道141到达下游端136。

[0025] 如图2中示意性所示,过程流体管140可以延伸穿过SMA元件120的内部。例如,过程流体管140可以在由SMA元件120限定的SMA元件管道128内延伸。过程流体管140可以至少基本与SMA元件120同轴。附加地或另选地,SMA元件120可以至少部分包围过程流体管140,和/或可以限定过程流体管140和/或过程流体管道141的至少一部分。例如,在SMA元件120至少部分限定过程流体管道141的实施方式中,SMA元件管道128可以包括和/或是过程流体管道141。作为更具体的实施例,在过程流体管道140没延伸穿过SMA元件120的内部的实施方式中,过程流体可以流动穿过由SMA元件120限定的SMA元件管道128,使得过程流体与SMA元件120接触。

[0026] 如图2中进一步示意性所示,SMA元件120可以限定内表面124和外表面126。内表面124可以至少部分地限定SMA元件管道128、过程流体管140和/或过程流体管道141。附加地或另选地,过程流体管140可以物理地接触内表面124。

[0027] 当SMA致动器组件110包括过程流体管140时,SMA致动器组件110还可以包括在过程流体管140和内表面124之间延伸的热传递材料150。在这样的实施方式中,热传递材料150可以构造成增强过程流体管140和SMA元件120之间的热连通或者热接触。作为实施例,热传递材料150可以包括和/或是液体、导热流体、热传递流体、填充材料、油脂、热油脂、固体结构、弹性材料和/或可压缩材料。

[0028] 如图2中进一步示意性所示,SMA致动器组件110另外可以包括绝缘层170,绝缘层170至少基本上围绕SMA元件120并且构造成限制SMA元件120与绝缘层170外部的周围环境之间的热连通。例如,在SMA元件120不在热传递区域182内延伸的实施方式中,可能希望SMA元件120内的过程流体的温度基本上不受SMA元件120外部的周围环境的温度影响。附加地或可选地,可能希望SMA元件120与过程流体处于相同温度或至少基本相同的温度,例如以有助于SMA元件120采取响应于过程流体的温度的构型。因此,绝缘层170可以有助于SMA元件120保持在与在SMA元件120内流动的过程流体相同的温度或至少基本相同的温度。

[0029] 图3是热管理系统100的一部分的略示意图。如图1中示意性所示,并且如略示意的图3中所示,热管理系统100可以包括支撑结构102,SMA元件120安装至该支撑结构。更具体地,并且如图3中所示,SMA元件120可以借助至少一个固定联接器104安装至支撑结构102,该固定联接器104构造成限制SMA元件120的安装区域105相对于支撑结构102旋转。例如,固定联接器104可以静态地联接至支撑结构102(例如经由螺栓和/或另一个机械紧固件)并且可以静态地联接至SMA元件120(例如通过粘合剂或焊接),使得SMA元件120的邻近固定联接器104的安装区域105被限制相对于支撑结构102旋转。附加地或另选地,并且如图3中进一步所示,SMA元件120可以借助至少一个轴承联接器106安装至支撑结构102,该轴承联接器106构造成允许SMA元件120的支撑区域107相对于支撑结构102旋转。

[0030] 图3另外示出了绕中心轴线122扭转的SMA元件120的实施例。更具体地,并且如图3中所示,SMA元件120可以构造成绕中心轴线122扭转,使得致动元件160响应于SMA元件120的温度升高或被升高而在第一扭矩方向130上绕中心轴线122旋转。SMA致动器组件110还可以构造成使得致动元件160响应于SMA元件120的温度的降低或被降低而在第二扭矩方向132上绕中心轴线122旋转,第二扭矩方向132与第一扭矩方向130相反。

[0031] 如图3中所示,致动元件160可以是第一致动元件160,并且SMA致动器组件110还可以包括第二致动元件260。例如,在图3的实施方式中,第一致动元件160具有杠杆的形式,并且第二致动元件260具有齿轮的形式。然而,这不是对所有SMA致动器组件110都是必需的,并且另外在本公开的范围,第一致动元件160和第二致动元件260均可以包括和/或是任何适当的机构,并且可以是相同的机构或不同的机构。作为另外的实施例,在包括第一致动元件160和第二致动元件260的热管理系统100的实施方式中,第一致动元件160和第二致动元件260中的每一者均可以包括和/或是齿轮、正齿轮、蜗轮、杠杆和/或凸轮。如图1中所示,在包括第一致动元件160和第二致动元件260的热管理系统100的实施方式中,第一致动元件160可以构造成致动热管理流体入口阀186,并且第二致动元件260可以构造成致动热管理流体出口阀188。

[0032] 继续参考图3,第一致动元件160可以构造成响应于SMA元件120的温度升高而在第一致动方向164上绕中心轴线122旋转过第一致动角162。类似地,如图3中另外示出的,第二致动元件260可以构造成响应于SMA元件120的温度升高而在第二致动方向264上绕中心轴线122旋转过第二致动角262。取决于SMA致动器组件110和/或SMA元件120的构造,第一致动方向164可以与第二致动方向264相同,或者可以与第二致动方向264相反。例如,并且如图3中所示。热管理系统100可以包括定位在第一致动元件160和第二致动元件260之间的固定联接器104,使得第一致动方向164和第二致动方向264彼此相反。

[0033] 此外,SMA致动器组件110可以构造成使得第一致动角162和第二致动角262至少基本上相等或者可以构造成使得第一致动角162不同于第二致动角262。例如,在包括固定联接器104的热管理系统100的一个实施方式中,第一致动角162的大小可以与固定联接器104和第一致动元件160之间的第一致动元件距离166成比例。类似地,第二致动角262的大小可以与固定联接器104和第二致动元件260之间的第二致动元件距离266成比例。因此,当第一致动元件距离166和第二致动元件距离266至少基本相等时,第一致动角162和第二致动角262可以至少基本相等。以这种方式,第一致动角162和第二致动角262中的每一者的绝对和/或相对大小可以至少部分地由第一致动元件距离166和/或第二致动元件距离266选择和/或确定。

[0034] 图4示意性地示出了包括固定联接器104的热管理系统100的一部分的另一实施例。具体地,在图4的实施方式中,SMA元件120借助位于SMA元件120的相对两端的一对固定联接器104联接至支撑结构102。图4另外示出了这样的SMA致动器组件110,其中,致动元件160定位在一对固定联接器104中的每一者之间。在这样的实施方式中,SMA元件120可以构造成在一对固定联接器104中的每一者之间沿第一扭矩方向130扭转(例如响应于SMA元件120的温度升高),使得致动元件160也沿第一扭矩方向130旋转。

[0035] 图4另外示意性地示出了热管理系统100的实施例,其中过程流体管140没延伸穿过SMA元件120。在这样的实施方式中,过程流体管140可以联接至SMA元件120,使得过程流体流112顺序地流动穿过过程流体管140和SMA元件120。作为实施例,并且如图4中示意性所示,过程流体管140可以包括流体联接至SMA元件120的上游端134的过程流体出口144和/或流体联接至下游端136的过程流体入口142。另外或另选地,过程流体出口144可以机械地联接至SMA元件120的上游端134,和/或过程流体入口152可以机械地联接至SMA元件120的下游端136。更具体地,并且如图4中进一步示意性地所示,过程流体管140可以流体地和/或机

械地联接至SMA元件120的至少一个安装区域105。换句话说，SMA元件120的上游端134和下游端136均借助相应的固定联接器104安装到支撑结构102的构造可以允许过程流体管140机械地联接到上游端134和下游端136中的每一者，而上游端134和/或下游端136不相对于过程流体管140扭转。在这样的实施方式中，过程流体管140可以被描述成包括多个间隔开的节段，使得过程流体管140和SMA元件120共同限定过程流体管道141。

[0036] 图5示意性地示出了热管理系统100的实施方式，该热管理系统100包括多个SMA致动器组件110。例如，并且如图5中示意性所示，SMA致动器组件110可以是具有第一SMA元件120的第一SMA致动器组件110，并且热管理系统100还可以包括具有第二SMA元件220的第二SMA致动器组件210。如图5中另外示意性所示的，第一SMA致动器组件110的致动元件160可以是第一致动元件160，并且第二SMA致动器组件210可以包括第二致动元件261。在图5的实施例中，第一致动元件160构造成选择性地致动与第一热管理流体流114相关联的第一热管理流体出口阀188，并且第二致动元件261构造成选择性地致动与第二热管理流体流214相关联的第二热管理流体出口阀288。更具体地，在图5的实施例中，第一热管理流体流114流动穿过第一热交换器180的第一热传递区域182，并且第二热管理流体流214流动穿过第二热交换器280的第二热传递区域282。

[0037] 在包括第一SMA致动器组件110和第二SMA致动器组件210的热管理系统100的实施方式中，热管理系统100可以构造成改变在沿过程流体流112的任何适当位置处的过程流体的温度。例如，热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件220之前改变第一热传递区域182内的过程流体的温度。在这样的实施方式中，第一热传递区域182内的过程流体流112和热管理流体流114之间的热传递可以被描述成初始热传递阶段，并且第二热传递区域282内的过程流体流112与热管理流体流114之间的热传递可以被描述成补充热传递阶段。补充热传递阶段可以对应于过程流体的这样的温度变化，其小于初始热传递阶段中的过程流体的温度变化。相对于仅包括单个SMA致动器组件110和单个热交换器180而其他方面相同的热管理系统100，初始热传递阶段和补充热传递阶段顺序地发生的这样的构造可以用于减少产生过程流体中的给定温度变化所需的热管理流体的量。这种构造还可以有助于防止过程流体相对于过程流体的期望控制温度过冷或过热。附加地或另选地，热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件220时改变第一热传递区域182内的过程流体的温度。例如，并且如图5中的虚线示意性所示，第二SMA元件220可以至少部分地在第一热传递区域182内延伸，使得第二SMA元件220内的过程流体流112与穿过第一热传递区域182的热管理流体流114热连通。热管理系统100可以构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件220之后改变第一热传递区域182内的过程流体的温度，这也在本公开的范围内。例如，并且如图5中的虚线所示，过程流体流112可以被引导成使过程流体在流动穿过第一热传递区域182之前流动穿过第二SMA元件220的至少一部分。

[0038] 图6示出了热管理系统100的实施例，该热管理系统100包括位于热传递区域182内的SMA元件120。在图6的实施例中，SMA致动器组件110包括呈杠杆形式的致动元件160，其在完全关闭构造(以实线示出)和完全打开构造(以虚线示出)之间选择性地枢转热管理流体出口阀188。如图6中进一步所示，热管理系统100另外可以包括定位在热传递区域182内的互补热交换芯190，使得过程流体流112的至少一部分流动穿过互补的热交换芯190(如图1中示意性所示)。例如，并且如图6中所示，互补热交换芯190可以包括多个过程流体管道

141。作为更具体的实施例,互补热交换芯190可以包括和/或是空气-油热交换芯。如图6中所示,SMA元件120可以相对于热管理流体流114定位在互补热交换芯190的下游。然而,这不是对所有热管理系统100都是必须的,并且另外在本公开的范围内,SMA元件120可以相对于热管理流体流114定位在互补热交换芯190的上游,或者相对于热管理流体流114与互补热交换芯190平行。

[0039] 在包括互补热交换芯190的热管理系统100的实施方式中,过程流体可以以任何适当的顺序流动穿过互补的热交换芯190和SMA元件120。例如,热管理系统100可以构造成使得离开互补热交换芯190的过程流体与离开SMA元件120的过程流体结合。另外或另选地,热管理系统100可以构造成使得过程流体顺序地流动穿过互补的热交换芯190和SMA元件120。

[0040] 图7示出了包括多个SMA致动器组件110的热管理系统100的另一实施例。更具体地,在图7的实施例中,热管理系统100包括定位在第一热传递区域182内的第一SMA致动器组件110,并且包括定位在第二热传递区域282内的第二SMA致动器组件210。虽然图7示出了包括两个SMA致动器组件110的热管理系统100的实施例,但是并不是所有热管理系统100都需要这样的热管理系统100,并且另外在本公开的范围内,热管理系统100可以包括至少两个SMA致动器组件110、至少五个SMA致动器组件110、至少十个SMA致动器组件110、至少二十个SMA致动器组件110、至少五十个SMA致动器组件110以及至多一百个SMA致动器组件110。

[0041] 如图7中所示,SMA致动器组件110包括联接至第一SMA元件120的第一热管理流体入口阀186和第一热管理流体出口阀188。因此,当第一SMA元件120绕其第一中心轴线122扭转时,第一热管理流体入口阀186和第一热管理流体出口阀188均绕第一中心轴线122旋转,以在完全关闭构造(图7中的实线所示)和完全打开构造(图7中的虚线所示)之间转变。以这种方式,第一SMA元件120的扭转选择性地允许第一热管理流体流114以与第一SMA元件120成热交换的关系流动穿过第一热传递区域182。类似地,第二SMA致动器组件210包括联接至第二SMA元件220的第二热管理流体入口阀286和第二热管理流体出口阀288。因此,当第二SMA元件220绕其第二中心轴线222扭转时,第二热管理流体入口阀286和第二热管理流体出口阀288均绕第二中心轴线222旋转,以在完全关闭构造(图7中的实线所示)和完全打开构造(图7中的虚线所示)之间转变。以这种方式,第二SMA元件220的扭转选择性地允许第二热管理流体流214以与第二SMA元件220成热交换的关系流动穿过第二热传递区域282。

[0042] 图7可以被描述成示出了热管理系统100的并联构造,其中第一热管理流体流114和第二热管理流体流214均可以在流动穿过第一热传递区域182之前处于基本相同的温度。在这样的构造中,相对于流动到第二热传递区域282中的第二热管理流体流214包括流出第一热传递区域182的第一热管理流体流114的至少一部分的串联构造,第二热管理流体流214可以用于更有效地调节流动穿过第二热传递区域182的过程流体的温度。因此,这种并联构造的热管理系统100的实施例可以比串联构造的热管理系统100的实施例更小和/或更有效。

[0043] SMA元件120可以具有和/或以其晶体结构为特征。例如,SMA元件120可以构造成响应于SMA元件120的温度升高而从马氏体状态转变为奥氏体状态,并且可以构造成响应于SMA元件120的温度降低从奥氏体状态转变为马氏体状态。在这样的实施方式中,当SMA元件120处于马氏体状态时,SMA元件120可以呈第一构型,并且当SMA元件120处于奥氏体状态时,SMA元件120可以呈第二构型。

[0044] SMA元件120的奥氏体状态和马氏体状态之间的温度相关转变可以具有任何适当的形式。图8示出了滞后曲线的实施例,其示出了SMA元件120的构型与SMA元件120的温度之间的关系。如图8中所示,SMA元件120可以构造成当SMA元件120从下方(即,从低于初始加热温度的温度)达到初始加热温度(在图8中标记为 $T_{H,I}$)时开始从马氏体状态至奥氏体状态的转变。SMA元件120可以构造成随着SMA元件120的温度升高而从马氏体状态转变至奥氏体状态。具体地,并且如图8中所示,SMA元件120可以构造成在达到大于初始加热温度的最终加热温度(图8中标记为 $T_{H,F}$)时完成从马氏体状态至奥氏体状态的转变。

[0045] 如图8中进一步所示,SMA元件120可以构造成在从上方(即,从大于初始冷却温度的温度)达到初始冷却温度(在图8中标记为 $T_{C,I}$)时开始从奥氏体状态至马氏体状态的转变。SMA元件120可以构造成随着SMA元件120的温度降低而从奥氏体状态转变至马氏体状态。具体地,并且如图8中所示,SMA元件120可以构造成在达到小于初始冷却温度的最终冷却温度(在图8中标记为 $T_{C,F}$)时完成从奥氏体状态至马氏体状态的转变。如图8中另外所示,初始加热温度可以高于最终冷却温度,和/或最终加热温度可以高于初始冷却温度。

[0046] 以这种方式,并且如图8中所示,当温度在最终冷却温度和最终加热温度之间时,SMA元件120的晶体结构(并且因此联接到SMA元件120的致动元件160的旋转位置)可以取决于SMA元件120的温度以及SMA元件120的温度历程这两者。然而,并且如图8中进一步所示,SMA元件120可以构造成当SMA元件120的温度大于最终加热温度时保持在奥氏体状态,和/或可以构造成当SMA元件120的温度低于最终冷却温度时保持在马氏体状态。因此,SMA元件120可以构造和/或校准,使得最终冷却温度高于SMA元件120的最低操作温度,和/或使得最终加热温度低于SMA元件120的最高操作温度。作为实施例,SMA元件120的最低操作温度可以对应于和/或至少基本上等于过程流体的期望控制温度,和/或SMA元件120的最高操作温度可以对应于和/或至少基本上等于过程流体的最高预期温度。作为另一实施例,SMA元件120的最低操作温度可以对应于和/或至少基本上等于过程流体的最低预期温度,和/或SMA元件120的最高操作温度可对应于和/或至少基本上等于过程流体的所需控制温度。换句话说,可以选择、订制、训练和/或以其他方式构造SMA元件120,使得SMA元件120的最低和/或最高操作温度对应于过程流体的最低和/或最高预期和/或期望温度。当SMA元件120在最低操作温度和最高操作温度之间转变时,这种构造可以有助于精确和/或可靠地确定联接至SMA元件120的致动元件160的旋转位置。

[0047] 图9是描绘根据本公开的被动地调节过程流体的温度的方法300的流程图。如图9中所示,方法300包括输送(310处)与形状记忆合金(SMA)元件(例如SMA元件120)成热交换关系的过程流体,使得过程流体与SMA元件热接触。方法300还包括基于与SMA元件热接触的过程流体的温度转变(320处)SMA元件以使其采取第一构型和第二构型之间的多个构型之中的构型。方法300还进一步包括使过程流体流(例如过程流体流112)流动(340处)穿过热传递区域(例如热传递区域182),并且使热管理流体流(例如,热管理流体流114)流动(350处)穿过热传递区域。方法300另外包括调整(360处)穿过热传递区域的热管理流体流,以调节流动穿过热传递区域的过程流体流的温度。360处的调整响应于320处的转变。

[0048] 320处的转变可以包括以任何适当的方式转变SMA元件。例如,320处的转变可以包括绕中心轴线(例如中心轴线122)扭转SMA元件。附加地或另选地,并且如图9中所示,320处的转变可以包括绕中心轴线旋转(330处)联接至SMA元件的致动元件(例如致动元件160)。

例如,330处的旋转可以包括响应于SMA元件的温度升高而使致动元件沿第一扭矩方向(例如第一扭矩方向130)绕中心轴线旋转。附加地或另选地,330处的旋转可以包括响应于SMA元件的温度降低而使致动元件沿第二扭矩方向(例如第二扭矩方向132)绕中心轴线旋转,使得第二扭矩方向与第一扭矩方向相反。

[0049] 可以以任何适当的方式执行360处的调整。例如,并且如图9中所示,360处的调整可以包括利用致动元件致动(370处)热管理流体入口阀(例如热管理流体入口阀186)和/或致动(380处)热管理流体出口阀(例如热管理流体出口阀188)。

[0050] 可以以任何适当的顺序执行方法300的步骤。例如,310处的输送可以至少部分地与340处的流动同时执行;可以在340处的流动之前执行;和/或可以在340处的流动之后执行。

[0051] 在以下列举的段落中描述根据本公开的发明主题的说明性、非排他实施例:

[0052] A1.一种热管理系统,该热管理系统构造成经由过程流体和热管理流体之间的热交换来调节过程流体的温度,该热管理系统包括:

[0053] 热传递区域,在该热传递区域内发生过程流体和热管理流体之间的热交换;

[0054] 过程流体管道,其构造成输送与热传递区域成热交换关系的过程流体的过程流体流;

[0055] 热管理流体管道,其构造成输送与热传递区域成热交换关系的热管理流体的热管理流体流;以及

[0056] 形状记忆合金(SMA)致动器组件,其构造成选择性地调节与热传递区域成热交换关系输送的热管理流体的流速,SMA致动器组件包括:

[0057] (i) SMA元件,其与过程流体热接触并且构造成采取限定在第一构型和第二构型之间的多个构型之中的构型,其中SMA元件的构型至少部分地基于与SMA元件热接触的过程流体的温度;以及

[0058] (ii) 联接到SMA元件的致动元件,其中,致动元件构造成采取限定在限制位置和打开位置之间的多个位置之中的位置,在限制位置中,致动元件限制热管理流体在热管理流体管道内的流动,在打开位置中,致动元件允许热管理流体在热管理流体管道内的流动,另外其中致动元件的位置至少部分地基于SMA元件的构型。

[0059] A2.段落A1的热管理系统,其中:

[0060] (i) SMA元件构造成绕中心轴线扭转以在多个构型之中转变;并且

[0061] (ii) 致动元件构造成响应于SMA元件的温度升高而在第一扭矩方向上绕中心轴线旋转,并且响应于SMA元件的温度下降而在与第一扭矩方向相反的第二扭矩方向上绕中心轴线旋转。

[0062] A3.段落A1至A2中任一段落的热管理系统,其中,该热管理系统构造成使热管理流体与热传递区域内的过程流体热接触,以改变过程流体的温度。

[0063] A4.段落A1至A3中任一段落的热管理系统,其中,该热管理系统还包括限定所述热传递区域的热交换器。

[0064] A5.段落A1至A4中任一段落的热管理系统,其中,所述过程流体管道构造成使得过程流体流动穿过SMA元件。

[0065] A6.段落A5的热管理系统,其中,所述过程流体管道在SMA元件的上游端和SMA元件

的下游端之间延伸,并且构造成接收与SMA元件成热交换关系的过程流体。

[0066] A7.段落A1至A6中任一段落的热管理系统,其中,该热管理系统还包括热管理流体管,其至少部分地限定所述热管理流体管道。

[0067] A7.1.段落A7的热管理系统,其中,所述热管理流体管的截面形状是圆形、三角形、矩形和椭圆形中的至少一种。

[0068] A7.2.段落A7至A7.1中任一段落的热管理系统,其中,所述热管理流体管包括至少一个热传递增强元件。

[0069] A7.3.段落A7.2.的热管理系统,其中,所述至少一个热传递增强元件包括直翅片、波状翅片、一对偏置翅片、销和凹坑中的至少一者。

[0070] A8.段落A1至A7.3中任一段落的热管理系统,其中,SMA致动器组件限定以下中的至少一者:

[0071] (i) 热管理流体入口阀,其构造成选择性地允许热管理流体流动进入热传递区域;和

[0072] (ii) 热管理流体出口阀,其构造成选择性地允许热管理流体流动离开热传递区域;并且

[0073] 其中,致动元件构造成选择性地致动热管理流体入口阀和热管理流体出口阀中的至少一者。

[0074] A9.段落A8的热管理系统,其中,致动元件构造成在完全关闭构造和完全打开构造之间选择性地致动热管理流体入口阀和热管理流体出口阀中的至少一者。

[0075] A10.段落A9的热管理系统,其中,致动元件还构造成选择性地热管理流体入口阀和热管理流体出口阀中的至少一者致动至处于完全关闭构造和完全打开构造之间的至少一个部分打开构造。

[0076] A11.段落A1至A10中任一段落的热管理系统,其中,致动元件包括齿轮、正齿轮、、蜗轮、杠杆和凸轮中的至少一者。

[0077] A12.段落A1至A11中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件包括SMA扭矩管。

[0078] A13.段落A12的热管理系统,其中,SMA扭矩管是管状和圆柱形扭矩管中的至少一种。

[0079] A14.段落A12至A13中任一段落的热管理系统,其中,SMA扭矩管是空心SMA扭矩管。

[0080] A15.段落A1至A14中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件限定内表面和外表面。

[0081] A16.段落A15的热管理系统,其中,所述内表面至少部分地限定过程流体管道。

[0082] A17.段落A1至A16中任一段落的热管理系统,其中,过程流体包括液体、水、润滑剂和油中的至少一种。

[0083] A18.段落A1至A17中任一段落的热管理系统,其中,热管理流体包括气体、空气、液体、水和有机化合物中的至少一种。

[0084] A19.段落A1至A18中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件至少基本上由形状记忆合金形成。

[0085] A20.段落A19的热管理系统,其中,形状记忆合金包括和/或是二元合金;镍钛合金;二元镍钛合金;三元合金;包括镍和钛的三元合金;三元镍-钛-钨合金;三元锰-镍-钴合金;四元合金;含有镍和钛的四元合金;和包括镍、钛、钨、锰、钨、铜、铁、银、钴、铬和钒中的

至少一种的合金。

[0086] A21.段落A1至A20中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统还包括支撑结构,并且其中SMA元件安装至支撑结构。

[0087] A22.段落A21的热管理系统,其中,SMA元件借助至少一个固定联接器安装至支撑结构,该固定联接器构造成限制SMA元件的安装区域相对于支撑结构旋转。

[0088] A23.段落A22的热管理系统,其中,SMA元件具有上游端和下游端,其中,上游端借助第一固定联接器安装至支撑结构,并且其中下游端借助第二固定联接器安装至支撑结构。

[0089] A24.段落A21至A23中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件借助至少一个轴承联接器安装至支撑结构,该轴承联接器构造成允许SMA元件的支撑区域相对于支撑结构旋转。

[0090] A25.段落A1至A24中任一段落的热管理系统,其中,致动元件是第一致动元件,并且其中SMA致动器组件还包括第二致动元件。

[0091] A26.段落A25的热管理系统,其中,第一致动元件构造成响应于SMA元件的温度升高而在第一致动方向上绕中心轴线旋转过第一致动角,并且其中第二致动元件构造成响应于SMA元件的温度升高而在第二致动方向上绕中心轴线旋转过第二致动角。

[0092] A27.段落A26的热管理系统,其中,第一致动方向与第二致动方向相同。

[0093] A28.段落A26的热管理系统,其中,第一致动方向与第二致动方向相反。

[0094] A29.段落A25至A28中任一段落从属于段落A22时的热管理系统,其中,固定联接器定位在第一致动元件和第二致动元件之间。

[0095] A30.段落A29的热管理系统,其中,第一致动角的大小与固定联接器和第一致动元件之间的第一致动元件距离成比例。

[0096] A31.段落A29至A30中任一段落的热管理系统,其中,第二致动角的大小与固定联接器和第二致动元件之间的第二致动元件距离成比例。

[0097] A32.段落A26至A31中任一段落的热管理系统,其中,第一致动角和第二致动角至少基本相等。

[0098] A33.段落A26至A31中任一段落的热管理系统,其中,第一致动角不同于第二致动角。

[0099] A34.段落A25至A33中任一段落从属于段落A8时的热管理系统,其中,SMA致动器组件限定热管理流体入口阀和热管理流体出口阀;其中,第一致动元件构造成致动热管理流体入口阀;并且其中第二致动元件构造成致动热管理流体出口阀。

[0100] A35.段落A1至A34中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成降低过程流体的温度。

[0101] A36.段落A1至A35中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成升高过程流体的温度。

[0102] A37.段落A1至A36中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体流动穿过SMA元件之后改变过程流体的温度。

[0103] A38.段落A1至A37中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体流动穿过SMA元件时改变过程流体的温度。

[0104] A39.段落A1至A38中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体

流动穿过SMA元件之前改变过程流体的温度。

[0105] A40.段落A1至A39中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件至少处于以下中的一种情况:

[0106] (i) 至少部分地位于热传递区域内;以及

[0107] (ii) 在过程流体流和热管理流体流之间的热交换期间流体地隔离过程流体流与热管理流体流。

[0108] A41.段落A40的热管理系统,其中,SMA致动器组件还包括与SMA元件热连通的至少一个均热器,其中所述至少一个均热器构造成增强热管理流体和SMA元件之间的热连通。

[0109] A42.段落A41的热管理系统,其中,所述至少一个均热器包括散热器、翅片、圆形翅片和板中的至少一者。

[0110] A43.段落A41至A42中任一段落的热管理系统,其中,所述至少一个均热器联接至SMA元件,使得所述至少一个均热器允许SMA元件绕中心轴线扭转。

[0111] A44.段落A41至A43中任一段落的热管理系统,其中,所述至少一个均热器包括沿SMA元件的长度定位的多个间隔开的均热器。

[0112] A45.段落A1至A44中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统还包括限定过程流体管道的过程流体管。

[0113] A46.段落A45的热管理系统,其中,过程流体管延伸穿过SMA元件的内部。

[0114] A47.段落A46的热管理系统,其中,过程流体管在由SMA元件限定的SMA元件管道内延伸。

[0115] A48.段落A45至A47中任一段落的热管理系统,其中,过程流体管至少与SMA元件基本同轴。

[0116] A49.段落A45至A48中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件至少部分地包围过程流体管。

[0117] A50.段落A45至A49中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件限定过程流体管的至少一部分。

[0118] A51.段落A45至A50中任一段落的热管理系统,其中,过程流体管物理接触SMA元件的内表面。

[0119] A52.段落A45至A51中任一段落的热管理系统,其中,SMA致动器组件还包括在过程流体管和SMA元件的内表面之间延伸的热传递材料,其中热传递材料构造成增强过程流体管和SMA元件之间的热连通。

[0120] A53.段落A52的热管理系统,其中,热传递材料包括液体、导热流体、热传递流体、填充材料、油脂、热油脂、固体结构、弹性材料和可压缩的材料中的至少一种。

[0121] A54.段落A1至A53中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件限定过程流体管道的至少一部分。

[0122] A55.段落A1至A54中任一段落的热管理系统,其中,过程流体管联接至SMA元件,使得过程流体顺序地流动穿过过程流体管和SMA元件。

[0123] A56.段落A55的热管理系统,其中,过程流体管包括流体联接至SMA元件下游端的过程流体入口和流体联接至SMA元件上游端的过程流体出口中的至少一者。

[0124] A57.段落A55至A56中任一段落的热管理系统,其中,过程流体管流体联接至SMA元

件的安装区域。

[0125] A58.段落A1至A57中任一段落的热管理系统,其中,SMA致动器组件还包括至少基本上围绕SMA元件的绝缘层,其中绝缘层构造成限制SMA元件与绝缘层外部的周围环境之间的热连通。

[0126] A59.段落A1至A58中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统还包括位于热传递区域内的互补热交换芯,其中,热管理系统构造成使得至少一部分过程流体流动穿过所述互补热交换芯。

[0127] A60.段落A59的热管理系统,其中,所述互补热交换芯包括空气-油热交换芯。

[0128] A61.段落A59至A60中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统被配置成使得离开互补热交换芯的过程流体与离开SMA元件的过程流体结合。

[0129] A62.段落A59至A61中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件相对于热管理流体流定位在互补热交换芯的下游。

[0130] A63.段落A59至A62中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成使得过程流体顺序地流动穿过互补热交换芯和SMA元件。

[0131] A64.段落A1至A63中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统包括多个SMA致动器组件。

[0132] A65.段落A64的热管理系统,其中,所述多个SMA致动器组件包括至少2个SMA致动器组件、至少5个SMA致动器组件、至少10个SMA致动器组件、至少20个SMA致动器组件中的至少一个、至少50个SMA执行器组件和最多100个SMA执行器组件中的至少一种情况。

[0133] A66.段落A64至A65中任一段落的热管理系统,其中,SMA致动器组件是第一SMA致动器组件,其中SMA元件是第一SMA元件,并且其中热管理系统还包括具有第二SMA元件的第二SMA致动器组件。

[0134] A67.段落A66的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件之前改变热交换区域内的过程流体的温度。

[0135] A68.段落A66至A67中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件时改变热交换区域内的过程流体的温度。

[0136] A69.段落A66至A68中任一段落的热管理系统,其中,热管理系统构造成在过程流体流动穿过第二SMA元件之后改变热交换区域内的过程流体的温度。

[0137] A70.段落A1至A69中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件构造成响应于SMA元件的温度升高而从马氏体状态转变为奥氏体状态,并且其中SMA元件构造成响应于SMA元件的温度降低而从奥氏体状态转变至马氏体状态。

[0138] A71.段落A70的热管理系统,其中,当SMA元件处于马氏体状态时SMA元件呈第一构型,并且其中当SMA元件处于奥氏体状态时SMA元件呈第二构型。

[0139] A72.段落A70至A71中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件构造成当SMA元件从下方达到初始加热温度时开始从马氏体状态到奥氏体状态的转变;其中SMA元件构造成当SMA元件达到大于初始加热温度的最终加热温度时完成从马氏体状态到奥氏体状态的转变;其中,SMA元件构造成当SMA元件从上方达到初始冷却温度时开始从奥氏体状态到马氏体状态的转变,并且其中SMA元件构造成当SMA元件达到小于初始冷却温度的最终冷却温度时完成从奥氏体状态到马氏体状态的转变。

- [0140] A73.段落A72的热管理系统,其中,初始加热温度高于最终冷却温度。
- [0141] A74.段落A72至A73中任一段落的热管理系统,其中,最终加热温度大于初始冷却温度。
- [0142] A75.段落A72至A74中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件构造成当SMA元件的温度大于最终加热温度时保持在奥氏体状态。
- [0143] A76.段落A72至A75中任一段落的热管理系统,其中,SMA元件构造成当SMA元件的温度小于最终冷却温度时保持在马氏体状态。
- [0144] B1.一种利用热管理流体被动地调节过程流体温度的方法,该方法包括:
- [0145] 输送与形状记忆合金(SMA)元件成热交换关系的过程流体,使得过程流体与SMA元件热接触;
- [0146] 基于与SMA元件热接触的过程流体的温度,使SMA元件转变以采取第一构型和第二构型之间的多个构型之中的构型;
- [0147] 使过程流体的过程流体流流动穿过热传递区域;
- [0148] 使热管理流体的热管理流体流流动穿过热传递区域;以及
- [0149] 调整穿过热传递区域的热管理流体流,以调节流动穿过热传递区域的过程流体流的温度;
- [0150] 其中,所述调整响应于所述转变。
- [0151] B2.段落B1的方法,其中,所述转变包括绕中心轴线扭转SMA元件。
- [0152] B3.段落B1至B2中任一段落的方法,其中,所述转变包括绕中心轴线旋转联接至SMA元件的致动元件。
- [0153] B4.段落B3的方法,其中,所述旋转包括响应于SMA元件的温度升高而沿第一扭矩方向绕所述中心轴线旋转致动元件。
- [0154] B5.段落B3至B4中任一段落的方法,其中,所述旋转包括响应于SMA元件的温度的降低而沿第二扭矩方向绕所述中心轴线旋转致动元件,其中第二扭矩方向与第一扭矩方向相反。
- [0155] B6.段落B3至B5中任一段落的方法,其中,所述调整包括利用致动元件致动热管理流体入口阀和热管理流体出口阀中的至少一者。
- [0156] B7.段落B1至B6中任一段落的方法,其中,输送与SMA元件成热交换关系的过程流体的步骤至少部分地与使过程流体流动穿过热传递区域的步骤同时执行。
- [0157] B8.段落B1至B7中任一段落的方法,其中,在使过程流体流动穿过热传递区域的步骤之前执行输送与SMA元件成热交换关系的过程流体的步骤。
- [0158] B9.段落B1至B8中任一段落的方法,其中,在使过程流体流动穿过热传递区域的步骤之后执行输送与SMA元件成热交换关系的过程流体的步骤。
- [0159] B10.段落B1至B9中任一段落的方法,其中,利用段落A1至A76中任一段落的任何热管理系统的任何合适的组件、特征和/或结构来执行该方法。
- [0160] 如本文中所使用的,术语“适应的”和“构造的”表示元件、组件或其他主题被设计和/或旨在执行给定的功能。因此,术语“适应的”和“构造的”的使用不应被解释为表示给定元件、组件或其他主题仅仅“能够”执行给定功能,而是为了执行该功能之目的具体选择、创建、实施、利用、编程和/或设计元件、部件和/或其他主题。另外,在本公开的范围内,被叙述

成适于执行特定功能的元件、组件和/或叙述的其他主题可以附加地或另选地被描述为构造成执行该功能,反之亦然。类似地,被叙述为构造成执行特定功能的主题可以附加地或另选地被描述为可操作成执行该功能。

[0161] 如本文中所使用的,放置在第一实体和第二实体之间的术语“和/或”表示(1)第一实体;(2)第二实体;和(3)第一实体和第二实体中之一。用“和/或”列出的多个条目应以相同的方式解释,即,如此结合的实体中的“一个或多个”。除了由“和/或”子句具体标识的实体之外,可选地可以存在无论是与具体标识的那些实体相关还是不相关的其他实体。因此,作为非限制性实施例,当与诸如“包括”之类的开放式语言结合使用时,对“A和/或B”的引用在一个实施例中可以仅指A(可选地包括除B之外的实体);在另一个实施例中,仅指B(可选地包括除A之外的实体);在又一个实施例中,指A和B两者(可选地包括其他实体)。这些实体可以指元素、动作、结构、步骤、操作、值等。

[0162] 而且,本文中公开的各种元件和步骤中的一者或多者可以限定独立的发明主题,其独立于整个公开的设备、系统或方法。因此,不要求这样的发明主题与本文明确公开的特定设备、系统和方法相关联,并且可以在本文中未明确公开的设备、系统和/或方法中发现这样的发明主题的用途。

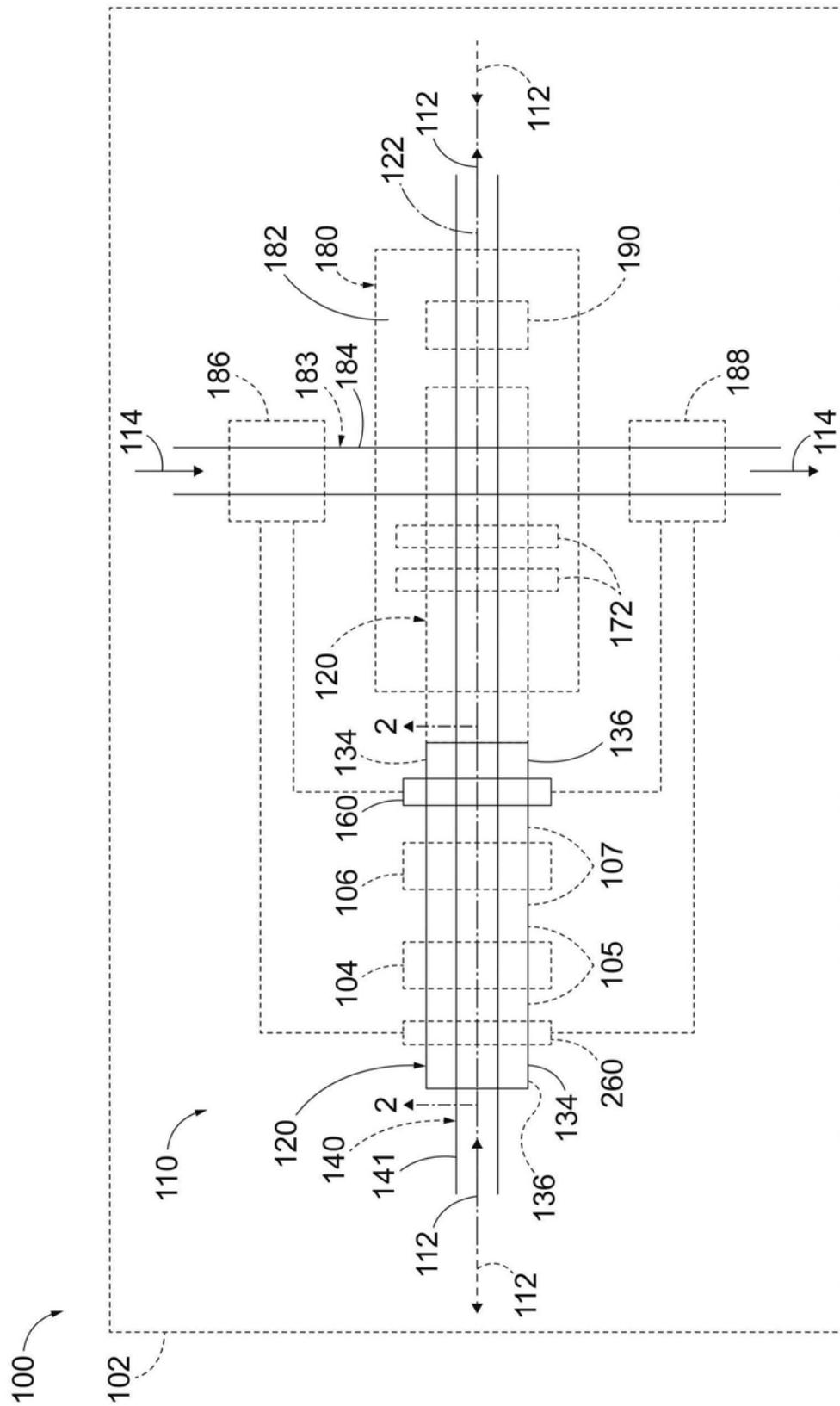


图1

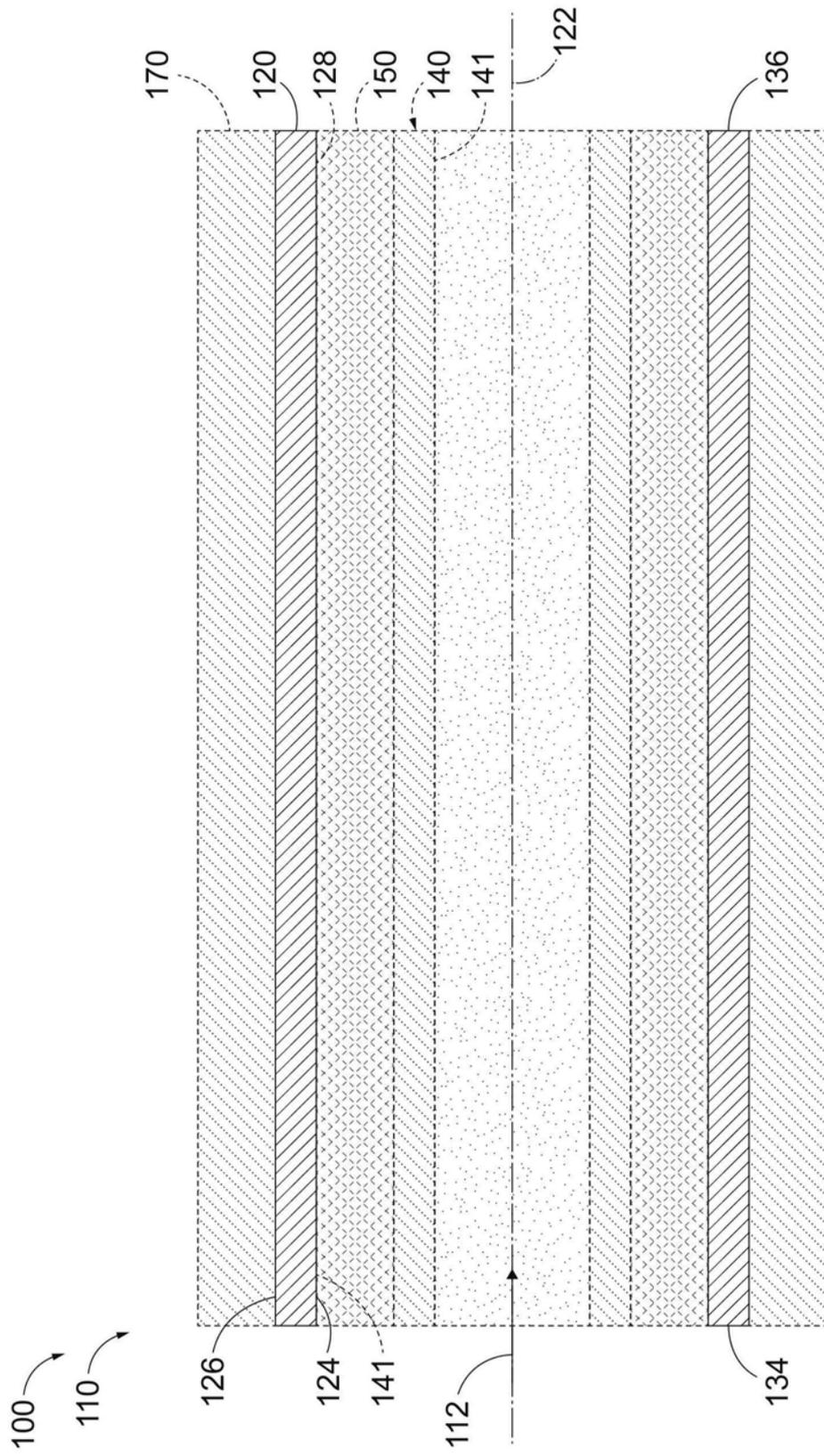


图2

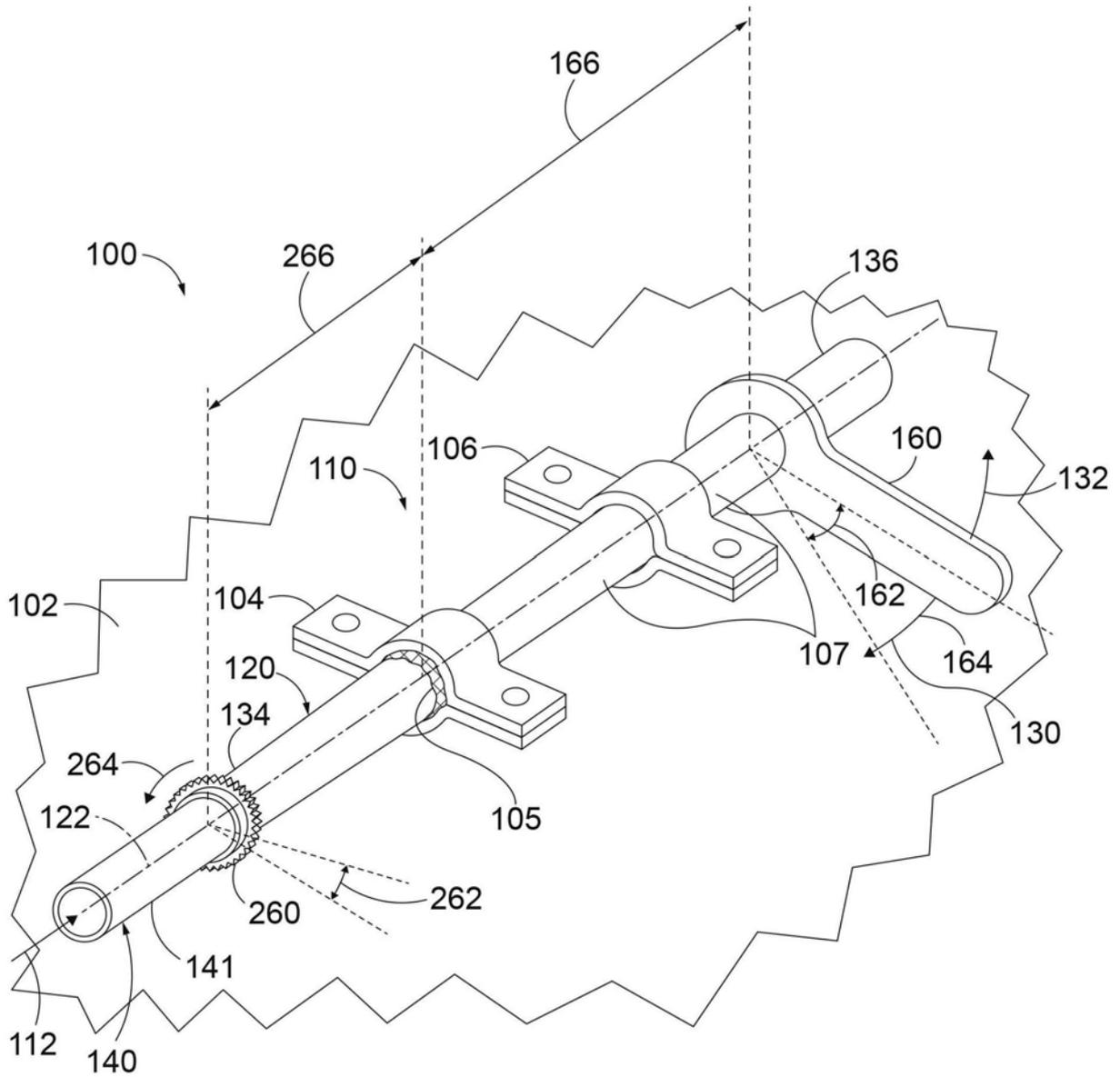


图3

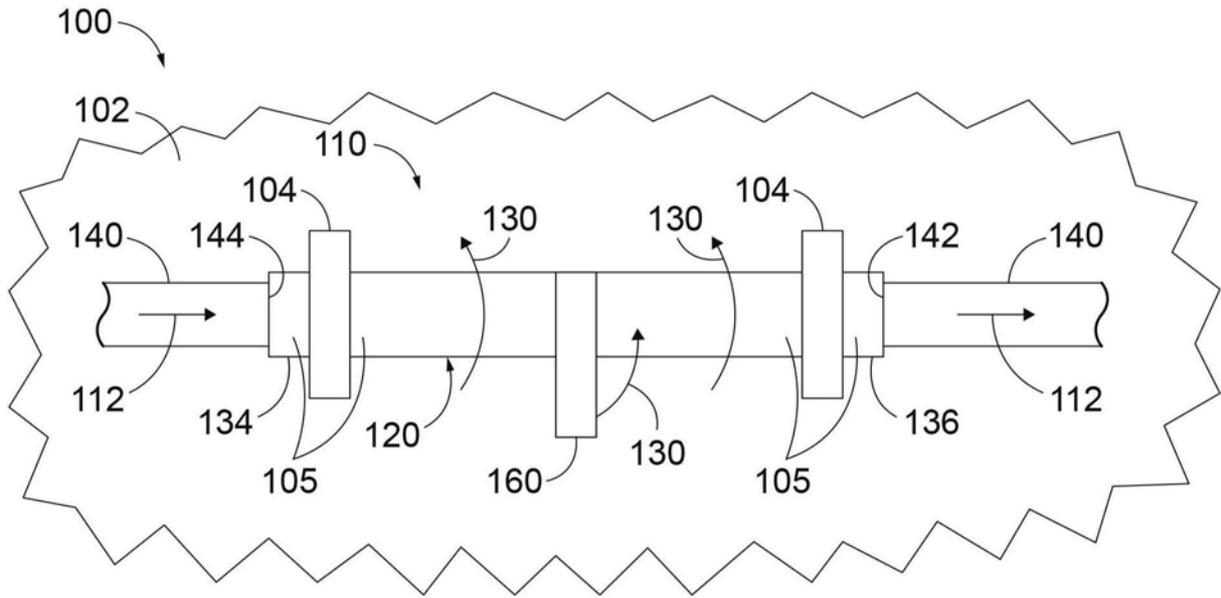


图4

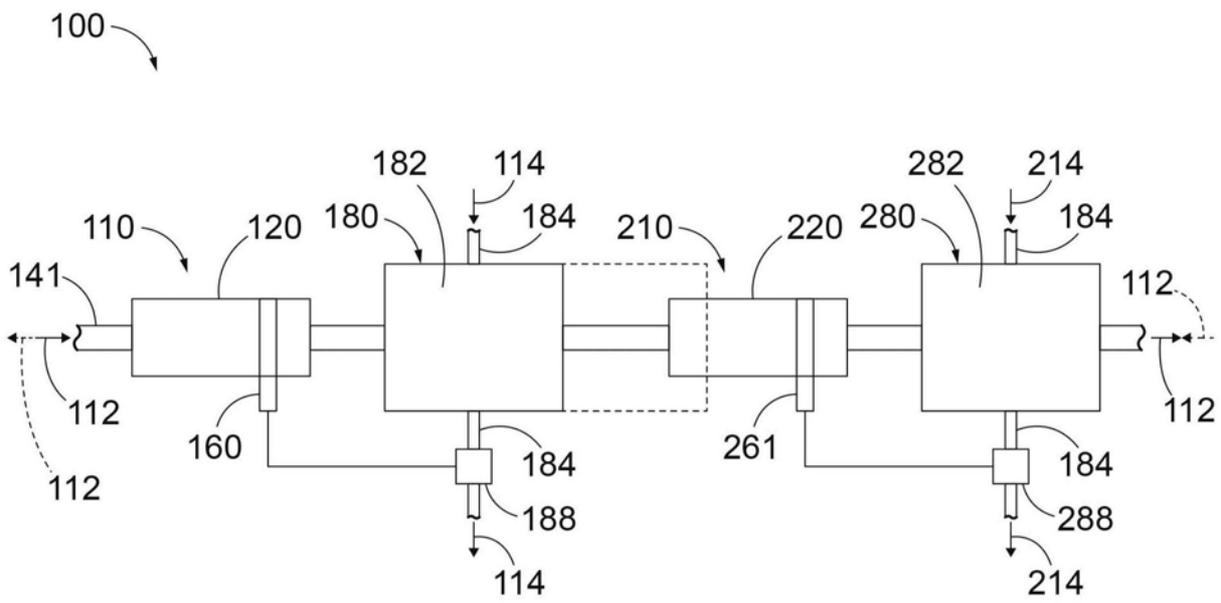


图5

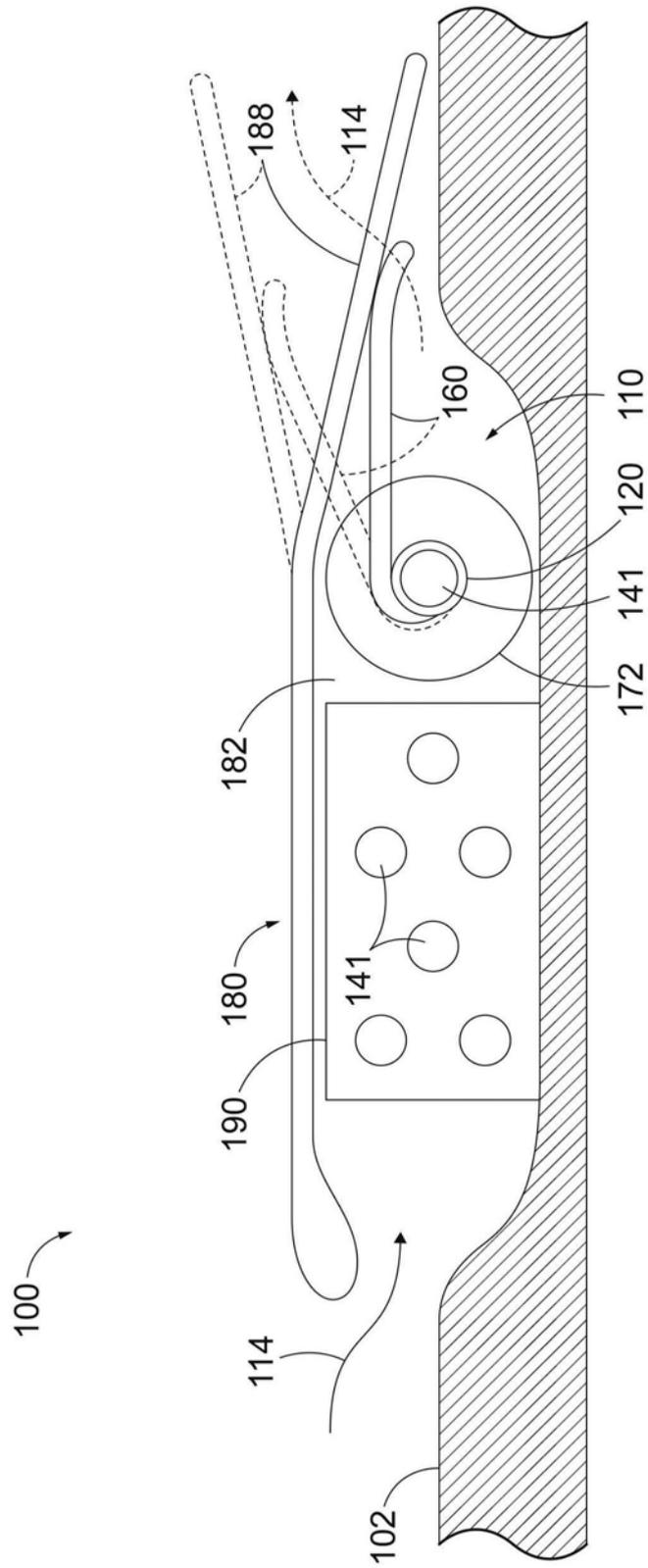


图6

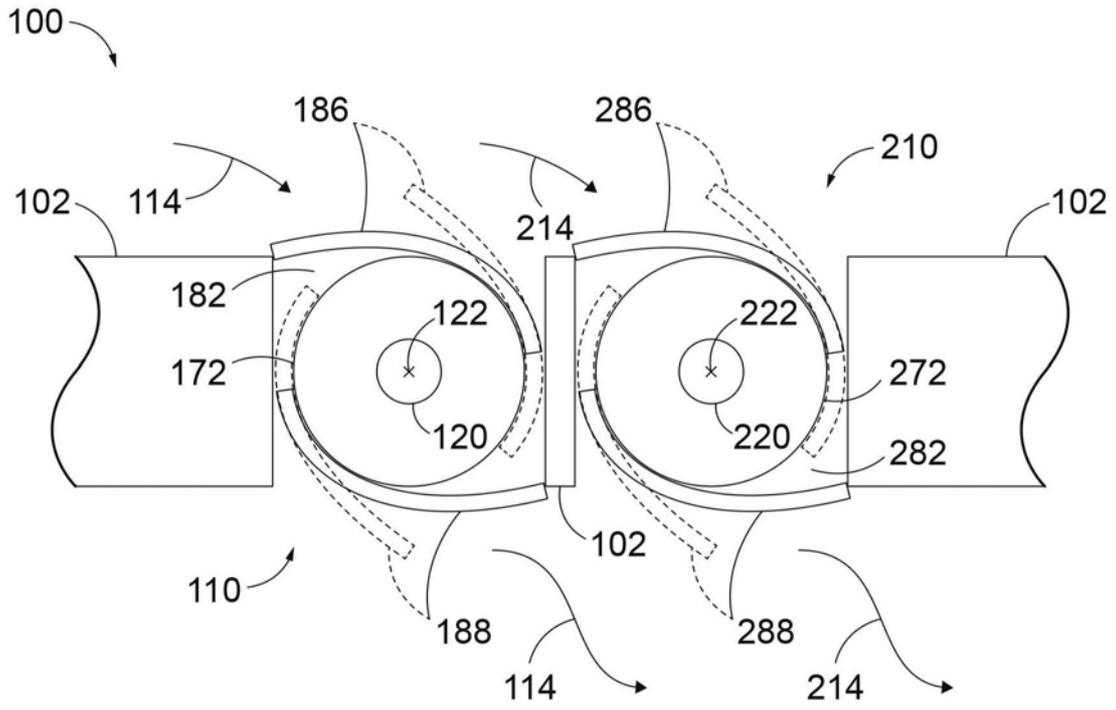


图7

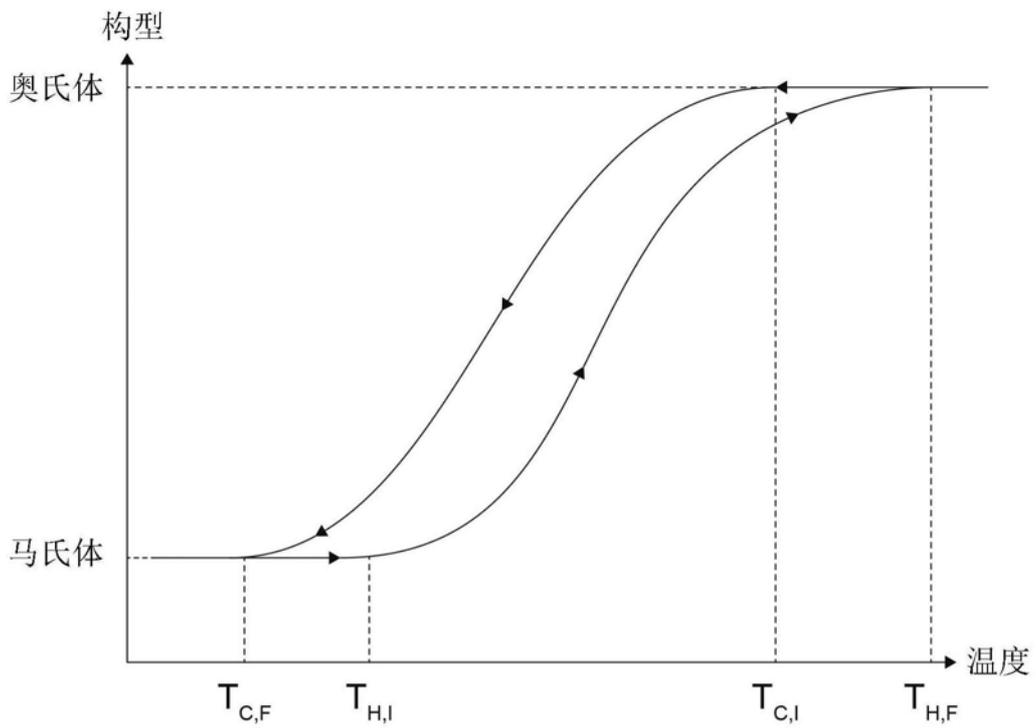


图8

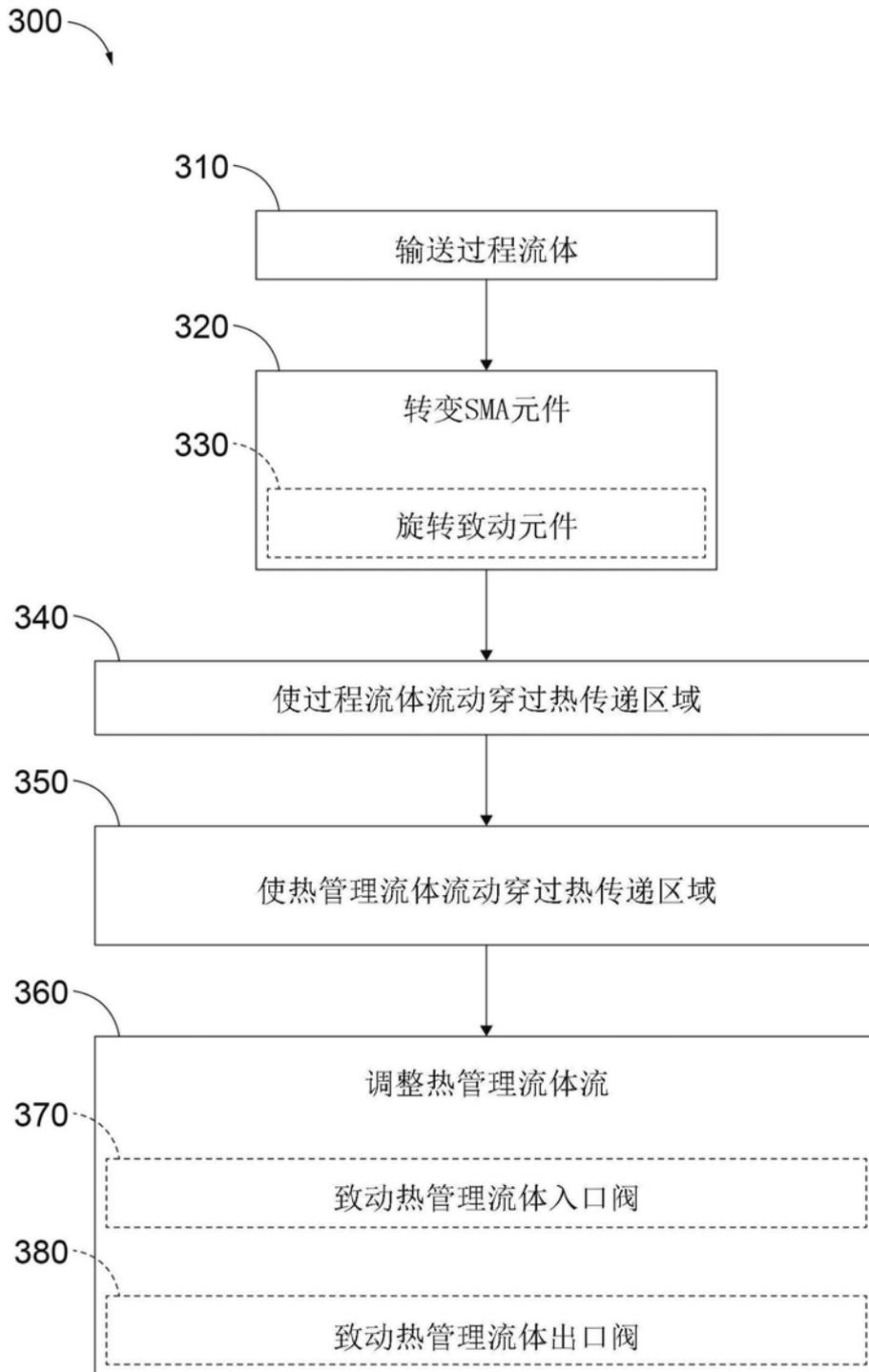


图9