



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110030862 A

(43)申请公布日 2019.07.19

(21)申请号 201811398971.0

(22)申请日 2018.11.22

(30)优先权数据

15/821729 2017.11.22 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 M.E.H.森诺恩 J.F.博纳

R.W.莱文 N.萨波 J.沃尔夫

J.道尔 K.拜利

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 吴俊 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F28D 21/00(2006.01)

F28F 9/00(2006.01)

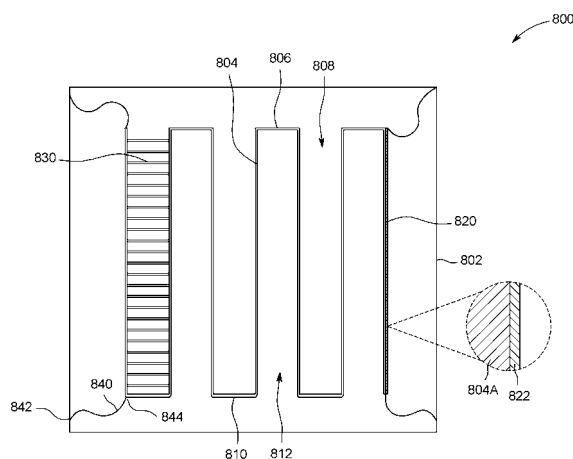
权利要求书1页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

热管理系统及方法

(57)摘要

一种热管理系统包括壳体和设置在壳体内部的整体式芯部结构。芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分。芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流隔离。第一通路和第二通路热连通。芯部结构包括一个或多个热交换器特征或翅片,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。芯部结构可具有联接于两个或多个壁的顺从节段。



1. 一种热管理系统,其包括:

壳体;

整体式芯部结构,其设置在所述壳体内,并且所述芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分,并且所述芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分,并且所述芯部结构包括分离壁,所述分离壁构造成将穿过所述第一通路的第一流与穿过所述第二通路的第二流隔离,并且所述第一通路与所述第二通路热连通,并且

所述芯部结构包括一个或更多个热交换器特征,它们定位在所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者内,并且所述热交换器特征具有厚度和分布密度,并且

所述芯部结构还具有顺从节段,所述顺从节段具有联接于所述壳体结构的第一端部和联接于所述分离壁的第二端部,或者所述顺从节段将一个分离壁联接于另一分离壁。

2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述顺从节段为非线性的,并且允许所述芯部结构相对于所述壳体的折曲、膨胀或折曲和膨胀两者。

3. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述壳体包括彼此不均匀且不合金的两种或更多种不同材料。

4. 根据权利要求3所述的热管理系统,其特征在于,所述两种或更多种不同材料设置成以使第一材料在所述壳体的第一部分中,并且第二材料设置在所述壳体的第二部分中。

5. 根据权利要求4所述的热管理系统,其特征在于,所述第一部分和所述第二部分为热交换器特征的不同层,并且所述第一材料具有与所述第二材料的热膨胀系数不同的热膨胀系数,并且由此所述热交换器特征的形状随所述热交换器特征的温度变化而改变。

6. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一部分为所述壳体的第一级,并且所述第二部分为所述壳体的第二级,以使所述第一流或所述第二流在穿过所述第二部分之前穿过所述第一部分。

7. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述分离壁限定构成单个通路的多个路径,并且所述路径中的至少两个定向和构造成彼此不平行。

8. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者沿着它们的相应流的路径在截面面积上不同。

9. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一厚度和所述第二厚度中的至少一个在从大约0.0127cm到大约0.0254cm的范围内。

10. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一热交换器特征密度和所述第二热交换器特征密度中的至少一个沿着遍及所述热管理系统的至少一个通路不同。

热管理系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

该申请为部分继续申请并且要求于2017年2月28日提交的美国专利申请No.15/444566的优先权,其公开内容由此通过引用以其整体并入。

技术领域

[0002] 实施例可涉及热管理系统及相关联的方法。

背景技术

[0003] 热管理系统可设计为热交换器。热交换器可与发动机一起采用,用于在一种或更多种流体之间传递热。例如,处于相对高温的第一流体可穿过第一通路,而处于相对低温的第二流体可穿过第二通路。第一和第二通路可热接触或紧邻,允许来自第一流体的热传送至第二流体。因此,可降低第一流体的温度,并且可增加第二流体的温度。

[0004] 常规热交换器可包括大量的流体通路,每个流体通路使用板、杆、箔、翅片、歧管等的一些组合形成。这些零件中的每个必须独立定位,定向并且连接于支承结构,例如,经由硬钎焊、焊接或另一连结方法。因此,例如,用于发动机的一个特定热交换器包括250个零件,它们必须组装成单个不透流体构件。与此类热交换器的组装相关联的制造时间和成本为高的,并且由于形成的接头的数量,故流体通路之间或来自热交换器的流体泄漏的可能性增加。此外,制造约束可抑制可包括在热交换器中(例如,在流体通路内)的热交换器特征的数量、大小以及构造。

[0005] 因此,具有与当前可用的那些热交换器不同的热交换器的发动机可为合乎需要的。

发明内容

[0006] 在本发明的一个实施例中,一种热管理系统包括壳体。系统还包括设置在壳体内的整体式芯部结构。芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分。芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流隔离。第一通路和第二通路热连通。芯部结构包括一个或多个热交换器特征或翅片,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。热交换器特征具有厚度和分布密度。并且,芯部结构还具有顺从节段,其具有联接于壳体结构的第一端部和联接于分离壁的第二端部。在另一实施例中,顺从节段将一个分离壁联接于另一分离壁。

[0007] 在一个实施例中,热管理系统包括壳体。系统还包括壳体内的整体式芯部结构。存在限定第一通路的至少部分的芯部结构的外表面,和限定第二通路的至少部分的芯部结构的内表面。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流在流体上隔离。第一通路和第二通路热连通。芯部结构包括一个或多个热交换器特征,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。热交换器特征具有厚度和分布密度。此外,芯部结构包括彼此不均匀且不成合金的两种或更多种不同材料。

[0008] 在一个实施例中,热管理系统包括壳体。系统包括壳体内的整体式芯部结构。存在限定第一通路的至少部分的芯部结构的外表面,和限定第二通路的至少部分的芯部结构的内表面。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流在流体上隔离。第一通路和第二通路热连通。整体式芯部结构包括一个或更多个翅片,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。翅片具有复杂的形状。整体式芯部结构包括表面层或涂层,其为与芯部结构的基部部分、一个或更多个翅片,或芯部结构和翅片两者不同的材料。

[0009] 技术方案1. 一种热管理系统,其包括:

壳体;

整体式芯部结构,其设置在所述壳体内,并且所述芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分,并且所述芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分,并且所述芯部结构包括分离壁,所述分离壁构造成将穿过所述第一通路的第一流与穿过所述第二通路的第二流隔离,并且所述第一通路与所述第二通路热连通,并且

所述芯部结构包括一个或更多个热交换器特征,它们定位在所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者内,并且所述热交换器特征具有厚度和分布密度,并且

所述芯部结构还具有顺从节段,所述顺从节段具有联接于所述壳体结构的第一端部和联接于所述分离壁的第二端部,或者所述顺从节段将一个分离壁联接于另一分离壁。

[0010] 技术方案2. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述顺从节段为非线性的,并且允许所述芯部结构相对于所述壳体的折曲、膨胀或折曲和膨胀两者。

[0011] 技术方案3. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述壳体包括彼此不均匀且不成合金的两种或更多种不同材料。

[0012] 技术方案4. 根据技术方案3所述的热管理系统,其特征在于,所述两种或更多种不同材料设置成以使第一材料在所述壳体的第一部分中,并且第二材料设置在所述壳体的第二部分中。

[0013] 技术方案5. 根据技术方案4所述的热管理系统,其特征在于,所述第一部分和所述第二部分为热交换器特征的不同层,并且所述第一材料具有与所述第二材料的热膨胀系数不同的热膨胀系数,并且由此所述热交换器特征的形状随所述热交换器特征的温度变化而改变。

[0014] 技术方案6. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一部分为所述壳体的第一级,并且所述第二部分为所述壳体的第二级,以使所述第一流或所述第二流在穿过所述第二部分之前穿过所述第一部分。

[0015] 技术方案7. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述分离壁限定构成单个通路的多个路径,并且所述路径中的至少两个定向和构造成彼此不平行。

[0016] 技术方案8. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者沿着它们的相应流的路径在截面面积上不同。

[0017] 技术方案9. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一厚度和所述第二厚度中的至少一个在从大约0.0127cm到大约0.0254cm的范围内。

[0018] 技术方案10. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述第一热交换器特征密度和所述第二热交换器特征密度中的至少一个沿着遍及所述热管理系统的至少一

个通路不同。

[0019] 技术方案11. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换器特征的所述分布密度在所述热交换器的部分中最低,所述部分具有比具有较小热应力的部分相对更多的热应力。

[0020] 技术方案12. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换器特征中的至少一个以相对于由所述壁限定的平面的一角度定向,所述角度在从大约0.001度到小于90度的范围内。

[0021] 技术方案13. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换器特征为多个热交换器特征中的一个,并且沿穿过所述通路的流的方向,所述多个热交换器特征中的第一个相对于位于所述第一热交换器特征的所述流的下流的第二热交换器特征偏移,以便使所述热交换器特征交错。

[0022] 技术方案14. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换器特征中的至少一个具有复杂的形状。

[0023] 技术方案15. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述壳体还限定所述第一通路的相对端部上的第一入口区域和第一出口区域,其中所述第一入口区域相对于所述流设置在所述第一出口区域上游,并且

所述流在所述第一入口区域处比在所述第一出口区域处具有处于更高的温度,并且

所述热交换器特征密度在所述第一入口区域中比在所述第一出口区域中低。

[0024] 技术方案16. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,至少一个热交换器特征具有表面光洁度。

[0025] 技术方案17. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述壳体还限定构造成接收传感器的传感器端口。

[0026] 技术方案18. 根据技术方案1所述的热管理系统,其特征在于,所述壳体包括排出气体再循环系统、油冷却器系统、散热器系统或燃料加热器系统、中间冷却器系统,或联接于发动机的后冷却器系统的至少一部分,并且

所述热交换器特征为翅片。

[0027] 技术方案19. 一种热管理系统,其包括:

壳体;

整体式芯部结构,其设置在所述壳体内,并且所述芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分,并且所述芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分,并且所述芯部结构包括分离壁,所述分离壁构造成将穿过所述第一通路的第一流与穿过所述第二通路的第二流隔离,并且所述第一通路与所述第二通路热连通,并且

所述芯部结构包括一个或更多个热交换器特征,它们定位在所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者内,并且所述热交换器特征具有厚度和分布密度,并且

所述芯部结构包括彼此不均匀且不成合金的两种或更多种不同材料。

[0028] 技术方案20. 一种热管理系统,其包括:

壳体;

整体式芯部结构,其设置在所述壳体内,并且所述芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分,并且所述芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分,并且所述芯部结构包括

分离壁,所述分离壁构造成将穿过所述第一通路的第一流与穿过所述第二通路的第二流隔离,并且所述第一通路与所述第二通路热连通,并且

所述整体式芯部结构包括一个或多个翅片,它们定位在所述第一通路、所述第二通路或所述第一和第二通路两者内,并且所述翅片具有复杂的形状,并且

所述整体式芯部结构包括涂层或表面层,其为与所述芯部结构的基部部分、所述一个或多个翅片,或所述芯部结构和所述翅片两者不同的材料。

附图说明

[0029] 包括针对本领域技术人员的其最佳模式的本发明的完整且开放的公开在参照附图的说明书中阐述。

[0030] 图1提供根据主题的实施例的热交换器的透视图。

[0031] 图2提供图1的热交换器的透视截面视图。

[0032] 图3提供图1的热交换器的另一透视截面视图。

[0033] 图4提供图1的热交换器的第一流体通路的特写透视图。

[0034] 图5提供图1的热交换器的截面视图。

[0035] 图6提供图1的热交换器的第二流体通路的特写截面视图。

[0036] 图7为用于形成根据主题的实施例的热交换器的方法。

[0037] 图8提供根据主题的实施例的热交换器的示意图。

[0038] 附图标记在说明书和附图中的重复使用旨在表示本发明的相同或类似的特征或元件。

具体实施方式

[0039] 提供热交换器和用于添加制造热交换器的方法。热交换器包括多个流体通路,它们由添加制造方法形成,该添加制造方法实现流体通路的形成,该流体通路在大小上更小,具有更薄的壁,并且具有复杂且错综的热交换器特征。例如,流体通路可为曲线的,热交换特征(翅片、须状物等)可相对于它们的基底成角度,为小于0.01cm厚,并且可以以每厘米大于十二个的密度设置。此外,热交换翅片可相对于流体通路的壁成角度,并且相邻的翅片可相对于彼此螺旋,偏移或交错。

[0040] 参照图1,提供热管理系统的热交换器芯部结构100,以描述主题的一个实施例。热交换器可在使用期间在两种或更多种流体之间传递热。例如,热交换器可在发动机中将热从润滑油传递至空气。不同的热交换器实施例可接收适合类型的流体,用于在热传递过程中使用。此外,本文中公开的构思和热交换结构类似地可用于汽车、航空、航海以及其它移动和固定工业中,以协助流体之间的热传递。

[0041] 图1的装置示出具有热交换器的热管理系统,以说明其操作。热交换器可包括外壳101,其沿着第一方向(例如,X方向)在左侧102与右侧104之间延伸。此外,外壳101沿着第二方向(例如,Y方向)在前侧106与后侧108之间延伸。外壳还沿着第三方向(例如,Z方向)在顶侧110与底侧112之间延伸。X方向、Y方向以及Z方向与彼此相互垂直,使得限定正交坐标系。在本文中使用时热交换器和X-Y-Z坐标系,仅仅是为了说明主题的方面的目的,并且不旨在限制本公开的范围。在这方面,如“左”和“右”、“前”和“后”、“顶部”和“底部”的方向标志仅用

于指示热交换器的两侧分别沿着X方向、Y方向以及Z方向的相对定位。

[0042] 油入口120和油出口122限定在热交换器的顶侧上。以该方式,油(如由箭头124指示的)通过油入口进入热交换器,穿过多个第一流体通路126(图2),并且通过油出口离开热交换器,如将在下面详细地描述的。此外,空气入口130设置在热交换器的前侧中,并且空气出口(未示出)限定在热交换器的后侧中。因此,空气(如由箭头134指示的)通过空气入口进入热交换器,并且穿过多个第二流体通路136。第一和第二流体通路彼此热连通,用于在穿过其的流体之间传递热。第一流体通路和第二流体通路彼此分离,其中相应的流体不与彼此物理混合。在这方面,第一流体通路和第二流体通路中的每个可由多个热交换器壁分离。对于示出的实施例而言,外壳的壁的厚度沿着它们的长度不同,并且在从大约0.0762cm到0.0254cm的范围内。

[0043] 参照图2和图3,热交换器限定入口仓室140和出口仓室142,它们分别与油入口和油出口直接流体连通。入口仓室允许油从油入口发散并且散开至所有多个第一流体通路。相比之下,出口仓室允许油在离开热交换器之前从所有多个第一流体通路会聚到油出口中。

[0044] 入口仓室和出口仓室由分隔壁144沿着Y方向分离,使得入口仓室和出口仓室仅通过多个第一流体通路流体连通。现在具体参照图4,分隔壁从顶侧沿着Z方向朝向底侧(而不到达底侧)延伸,以分离多个第一流体通路并且限定流入节段146和流出节段148。以该方式,在油通过油入口和入口仓室进入热交换器时,第一流体通路大体上在流入节段中沿着Z方向向下引导油。油接着围绕分隔壁经过,并且在流出节段中沿着Z方向朝向出口仓室向上行进。根据实施例,分隔壁从顶侧沿着Z方向延伸至热交换器的底部半部或底部四分之一(即,沿着Z方向在热交换器的高度的大约百分之五十到百分之七十五之间)。在另一实施例中,分隔壁可从顶侧延伸不同的距离。作为备选,多个第一流体通路中的每个可为独立的(例如,使得油不在相邻的通路之间混合)并且可形成为U形。

[0045] 单个分隔壁示出成使得第一流体通路形成U形并且通过热交换器的两次传来引导油。更具体而言,油大致上沿着热交换器的整个长度在流入节段中沿着Z方向向下且在流出节段中沿着Z方向向上行进。此外,空气示出为进行穿过热交换器的单次传送,即,大致上沿着Y方向从前侧至后侧。然而,应当认识到的是,热交换器(以及更具体而言,第一和第二流体通路)可通过任何合适数量的传送引导它们的相应流体,以实现期望的流体流和热传递特性。例如,热交换器可包括多个分隔壁、挡板和/或仓室,它们通过四次或更多次传送引导油穿过热交换器。类似地,第二流体通路中的分隔壁、挡板和/或仓室可通过多次传送引导空气穿过热交换器,以增加停留时间、冲击机会的数量,以及最终,热传递的量。

[0046] 自始至终,为了图示的清楚,未示出所有热交换器特征。然而,现在参照图4至图6,描述各种流体通路和相关联的热交换器特征。图4提供热交换器的侧视截面视图,示出第一流体通路。图5提供图3中示出的截面的特写透视图。图6提供多个第二流体通路的特写视图。

[0047] 多个第一流体通路可包括多个第一热交换器特征。热交换器特征在该实施例中示出为板条或翅片160。这些板条或翅片可增加表面面积,以增强热能的传递。在其它实施例中,翅片将为线性的或弯曲的,并且相对于由流体通路的壁限定的平面以一角度定向。如图5中示出的,翅片可相对于多个第一流体通路的壁以第一角度162定向。例如,第一角度可根

据一些实施例在大约十度和八十度之间,在大约三十度和六十度之间,或者为大约四十五度。角度可在细长的热交换器特征的长度之上改变,以赋予扭曲或螺旋。以该方式,各个翅片的热传递表面可相对增加。除非另外规定,否则板条横跨通路延伸并且在两个端部处连接,然而翅片在一个端部处连接并且在另一端部处不附接。对热交换器特征、翅片、板条、突起、须状物等的提及为可互换的,除非上下文或语言另外指出。

[0048] 再次参照图4,根据示出的实施例,翅片为交错的。使翅片交错可增加与翅片的流体接触。如本文中使用的,具有“偏移”或“交错”热交换器特征的流体通路为其中沿着第一或第二流体流动方向邻近于彼此的特征沿着垂直于第一或第二流体流动方向的方向与彼此偏移的流体通路。值得注意地,偏移的量级和翅片沿着第一流体流动方向的间隔可变化,同时保持在主题的范围之内。此外,或者作为备选,翅片可类似地在第二流体通路中交错。第一流体通路限定第一流体流动方向,并且第二流体通路限定第二流体流动方向。

[0049] 现在具体参照图6,示出多个第二流体通路的特写视图。类似于多个第一流体通路,第二流体通路可包括多个热交换表面,例如,翅片,用于增强热传递。其它翅片可相对于流体通路的壁以任何合适的角度定向。例如,如示出的,翅片170相对于多个第二流体通路的壁以第二角度172定向。例如,第二角度可根据一些实施例在大约十度和八十度之间,在大约三十度和六十度之间,或者为大约四十五度。以该方式,可增加翅片中的每个的热传递表面。

[0050] 多个第二流体通路中的一个或更多个可为扇形的,或者可具有朝向热交换器的底侧的增加的宽度,以将整体弯曲的轮廓提供至热交换器。弯曲的轮廓可例如帮助遵循发动机的外形,热交换器可安装至该发动机。多个第二流体通路可部分地由第一壁180和第二壁182限定。第三角度184可限定在第一壁与第二壁之间。第三角度可相对小(例如,小于五度),或者相对大(例如,大于四十度),这取决于芯部中的地点和其它应用特定参数。

[0051] 本文中公开的添加制造方法允许在整体式芯部内的非常薄的翅片的集成制造。例如,翅片可均具有在从大约0.01cm到大约0.2cm的范围内的厚度。在其它实施例中,翅片可具有在从大约0.2cm到大约0.5cm的范围内的厚度。翅片可以以合适的翅片厚度(降至单个添加构成的层,例如,10微米)制造。制造极薄的翅片、板条或其它突起的能力可实现具有非常大密度的热交换器特征的热交换器的制造。例如,翅片可形成为具有每厘米大约二个和十三个翅片之间的翅片密度。翅片可具有每厘米十个或更多个翅片的翅片密度。然而,根据备选实施例,翅片的翅片密度可为每厘米大于十二个热交换器特征。此外,翅片中的每个可为相同的并且遍及每个流体通路均匀地间隔,或者每个翅片可为不同的并且以不均匀的方式间隔。

[0052] 第一流体通路和第二流体通路限定非圆形几何形状。几何形状可选择成以便增加可用于热交换的表面面积。例如,第一流体通路和第二流体通路可具有正方形或矩形的截面轮廓。在这方面,每个流体通路可具有高度,其例如为垂直于通路内的流体流测量的平均距离。例如,通路高度可为相应流体通路的壁之间(例如,沿着垂直于壁的方向从一个通路壁至另一通路壁)的平均距离。

[0053] 根据图5中示出的实施例,第一流体通路中的每个限定第一通路高度190,并且每个第二流体通路限定第二通路高度192。对于给定的流体通路而言,第一通路高度和第二通路高度可为第一壁180与第二壁182之间的距离。第一通路高度和第二通路高度可沿着相应

通路的长度为均匀的,或者可沿着通路的长度变化,如图6中示出的。此外,通路阵列内的每个通路可具有相似或不同的高度。

[0054] 第一通路高度和第二通路高度可选择成改进穿过相应通路的流体流。例如,使油穿过其的流体通路的高度可小于使空气经过的流体通路的高度。根据一个实施例,第一通路高度和第二通路高度中的至少一个在大约0.0254cm和2.54cm之间。第一流体通路和第二流体通路可具有基于应用特定参数的大小和几何形状。

[0055] 第一流体通路和第二流体通路中的每个可为直的、曲线的、蛇形的、螺旋的、正弦的或任何其它合适的形状。例如,如图4中示出的,第一流体通路为曲线的,即,弓形或U形。热交换器可包括性能增强几何形状和热交换器特征,其实际实施由添加制造过程来促进,如以下描述的。根据一些实施例,第一流体通路和第二流体通路可具有多个热交换表面或特征(例如,翅片),以协助热传递过程。

[0056] 热交换器的部分可按需要使用合适的材料以合适的几何形状、密度以及厚度来构成,以在特定操作期间为热交换器提供必要的结构支承。例如,热交换器的外壁196可由刚性的绝热材料形成。此外,合适的外壁可更厚和更密,以在燃气涡轮发动机的安装、组装以及操作期间为由热交换器经历的负载提供结构支承。相比之下,内壁(例如,第二流体通路的壁180和182)可更薄并且由更导热的材料构成,以便增强热传递。例如,根据一个实施例,热交换通路的壁可由导热金属合金构成,并且可为小于0.07cm厚。根据又一实施例,热交换通路的壁可为大约0.03cm厚,并且可至少部分地基于操作压力和温度且基于多少流体将穿过通路来选择。

[0057] 根据示出的实施例,第一流体通路和第二流体通路具有交叉流动构造,即,油和空气垂直于彼此流动。在另一实施例中,第一流体通路和第二流体通路操作为逆流布置,其中热交换器设计成使得第一流体通路和第二流体通路大致上平行,并且相应的流体流在它们的相应通路中沿相反方向行进。此外,根据一些实施例,流体可在它们的相应通路中沿相同的方向行进。

[0058] 可用的添加制造方法可实现具有有限定的大小或形状的热交换器的形成。热交换器的占地面积或外部轮廓可为正方形、圆形、曲线的或任何其它合适的形状,例如,以贴合地配合到发动机中的另外的“损失空间”中,或者为更加空气动力或有效的。此外,热交换器内的流体供应通路可具有应用特定的大小或构造,并且可包括限定的轮廓、较薄的壁、较小的通路高度,以及更复杂且错综的热交换器特征。

[0059] 提供用于形成根据主题的一个实施例的整体式热交换器的方法200。该方法可用于形成热交换器。现在参照图7,该方法包括,在步骤210处,将第一通路壳体添加制造在热交换器的外壳内,第一通路壳体限定第一流体通路。步骤220包括将多个第一热交换器特征添加制造在第一流体通路内,多个第一热交换器特征中的每个限定第一厚度。步骤230包括将第二通路壳体添加制造在外壳内,第二通路壳体限定第二流体通路。步骤240包括将多个第二热交换器特征添加制造在第二流体通路内,其中多个第二热交换器特征中的每一个具有不同的第二厚度。第一厚度和第二厚度中的至少一个可在小于大约0.03cm的范围内。并且,如在本公开中注意到的,厚度可在厚度、形状、相对于基底的方位以及材料成分上与彼此不同。此外,差异可基于如下通路:它们在通路中的一个的长度中或沿着其(或两者)设置。

[0060] 在一个实施例中,热交换装置可包括管壳预冷却级,其具有一个或更多个热顺从特征和板翅式设计。该构造可提供扩展的有效性和紧凑性。顺从特征可在负载之下膨胀/收缩,挠曲或折曲,以避免破裂。带有不同热膨胀系数或具有不同温度分布的构件可在热管理系统的不同节段中和之间引起热应力。顺从特征可用于减轻热感生应力中的至少一些。

[0061] 参照图8,示出热管理系统800,其包括根据本发明的实施例的壳体802。系统包括设置在壳体内部的整体式芯部结构804。芯部结构的外表面806限定第一通路808的至少部分。芯部结构的内表面810限定第二通路812的至少部分。芯部结构包括分离壁820,其将穿过第一通路的第一流(未示出)与穿过第二通路的第二流(未示出)隔离。分离壁的放大截面视图示出分离芯部804A壁和设置在外表面上的涂层822。在示出的实施例中,涂层示出仅在外表面的部分之上。在示出的实施例中,芯部结构为钢,并且涂层为防污、抗腐蚀的氮化物涂装层。

[0062] 第一通路和第二通路热连通。芯部结构包括一个或更多个热交换器特征830,其定位在第一通路内。没有热交换器特征示出在第二通路中,以避免使描绘混乱。示出的热交换器特征为线性板条,其垂直地延伸横跨第一通路,以增加热传递表面面积。热交换器特征具有与芯部结构壁的厚度大约相同的厚度;并且具有表达为4比1的比率的分布密度,其中存在沿着与通路的宽度相同的长度设置的四个热交换器特征。未示出的是热交换器特征的轮廓,其为细长的泪状物,并且热交换器特征相对于相邻的热交换器特征交错。热交换器特征的构造可选择成保持流体流抵靠其表面,以最小化层流性质并且通过加剧湍流边界层的产生来增加传送的流体的冲击。在一个实施例中,轮廓相对于芯部的表面构造,以沿着热交换器特征中的一个或更多个的长度的至少一部分产生柯恩达效应。

[0063] 再次参照图8,芯部结构还具有顺从节段840,其具有在第一端部842处联接于壳体结构的第一端部842,和联接于分离壁的第二端部844。在另一实施例中,顺从节段将一个分离壁联接于另一分离壁。如示出的,一个或更多个顺从节段可包括在系统中。这些顺从系统可具有其中它们被弯曲或盘绕的模式,和其中它们被拉伸或为线性的另一模式。顺从节段可因此具有(取决于模式)一个或更多个弯曲部或挠曲处。这些挠曲处可形成例如“S”形或手风琴形。示出的实施例显示简单的弯曲部,并且由与芯部结构不同且比其更柔韧的材料形成。芯部结构的热交换器特征可选择用于高导热性、耐侵蚀性、耐腐蚀性、耐化学性或抗污性中的一个或更多个。在备选实施例中,材料可相同,但是厚度可不同。

[0064] 公开的热管理系统可使用合适的过程制造或形成。然而,根据公开的主题的若干方面,热交换器可使用添加制造过程(如3D打印过程)形成。如以上根据一个实施例描述的,此类过程的使用可允许热交换器集成地形成成为单个整体式构件。制造过程可允许热交换器集成地形成并且包括在使用其它制造方法时不可能的各种特征。

[0065] 如本文中使用的,用语“添加制造”或“添加制造技术或过程”大体上是指制造过程,其中(多种)材料的连续层设在彼此上,以逐层地“构建”三维构件。连续层大体上熔融在一起,以形成整体式构件,其可具有各种集成子构件。相比之下,焊接在一起的多个铸造或形成的零件不为整体式的。

[0066] 根据本公开的合适的添加制造技术包括例如熔融沉积成型(FDM)、选择性激光烧结(SLS)、如通过喷墨和激光喷射的3D打印、立体光刻(SLA)、直接选择性激光烧结(DSL)、电子束烧结(EBS)、电子束熔化(EBM)、激光工程化净成形(LENS)、激光网状制造(LNSM)、直

接金属沉积 (DMD)、数字光处理 (DLP)、直接金属激光烧结 (DMLS), 以及基于应用特定参数和要求选择的其它过程。

[0067] 本文中描述的添加制造过程可使用适合于最终用途应用的材料形成构件。取决于构件的用途, 材料可为塑料、金属、混凝土、陶瓷、金属陶瓷、聚合物、环氧树脂、光聚合物树脂, 或其它材料。起始材料可呈固体、液体、粉末、片材、线材, 或另一形式。在一个实施例中, 热交换器可部分地、整体地或以材料的组合形成。在一个实施例中, 该组合可包括多种金属及其合金。合适的金属可包括铝、铍、铜、铁、镁、镍、铌、锡, 以及钛。合适的合金可包括前述内容的合金, 其包括镍合金、铬合金、钛合金、镁合金、铝合金, 以及奥氏体合金。合适的奥氏体合金可包括镍-铬基超级合金 (例如, 可从 Special Metals Corporation 获得的、可在名称 Inconel[®] 下获得的那些) 和钴铬合金。

[0068] 此外, 各种材料和用于粘合这些材料的方法可被使用, 并且设想为在本公开的范围之内。如本文中使用的, 对“熔融”的提及可指用于基于应用特定要求来产生粘合层的过程。例如, 如果物体由聚合物制成, 则熔融可指在聚合物材料之间产生热固性粘合。如果物体为环氧树脂, 则粘合可由交联过程形成。如果材料为陶瓷或金属陶瓷, 则粘合可由烧结过程形成。如果材料为粉末金属, 则粘合可由熔化过程形成。可采用由添加制造来熔融材料以制成构件的其它方法。

[0069] 在一个实施例中, 本文中公开的添加制造过程允许单个构件由多种材料形成。即, 热交换器可由以上材料的合适混合物形成, 并且/或者在不同部分或节段中由不同材料形成。例如, 构件可包括多个层、节段或零件, 它们使用不同材料、过程和/或在不同的添加制造机器上形成并且仍然形成整体式零件。以该方式, 可构成构件, 其具有不同材料和材料性质, 用于满足特定应用的参数。

[0070] 在本申请中, 在不同材料的部分之间可存在过渡部分。作为备选, 在两种 (或更多种) 材料之间可存在清晰的边界层。通过使用过渡部分, 其可能影响构件性能。例如, 具有不同热膨胀系数 (CTE) 的材料可具有从 100% 浓度的一种材料过渡至 100% 浓度的另一种材料的浓度梯度, 其中过渡部分的中间处的浓度为每种材料的大约 50%。取决于应用要求和材料性质, 可使用不同的梯度变化率以及沿着过渡部分的该梯度的均匀性。除了热膨胀之外, 可考虑其它因素。这些其它因素可包括成本降低 (cost out) (使用更便宜的材料, 其中更昂贵的材料不为必要的)、强化 (使用更强材料, 其中需要强度的增强) 等。

[0071] 可产生双金属组合。在此类应用中, 材料特性的差异可为有用的。再次参照 CTE 实例, 通过将具有不同 CTE 的两种材料彼此接近成层, 它们可随温度改变的变化而膨胀或收缩不同的量。因此, 在一个实施例中, 热交换器可具有使用双金属成层过程制成的热交换器特征 (如翅片或须状物), 以使随着翅片的温度改变, 翅片的物理构造也改变。这可用于基于流体的温度选择性地引导经过翅片的流体流。其可用于增加或减少穿过热交换器的流率 (再次, 基于接触流体的温度)。此外, 一个通路中的翅片可与另一通路的翅片 (具有不同的流体) 不同。例如, 随着排出气体流温度增加, 翅片可缩回, 以降低“热侧”上的热传递速率; 同时, 与冷却剂接触的翅片可延伸, 以增加表面面积或冲击, 并且由此更有效地将热负载分散至冷却剂。因此, 热点中的热质量传递可重新平衡至较冷的点, 并且与静止翅片存在于例示的两个流动路径或通路中的一个或两个中的情况相比, 这是从排出气体至冷却剂的相对更均匀的热传递。

[0072] 涂层或涂覆层可沿着接触流动穿过一个或更多个通路的流体的表面产生。合适的涂层可具有与整料的支承或基部结构不同的材料,但是仍然形成为单一结构(并且因此为整料的部分)。在一个实施例中,涂覆层可用于将流体与基部结构分离。因此,如果与碱性或酸性流体接触,铝的基部结构可易受化学溶解,并且因此可产生化学惰性涂层,以防止铝与酸/基液的接触。在一个实施例中,催化剂材料(例如,铂)可包含在涂层中,以使排出气体的流可在其在涂层之上经过时催化。在另一实施例中,涂层可具有低表面能和/或光滑表面(即,表面粗糙度低于阈值),以便例如降低或控制穿过热交换器的流的压降。

[0073] 与涂层类似,后处理表面精加工步骤可在热交换器上执行。合适的机械后处理取决于应用特定参数,然而,在一些实施例中,可使用浆料洗涤。其它合适的处理可包括珩磨、研磨、超精加工,以改变表面纹理或粗糙度。可有用的是,通过化学改变表面来后处理,如通过酸洗、氮化、渗碳、硼化、碳氮共渗,以及铁素体氮碳共渗。在一个实施例中,添加制造的特征的产生可包括在后处理中转换成另一种材料的材料。该材料的实例可包括煅烧物或陶瓷/釉料,它们通过将热交换器加热到足以引发转换过程的温度而形成。

[0074] 尽管热交换器可描述为完全由添加制造过程构成,但是在至少一个实施例中,热交换器的部分可以以其它方式形成,例如,经由铸造、机加工和/或合适的制造过程。非添加制造零件可接着与整体式添加部分组合,该整体式添加部分可“建造在”基部部分上。包覆成型的塑料零件为两个制造过程组合以产生单个制品的不良(poor)但有效的实例。即,铸造部分可与可建造到其上的添加部分组合。该添加部分可包封铸造部分或者仅联接于铸造部分的侧部。

[0075] 现在将描述一个添加制造过程。添加制造过程使用构件的三维(3D)信息(例如,三维计算机模型)来制作构件。因此,热交换器的三维设计模型可在制造之前限定。在这方面,热交换器的模型或原型可扫描成确定热交换器的三维信息。作为另一实例,热交换器的模型可使用合适的计算机辅助设计(CAD)程序来构成,以限定热交换器的三维设计模型。

[0076] 每个连续层可例如在从大约10微米(μm)到大约200 μm 的范围内,尽管厚度可基于应用特定参数来选择,并且可基于应用来确定大小。因此,利用以上描述的添加形成方法,热交换表面(例如,壁)可与在添加形成过程期间利用的相关粉末层的一个厚度(例如,10 μm)一样薄。

[0077] 热交换器可为整体式的或单件的连续材料。“整体式”意味着它们可相对于现有的热交换器不包括或包括更少的构件和/或接头。整体式明确地排除模制、铸造(casting)或浇铸(cast)零件。热交换器通过添加制造的集成形成可改进整个组装过程。例如,集成形成可减少待组装的单独零件的数量,因此减少相关联的时间和组装成本。此外,可减少关于例如单独零件之间的泄漏、焊接和连结质量以及整体性能的现有问题。

[0078] 描述的添加制造方法实现热交换器的更复杂且错综的形状和外形。例如,热交换器可包括薄壁(小于0.07cm)、狭窄的通路,以及热交换器特征。这些特征可为相对复杂且错综的,用于使热传递最大化并使热交换器的大小或占地面积最小化。添加制造过程实现具有不同材料、特定热传递系数,或期望的表面纹理(例如,增强或约束穿过通路的流体流)的结构制造。制造过程的连续性、添加性实现这些通道和特征的构成。因此,热交换器性能可相对于其它热交换器不同。

[0079] 利用添加过程,表面光洁度和通路大小可形成,以改进穿过通路的流体流,以改进

通路内的热传递等。例如,表面光洁度可通过在添加过程期间选择适当的激光参数来调节(例如,制成更光滑或更粗糙)。更粗糙的光洁度可通过增加激光扫描速度或粉末层的厚度来实现,并且更光滑的光洁度可通过降低激光扫描速度或粉末层的厚度来实现。扫描图案和/或激光功率还可改变成改变所选区域中的表面光洁度。值得注意地,更光滑的表面可促进穿过热交换器通路的更快的流体流,而更粗糙的表面可促进流体的湍流以及增加的热传递。

[0080] 在本发明的一个实施例中,热管理系统包括壳体。系统包括设置在壳体内的整体式芯部结构。芯部结构的外表面限定第一通路的至少部分。芯部结构的内表面限定第二通路的至少部分。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流隔离。第一通路可与第二通路热连通。芯部结构包括一个或更多个热交换器特征或翅片,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。热交换器特征具有厚度和分布密度。并且,芯部结构还具有顺从节段,其具有联接于壳体结构的第一端部和联接于分离壁的第二端部。在另一实施例中,顺从节段将一个分离壁联接于另一分离壁。顺从节段不沿着通路的整个长度行进,并且仅联接以上提及的分离壁或壳体。

[0081] 在一个实施例中,顺从节段可采用不同的形式。每个形式可基于许多标准更适合于不同的应用,该许多标准可除了许多其它标准之外包括使用的材料、节段的长度、节段上的热和物理应力,或可能,与热节段接触流动的流体。在一个实施例中,顺从节段可为非线性的,并且允许芯部结构相对于壳体的折曲、膨胀或两者。

[0082] 在一个实施例中,热管理系统可包括两种或更多种不同的材料。这些材料可彼此不均匀且不成合金。这可采取许多不同的形式。那些形式的一些实例如下,但可能的实施例不限于仅此处列出的那些。不同的材料可成层在彼此上,使材料以图案或随机交替。材料可用于涂覆热交换器的表面。材料可为在像阳极氧化或类似过程的化学或电化学过程中添加的材料。材料可遍及不同材料的形成区域混合。这些区域可在大小上范围从小于一粒沙子到与热管理系统本身一样大。该材料的一个实例可通过混合用于产生热管理单元(如果其为添加制造的)的不同材料的粉未来产生。

[0083] 在一个实施例中,热管理系统可使用两种或更多种不同的材料。使用这些材料,以使第一材料可在热交换器壳体的第一部分中,并且第二材料可在热交换器壳体的第二部分中。这些部分可设计成使得具有较高疲劳的材料可使用在经历较高物理应力的区域或部分中,而更容易获得的材料可用于较不关键的区域或部分。选择用于不同部分的材料还可用于平衡局部热有效性。选择用于一个部分的材料可具有高得多的热导率,并且选择用于另一部分的材料可具有低得多的热导率。这可完成,以降低相对于热管理系统的其它区域的高热应力区域中的局部有效性,因此使沿着流体流的路径的热传递的量均等。

[0084] 在一个实施例中,部分可在具有多个部分中的多种材料的热管理系统中成层。第一部分和第二部分可为热交换器特征的不同层。第一材料可具有与第二材料的热膨胀系数不同的热膨胀系数。此外,热交换器特征可随热交换器特征的温度变化而改变。热交换器特征可为波形的,或者采用非平面形状。热交换器特征中使用的材料可为与热管理单元中使用的其它材料中的任一种不同的材料。热交换器特征还可形成使流体流分离的壁的部分。在该实施例中,特征可基于流体的温度将流重新引导至不同的通道。在另一实施例中,热交换器特征可为翅片,并且翅片可基于流体的温度调节为交错或不交错的。此外,热调节热交

换热器特征可或可不存在于整个热管理系统中。此外,特征可或可不遍及系统以相同的方式表现。

[0085] 在热管理系统的一个实施例中,可存在第一和第二部分。第一部分可为壳体的第一级,并且第二部分可为壳体的第二级。第一流或第二流可首先穿过第一部分,并且其次接着穿过第二部分。级中的至少一些可不由相同的材料制成。更高疲劳或更低热导率的材料可在流体流之间具有最高热梯度的级中使用,并且更多径向可用或更高传导率的材料可在流之间具有更低热梯度的级中使用。

[0086] 在一个实施例中,热管理系统的分离壁限定一个或更多个路径。这些路径构成单个通路。路径中的至少两个可不与彼此不平行。一系列路径可与彼此不平行,使热管理系统的整体形状为曲线的和/或曲折的。

[0087] 系统可限定两个或更多个通路。在一个实施例中,存在第一通路和第二通路。第一通路、第二通路或两者可以以一种或更多种方式与彼此不同。一个不同可在于沿着它们的相应流的路径的截面面积。通路的截面面积可至少部分地基于应用特定参数而不同。这些参数可包括流体类型、流率、热传递速率、壁厚、壁或热交换器材料,或翅片材料。

[0088] 关于截面面积,取决于地点,存在第一和第二厚度。这些厚度中的至少一个可在从大约0.0127cm到大约0.0254cm的范围内。适当的厚度范围可至少部分地基于特定应用。适于特别用途的合适范围可从大约0.0127cm到大约0.0150cm、从大约0.0150cm到大约0.0170cm、从大约0.0170cm到大约0.0190cm、从大约0.0190cm到大约0.0210cm、从大约0.0210cm到大约0.0230cm,或从大约0.0230cm到大约0.0254cm。选择适当范围的考虑可包括通过热管理系统的允许的压降、流动穿过系统的一种或多种流体的性质、系统的期望表面面积、翅片的材料、翅片的方位、期望的热有效性,或系统的壁的材料。这些厚度描述热交换器特征的厚度。这些特征可采用许多不同的形式,并且除了别的以外可为突起、毛状物/须状物,或细长的翅片状结构。

[0089] 在一个实施例中,可存在第一热交换器特征密度和第二热交换器特征密度。这些密度中的至少一个可沿着遍及热管理系统的通路中的至少一个而不同。在一些情况下,基于应用,密度可在一个或更多个级中谨慎地不同,在其它情况下,密度可遍及通路中的至少一部分逐渐地不同,或者两者可沿着相同的通路发生。分布密度可在从每厘米大约两个特征到每厘米大约十四个热交换器特征的范围。该范围可分成许多不同的子范围,这取决于热管理单元的应用。最适当的分布密度范围或密度不同的方式可至少部分地取决于特征的材料、使用的特别流体、特征厚度、特征的构造或形状、整体有效性要求、局部有效性要求,或穿过系统的流体的可允许压降中的一个或更多个。其它方面可沿着通路不同。例如,翅片本身可改变,翅片相对于壁的角度可改变,并且特征密度可随彼此变化全部改变。翅片可具有随沿着流动路径的地点变化的不同的密度、间距或方位。

[0090] 热交换器特征的分布密度可在具有相对较高水平的热应力的热交换器的部分中相对较低。相反地,热交换器特征的分布密度可在具有较小热应力的部分中较高。热应力可为热循环、绝对温度波动、超出确定的操作温度范围的热偏移中的一个或更多个,或与较高的压差和/或振动耦合的前述内容的组合。

[0091] 在一个实施例中,至少一个热交换器特征或翅片可不垂直于壁。热交换器特征中的至少一个可以以相对于由壁限定的平面的一角度定向,该角度落入许多不同的范围内。

角度的合适范围可从大约0.001度到小于90度。取决于应用,角度可在从大约0.001度到大约15度、从大约16度到大约30度、从大约31度到大约45度、从大约46度到大约60度、从大约61度到大约75度,或从大约76度到小于90度的范围内。特定角度可至少部分地取决于应用和其它贡献因素。这些因素中的一些可包括在装置的各种通路中使用的热流体的类型、热交换器特征的厚度、热交换器特征的密度、通过热管理单元的可允许压降、热管理系统的整体所需有效性,或热管理系统的局部所需有效性,以及在形成热交换器特征时使用的材料。

[0092] 可使用多个热交换器特征。沿着穿过通路的流的方向,可存在相对于位于至第一特征的流的下流的第二热交换器特征偏移的第一热交换器特征。以该方式,特征可交错,由此破坏流抵靠壁的边界层并且增加冲击点的数量。

[0093] 在一个实施例中,热交换器特征中的一个或多个可具有复杂的形状。具有复杂形状的热交换器特征可为具有非平面形状的翅片。合适的翅片可为弯曲的、波形的,或皱折(rugate)/手风琴形的。其可附接于使流体流分离的至少两个壁。

[0094] 在一个实施例中,壳体限定第一入口区域和第一出口区域。两个区域在第一通路的相对端部上。第一入口可相对于流在第一出口区域上游。流在第一入口区域处比在第一出口区域处具有更高的温度。热交换器特征密度可在第一入口区域中比在第一出口区域中低。壳体可在第二通路的相对端部上限定第二入口区域和第二出口区域。第二入口区域可相对于第二流在第二出口区域上游。第二通路可具有更高的体积流率、更高的线性流速或两者,这取决于第一入口区域而不是第一出口区域中的应用。

[0095] 在一个实施例中,壳体可限定传感器端口。该端口将接收传感器,或者当传感器不存在时,接收插头。壳体可包括排出气体再循环系统、油冷却器系统、散热器系统或燃料加热器系统、中间冷却器系统,或可联接于发动机的后冷却器系统的至少一部分。

[0096] 在一个实施例中,热管理系统包括壳体。壳体包括壳体内部的整体式芯部结构。可存在限定第一通路的至少部分的芯部结构的外表面,和限定第二通路的至少部分的芯部结构的内表面。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流隔离。第一通路可与第二通路热连通。芯部结构包括一个或多个热交换器特征,其定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。热交换器特征具有厚度和分布密度。此外,芯部结构包括彼此不均匀且不成合金的两种或更多种不同材料。

[0097] 在一个实施例中,热管理系统包括壳体。壳体包括壳体内部的整体式芯部结构。可存在限定第一通路的至少部分的芯部结构的外表面,和限定第二通路的至少部分的芯部结构的内表面。芯部结构包括分离壁,其将穿过第一通路的第一流与穿过第二通路的第二流隔离。第一通路可与第二通路热连通。整体式芯部结构包括一个或多个翅片,它们定位在第一通路、第二通路或第一和第二通路两者内。翅片具有复杂的形状。整体式芯部结构包括涂层或表面层,其可为与芯部结构的基部分、一个或多个翅片,或芯部结构和翅片两者不同的材料。

[0098] 可详细参照本发明的实施例,其一个或多个实例在附图中示出。详细描述使用数字和字母标号来表示附图中的特征。附图和描述中相似或类似的标号用于表示相似或类似的部分。

[0099] 如本文中使用的,用语“第一”、“第二”和“第三”可以可互换地使用,以将一个构件与另一个区分开,并且不旨在表示独立构件的位置或重要性。用语“上游”和“下游”是指相

对于流体通道中的流体流的相对方向。例如，“上游”是指流体流自的方向，而“下游”是指流体流至的方向。如本文中使用的，“流体”可为气体或液体。合适的冷却流体可为空气，并且冷却的流体可为润滑油。可使用其它类型的流体、液体以及气体。流体的其它实例可包括煤油、汽油，或柴油燃料。其它流体可为液压流体、燃烧气体、制冷剂、制冷剂混合物、用于冷却电子系统的介电流体、水或水基化合物、防冻添加剂（例如，乙醇或乙二醇化合物），以及其它有机或无机热传递流体或流体混和物。在一些应用中，这些流体能够在升高或降低的温度下持续热传输。

[0100] 该书面的描述使用实例以公开本发明（包括最佳模式），并且还使本领域技术人员能够实践本发明（包括制造和使用任何装置或系统并且执行任何并入的方法）。本发明的可专利范围由权利要求限定，并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这些其它实例包括不与权利要求的字面语言不同的结构元件，或者如果这些其它实例包括与权利要求的字面语言无显著差别的等同结构元件，则这些其它实例意图在权利要求的范围内。

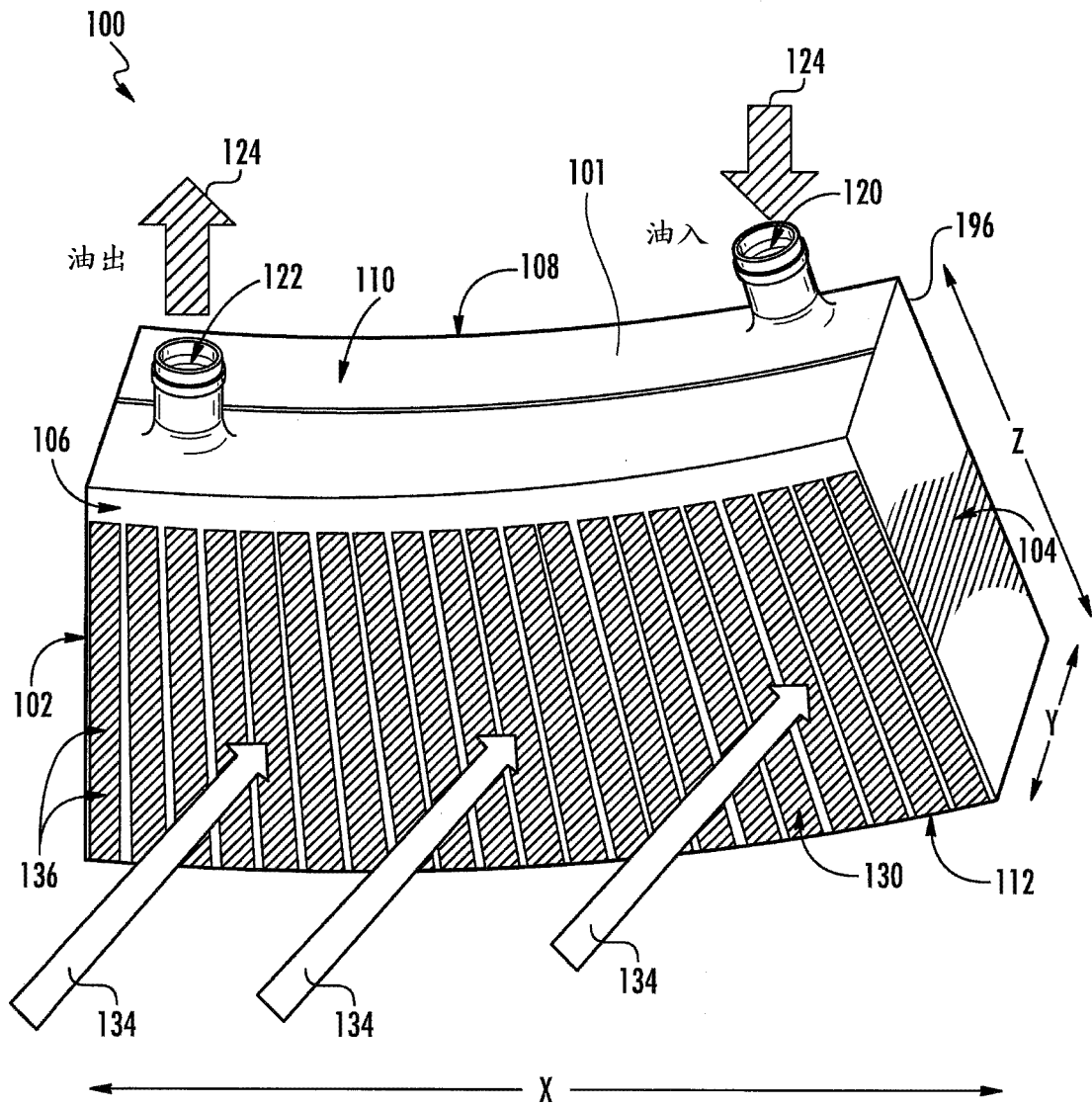


图 1

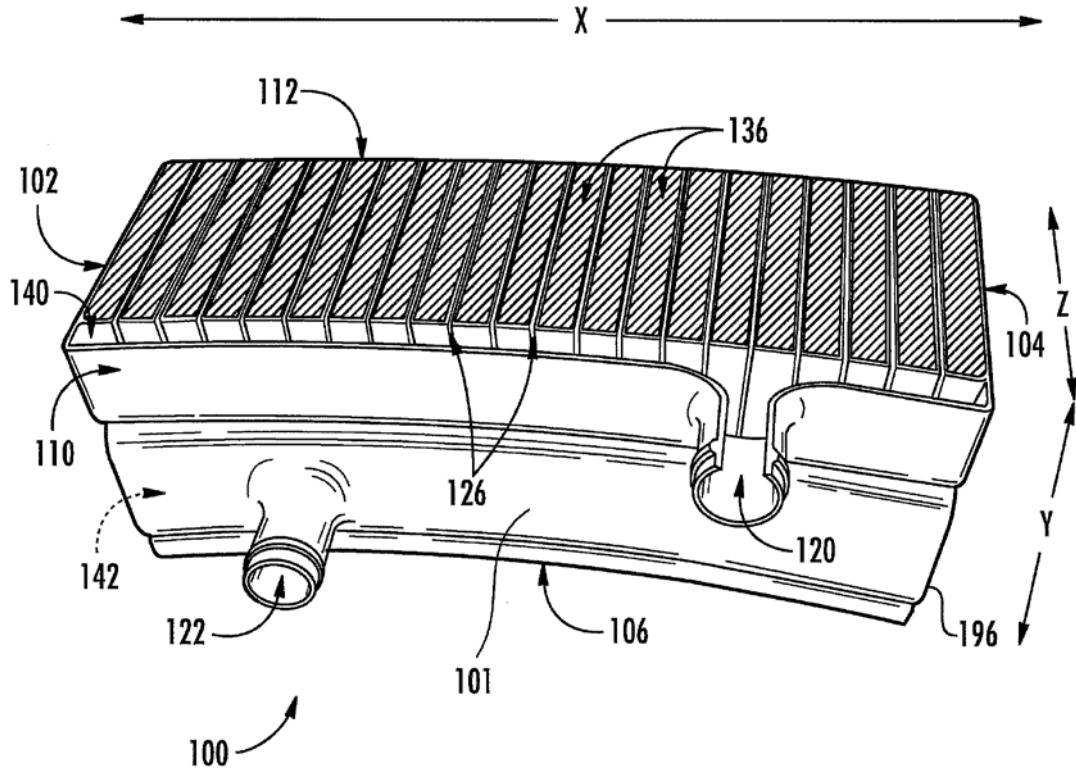


图 2

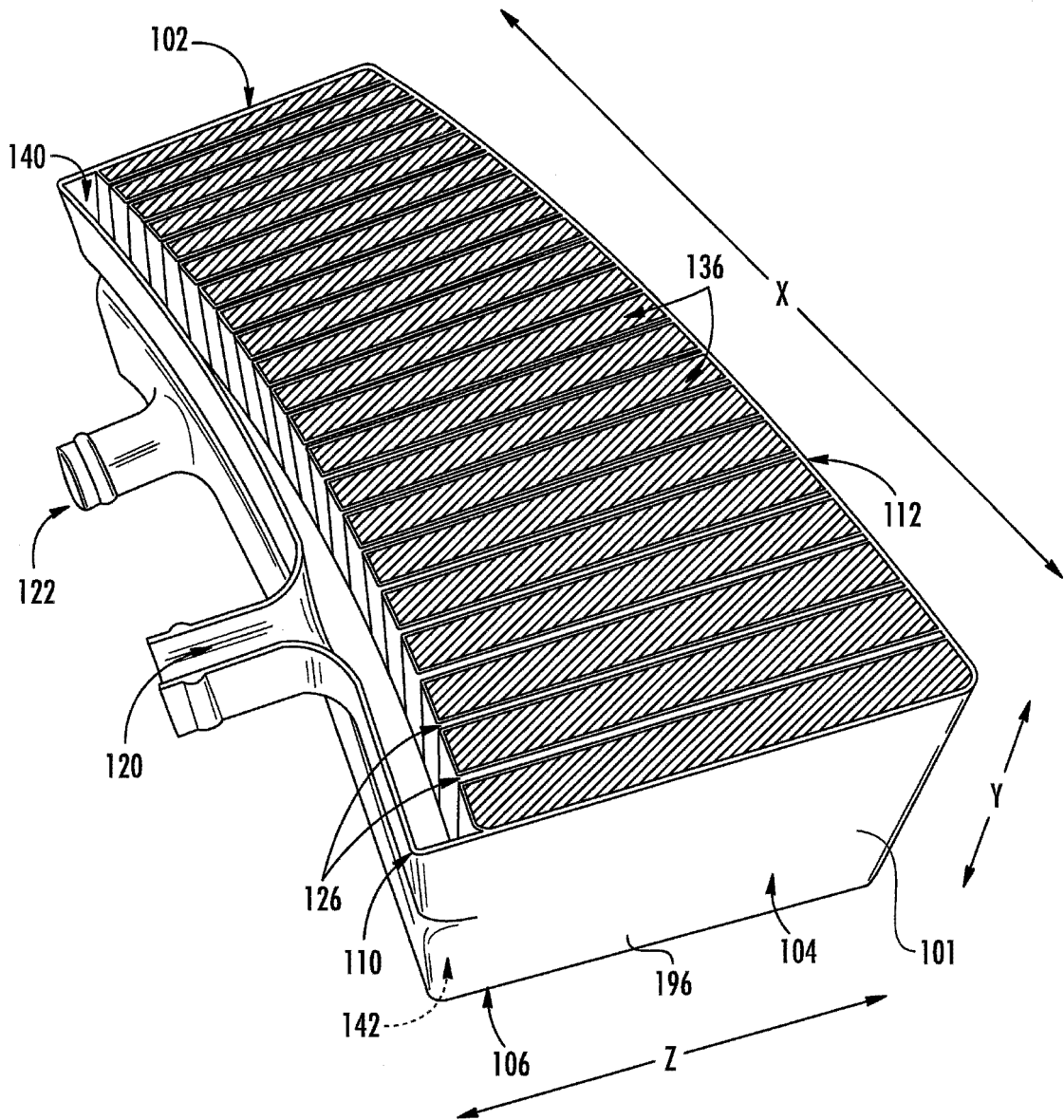


图 3

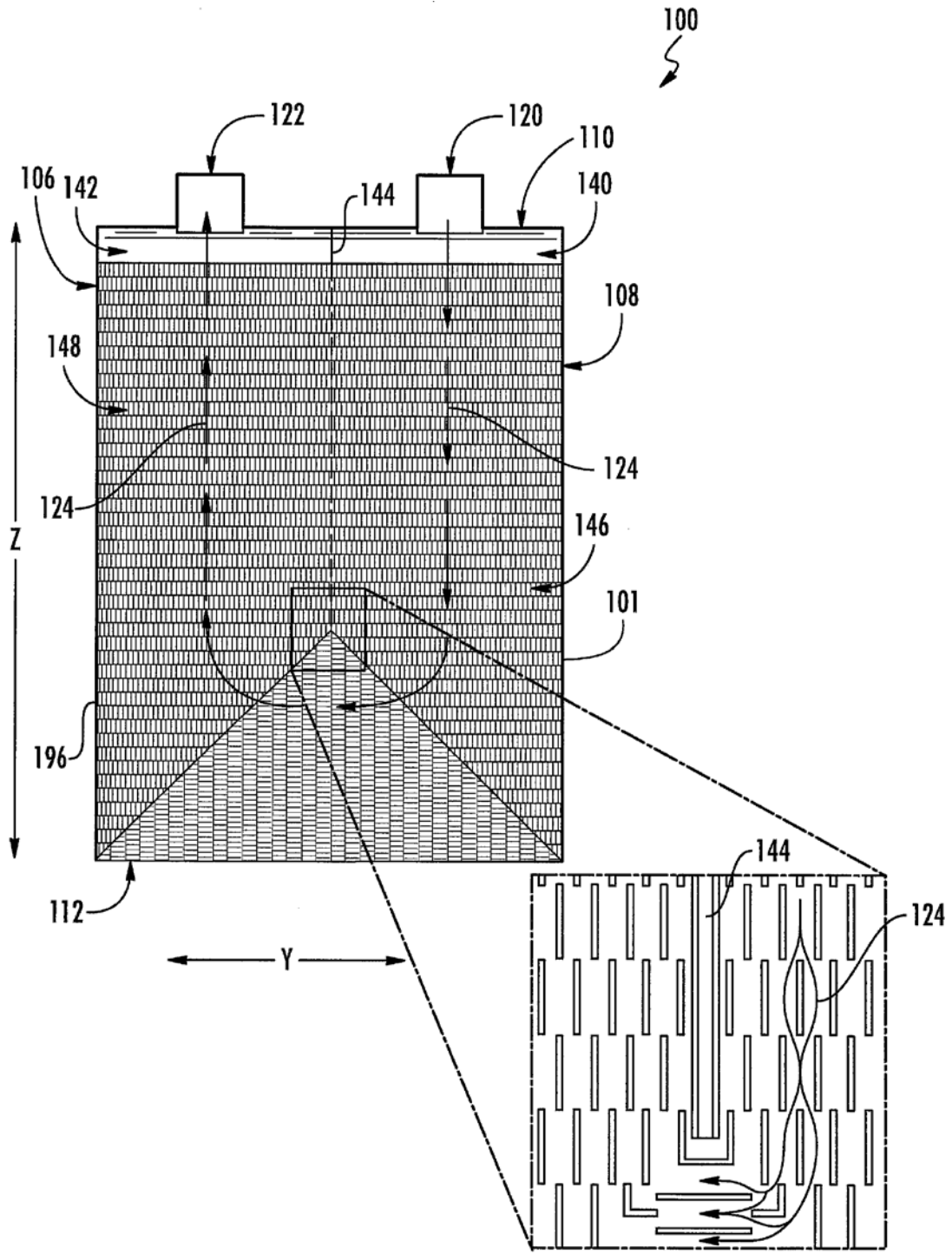


图 4

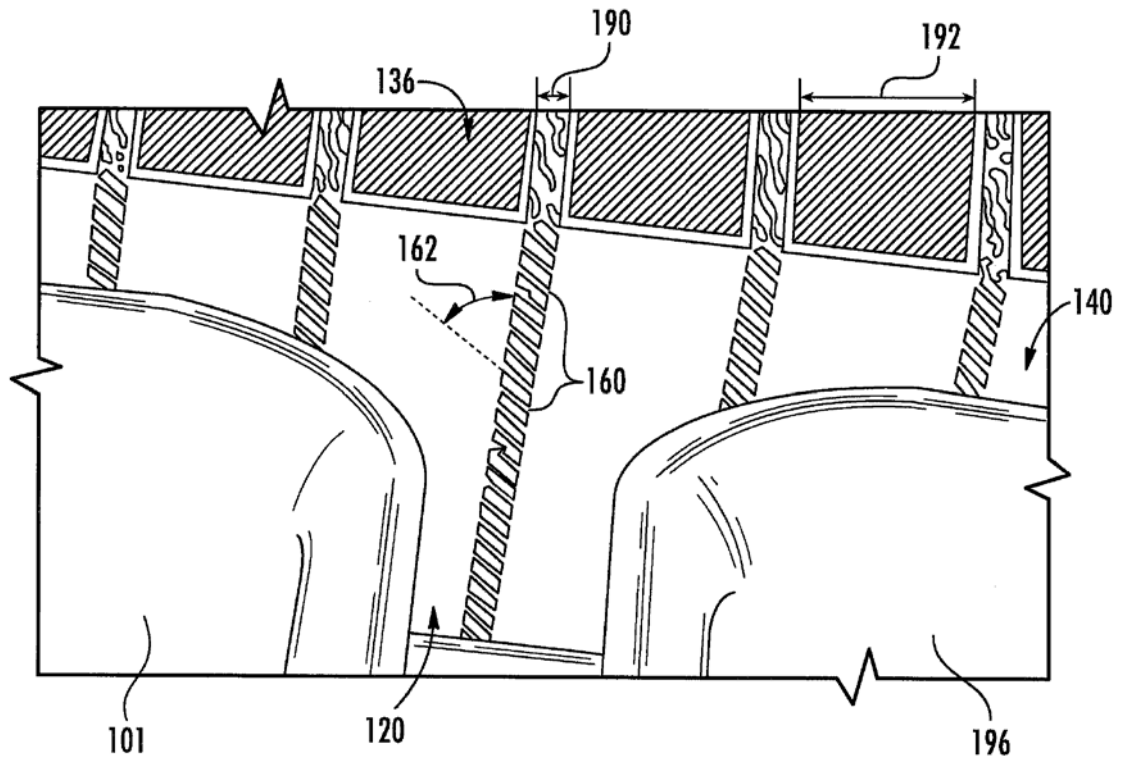


图 5

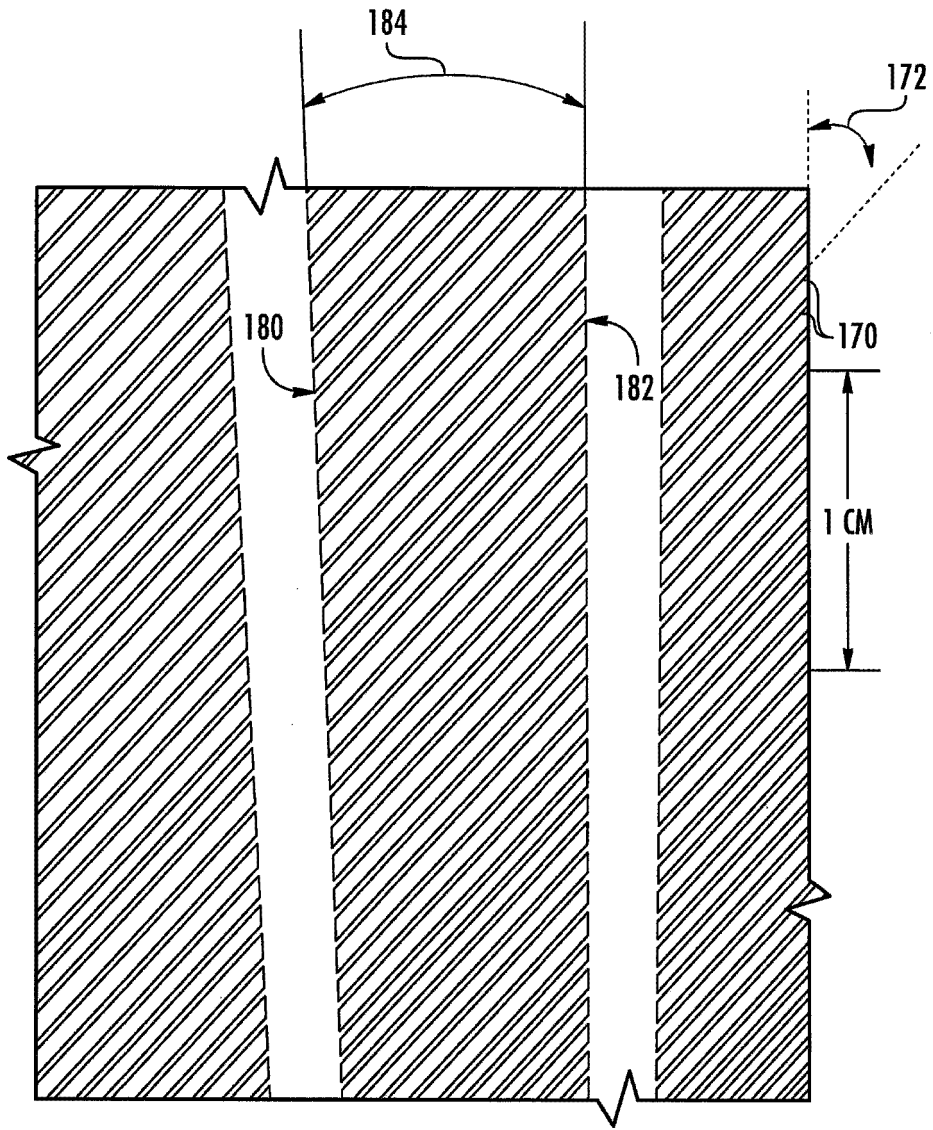


图 6

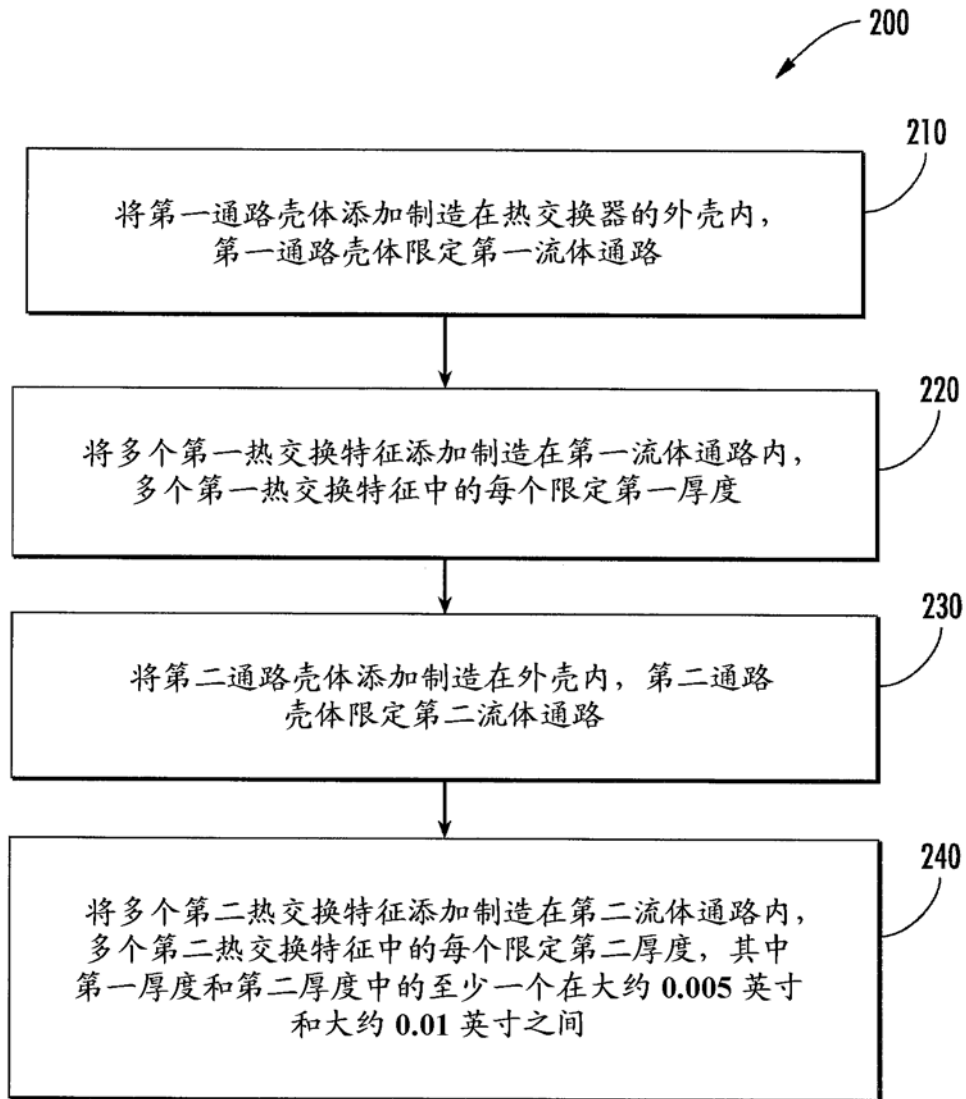


图 7

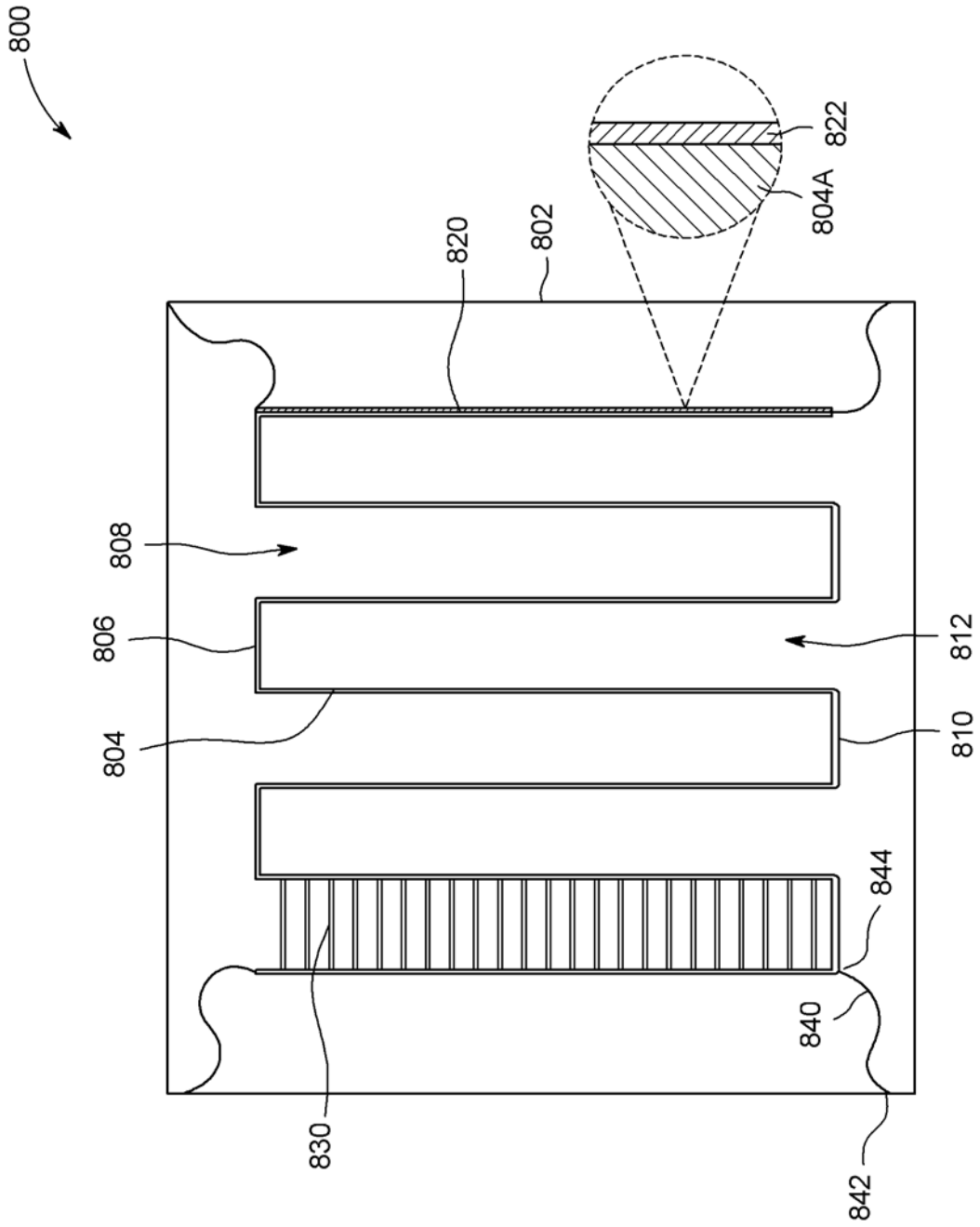


图 8