

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

F28D 1/047 (2006.01)

F28F 1/02 (2006.01)

F28F 1/30 (2006.01)

[21] 申请号 200710104945.8

[43] 公开日 2007年12月19日

[11] 公开号 CN 101089533A

[22] 申请日 2002.10.30

[21] 申请号 200710104945.8

分案原申请号 02823655.6

[30] 优先权

[32] 2001.11.30 [33] US [31] 10/013,018

[71] 申请人 穆丹制造公司

地址 美国威斯康星

[72] 发明人 斯蒂芬·梅默里 C·J·罗杰斯

格雷戈里·G·休斯

弗兰克·M·格里普

里菲夸特·奇玛 威廉·马库森

肯尼思·里特 弗兰克·费特尔

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 刘志平

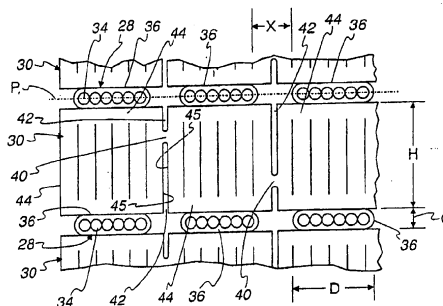
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

用于在跨临界冷却循环中提供工作流体的超临界冷却的热交换器

[57] 摘要

用于向一跨临界冷却系统(12)提供超临界冷却的热交换器(10)，它包括：一对长的头部(20、22)、许多长的管子(28)和蛇形翅片(30)，该管子沿头部(20、22)的纵向轴线(24、26)按并排的关系隔开，该翅片在相邻的各对管子之间延伸。每根管子按其自身折叠，以界定管子(28)的至少两条平行的腿(36)，并且有扁平的横截面。管子(28)的平行的腿(36)最好彼此隔开，每条平行的腿的主尺寸D位于一共同的平面内。每个翅片(30)包括交替的翼板(40)和长的间壁(42)，它们平行于平行的腿(36)延伸并位于相邻的管子(28)的平行的腿(36)之间，以将每个翅片(30)的宽度(W)分割成通过翼板(40)彼此相连的分散的翅片元(44)。每个翅片元(44)沿相邻的管子(28)的一条平行的腿(36)延伸。



1. 用于在跨临界冷却循环中提供工作流体的超临界冷却的热交换器，该热交换器包括：

一对长的头部，它们具有基本彼此平行的纵向轴线；

许多长的管子，它们沿头部的纵向轴线按并排的关系互相隔开，每根管子有一具有主尺寸和副尺寸的扁平的横截面，每根管子有一连至一个头部的第一端，和一连至另一头部的第二端，以在两个头部之间传输工作流体，每根管子按其自身折叠，以界定管子的至少两条平行的腿，以使工作流体顺序地经过至少两条平行的流体通路，从一个头部流至另一个头部，各管子平行的腿的主尺寸位于基本横过头部的纵向轴线的共同平面内；以及

蛇形翅片，它们在相邻的各对管子之间延伸，每个翅片有一平行于相邻管子的平行的腿延伸的长度，并有一越过相邻的管子的至少两条平行的腿延伸的横向宽度，每个翅片包括许多交替的翼板和长的平行于平行的腿延伸的间壁，该翼板和间壁位于相邻的管子每一根的平行的腿之间，以将每个翅片的宽度分割成许多通过翼板彼此相连的分散的翅片元件，每个翅片元件对应于每根相邻的管子的一条平行的腿并沿其延伸；

其特征为，所述管子的主尺寸不大于翅片高度；

当在翅片中形成间壁时，翅片中的间壁是不需要去掉翅片材料的切缝。

2. 如权利要求1的热交换器，其特征为，每条管子的主尺寸不大于0.500英寸，而副尺寸则不大于0.100英寸。

3. 如权利要求1的热交换器，其特征为，每条管子的主尺寸不大于0.320英寸，而副尺寸则不大于0.060英寸。

4. 如权利要求1的热交换器，其特征为，每根管子折叠至少两次，以界定管子的至少三条平行的腿，以使工作流体顺序地经过至少三条平行的通路，从一个头部流至另一个头部。

5. 如权利要求1的热交换器，其特征为，每根管子端部的主尺寸在

管子端部连至头部的地方平行于头部的纵向轴线延伸。

6. 如权利要求1的热交换器,其特征为,上述间壁在上述翅片中为切缝,它在翅片中形成时并不需要去掉翅片材料。

7. 如权利要求1的热交换器,其特征为,对于在翅片非折叠状态下的至少一个翅片,上述间壁和上述翼板都具有平行于翅片的长度延伸的长度,而间壁的长度与翼板的长度之比则在200~600的范围内。

8. 如权利要求1的热交换器,其特征为,所述热交换器是一钎焊结构。

9. 如权利要求8的热交换器,其特征为,当在翅片中形成间壁时,翅片中的间壁是不需要去掉翅片材料的切缝,和所述蛇形翅片由钎焊包覆材料形成。

10. 如权利要求1的热交换器,其特征为,所述蛇形翅片由钎焊包覆材料形成。

用于在跨临界冷却循环中提供 工作流体的超临界冷却的热交换器

本发明的领域

本发明涉及热交换器，更具体一些，涉及用于在跨临界冷却循环中提供工作流体的超临界冷却的热交换器。

本发明的背景

热交换器的一个共同形式为包括所谓的由管子和互相连接的翅片做成的“芯部”。一种流体经过芯部的管子，而第二种流体则在翅片与管子之间的空间中经过芯子。管子的两相反端通常连至一对平行的总管或“槽”上，一个总管为入口总管，而另一个总管则为将一种流体分别引出和引出管子的出口总管。

这种普通型的热交换器用于各种各样的用途，诸如散热器、冷凝器、蒸发器、增压空气冷却器、油冷却器等，它们全部都可用在车辆上。这种类型的热交换器的一个共同形式作为平行流热交换器著称，其中，扁平的多口管经过热交换器导向一制冷剂。扁平管通常是直的，而各总管则在热交换器的相反侧互相隔开，以接纳管子的相反的端部。不过，已经知道，要如此弯曲扁平的管子，以使每根管子的形状成为具有两条平行的腿的所谓的“发夹”式管，将入口和出口总管彼此相邻地放置，以接纳管子的端部。一种这样的结构在发给 Hoshino 等人的美国专利 No.5531268 中示出。虽然在 5531268 号专利中示出的结构可适用于其所预期的用途，但是常常有改进的余地。此外，该结构在某些依赖较高的运行压力的空调系统如跨临界冷却循环中并不适用或并不最佳，该跨临界冷却系统需要一个气体冷却器，以用于提供像二氧化碳 (CO₂) 这样的制冷剂的超临界冷却。

对于许多传统的制冷剂如 CFC12、(程度较少的) HFC134a 的使用而引起的日益增加的环境方面的担心导致考虑跨临界 CO₂ 系统，特别是

对车辆用途中的使用。一方面的原因是，作为制冷剂在这种系统中使用的 CO_2 在开始时来自大气的要求，其结果为，如果它从系统中泄漏，返回至大气中，则最终不会增加大气中的 CO_2 含量。此外，虽然从温室效应的观点， CO_2 并不受欢迎，但是它并不影响臭氧层，不会造成温室效应的增加，因为它不会由于泄漏而最终增加大气中的 CO_2 含量。

本发明的概况

本发明的主要目的为提供一种改进的新式热交换器。

本发明的另一目的为提供一种改进的热交换器，它适用于工作流体在跨临界冷却循环中的超临界冷却。

本发明的一个示例性实施例在用于在跨临界冷却循环中提供工作流体的超临界冷却的热交换器中至少达到某些前述目的。该热交换器包括一对长的头部、许多长的管子和蛇形翅片，该头部有基本彼此平行地设置的纵向轴线，该管子沿头部的纵向轴线按并排的关系互相隔开，每根管子按其自身折叠，以界定管子的至少两条平行的腿，以使工作流体顺序地经过至少两个平行的通路从一个头部流至另一个头部，该蛇形翅片在相邻的各对管子之间延伸，每个翅片有一平行于相邻管子的平行的腿延伸的长度。每根管子有一具有主尺寸和副尺寸的扁平的横截面。每根管子的平行的腿的主尺寸位于一基本横过头部的纵向轴线的共同平面内。每根管子有一连至一个头部的第一端和一连至另一头部的第二端，以在两个头部之间传递工作流体。

在一种形式中，每个蛇形翅片有一越过相邻的管子的平行的腿延伸的横向宽度。每个翅片包括许多交替的翼板和长的平行于平行的腿延伸的间壁，翼板和间壁位于相邻的管子的平行的腿之间，以将每个翅片的宽度分割成许多通过翼板彼此连在一起的分散的翅片元。每个翅片元对应于每根相邻的管子的一条平行的腿并沿其延伸。

在一种形式中，每根管子的平行的腿彼此隔开。

在一种形式中，每根管子按其自身至少折叠两次，以界定管子的至少三条平行的腿，以使工作流体顺序地经过至少三个平行的流体通路从一个头部流至另一个头部。

在一种形式中，每根管子都为多口管，其水力直径在 0.015 ~ 0.040 英寸的范围内。

在一种形式中，每根管子的主尺寸不大于 0.500 英寸，而副尺寸则不大于 0.100 英寸。

在一种形式中，每个翅片有一从一根管子至一相邻的管子平行于头部的纵向轴线延伸的翅片高度，而管子的主尺寸则不大于翅片高度。

在一种形式中，管子的主尺寸在管子端部连至头部的地方平行于头部的纵向轴线延伸。

附图的说明

图 1 为包括实施本发明的热交换器的冷却系统的多少有些示意的立面图；

图 2 为图 1 所示的热交换器的立面图；

图 3 为图 2 所示的热交换器的侧视图；

图 4 为图 2 所示的热交换器的俯视图；

图 5 为沿图 3 的 5-5 线的放大的局部剖视图；

图 6 为在图 1~5 所示的热交换器中使用的管子的放大的局部视图；

图 7 为在实施本发明的热交换器中使用的管子和翅片的透视图。

优选的实施例的说明

参看图 1，联系一基本冷却系统 12 示出实施本发明的热交换器 10，该冷却系统按跨临界循环运行。该热交换器 10 按气体冷却器 13 的形式示出，该冷却器通过向在热交换器 10 的翅片侧的介质如空气流 A 放热向工作流体或制冷剂如 CO₂ 提供超临界冷却。该冷却系统 12 包括一热交换器 10、一压缩机 14、一膨胀装置 16、一蒸发器 17、一收集器 18（任选）和一吸入管线热交换器 19，该压缩机将气相的制冷剂压缩至超临界压力，以用于送至热交换器 10 中，该膨胀装置降低从热交换器 10 收到的制冷剂中的压力，以使至少有某些制冷剂进入液相状态，该蒸发器将热从一种介质传给制冷剂，以将制冷剂从液相变成气相，该吸入管线热交换器将热从热交换器 10 中出来的制冷剂传给从蒸发器 17 中或收集器 18（如果使用的话）中出来的制冷剂。应当明白，热交换器 10 可用在其它类型

的冷却系统和其它构形的进行跨临界冷却循环的冷却系统中，而且不限于与图 1 所示的特殊的冷却系统一起使用，除非特别在权利要求书中说明。此外，虽然所公开的热交换器 10 能在作为气体冷却剂使用时提供显著的优点，但是在用于其它用途如冷凝器或蒸发器时，也证明是有利的，不管它是否结合跨临界冷却循环使用。

参看图 2~4，热交换器 10 包括：一对长的管状头部 20 和 22，它们分别有基本彼此平行地设置的纵向轴线 24 和 26；许多长的管子 28，它们沿头部 20、22 的纵向轴线按并排的关系互相隔开；以及蛇形翅片 30，它们在相邻的各对管子 28 之间延伸。应当明白，在所示实施例中，每个翅片 30 沿管子 28 的长度 L 延伸，但是，为了便于表示，在图 2 中未示出长度的中间部分。翅片 30 最好做成百叶式。如图 3 所示，每根管子 28 有一连至头部 20 上的第一端 31 和连至头部 22 上的第二端 32，以用于在头部 20、22 之间传递制冷剂。

如同在图 5 中最清楚地看到的那样，每一根管子 21 有一做成具有主尺寸 D 和副尺寸 d 的扁平的横截面。每根管子 28 最好为一多口管，并且在高度优选的实施例中，为一具有其范围为 0.015~0.045 英寸的水力直径的多口管。就此而言，应当明白，虽然图 5 示出六个口 34，但是，在某些用途中，在每根多口管 28 中包括多于或少于六个口 34 的也会是有益的。例如，在一个优选的实施例中，每根管子有四个口 34。在一个优选的实施例中，例如像在跨临界 CO₂ 冷却系统中作为气体冷却器运行所要求的那样，管子的形状做成在 70°F 的环境下能抵抗至少 6500PSI 的爆破压力。

每根管子 28 的主尺寸 D 通常不大于 0.500 英寸，而副尺寸 d 则通常不大于 0.100 英寸，而在某些优选的实施例中，副尺寸 d 通常不大于 0.060 英寸，主尺寸 D 通常不大于 0.320 英寸。就此而言，减小主尺寸 D 可提供许多优点。例如，由于每根管子 28 包括至少两条平行的腿 36，热交换器 10 的深度大大地取决于主尺寸 D 的大小，并且将随着主尺寸 D 的减小而减小。此外，头部 20、22 的直径可以在一结构中减小，其中，管子端部 31、32 的主尺寸 D 在头部 31、32 连至头部 20、22 的地方横过头部

20、22 的纵向轴线延伸，而不是如图 1~4 所示的平行结构。此外，头部 20、22 的长度可以在一结构中减小，其中，如图 1~4 所示的那样，管子端部 31、32 的主尺寸 D 平行于头部 20、22 的纵向轴线 24、26 延伸。最后，减小主尺寸 D 在某些优选的实施例中可允许减小翅片高度。不过，应当明白，较高的翅片高度可对空气侧的效率提供好处。

如同在图 3、4 和 6 中最清楚地看到的那样，每根管子 28 按其自身折叠，以界定管子 28 的至少两根平行的腿 36，以使制冷剂顺序地经过至少两个平行的流体通路 38 从头部 20 流至头部 22。就此而言，优先将入口头部和出口头部 20、22 选择成，在作为气体冷却器运行时，使热交换器 10 按横向对流的构形相对于热交换器 10 翅片侧的流体流动运行。每对平行的腿用一折页 39 连接，该折页在折页 39 的地点相对于腿 36 扭转 90° 以使主尺寸 D 在折页 39 的地点平行于轴线 26、24 延伸，而不是横过它。折页 39 最好通过首先相对于管子 28 的、在折页 39 的地点将腿 36 扭转 90° ，然后在折页 39 的地点弯曲管子约 180° 而形成折页 39 后形成。就此而言，应当明白，每个腿 36 相对于折页 39 的 90° 的扭转可以如图 3 和 6 所示沿同一方向，或沿相反方向，这要取决于哪种构形对热交换器 10 的特殊用途提供最大的好处。如同在图 6 中最清楚地看到的那样，每根管子 28 的平行的腿 36 最好彼此隔开一段距离 X，每个平行的腿 36 的主尺寸 D 都位于用图 2 和 5 的虚线 P 示出的共同平面中，该平面基本横过头部 20、22 的纵向轴线 24、26。这就允许主尺寸 D 平行于介质的流动方向经过翅片 30 延伸。间距 X 减少了热从一个腿 36 至另一腿的传导，这在热交换器 10 提供超临界冷却时是有利的，因为制冷剂的温度在其经过管子 28 从一个头部 20 流至另一个头部 22 时能重大地变化。距离 X 最好足以在钎焊热交换器 10 时通过钎焊材料使相邻的平行的腿 36 之间的空间为最小或防止该空间闭合，但是又不大到不恰当地加大热交换器 10 的深度。虽然优选使每根管子 28 的相邻的平行的腿 36 彼此隔开，但是在某些用途中，此间隔可能并不需要和/或不受欢迎。

如同图 1 和 5 所示，每个翅片 30 有一等于相邻的管子 28 之间的间距的翅片高度 H，也就是，有一从一根管子 28 至相邻的管子 28 平行于

头部 22、28 的纵向轴线 24、26 延伸的翅片高度 H 。管子 28 的主尺寸 D 最好不大于翅片高度 H 。这就允许这样一种结构，其中，每个管子端部 31、32 可相对于平行的腿 36 扭转 90° ，该端部从腿部延伸，以使端部 31、32 的主尺寸 D 如图 2 所示在管子端部 31 和 32 连至头部 20 和 22 的地点平行于头部 20、22 的纵向轴线 24、26 延伸。这对诸如用在跨临界制冷系统中的气体冷却器的高压应用中可能是重要的，在该处，希望头部 20、22 的直径尽可能地小。可以设想，甚至是有可能，在这种结构中，主尺寸 D 大于任一个头部 20、22 的内径。虽然优选管子端部 31、32 的主尺寸 D 在管子端部 31、32 连至头部 20、22 的地点平行于头部 20、22 的纵向轴线 24、26 延伸，但是主尺寸 D 在这些地点的其它取向在某些用途中也可以是有利的。例如，在某些用途中，在管子端部 31、32 连至头部 20、22 的地点使管子端部 31、32 的主尺寸 D 横过纵向轴线 24、26 延伸可能是有益的。

如同前面讨论的那样，每个蛇形翅片 30 有一平行于相邻的管子 28 的平行的腿 36 延伸的长度 L ，并且如同在图 4 中最清楚地看到的那样，有一越过相邻的管子 28 的平行的腿 26 延伸的横向宽度 W 。为了说明起见，图 5 示出管子 28 的三条腿 36，而图 7 则示出一与一热交换器结构 10 一起使用的翅片，在该结构中，每根管子只有两条平行的腿 36。参看图 7，每个翅片 30 包括许多交替的翼板 40 和长的间壁 42，该间壁平行于平行的腿 36 延伸，并位于相邻的管子 28 的平行的腿 36 之间，以将每个翅片 30 的宽度 W 分割成两个或更多的分散的翅片条或元 44，它们用翼片 40 彼此连在一起。每个翅片元 44 对应于每个相邻的管子 28 的一条平行的腿 36 并沿其延伸。间壁 42 通常是直线形，并且有彼此面对的相对的边缘 45，而且通常横过介质经过翅片 30 流动的方向。虽然图 7 示出用于具有两条平行的腿 36 的管子 28，但是，应当明白，上述包括翼板 40、间壁 42 和翅片元 44 的结构，诸如图 2~5 所示的结构，也用在在每根管子 28 中具有多于两条平行的腿 36 的热交换器 10 中。在这种结构中，每个翅片 30 最好跨越所有平行的腿 36 延伸，翅片元 44 对应于每个相邻的管子 28 的每个平行的腿 36 并沿其延伸，而翼板 40 和间壁 42 则设置

在每个翅片元 44 之间。

每个翅片 30 的交替的翼板 40 用于限制翅片 44 彼此相对移动, 以使每个翅片 30 在装配热交换器 10 中保持为一个整体的部件, 并且, 进一步更好地保持翅片元 44 彼此对齐, 以使在热交换的翅片侧的压力降为最小。长的间壁 42 的用途为通过间断使从每根管子 28 的每条平行的腿 36 至任何相邻的平行的腿 36 的热传导为最小, 从而使与每条平行的腿 36 有关联的翅片元 44 之间的热传导为最小。在像图 2~4 这样的气体冷却器 13 的用途中, 这是受欢迎的, 在该用途中, 进入热交换器 10 的工作流体温度与离开热交换器 10 的工作流体的温度大不相同。已经算出, 对于只有 10% 的高度未做成百叶式的翅片 30 (通常做成百叶式的翅片), 可以通过翅片在平行的腿 36 之间传导多至 40% 的总传热, 因而不会排至空气中。在某些情况下, 从热交换器的热侧的翅片 30 接收的热传导实际上可使热交换器 10 的冷侧的翅片 30 比流过冷侧的管子 28 的工作流体热, 这就造成不受欢迎的在工作流体离开热交换器 10 之前将热传回至工作流体的情况。这样, 对于每个长的间壁 42, 理想的是, 尽可能沿翅片 30 的长度不间断地延伸, 而对于翼板 40 的数目和尺寸, 则做成最小, 以满足在装配时防止每个翅片元 44 分离, 并在装配时在每个翅片 30 的各翅片元 44 之间保持可以接受的对齐度。

根据前述, 应当明白, 对于翼板 40 和长的间壁 42 可能有许多种构形。例如, 在一个用铝做的翅片 30 的实施例中, 在翅片 30 处于展开的状态, 每个翼板 40 沿翅片 30 的长度延伸大约 0.020 英寸, 而每个用铝做的翅片 30 的长的间壁 42 则沿展开的翅片 30 的长度延伸大约 8.0 英寸, 翼板 40 和间壁 44 都具有平行于处于展开状态的翅片 30 的长度延伸的长度, 而间壁 42 的长度与翼板 40 的长度之比在 200~600 的范围内。在另一如图 7 所示的例子中, 每个长的间壁 42 在翅片 30 处于折叠状态时不间断地从一个翼板 40 越过 10~14 个折页延伸至下一个翼板 40。

虽然翼板 40 与间壁 42 可以按许多方式形成, 但是, 优选将间壁 42 作为翅片材料中的切口或切缝形成, 在形成翅片 30 时不需要去掉翅片材料。完成这种切缝或切口的一种方式是在翅片轧制模具中采用劈裂圆盘

刀在从一条薄板材料形成翅片 30 时在翅片 30 中做出一简单的切口。对于圆盘刀的一小部分，可以在每一转时去掉裂片，以形成翼板 40，以保证每个翅片元 44 仍然附在翅片 30 的毗连的翅片元 44 上。这样就在翅片 30 中提供一实体的切口或切缝，而不损及翅片表面。在这样一种结构中，边缘 45 有效地但是不完全地彼此相靠。一种担心是，翅片元 44 可能在钎焊过程中钎焊在一起。使这种担心为最小的一种方法为将钎焊材料放在管子的靠在翅片 30 的腿 36 的侧壁上，而不是将钎焊材料包覆在翅片 30 上。使这种担心为最小的另一种方法为在远离翼板 40 的地点将翅片 30 的相邻的翅片元 44 错开，这可以允许使用包覆式翅片。另一种方法为将由切缝形成的边缘 45 稍微弯开，形成非常小的百叶，这也可以允许用于包覆式翅片。还有一种方法为精压每个翼板部分 40，以进一步使翅片元 44 彼此分离。还有，最后一种方法可以允许用于包覆式翅片。虽然优选切缝，但是在某些用途中，作为狭槽形成的间壁 42 可能是有益的，该狭槽在翅片 30 中形成时不需要去掉翅片材料。就此而论，该狭槽有一千分之几英寸的平行于翅片 30 的宽度 W 的宽度可能就已经足够。

虽然优选翅片 30 包括翼板 40 和间壁 42，但是在某些用途中，翼板 40 和间壁 42 并不受欢迎和/或并不需要。

优选将翅片 30 做成百叶式，已知它们有许多形式。百叶的准确构形大大地取决于特殊用途的参数，例如热交换器 10 的翅片侧的流体、热交换器 10 的翅片侧的现有的压力降、每根管子 28 中的平行的腿 36 的数量以及在每根管子 28 中有奇数还是偶数的平行的腿 36。

应当明白，当在系统 12 中作为气体冷却器 13 运行时，热交换器 10 通常将提供制冷剂的超临界冷却；不过，也可能有某些运行情况，其中，环境温度低于临界温度，在此情况下，热交换器 10 将作为提供制冷剂的亚临界冷却的冷凝器运行。

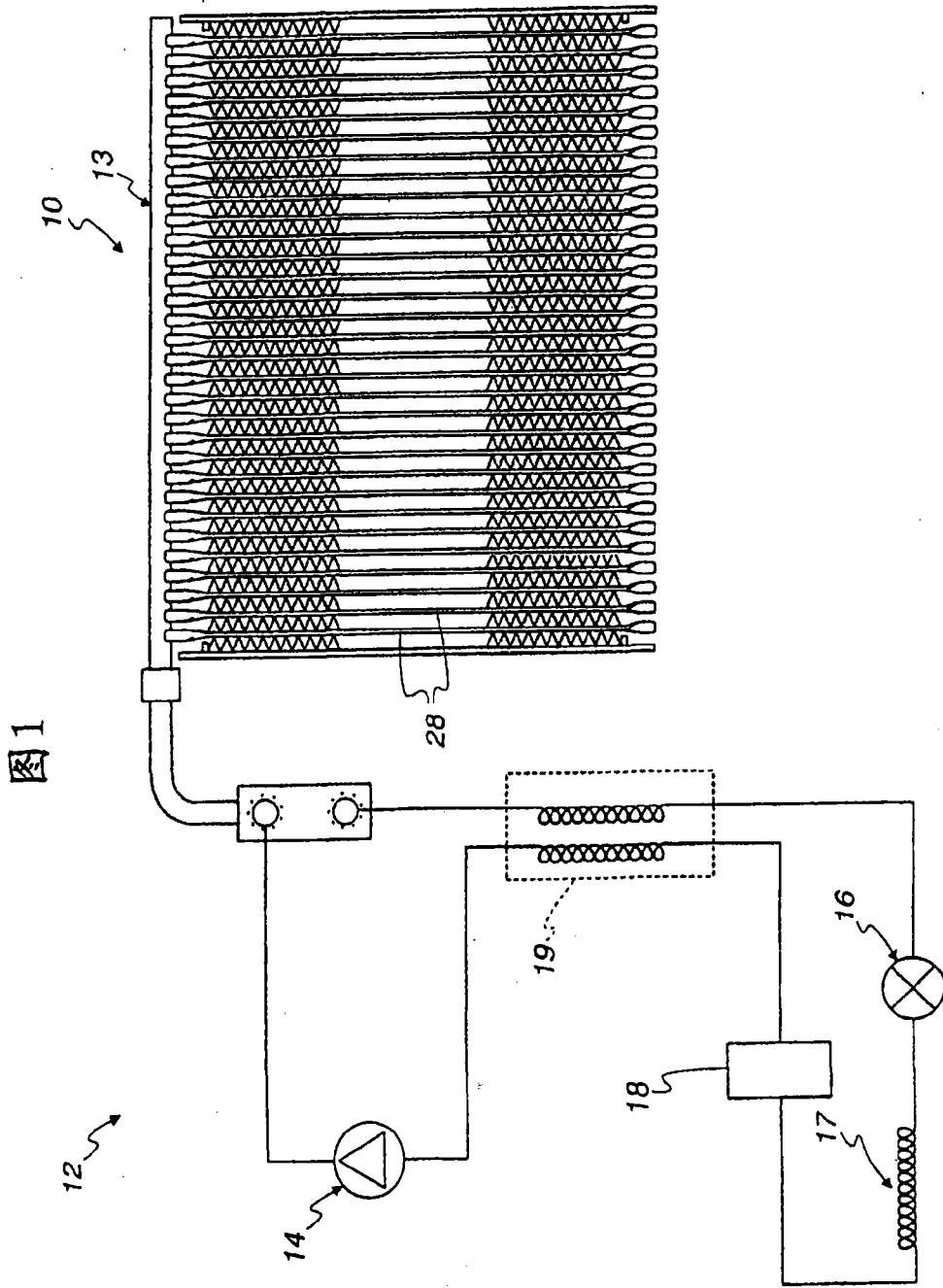
如同在图 3 中最清楚地看出来的那样，所示的热交换器 10 对每条管子 28 包括 12 条平行的腿 36。不过，应当明白，对热交换器 10 的每种用途，最佳的平行的腿的数目大大地取决于特殊用途的特殊参数，例如系统 12 的工作流体，外壳和热交换器 10 必须安装在其中的环境，以及热交换器

的功能，也就是说，用作气体冷却器、冷凝器或用在空调系统或热泵系统中的蒸发器。例如，在某些用途中，可能对每根管子 28 只有两条或三条平行的腿 36。

作为另一种选择方案，可在一个或两个头部 20、22 中设置一个或更多的导流片，以经过管子 28 的子集将制冷剂从头部 20 引导至头部 22，然后经过管子 28 的不同的子集返回至头部 20，并且可以以此类推，按需要经过许多来回，从一个头部至另一个头部，以提供由每种特殊用途规定的性能。

在一个优选的实施例中，头部 20、22，管子 28 以及翅片 30 全部都用铝制造，并用合适的钎焊材料钎焊。不过，应当明白，在某些用途中，也可以根据特殊用途的参数的规定，对这些部件，采用其它合适的材料。

还应当明白，虽然在图 1~3 中示出的热交换器 10 是按头部 20、22 的纵向轴线 24、26 沿水平方向延伸，而管子 28 的平行的腿 36 则按垂直方向延伸示出的，但是，在某些用途中，热交换器 10 有不同的取向也是受欢迎的，例如有一种取向，其中，轴线 24、26 沿垂直方向延伸，而平行的腿 36 则沿水平方向延伸。此外，虽然在图 1~3 中示出的热交换器 10 的头部 20、22 位于热交换器 10 的同一侧，但是，在某些用途中，头部 20、22 位于热交换器 10 的相反侧也是受欢迎的。头部 20、22 在热交换器的同一侧的结构通常造成每根管子 28 的平行的腿 36 为偶数，而头部 20、22 在热交换器 10 的相反侧的结构则通常造成每根管子 28 的平行的腿 36 为奇数。自然，如果有要求，对于特殊用途，也可以采用配有槽的头板，以代替管状的头部 20、22。



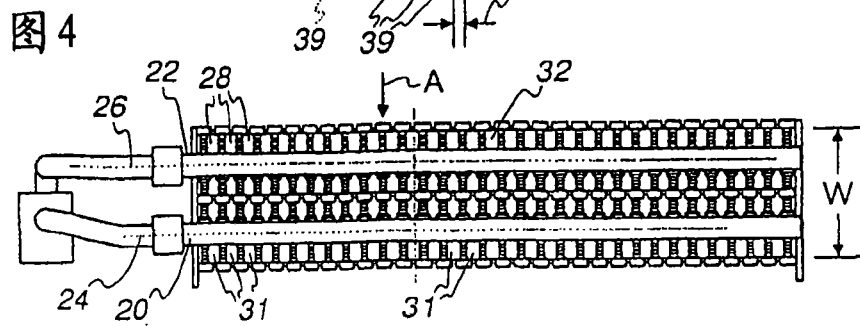
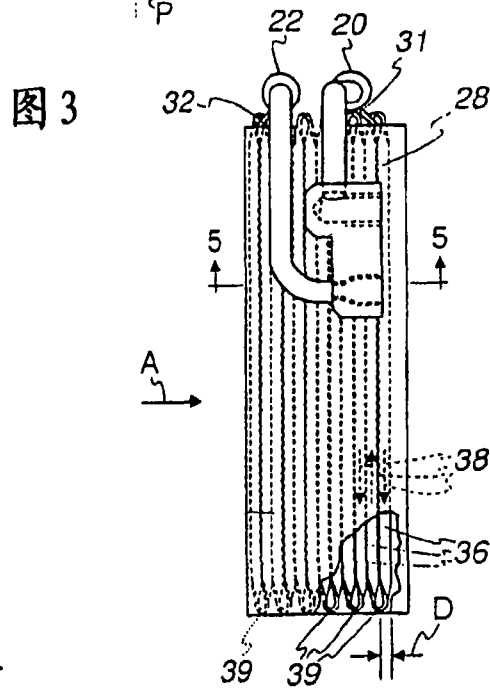
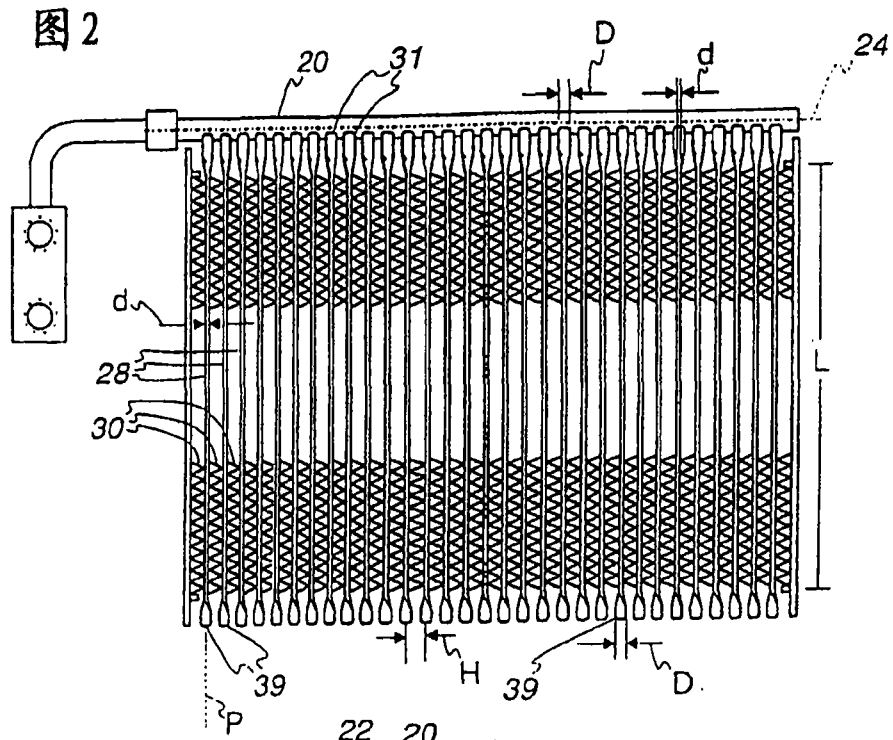


图5

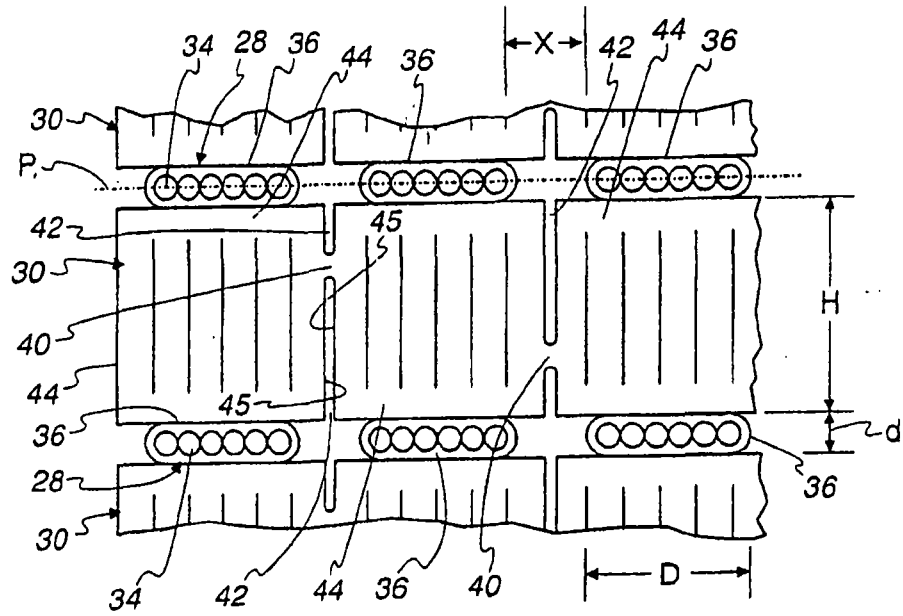


图6

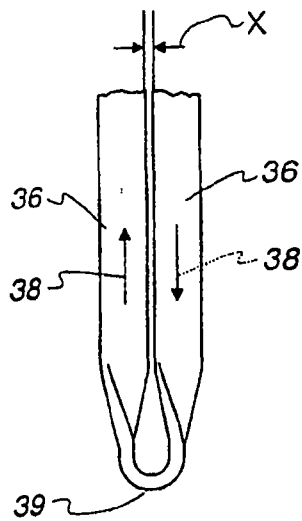


图7

