



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105209211 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201480014691.9

T·J·欧文

(22)申请日 2014.03.10

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105209211 A

代理人 邓雪萌 董均华

(43)申请公布日 2015.12.30

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

61/777438 2013.03.12 US

B23K 20/12(2006.01)

F28F 9/18(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.09.11

(56)对比文件

US 2011000952 A1, 2011.01.06,

CN 201244474 Y, 2009.05.27,

US 3349465 A, 1967.10.31,

JP S6434724 A, 1989.02.06,

CN 101559530 A, 2009.10.21,

US 5348210 A, 1994.09.20,

CN 2470773 Y, 2002.01.09,

US 1857912 A, 1932.05.10,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/022615 2014.03.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/164501 EN 2014.10.09

(73)专利权人 洛克希德马丁公司

地址 美国马里兰州

审查员 付秋姣

(72)发明人 N·J·纳古尔尼 D·M·贝克纳

M·R·埃勒 S·M·莫勒

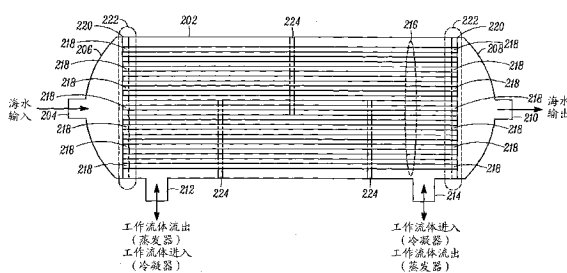
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

管端接头上的搅拌摩擦焊工艺及由此制造的产品

(57)摘要

一种制造管壳式换热器的工艺,其中在对所施加的FSW力发生作用的同时将管端固定至管板,而在靠近管端处没有引入裂缝或局部的变形。特别地,使用过盈配合将管端锁定至管板中而管端没有扩口或膨胀。然后使用FSW工艺将管端焊接至管板。



1. 一种将管连接至管板的工艺,其包括:

以所述管的管端和所述管板之间过盈配合的方式将所述管端插入到所述管板的管板孔内,其使所述管端锁定至所述管板内,而所述管端邻近所述管板处没有扩口或膨胀,其中,所述过盈配合通过改变所述管的外表面、改变所述管板孔的内表面或改变所述管的外表面和所述管板孔的内表面两者来产生;

将套箍安装在所述管周围,并且至少部分地将所述套箍安装至所述管板孔内或至与所述管板分离的挡板中的孔内;以及

将所述管搅拌摩擦焊至所述管板。

2. 根据权利要求1所述的工艺,其中,所述过盈配合通过改变所述管的所述外表面以包括滚花或翅片来产生。

3. 根据权利要求1所述的工艺,其中,所述套箍包括多个可偏转的调整片,所述调整片能够径向向内偏转以与所述管的所述外表面接合。

4. 根据权利要求3所述的工艺,其中,所述套箍进一步包括外螺纹,所述管板孔或所述挡板中的孔在其内表面上包括内螺纹,以及将所述套箍拧入所述管板孔内或至所述挡板中的孔内,使得所述套箍上的外螺纹与所述内螺纹接合。

5. 根据权利要求4所述的工艺,其中,所述套箍还包括工具接合结构,其有助于使所述套箍相对于所述管板孔或所述挡板中的孔旋转,以将所述套箍拧入所述管板孔或所述挡板中的孔内或者从所述管板孔或所述挡板中的孔拧下,以及使用与所述工具接合结构接合的工具将所述套箍拧入到所述管板孔内或所述挡板中的孔内。

6. 根据权利要求5所述的工艺,包括将所述套箍拧入到所述管板孔内或所述挡板中的孔内直至所述管端与所述管板的一个面平齐。

7. 根据权利要求1所述的工艺,其中,所述管和所述管板形成热交换器的一部分。

8. 一种热交换器,其包括:

第一管板,其具有多个第一孔、第一内侧和第一外侧;

多个管,所述管具有第一端和第二端,以每个第一端与所述第一管板之间过盈配合的方式将每个管的所述第一端设置在所述第一管板中的所述多个第一孔的相对应一个孔内,其中,每个管的所述第一端具有外表面,所述外表面设有摩擦增强构造,每个孔的内表面设有摩擦增强构造,或者每个第一端的外表面和每个孔的内表面均设有摩擦增强构造;

设置成在每个管周围的套箍,所述套箍至少部分地装配到相对应的管板孔内或装配到与所述管板分开的挡板中的相对应的孔内;

在所述第一管板的第一外侧处将每个管的所述第一端搅拌摩擦焊至所述第一管板;以及

每个管的所述第一端均没有扩口或膨胀。

9. 根据权利要求8所述的热交换器,其还包括具有多个第二孔、第二内侧和第二外侧的第二管板;

每个管的所述第二端设置在所述第二管板中的所述多个第二孔的相对应一个孔内;

在所述第二管板的第二外侧处将每个管的所述第二端搅拌摩擦焊至所述第二管板。

10. 根据权利要求9所述的热交换器,其中,所述管是圆柱状的并且具有从所述第一端至所述第二端的恒定直径。

11. 根据权利要求9所述的热交换器,其中,每个管的所述第一端具有设有滚花或翅片的外表面。

12. 根据权利要求9所述的热交换器,其中,每个套箍包括多个可偏转的调整片,所述调整片径向向内偏转且与相对应的管的外表面接合。

13. 根据权利要求12所述的热交换器,其中,每个套箍进一步包括外螺纹,每个管板孔或每个挡板孔在其内表面上包括内螺纹,并且每个套箍上的所述外螺纹与所述内螺纹接合。

14. 根据权利要求13所述的热交换器,其中,每个套箍在其端部处还包括工具接合结构,其有助于使所述套箍相对于所述管板孔或挡板孔旋转。

管端接头上的搅拌摩擦焊工艺及由此制造的产品

技术领域

[0001] 本公开的内容涉及热交换器上的搅拌摩擦焊,例如管壳式热交换器。

背景技术

[0002] 已经研发管壳式搅拌摩擦焊(FSW)的热交换器用于海洋级别的应用,例如海洋热能转换、热海水淡化工艺和其它相对低温的工艺。此外,FSW工艺正被用于在高温高压下运行的其它热交换器中。在例如用于管壳式热交换器的FSW工艺中,使用固态焊接或搅拌工艺,其中管壁的端部被“搅拌”进入到周围的管板材料中,而没有引入不同的金属并且对金属晶粒结构没有不利影响。

[0003] 在热交换器中,在管束的任一端上以类似于传统管壳式热交换器设计的方式将管插入至管板中。在FSW工艺之前,使管端正常扩口。管端的此扩口或膨胀使得管保持到位并对在FSW工艺期间所施加的力起作用。

[0004] FSW工艺消除了机械轧制的管端和周围的管板材料之间通常存在的裂缝。裂缝的消除对于在腐蚀性海水中获得能够具有较长寿命的热交换器是令人期望的。然而,管端的扩口或膨胀过程有时会引入不期望的裂缝或局部形变区,这会成为对于裂缝腐蚀而言优选的位置,特别是在海水环境中。

发明内容

[0005] 此说明书描述了一种生产管式热交换器的工艺,其中在对所施加的FSW力发生作用时,管端固定至管板,而在靠近管端处没有引入裂缝或局部形变。特别地,使用过盈配合将管端锁定至管板中,而管端没有扩口或膨胀。然后使用FSW工艺将管端焊接至管板。

[0006] 管和管板能够使用管壳式热交换器组件中所通常使用的任何金属制成,包括但不限于:铝、碳钢、不锈钢、钛、铜或其它的金属及其合金。

[0007] 能够以避免使管端扩口或膨胀的任何合适的方式实现过盈配合。在一个实施例中,管端表面或管板表面的局部形变和邻近表面之间的毛边能够提供足够的保持力,以防止已安装的管端在FSW工艺过程中所发生的大的轴向应用载荷的作用下被移动。

[0008] 局部形变的一个示例是在管端处的管的滚花外表面。实现过盈配合的其它示例包括但不限于:使用具有例如波纹和小翅片设计的外部特征的管,或具有外部凸起特征部的管,该外部凸起特征部在安装过程中发生变形以在过盈配合中有效地将管端锁定到位。

[0009] 在一个实施例中,将管连接至管板的过程包括以管端和管板之间过盈配合将管端插入到管板的孔内,将管端锁定到管板中而管端邻近管板处没有扩口或膨胀。然后管端搅拌摩擦焊(FSW)至管板。

[0010] 在另一个实施例中,热交换器包括具有多个孔、内侧和外侧的第一管板。多个管具有设置在第一管板中相对应的一个孔内的第一端,每个第一端和第一管板之间为过盈配合,且每个管的第一端没有扩口或膨胀。在第一管板的外侧处每个管的第一端搅拌摩擦焊至第一管板。

附图说明

- [0011] 图1是传统的OTEC发电系统的布局的示意图,在其中所描述的热交换器能够被使用在一个实施例中。
- [0012] 图2是根据此文中所描述的一个实施例的管壳式热交换器的截面图。
- [0013] 图3A是图2中热交换器的管板之一的端视图。
- [0014] 图3B是图3A中A-A区域的特写图。
- [0015] 图4示出了根据一个示例性实施例的管中之一。
- [0016] 图5示出了用于产生过盈配合的一个示例性实施例的管端。
- [0017] 图6示出了用于产生过盈配合的另一个示例性实施例的管端。
- [0018] 图7是显示在FSW之前管中之一与管板之间的接头细节的截面图。
- [0019] 图8示出了用于产生过盈配合的另一个示例性实施例。
- [0020] 图9A和图9B示出了图8的实施例分别与图5和图6示出的管一起使用。
- [0021] 图10是穿过管板内的孔之一的截面图,显示了图8的实施例安装在管板的孔内。

具体实施方式

[0022] 本说明书描述了制造管壳式热交换器的方法,其中在将管FSW焊接至管板前,使用过盈配合将管端锁定至管板中,而管端没有扩口或膨胀。然后使用FSW工艺将管端焊接至管板。

[0023] 所产生的管壳式热交换器能够用于任何的热交换应用中,无论是陆地上或水上还是水中。然而,所描述的管壳式热交换器在盐水环境中具有特别的益处,因为管壳式热交换器消除了管端附近的会优先生成裂缝腐蚀的裂缝或局部形变。

[0024] 为了帮助解释本发明思想,将会描述管壳式热交换器在海洋热能转换(OTEC)系统内的特定应用。然而,应该领会到的是管壳式热交换器并不限于使用在OTEC系统中,而是能够用于任何热交换应用中。

[0025] 另外,本发明思想并不限于用于管壳式热交换器中,而是能够用于期望使用FSW将管连接至支撑结构的任何热交换器应用中,包括但不限于,以在管端附近消除会优先生成裂缝腐蚀的裂缝或局部形变的方式。因此,此文中和权利要求中使用的术语管板意在广泛地包括待固定有管的任何支撑结构,除非另外指明。

[0026] 图1是传统的OTEC发电系统100的布局的示意图。OTEC系统的整体构造和运行对本领域技术人员来说是众所周知的。OTEC系统100能够用于任何适合的水体中,例如大洋、海洋、咸水或淡水湖等。

[0027] 在此实施例中,所述系统100包括海洋平台102、涡轮发电机104、封闭回路管道106、蒸发器110-1、冷凝器110-2、船体112、多个泵114、116和124,及流体管道120、122、128和130。封闭回路管道106是用于输送工作流体108通过蒸发器110-1、冷凝器110-2和涡轮发电机104的管道。

[0028] 蒸发器110-1能够是管壳式热交换器,其配置来从表面区域处的热的海水和工作流体108传递热量,由此引起工作流体的蒸发。

[0029] 冷凝器110-2也能够是管壳式热交换器,其配置来从蒸发的工作流体108传递热量

以至来自深水区域的冷海水,由此引起蒸发的工作流体108冷凝回至液体形式。

[0030] 图2示出了管壳式热交换器110,其能够用于蒸发器110-1和/或冷凝器110-2。在此示例中,热交换器110包括壳202、第一流体入口204、输入歧管206、输出歧管208、第一流体出口210、第二流体端口212、第二流体端口214、形成管束的管216、第一和第二管板220和挡板224。如本领域普通技术人员可以理解的,热交换器110提供在流过管216的第一流体和流过穿过每一个管216的外表面的壳202的第二流体之间的热交换。在一个实施例中,第一流体入口204和第一流体出口是用于流过管216的海水。在蒸发器的情形中,流体端口212能够是用于工作流体的出口端口,而流体端口214能够是用于工作流体的入口端口。在冷凝器的情形中,流体端口212能够是用于工作流体的入口端口,而流体端口214能够是用于工作流体的出口端口。

[0031] 热交换器110的构造的更多信息在美国专利8,439,250中所公开,其整体上通过引用并入此文中。

[0032] 参照图3A和图3B,每个管板220是机械上的刚性板,其包括多个孔218,孔218从面向热交换器110的内室的内侧表面222(图7)延伸穿过管板220至面向各歧管206、208的外侧表面223(图7)。每个孔218以具有直径D1的圆形示出。类似地,管板220示出为圆形,但其能够是适于使用在热交换器中的任何形状。

[0033] 图4示出了一个管216的示例。每个管216包括第一端230和第二端232、中心流体通道234和在第一端和第二端之间的长度L。在所示出的示例中,管216示出为具有内部直径ID1和外部直径OD1的圆柱形形状。然而,管216和管板220内的孔218能够具有任何补充的形状,例如矩形或三角形。

[0034] 管216和管板220能够由管壳式热交换器组件中常用的任何金属制成,包括但不限于:铝、碳钢、不锈钢、钛、铜或其它的金属及其合金。

[0035] 在孔218处使用FSW工艺将管216的端部230、232连接至管板220。FSW是用于连接两个相同或不同材料元件的众所周知的方法。FSW采用被迫进入到两个元件之间的界面处的旋转探针。探针和材料之间的巨大摩擦使得紧邻探针的材料加热至低于其熔点的温度。这软化了相邻的部分,但由于材料保持在固态中,其初始的材料性质被保持。探针沿着焊缝线的移动迫使来自两个工件的软化的材料朝向后缘前进,引起邻近区域的熔化,由此形成焊缝。

[0036] 如上所述的,使用过盈配合将管216的端部230、232锁定至管板220的孔内而管端没有扩口或膨胀。然后使用FSW工艺将管端焊接至管板。

[0037] 存在多种用于产生合适的摩擦配合的可能性,且能够使用产生摩擦配合但不需要使管端扩口或膨胀的任何技术。管的外表面能够被改变,孔218的内表面能够被改变,或者能够使用管外表面和孔内表面的改变的结合。

[0038] 图5示出了能够被使用的管250的端部,其中管250邻近每个端部的外表面是滚花表面252,以及在滚花部分和管的终端之间具有无滚花的光滑部分254。具有滚花外表面的合适的管可从Ohio,Minerva的Energy Transfer公司购买到。

[0039] 在图5的此示例中,具有外部滚花的管250的外部直径OD1大致等于或仅稍小于孔218的直径D1,使得管250的端部能够在它们之间以过盈配合的方式插入到孔218内。过盈配合应当足以承受FSW过程中所施加的载荷,由此将管端锁定到位并且防止FSW过程中管的轴

向和旋转运动。

[0040] 另外,在图5的示例中,在FSW之前和之后,管250的内部直径ID1从一端到另一端是恒定的。外部直径OD1在FSW之前和之后在管端之间也大致是恒定的。

[0041] 在一个实施例中,当管端插入到孔218内时,光滑部分254的一部分与滚花部分252的一部分一起定位在孔内。

[0042] 图6示出了管260的另一个实施例,其在外表面上包括用于产生过盈配合的翅片或波纹262(类似于螺纹)。具有这种构造的合适的管从Ohio,Minerva的Energy Transfer公司购买到。也能够将具有由间隙间隔开的可偏转调整片266的可选的压配套箍264设置在翅片262周围,以增强过盈配合。调整片266向内偏转以锁定到翅片262上。可替代地,套箍264能够设置在管板220的孔218内,由于调整片与翅片接合使得管沿一个方向上滑入到孔内但不能被拉出。在另一个可替代的实施例中,如图7中所示的,压配套箍264能够装配到挡板224的孔内或以其它方式与挡板224接合用于载荷支撑。

[0043] 图8示出了压配套箍270的一个示例,其能够设置成围绕管。套箍270能够具有类似于图6中的调整片266的可偏转的调整片272。调整片272设计为径向向内偏转以产生过盈配合同时管的外表面被增强(例如,图5中的滚花252、图6中的翅片262或类似物)。套箍270还能够在套箍的一部分上具有外螺纹274而没有可偏转的调整片272。外螺纹274将要拧入至形成在管板220的侧表面222内的接收孔278中(参见图10)或形成在挡板224内的孔的任一侧上所形成的相对应的螺纹276内。

[0044] 如从图10所显而易见的,接收孔278具有比与管250、260形成摩擦配合的孔218的其余部分更大的直径。孔278的内表面形成有螺纹276,其与在套箍270的外部上的螺纹274接合。

[0045] 图9A描绘了管250和套箍270组件固定至管板220中的孔内(管板220仅部分地示出了一个孔)的示例。图9B描绘了管260和套箍270组件固定至管板220中的孔内(管板220仅部分地示出了一个孔)的示例。在一个实施例中,套箍270初始压配到滚花管250或具有翅片的管270上。然后管和套箍组件拧入到管板或挡板的螺纹孔278内。

[0046] 为了帮助将套箍270拧入到管板220的接收孔278内,套箍270还能够具有从螺纹部分突出的延伸的圆柱状特征部280,其具有切出部282、平面或其它的扳手或工具接合结构,使得活动扳手或其它工具能够用于旋转套箍270以使套箍270和管组件拧紧至螺纹孔278中和/或从孔拧下套箍。

[0047] 套箍270和接收孔278上的螺纹特征部允许组装人员精确地拧入/固定套箍-管组件至管板220中,使得管端与管板的外表面223平齐。这种精确的螺纹特征部解决了使用其它压配方法时会引起装配差异的制造公差的问题。

[0048] 产生过盈配合的另一个示例能够是锁和钥匙类型,与图6类似,型锻类型的钥匙能够被按压至管上,该管能够具有凹槽以与管板220或管挡板224的底侧接合。在另一个实施例中,代替钥匙,锥形翅片或楔形部能够一体成型在管上,其锁定抵靠着管板孔的内表面以提供过盈配合。

[0049] 在另一个实施例中,管板220的背面能够设有与图6中的管260上的外部翅片或螺纹262匹配的螺纹图案。然后将管260拧入到管板220的背面提供用于搅拌摩擦焊的必需的阻力。

[0050] 当管端插入到管板的孔内时,然后能够使用FSW将管端焊接至管板。

[0051] 对于管的第二端和第二管板,使用类似于在美国专利8,439,250中描述的传统FSW工艺将第二端固定至第二管板,在该传统FSW工艺中通过使管的第二端膨胀,随后通过FSW将管的第二端焊接至管板,使得管的第二端相对于第二管板被固定。

[0052] 示例工艺

[0053] 下面描述了用于固定铝管至铝管板的示例工艺。这种示例性的工艺仅适用于热交换器的一侧(即一个管板)而不适于两个管板,因为第二管板不能以与第一管板相同的方式被接入。

[0054] 在此示例中,管是在端部上(类似于图5的实施例)具有3英寸光滑管的1英寸NPS(公称管道尺寸规格)壁厚(Schedule)40、12英寸长的滚花管。管板是具有用于7根管的孔的2英寸厚的铝管板。在此示例性工艺中,不使用支撑管的支持砧座/力;仅管板被支撑。

[0055] 1、通过将铝块放置在管板的相对侧下方使管板支撑在FSW砧座之上,没有阻塞管孔。块的高度确定了在停止与砧座处之前管能够穿过管板孔的程度。

[0056] 2、管的外部 and 管板孔的内部使用异丙醇、丙酮或其它清洁剂进行清洁。

[0057] 3、然后管被插入到管板孔内。然后相对的管端被使用橡胶锤敲击以驱使管穿过管板直至管接触在管板下方的砧座。接近0.5英寸的光滑管部分254保持在管板孔内用于适当的焊接,管在孔内的其余部分是滚花部分252。

[0058] 4、到目前为止,管应该是接近卡住并且在管板内不能移动。在焊接侧(即管板的外侧)上,管被切割使得管端与管板的外表面平齐。

[0059] 5、然后清洁焊接表面和管的内部。

[0060] 6、然后管被清理毛刺,且管和管板然后进行FSW工艺。在焊接进行时,在管中应当观察不到轴向移动和旋转。

[0061] 图7示出了管216插入到管板220的一个孔中的示例,其中管被切割以与外侧面223平齐并准备进行FSW。如图7中所见的,在FSW之前管端没有扩口和膨胀。相反,管的内部直径和外部直径保持恒定。因此,所描述的方法在会作为优先生成腐蚀位置的管端附近没有引入任何的裂缝或其它的局部形变。

[0062] 在本申请中公开的示例在所有方面都被认为是说明性的但不是限制性的。本发明的范围由所附的权利要求所指出而不是由前述说明指出,且在权利要求等效的含义和范围内的所有改变均旨在被包括在其中。

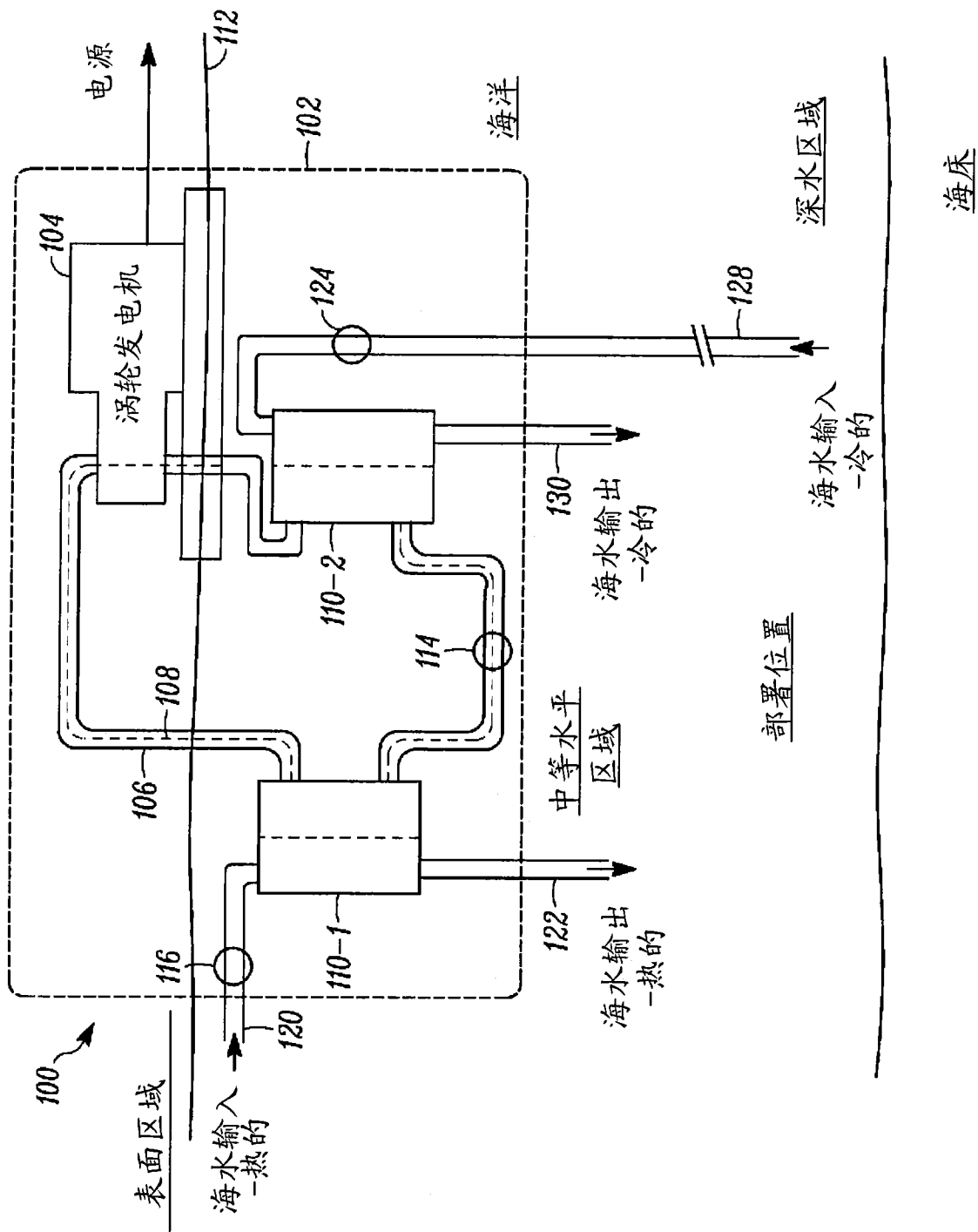


图1

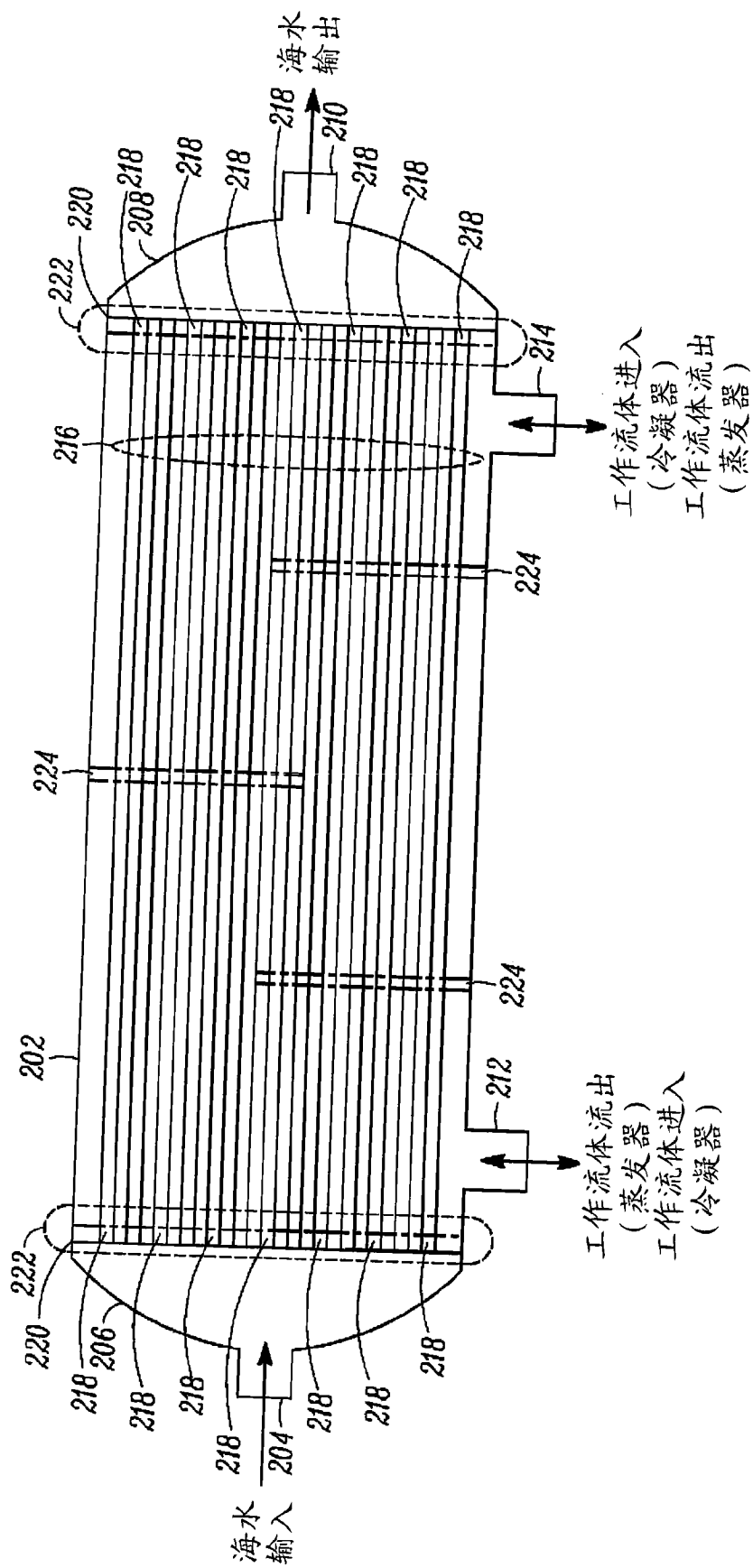


图2

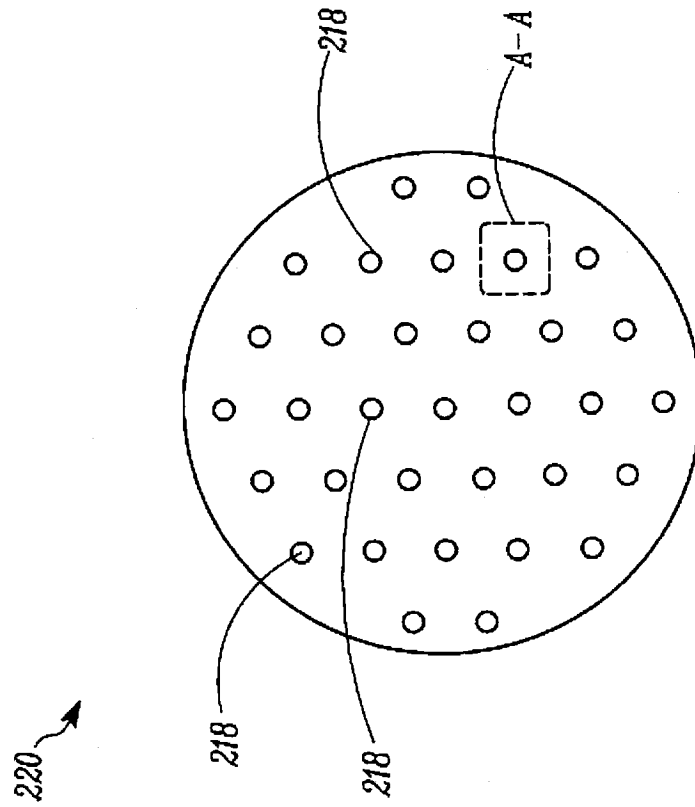


图3A

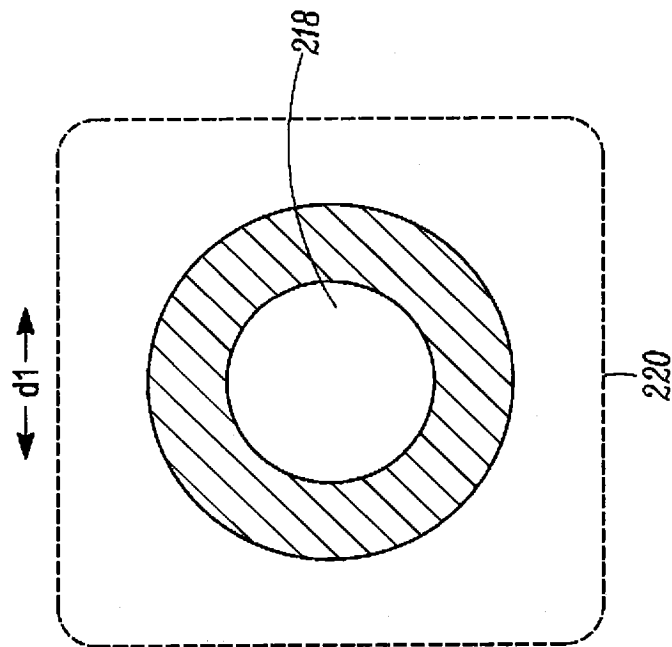


图3B

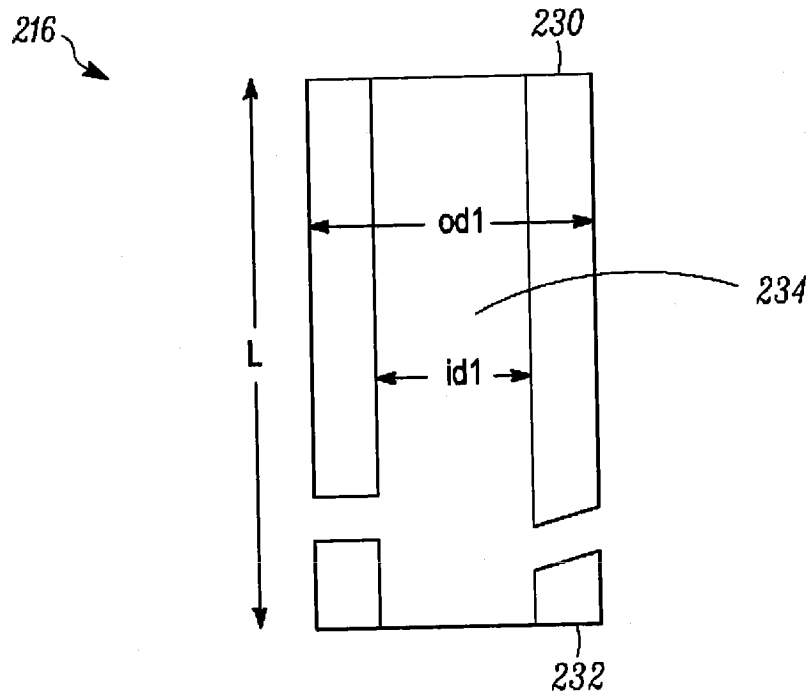


图4

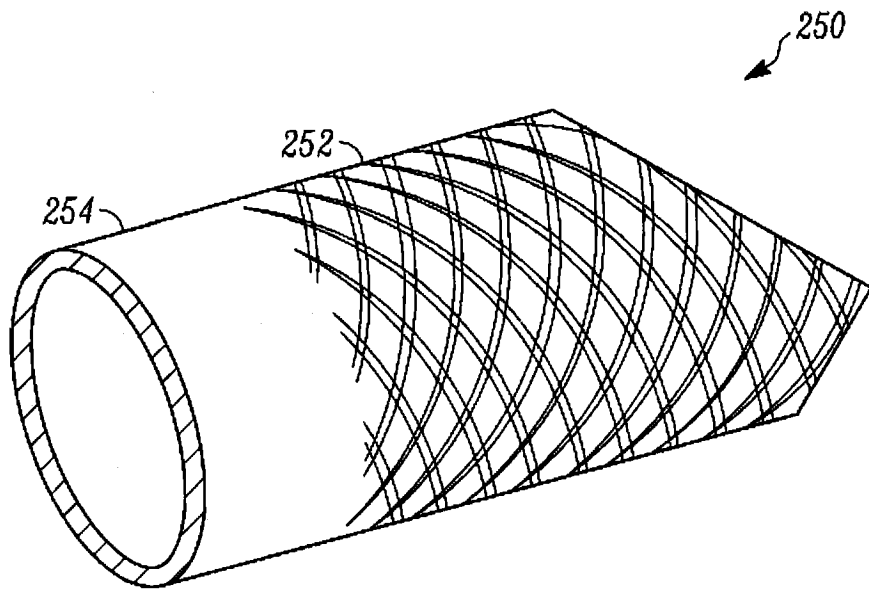


图5

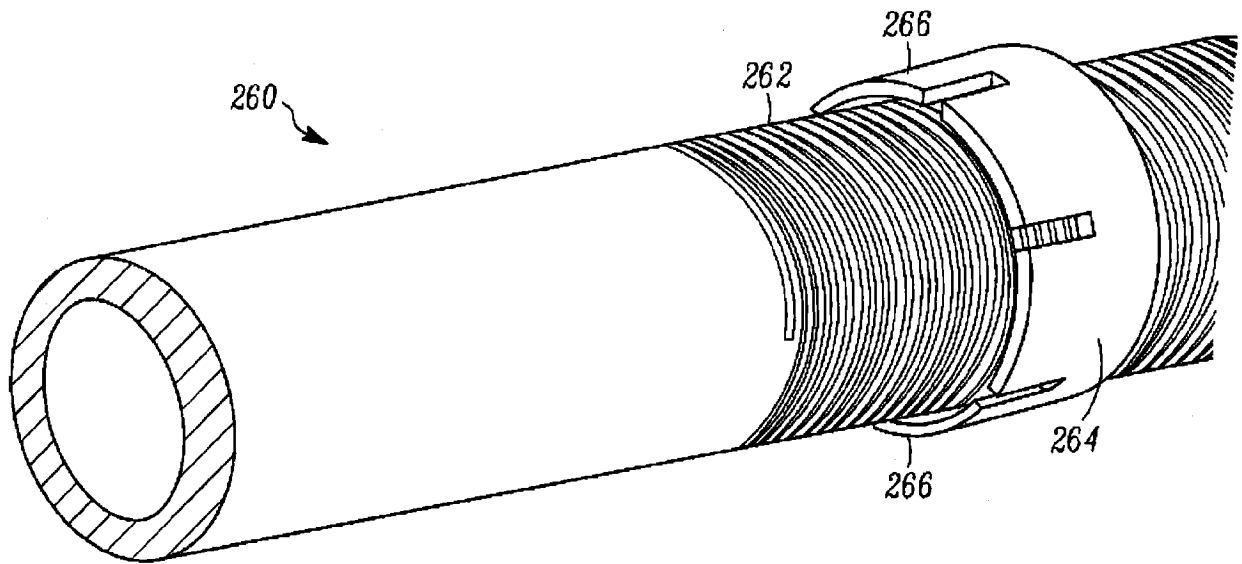


图6

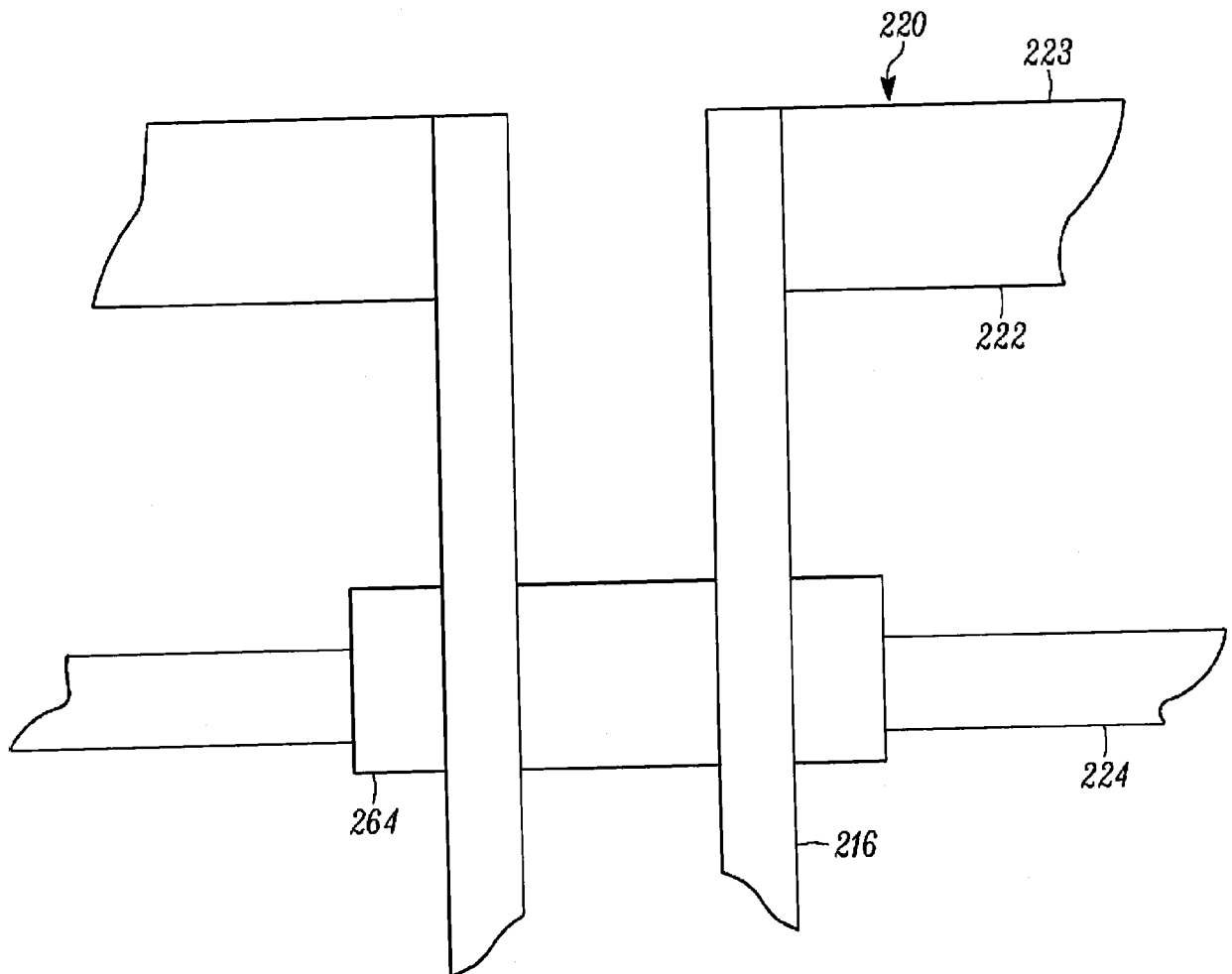


图7

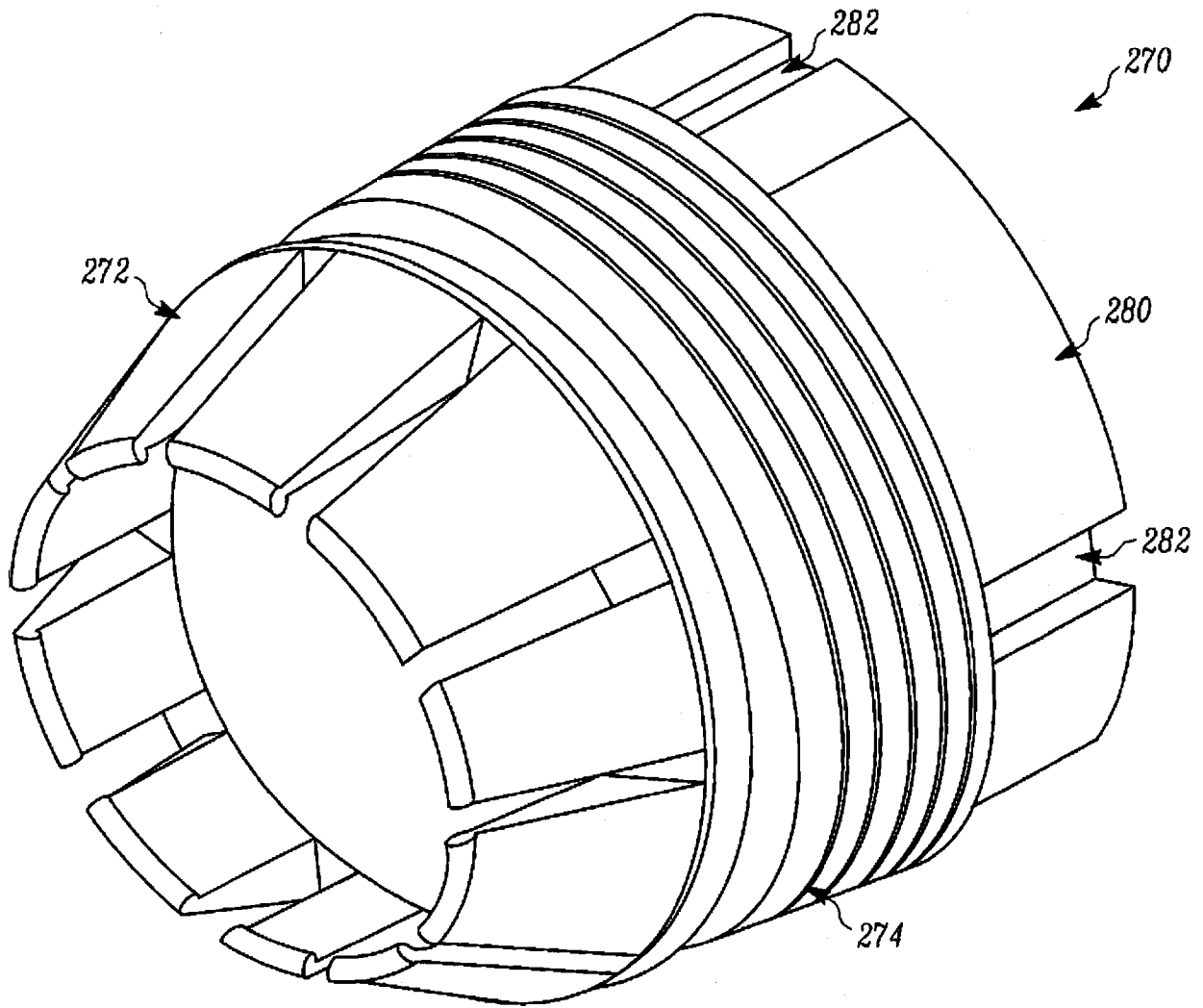


图8

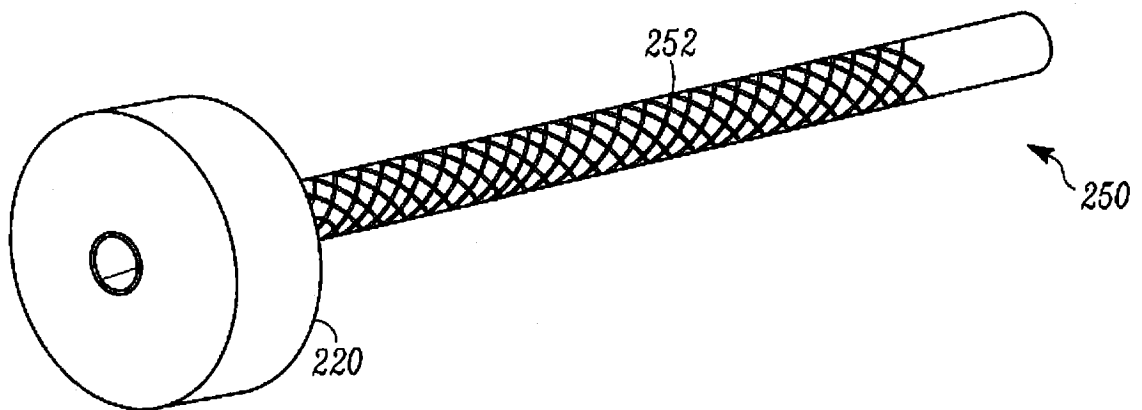


图9A

