

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 11 月 12 日 (12.11.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/169231 A1

(51) 国际专利分类号:
F28D 1/053 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/078406

(22) 国际申请日: 2015 年 5 月 6 日 (06.05.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201410188198.0 2014 年 5 月 6 日 (06.05.2014) CN

(71) 申请人: 杭州三花微通道换热器有限公司 (SAN-HUA (HANGZHOU) MICRO CHANNEL HEAT EXCHANGER CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市杭州经济技术开发区 12 号大街 289 号, Zhejiang 310018 (CN)。

(72) 发明人: 周晶 (ZHOU, Jing); 中国浙江省杭州市杭州经济技术开发区 12 号大街 289 号, Zhejiang 310018 (CN)。 高强 (GAO, Qiang); 中国浙江省杭州市杭州经济技术开发区 12 号大街 289 号, Zhejiang 310018 (CN)。 钟笑鸣 (ZHONG, Xiaoming); 中

国浙江省杭州市杭州经济技术开发区 12 号大街 289 号, Zhejiang 310018 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: BENDED HEAT EXCHANGER

(54) 发明名称: 折弯式换热器

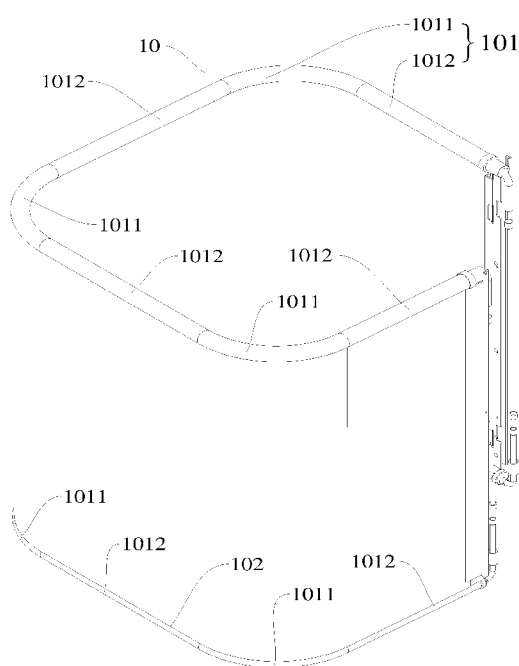


图 1 /Fig.1

(57) Abstract: Disclosed is a bended heat exchanger (10), which comprises: a first collecting pipe (101) and a second collecting pipe (102); a plurality of flat pipes (103), which have two ends thereof respectively connected with the first collecting pipe (101) and the second collecting pipe (102) and which are arranged spaced apart from each other along the axial directions thereof; and fins (104) which are arranged between adjacent flat pipes (103) and extend in a corrugated manner along the length direction of the flat pipes (103), the thickness of the fin (104) being FT; in the first and the second collecting pipes (101, 102), the larger external diameter is OD, and the larger wall thickness is T; the width of the flat pipes (103) is W, the arc radius of the fin (104) is FR, the height of the fin (104) is FH, and $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$.

(57) 摘要: 一种折弯式换热器 (10), 包括: 第一集流管 (101) 和第二集流管 (102); 多个扁管 (103) 的两端分别与第一集流管 (101) 和第二集流管 (102) 相连且沿着它们的轴向彼此间隔布置; 和翅片 (104), 翅片 (104) 设在相邻的扁管 (103) 之间, 并沿扁管 (103) 的长度方向成波纹状延伸, 翅片 (104) 的厚度为 FT; 第一和第二集流管 (101, 102) 中, 较大的外径为 OD, 较大的壁厚为 T; 扁管 (103) 的宽度为 W, 翅片 (104) 的圆弧半径为 FR, 翅片 (104) 高度为 FH, 其中 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。



BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

折弯式换热器

技术领域

5 本发明涉及一种换热器，尤其是涉及一种折弯式平行流换热器。

背景技术

换热器，例如平行流换热器（如多通道换热器），广泛地应用于制冷系统中，在一些应用场合，需要将换热器折弯，即将换热器的集流管折弯。然而，在对换热器沿集流管长度
10 方向上折弯时，如果折弯不当，会对换热器的换热性能带来不利影响，或者无法达到应用要求，因此存在对折弯换热器改进的需求。

发明内容

本申请时基于发明人对以下事实和问题的发现作出的：

15 在对换热器沿集流管长度方向上折弯时，如果折弯半径过大，在换热器的安装空间有限时，无法满足应用的要求。如果折弯半径过小时，会造成换热器的扁管变形，翅片撕裂，影响换热效率，从而降低性能，甚至导致扁管泄漏，换热器报废。此外，集流管的过度挤压变形，会增加集流管内冷媒的压力损失，降低换热器的性能。因此，发明人意识到，折弯参数的控制是影响折弯式换热器的性能、可靠性及安装应用便利性的因素。

20 为此，本发明的一个目的在于提出一种折弯式换热器，通过集流管、扁管和翅片的结构参数设计，控制集流管的折弯半径，可以实现换热器沿集流管折弯时折弯外侧的翅片不会拉裂，折弯后的集流管变形也减小且具有足够的爆破强度。

根据本发明实施例的折弯式换热器包括：第一集流管和第二集流管，所述第一集流管和第二集流管中的每一个具有至少一个折弯段和与折弯段邻接的直线段，所述第一集流管的折弯段与所述第二集流管的折弯段对应；多个扁管，所述扁管的两端分别与所述第一集流管和第二集流管相连，多个所述扁管沿所述第一集流管和第二集流管的轴向彼此间隔布置；和翅片，所述翅片设在相邻的扁管之间，所述翅片沿所述扁管的长度方向成波纹状延伸，所述翅片包括平直段和连接在平直段之间的圆弧段，所述翅片的厚度为 FT ，所述第一和第二集流管具有不同的外径，其中所述第一和第二集流管的外径中较大的外径为 OD ，所
25 述第一和第二集流管具有不同的壁厚，其中所述第一和第二集流管的壁厚中较大的壁厚为 T ，所述扁管的宽度为 W ，所述翅片的圆弧半径为 FR ，所述翅片高度为 FH ，其中 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。

根据本发明另一实施例的折弯式换热器包括：第一集流管和第二集流管，所述第一集流管和第二集流管中的每一个具有至少一个折弯段和与折弯段邻接的直线段，所述第一集流管的折弯段与所述第二集流管的折弯段对应；多个扁管，所述扁管的两端分别与所述第一集流管和第二集流管相连，多个所述扁管沿所述第一集流管和第二集流管的轴向彼此间隔布置；和翅片，所述翅片设在相邻的扁管之间，所述翅片沿所述扁管的长度方向成波纹状延伸，所述翅片包括平直段和连接在平直段之间的圆弧段，所述翅片的厚度为 FT ，所述第一和第二集流管具有相同的外径，且所述第一和第二集流管的外径为 OD ，所述第一和第二集流管具有相同的壁厚，且所述第一和第二集流管的壁厚为 T ，所述扁管的宽度为 W ，所述翅片的圆弧半径为 FR ，所述翅片高度为 FH ，其中 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。

翅片的厚度 FT 和翅片的顶部的圆弧角 FR 以及翅片的高度 FH 对折弯时翅片的拉伸产生明显的拉伸应力，该拉伸应力设为 S_{fin} ，当 S_{fin} 超过翅片与扁管的焊接部位的屈服强度 σ_s 时，翅片容易与扁管产生分离，甚至翅片断裂。另一方面，集流管的壁厚 T 以及外径 OD 在折弯时产生显著的折弯应力，设折弯应力设为 Shd ，当 Shd 超过集流管的抗拉强度 σ_b 时，集流管会产生失效，并且在一定的压力条件下产生失效。

通过在不同折弯半径条件下的测试，发现在不同的折弯半径 R 的应用条件下，翅片上的相对应力 S_{fin} / σ_s 和集流管上的相对拉伸应力 Shd / σ_b 与翅片和集流管的复合参数 $(100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD)$ 存在一定的变化关系。其中，翅片上的相对应力 S_{fin} / σ_s 随着该复合参数的增大而下降，而且在降低且接近 0 的情况下快速上升，而且随着折弯半径 R 的增大而普遍降低。集流管上的相对拉伸应力 Shd / σ_b 随着该复合参数的增大先下降（集流管的相对壁厚较薄的时候强度不足），然后逐步上升（集流管的相对壁厚较厚时折弯的变形应力增加）。

在实际折弯过程中，空调传统的铜管翅片式换热器普遍的折弯半径在 $R50\text{mm}$ 以上。根据相对应力 S_{fin} / σ_s 和相对拉伸应力 Shd / σ_b 应低于 1 以确保折弯的强度不会引起失效的情况下，分别确定复合参数 $(100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD)$ 的下限在 0.01，而上限在 9。通过该范围的确定，微通道换热器在集流管折弯的时候不会出现明显的翅片拉裂和集流管变形失效或者爆破失效。

当满足 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 的关系时，在将所述折弯式换热器沿所述第一集流管和所述第二集流管的长度方向折弯后，不仅可以保证所述翅片不被撕裂且所述扁管不会变形，而且可以保证芯体具有足够的爆破强度。此外还可以将所述折弯式换热器的换热性能的变化限制在 4% 以内（与将折弯式换热器折弯之前相比），不会产生明显的充注不平衡，所述折弯式换热器的冷凝水排水性能也最优。

因此,根据本发明实施例的折弯式换热器具有结构合理、结构稳定、换热效率高、换热性能好、可靠性高、便于安装应用、排水性能好等优点。

另外,根据本发明上述实施例的折弯式换热器还可以具有如下附加的技术特征:

根据本发明的一个实施例, $0.0004 \leq (FT \times FR) / (FH \times OD) \leq 0.59$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

根据本发明的一个实施例, $0.02 \leq (FT \times FR) / FH \leq 6$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

10 根据本发明的一个实施例, $0.002 \leq FT / FH \leq 0.04$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

15 根据本发明的一个实施例, $0.0061 \leq FR / FH \leq 0.6$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

根据本发明的一个实施例, $0.04 \leq T / OD \leq 0.25$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

20 根据本发明的一个实施例, $0.0005 \leq FT / OD \leq 0.015$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

根据本发明的一个实施例, $0.0016 \leq FR / OD \leq 0.4$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

25 根据本发明的一个实施例, $0.05 \leq FH / OD \leq 2$ 。由此不仅可以进一步保证所述翅片不被撕裂、所述扁管不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以提高所述折弯式换热器的换热效率和排水性能。

根据本发明的一个实施例,所述折弯式换热器为C形或L形。

30 附图说明

图1是根据本发明实施例的折弯式换热器的立体图;

图2是根据本发明实施例的折弯式换热器在折弯之前的示意图;

图 3 是根据本发明实施例的折弯式换热器的折弯后的集流管的示意图；

图 4 示出了根据本发明实施例的折弯式换热器的集流管和扁管的示意图；

图 5 是根据本发明实施例的折弯式换热器的翅片的示意图；

图 6 是在不同折弯半径下翅片上的相对应力以及第一集流管和第二集流管上的相对拉伸应力与复合参数的关系曲线。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

下面参考图 1-图 5 描述根据本发明实施例的折弯式换热器 10。如图 1-图 5 所示，根据本发明实施例的折弯式换热器 10 包括第一集流管 101、第二集流管 102、翅片 104 和多个扁管 103。

第一集流管 101 和第二集流管 102 中的每一个具有至少一个折弯段 1011 和与折弯段 1011 邻接的直线段 1012。第一集流管 101 的折弯段 1011 与第二集流管 102 的折弯段 1011 对应。扁管 103 的两端分别与第一集流管 101 和第二集流管 102 相连，多个扁管 103 沿第一集流管 101 和第二集流管 102 的轴向彼此间隔布置。翅片 104 设在相邻的扁管 103 之间，翅片 104 沿扁管 103 的长度方向成波纹状延伸，翅片 104 包括平直段 1041 和连接在平直段 1041 之间的圆弧段 1042。

其中，翅片 104 的厚度为 FT，第一集流管 101 和第二集流管 102 可以具有不同的外径，其中第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大的外径为 OD，可选地，第一集流管 101 和第二集流管 102 可以具有相同的外径且二者的外径均为 OD。

第一集流管 101 和第二集流管 102 可以具有不同的壁厚，第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚中较大的壁厚为 T，可选地，第一集流管 101 和第二集流管 102 可以具有相同的壁厚且二者的壁厚均为 T。扁管 103 的宽度为 W，翅片 104 的圆弧半径为 FR，翅片 104 高度为 FH，其中 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。

可以理解的是，如上所述，第一集流管 101 和第二集流管 102 可以具有相同的外径 OD，也可以具有不同的外径。当第一集流管 101 和第二集流管 102 具有不同的外径时，第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大者为 OD，第一集流管 101 和第二集流管 102 具有相同的壁厚 T，也可以具有不同的壁厚，当第一集流管 101 和第二集流管 102 具有不同的壁厚时，第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚中较大的壁厚为 T，本申请的发明人发现，第一集流管 101 和第二集流管 102 具有不同的外径和壁厚时，外径较大和/或壁厚较大集流管相对而言折弯困难，并且受折弯的影响明显。当然，在本发明的实施例中，第一集

流管 101 和第二集流管 102 可以具有相同的外径和壁厚，在第一集流管 101 和第二集流管 102 具有相同外径和/或壁厚的情况下，外径 OD 可以是第一集流管 101 和第二集流管 102 中任一集流管的外径，壁厚 T 可以是第一集流管 101 和第二集流管 102 中任一个的壁厚。

经过发明人深入地研究和创造性的劳动后发现：

5 当芯体的厚度（扁管 103 的宽度 W）确定后，减小折弯半径 R 会使得芯体整体的爆破强度降低，因此需要增加第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚（第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径不变）或者减小第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径（第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚不变）才能满足强度要求。但是，增大第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚不仅会增加成本，而且会导致第一集流管 101 和第二集流管 102 的内
10 容积的减少。而在室外侧采用折弯式换热器 10 的热泵系统中，存在与室内机内容积的明显差异，第一集流管 101 和第二集流管 102 的内容积减少会使得机组在制冷和制热工况产生性能的充注不平衡。

另一方面，就翅片 104 的设计来说，第一集流管 101 和第二集流管 102 折弯之后，翅片 104 的顶部的圆弧在折弯后会产生拉伸，因此翅片 104 的顶部的圆弧半径越大，可以产生更多的拉伸，从而能承受更大的折弯应力，避免因翅片 104 拉伸过度而在焊缝处产生撕裂。
15 但是，过大的圆弧半径会导致冷凝水由于表面张力作用在圆弧处堆积，不容易流动排出到翅片 104 外。而且，增加翅片 104 的顶部的圆弧半径，也会增加翅片 104 焊接后塌陷的风险。

翅片 104 的强度与翅片 104 的厚度成正比的，较厚的翅片 104 会抵抗更大的折弯应力，因此折弯后的扁管 103 不易产生波浪变形。但是，增加翅片 104 的厚度不仅会导致折弯式
20 换热器 10 的成本增加，而且会导致通风阻力增加，使得机组性能衰减。

翅片 104 的高度同样会影响折弯性能，翅片 104 的高度过高，扁管 103 的间距越大，则单位长度上对第一集流管 101 和第二集流管 102 的支撑力度越小，折弯后第一集流管 101 和第二集流管 102 越容易变形。而翅片 104 的高度越小，则通风阻力越大。

25 翅片 104 的厚度 FT 和翅片 104 的顶部的圆弧角 FR 以及翅片 104 的高度 FH 对折弯时翅片 104 的拉伸产生明显的拉伸应力，该拉伸应力设为 Sfin，当 Sfin 超过翅片 104 与扁管 103 的焊接部位的屈服强度 σ_s 时，翅片 104 容易与扁管 103 产生分离，甚至翅片 104 断裂。另一方面，第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚 T 以及外径 OD 在折弯时产生显著的折弯应力，设折弯应力设为 Shd，当 Shd 超过第一集流管 101 和第二集流管 102 的抗拉强度
30 σ_b 时，第一集流管 101 和第二集流管 102 会产生失效，并且在一定的压力条件下产生失效。

通过在不同折弯半径 R 条件下的测试，发现在不同的折弯半径 R 的应用条件下，翅片

104 上的相对应力 S_{fin}/σ_s 以及第一集流管 101 和第二集流管 102 上的相对拉伸应力 Sh_d/σ_b 与翅片 104、第一集流管 101 和第二集流管 102 的复合参数 $(100 \times FT \times FR \times T)/(FH \times OD)$ 存在一定的变化关系。如图 6 所示,翅片 104 上的相对应力 S_{fin}/σ_s 随着该复合参数的增大而下降,而且在降低且接近 0 的情况下快速上升,而且随着折弯半径 R 的增大而普遍降低。第一集流管 101 和第二集流管 102 上的相对拉伸应力 Sh_d/σ_b 随着该复合参数的增大先下降(第一集流管 101 和第二集流管 102 的相对壁厚较薄的时候强度不足),然后逐步上升(第一集流管 101 和第二集流管 102 的相对壁厚较厚时折弯的变形应力增加)。

在实际折弯过程中,空调传统的铜管翅片式换热器普遍的折弯半径在 R50mm 以上。根据相对应力 S_{fin}/σ_s 和相对拉伸应力 Sh_d/σ_b 应低于 1 以确保折弯的强度不会引起失效的情况下,分别确定复合参数 $(100 \times FT \times FR \times T)/(FH \times OD)$ 的下限在 0.01,而上限在 9。通过该范围的确定,折弯式换热器 10 在第一集流管 101 和第二集流管 102 折弯的时候不会出现明显的翅片拉裂和集流管变形失效或者爆破失效。

综合各个因素,当满足 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T)/(FH \times OD) \leq 9$ 的关系时,在将折弯式换热器 10 沿第一集流管 101 和第二集流管 102 的长度方向折弯后,不仅可以保证翅片 104 不被撕裂且扁管 103 不会变形,而且可以保证芯体具有足够的爆破强度。此外还可以将折弯式换热器 10 的换热性能的变化限制在 4%以内(与将折弯式换热器 10 折弯之前相比),不会产生明显的充注不平衡,折弯式换热器 10 的冷凝水排水性能也最优。

因此,根据本发明实施例的折弯式换热器 10 具有结构合理、结构稳定、换热效率高、换热性能好、可靠性高、便于安装应用、排水性能好等优点。

具体而言,第一集流管 101 和第二集流管 102 的轴向可以是第一集流管 101 和第二集流管 102 的长度方向。

当翅片 104 的厚度 FT、第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大的外径 OD、第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚中较大的壁厚 T、扁管 103 的宽度 W、翅片 104 的圆弧半径 FR 和翅片 104 高度 FH 中的每一个的长度单位均为毫米时, $0.01 \text{ 毫米} \leq (100 \times FT \times FR \times T)/(FH \times OD) \leq 9 \text{ 毫米}$, 以下同。

如图 1 所示,在本发明的一些实施例中,折弯式换热器 10 可以是 C 形。换言之,折弯式换热器 10 沿第一集流管 101 和第二集流管 102 的长度方向被折弯三次。也就是说,第一集流管 101 和第二集流管 102 中的每一个都可以包括三个折弯段 1011 和四个直线段 1012,且每个折弯段 1011 位于相邻两个直线段 1012 之间。

此外,折弯式换热器 10 还可以是 L 形。

优选地, $0.1 \leq (100 \times FT \times FR \times T)/(FH \times OD) \leq 7$, 由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度,而且可以进一步提高折弯式换

热器 10 的换热效率和排水性能。

进一步优选地, $0.5 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 5$, 由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

- 5 最优选地, $1 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 3$, 由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

有利地, 翅片 104 的厚度 FT、翅片 104 的圆弧半径 FR、翅片 104 高度 FH 以及第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中的较大外径 OD 可以满足以下关系式: $0.0004 \leq (FT \times FR) / (FH \times OD) \leq 0.59$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

进一步有利地, $0.004 \leq (FT \times FR) / (FH \times OD) \leq 0.3$ 。最有利地, $0.04 \leq (FT \times FR) / (FH \times OD) \leq 0.1$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

翅片 104 的厚度 FT、翅片 104 的圆弧半径 FR 和翅片 104 高度 FH 可以满足以下关系式: $0.02 \leq (FT \times FR) / FH \leq 6$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

20 优选地, $0.05 \leq (FT \times FR) / FH \leq 3$ 。进一步优选地, $0.1 \leq (FT \times FR) / FH \leq 2$ 。最优选地, $0.5 \leq (FT \times FR) / FH \leq 1$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

翅片 104 的厚度 FT 与翅片 104 高度 FH 可以满足以下关系式: $0.002 \leq FT / FH \leq 0.04$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

有利地, $0.005 \leq FT / FH \leq 0.01$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

30 翅片 104 的圆弧半径 FR 与翅片 104 高度 FH 可以满足以下关系式: $0.0061 \leq FR / FH \leq 0.6$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

优选地, $0.01 \leq FR/FH \leq 0.3$ 。进一步优选地, $0.05 \leq FR/FH \leq 0.1$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

第一集流管 101 和第二集流管 102 的壁厚中较大的壁厚 T 与第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中的较大外径 OD 可以满足以下关系式: $0.04 \leq T/OD \leq 0.25$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

优选地, $0.1 \leq T/OD \leq 0.2$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

翅片 104 的厚度 FT 与第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大的外径 OD 可以满足以下关系式: $0.0005 \leq FT/OD \leq 0.015$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

优选地, $0.001 \leq FT/OD \leq 0.01$ 。进一步优选地, $0.003 \leq FT/OD \leq 0.007$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

翅片 104 的圆弧半径 FR 与第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大的外径 OD 可以满足以下关系式: $0.0016 \leq FR/OD \leq 0.4$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

优选地, $0.016 \leq FR/OD \leq 0.1$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

翅片 104 高度 FH 与第一集流管 101 和第二集流管 102 的外径中较大的外径 OD 可以满足以下关系式: $0.05 \leq FH/OD \leq 2$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

优选地, $0.1 \leq FH/OD \leq 1$ 。进一步优选地, $0.3 \leq FH/OD \leq 0.7$ 。由此不仅可以进一步保证翅片 104 不被撕裂、扁管 103 不会变形以及芯体具有足够的爆破强度, 而且可以进一步提高折弯式换热器 10 的换热效率和排水性能。

在本发明的描述中, 需要理解的是, 术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、

“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求

1、一种折弯式换热器，其特征在于，包括：

第一集流管和第二集流管，所述第一集流管和第二集流管中的每一个具有至少一个折
5 弯段和与折弯段邻接的直线段，所述第一集流管的折弯段与所述第二集流管的折弯段对应；

多个扁管，所述扁管的两端分别与所述第一集流管和第二集流管相连，多个所述扁管
沿所述第一集流管和第二集流管的轴向彼此间隔布置；和

翅片，所述翅片设在相邻的扁管之间，所述翅片沿所述扁管的长度方向成波纹状延伸，
所述翅片包括平直段和连接在平直段之间的圆弧段，

10 所述翅片的厚度为 FT ，所述第一和第二集流管具有不同的外径，其中所述第一和第二
集流管的外径中较大的外径为 OD ，所述第一和第二集流管具有不同的壁厚，其中所述第一
和第二集流管的壁厚中较大的壁厚为 T ，所述扁管的宽度为 W ，所述翅片的圆弧半径为 FR ，
所述翅片高度为 FH ，其中 $0.01 \leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。

2、一种折弯式换热器，其特征在于，包括：

15 第一集流管和第二集流管，所述第一集流管和第二集流管中的每一个具有至少一个折
弯段和与折弯段邻接的直线段，所述第一集流管的折弯段与所述第二集流管的折弯段对应；

多个扁管，所述扁管的两端分别与所述第一集流管和第二集流管相连，多个所述扁管
沿所述第一集流管和第二集流管的轴向彼此间隔布置；和

20 翅片，所述翅片设在相邻的扁管之间，所述翅片沿所述扁管的长度方向成波纹状延伸，
所述翅片包括平直段和连接在平直段之间的圆弧段，

所述翅片的厚度为 FT ，所述第一和第二集流管具有相同的外径，且所述第一和第二集
流管的外径为 OD ，所述第一和第二集流管具有相同的壁厚，且所述第一和第二集流管的壁
厚为 T ，所述扁管的宽度为 W ，所述翅片的圆弧半径为 FR ，所述翅片高度为 FH ，其中 0.01
 $\leq (100 \times FT \times FR \times T) / (FH \times OD) \leq 9$ 。

25 3、根据权利要求 1 或 2 所述的折弯式换热器，其特征在于，

$0.0004 \leq (FT \times FR) / (FH \times OD) \leq 0.59$ 。

4、根据权利要求 1-3 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，

$0.02 \leq (FT \times FR) / FH \leq 6$ 。

5、根据权利要求 1-4 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，

30 $0.002 \leq FT / FH \leq 0.04$ 。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，

$0.0061 \leq FR / FH \leq 0.6$ 。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，
 $0.04 \leq T/OD \leq 0.25$ 。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，
 $0.0005 \leq FT/OD \leq 0.015$ 。

5 9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，
 $0.0016 \leq FR/OD \leq 0.4$ 。

10、根据权利要求 1-9 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，
 $0.05 \leq FH/OD \leq 2$ 。

10 11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的折弯式换热器，其特征在于，所述折弯式换热器为 C 形或 L 形。

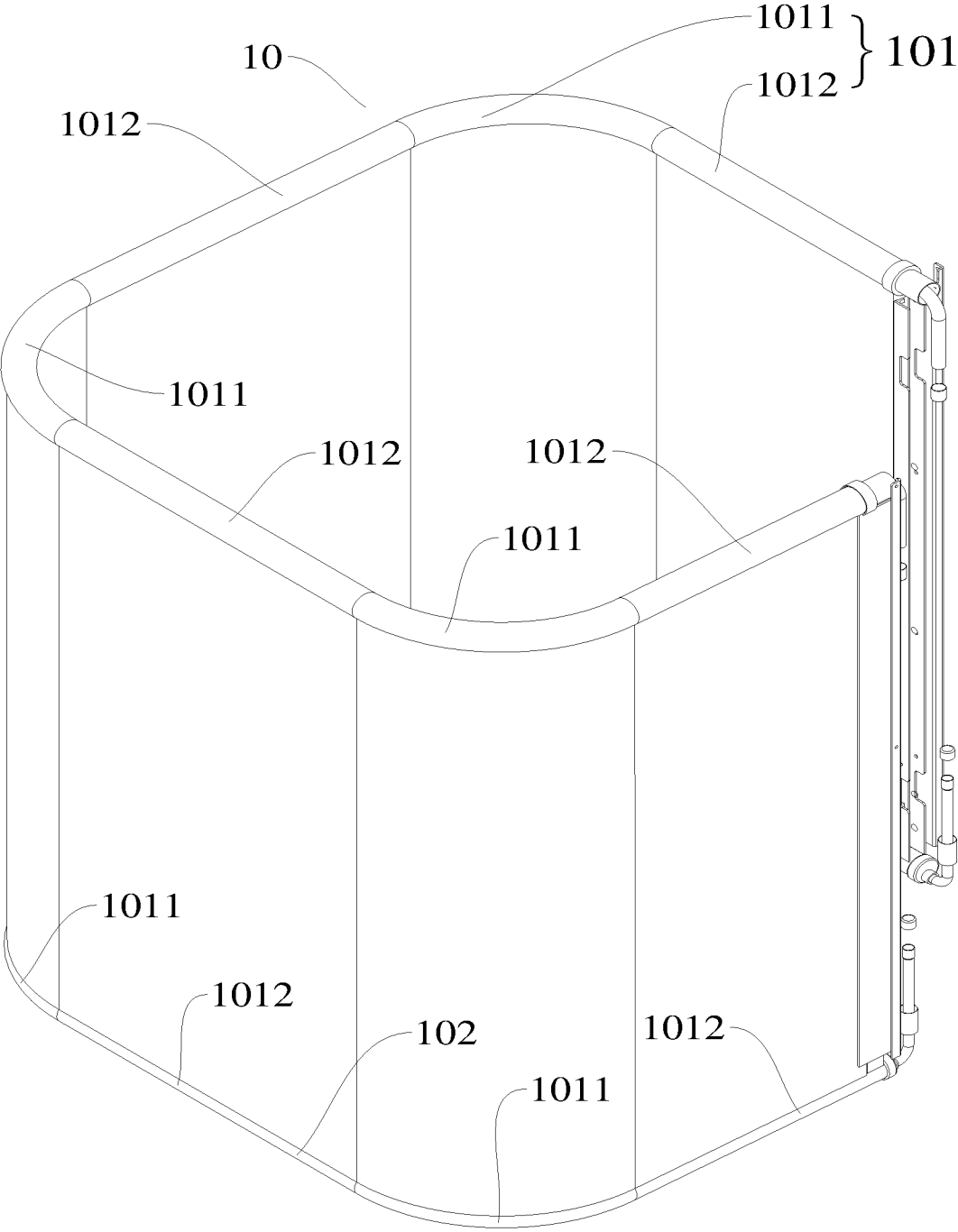


图 1

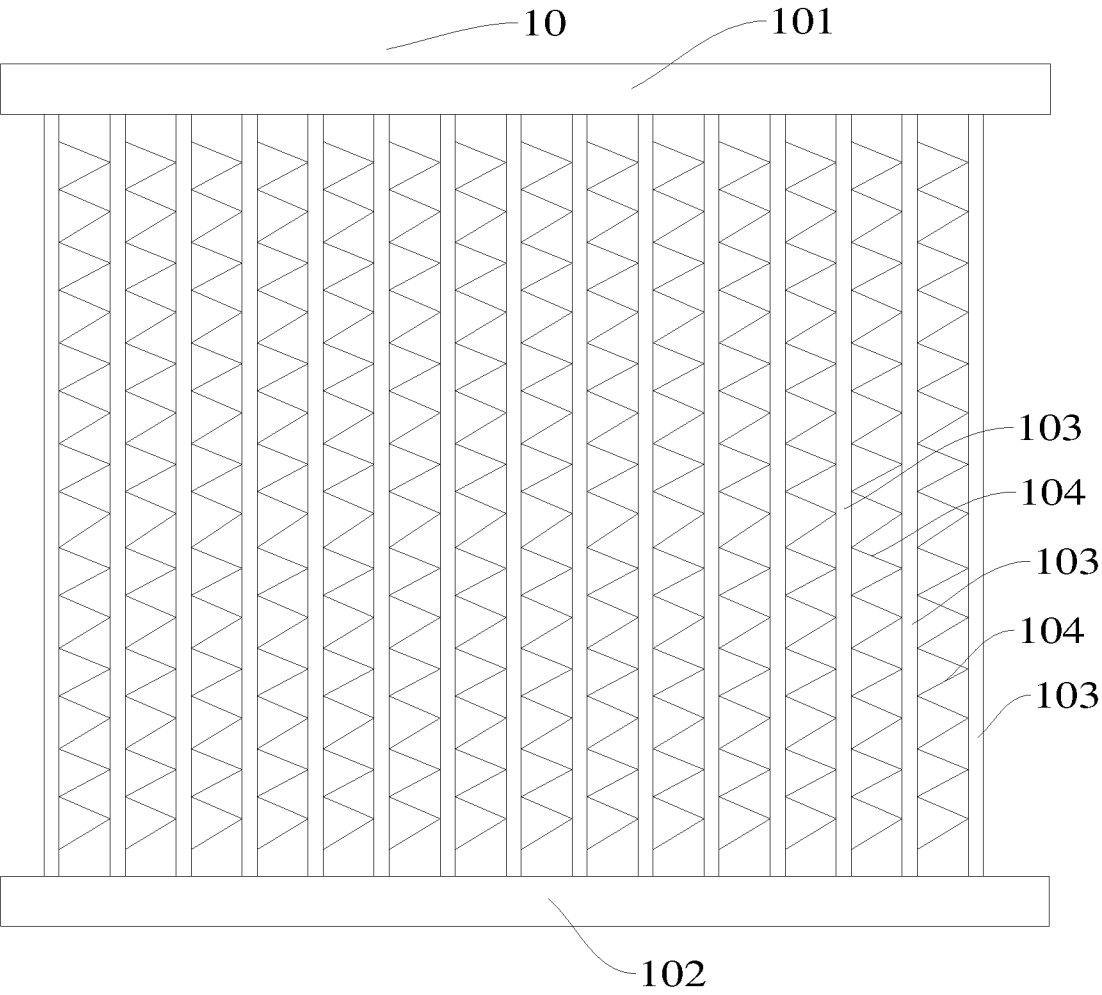


图 2

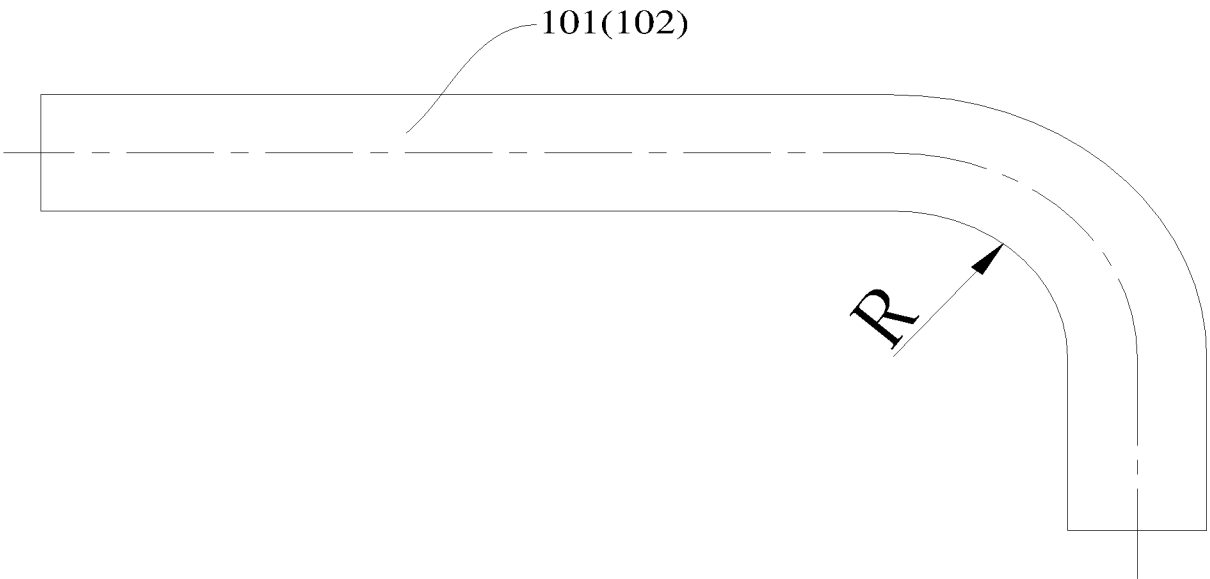


图 3

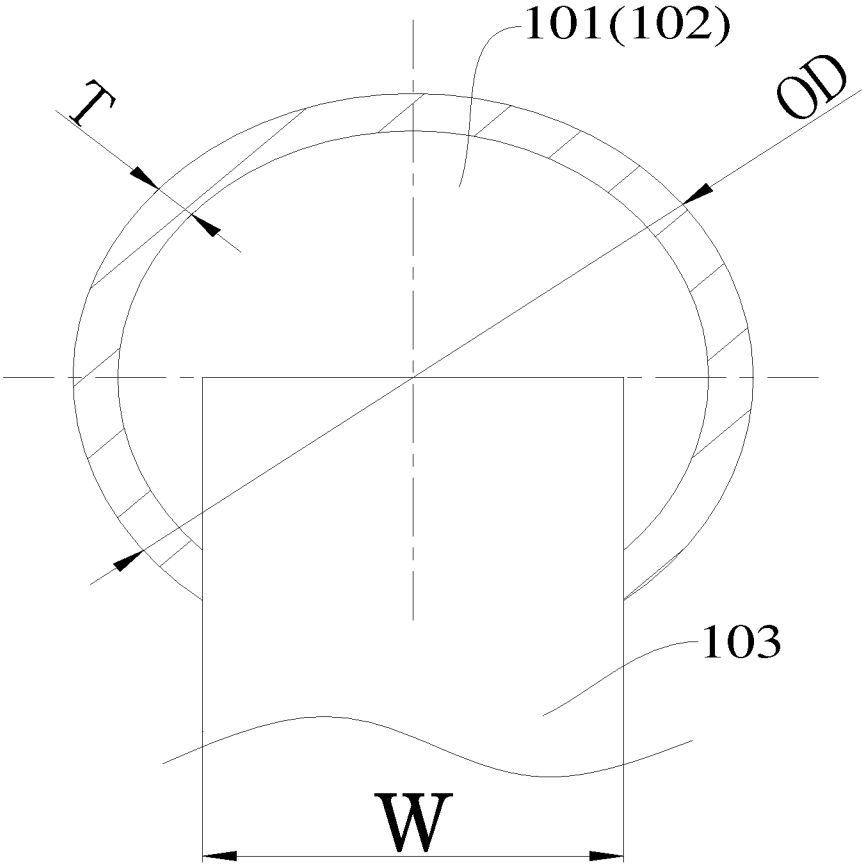


图 4

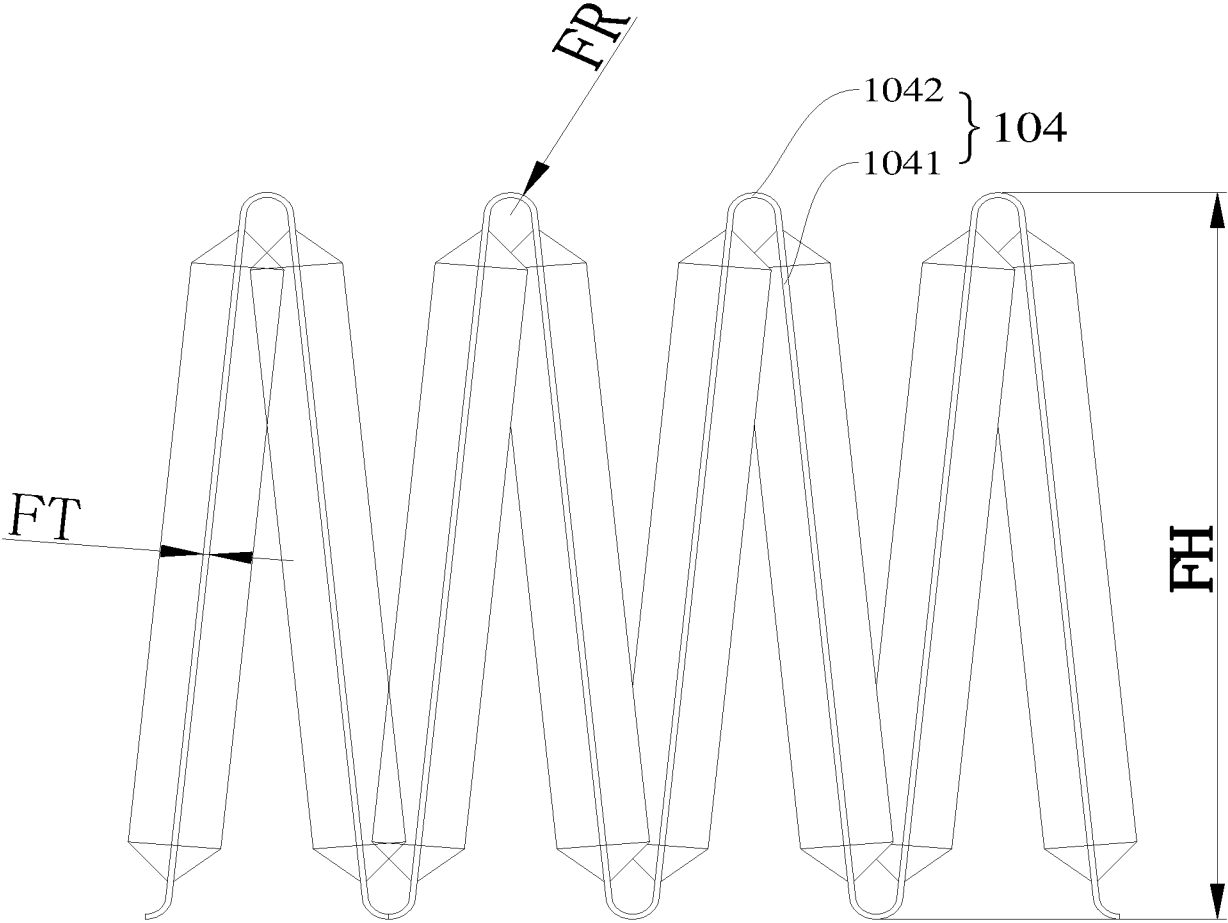


图 5

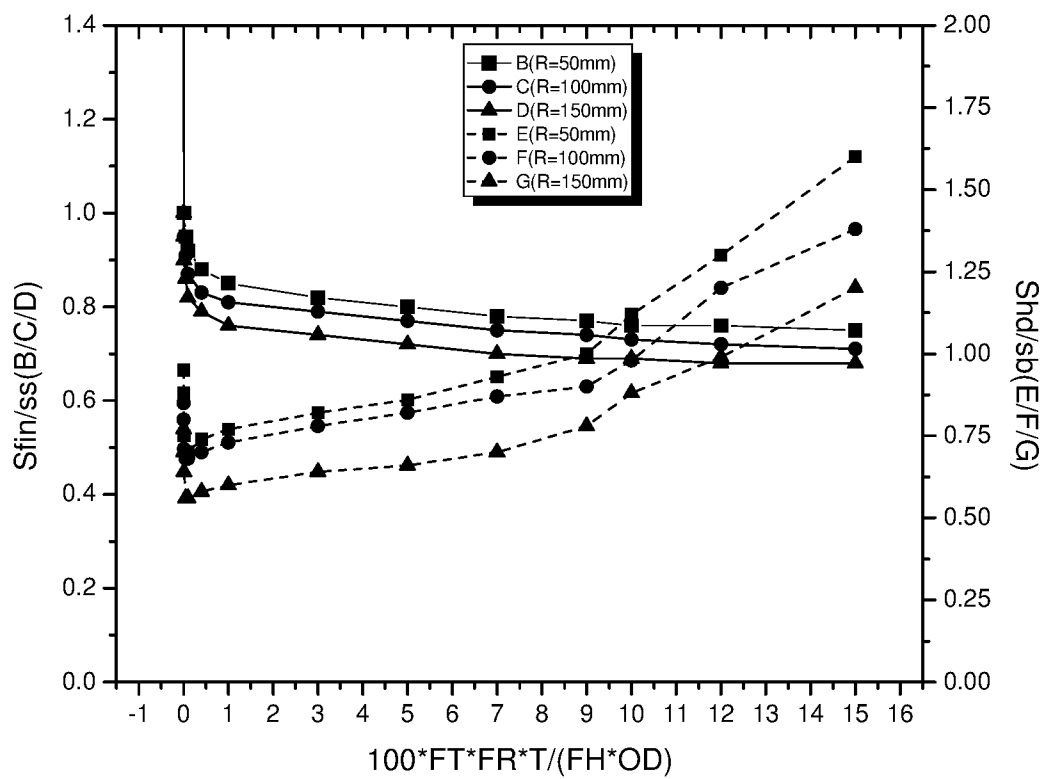


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/078406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 1/053 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D, F28F, F25B 39

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNKI, VEN: bend, arc, header, manifold, angle, radius

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103925745 A (SANHUA (HANGZHOU) MICRO CHANNEL HEAT EXCHANGER CO., LTD.), 16 July 2014 (16.07.2014), claims 1-11	1-11
A	CN 103411446 A (SANHUA (HANGZHOU) MICRO CHANNEL HEAT EXCHANGER CO., LTD.), 27 November 2013 (27.11.2013), description, paragraphs [0034]-[0040], and figures 1-2	1-11
A	CN 1191297 A (MODINE MANUFACTURING COMPANY), 26 August 1998 (26.08.1998), the whole document	1-11
A	CN 102390012 A (DANFOSS-SANHUA (HANGZHOU) MICRO CHANNEL HEAT EXCHANGER CO., LTD.), 28 March 2012 (28.03.2012), the whole document	1-11
A	JP 2002243381 A (DAIKIN IND LTD.), 28 August 2002 (28.08.2002), the whole document	1-11
A	JP 2000356294 A (SANOH IND CO., LTD.), 26 December 2000 (26.12.2000), the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 21 July 2015 (21.07.2015)	Date of mailing of the international search report 11 August 2015 (11.08.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer YANG, Fei Telephone No.: (86-10) 62084199

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/078406

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103925745 A	16 July 2014	None	
CN 103411446 A	27 November 2013	WO 2015027680 A1	05 March 2015
CN 1191297 A	26 August 1998	AU 5275898 A	30 July 1998
		JP H10206041 A	07 August 1998
		CA 2227823 A1	24 July 1998
		AT 227413 T	15 November 2002
		DE 69716867 D1	12 December 2002
		RU 2200917 C2	20 March 2003
		ZA 9800227 A	13 July 1998
		AR 015348 A1	02 May 2001
		EP 0855567 A2	29 July 1998
		EP 0855567 A3	12 January 2000
		MY 120721 A	30 November 2005
		CN 1160537 C	04 August 2004
		ES 2186847 T3	16 May 2003
		BR 9800451 A	01 June 1999
		US 5826649 A	27 October 1998
		AU 727595 B2	14 December 2000
		EP 0855567 B1	06 November 2002
CN 102390012 A	28 March 2012	None	
JP 2002243381 A	28 August 2002	None	
JP 2000356294 A	26 December 2000	None	

A. 主题的分类 F28D 1/053 (2006. 01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) F28D, F28F, F25B 39 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT, CNKI, VEN: 折弯, 集管, 集流管, 弯曲, 弧, 角度, 半径, bend, arc, header, manifold, arc, angle, radius		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103925745 A (杭州三花微通道换热器有限公司) 2014年 7月 16日 (2014 - 07 - 16) 权利要求1-11	1-11
A	CN 103411446 A (杭州三花微通道换热器有限公司) 2013年 11月 27日 (2013 - 11 - 27) 说明书第[0034]-[0040]段及附图1-2	1-11
A	CN 1191297 A (穆丹制造公司) 1998年 8月 26日 (1998 - 08 - 26) 全文	1-11
A	CN 102390012 A (三花丹佛斯杭州微通道换热器有限公司) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 全文	1-11
A	JP 2002243381 A (DAIKIN IND LTD) 2002年 8月 28日 (2002 - 08 - 28) 全文	1-11
A	JP 2000356294 A (SANOH IND CO LTD) 2000年 12月 26日 (2000 - 12 - 26) 全文	1-11
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2015年 7月 21日		国际检索报告邮寄日期 2015年 8月 11日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 杨斐 电话号码 (86-10)62084199

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/078406

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103925745	A	2014年 7月 16日	无			
CN	103411446	A	2013年 11月 27日	WO	2015027680	A1	2015年 3月 5日
CN	1191297	A	1998年 8月 26日	AU	5275898	A	1998年 7月 30日
				JP	H10206041	A	1998年 8月 7日
				CA	2227823	A1	1998年 7月 24日
				AT	227413	T	2002年 11月 15日
				DE	69716867	D1	2002年 12月 12日
				RU	2200917	C2	2003年 3月 20日
				ZA	9800227	A	1998年 7月 13日
				AR	015348	A1	2001年 5月 2日
				EP	0855567	A2	1998年 7月 29日
				EP	0855567	A3	2000年 1月 12日
				MY	120721	A	2005年 11月 30日
				CN	1160537	C	2004年 8月 4日
				ES	2186847	T3	2003年 5月 16日
				BR	9800451	A	1999年 6月 1日
				US	5826649	A	1998年 10月 27日
				AU	727595	B2	2000年 12月 14日
				EP	0855567	B1	2002年 11月 6日
CN	102390012	A	2012年 3月 28日	无			
JP	2002243381	A	2002年 8月 28日	无			
JP	2000356294	A	2000年 12月 26日	无			