



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215676622 U

(45) 授权公告日 2022.01.28

(21) 申请号 202121719422.6

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2021.07.27

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司

地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路
六号

专利权人 西安交通大学

(72) 发明人 熊建国 张凯 李明佳 张仕强

何雅玲 刘华

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

代理人 唐晓翀 廉振保

(51) Int. Cl.

F28F 1/32 (2006.01)

F25B 39/00 (2006.01)

F25B 47/00 (2006.01)

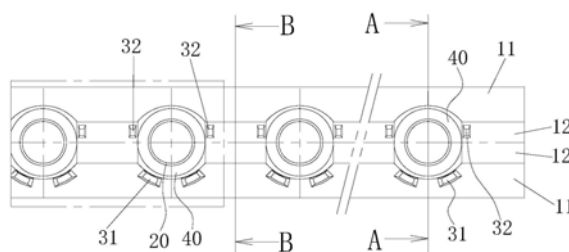
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 实用新型名称

翅片结构、换热器及空调器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种翅片结构、换热器及空调器,其中,翅片结构包括:翅片基体,翅片基体包括沿气流流动方向依次相连的第一波纹面、两个第二波纹面、第一波纹面;管孔结构,设置在翅片基体上并用于穿设换热管,管孔结构位于两个第二波纹面位置处;两个第一波纹面相对于管孔结构的圆心对称设置,两个第二波纹面相对于管孔结构的圆心对称设置;环管结构,环管结构凸出设置在位于管孔结构气流方向下游的第一波纹面上,环管结构环绕在管孔结构外周;侧凸结构,侧凸结构凸出设置在两个第二波纹面中位于气流方向上游的第二波纹面上,侧凸结构环绕在管孔结构外周。本实用新型的翅片结构及换热器能够有效地提升翅片换热效果。



1. 一种翅片结构,其特征在于,包括:

翅片基体(10),所述翅片基体(10)包括沿气流流动方向依次相连的第一波纹面(11)、两个第二波纹面(12)、第一波纹面(11),所述第一波纹面(11)对应波节长度 L_1 大于所述第二波纹面(12)对应波节长度 L_2 ;

管孔结构(20),设置在所述翅片基体(10)上并用于穿设换热管,所述管孔结构(20)位于所述两个第二波纹面(12)位置处;两个所述第一波纹面(11)相对于所述管孔结构(20)的圆心对称设置,两个所述第二波纹面(12)相对于所述管孔结构(20)的圆心对称设置;

环管结构(31),所述环管结构(31)凸出设置在位于所述管孔结构(20)气流方向下游的所述第一波纹面(11)上,所述环管结构(31)环绕在所述管孔结构(20)外周;

侧凸结构(32),所述侧凸结构(32)凸出设置在两个所述第二波纹面(12)中位于气流方向上游的所述第二波纹面(12)上,所述侧凸结构(32)环绕在所述管孔结构(20)外周。

2. 根据权利要求1所述的翅片结构,其特征在于,两个所述第二波纹面(12)相交形成波谷线,所述波谷线穿过所述管孔结构(20)的圆心。

3. 根据权利要求1或2所述的翅片结构,其特征在于,所述翅片基体(10)上还设置有:

环形凹槽(40),所述管孔结构(20)位于所述环形凹槽(40)内,所述环形凹槽(40)与所述管孔结构(20)同心设置,所述环形凹槽(40)的外周与所述第一波纹面(11)和所述第二波纹面(12)相接,所述环管结构(31)和所述侧凸结构(32)均位于所述环形凹槽(40)外部。

4. 根据权利要求3所述的翅片结构,其特征在于,

所述环形凹槽(40)与所述第一波纹面(11)相接处形成对称的两个弧形面,所述环形凹槽(40)与所述两个所述第二波纹面(12)相接处形成对称的两个平面。

5. 根据权利要求3所述的翅片结构,其特征在于,所述环管结构(31)为环形凸起结构,所述环管结构(31)的数量为多个,多个所述环管结构(31)对称分布在所述环形凹槽(40)的外周。

6. 根据权利要求3所述的翅片结构,其特征在于,所述侧凸结构(32)为凸台结构,所述侧凸结构(32)的数量为多个,多个所述侧凸结构(32)的对称分布在所述环形凹槽(40)的外周。

7. 根据权利要求1所述的翅片结构,其特征在于,所述翅片基体(10)的波纹高度 h_1 与翅片间距 S 的比值 h_1/S 为 $0.58\sim 0.62$, L_1/L_2 为 $1.5\sim 1.7$ 。

8. 根据权利要求1所述的翅片结构,其特征在于,所述环管结构(31)的凸起高度 h_3 与翅片间距 S 的比值 h_3/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。

9. 根据权利要求1所述的翅片结构,其特征在于,所述侧凸结构(32)的凸起高度 h_2 与翅片间距 S 的比值 h_2/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。

10. 根据权利要求4所述的翅片结构,其特征在于,

所述环形凹槽(40)在垂直来流方向与波谷线相切;所述弧形面的母线与所述换热管的中轴线夹角 θ 为 45° 。

11. 根据权利要求3所述的翅片结构,其特征在于,所述环形凹槽(40)的最大外径 d_1 与所述换热管外径 D 的比值 d_1/D 为 $1.6\sim 1.7$ 。

12. 根据权利要求1所述的翅片结构,其特征在于,所述管孔结构(20)的内径 D_1 与所述换热管外径 D 的比值 D_1/D 为 $1.025\sim 1.035$ 。

13. 根据权利要求2所述的翅片结构, 其特征在于, 所述翅片基体(10)整体呈M型结构, 两个所述第二波纹面(12)整体呈V型结构。

14. 一种换热器, 其特征在于, 包括权利要求1-13中任一项所述的翅片结构。

15. 一种空调器, 其特征在于, 包括权利要求14所述的换热器。

翅片结构、换热器及空调器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及制冷设备技术领域,具体而言,涉及一种翅片结构、换热器及空调器。

背景技术

[0002] 现有技术中,翅片管换热器由于制造简单、适用性强等特点而广泛应用于化工、通风、供热、空调及制冷等行业,如何最大限度地传递热量和利用热能(强化传热)一直是行业内研究的重点。

[0003] 翅片管换热器的翅片结构主要有平直翅片、波纹翅片以及相应的开缝(开窗)结构等,传统的平直翅片、波纹翅片在换热管背风侧经常换热不佳,而相应开缝结构由于增大了空气侧的接触面积,同时结构的不规则性对流场产生扰动,增强了流体间的混合,延缓了边界层的流动分离,从而强化整体换热性能。但是开缝结构通常会使翅片的通流间隙变小、流动阻力增大,在湿工况下容易结霜堵塞,缩短翅片使用寿命,同时降低了有效换热面积,影响翅片的实际换热效果。综合阻力、换热性能以及加工性的考量,波纹翅片是一种较为合适工业应用的一种形式。然而,随着换热器散热要求的进一步提高,传统的波纹翅片难以满足高效换热器的性能要求。

实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例中提供一种翅片结构、换热器及空调器,以提升翅片换热效果,强化换热器换热性能。

[0005] 为实现上述目的,本实用新型提供了一种翅片结构,包括:翅片基体,翅片基体包括沿气流流动方向依次相连的第一波纹面、两个第二波纹面、第一波纹面,第一波纹面对应波节长度 L_1 大于第二波纹面对应波节长度 L_2 ;管孔结构,设置在翅片基体上并用于穿设换热管,管孔结构位于两个第二波纹面位置处;两个第一波纹面相对于管孔结构的圆心对称设置,两个第二波纹面相对于管孔结构的圆心对称设置;环管结构,环管结构凸出设置在位于管孔结构气流方向下游的第一波纹面上,环管结构环绕在管孔结构外周;侧凸结构,侧凸结构凸出设置在两个第二波纹面中位于气流方向上游的第二波纹面上,侧凸结构环绕在管孔结构外周。

[0006] 进一步地,两个第二波纹面相交形成波谷线,波谷线穿过管孔结构的圆心。

[0007] 进一步地,翅片基体上还设置有:环形凹槽,管孔结构位于环形凹槽内,环形凹槽与管孔结构同心设置,环形凹槽的外周与第一波纹面和第二波纹面相接,环管结构和侧凸结构均位于环形凹槽外部。

[0008] 进一步地,环形凹槽与第一波纹面相接处形成对称的两个弧形面,环形凹槽与两个第二波纹面相接处形成对称的两个平面。

[0009] 进一步地,环管结构为环形凸起结构,环管结构的数量为多个,多个环管结构对称分布在环形凹槽的外周。

[0010] 进一步地,侧凸结构为凸台结构,侧凸结构的数量为多个,多个侧凸结构的对称分布在环形凹槽的外周。

[0011] 进一步地,翅片基体的波纹高度 h_1 与翅片间距 S 的比值 h_1/S 为 $0.58\sim 0.62$, L_1/L_2 为 $1.5\sim 1.7$ 。

[0012] 进一步地,环管结构的凸起高度 h_3 与翅片间距 S 的比值 h_3/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。

[0013] 进一步地,侧凸结构的凸起高度 h_2 与翅片间距 S 的比值 h_2/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。

[0014] 进一步地,环形凹槽在垂直来流方向与波谷线相切;弧形面的母线与换热管的中轴线夹角 θ 为 45° 。

[0015] 进一步地,环形凹槽的最大外径 d_1 与换热管外径 D 的比值 d_1/D 为 $1.6\sim 1.7$ 。

[0016] 进一步地,管孔结构的内径 D_1 与换热管外径 D 的比值 D_1/D 为 $1.025\sim 1.035$ 。

[0017] 进一步地,翅片基体整体呈M型结构,两个第二波纹面整体呈V型结构。

[0018] 根据本实用新型的另一个方面,提供了一种换热器,包括上述的翅片结构。

[0019] 根据本实用新型的另一个方面,提供了一种空调器,包括上述的换热器。

[0020] 本实用新型基于波纹翅片进行改进,在保证换热性能的前提下,有效避免了通流间隙减小,在湿工况下不易结霜堵塞。在相对气流方向上游的第二波纹面上增设侧凸结构,其位置远离换热管,由场协同原理优化确定,其主要强化原理是减缓波纹面与流体的分离,增加换热面积和主流的扰动。在相对气流方向下游的第一波纹面上增设环管结构,其强化原理主要是减缓尾涡与波纹面的分离,就是不同位置设置不同的结构以提高换热效果,流动阻力损失更小。

[0021] 本实用新型对波纹翅片进行结构改进,增大了翅片的有效换热面积,从而强化了换热器的换热性能。本实用新型的翅片结构相比于开窗翅片来说,在湿工况下翅片表面不易结霜,可以有效减少发生流道堵塞的情况。本实用新型的翅片结构相比于普通的波纹翅片,能够有效增加换热面积,进一步提高了换热效果。

附图说明

[0022] 图1是本实用新型实施例的翅片结构的平面示意图;

[0023] 图2是本实用新型实施例的翅片结构的立体结构示意图;

[0024] 图3是图1的翅片结构的A-A剖面图;

[0025] 图4是图1的翅片结构的B-B剖面图;

[0026] 图5是现有技术中翅片结构在 2m/s 入口风速下的温度分布测试模拟图;

[0027] 图6是现有技术中翅片结构在 2m/s 入口风速下的流场特征示意图;

[0028] 图7是本实用新型的翅片结构在 2m/s 入口风速下的温度分布测试模拟图;

[0029] 图8是本实用新型的翅片结构在 2m/s 入口风速下的流场特征示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步详细描述,但不作为对本实用新型的限定。

[0031] 参见图1至图4所示,根据本实用新型的实施例,提供了一种翅片结构,翅片结构包括翅片基体10、管孔结构20、环管结构31、侧凸结构32。翅片基体10包括沿气流流动方向依

次相连的第一波纹面11、两个第二波纹面12、第一波纹面11,第一波纹面11对应波节长度 L_1 大于第二波纹面12对应波节长度 L_2 。管孔结构20设置在翅片基体10上并用于穿设换热管,管孔结构20位于两个第二波纹面12位置处;两个第一波纹面11相对于管孔结构20的圆心对称设置,两个第二波纹面12相对于管孔结构20的圆心对称设置。环管结构31凸出设置在位于管孔结构20气流方向下游的第一波纹面11上,环管结构31环绕在管孔结构20外周;侧凸结构32凸出设置在两个第二波纹面12中位于气流方向上游的第二波纹面12上,侧凸结构32环绕在管孔结构20外周。

[0032] 本实用新型基于波纹翅片进行改进,在保证换热性能的前提下,有效避免了通流间隙减小,在湿工况下不易结霜堵塞。在相对气流方向上游的第二波纹面上增设侧凸结构,其位置远离换热管,由场协同原理优化确定,其主要强化原理是减缓波纹面与流体的分离,增加换热面积和主流的扰动。在相对气流方向下游的第一波纹面上增设环管结构,其强化原理主要是减缓尾涡与波纹面的分离,就是不同位置设置不同的结构以提高换热效果,流动阻力损失更小。

[0033] 本实用新型对波纹翅片进行结构改进,增大了翅片的有效换热面积,从而强化了换热器的换热性能。本实用新型的翅片结构相比于开窗翅片来说,在湿工况下翅片表面不易结霜,可以有效减少发生流道堵塞的情况。本实用新型的翅片结构相比于普通的波纹翅片,能够有效增加换热面积,进一步提高了换热效果。

[0034] 两个第二波纹面12相交形成波谷线,波谷线穿过管孔结构20的圆心。翅片基体10的片表面分为大波纹面和小波纹面,第一波纹面是大波纹面,第二波纹面是小波纹面,而且沿气流方向呈M型展开。翅片基体10整体呈M型结构,两个第二波纹面12整体呈V型结构。

[0035] 翅片基体10上还设置有环形凹槽40,管孔结构20位于环形凹槽40内,环形凹槽40与管孔结构20同心设置,环形凹槽40的外周与第一波纹面11和第二波纹面12相接,环管结构31和侧凸结构32均位于环形凹槽40外部。环形凹槽40的结构设置便于周边侧凸结构和环管结构的冲压成型,提升了工艺实用性,环形凹槽40的结构能够简化加工难度,降低了翅片结构的加工成本,具备非常高的工业价值。

[0036] 环形凹槽40与第一波纹面11相接处形成对称的两个弧形面,环形凹槽40与两个第二波纹面12相接处形成对称的两个平面。环管结构31为环形凸起结构,环管结构31的数量为多个,多个环管结构31对称分布在环形凹槽40的外周。在本实施例中,环管结构为对称布置于第一波纹面11上的两段环形凸起结构。

[0037] 侧凸结构32为凸台结构,侧凸结构32的数量为多个,多个侧凸结构32的对称分布在环形凹槽40的外周。侧凸结构32为对称布置于第二波纹面12上的两端方台凸起结构,侧凸结构32呈矩形方台块形状。

[0038] 翅片基体10的波纹高度 h_1 与翅片间距 S 的比值 h_1/S 为 $0.58\sim 0.62$, L_1/L_2 为 $1.5\sim 1.7$ 。波纹高度和翅片间距的关系,以及第一波纹面11对应波节长度 L_1 和第二波纹面12对应波节长度 L_2 的关系,可以提升翅片自身的换热能力。

[0039] 环管结构31的凸起高度 h_3 与翅片间距 S 的比值 h_3/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。侧凸结构32的凸起高度 h_2 与翅片间距 S 的比值 h_2/S 为 $0.35\sim 0.4$ 。环形凹槽40在垂直来流方向与波谷线相切;弧形面的母线与换热管的中轴线夹角 θ 为 45° 。垂直来流方向即垂直于气流吹来方向的方向面。

[0040] 环形凹槽40的最大外径d1与换热管外径D的比值d1/D为1.6~1.7。管孔结构20的内径D1与换热管外径D的比值D1/D为1.025~1.035。

[0041] 本实用新型还提供了一种换热器的实施例,换热器包括上述实施例的翅片结构。

[0042] 本实用新型还提供了一种空调器的实施例,包括上述实施例的换热器。

[0043] 本实施例通过ANSYS Fluent进行仿真验证,仿真时入口空气流速取2m/s、5m/s,进风温度为35℃,管壁温度为50.62℃,使用j-f因子分析法对翅片的换热性能进行评价。j-f因子分析法于1950年由Kays和London提出,其中f为阻力因子,表示压降性能;j为传热因子,表示传热性能;面积质量因子j/f^{1/3},即换热性能与阻力综合性能的评价指标,此因子越大,说明综合性能越强。相关定义如下:

$$[0044] \quad f = \frac{2(P_{in} - P_{out})D_e}{\rho u_m^2 L}$$

[0045] P_{in} 为空气流道入口平均压力; P_{out} 为空气流道出口平均压力; ρ 为空气的密度; u_m 为流道内的气流平均速度; L 为流道进出口的距离。

$$[0046] \quad j = \frac{Nu}{RePr^{1/3}}$$

$$[0047] \quad Re = \frac{\rho u_m D_e}{\mu} \quad Pr = \frac{C_p \mu}{\lambda}$$

[0048] 其中, μ 为空气的动力粘度。此外,换热量Q、努赛尔数Nu的定义如下:

$$[0049] \quad Q = m C_p (T_{out} - T_{in})$$

[0050] m 为质量流量; C_p 为定压比热容; T_{out} 为空气流道出口平均温度; T_{in} 为空气流道入口平均温度。

$$[0051] \quad Nu = \frac{h D_e}{\lambda}$$

[0052] h 为对流换热系数,单位是W/(m²·K); D_e 为空气流通面当量直径; λ 为空气的导热系数。

$$[0053] \quad h = \frac{Q}{S \Delta T_m}$$

[0054] S 为翅片换热表面积; ΔT_m 为对数平均温差。

$$[0055] \quad \Delta T_m = \frac{\Delta T_{max} - \Delta T_{min}}{\ln \frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}}}$$

$$[0056] \quad \Delta T_{max} = T_{wall} - T_{in} \quad \Delta T_{min} = T_{wall} - T_{out}$$

[0057] T_{wall} 为翅片表面的平均温度。

[0058] 换热量Q、努赛尔数Nu越大,则换热性能越好。换热量Q、努赛尔数Nu、阻力因子f、传热因子j、面积质量因子j/f^{1/3}均可以通过提取仿真数据计算求得,2m/s、5m/s入口风速下主要结果如下表:

[0059]

表一 入口风速 2m/s					
	换热量 Q/W	努赛尔数 Nu	阻力因子 f	传热因子 j	面积质量因子 $j/f^{1/3}$
现有翅片	0.6217	10.1826	0.2325	0.02719	0.04422
本实用新型翅片	0.6333	10.8494	0.2572	0.02868	0.04510
变化情况	1.88%	6.55%	10.62%	5.51%	2.00%
表二 入口风速 5m/s					
	换热量 Q/W	努赛尔数 Nu	阻力因子 f	传热因子 j	面积质量因子 $j/f^{1/3}$
现有翅片	1.4225	18.6923	0.1791	0.01965	0.03487
本实用新型翅片	1.4634	19.8401	0.1978	0.02083	0.03576
变化情况	2.88%	6.14%	10.46%	6.01%	2.56%

[0060] 表一、表二呈现相同的变化情况,设置侧凸结构和环管结构后换热量Q、努赛尔数Nu、传热因子j均增大,说明改进后换热效果有改善;而阻力因子f也会随之增大,其比例往往高于传热因子j的变化,这也是强化传热技术研究的难点,在强化传热的同时应尽可能降低结构扰流导致流动阻力增大的幅度;考虑阻力因子f的因素,使用面积质量因子 $j/f^{1/3}$ 更能综合全面考虑流动阻力带来的影响,从表中可以看出,面积质量因子 $j/f^{1/3}$ 的变化值低于传热因子j的变化值,说明流动阻力带来的影响是低于传热效果的提升,即本实用新型的翅片能够在一定程度内在对流动阻力影响较小的条件下提高换热性能。

[0061] 参见图5和图6,图5示出了现有技术中翅片结构在2m/s入口风速下的温度分布测试模拟图,图6示出了现有技术中翅片结构在2m/s入口风速下的流场特征示意图。参见图7和图8,图7示出了本实用新型的翅片结构在2m/s入口风速下的温度分布测试模拟图,图8示出了本实用新型的翅片结构在2m/s入口风速下的流场特征示意图。对比可以看出:本实用新型中侧凸结构和环管结构的设置加强了换热管附近的气流扰动,增强了冷热流体的混

合,使当地局部区域的换热效果提高,进而增大出口气流的平均温度,而气流也使管后尾迹区域减小,增大了翅片的有效换热面积,从而强化了换热器的换热性能。

[0062] 实测对比不同风速下,现有技术中翅片换热器与本实用新型翅片换热器换热量差异,发现在1m/s-2.25m/s风速范围内,本实用新型的翅片表面凸起结构起到明显的强化换热效果,新型翅片换热器换热量显著提升。具体实测数据参见下表:

[0063]		风速	1m/s	1.5 m/s	2 m/s	2.25 m/s
	现有技术翅片换热器	换热量(w)	2763.8	3861.74	4824.29	5208.95
	本实用新型翅片换热器	换热量(w)	3006.23	4235.88	5347.39	5498.94
	实验对比结果	换热量差(w)	242	374	523	290
		换热量提升	8.8%	9.7%	10.8%	5.6%

[0064] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、工作、器件、组件和/或它们的组合。

[0065] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施方式能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0066] 当然,以上是本实用新型的优选实施方式。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型基本原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本实用新型的保护范围。

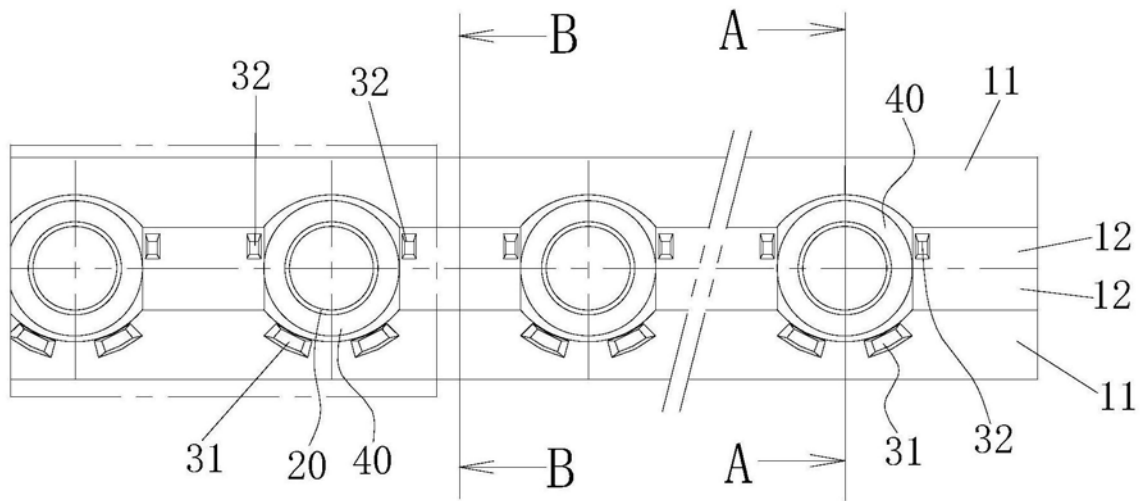


图1

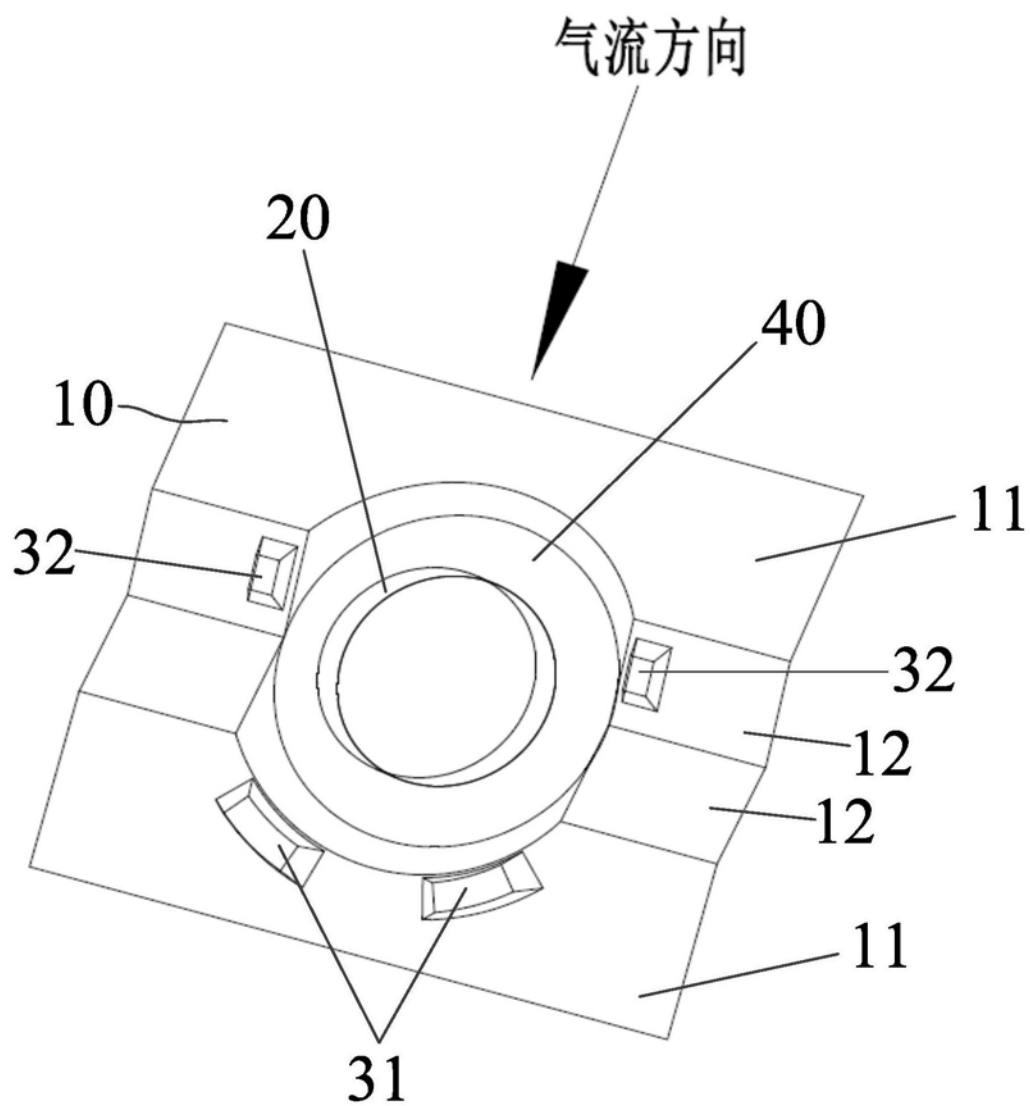


图2

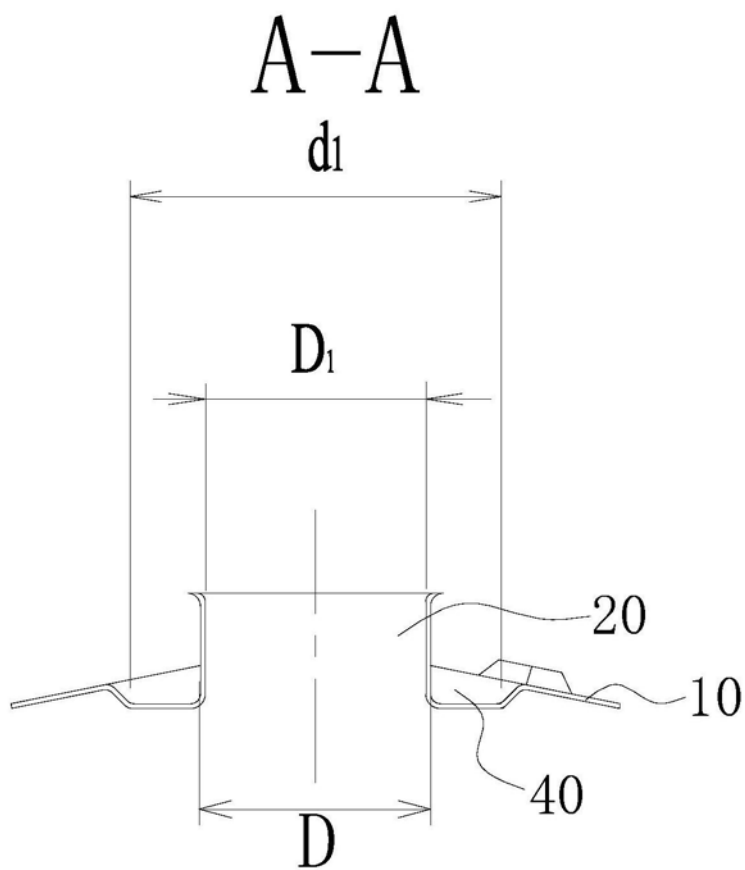


图3

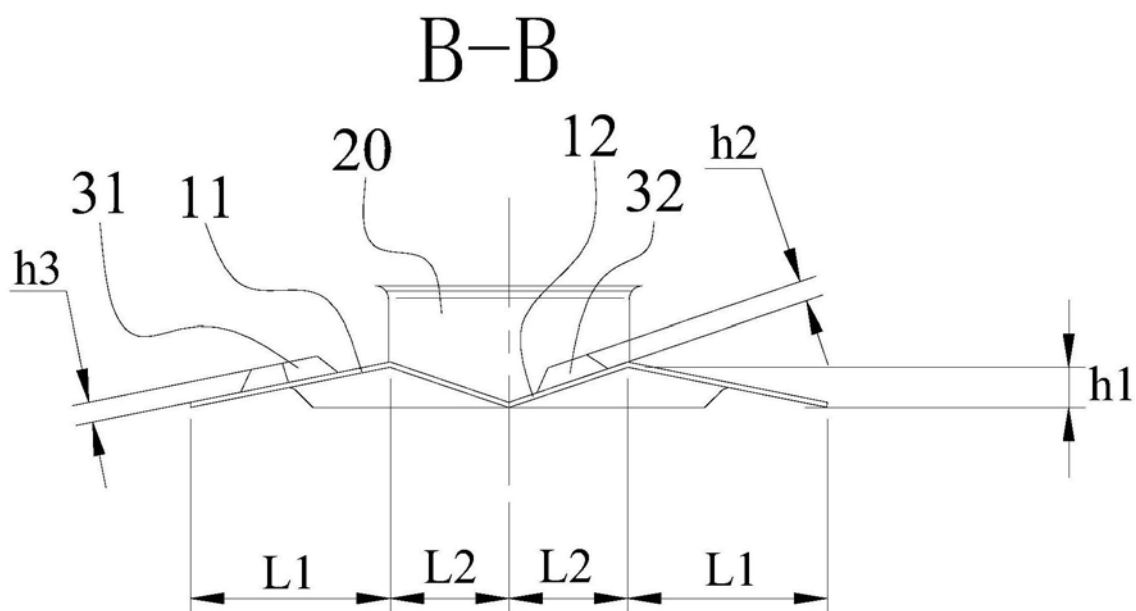


图4



图5

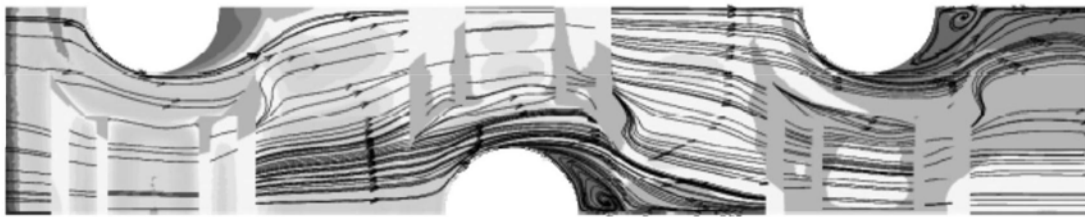


图6



图7

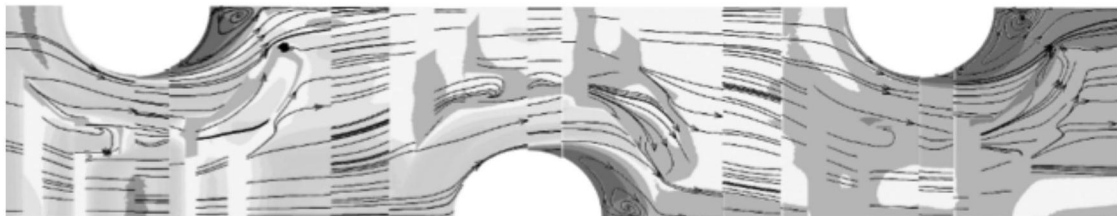


图8