

(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
2021 年 11 月 25 日 (25.11.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/233482 A1

(51) 国际专利分类号:
F04D 29/38 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/108152

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 23 日 (23.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011511137.5 2020 年 12 月 18 日 (18.12.2020) CN

(71) 申请人: 青岛海尔空调电子有限公司 (QINGDAO HAIER AIR-CONDITIONING ELECTRONIC CO., LTD) [CN/CN]; 中国山东省青岛市崂山区海尔路 1 号海尔工业园, Shandong 266101 (CN)。青岛海尔空调器有限总公司 (QINGDAO HAIER AIR CONDITIONER GENERAL CORP., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市崂山区海尔路 1 号海尔工业园, Shandong 266101 (CN)。海尔智家股份有限公司 (HAIER SMART HOME

CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市崂山区海尔路 1 号海尔工业园, Shandong 266101 (CN)。

(72) 发明人: 朱训智 (ZHU, Xunzhi); 中国山东省青岛市崂山区海尔路 1 号海尔工业园, Shandong 266101 (CN)。王元 (WANG, Yuan); 中国山东省青岛市崂山区海尔路 1 号海尔工业园, Shandong 266101 (CN)。

(74) 代理人: 北京瀚仁知识产权代理事务所 (普通合伙) (HANRAY LAW FIRM); 中国北京市东城区王府井大街 99 号世纪大厦 A712, Beijing 100006 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: AXIAL-FLOW IMPELLER, AND AXIAL-FLOW FAN AND AIR CONDITIONER HAVING SAME

(54) 发明名称: 轴流叶轮以及具有该轴流叶轮的轴流风机、空调器

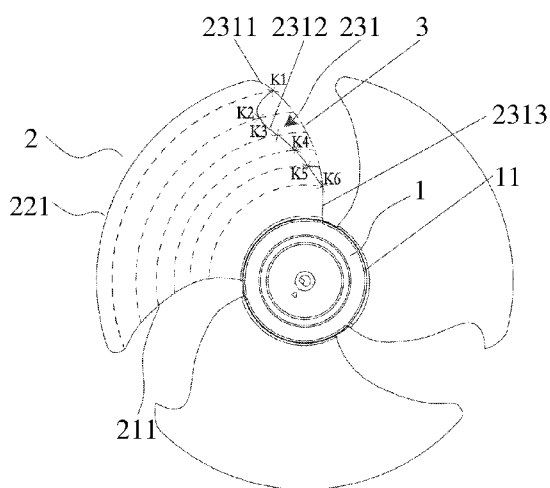


图3

(57) Abstract: An axial-flow impeller, an axial-flow fan, and an air conditioner. The axial-flow impeller comprises a hub (1), and a plurality of blades (2) distributed in the circumferential direction of the hub (1); in a projection along the axial direction of the hub (1), a rear edge contour line (231) of each blade (2) comprises a first arc line (2311), a curve (2312), and a second arc line (2313); the first arc line (2311) and the second arc line (2313) are located on the same arc configuration line (3); and the curve (2312) is located on the side of the arc configuration line (3) close to a front edge contour line (211). The axial-flow impeller changes the pressure distribution state of the blades, reduces the boundary layer separation, and lowers the noise.

(57) 摘要: 轴流叶轮、轴流风机和空调器。轴流叶轮包括轮毂 (1) 和分布在轮毂 (1) 周向的多个叶片 (2), 在沿轮毂 (1) 轴向的投影中, 叶片 (2) 的后缘轮廓线 (231) 包括第一圆弧线 (2311)、曲线 (2312) 以及第二圆弧线 (2313), 第一圆弧线 (2311) 和第二圆弧线 (2313) 位于同一圆弧构造线 (3) 上, 曲线 (2312) 位于圆弧构造线 (3) 靠近前缘轮廓线 (211) 的一侧。该轴流叶轮改变了叶片的压力分布状态, 减少了附面层分离, 降低了噪音。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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, 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))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该
修改后将重新公布 (细则48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第21条(2)(a)所规定的
期限届满之前进行。

轴流叶轮以及具有该轴流叶轮的轴流风机、空调器

技术领域

[0001] 本发明属于轴流叶轮技术领域，具体提供一种轴流叶轮以及具有该轴流叶轮的轴流风机、空调器。

背景技术

[0002] 轴流叶轮由于结构简单、安装方便、风量大等优点而被广泛应用。例如，车间厂房的墙壁或屋顶安装的用于对室内换气的风机采用轴流叶轮，目前家庭、办公场所、商场等使用的空调器的外机中采用轴流叶轮来对换热器进行快速换热等。随着人们对产品品质的要求越来越高，轴流叶轮存在的噪音较大的问题被人们不断诟病。

[0003] 鉴于此，市场上出现了一种新的轴流叶轮。如图 1 所示，轴流叶轮包括轮毂 1 以及在轮毂 1 外周均布的三个叶片 2，叶片 2 具有前缘 21、侧缘 22 和后缘 23，后缘 23 上设置有正弦形锯齿结构 230。通过在后缘 23 上设置正弦形锯齿结构 230，在一定程度上提高了采用该轴流叶轮的风机的效率，减弱了尾迹区压力脉动，抑制了轴流叶轮转动时基频和二倍频的低频噪音，在一定程度上降低了噪音。不过，该轴流叶轮的降噪效果并不能满足更高的降噪要求。

[0004] 因此，本领域需要一种新的技术方案来解决上述问题。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中的上述问题，即为了解决现有的轴流叶轮的降噪效果不能够满足更高的降噪要求的问题，一方面本发明提供了一种轴流叶轮，包括轮毂和分布在所述轮毂周向的多个叶片，在沿所述轮毂轴向的投影中，所述叶片的轮廓包括前缘轮廓线、后缘轮廓线和侧缘轮廓线，所述后缘轮廓线包括依次连接的第一圆弧线、曲线以及第二圆弧线，所述第一圆弧线和所述第二圆弧线位于同一圆弧构造线上，所述曲线的两端点之间的点均位于所述圆弧构造线靠近所述前缘轮廓线的一侧。

[0006] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中,所述曲线为由N个控制点 K_i 限定形成的样条曲线,其中所述控制点 K_i 通过如下方式确定:与所述轮毂的轮廓圆同心且半径为 R_i 的多个定位圆在所述前缘轮廓线与所述圆弧构造线之间形成的圆弧的长度分别为 L_i ,每个所述控制点 K_i 分别位于一个所述长度为 L_i 的圆弧上并将对应的圆弧分为两段,在所述前缘轮廓线与所述控制点 K_i 之间形成的圆弧段的长度为 l_i ,所述侧缘轮廓线的半径为 R ,并且 R_i/R 和 l_i/L_i 满足预设条件,其中, $i=1-N$ 。

[0007] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中, $N=6$, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 以及 R_6 依次减小, (L_1-l_1) 、 (L_3-l_3) 、 (L_4-l_4) 、 (L_5-l_5) 以及 (L_6-l_6) 均小于 (L_2-l_2) 。

[0008] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中, $R_2/R=0.78\sim 0.84$, $l_2/L_2=0.881$ 。

[0009] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中, $R_1/R=0.9\sim 0.96$, $l_1/L_1=1$, $R_3/R=0.69\sim 0.74$, $l_3/L_3=0.886$, $R_4/R=0.6\sim 0.67$, $l_4/L_4=0.916$, $R_5/R=0.52\sim 0.58$, $l_5/L_5=0.943$, $R_6/R=0.43\sim 0.49$, $l_6/L_6=1$ 。

[0010] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中,所述 R_i/R 满足以下条件的至少一个: $R_1/R=0.93$; $R_2/R=0.81$; $R_3/R=0.71$; $R_4/R=0.63$; $R_5/R=0.55$; $R_6/R=0.46$ 。

[0011] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中,所述前缘轮廓线的半径与侧缘轮廓线的半径的比值为0.585,并且/或者所述圆弧构造线的半径与侧缘轮廓线的半径的比值为0.68。

[0012] 在上述轴流叶轮的优选技术方案中,所述叶片的数量为三个。

[0013] 本领域技术人员能够理解的是,在本发明的技术方案中,轴流叶轮包括轮毂和分布在轮毂周向的多个叶片,在沿轮毂轴向的投影中,叶片的轮廓包括前缘轮廓线、后缘轮廓线和侧缘轮廓线,后缘轮廓线包括依次连接的第一圆弧线、曲线以及第二圆弧线,第一圆弧线和第二圆弧线位于同一圆弧构造线上,曲线的两端点之间的点均位于圆弧构造线靠近前缘轮廓线的一侧。叶片后缘设置成包括位于同一圆弧构造线上的第一圆弧线和第二圆弧线以及位于第一圆弧线和第二圆弧线之间的向前缘凹陷的曲线,即在后缘中部区域形成内凹缺口,内凹缺口的两端区域

形成外凸的弧状部分，内凹缺口和外凸的弧状部分配合，改变了叶片的压力分布状态，减少了附面层分离，从而减少了后缘部位产生的涡流，降低了气流产生的噪音。外凸的弧状部分，保证了叶片的连接强度，避免了叶片由于强度不够导致转动时剧烈振动产生噪音。在相同转速的条件下，轴流叶轮的风量基本保持不变，降低了噪音，并且减小了轴流叶轮的重量，降低了制造成本，降低了电机的驱动功率。

[0014] 优选地，曲线为由 N 个控制点 K_i 限定形成的样条曲线，控制点 K_i 通过如下方式确定：与轮毂的轮廓圆同心且半径为 R_i 的多个定位圆在前缘轮廓线与圆弧构造线之间形成的圆弧的长度分别为 L_i ，每个控制点 K_i 分别位于一个长度为 L_i 的圆弧上并将对应的圆弧分为两段，在前缘轮廓线与控制点 K_i 之间形成的圆弧段的长度为 l_i ，侧缘轮廓线的半径为 R ，曲线为由 K_1 、 K_2 、 $\dots$ 、 K_6 六个控制点限定形成的样条曲线，并且 R_i/R 和 l_i/L_i 满足预设条件，其中， $i=1-N$ 。通过这样的设置，曲线的形状与前缘轮廓线的尺寸相关联，使叶片在前缘后后缘之间保持特定的形状尺寸，既能够降低噪音，又能够消弱后缘处的内凹缺口对风量的影响，保证轴流叶轮的风量。

[0015] 优选地， $N=6$ ， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 以及 R_6 依次减小， (L_1-l_1) 、 (L_3-l_3) 、 (L_4-l_4) 、 (L_5-l_5) 以及 (L_6-l_6) 均小于 (L_2-l_2) 。也就是说，在六个控制点中，控制点 K_2 与后缘轮廓线的圆弧距离最大，内凹缺口在靠近外缘轮廓线处内凹程度较大。由于沿叶片的径向，越靠近外缘轮廓线，气流的相对流速越大，更容易出现附面层分离。通过上述设置，能够更加有效地降低附面层分离，减少涡流，降低噪音。

[0016] 另一方面，本发明还提供了一种轴流风机，所述风机包括上述技术方案中任一项所述的轴流叶轮。

[0017] 此外，本发明还提供了一种空调器，所述空调器包括上述技术方案中任一项所述的轴流叶轮。需要说明的是，该轴流风机和空调器具有上述轴流叶轮的全部技术效果，在此不再赘述。

附图说明

[0018] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式，附图中：

[0019] 图 1 是现有空调器的一种轴流叶轮的结构图；

[0020] 图 2 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮的结构图；

[0021] 图 3 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮沿轴向的投影图；

[0022] 图 4 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的噪音与转速的关系曲线图；

[0023] 图 5 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的功率与风量的关系曲线图。

[0024] 附图标记列表：

[0025] 1、轮毂；11、轮廓圆；2、叶片；21、前缘；211、前缘轮廓线；22、侧缘；221、侧缘轮廓线；23、后缘；230、正弦形锯齿结构；231、后缘轮廓线；2311、第一圆弧线；2312、曲线；2313、第二圆弧线；3、圆弧构造线。

具体实施方式

[0026] 首先，本领域技术人员应当理解的是，下面描述的实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理，并非旨在限制本发明的保护范围。例如，虽然本发明是结合空调器的轴流叶轮来进行介绍，但是这并不能对本发明的保护范围构成限制，本领域技术人员可以根据需要对其作出调整，以便适应具体的应用场合，如本发明的轴流叶轮适用于电机散热风扇、换气风机等。显然，调整后的技术方案仍将落入本发明的保护范围。

[0027] 需要说明的是，在本发明的描述中，术语“前”、“后”、“内”、“外”等指示方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系，这仅仅是为了便于描述，而不是指示或暗示所述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。

[0028] 此外，还需要说明的是，在本发明的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“设置”、“相连”、“连接”应作广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体连接；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，还可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言，可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0029] 基于背景技术指出的现有的轴流叶轮的降噪效果不能够满足更高的降噪要求的问题，本发明提供了一种轴流叶轮，轴流叶轮包括轮毂和分布在轮毂周向的多个叶片，在沿轮毂轴向的投影中，叶片的轮廓包括前缘轮廓线、后缘轮廓线和侧缘轮廓线，后缘轮廓线包括依次连接的第一圆弧线、曲线以及第二圆弧线，第一圆弧线和第二圆弧线位于同一圆弧构造线上，曲线的两端点之间的点均位于圆弧构造线靠近前缘轮廓线的一侧。

[0030] 也就是说，将叶片后缘设置成包括位于同一圆弧构造线上的第一圆弧线和第二圆弧线以及位于第一圆弧线和第二圆弧线之间的向前缘凹陷的曲线，后缘中部区域形成内凹缺口，内凹缺口的两端区域形成外凸的弧状部分，内凹缺口和外凸的弧状部分配合，改变了叶片的压力分布状态，减少了附面层分离，从而减少了后缘部位产生的涡流，降低了气流产生的噪音。后缘外凸的弧状部分，保证了叶片的连接强度，避免了叶片由于强度不够导致转动时剧烈振动产生噪音。在相同转速的条件下，轴流叶轮的风量基本保持不变，降低了噪音，并且减小了轴流叶轮的重量，降低了电机的功率。

[0031] 下面参照图 2 至图 5，来对本发明的一种优选的实施例进行详细介绍。其中，图 2 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮的结构图，图 3 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮沿轴向的投影图，图 4 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的噪音与转速的关系曲线图，图 5 是本发明一种实施例的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的功率与风量的关系曲线图。

[0032] 如图 2 所示，空调器的轴流叶轮包括轮毂 1 以及分布于轮毂 1 的外周的三个叶片 2。如图 3 所示，在沿轮毂 1 轴向的投影中，叶片 2 的轮廓包括前缘轮廓线 211、侧缘轮廓线 221 和后缘轮廓线 231，侧缘轮廓线 221 的两端分别与前缘轮廓线 211 远离轮毂 1 的一端和后缘轮廓线 231 远离轮毂 1 的一端连接，前缘轮廓线 211 的另一端与轮毂 1 的轮廓圆 11 相连，后缘轮廓线 231 的另一端与轮毂 1 的轮廓圆 11 相连。

[0033] 继续参照图 3，后缘轮廓线 231 包括依次连接的第一圆弧线 2311、曲线 2312 以及第二圆弧线 2313，第一圆弧线 2311 和第二圆弧线 2313 位于同一圆弧构造线 3 上，曲线 2312 的两端点之间的点均位于圆弧

构造线 3 靠近前缘轮廓线 211 的一侧。曲线 2312 为由 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 六个控制点限定形成的样条曲线。控制点 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 是通过如下方式确定的：与轮毂 1 的轮廓圆 11 同心且半径分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 的六个定位圆在前缘轮廓线 211 和圆弧构造线 3 之间形成的圆弧的长度分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 ，控制点 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 分别位于长度分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 的圆弧上并将对应圆弧分成两段，在前缘轮廓线 211 与控制点 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 之间的圆弧段的长度分别为 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 、 l_5 、 l_6 。侧缘轮廓线的半径为 R ， R_1/R 、 l_1/L_1 、 R_2/R 、 l_2/L_2 、 R_3/R 、 l_3/L_3 、 R_4/R 、 l_4/L_4 、 R_5/R 、 l_5/L_5 、 R_6/R 、 l_6/L_6 满足预设条件。

[0034] 通过将叶片 2 的后缘轮廓线 231 设置成包括位于同一圆弧构造线 3 上的第一圆弧线 2311 和第二圆弧线 2313 以及位于第一圆弧线 2311 和第二圆弧线 2313 之间的向前缘凹陷的曲线 2312，后缘 22 的中部区域形成了内凹缺口，并且内凹缺口的两端区域形成外凸的弧状部分，内凹缺口和外凸的弧状部分配合，改变了叶片 2 的压力分布状态，减少了附面层分离，从而减少了后缘部位产生的涡流，降低了气流产生的噪音。同时，外凸的弧状部分，保证了叶片的连接强度，避免了叶片由于强度不够导致转动时剧烈振动产生噪音。

[0035] 曲线 2312 为由六个控制点限定形成的样条曲线，并且六个控制点的位置与前缘轮廓线和侧缘轮廓线的半径相关联，使叶片在前缘后缘之间保持特定的形状尺寸，既能够降低噪音，又能够消弱后缘处的内凹缺口对风量的影响，保证轴流叶轮的风量。

[0036] 优选地， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 以及 R_6 依次减小， (L_1-l_1) 、 (L_3-l_3) 、 (L_4-l_4) 、 (L_5-l_5) 以及 (L_6-l_6) 均小于 (L_2-l_2) 。也就是说，在六个控制点中，控制点 K_2 与后缘轮廓线的圆弧距离最大，内凹缺口在靠近外缘轮廓线处内凹程度较大。由于沿叶片的径向，越靠近外缘轮廓线，气流的相对流速越大，更容易出现附面层分离。通过这样的设置，能够更加有效地降低附面层分离，减少涡流，降低噪音。优选地， $R_2/R=0.78\sim 0.84$ ， $l_2/L_2=0.881$ 。

[0037] 进一步优选地, $R_1/R=0.9\sim0.96$, $l_1/L_1=1$, $R_3/R=0.69\sim0.74$, $l_3/L_3=0.886$, $R_4/R=0.6\sim0.67$, $l_4/L_4=0.916$, $R_5/R=0.52\sim0.58$, $l_5/L_5=0.943$, $R_6/R=0.43\sim0.49$, $l_6/L_6=1$ 。

[0038] 通过这样的设置, 曲线 2312 靠近外缘轮廓线 221 的一端向靠近轮毂 1 的一端, 先向靠近前缘轮廓线 211 的方向弯曲, 然后缓慢向远离前缘轮廓线 211 的方向弯曲, 这种形状的内凹缺口在很大程度上减少了涡流, 降低了噪音, 并且使后缘 23 在靠近轮毂 1 的部位缓慢变化, 气流压力分布更加均匀, 减少了气流流动的阻力。

[0039] 本领域技术人员可以理解的是, 上述参数的限定, 仅是一种较为优选的设置方式, 本领域技术人员也可以根据需要对它作出调整, 如在另一种可行的实施方式中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 分别为 0.97、0.86、0.8、0.7、0.6、0.5, $l_1/L_1=1$, $l_2/L_2=0.9$, $l_3/L_3=0.92$, $l_4/L_4=0.93$, $l_5/L_5=0.94$, $l_6/L_6=1$, 也可以设置成其他数值, 只要 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 以及 R_6 依次减小, (L_1-l_1) 、 (L_3-l_3) 、 (L_4-l_4) 、 (L_5-l_5) 以及 (L_6-l_6) 均小于 (L_2-l_2) 即可。另外, 控制点的数量为六个也是一种较为优选的设置方式, 本领域技术人员可以根据实际情况调整控制点的数量, 如控制点的数量可以是三个、五个、七个或者更多个等。此外, 在另外一种可行的设置方式中, 曲线 2312 也可以是波浪形曲线或者其他形状的曲线, 只要曲线的两端点之间的点均位于圆弧构造线 3 靠近前缘轮廓线 211 的一侧即可。

[0040] 优选地, $R_1/R=0.93$, $R_2/R=0.81$, $R_3/R=0.71$, $R_4/R=0.63$, $R_5/R=0.55$, $R_6/R=0.46$ 。通过对六个控制点 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 的进一步优化, 气流流经后缘 22 产生涡流的风险进一步降低, 降噪效果得到进一步提升。本领域技术人员可以理解的是, 在另外的一种可行的实施方式中, 叶片 2 的参数可以仅满足 $R_1/R=0.93$, $R_2/R=0.81$, $R_3/R=0.71$, $R_4/R=0.63$, $R_5/R=0.55$, $R_6/R=0.46$ 中的一个, 也可以满足其中的多个组合。此外, R_1/R 、 R_2/R 、 R_3/R 、 R_4/R 、 R_5/R 、 R_6/R 的具体数值也可以根据实际情况进行调整, 如 $R_1/R=0.91$ 、0.94 或者 0.95 等, $R_2/R=0.79$ 、0.80 或者 0.83 等, $R_3/R=0.70$ 、0.72 或者 0.74 等, $R_4/R=0.61$ 、0.65 或者 0.67 等, $R_5/R=0.53$ 、0.56 或者 0.57 等, $R_6/R=0.44$ 、0.47 或者 0.48 等。

[0041] 优选地, 前缘轮廓线 211 的半径与侧缘轮廓线 221 的半径的比值为 0.585, 并且圆弧构造线 3 与侧缘轮廓线 221 的半径的比值为 0.68。

通过这样的优化，在保证叶轮的降噪效果的同时，保证了叶片 2 的有效出风量。本领域技术人员可以理解的是，可以仅使前缘轮廓线 211 的半径与侧缘轮廓线 221 的半径的比值为 0.585，对于圆弧构造线 3 与侧缘轮廓线 221 的半径的比值不作限定，也可以仅使圆弧构造线 3 与侧缘轮廓线 221 的半径的比值为 0.68，对于前缘轮廓线 211 的半径与侧缘轮廓线 221 的半径的比值不作限定。

[0042] 在上述实施例中，轴流叶轮的叶片 2 的数量为三个，既能够满足常规的出风量需求，又能够减少叶轮的重量，避免所需的驱动电机的功率过大。本领域技术人员可以理解的是，轴流叶轮的叶片 2 的数量为三个，仅是一种较为优选的实施方式，本领域技术人员可以根据实际情况对其作出调整，以便适应具体的应用场合，如对于送风量要求较大的场合，可以增大轴流叶轮中的叶片的数量，叶片的数量可以是四个、五个、六个、七个、八个等，优选地选用奇数个叶片，避免偶数个叶片在转动时产生共振。

[0043] 如图 4 和图 5 所示，经过大量的实验，根据实验结果绘制出了本发明空调器优选的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的噪音与转速的关系曲线图以及本发明优选的空调器的轴流叶轮和现有空调器的轴流叶轮的功率与风量的关系曲线图。其中，现有叶轮的后缘处设置有正弦形锯齿结构，本发明叶轮与现有叶轮的区别仅在于叶片的后缘形状尺寸不同。

[0044] 一种具体规格的轴流叶轮沿轮毂 1 的轴线方向的投影中，轮毂 1 的轮廓圆半径为 85mm，前缘轮廓线 211 的半径为 160mm，圆弧构造线 3 的半径为 186mm，侧缘轮廓线 221 的半径 R 为 273mm。控制点 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 分别对应的定位圆的半径 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 分别为 253mm、222mm、195mm、172mm、151mm、126mm。与轮毂 1 的轮廓圆 11 同心、半径分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 的定位圆在前缘轮廓线 211 和圆弧构造线 3 之间形成的圆弧的长度 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 分别为 447mm、389mm、341mm、299mm、261mm、218mm，与轮毂 1 的轮廓圆 11 同心、半径分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 的定位圆在前缘轮廓线 211 和曲线 2312 之间形成的圆弧的长度 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 、 l_5 、 l_6 分别为 447mm、343mm、302mm、274mm、246mm、218mm。分别借

助驱动电机对本发明上述形状尺寸的轴流叶轮以及与该轴流扇叶区别仅在于后缘设置正弦形锯齿结构的现有轴流叶轮进行对比测试，测试后得到二者的参数如下表 1 和表 2 所示：

[0045] 表 1

转速 rpm	现有叶轮噪音 dB(A)	本发明叶轮噪音 dB(A)
850	62.3	60.5
800	60.1	58.8
750	58.3	56.8
700	56.4	54.7
650	54.1	52.6
600	52	50.7

[0046] 表 2

叶形	转速 rpm	风量 m ³ /h	电机功率 w
现有叶轮	850	5654	171
	700	4378	99
本发明叶轮	850	5588	149
	700	4393	93

[0047] 如表 1 和图 4 所示，在相同的转速下，本发明的轴流叶轮的噪音比现有轴流叶轮的噪音降低了 1.3-1.8dB，明显降低了叶轮的噪音。

[0048] 如表 2 和如图 5 所示，本发明叶轮与现有叶轮相比，在出风量相同的情况下，驱动本发明叶轮的电机所消耗的功率比驱动现有叶轮的电机所消耗的功率减小了 6-22w，功耗降低了 6-12%。从表 2 可以看出，在转速相同的情况下，风量基本向保持不变。也就是说，本发明的轴流叶轮与现有轴流叶轮相比，被驱动电机以相同转速驱动时，不仅降低了噪音，满足了更高的降噪需求，同时保证了出风量，并在此基础上降低了驱动电机的功耗。

[0049] 通过上述的实验数据对比，可以看出，本发明的轴流叶轮与现有的轴流叶轮相比，具有更低的噪音，能够满足更高的降噪要求，并且在满足相同出风量所消耗的功率更低，具有更好的节能减排优势。

[0050] 另一方面，本发明还提供了一种轴流风机，该轴流风机包括上述实施例中任一项的轴流叶轮。

[0051] 此外，本发明还提供了一种空调器，该空调器包括上述实施例中任一项的轴流叶轮。空调器可以是窗式空调器，壁挂式空调器、立柜式空调器、吊顶式空调器等。

[0052] 通过以上描述可以看出，在本发明的技术方案中，轴流叶轮包括轮毂和分布在轮毂周向的多个叶片，在沿轮毂轴向的投影中，叶片的轮廓包括前缘轮廓线、后缘轮廓线和侧缘轮廓线，后缘轮廓线包括依次连接的第一圆弧线、曲线以及第二圆弧线，第一圆弧线和第二圆弧线位于同一圆弧构造线上，曲线的两端点之间的点均位于圆弧构造线靠近前缘轮廓线的一侧。通过将叶片后缘设置成包括位于同一圆弧构造线上的第一圆弧线和第二圆弧线以及位于第一圆弧线和第二圆弧线之间的向前缘凹陷的曲线，即在后缘中部区域形成内凹缺口，内凹缺口的两端区域形成外凸的弧状部分，内凹缺口和外凸的弧状部分配合，改变了叶片的压力分布状态，减少了附面层分离，从而减少了后缘部位产生的涡流，降低了气流产生的噪音。在相同转速的条件下，风量基本保持不变，降低了噪音的大小，并且减小了轴流叶轮的重量，降低了电机的功率。同时，外凸的弧状部分保证了叶片的连接强度，避免了叶片由于强度不够导致转动时振动产生噪音。

[0053] 本领域的技术人员能够理解，尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征，但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如，在本发明的权利要求书中，所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0054] 至此，已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案，但是，本领域技术人员容易理解的是，本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下，本领域技术人员可以对相关技术特征作出等同的更改或替换，这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种轴流叶轮，其特征在于，包括轮毂和分布在所述轮毂周向的多个叶片，在沿所述轮毂轴向的投影中，所述叶片的轮廓包括前缘轮廓线、后缘轮廓线和侧缘轮廓线，所述后缘轮廓线包括依次连接的第一圆弧线、曲线以及第二圆弧线，所述第一圆弧线和所述第二圆弧线位于同一圆弧构造线上，所述曲线的两 endpoint 之间的点均位于所述圆弧构造线靠近所述前缘轮廓线的一侧。

2、根据权利要求1所述的轴流叶轮，其特征在于，所述曲线为由N个控制点 K_i 限定形成的样条曲线，其中所述控制点 K_i 通过如下方式确定：

与所述轮毂的轮廓圆同心且半径为 R_i 的多个定位圆在所述前缘轮廓线与所述圆弧构造线之间形成的圆弧的长度分别为 L_i ，每个所述控制点 K_i 分别位于一个所述长度为 L_i 的圆弧上并将对应的圆弧分为两段，在所述前缘轮廓线与所述控制点 K_i 之间形成的圆弧段的长度为 l_i ，所述侧缘轮廓线的半径为 R ，并且 R_i/R 和 l_i/L_i 满足预设条件，其中， $i=1-N$ 。

3、根据权利要求2所述的轴流叶轮，其特征在于， $N=6$ ， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 以及 R_6 依次减小， (L_1-l_1) 、 (L_3-l_3) 、 (L_4-l_4) 、 (L_5-l_5) 以及 (L_6-l_6) 均小于 (L_2-l_2) 。

4、根据权利要求3所述的轴流叶轮，其特征在于， $R_2/R=0.78\sim 0.84$ ， $l_2/L_2=0.881$ 。

5、根据权利要求4所述的轴流叶轮，其特征在于， $R_1/R=0.9\sim 0.96$ ， $l_1/L_1=1$ ， $R_3/R=0.69\sim 0.74$ ， $l_3/L_3=0.886$ ， $R_4/R=0.6\sim 0.67$ ， $l_4/L_4=0.916$ ， $R_5/R=0.52\sim 0.58$ ， $l_5/L_5=0.943$ ， $R_6/R=0.43\sim 0.49$ ， $l_6/L_6=1$ 。

6、根据权利要求5所述的轴流叶轮，其特征在于，所述 R_i/R 满足以下条件的至少一个：

$R_1/R=0.93$ ； $R_2/R=0.81$ ； $R_3/R=0.71$ ； $R_4/R=0.63$ ； $R_5/R=0.55$ ； $R_6/R=0.46$ 。

7、根据权利要求1至6中任一项所述的轴流叶轮，其特征在于，所述前缘轮廓线的半径与侧缘轮廓线的半径的比值为0.585，并且/或者所述圆弧构造线的半径与侧缘轮廓线的半径的比值为0.68。

8、根据权利要求7所述的轴流叶轮，其特征在于，所述叶片的数量为三个。

9、一种轴流风机，其特征在于，所述风机包括权利要求1至8中任一项所述的轴流叶轮。

10、一种空调器，其特征在于，所述空调器包括权利要求1至8中任一项所述的轴流叶轮。

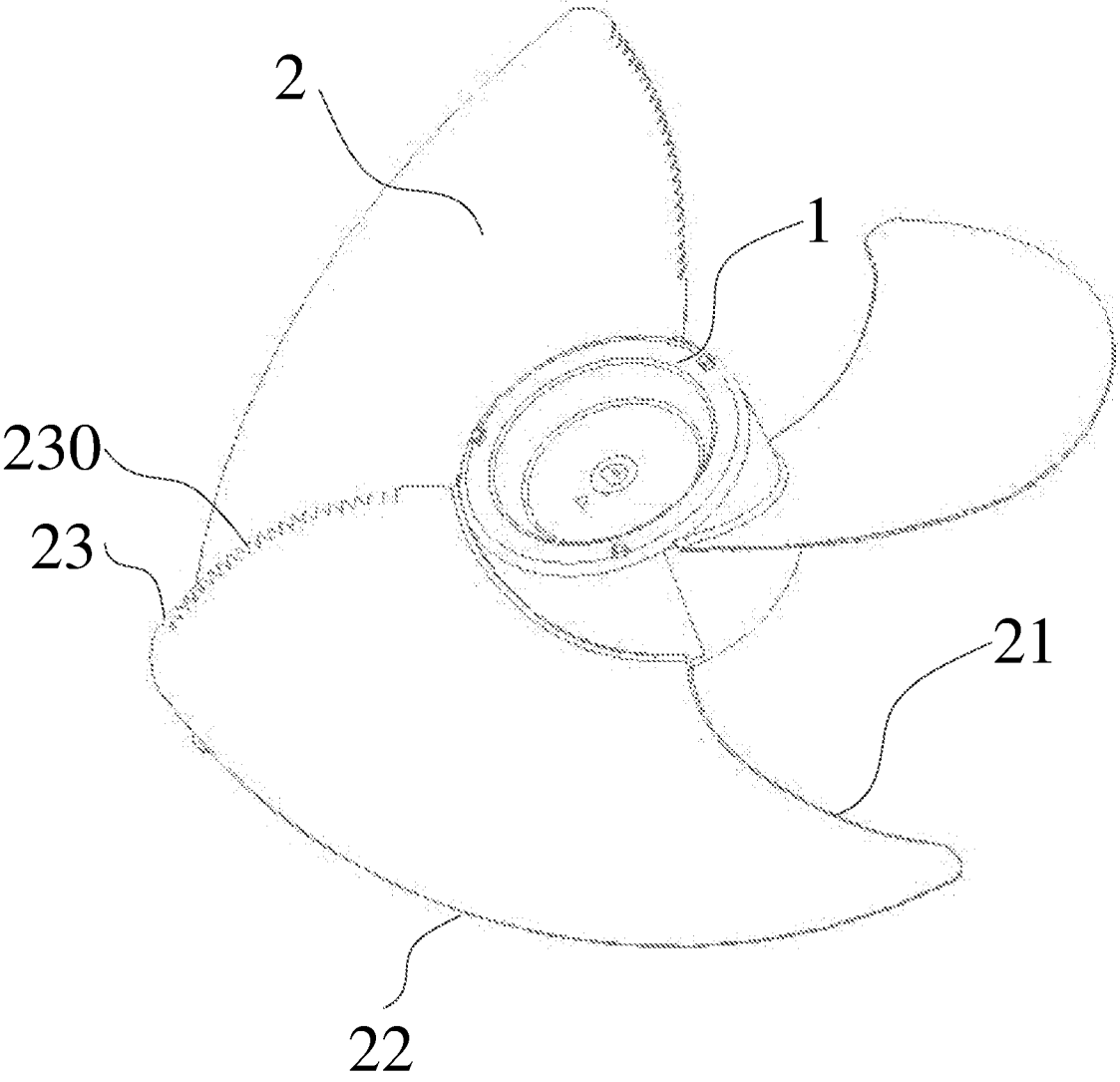


图1

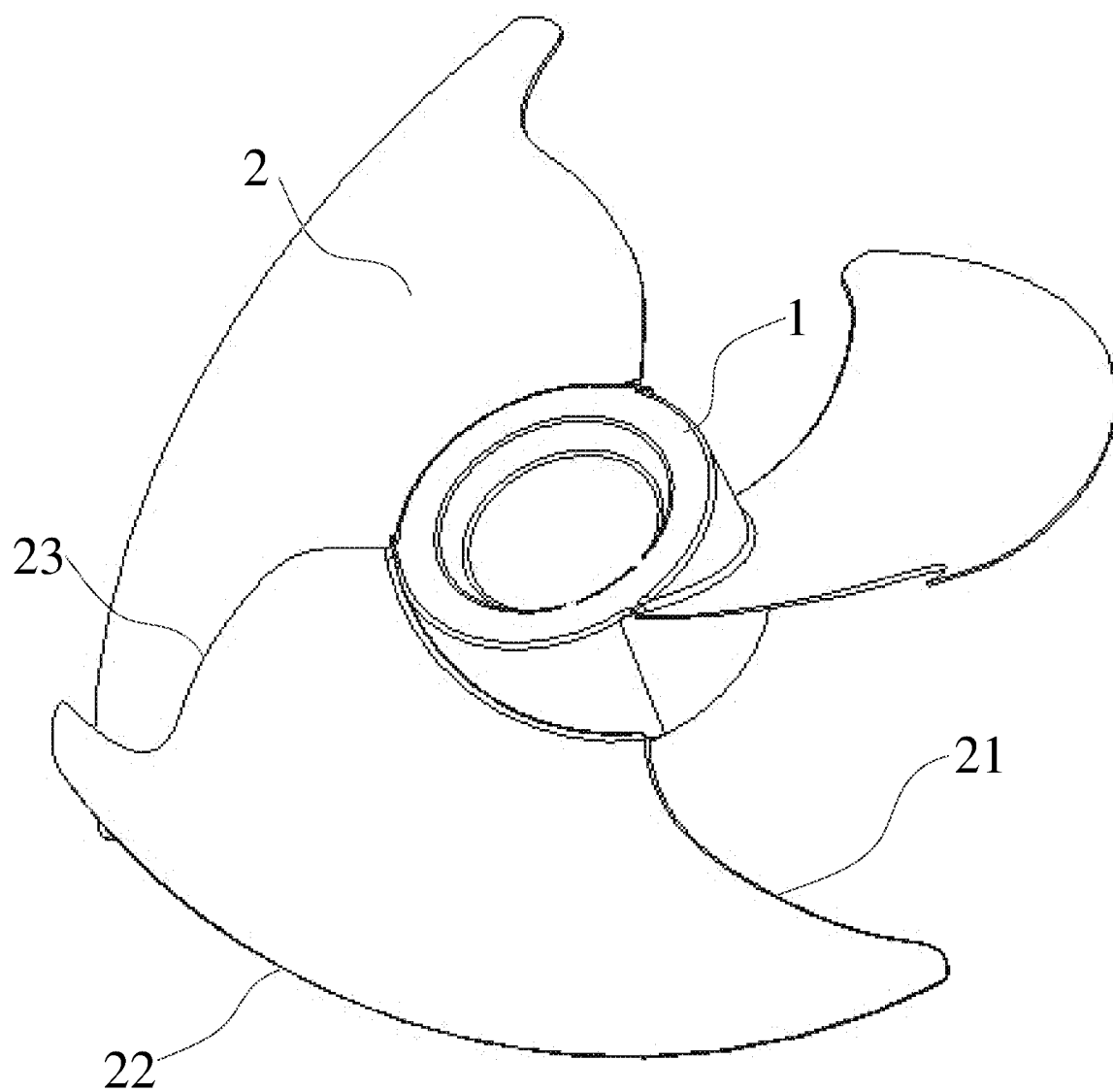


图2

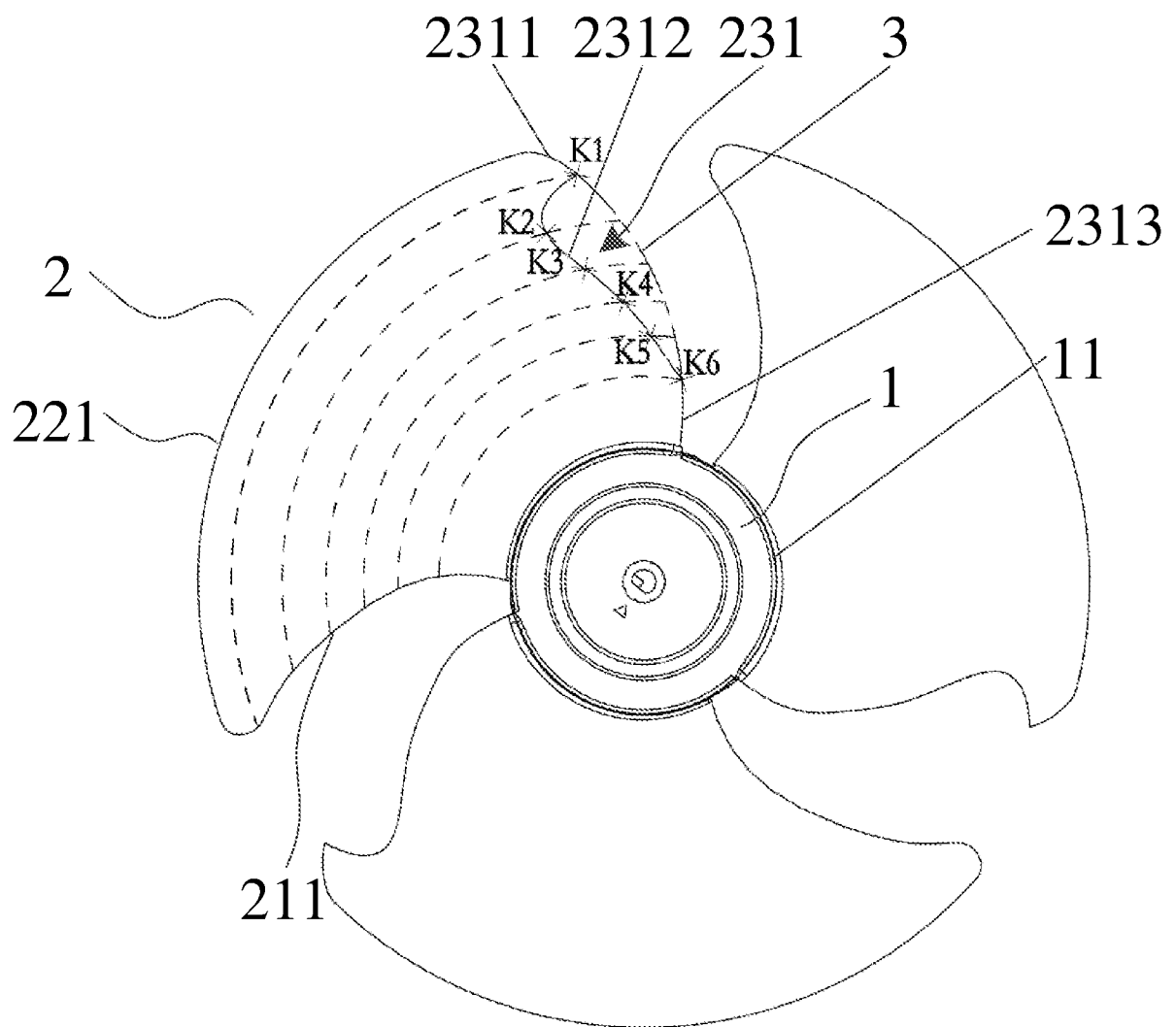


图3

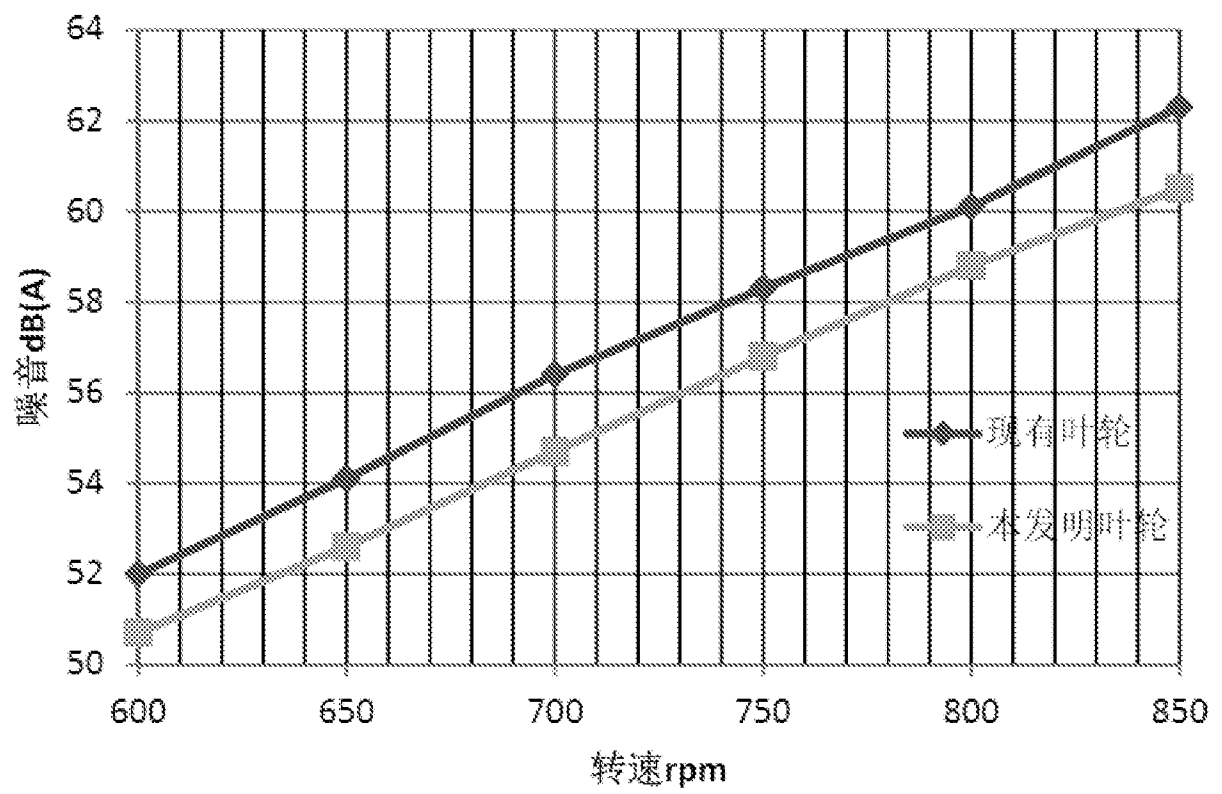


图4

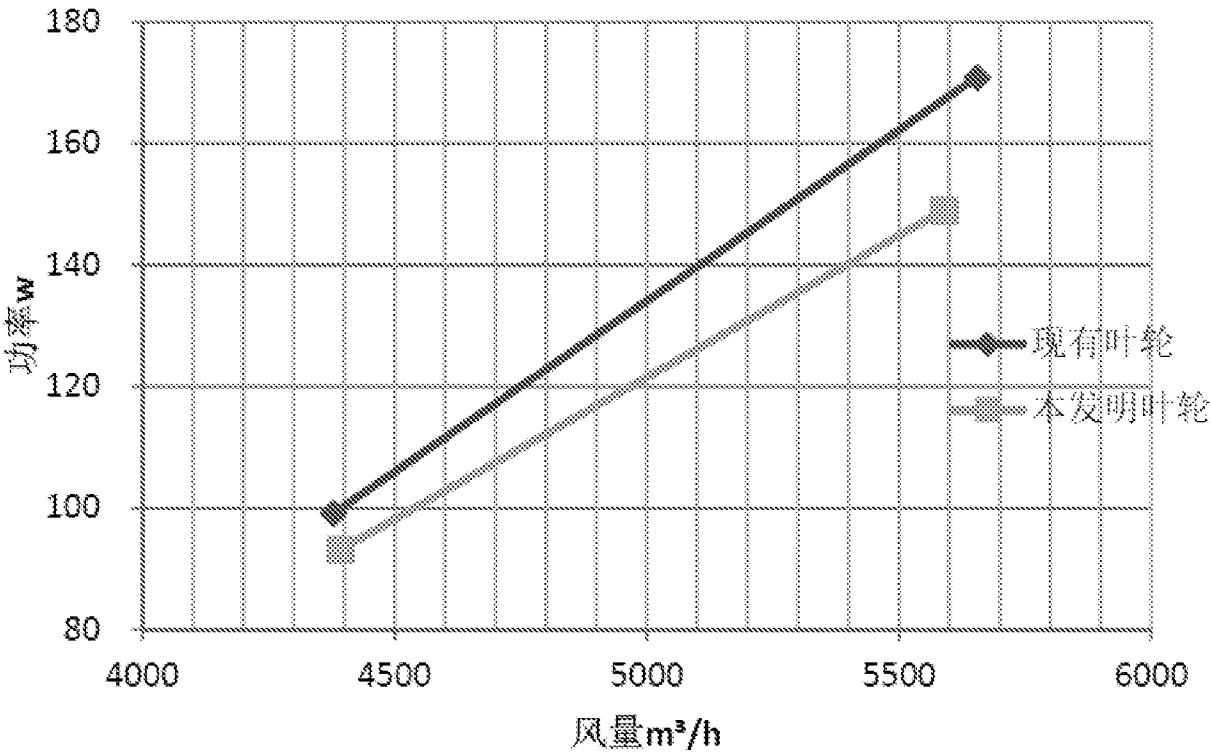


图5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/108152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D 29/38(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)

f04d

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)

VEN, CNTXT, CNKI, CNABS: 凹陷, 凹槽, 尾缘, 后缘, edge, trailing, groove, recess+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109058161 A (MIDEA GROUP CO., LTD. et al.) 21 December 2018 (2018-12-21) description, specific embodiments, and figures 1-3	1-10
X	CN 107975494 A (GUANDONG MIDEA HVAC EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 01 May 2018 (2018-05-01) description, specific embodiments, and figures 1-6	1-10
X	CN 1793670 A (TOSHIBA CARRIER CORPORATION) 28 June 2006 (2006-06-28) description, specific embodiments, and figures 1 and 2	1-10
X	CN 203420934 U (QINGDAO GON TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 February 2014 (2014-02-05) description, specific embodiments, and figures 1-3	1-10
X	JP 4003541 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 07 November 2007 (2007-11-07) description, specific embodiments, and figures 3-4	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 August 2021

Date of mailing of the international search report

09 September 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/108152

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109058161	A	21 December 2018	None			
CN	107975494	A	01 May 2018	CN	107975494	B	25 August 2020
CN	1793670	A	28 June 2006	JP	2006177205	A	06 July 2006
				JP	4689262	B2	25 May 2011
				CN	100422567	C	01 October 2008
				KR	20060071325	A	26 June 2006
				KR	100737033	B1	09 July 2007
CN	203420934	U	05 February 2014	None			
JP	4003541	B2	07 November 2007	JP	2003343489	A	03 December 2003

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/108152

A. 主题的分类

F04D 29/38 (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)

f04d

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))

VEN、CNTXT、CNKI、CNABS: 凹陷, 凹槽, 尾缘, 后缘, edge, trailing, groove, recess+

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
X	CN 109058161 A (美的集团股份有限公司等) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 说明书具体实施方式, 附图1-3	1-10
X	CN 107975494 A (广东美的暖通设备有限公司等) 2018年 5月 1日 (2018 - 05 - 01) 说明书具体实施方式, 附图1-6	1-10
X	CN 1793670 A (东芝开利株式会社) 2006年 6月 28日 (2006 - 06 - 28) 说明书具体实施方式, 附图1-2	1-10
X	CN 203420934 U (青岛国恩科技股份有限公司) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 说明书具体实施方式, 附图1-3	1-10
X	JP 4003541 B2 (三菱電機株式会社) 2007年 11月 7日 (2007 - 11 - 07) 说明书具体实施方式, 附图3-4	1-10

☐ 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

2021年 8月 19日

国际检索报告邮寄日期

2021年 9月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

舒红宁

电话号码 62085247

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/108152

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	109058161	A	2018年 12月 21日	无	
CN	107975494	A	2018年 5月 1日	CN	107975494 B 2020年 8月 25日
CN	1793670	A	2006年 6月 28日	JP	2006177205 A 2006年 7月 6日
				JP	4689262 B2 2011年 5月 25日
				CN	100422567 C 2008年 10月 1日
				KR	20060071325 A 2006年 6月 26日
				KR	100737033 B1 2007年 7月 9日
CN	203420934	U	2014年 2月 5日	无	
JP	4003541	B2	2007年 11月 7日	JP	2003343489 A 2003年 12月 3日