



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118715376 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 27

(21) 申请号 202280091906.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.02.21

F04D 29/38 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/006822 2022.02.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157271 JA 2023.08.24

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本

(72) 发明人 畠中贵翔 福井智哉 迫田健一

七种哲二 中尾祐基

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 刘杨

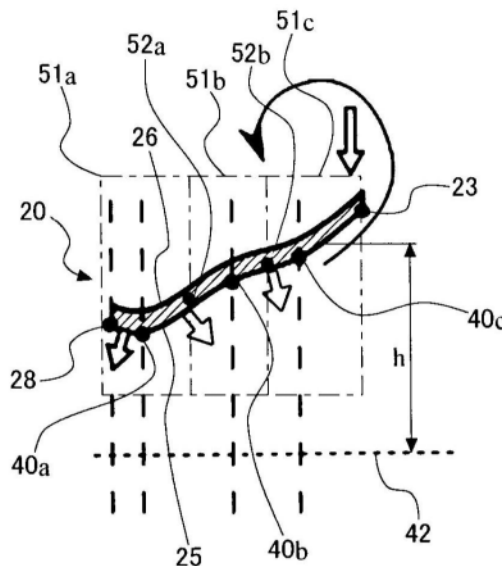
权利要求书3页 说明书14页 附图9页

(54) 发明名称

叶轮、送风机及空气调节机

(57) 摘要

本公开涉及的叶轮在翼片的前缘部侧,从径向中间部到外周缘部,该叶轮的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部、所述吸入侧凸出的前缘侧凸部、以及所述吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部相连。另外,在翼片的前缘部侧,沿着叶轮的旋转轴方向朝向吸入侧的方向的翼片高度从所述径向中间部朝向前缘侧第一停留点单调减少,从所述前缘侧第一停留点朝向前缘侧第二拐点单调增加,从所述前缘侧第二拐点朝向前缘侧第三停留点单调增加,从所述前缘侧第三停留点朝向所述外周缘部单调增加。



1. 一种叶轮,该叶轮具备:  
轮毂部,以旋转轴为中心旋转;以及  
翼片,设置在所述轮毂部的外周部,以所述旋转轴为中心与所述轮毂部一起旋转,  
其中,  
所述翼片具备:  
前缘部,在该翼片的旋转方向上成为前方的缘部;  
后缘部,在所述旋转方向上成为后方的缘部;  
外周缘部,成为外周侧的缘部;以及  
内周缘部,成为内周侧的缘部,  
在将从所述旋转轴与该旋转轴垂直地延伸的方向设为径向,  
将在所述径向上成为所述外周缘部和所述内周缘部的中间的所述翼片上的位置设为  
径向中间部,  
在以所述旋转轴为中心的所述翼片的多个圆筒截面的每一个中,提取距所述前缘部的  
距离与距所述后缘部的距离之比为预定的值的点,将从所述内周缘部到所述外周缘部分  
别连结所提取的所述点而成的线设为跨度线,  
将从所述内周缘部到所述外周缘部分别连结所述跨度线中的距所述前缘部的距离与  
距所述后缘部的距离相同的所述点而成的线设为中间跨度线,  
将所述跨度线中的比所述中间跨度线靠所述前缘部所在侧的所述跨度线设为前缘侧  
跨度线,  
将沿着所述跨度线与所述旋转轴平行地切断所述翼片而成的截面设为跨度方向截面,  
将在所述轮毂部的所述外周部中成为所述前缘部的所述轮毂部所在侧的端部和所述  
后缘部的所述轮毂部所在侧的端部的中点的点设为轮毂中间点,  
将通过所述轮毂中间点与所述旋转轴垂直的假想平面设为轮毂中间假想平面,  
并将所述轮毂中间假想平面与所述翼片之间的所述旋转轴方向的距离设为翼片高度  
的情况下,  
在所述前缘侧跨度线上的所述跨度方向截面中,所述翼片  
从所述径向中间部到所述外周缘部,该叶轮的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部、所述吸  
入侧凸出的前缘侧凸部、及所述吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部相连,  
在将所述前缘侧第一凹部与所述前缘侧凸部的交界点设为前缘侧第一拐点,将所述前  
缘侧凸部与所述前缘侧第二凹部的交界点设为前缘侧第二拐点的情况下,  
在所述径向中间部与所述前缘侧第一拐点之间具有前缘侧第一停留点,  
在所述前缘侧第一拐点与所述前缘侧第二拐点之间具有前缘侧第二停留点,  
在所述前缘侧第二拐点与所述外周缘部之间具有前缘侧第三停留点,  
所述径向中间部与所述前缘侧第一停留点之间的所述翼片高度从所述径向中间部朝  
向所述前缘侧第一停留点单调减小,  
所述前缘侧第一停留点与所述前缘侧第二停留点之间的所述翼片高度从所述前缘侧  
第一停留点朝向所述前缘侧第二停留点单调增加,  
所述前缘侧第二停留点与所述前缘侧第三停留点之间的所述翼片高度从所述前缘侧  
第二停留点朝向所述前缘侧第三停留点单调增加,

所述前缘侧第三停留点与所述外周缘部之间的所述翼片高度从所述前缘侧第三停留点朝向所述外周缘部单调增加。

2. 根据权利要求1所述的叶轮, 其中,

在将所述跨度线中的比所述中间跨度线靠所述后缘部所在侧的所述跨度线设为后缘侧跨度线的情况下,

在所述后缘侧跨度线上的所述跨度方向截面中, 所述翼片从所述径向中间部到所述外周缘部, 所述吸入侧凸出的后缘侧凸部及所述吸入侧凹陷的后缘侧凹部相连。

3. 根据权利要求2所述的叶轮, 其中,

在所述后缘侧跨度线上的所述跨度方向截面中, 所述翼片

在将所述后缘侧凸部与所述后缘侧凹部的交界点设为后缘侧拐点的情况下,

在所述径向中间部与所述后缘侧拐点之间具有后缘侧第一停留点,

在所述后缘侧拐点与所述外周缘部之间具有后缘侧第二停留点,

所述径向中间部与所述后缘侧第一停留点之间的所述翼片高度从所述径向中间部朝向所述后缘侧第一停留点单调减小,

所述后缘侧第一停留点与所述后缘侧第二停留点之间的所述翼片高度从所述后缘侧第一停留点朝向所述后缘侧第二停留点单调增加。

4. 根据权利要求3所述的叶轮, 其中,

在所述后缘侧跨度线上的所述跨度方向截面中, 所述翼片的所述后缘侧第二停留点与所述外周缘部之间的所述翼片高度从所述后缘侧第二停留点朝向所述外周缘部单调增加。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的叶轮, 其中,

在将所述圆筒截面中的所述翼片的从所述前缘部到所述后缘部的直线距离设为 $L$ ,

在沿所述旋转轴方向观察该叶轮时, 在通过所述翼片上的所述径向上, 将从所述旋转轴到所述翼片上的任意点的距离设为 $r$ , 将从所述旋转轴到所述内周缘部的距离设为 $r_1$ , 以及将从所述旋转轴到所述外周缘部的距离设为 $r_2$ ,

设 $v = (r - r_1) / (r_2 - r_1)$ ,

设 $\sigma = L/r$ 的情况下,

所述 $\sigma$ 在 $0.5 \leq v < 0.75$ 范围内具有最小值, 且在 $0.75 \leq v < 1$ 的范围内具有最大值,

在将所述最小值设为 $\sigma_{\min}$ , 将所述最大值设为 $\sigma_{\max}$ 的情况下,

成为 $1.4 \leq \sigma_{\max} / \sigma_{\min} \leq 2.2$ 。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的叶轮, 其中,

所述圆筒截面中的所述翼片的形状在从所述内周缘部到所述外周缘部的任意的位罝, 都成为所述吸入侧凸出且在所述前缘部与所述后缘部之间不具有拐点的形状。

7. 一种送风机, 其中,

所述送风机具备:

权利要求1~6中任一项所述的叶轮; 以及

喇叭口, 包围所述叶轮的外周,

在将所述喇叭口的所述旋转轴方向的高度设为 $H_b$ ,

将与所述旋转轴垂直且从所述喇叭口在所述旋转轴方向上自所述喇叭口的所述吸入侧的端部分离了 $0.5H_b$ 的假想平面设为吸入侧假想平面,

将与所述旋转轴垂直且从所述喇叭口在所述旋转轴方向上自所述喇叭口中的所述叶轮的吹出侧的端部分离了 $0.5H_b$ 的假想平面设为吹出侧假想平面的情况下，所述叶轮配置在所述吸入侧假想平面与所述吹出侧假想平面之间。

8. 一种空气调节机,其中,

所述空气调节机具备:

权利要求1~6中任一项所述的叶轮;以及

热交换器,进行由所述叶轮供给的空气与在内部流通的制冷剂的热交换。

## 叶轮、送风机及空气调节机

### 技术领域

[0001] 本公开涉及叶轮、送风机及空气调节机。

### 背景技术

[0002] 在叶轮的翼片的外周侧占该翼片的工作量较多。因此,一般来说,叶轮的效率通过增加翼片的外周侧的工作量而提高。另外,叶轮的噪声通过减少由叶轮产生的强涡流的生成而减少。但是,如果为了增加翼片的外周侧的工作量而使气流偏向翼片的外周侧,则产生成为噪声源的强涡流,噪声恶化。作为噪声源的强涡流例如由在翼片的外周缘部周边产生的翼片端涡流的崩溃引起的紊流、以及翼片端流与喇叭口的干涉等产生。即,为了得到高效率且低噪声的叶轮,需要使气流偏向翼片的外周侧,并且减少强涡流的生成。换言之,在具备叶轮的送风机中,为了得到高效率且低噪声的送风机,需要使气流偏向翼片的外周侧,并且减少强涡流的生成。

[0003] 因此,在具备叶轮的现有的送风机中,从上述观点出发,提出了谋求效率的提高及噪声的降低的送风机(参照专利文献1)。具体而言,专利文献1所记载的送风机具备叶轮和包围该叶轮的排出侧外周的节流环。另外,叶轮具备安装在马达上的轮毂和设置在该轮毂的周围的多个叶片。另外,节流环具备:以喷出侧末端部为开放端的大致圆筒形的第一节流环;设置在第一节流环外侧的大致同心圆状且轴向高度比第一节流环高的第二节流环;以及将第一节流环的吸入侧和第二节流环的吸入侧平滑地连接的弯曲部。另外,专利文献1记载的送风机的各叶片成为如下那样的形状。叶片的周向的叶片截面形状在轮毂侧为翼型,在比规定的半径靠外周侧为比轮毂侧薄的平板状或翼型。另外,叶片的径向的截面形状在外周侧成为向吸入侧凹陷的凹形状的曲线,在轮毂侧成为向吸入侧凸出的凸形状的曲线。专利文献1记载的送风机通过上述结构,抑制翼片端涡流的紊乱,谋求效率的提高及噪声的降低。另外,径向是指从叶轮的旋转轴与该旋转轴垂直地延伸的方向。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2011-179331号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 如上所述,专利文献1记载的叶轮的叶片即翼片将径向的截面形状在外周侧成为向吸入侧凹陷的凹形状。即,翼片的外周侧的压力面成为向吹出侧凸出的凸形状。在该压力面的凸形状部分,在从该凸部的顶点到翼片的外周缘部之间,从压力面向空气的吹出方向延伸的法线成为从叶轮的内周侧朝向外周侧的方向。另外,该法线中的从叶轮的内周侧朝向外周侧的径向成分随着从凸部的顶点朝向翼片的外周缘部而变大。因此,通过翼片的外周侧的压力面的凸形状部分的空气在从凸部的顶点到翼片的外周缘部之间受到朝向叶轮的外周侧的力。而且,该力中的从叶轮的内周侧朝向外周侧的径向成分随着从凸部的顶

点朝向翼片的外周缘部而变大。因此,专利文献1记载的叶轮由于空气容易从翼片的外周缘部的外周侧漏出,妨碍静压上升,所以效率不能充分提高。即,现有的叶轮存在效率的提高及噪声的降低这双方的实现还不充分这样的课题。

[0009] 本公开是为了解决上述的课题而完成的,其第一目的在于,得到能够实现效率的提高和噪声的降低这双方的叶轮。另外,本公开的第二目的在于得到具备这样的叶轮的送风机和空气调节机。

[0010] 用于解决课题的方案

[0011] 本公开的叶轮具备:轮毂部,以旋转轴为中心旋转;以及翼片,设置在所述轮毂部的外周部,以所述旋转轴为中心与所述轮毂部一起旋转,其中,所述翼片具备:前缘部,在该翼片的旋转方向上成为前方的缘部;后缘部,在所述旋转方向上成为后方的缘部;外周缘部,成为外周侧的缘部;以及内周缘部,成为内周侧的缘部,在将从所述旋转轴与该旋转轴垂直地延伸的方向设为径向,将在所述径向上成为所述外周缘部和所述内周缘部的中间的所述翼片上的位置设为径向中间部,在以所述旋转轴为中心的所述翼片的多个圆筒截面的每一个中,提取距所述前缘部的距离与距所述后缘部的距离之比为预定的值的点,将从所述内周缘部到所述外周缘部分别连结所提取的所述点而成的线设为跨度线,将从所述内周缘部到所述外周缘部分别连结所述跨度线中的距所述前缘部的距离与距所述后缘部的距离相同的所述点而成的线设为中间跨度线,将所述跨度线中的比所述中间跨度线靠所述前缘部所在侧的所述跨度线设为前缘侧跨度线,将沿着所述跨度线与所述旋转轴平行地切断所述翼片而成的截面设为跨度方向截面,将在所述轮毂部的所述外周部中成为所述前缘部的所述轮毂部所在侧的端部和所述后缘部的所述轮毂部所在侧的端部的中点的点设为轮毂中间点,将通过所述轮毂中间点与所述旋转轴垂直的假想平面设为轮毂中间假想平面,并将所述轮毂中间假想平面与所述翼片之间的所述旋转轴方向的距离设为翼片高度的情况下,在所述前缘侧跨度线上的所述跨度方向截面中,所述翼片从所述径向中间部到所述外周缘部,该叶轮的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部、所述吸入侧凸出的前缘侧凸部、及所述吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部相连,在将所述前缘侧第一凹部与所述前缘侧凸部的交界点设为前缘侧第一拐点,将所述前缘侧凸部与所述前缘侧第二凹部的交界点设为前缘侧第二拐点的情况下,在所述径向中间部与所述前缘侧第一拐点之间具有前缘侧第一停留点,在所述前缘侧第一拐点与所述前缘侧第二拐点之间具有前缘侧第二停留点,在所述前缘侧第二拐点与所述外周缘部之间具有前缘侧第三停留点,所述径向中间部与所述前缘侧第一停留点之间的所述翼片高度从所述径向中间部朝向所述前缘侧第一停留点单调减小,所述前缘侧第一停留点与所述前缘侧第二停留点之间的所述翼片高度从所述前缘侧第一停留点朝向所述前缘侧第二停留点单调增加,所述前缘侧第二停留点与所述前缘侧第三停留点之间的所述翼片高度从所述前缘侧第二停留点朝向所述前缘侧第三停留点单调增加,所述前缘侧第三停留点与所述外周缘部之间的所述翼片高度从所述前缘侧第三停留点朝向所述外周缘部单调增加。

[0012] 另外,本公开的送风机具备本公开的叶轮和包围所述叶轮的外周的喇叭口,在将所述喇叭口的所述旋转轴方向的高度设为 $H_b$ ,将与所述旋转轴垂直且从所述喇叭口在所述旋转轴方向上自所述喇叭口的所述吸入侧的端部分离了 $0.5H_b$ 的假想平面设为吸入侧假想平面,将与所述旋转轴垂直且从所述喇叭口在所述旋转轴方向上自所述喇叭口中的所述叶

轮的吹出侧的端部分离了 $0.5H_b$ 的假想平面设为吹出侧假想平面的情况下,所述叶轮配置在所述吸入侧假想平面与所述吹出侧假想平面之间。

[0013] 另外,本公开的空气调节机具备本公开的叶轮和进行由所述叶轮供给的空气与在内部流通的制冷剂的热交换的热交换器。

[0014] 发明的效果

[0015] 本公开的叶轮能够在占翼片整体的工作量较多的翼片的外周侧增加工作量,也能够抑制空气从翼片的外周缘部的外周侧泄漏。另外,本公开的叶轮能够促进翼片端涡流的生成,抑制由翼片端涡流的崩溃引起的紊流,因此,能够抑制成为噪声源的强涡流的生成,能够抑制噪声。因此,本公开的叶轮能够实现效率的提高和噪声的降低这两方。

## 附图说明

[0016] 图1是表示本实施方式1的具备叶轮的送风机的结构的立体图。

[0017] 图2是用于说明本实施方式1的叶轮的各部分的名称的图,是将叶轮投影到与该叶轮的旋转轴垂直的平面上的图。

[0018] 图3是本实施方式1的叶轮的翼片的前缘侧跨度线上的跨度方向截面。

[0019] 图4是图3的A部放大图。

[0020] 图5是从本实施方式1的叶轮的吸入侧观察该叶轮的立体图,是表示由该叶轮形成的翼片端涡流的例子的图。

[0021] 图6是本实施方式2的叶轮的翼片的后缘侧跨度线上的跨度方向截面。

[0022] 图7是本实施方式2的叶轮的翼片的中间跨度线上的跨度方向截面。

[0023] 图8是比较本实施方式2的叶轮与现有技术的叶轮的效率的图。

[0024] 图9是比较本实施方式2的叶轮与现有技术的叶轮的噪声值的图。

[0025] 图10是本实施方式3的叶轮的翼片的后缘侧跨度线上的跨度方向截面,是表示从径向中间部到外周缘部23的范围的主要部分放大图。

[0026] 图11是通过以本实施方式4的叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断该叶轮的翼片而成的剖视图。

[0027] 图12是表示本实施方式4的叶轮中的 $\sigma_{\max}$ 相对于 $\sigma_{\min}$ 之比与效率的关系的图。

[0028] 图13是通过以本实施方式5的叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断该叶轮的翼片而成的剖视图。

[0029] 图14是通过以本实施方式5的叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断该叶轮的翼片而成的剖视图。

[0030] 图15是通过以本实施方式5的叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断该叶轮的翼片而成的剖视图。

[0031] 图16是通过以与叶轮的旋转轴平行的截面切断本实施方式6的送风机而成的剖视图。

[0032] 图17是表示本实施方式7的空气调节机的立体图。

## 具体实施方式

[0033] 在以下的各实施方式中,参照附图对本公开的叶轮的一例、本公开的送风机的一

例、或本公开的空气调节机的一例进行说明。另外,在包含图1的以下的附图中,各构成构件的相对的尺寸的关系及形状等有时与实际制造本公开的叶轮、送风机及空气调节机不同。另外,在以下的附图中,标注相同的附图标记的构件为相同或与其相当的构件。在说明书的全文中,对相同或与其相当的构件标注相同的附图标记的这种做法是共通的。另外,在以下的各实施方式中,为了容易理解本公开的叶轮、送风机及空气调节机的一例,适当使用表示方向的用语。表示方向的用语例如是“上”、“下”、“右”、“左”、“前”和“后”等。然而,这些表示方向的用语仅是便于说明而使用,并不限定本公开的叶轮、送风机和空气调节机。另外,在以下的附图中,虽然没有进行形状的倒角,但即使实施倒角也能够得到同样的效果。即,例如,无论实施C倒角(45度倒角)还是R倒角(圆弧倒角),都能得到同样的效果。

[0034] 实施方式1

[0035] 图1是表示本实施方式1的具备叶轮的送风机的结构的立体图。

[0036] 另外,图1是从送风机100的吸入侧观察的送风机100的立体图。换言之,图1是从叶轮10的吸入侧观察的送风机100的立体图。即,图1是从叶轮10的负压面26侧观察的送风机100的立体图。这里,图1及后述的附图所示的涂黑的粗箭头表示叶轮10的旋转方向。即,图1及后述的附图所示的涂黑的粗箭头表示叶轮10的轮毂部12及翼片20的旋转方向。另外,图1及后述的附图所示的空白的粗箭头表示叶轮10旋转时的整体空气的流动方向。本实施方式的送风机100是在沿着叶轮10的旋转轴11的方向上送风的轴流送风机。

[0037] 如图1所示,送风机100具备叶轮10和包围该叶轮10的外周的喇叭口81。另外,在本实施方式1中,壳体80成为具备喇叭口81的结构。喇叭口81呈大致圆筒状。叶轮10配置在形成为这样的形状的喇叭口81的内周侧。另外,叶轮10被设置成以旋转轴11为中心旋转自如。

[0038] 叶轮10具有设置在旋转轴11上的轮毂部12和设置在轮毂部12的外周部的多个翼片20。轮毂部12呈大致圆筒状的形状。在轮毂部12的中心部连接有使叶轮10旋转的马达等未图示的驱动部所具备的驱动轴。轮毂部12通过经由驱动轴从驱动部传递旋转驱动力,以旋转轴11为中心旋转。

[0039] 多个翼片20以等角度间隔配置在轮毂部12的外周部。多个翼片20分别从轮毂部12的外周壁大致放射状地突出。更详细地说,多个翼片20分别从轮毂部12的外周壁以相对于径向在叶轮10的旋转方向上向前方侧倾斜的方式向轮毂部12的外周侧突出。在此,径向是指从旋转轴11与该旋转轴11垂直地延伸的方向。另外,在图1中,例示了具有4片翼片20的叶轮10,但叶轮10具有的翼片20的张数也可以为4片以外。

[0040] 多个翼片20以旋转轴11为中心与轮毂部12一起旋转。当多个翼片20旋转时,如图1的空心粗箭头所示,空气从纸面跟前侧沿着旋转轴11被吸入送风机100。被吸入送风机100的空气沿着旋转轴11从送风机100向纸面内侧吹出。

[0041] 图2是用于说明本实施方式1的叶轮的各部分的名称的图,是将叶轮投影到与该叶轮的旋转轴垂直的平面上的图。

[0042] 以下,使用图2说明本实施方式1的叶轮10的各部分的名称。另外,图2所示的叶轮10仅仅是说明本实施方式1的叶轮10的各部分的名称。因此,需要注意的是,图2所示的叶轮10的形状与本实施方式1的叶轮10的形状不同。另外,图2是从翼片20的负压面26侧观察叶轮10的图。

[0043] 多个翼片20分别具有前缘部21、后缘部22、外周缘部23及内周缘部24。前缘部21是

翼片20的周缘部中的在该翼片20的旋转方向上成为前方的缘部的部分。后缘部22是翼片20的周缘部中的在该翼片20的旋转方向上成为后方的缘部的部分。外周缘部23是翼片20的周缘部中的成为外周侧的缘部的部分。内周缘部24是翼片20的周缘部中的成为内周侧的缘部的部分。内周缘部24具有沿着轮毂部12的外周部的形状,并与该外周部连接。

[0044] 外周缘部23和前缘部21通过外周前端部23a连接。外周缘部23和后缘部22通过外周后端部23b连接。内周缘部24和前缘部21通过内周前端部24a连接。内周缘部24和后缘部22通过内周后端部24b连接。

[0045] 另外,多个翼片20分别具有径向中间部28。径向中间部28是在径向上位于成为外周缘部23和内周缘部24的中间的翼片20上的位置的部分。换言之,径向中间部28成为以旋转轴11为中心的假想圆上的部分。在旋转轴11方向上观察叶轮10时,在通过翼片20上的径向上,将从旋转轴11到内周缘部24的距离设为 $r_1$ ,将从旋转轴11到外周缘部23的距离设为 $r_2$ ,将从旋转轴11到径向中间部28的距离设为 $r_3$ 。在这种情况下,满足 $r_3 = (r_1 + r_2) / 2$ 的关系。

[0046] 另外,多个翼片20分别具有压力面25和负压面26。压力面25是翼片20所具有的两个面中的、在翼片20的旋转方向上前侧的面。当翼片20旋转时,空气被压力面25推压。另外,图1及图2分别表示从负压面26侧观察送风机100及叶轮10的结构。因此,压力面25在图1及图2中未示出。因此,压力面25参照后述的图3。负压面26是翼片20所具有的两个面中的、在翼片20的旋转方向上后侧的面,是压力面25的里侧的面。

[0047] 在此,如下那样地定义跨度线。在以旋转轴11为中心的翼片20的多个圆筒截面中,分别提取距前缘部21的距离与距后缘部22的距离之比成为预定的值的点,将从内周缘部24到外周缘部23连结各个提取出的点而成的线作为跨度线。例如,沿着圆柱截面上的翼片20的拱弧线测定距前缘部21和后缘部22各自的距离。在图2中,作为跨度线,示出了前缘侧跨度线27a、中间跨度线27b以及后缘侧跨度线27c。中间跨度线27b是将跨度线中的距前缘部21的距离和距后缘部22的距离相同的点分别从内周缘部24到外周缘部23连结而成的线。前缘侧跨度线27a是跨度线中的比中间跨度线27b靠前缘部21侧的跨度线。后缘侧跨度线27c是跨度线中的比中间跨度线27b靠后缘部22侧的跨度线。另外,如果将从内周缘部24到外周缘部23的沿着跨度线的长度设为 $R$ ,则从内周缘部24到径向中间部28的沿着跨度线的长度不一定为 $0.5R$ ,大致在 $0.45R \sim 0.55R$ 的范围。

[0048] 另外,将沿着跨度线与旋转轴11平行地切断翼片20的截面定义为跨度方向截面。

[0049] 图3是本实施方式1的叶轮的翼片的前缘侧跨度线上的跨度方向截面。图4是图3的A部放大图。另外,图5是从本实施方式1的叶轮的吸入侧观察该叶轮的立体图,是表示由该叶轮形成的翼片端涡流的例子的图。

[0050] 换言之,图3及图4是将本实施方式1的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的III-III截面的位置切断而成的剖视图。即,在图3及图4中,纸面上下方向表示沿着旋转轴11的方向。另外,在图3及图4中,纸面上侧为叶轮10的吸入侧,纸面下侧为叶轮10的吹出侧。以下,使用图3~图5,对前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中的本实施方式1的叶轮10的翼片20的形状及由该形状得到的效果进行说明。

[0051] 如图3及图4所示,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20在径向中间部28与外周缘部23之间的区域的例如整个区域,负压面26侧即吸入侧从径向中间部28到外周

缘部23呈凹凸凹状地弯曲。换言之,前缘部21侧的翼片20在径向中间部28与外周缘部23之间的区域,以从径向中间部28到外周缘部23吸入侧成为凹凸凹状且吹出侧为成凸凹凸状的方式弯曲。更详细地说,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20从径向中间部28到外周缘部23,叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部51a、叶轮10的吸入侧凸出的前缘侧凸部51b、以及叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部51c相连。

[0052] 因此,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20从径向中间部28到外周缘部23具有多个停留点。所谓停留点,是将翼片20相对于与旋转轴11垂直的假想平面的倾斜度表示为函数时,该函数的微分值为0的点。换言之,停留点是指翼片20相对于与旋转轴11垂直的假想平面的倾斜度的变化程度为0的点。

[0053] 具体而言,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,将前缘侧第一凹部51a与前缘侧凸部51b的交界点设为前缘侧第一拐点52a,将前缘侧凸部51b与前缘侧第二凹部51c的交界点设为前缘侧第二拐点52b。在这样定义前缘侧第一拐点52a及前缘侧第二拐点52b的情况下,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20在径向中间部28与前缘侧第一拐点52a之间具有前缘侧第一停留点40a。另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20在前缘侧第一拐点52a与前缘侧第二拐点52b之间具有前缘侧第二停留点40b。另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20在前缘侧第二拐点52b与外周缘部23之间具有前缘侧第三停留点40c。

[0054] 另外,在本实施方式1中,前缘侧第一停留点40a、前缘侧第二停留点40b以及前缘侧第三停留点40c存在于以下的位置。在沿旋转轴11方向观察叶轮10时,在通过翼片20上的径向上,将从旋转轴11到翼片20上的任意点的距离设为 $r$ 。另外,如上所述,在沿旋转轴11方向观察叶轮10时,在通过翼片20上的径向上,将从旋转轴11到内周缘部24的距离设为 $r_1$ ,将从旋转轴11到外周缘部23的距离设为 $r_2$ 。另外,设 $v = (r - r_1) / (r_2 - r_1)$ 。在这种情况下,前缘侧第一停留点40a存在于 $0.5 < v < 0.7$ 的范围内。前缘侧第二停留点40b存在于 $0.65 < v < 0.85$ 的范围内。前缘侧第三停留点40c存在于 $0.8 < v < 1$ 的范围内。

[0055] 另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20的翼片高度 $h$ 如下。在此,首先对翼片高度 $h$ 进行说明。如图2及图3所示,在轮毂部12的外周部,将成为前缘部21的轮毂部12侧的端部和后缘部22的轮毂部12侧的端部的中点的点作为轮毂中间点12a。即,在轮毂部12的外周部,将成为内周前端部24a和内周后端部24b的中点的点设为轮毂中间点12a。成为内周前端部24a和内周后端部24b的中点的点,例如沿着内周缘部24上的翼片20的拱弧线进行测定。另外,如图3及图4所示,将通过轮毂中间点12a且与旋转轴11垂直的假想平面设为轮毂中间假想平面42。在这样定义轮毂中间假想平面42的情况下,翼片高度 $h$ 为轮毂中间假想平面42与翼片20之间的旋转轴11方向的距离。

[0056] 并且,在这样定义翼片高度 $h$ 的情况下,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,径向中间部28与前缘侧第一停留点40a之间的翼片高度 $h$ 从径向中间部28朝向前缘侧第一停留点40a单调减少。另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,前缘侧第一停留点40a与前缘侧第二停留点40b之间的翼片高度 $h$ 从前缘侧第一停留点40a朝向前缘侧第二停留点40b单调增加。另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,前缘侧第二停留点40b与前缘侧第三停留点40c之间的翼片高度 $h$ 从前缘侧第二停留点40b朝向前缘侧第三停留点40c单调增加。另外,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,前缘侧第三停留点40c与外

周缘部23之间的翼片高度 $h$ 从前缘侧第三停留点40c朝向外周缘部23单调增加。另外,单调增加表示不减少而持续增加。另外,单调减少表示不增加而持续减少。

[0057] 这样构成的本实施方式1的叶轮10能够得到能够抑制噪声这样的效果。详细地说,通常,在轴流送风机中,在叶轮的翼片的外周缘部,由于压力面与负压面的压力差,气流从压力面侧向负压面侧绕入。其结果,在翼片的外周缘部周边产生翼片端涡流。例如,当该翼片端涡流崩溃而产生紊流时,产生成为噪声源的强涡流,噪声恶化。另外,例如,当翼片端流与喇叭口干涉时,产生成为噪声源的强涡流,噪声恶化。

[0058] 在此,在本实施方式1的叶轮10中,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,前缘侧第三停留点40c与外周缘部23之间的翼片高度 $h$ 从前缘侧第三停留点40c朝向外周缘部23单调增加。因此,如图4的末端涂黑箭头所示,气流容易从压力面25向负压面26绕入。另外,在本实施方式1的叶轮10中,从径向中间部28到外周缘部23,叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部51a、叶轮10的吸入侧凸出的前缘侧凸部51b、以及叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部51c相连。因此,能够增大前缘侧第二凹部51c的曲率。换言之,能够增大前缘侧第三停留点40c与外周缘部23之间的曲率。因此,如图5所示,本实施方式1的叶轮10能够促进翼片端涡流30的生成,抑制由翼片端涡流30的崩溃引起的紊流,因此能够抑制成为噪声源的强涡流的生成,能够抑制噪声。另外,如图5所示,由于翼片端涡流30在前缘侧第二凹部51c的凹陷部位生成,因此也能够抑制与喇叭口81的干涉。因此,本实施方式1的叶轮10能够进一步抑制噪声。

[0059] 另外,在作为在先技术文献所示的专利文献1记载的叶轮中,叶片的径向的截面形状在比中央附近靠外周缘部侧成为向吸入侧凹陷的凹形状的曲线。因此,专利文献1记载的叶轮与本实施方式1的叶轮10同样,能够促进翼片端涡流的生成,因此能够得到抑制噪声的效果。但是,专利文献1记载的叶轮的效率没有充分提高。另一方面,本实施方式1的叶轮10能够降低噪声,并且与专利文献1记载的叶轮相比,也能够提高效率。以下,对其理由进行说明。

[0060] 如上所述,专利文献1记载的叶轮的翼片将径向的截面形状在外周侧设为向吸入侧凹陷的凹形状。即,翼片的外周侧的压力面成为向吹出侧凸出的凸形状。在该压力面的凸形状部分,在从该凸部的顶点到翼片的外周缘部之间,从压力面向空气的吹出方向延伸的法线成为从叶轮的内周侧朝向外周侧的方向。另外,该法线中的从叶轮的内周侧朝向外周侧的径向成分随着从凸部的顶点朝向翼片的外周缘部而变大。因此,通过翼片的外周侧的压力面的凸形状部分的空气在从凸部的顶点到翼片的外周缘部之间受到朝向叶轮的外周侧的力。而且,该力中的从叶轮的内周侧朝向外周侧的径向成分随着从凸部的顶点朝向翼片的外周缘部而变大。即,在专利文献1记载的叶轮中,在从该凸部的顶点到翼片的外周缘部之间,空气从叶片的压力面受到的力中的从叶轮的内周侧朝向外周侧的径向成分随着从凸部的顶点朝向翼片的外周缘部而单调地增加。因此,专利文献1记载的叶轮由于空气容易从翼片的外周缘部的外周侧漏出,妨碍静压上升,所以效率不能充分提高。

[0061] 另一方面,在本实施方式1的叶轮10中,空气从翼片20的压力面25受到的力中的从叶轮10的内周侧朝向外周侧的径向成分如图4中的空心箭头所示,不会随着朝向翼片20的外周缘部而单调地增加。具体而言,通过压力面25中的前缘侧第一停留点40a与前缘侧第三停留点40c之间的区域的空气受到朝向叶轮10的外周侧的力。但是,通过压力面25中的前缘

侧第二停留点40b与前缘侧第三停留点40c之间的区域的空气受到的力中的从叶轮10的内周侧朝向外周侧的径向成分,与通过压力面25中的前缘侧第一停留点40a与前缘侧第二停留点40b之间的区域的空气受到的力中的从叶轮10的内周侧朝向外周侧的径向成分相比变小。因此,在压力面25中的前缘侧第一停留点40a与前缘侧第二停留点40b之间的区域被推压的空气被在压力面25中的前缘侧第二停留点40b与前缘侧第三停留点40c之间的区域被推压的空气抑制朝向叶轮10的外周侧。因此,在本实施方式1的叶轮10中,能够抑制空气从翼片20的外周缘部23的外周侧漏出。

[0062] 另外,如上所述,在本实施方式1的叶轮10中,通过压力面25中的前缘侧第一停留点40a与前缘侧第三停留点40c之间的区域的空气受到朝向叶轮10的外周侧的力。因此,能够使通过叶轮10的气流偏向该叶轮10的外周侧。在此,通常,在叶轮的翼片的外周侧占该翼片的工作量较多。因此,一般来说,叶轮的效率通过增加翼片的外周侧的工作量而提高。因此,在实施方式1的叶轮10中,能够在翼片20的外周侧增加工作量,效率提高。

[0063] 这样,本实施方式1的叶轮10能够在翼片20的外周侧增加工作量,也能够抑制空气从翼片20的外周缘部23的外周侧泄漏,因此效率提高。

[0064] 另外,如上所述,在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,径向中间部28与前缘侧第一停留点40a之间的翼片高度h从径向中间部28朝向前缘侧第一停留点40a单调减少。因此,如图4中的空心箭头所示,在本实施方式1的叶轮10中,通过压力面25中的径向中间部28与前缘侧第一停留点40a之间的区域的空气受到朝向轮毂部12的力。因此,通过该空气的流动,能够抑制因在轮毂部12的表面产生剥离而紊乱的气流向比径向中间部28靠叶轮10的外周侧流动。由此,能够对占翼片20整体的工作量较多的翼片20的外周侧的气流进行整流。在这一点上,本实施方式1的叶轮10的效率也提高。

[0065] 以上,本实施方式1的叶轮10在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中,翼片20形成如下那样的形状。从径向中间部28到外周缘部23,叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第一凹部51a、叶轮10的吸入侧凸出的前缘侧凸部51b、以及叶轮10的吸入侧凹陷的前缘侧第二凹部51c相连。另外,径向中间部28与前缘侧第一停留点40a之间的翼片高度h从径向中间部28朝向前缘侧第一停留点40a单调减少。另外,前缘侧第一停留点40a与前缘侧第二停留点40b之间的翼片高度h从前缘侧第一停留点40a朝向前缘侧第二停留点40b单调增加。另外,前缘侧第二停留点40b与前缘侧第三停留点40c之间的翼片高度h从前缘侧第二停留点40b朝向前缘侧第三停留点40c单调增加。另外,前缘侧第三停留点40c与外周缘部23之间的翼片高度h从前缘侧第三停留点40c朝向外周缘部23单调增加。

[0066] 如上所述,这样构成的本实施方式1的叶轮10能够在占翼片20整体的工作量较多的翼片20的外周侧增加工作量,也能够抑制空气从翼片20的外周缘部23的外周侧漏出。另外,如上所述,这样构成的本实施方式1的叶轮10能够促进翼片端涡流30的生成,抑制翼片端涡流30的崩溃引起的紊流,因此能够抑制成为噪声源的强涡流的生成,能够抑制噪声。因此,这样构成的本实施方式1的叶轮10能够实现效率的提高和噪声的降低这双方。

[0067] 另外,本实施方式1的送风机100如上所述具备能够实现效率的提高和噪声的降低这双方的叶轮10,因此能够成为能够实现效率的提高和噪声的降低这双方的送风机。

[0068] 实施方式2

[0069] 在实施方式1中,没有特别提及翼片20的后缘部22侧的形状。翼片20的后缘部22侧

的形状优选形成为本实施方式2所示的形状。另外,在本实施方式2中,没有特别记述的项目与实施方式1相同。

[0070] 图6是本实施方式2的叶轮的翼片的后缘侧跨度线上的跨度方向截面。

[0071] 换言之,图6是将本实施方式2的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的V-V截面的位置切断而成的剖视图。即,在图6中,纸面上下方向表示沿着旋转轴11的方向。另外,在图6中,纸面上侧为叶轮10的吸入侧,纸面下侧为叶轮10的吹出侧。

[0072] 如图6所示,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20在径向中间部28和外周缘部23之间的区域的例如整个区域,负压面26侧即吸入侧从径向中间部28到外周缘部23呈凸凹状地弯曲。换言之,后缘部22侧的翼片20在径向中间部28与外周缘部23之间的区域,以从径向中间部28到外周缘部23吸入侧为凸凹且吹出侧为凹凸的方式弯曲。更详细地说,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20从径向中间部28到外周缘部23,叶轮10的吸入侧凸出的后缘侧凸部53a和叶轮10的吸入侧凹陷的后缘侧凹部53b相连。

[0073] 图7是本实施方式2的叶轮的翼片的中间跨度线上的跨度方向截面。

[0074] 换言之,图7是将本实施方式2的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的IV-IV截面的位置切断而成的剖视图。即,在图7中,纸面上下方向表示沿着旋转轴11的方向。另外,在图6中,纸面上侧为叶轮10的吸入侧,纸面下侧为叶轮10的吹出侧。

[0075] 在前缘侧跨度线27a上的跨度方向截面中的翼片20的形状为实施方式1所示的形状,且后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状为本实施方式2所示的形状的情况下,中间跨度线27b上的跨度方向截面中的翼片20的形状例如如图7那样地形成。具体而言,中间跨度线27b上的跨度方向截面中的翼片20的形状例如与前缘侧跨度线27a及后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状相比,成为相对于旋转轴11大致垂直的直线状。

[0076] 通过使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状成为本实施方式2所示的形状,流入负压面26的后缘侧凸部53a的形成区域的空气的流动分支。具体而言,流入负压面26的后缘侧凸部53a的形成区域的空气的流动由于向负压面26侧凸出的后缘侧凸部53a,分支为向径向中间部28侧流动的空气流和向外周缘部23侧流动的空气流。在负压面26中,如果空气不沿着翼片20从前缘部21流到后缘部22而是在中途离开负压面26,则叶轮10的效率变差。但是,通过流入负压面26的后缘侧凸部53a的形成区域的空气的流动如上所述地分支,能够抑制在负压面26中空气的流动在中途离开负压面26。即,在负压面26中,空气能够沿着翼片20从前缘部21流到后缘部22。因此,通过使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状成为本实施方式2所示的形状,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0077] 另外,通过使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状为本实施方式2所示的形状,由于向压力面25侧凸出的后缘侧凹部53b,气流容易从压力面25通过外周缘部23的外周侧向负压面26绕入。因此,通过使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状成为本实施方式2所示的形状,在翼片20的后缘部22侧也促进翼片端涡流30的生成。因此,通过使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状成为本实施方式2所示的形状,能够进一步抑制叶轮10的噪声。

[0078] 图8是比较本实施方式2的叶轮与现有技术的叶轮的效率的图。

[0079] 另外,在图8中,黑圆表示本实施方式2的叶轮10的验证结果。另外,在图8中,白圆

表示现有技术的叶轮。现有技术的叶轮是不具有本实施方式2的叶轮10的特征的一般的叶轮。如图8所示,可知在本实施方式2的叶轮10及现有技术的叶轮中产生相同风量的气流时,无论在哪个风量下,本实施方式2的叶轮10与现有技术的叶轮相比效率都提高。

[0080] 图9是比较本实施方式2的叶轮与现有技术的叶轮的噪声值的图。

[0081] 另外,在图9中,黑圆表示本实施方式2的叶轮10的验证结果。另外,在图9中,白圆表示现有技术的叶轮。如图9所示,可知在本实施方式2的叶轮10及现有技术的叶轮中产生相同风量的气流时,无论在哪个风量下,本实施方式2的叶轮10与现有技术的叶轮相比都能够抑制噪声。

[0082] 实施方式3

[0083] 在使后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的形状为实施方式2所示的形状的情况下,优选如本实施方式3那样设定后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中的翼片20的翼片高度h。另外,在本实施方式3中,没有特别记述的项目与实施方式1或实施方式2相同。

[0084] 图10是本实施方式3的叶轮的翼片20的后缘侧跨度线上的跨度方向截面,是表示从径向中间部到外周缘部23的范围的主要部分放大图。

[0085] 换言之,图10是将本实施方式3的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的V-V截面的位置切断而成的剖视图。即,在图10中,纸面上下方向表示沿着旋转轴11的方向。另外,在图10中,纸面上侧为叶轮10的吸入侧,纸面下侧为叶轮10的吹出侧。

[0086] 在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,本实施方式3的叶轮10的翼片20与实施方式2同样,从径向中间部28到外周缘部23,后缘侧凸部53a及后缘侧凹部53b相连。因此,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20从径向中间部28到外周缘部23具有多个停留点。

[0087] 具体而言,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,将后缘侧凸部53a与后缘侧凹部53b的交界点设为后缘侧拐点54。在这样定义后缘侧拐点54的情况下,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20在径向中间部28和后缘侧拐点54之间具有后缘侧第一停留点41a。另外,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20在后缘侧拐点54与外周缘部23之间具有后缘侧第二停留点41b。

[0088] 另外,在本实施方式3中,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,翼片20的翼片高度h如下。在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,径向中间部28与后缘侧第一停留点41a之间的翼片高度h从径向中间部28朝向后缘侧第一停留点41a单调减少。另外,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,后缘侧第一停留点41a与后缘侧第二停留点41b之间的翼片高度h从后缘侧第一停留点41a朝向后缘侧第二停留点41b单调增加。另外,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,后缘侧第二停留点41b与外周缘部23之间的翼片高度h从后缘侧第二停留点41b朝向外周缘部23单调增加。

[0089] 如上所述,在轮毂部12的表面产生气流的剥离,产生紊乱的气流。当该紊乱的气流由于离心力流向占翼片20整体的工作量较多的翼片20的外周侧时,叶轮10的效率降低。在此,通过如实施方式1那样形成翼片20的前缘部21侧的形状,利用通过压力面25中的径向中间部28与前缘侧第一停留点40a之间的区域的空气的流动,能够抑制该紊乱的气流向翼片20的外周侧流动。另外,通过如本实施方式3那样形成翼片20的后缘部22侧的形状,即使在

翼片20的后缘部22侧,也能够抑制该紊乱的气流向翼片20的外周侧流动。其结果,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0090] 详细地说,在翼片20的后缘部22侧,通过压力面25中的径向中间部28与后缘侧第一停留点41a之间的区域的空气受到朝向翼片20的外周侧的力。另一方面,在翼片20的后缘部22侧,通过压力面25中的后缘侧第一停留点41a与后缘侧第二停留点41b之间的区域的空气受到朝向轮毂部12侧的力。通过这些力,由轮毂部12的表面的剥离产生的紊乱的气流从后缘侧第一停留点41a周边向翼片20的后方流出。因此,通过如本实施方式3那样形成翼片20的后缘部22侧的形状,即使在翼片20的后缘部22侧,也能够抑制该紊乱的气流向翼片20的外周侧流动。其结果,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0091] 另外,在本实施方式3中,在后缘侧跨度线27c上的跨度方向截面中,后缘侧第二停留点41b与外周缘部23之间的翼片高度 $h$ 如上所述,从后缘侧第二停留点41b朝向外周缘部23单调增加。由此,通过与翼片20的前缘部21侧的形状的关系,能够增大翼片20的工作量大的翼片20的外周侧的翼片面积,因此能够降低施加在叶轮10上的转矩。其结果,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0092] 实施方式4

[0093] 通过对实施方式1~实施方式3所示的叶轮10的翼片20追加本实施方式4所示的形状,能够进一步提高叶轮10的效率。另外,在本实施方式4中,没有特别记述的项目与实施方式1~实施方式3中的任一个相同。

[0094] 图11是将本实施方式4的叶轮的翼片通过以该叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断而成的剖视图。

[0095] 在说明本实施方式4的叶轮10的翼片20的形状时,如图11那样定义 $L$ 。具体而言,将以旋转轴11为中心的圆筒截面中的从翼片20的前缘部21到后缘部22的直线距离设为 $L$ 。另外,如上所述,在沿旋转轴11方向观察叶轮10时,在通过翼片20上的径向上,将从旋转轴11到翼片20上的任意点的距离设为 $r$ 。另外,如上所述,在沿旋转轴11方向观察叶轮10时,在通过翼片20上的径向上,将从旋转轴11到内周缘部24的距离设为 $r_1$ ,将从旋转轴11到外周缘部23的距离设为 $r_2$ 。另外,如上所述,设 $v = (r - r_1) / (r_2 - r_1)$ 。并且,设 $\sigma = L / r$ 。

[0096] 在这样定义的情况下,本实施方式4的叶轮10的翼片20在 $0.5 \leq v < 0.75$ 的范围内具有 $\sigma$ 的最小值 $\sigma_{\min}$ ,在 $0.75 \leq v < 1$ 的范围内具有 $\sigma$ 的最大值 $\sigma_{\max}$ 。由此,能够相对于径向中间部28周边增加外周缘部23周边的翼片面积,因此能够在占翼片20整体的工作量较多的翼片20的外周侧进一步增加工作量。因此,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0097] 图12是表示本实施方式4的叶轮中的 $\sigma_{\max}$ 相对于 $\sigma_{\min}$ 之比与效率的关系的图。

[0098] 如图12所示,如果 $1.4 \leq \sigma_{\max} / \sigma_{\min} \leq 2.2$ ,则能够使本实施方式4的叶轮10成为高效率的叶轮。

[0099] 实施方式5

[0100] 通过对实施方式1~实施方式4所示的叶轮10的翼片20追加本实施方式5所示的形状,能够进一步提高叶轮10的效率。另外,在本实施方式5中,没有特别记述的项目与实施方式1~实施方式4中的任一个相同。

[0101] 图13~图15是将本实施方式5的叶轮的翼片通过以该叶轮的旋转轴为中心的圆筒截面切断而成的剖视图。

[0102] 因此,在图13~图15中,纸面上下方向表示沿着旋转轴11的方向。另外,在图13~图15中,纸面上侧为叶轮10的吸入侧,纸面下侧为叶轮10的吹出侧。详细地说,图13是将本实施方式5的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的XIV-XIV截面的位置切断而成的剖视图。即,图13是将本实施方式5的叶轮10的翼片20的比径向中间部28靠内周缘部24侧的位置通过以旋转轴11为中心的圆筒截面切断而成的剖视图。另外,图14是将本实施方式5的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的XV-XV截面的位置切断而成的剖视图。即,图14是将本实施方式5的叶轮10的翼片20中的径向中间部28的位置通过以旋转轴11为中心的圆筒截面切断而成的剖视图。另外,图15是将本实施方式5的叶轮10的翼片20在相当于图2所示的XVI-XVI截面的位置切断而成的剖视图。即,图15是将本实施方式5的叶轮10的翼片20的比径向中间部28靠外周缘部23侧的位置通过以旋转轴11为中心的圆筒截面切断而成的剖视图。

[0103] 如图13~图15所示,在本实施方式5的叶轮10中,以旋转轴11为中心的圆筒截面中的翼片20的形状在从内周缘部24到外周缘部23的任意的任意的位置,都成为叶轮10的吸入侧凸出且在前缘部21和后缘部22之间不具有拐点的形状。换言之,在本实施方式5的叶轮10中,以旋转轴11为中心的圆筒截面中的翼片20的形状在整体上叶轮10的吸入侧凸出。进一步换言之,在本实施方式5的叶轮10中,以旋转轴11为中心的圆筒截面中的翼片20的形状在整体上叶轮10的吹出侧凹陷。

[0104] 假设在以旋转轴11为中心的圆筒截面中,在靠近翼片20的后缘部22的位置,存在向叶轮10的吹出侧凸出的凸部。在这种情况下,由于在比该凸部靠后缘部22侧不进行翼片20的工作,所以叶轮10的升压量变小。与此相对,在本实施方式5的叶轮10中,以旋转轴11为中心的圆筒截面中的翼片20的形状在整体上叶轮10的吸入侧凸出。即,在本实施方式5的叶轮10中,以旋转轴11为中心的圆筒截面中的翼片20的形状在整体上叶轮10的吹出侧凹陷。因此,本实施方式5的叶轮10能够增大升压量。因此,通过将本实施方式5所示的形状追加到翼片20,能够进一步提高叶轮10的效率。

[0105] 实施方式6

[0106] 在本实施方式6中,介绍具备实施方式1~实施方式5中任一个所示的叶轮10的送风机100的一例。另外,在本实施方式6中,没有特别记述的项目与实施方式1~实施方式5中的任一个相同。

[0107] 图16是将本实施方式6的送风机以与叶轮的旋转轴平行的截面切断而成的剖视图。

[0108] 另外,图16所示的叶轮10简略地图示了该叶轮10。因此,关于叶轮10的详细形状,参照实施方式1~实施方式5。另外,图16所示的虚线的叶轮10表示能够配置叶轮10的界限的位置。另外,在图16中,纸面下侧为送风机100的吸入侧,即叶轮10的吸入侧。另外,在图16中,纸面上侧为送风机100的吹出侧,即叶轮10的吹出侧。

[0109] 如在实施方式1中也说明的那样,送风机100具备叶轮10和包围该叶轮10的外周的喇叭口81。叶轮10是实施方式1~实施方式5中任一个所示的叶轮10。喇叭口81呈大致圆筒形状。

[0110] 另外,在本实施方式6中,喇叭口81的叶轮10的吹出侧的端部81a成为随着朝向该喇叭口81的外部而直径变大的结构。以图16的纸面方向进行说明,喇叭口81的端部81a成为随着朝向纸面下侧而直径变大的结构。但是,端部81a的该形状是端部81a的形状的一例。喇

喇叭口81的端部81a只要是随着朝向该喇叭口81的外部而直径不变小的结构即可。

[0111] 同样,在本实施方式6中,喇叭口81的叶轮10的吸入侧的端部81b成为随着朝向该喇叭口81的外部而直径变大的结构。以图16的纸面方向进行说明,喇叭口81的端部81b成为随着朝向纸面上侧而直径变大的结构。但是,端部81b的该形状是端部81b的形状的一例。喇叭口81的端部81b只要是随着朝向该喇叭口81的外部而直径不变小的结构即可。

[0112] 如上所述,实施方式1~实施方式5中任一项所示的叶轮10能够实现效率的提高和噪声的降低这双方。因此,具备这样的叶轮10的送风机100也能够实现效率的提高和噪声的降低这双方。

[0113] 另外,喇叭口81也可以在旋转轴11方向上不需要包围叶轮10的外周的整个区域而包围叶轮10的外周的一部分。以下,对能够实现能够得到效率的提高和噪声的降低这双方的效果的送风机100的叶轮10相对于喇叭口81的配置位置进行说明。

[0114] 如图16所示,将喇叭口81的旋转轴11方向的高度设为 $H_b$ 。另外,将与旋转轴11垂直且从喇叭口81在旋转轴11方向上自喇叭口81的端部81b分离了 $0.5H_b$ 的假想平面作为吸入侧假想平面82。另外,将与旋转轴11垂直且从喇叭口81在旋转轴11方向上自喇叭口81的端部81a分离了 $0.5H_b$ 的假想平面作为吹出侧假想平面83。在这样定义的情况下,叶轮10配置在吸入侧假想平面82和吹出侧假想平面83之间即可。如果在该位置配置叶轮10,则能够实现能够得到效率的提高和噪声的降低这双方的效果的送风机100。

[0115] 实施方式7

[0116] 在本实施方式7中,介绍具备实施方式1~实施方式5中任一个所示的叶轮10的空气调节机200的一例。另外,在本实施方式7中,没有特别记述的项目与实施方式1~实施方式6中的任一个相同。

[0117] 图17是表示本实施方式7的空气调节机的立体图。

[0118] 另外,在图17中,作为空气调节机200,示出了将实施方式1~实施方式5中任一个所示的叶轮10搭载在大楼用多功能空调的室外机上的例子。

[0119] 空气调节机200具备实施方式1~实施方式5中任一项所示的叶轮10和进行由叶轮10供给的空气与在内部流通的制冷剂的热交换的热交换器204。另外,在本实施方式7中,空气调节机200具备收纳热交换器204的框体203。

[0120] 框体203呈大致长方体的箱形形状。在框体203的上部形成有用于将框体203内的空气排出到框体203外的吹出口202。在该吹出口202上设有喇叭口81。而且,在喇叭口81的内周侧配置有叶轮10。即,由该喇叭口81和叶轮10构成送风机100。

[0121] 在框体203的各侧面形成有用于将室外空气吸入框体203内的吸入口201。另外,吸入口201不需要形成在框体203的所有的侧面。吸入口201也可以仅形成在框体203的一部分的侧面。

[0122] 热交换器204在框体203的内部配置在从吸入口201到吹出口202的风路内。在本实施方式7中,热交换器204以与吸入口201相向的方式配置。

[0123] 当叶轮10旋转时,室外空气从吸入口201被吸入框体203内。而且,当被吸入到框体203内的该室外空气通过热交换器204时,该室外空气与在热交换器204中流动的制冷剂进行热交换。具体而言,在制冷运转时,在热交换器204中流动的制冷剂将从室内空气吸收的热向室外空气放出。另外,在制热运转时,在热交换器204中流动的制冷剂从室外空气吸收

用于加热室内空气的热。

[0124] 以上,本实施方式7的空气调节机200具备实施方式1~实施方式5中任一项所示的叶轮10、和进行由叶轮10供给的空气与在内部流通的制冷剂之间的热交换的热交换器204。如上所述,实施方式1~实施方式5中任一项所示的叶轮10能够实现效率的提高和噪声的降低这双方。因此,具备这样的叶轮10的空气调节机200能够提高电力效率,并且能够降低噪声。

[0125] 附图标记的说明

[0126] 10叶轮、11旋转轴、12轮毂部、12a轮毂中间点、20翼片、21前缘部、22后缘部、23外周缘部、23a外周前端部、23b外周后端部、24内周缘部、24a内周前端部、24b内周后端部、25压力面、26负压面、27a前缘侧跨度线、27b中间跨度线、27c后缘侧跨度线、28径向中间部、30翼片端涡流、40a前缘侧第一停留点、40b前缘侧第二停留点、40c前缘侧第三停留点、41a后缘侧第一停留点、41b后缘侧第二停留点、42轮毂中间假想平面、51a前缘侧第一凹部、51b前缘侧凸部、51c前缘侧第二凹部、52a前缘侧第一拐点、52b前缘侧第二拐点、53a后缘侧凸部、53b后缘侧凹部、54后缘侧拐点、80壳体、81喇叭口、81a端部、81b端部、82吸入侧假想平面、83吹出侧假想平面、100送风机、200空气调节机、201吸入口、202吹出口、203框体、204热交换器。

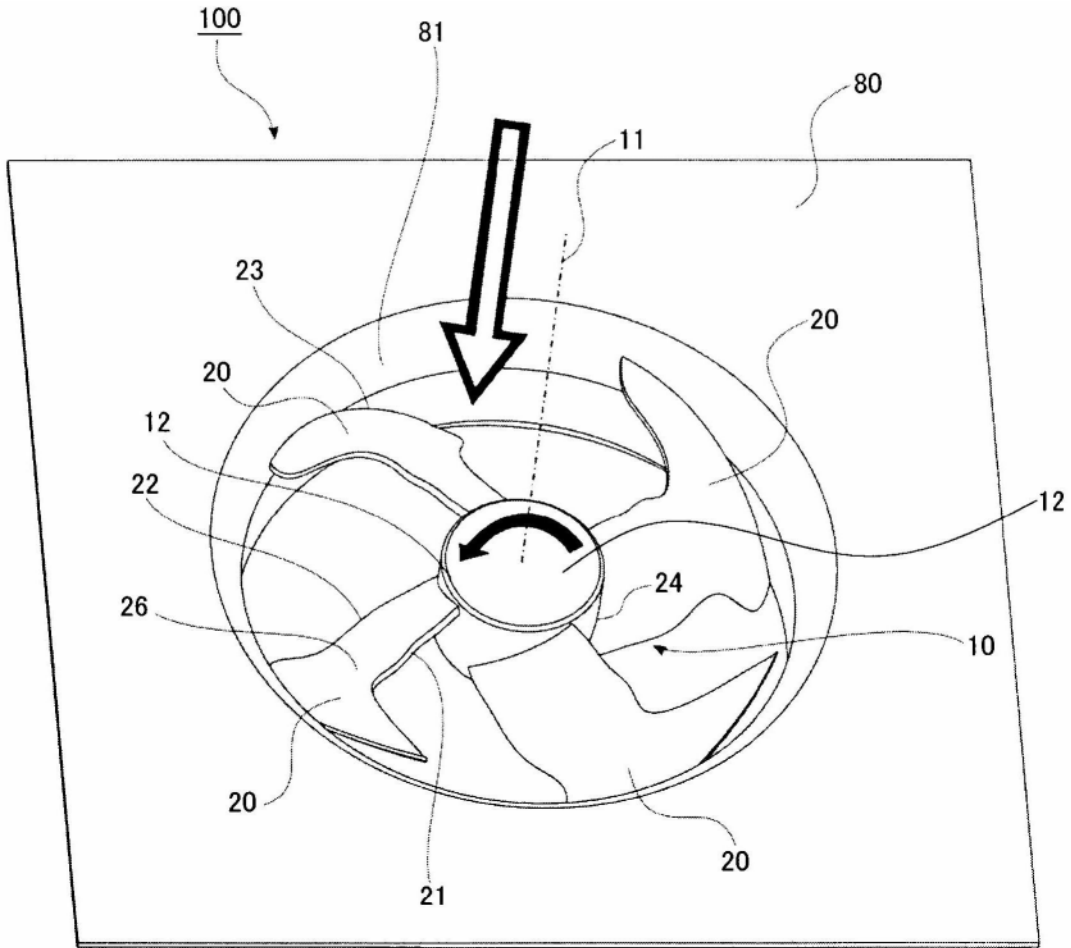


图1

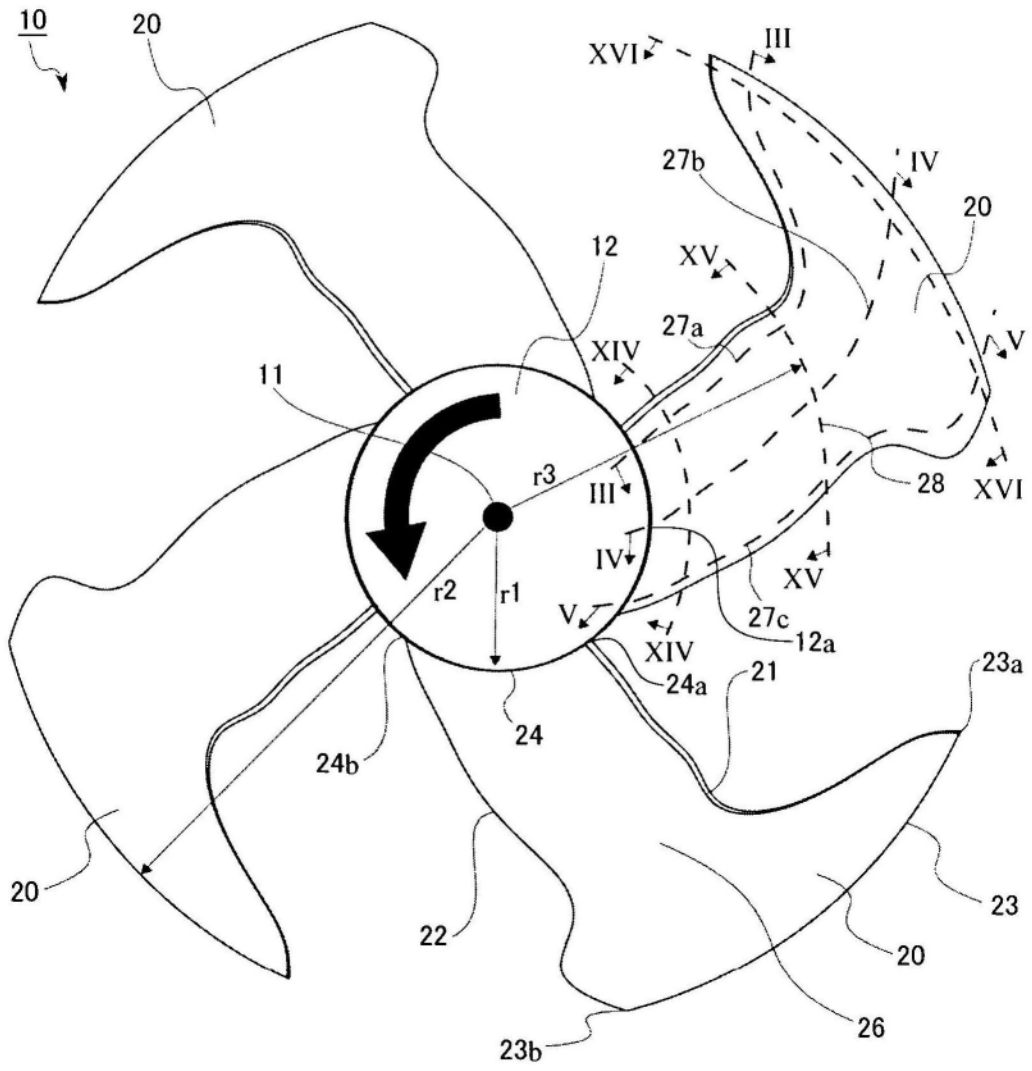


图2

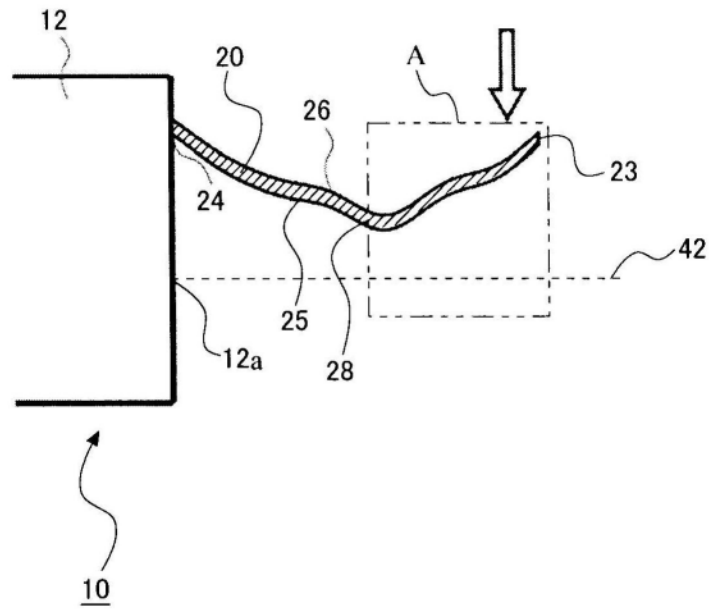


图3

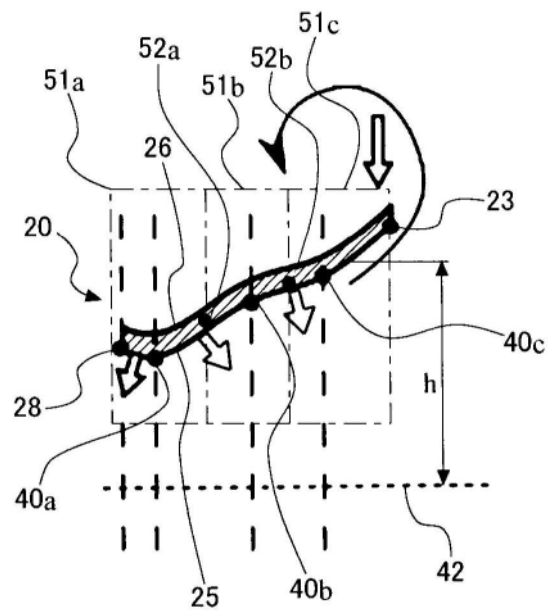


图4

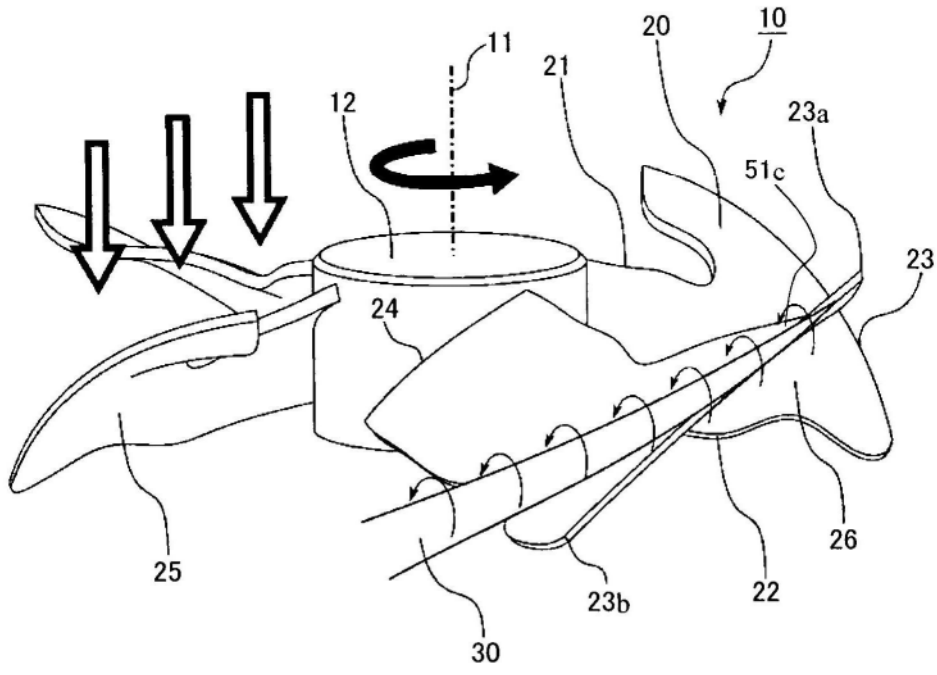


图5

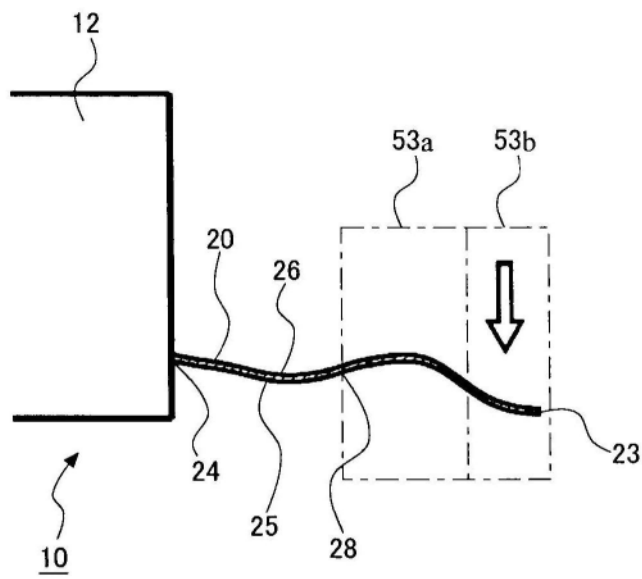


图6

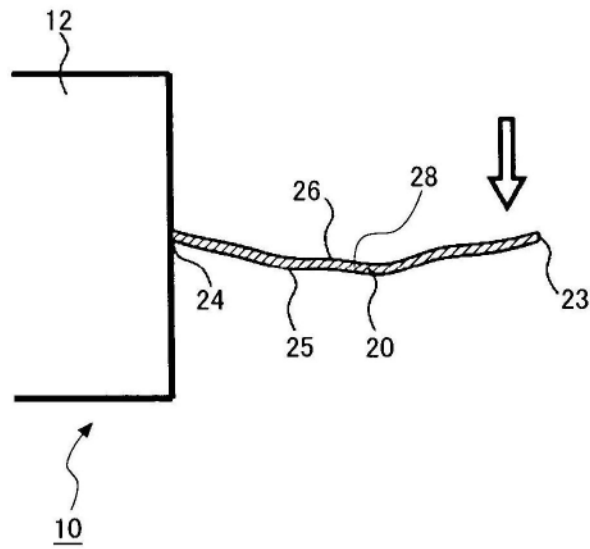


图7

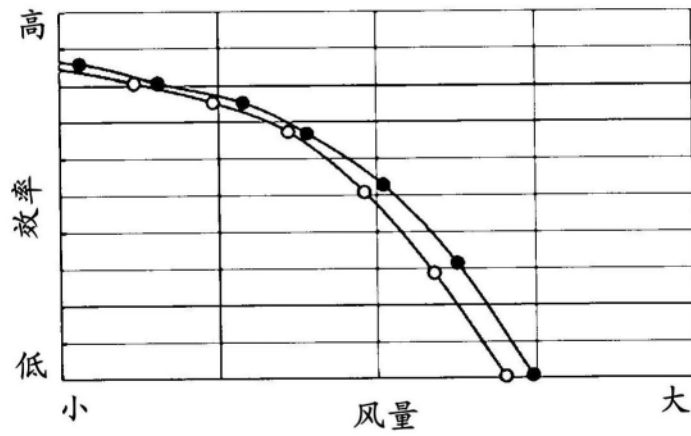


图8

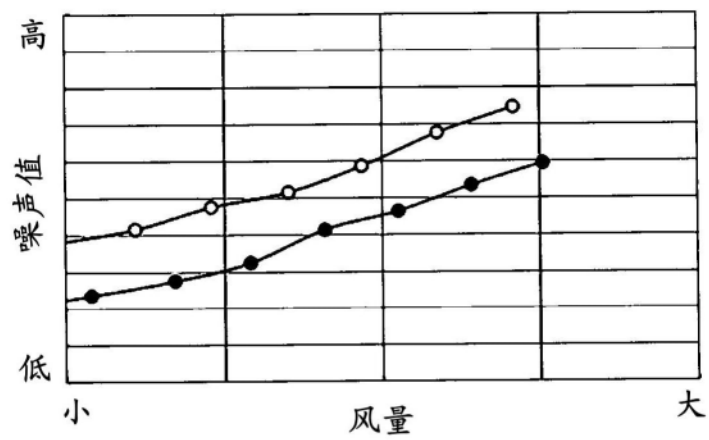


图9

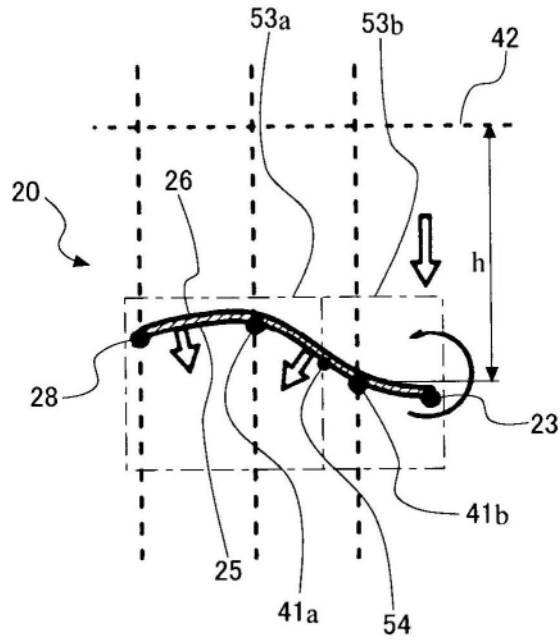


图10

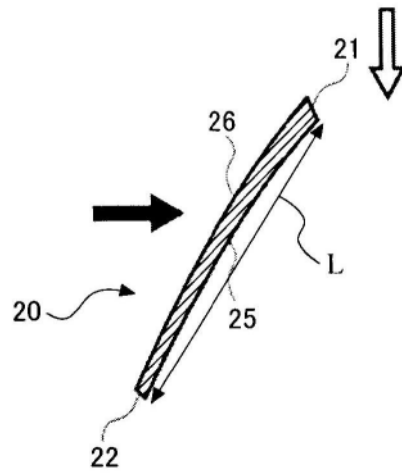


图11

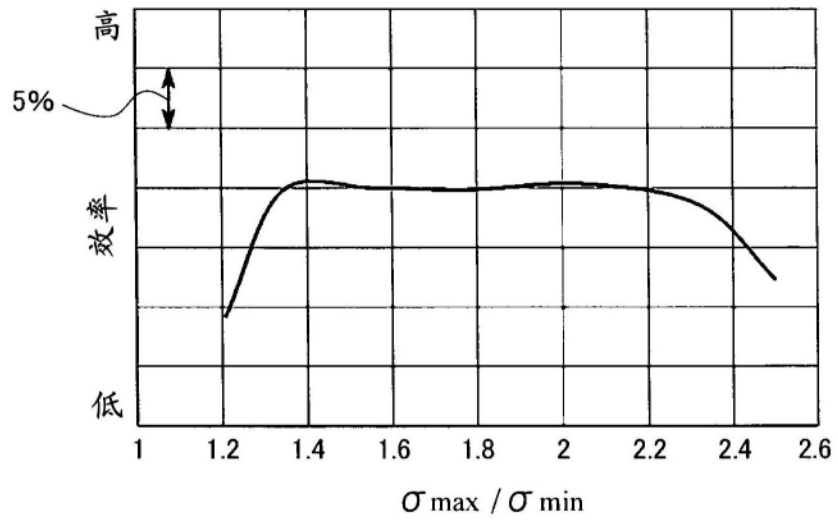


图12

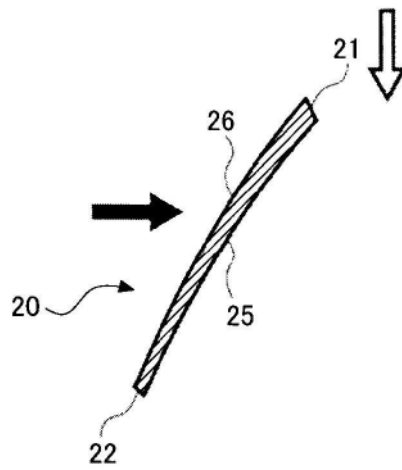


图13

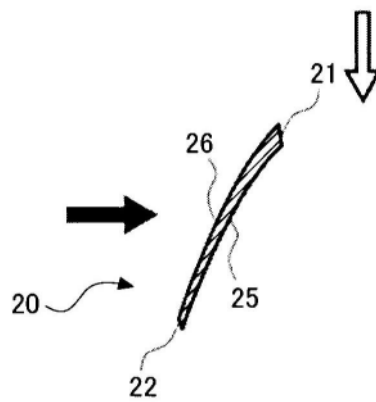


图14

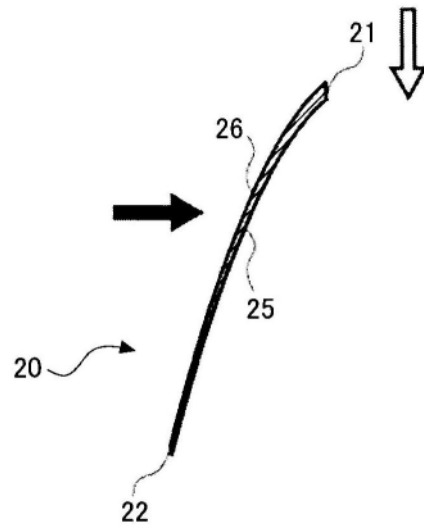


图15

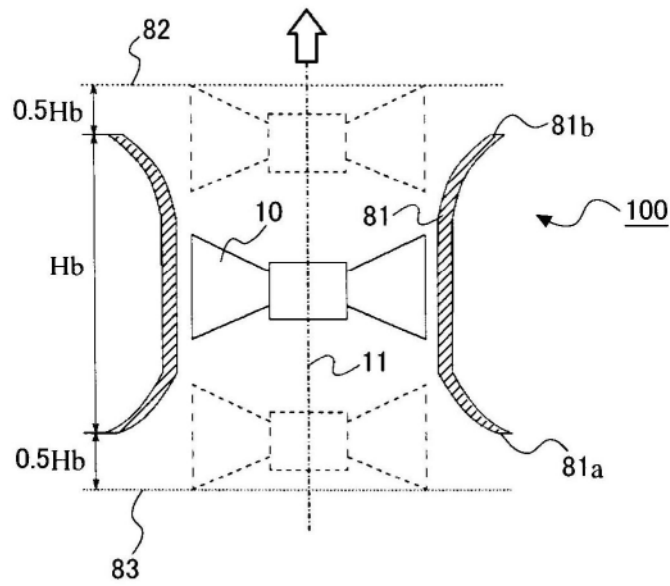


图16

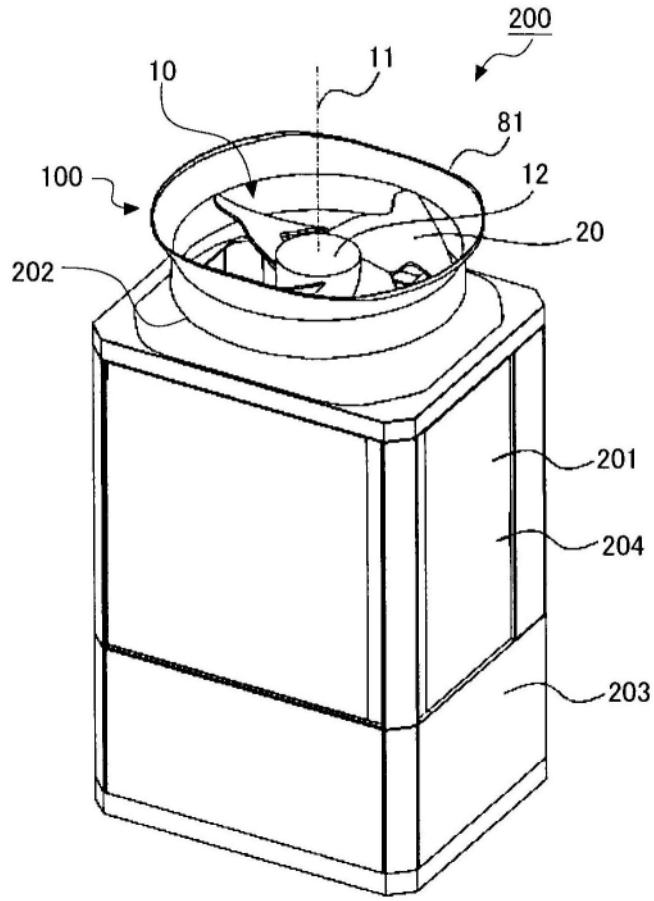


图17