

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03800551.4

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1254611C

[22] 申请日 2003.2.19 [21] 申请号 03800551.4

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 28 [33] JP [31] 54921/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/001825 2003.2.19

[87] 国际公布 WO2003/072948 日 2003.9.4

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.29

[71] 专利权人 大金工业株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 江口晃弘 佐藤诚司

审查员 高 阳

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 王维宁

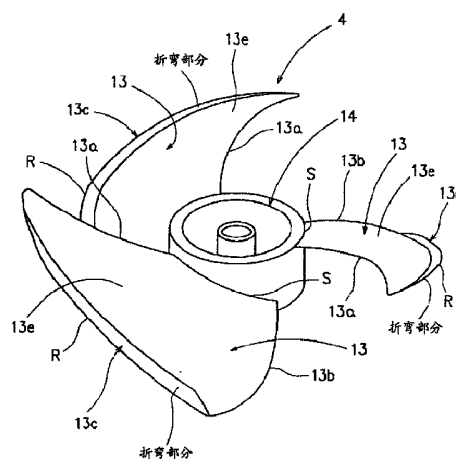
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 23 页

[54] 发明名称

送风机

[57] 摘要

本发明提供了一种送风机，它具有成为旋转中心的轮毂（14），以及设置在上述轮毂（14）的外圆周面上，并且其前缘（13a）和后缘（13b）的外圆周端部 R 的位置处于旋转方向的前方的若干片叶片（13、13、13）。上述各叶片（13、13、13）各自的外圆周部分（13c），在吸入侧折弯，以形成开始泄漏气流的起点，并且，上述折弯部分的半径方向的宽度 W，从上述前缘（13a）附近一直到后缘（13b）附近，逐渐增大。而且，从位置在旋转方向前方的叶片（13）所产生的翼端涡流（ $\beta$ ），与从位于旋转方向 F 后方的叶片（13）的压力面上剥离的涡流相抵消，减少了排出的涡流。



1. 一种送风机，它具有成为旋转中心的轮毂（14），以及设置在上述轮毂（14）的外圆周面上的若干片叶片（13），并且叶片的前缘（13a）  
5 和后缘（13b）两方在外圆周上的端部都比其在内圆周上的端部处于旋转方向更前方的位置上，其特征在于，

上述各叶片（13）各自的外圆周部分（13c）向吸入侧折弯，形成气流开始泄漏的起点，并且，上述折弯部分的半径方向的宽度 $(w)$ 从上述前缘（13a）附近到后缘（13b）附近逐渐增大。

- 10 2. 如权利要求1所述的送风机，其特征在于，上述折弯部分的半径方向的宽度 $(w)$ 是从该叶片（13）的轮毂一侧的底端到半径方向的外圆周端部（R）的长度 $L_a$ 的25%以下。

3. 如权利要求1所述的送风机，其特征在于，在任意一条叶片半径 $r$ 上的翼弦线（C）上，以该翼弦线（C）的弧长为 $L_o$ ，以该翼弦线（C）  
15 上的任意点为P，以从该翼弦线上的叶片前缘（13a）到同一个任意点P的弧长为L，另一方面，以从叶片（13）的轮毂一侧的底端（S）通过上述任意点P延伸到外圆周端部（R）的半径方向的曲线为K，而且，在该曲线K的任一点上，上述长度L和长度 $L_o$ 之比 $L / L_o$ 都相等，然后，  
20 在将该曲线K旋转投影在包含旋转中心轴线O的平面上的曲线K'上，把在叶片（13）的外圆周部分（13c）向吸入侧开始折弯的点Q与叶片（13）的外圆周端部连接起来的直线Q-R，与曲线K'中从上述Q点看起靠近叶片（13）的内圆周一侧的那一部分在上述Q点上的切线A—A'上所成的角度作为折弯角度 $\theta$ 时，

- 使得这个折弯角度 $\theta$ 从叶片（13）的外圆周端部（R）的前缘（13a）  
25 附近一直到后缘（13b）附近逐渐变化。

4. 如权利要求3所述的送风机，其特征在于，上述曲线K'在轮毂侧的底端（S）到外圆周端部（R）之间，具有在吸入侧呈直线状的内圆周部分，在吸入侧呈凸出状的中央部分，和朝向吸入侧呈折弯状的外圆周部分，并且在整体上呈钩子形状。

5. 如权利要求3所述的送风机，其特征在于，上述曲线K'在从轮毂侧的底端(S)到外圆周端部(R)之间，具有在吸入侧呈凹进状的内圆周部分，在吸入侧呈凸出状的中央部分，和朝向吸入侧呈折弯状的外圆周部分，并且在整体上呈钩子形状。

5        6. 如权利要求3或4或5所述的送风机，其特征在于，在曲线K'上的叶片外圆周部分(13c)的折弯部分，和与旋转中心轴线O垂直相交的平面之间所成的角度 $\theta_2$ 小于或等于90度。

7. 如权利要求1到5中任何一项权利要求所述的送风机，其特征在于，只在叶片外圆周端部(R)的叶片压力面(13d)一侧形成弧形面。

10       8. 如权利要求6所述的送风机，其特征在于，只在叶片外圆周端部(R)的叶片压力面(13d)一侧形成弧形面。

9. 如权利要求7所述的送风机，其特征在于，当叶轮外圆周附近的叶片(13)的厚度为t时，在叶片外圆周端部(R)的叶片压力面(13d)一侧所形成的弧形面的曲率半径大于或等于t，而小于或等于3t。

15       10、如权利要求8所述的送风机，其特征在于，当叶轮外圆周附近的叶片(13)的厚度为t时，在叶片外圆周端部(R)的叶片压力面(13d)一侧所形成的弧形面的曲率半径大于或等于t，而小于或等于3t。

11. 如权利要求1所述的送风机，其特征在于，这种送风机组装在空调机用的室外机中。

## 送风机

## 5 技术领域

本发明涉及螺旋桨风扇之类的送风机的结构。

## 背景技术

通常，作为在空调机中的室外机部件中使用的送风机，大都是诸如  
10 螺旋桨风扇之类的轴流式送风机。采用这种螺旋桨风扇之类的送风机的  
空调机用的室外机部件的构成如图 16~18 所示。

如图 16~18 所示，上述空调机用的室外机部件的构成，是在主体外  
壳 1 内部的背面吸气口 10a 一侧的换热器 2 的空气流下游，布置了送风  
部件 3。这种送风部件 3 由下列各部分构成：轴流式风机的螺旋桨风扇 4；  
15 位于上述螺旋桨风扇 4 的外圆周上，把上述螺旋桨风扇 4 的后方的吸气  
区域 X 与前方的排气区域 Y 分割开来的喇叭口 5；以及位于上述螺旋桨风  
扇 4 的排气口（前方一侧）的风扇保护器 6。

上述主体外壳 1 在其背面形成了背面吸气口 10a，在其任何一方的侧  
面上，形成了侧面吸气口 10b。此外，在上述主体外壳 1 内部用隔板 7 分  
20 隔成换热室 8 和机械室 9 两个室。在上述换热室 8 内，设有横断面形状  
呈 L 字形，对着背面吸气口 10a 和侧面吸气口 10b 的换热器 2，以及位于  
该换热器 2 的下游一侧的上述送风部件 3。另一方面，在上述机械室 9 内，  
设有压缩机 11 和其它部件。驱动上述螺旋桨风扇 4 转动的风扇电机 12  
支承并固定在风扇电机安装架上，该风扇电机安装架设置在上述换热器 2  
25 的下游一侧，未在图中表示。

此外，例如，如图 19 所示，上述螺旋桨风扇 4 连接固定在上述风扇  
电机 12 的驱动轴 12a 上，由成为上述螺旋桨风扇 4 的旋转中心的轮毂 14，  
以及设置在该轮毂 14 的外圆周面上，与其成为一体的许多片叶片 13、13、  
13 所构成。这些叶片 13、13、13 分别在各叶片 13 的前缘 13a 和后缘 13b

部分上,形成了送风性能很高的前进叶片,这种前进叶片的外圆周端部 R 在叶片上的位置,要比在同一片叶片上轮毂一侧的基端 S(即内圆周一端)的位置更处于旋转方向 F 的前方。

可是,在室外机部件具有上述那样的结构的情况下,除了上述螺旋  
5 桨风扇 4 本身产生的噪音之外,从上述螺旋桨风扇 4 排出的气流与风扇保护器 6 等下游的结构件的冲撞,也成了产生噪音的根源,从而使得运转时的噪音很大。

因此,为了在使用以上那样的螺旋桨风扇之类的送风机来构成空调机室外机部件中的送风机时,减小总的噪音,迄今为止,例如,都是对  
10 螺旋桨风扇叶片的翼面形状最佳化,以及优化空气动力性能的加厚叶片之类的对策进行讨论。可是,仅仅采用这样一些方式使其静音化,就不可能解决以下的问题。

即,例如,在图 20 那样的叶片结构的螺旋桨风扇 4 中,当叶片 13 旋转时,在叶片 13 的外圆周部分 13c 这一侧,会产生从压力高的压力面  
15 13d 这一侧向压力低的负压面 13e 一侧回流进来的气流  $\alpha$ ,由于这种气流  $\alpha$ ,形成了图中所示那样的翼端涡流  $\beta$ 。而且,由于这种翼端涡流  $\beta$  而形成的排出气流的紊乱,例如,如图 21 和图 22 所示,将随着向下游侧行进而层叠起来,并逐渐增大,并且,不久就离开叶片 13 的负压面 13e,而与相邻叶片 13、13 的压力面 13d、13d 或者上述喇叭口 5 的内圆周面,  
20 或者成为送风机下游一侧的结构件的风扇保护器 6 等等发生干涉,由此而使噪音更加增大。特别是,如图 22 所示,脱离上述叶片 13 的负压面 13e 的翼端涡流  $\beta$ ,由于以上所说的原因,与相邻的叶片 13、13 之间发生了干涉,更加增大了气流的紊乱,最后,从送风机的下游侧排出。这样,就进一步增大了噪音。

25 这种现象,例如,当为了减轻送风机的重量,使价格更便宜,而缩短上述叶片 13、13、13 的翼弦长度时,就特别显着。这是因为减小了这种叶片 13、13、13 原来的叶片栅效果,例如,如图 23 所示,使得翼端涡流  $\beta$  更加容易远离负压面 13e,从而比上述情况更早地与相邻叶片 13、13 发生干涉的缘故。

因此，本申请的发明人，首先提出了能抑制以上所说的翼端涡流，以便有效地减小螺旋桨风扇之类送风机的噪音的送风机（特愿2001-388966）。这种送风机，例如，如图24～图26所示，由于在送风机叶片13的外圆周部分13c上，设置了从其前缘附近一直到其后缘附近的，  
5 半径方向的宽度逐渐增大的翘曲部分，所以，不必改变叶片13整体的形状，就能可靠地减小翼端涡流。

即，该发明中的送风机，是一种具有作为图中所示的旋转中心的轮毂14，以及设置在上述轮毂14的外圆周面上，其前缘13a和后缘13b的外圆周上的端部都位于旋转方向前方的若干片叶片13、13、13的送风机，  
10 其特征在于，上述各叶片13、13、13各自的外圆周部分13c分别在吸入侧翘曲，而且，这个翘曲部分在半径方向上的宽度W是从前缘13a附近一直到后缘13b附近逐渐增大而形成的。

如上所述，在叶片13的前缘13a和后缘13b上，在旋转方向上外圆周端部的位置处于内圆周端部前方的，所谓前进叶片构成的螺旋桨风扇  
15 之类的送风机的叶片13中，当其外圆周部分13c的一部分向吸入侧翘曲时，例如，如图24所示的那样，在这片叶片13的外圆周端部R一侧，气流便沿着凸起的圆弧面形状的压力面13d，顺利地返回并进入凹进的圆弧面形状的负压面13e内。而且，翼端涡流 $\beta$ 的漩涡的直径小而稳定，在负压面13e上向叶片外圆周方向流动的气流，不会与上述翼端涡流 $\beta$   
20 发生干涉。

而且，当上述叶片的外圆周部分13c的翘曲部分的宽度W，如以上所说的那样，从叶片13的前缘13a附近一直到后缘13b附近逐渐增大时，例如，如图25所示的那样，与翼端涡流 $\beta$ 的漩涡直径从叶片13的前缘13a一直到后缘13b逐渐叠加增大相对应，就能从前缘13a到后缘13b顺  
25 利地发挥其作用。此外，所产生的翼端涡流 $\beta$ 也很难脱离叶片的负压面13e。

因此，例如，如图26所示，即使在为了减轻叶片的重量而缩短叶片的翼弦长度的情况下，翼端涡流 $\beta$ 也不会在相邻的叶片13、13、13之间互相发生干涉，而排向送风机的下游。结果，就有效地降低了送风机本

身的噪音。

确实，按照上述在先申请的案的结构，能够减小翼端涡流，并避免翼端涡流在相邻的叶片之间发生干涉。

可是，后来又发现，在这种结构中，在所产生的翼端涡流增大后将其向送风机下游排出这个问题上，还有改进的余地。

即，这种送风机，通常，当考虑用作上述空调机中室外机的送风机时，在正对这种送风机的下游，必然有风扇保护器之类的格栅结构的构件。因此，在组装在室外机中的状态下，从上述相邻叶片之间排出的漩涡便会受到格栅结构构件的干涉，并因此而产生噪音。

10

### 发明内容

本发明的目的，就是为了解决这个问题提供一种送风机，在这种送风机叶片的外圆周部分上，以从压力面一侧向负压面一侧的气流的泄漏点为起点，从其前缘附近一直到后缘附近设置半径方向的宽度逐渐增大的折弯部分，这样，就能在不改变叶片整体形状的前提下，减少翼端涡流，同时，还能可靠地抑制涡流向送风机下游一侧排出，因而，例如，即使组装在空调机用的室外机内时，也能有效地降低噪音。

15

为达到上述目的，本发明由具有以下各种能有效地解决问题的手段所构成。

20

#### (1) 第一解决手段

这种解决手段的送风机4具有下述部件：成为旋转中心的轮毂14；以及设置在上述轮毂14的外圆周面上的若干片叶片13、13、13，并且叶片13的前缘13a和后缘13b两方在外圆周上的端部R都比其在内圆周上的端部处于旋转方向更前方的位置上，其特征在于，上述各叶片13、13、13各自的外圆周部分13c向吸入侧折弯，形成开始泄漏气流的起点，并且，上述折弯部分的半径方向的宽度W，从上述前缘13a的附近一直到后缘13b附近逐渐增大。

25

这样，当各叶片13、13、13的外圆周部分13c在吸入侧折弯，成为气流从压力面一侧向负压面一侧开始泄漏的起点，并且，上述折弯部分的半径方向的宽度W，从上述前缘13a的附近一直到后缘13b附近逐渐增

30

大时，与上述翘曲部分的情况一样，在该叶片 13 的压力面 13d 一侧的气流，便沿着叶片外圆周部分一侧的斜面状的压力面 13d，顺利地同向也是斜面状的负压面 13e 内部回流。而且，由于从叶片 13 的压力面 13d 一侧回流到负压面 13e 一侧的气流所产生的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径小而且  
5 稳定，所以，在负压面 13e 一侧的向着叶片外圆周方向流动的气流  $\gamma$  不会与上述翼端涡流  $\beta$  互相干涉。

此外，当像以上所说的那样，从叶片 13 的前缘 13a 附近一直到后缘 13b 附近，上述叶片外圆周部分 13c 的折弯部分的宽度  $W$  逐渐增大时，这种作用将与涡流直径扩大后的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径相对应，从叶片 13  
10 的前缘 13a 一侧一直到后缘 13b 一侧逐渐叠加增大，从该前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧顺利地发挥它的效果，此外，所产生的翼端涡流  $\beta$  还难以脱离叶片的负压面 13e。

因此，例如，即使在为了减轻叶片 13 的重量而缩短翼弦的长度时，翼端涡流  $\beta$  也不会再在相邻的叶片 13、13、13 之间互相干涉。

15 另一方面，在这种结构中，与上述在先申请的例子中的翘曲部分的情况不同，上述叶片外圆周部分 13c 的边缘部分是以半径方向上规定的位置  $Q$  为起点，向着吸气一侧折弯的。因此，从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧的气流  $\alpha$  泄漏的起点  $Q$  就确定了，在该起点  $Q$  以后气流的泄漏量是恒定的，上述翼端涡流  $\beta$  也是稳定的。

20 此外，与此同时，在上述叶片外圆周部分 13c 的压力面 13d 这一侧，由于在上述起点  $Q$  之后所产生的剥离而生成纵向涡流  $\delta$ 。在某一片叶片 13 上所生成的纵向涡流  $\delta$ ，和在与该叶片 13 相邻的叶片 13 中位于送风机 4 旋转方向前方一侧所生成的翼端涡流  $\beta$ ，在各叶片 13 的后缘 13b 部分的附近，分别离开叶片表面而互相抵消了。而且，这种纵向涡流  $\delta$   
25 与翼端涡流  $\beta$  之间的互相抵消，也有效地消除了在先申请中成为问题的向下游方向排出涡流的缺点。

因此，有效地减少了从送风机 4 的叶轮向下游侧排出的涡流。其结果是，有效地减少了从组装在空调机用的室外机部件中的风扇保护器之类和从送风机 4 排出的涡流，以及由于与从送风机 4 排出的涡流发生干

涉而造成的噪音。

## (2) 第二解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第一种解决手段的构成中，上述折弯部分的半径方向的宽度  $W$ ，是从该叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 到半径方向外圆周端部 R 的长度  $La$  的 25% 以下。

这样，当折弯部分半径方向的宽度  $W$ ，在后缘附近的最大宽度定为从该叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 到外圆周端部 R 的长度  $La$  的 25% 以下时，就能在不使这种送风机 4 的送风性能降低的范围内，最有效地发挥上述抑制翼端涡流  $\beta$  和排出涡流的效果。

即，上述折弯部分虽然对抑制翼端涡流  $\beta$  和排出涡流有效，但并不影响送风性能。因此，把上述折弯部分的宽度  $W$  增大到必要的程度以上是徒劳的。所以，对于这种折弯部分的宽度  $W$ ，至少在后缘 13b 附近的最大宽度部分，在从该叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 到外圆周端部 R 的长度  $La$  的 25% 以下的范围内，最好根据这种叶片 13 外圆周端部 R 的前后长度来确定宽度的变化 ( $0 \leq W \leq 0.25 La$ )。即，对于这种折弯部分的宽度  $W$ ，即使是在后缘 13b 附近宽度最宽的部分，也要在从叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 到外圆周端部 R 的长度  $La$  的 25% 以下，而且，在叶片外圆周 R 的前后方向上，最好在  $0 \leq W \leq 0.25 La$  的范围内变化。

## (3) 第三解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第一种或第二种解决手段的构成中，在任意一条叶片半径  $r$  上的翼弦线 C 上，以该翼弦线 C 的弧长为  $Lo$ ，以该翼弦线 C 上的任意点为 P，以从该翼弦线上的叶片前缘 13a 到同一个任意点 P 的弧长为  $L$ ，另一方面，以从叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 通过上述任意点 P 延伸到外圆周端部 R 的半径方向的曲线为 K，而且，在该曲线 K 的任一点上，上述长度  $L$  和长度  $Lo$  之比  $L / Lo$  都相等，然后，在将该曲线 K 旋转投影在包含旋转中心轴线 O 的平面上的曲线 K' 上，把在叶片 13 的外圆周部分 13c 向吸入侧开始折弯的点 Q 与叶片 13 的外圆周端部 R 连接起来的直线 Q-R，与曲线 K' 中从上述 Q 点看起来靠近叶片 (13) 的内圆周一侧的那一部分在上述 Q 点上的切线 A-A' 所

成的角度作为折弯角度  $\theta$  时,使得这个折弯角度  $\theta$  从叶片 13 的外圆周端部 R 的前缘 13a 附近一直到后缘 13b 附近逐渐变化。

在第一或第二解决手段的构成中,对其折弯部分的折弯角度  $\theta$  作出了上述定义,并且,在上述条件下,当这个角度根据叶片 13 的形态进行变化,即,从叶片 13 的外圆周端部 R 的前缘 13a 附近一直到后缘 13b 附近逐渐增大,或者逐渐减小时,就能有效地发挥上述第一或第二解决手段中可能达到的抑制翼端涡流  $\beta$  和排出涡流的效果。

即,一般说来,压力面 13d 与负压面 13e 的压力差是从叶片 13 的前缘 13a 一直到后缘 13b 逐渐增大的,与压力差增大的同时,气流从压力面 13d 一侧向负压面 13e 的回流(气流方向的变化)的强度,也随着接近后缘而逐渐增大。

针对以上情况,如果在上述叶片 13 的外圆周部分 13c 上的折弯角度  $\theta$ ,例如,是从前缘 13a 到后缘 13b 逐渐增大的(折弯部分的倾斜角增大),那么,当在叶片 13 的外圆周部分 13c 上形成的折弯部分的负压面 13e 一侧,稳定地生成上述那样的翼端涡流  $\beta$  时,就能尽可能地减小所产生的翼端涡流  $\beta$  的规模,从而能减少所排出的涡流。

另一方面,与此相反,如果使折弯角度  $\theta$  从前缘 13a 到后缘 13b 逐渐减小(折弯部分的倾斜角减小),则随着翼端涡流  $\beta$  向后缘 13b 一侧的方向上逐渐增大,折弯角度  $\theta$  便逐渐减小。因此,在采用这种结构的情况下,就能切实保持在叶片 13 的外圆周部分 13c 上形成的折弯部分的负压面 13e 一侧的翼端涡流  $\beta$ ,从而有效地防止相邻的叶片 13 与翼端涡流  $\beta$  的干涉。

其结果是,由于从前缘 13a 到后缘 13b 使叶片外圆周部分 13c 上的折弯角度  $\theta$  逐渐变化,就能够有效地防止因翼端涡流  $\beta$  和排出涡流而造成的空调机工作时的噪音。

#### (4) 第四解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是,在上述第三种解决手段的构成中,上述曲线 K' 在轮毂侧的底端 S 到外圆周端部 R 之间,具有在吸入侧呈直线状的内圆周部分,在吸入侧呈凸出状的中央部分,和朝向吸入侧

呈折弯状的外圆周部分，并且在整体上呈钩子形状。

当叶片 13 上的曲线 K' 做成具有上述形状时，由于上述内圆周部分的形状呈直线状，所以由于旋转时的离心力而在该叶片 13 的负压面 13e 一侧所产生的向着叶片外圆周端部 R 方向的气流，不是从该负压面 13e 剥离开来，而是沿着（附着在）该负压面 13e 稳定地流动，因此，这种气流就不会干涉翼端涡流  $\beta$ 。

此外，由于上述中央部分的形状呈向吸入侧凸出的形状，在叶片压力面 13d 一侧，事先就减小了从压力面 13d 流向负压面 13e 一侧的气流的流速。结果，就能把由于该气流所形成的翼端涡流  $\beta$  本身的规模控制得很小。

还有，在这种解决手段中，其外圆周的端部是向吸入侧折弯的。因此，该叶片 13 的压力面 13d 一侧的气流，就沿着叶片外圆周部分 13c 上的倾斜面状的压力面 13d 顺利地向同样也是倾斜面状的负压面 13e 内回流。而且，翼端涡流  $\beta$  的涡流直径变得更小而且稳定，所以流向负压面 13e 一侧的叶片外圆周端部 R 的气流的流动也就不会与上述翼端涡流  $\beta$  发生干涉。

#### （5）第五解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第三种解决手段的构成中，上述曲线 K' 在从轮毂侧的底端 S 到外圆周端部 R 之间，具有在吸入侧呈凹进状的内圆周部分，在吸入侧呈凸出状的中央部分，和朝向吸入侧呈折弯状的外圆周部分，并且在整体上呈钩子形状。

当叶片 13 做成具有上述曲线 K' 的形状时，由于上述内圆周部分的形状呈向吸入侧凹进的形状，所以由于旋转时的离心力而在该叶片 13 的负压面 13e 一侧所产生的向着叶片外圆周端部 R 方向的气流，不会从该负压面 13e 剥离开来，而是沿着（附着在）该负压面 13e 稳定地流动，因此，这种气流就不会与翼端涡流  $\beta$  发生干涉。

此外，由于上述中央部分的形状为向吸入侧凸出的形状，所以在叶片压力面 13d 一侧，事先就减小了从压力面 13d 流向负压面 13e 一侧的气流的流速。结果，就能把由于该气流所形成的翼端涡流  $\beta$  本身的规模

控制在很小的规模上。

还有,在这种解决手段中,叶片 13 的外圆周的部分 13c 是向吸入侧折弯的。因此,该叶片 13 的压力面 13d 一侧的气流,就沿着叶片外圆周部分 13c 上的倾斜面状的压力面 13d,顺利地同样也是倾斜面状的负压面 13e 内回流。而且,由于翼端涡流  $\beta$  的涡流直径变得更小而且稳定了,所以流向负压面 13e 一侧的叶片外圆周端部 R 的气流的流动也就不会与上述翼端涡流  $\beta$  发生干涉。

而且,如上所述,当上述叶片的外圆周部分 13c 的折弯部分的宽度 W,从叶片 13 的前缘 13a 附近到后缘 13b 附近逐渐增大时,这种叶片外圆周端部的作用,便与涡流直径扩大的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径相对应,从该叶片 13 的前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧逐渐层叠增大,进一步发挥其从该前缘 13a 一侧到后缘 13b,顺利地对气流进行导向的功能。此外,所产生的翼端涡流  $\beta$  更加难于离开叶片的负压面 13e。

这样,如上所述,例如,即使是为了使叶片 13 减轻重量而缩短翼弦的长度时,所产生的翼端涡流  $\beta$  不会在相邻叶片 13、13、13 之间互相发生干涉,向送风机 4 下游排出的涡流也减少了。

其结果是,在这种解决手段的构成中,有效地把以上各种作用组合在一起,就能特别有效地减小空调机用的室外机部件工作时的噪音。

#### (6) 第六解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是,在上述第三或第四或第五解决手段的构成中,在上述曲线 K' 上的叶片外圆周部分 13c 的折弯部分,和与旋转中心轴线 O 垂直相交的平面之间所成的角度  $\theta_2$  小于或等于 90 度。

在以上所述的,用合成树脂成形法制造前倾角很大的叶片 13 时,出模会很困难,成形的效率很低。

可是,当按照以上所说的,在上述第三或第四或第五的解决手段的构成中,使上述曲线 K' 上的叶片外圆周部分 13c 的折弯部分,和与旋转中心轴线 O 垂直相交的平面所成的角度  $\theta_2$  小于或等于 90 度时,就能具有适当的拔模斜度,使成形作业变得容易,也提高了成形的效率。

#### (7) 第七解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第一到第六解决手段中的任何一种构成中，只在叶片外圆周端部 R 的叶片的压力面 13d 一侧形成弧形面。

5 这样，当只在上述叶片外圆周端部 R 的叶片的压力面 13d 一侧设置弧形面时，就不会因棱边部分而造成紊流，气流就能更加顺利地从叶片外圆周部分 13c 的压力面 13d 一侧回流到负压面 13e 一侧。

#### (8) 第八解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第七解决手段中，当叶轮外圆周附近的叶片 13 的厚度为  $t$  时，在叶片外圆周端部 R 的叶片压力面 13d 一侧所形成的弧形面的曲率半径，大于或等于  $t$  而小于或等于  $3t$ 。

这样，当上述送风机 4 的叶轮外圆周附近的各叶片 13、13、13 的厚度为  $t$ ，而在各叶片外圆周端部 R 的压力面 13d 一侧所形成的弧形面的大小大于等于  $t$  而小于等于  $3t$  时，上述第七解决手段的作用就能遍及从前缘 13a 附近一直到后缘 13b 附近的整个区域，能更有效地发挥其作用。

15 即，在各叶片 13 的外圆周端部 R 上，如果根据气流从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧回流时的气流方向的变化，使得在该压力面 13d 一侧形成的弧形面的曲率半径  $r'$  在上述  $t \sim 3t$  范围内变化，则气流就能更加顺利地从压力面 13d 一侧回流到负压面 13e 一侧，因而有效地抑制了翼端涡流  $\beta$ ，而且噪音也更加减小了。

#### 20 (9) 第九解决手段

这种解决手段的送风机 4 的特征是，在上述第一到第八各种解决手段中的任何一种构成中，将这种送风机 4 组装在空调机用的室外机中。

如上所述，上述第一到第八的各解决手段中，送风机 4 本身产生并送出的涡流大大减少了。因此，将具有以上各种手段的送风机 4 使用于在排气口下游侧布置了与排出涡流干涉的风扇保护器之类的障碍物的空调机用的室外机的情况下，能使噪音降低到最小。

#### —效果—

采用了以上各种手段的结果是，按照本发明的送风机 4，能获得以下有益的效果。

〈1〉能降低送风机 4 自身的噪音，而且，把这种送风机组装在空调机用的室外机中时，也能有效地降低噪音。

〈2〉即使在为了减轻叶片 13 的重量和降低成本而缩短这种叶片 13 的翼弦长度的情况下，翼端涡流  $\beta$  也不会离开负压面而与相邻的叶片干涉。这样，就在获得降低高噪音的效果的同时，防止了送风性能的变劣。

〈3〉不会对决定送风性能的叶片 13 的整体形状产生影响，只要对该叶片 13 的一部分外圆周端部进行折弯成形就可以了，成形也很容易，从而能降低成本。

〈4〉此外，由于折弯部分还发挥了肋条的作用，所以提高了叶片 13 的刚性。因而，能将叶片 13 做得很薄，这样，就能进一步降低叶片 13 的成本。同时，还提高了叶片 13 的耐振动的性能，也降低了因振动而产生的噪音。

〈5〉在取得以上效果的基础上，还能减少或防止送风能力的降低。

#### 附图说明

图 1 是实施例 1 的送风机的叶轮部分的立体图；

图 2 是该送风机的叶片部分的局部立体图；

图 3 是说明该送风机的轮毂和叶片部分的后视图；

图 4 是表示该送风机的叶片的三个部位在半径方向上的断面结构的断面图；

图 5 是该送风机的叶片的基本形状的断面图；

图 6 是该送风机的叶片要部形状的放大断面图；

图 7 是该送风机的叶片的折弯角度  $\theta$  的说明图；

图 8 是表示该送风机叶片要部气流泄漏起点的决定作用的说明图；

图 9 是减小该送风机的叶片要部上的翼端涡流和排出涡流的作用的说明图；

图 10 是说明抵消该送风机叶片的排出涡流的作用的立体图；

图 11 是说明抵消该送风机叶片的排出涡流的作用的展开图；

图 12 是该送风机叶片的第一变型例结构的示意图；

图 13 是该送风机叶片的第一变型例结构的放大示意图；

图 14 是该送风机叶片的第二变型例结构的示意图；

图 15 是该送风机叶片的第二变型例结构的放大示意图；

5 图 16 是采用以往普通送风机的空调机用的室外机部件结构的正视图；

图 17 是上述室外机部件的纵向断面图；

图 18 是上述室外机部件的水平方向的断面图；

图 19 是上述室外机部件所采用的以往普通送风机（螺旋桨风扇）的  
10 后视图；

图 20 是上述以往送风机的叶片部分断面结构和要部的作用（问题的要点）的断面图；

图 21 是与上述以往送风机的室外机部件对应部分的结构有关的问题的要点（叶片端部涡流产生的机制）的示意说明图；

15 图 22 是上述以往送风机的相邻叶片之间的翼端涡流干涉现象的示意图；

图 23 是上述以往送风机的叶片在图 22 的情况下，在翼弦长度缩短时，相邻叶片之间的翼端涡流干涉状态的示意图；

图 24 是部分改善上述以往所存在的问题的在先申请中的叶轮的叶片  
20 形状的断面图；

图 25 是显示减小上述送风机的叶片部分翼端涡流的作用的示意图；

图 26 是说明减小上述送风机的翼端涡流  $\beta$  的作用的叶片部分的展开图。

## 25 具体实施方式

下面，参照附图详细说明本发明的实施例。

### 一实施例 1—

图 1~图 15 表示本发明的实施例 1 的送风机 4 的结构和作用。这种送风机 4 是适用于空调机用的室外机部件的螺旋桨送风机。

图 1~图 11 表示上述送风机 4 的叶片部分的基本结构和作用, 而图 12~图 15 则表示其若干变型例中的叶片 13 的形状。

#### 《叶片部分的基本结构》

如图 1~图 11 所示, 这种送风机 4 (螺旋桨送风机) 具有用合成树脂制成的轮毂 14。上述轮毂 14 是送风机 4 的旋转中心, 在其外圆周面上有若干块 (三块) 与其做成一个整体的叶片 13、13、13。

上述叶片 13、13、13 的前缘 13a 的外圆周端部 R 与后缘 13b 的外圆周端部 R, 都比轮毂 14 一侧的内圆周端部 S 处于叶片 13 的旋转方向 F 更前方的位置上。此外, 如图中所示, 叶片 13、13、13 的外圆周部分 13c 从上述前缘 13a 附近到后缘 13b 附近, 以规定的宽度向吸入侧折弯, 以便形成气流从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧开始泄漏的起点 Q。上述折弯部分的半径方向的宽度 (向吸入侧折弯的边缘部分的投影宽度) W, 按照预定的比例, 从上述前缘 13a 附近到后缘 13b 附近逐渐扩大 (在前缘部分 13a 处  $W = 0$ , 在后缘部分 13b 处  $W = \text{最大}$ , 参见图 3)。

为了不降低上述叶片 13 的送风性能, 有效地抑制上述翼端涡流  $\beta$ , 上述折弯部分的半径方向的宽度 W, 例如, 在上述后缘 13b 的最大宽度部分上, 希望其尺寸是从上述叶片 13 的轮毂 14 一侧的底端 (根部) 到上述叶片 13 的外圆周端部 R 的半径方向长度  $L_a$  的 25% 以下。

即, 例如, 在轮毂比为 0.3, 风扇外径为 400mm 的叶片中, 希望折弯部分在后缘一侧的最大宽度部分的宽度 W 在 35mm 以下。这个范围不但是不使送风性能降低的范围, 也是能获得充分抵消压力面 13d 上所产生的涡流  $\delta$  的范围。

在这里, 例如, 如图 3 和图 7 所示, 在任意一条叶片半径  $r$  的翼弦线 C 上, 以该翼弦线 C 的弧长为  $L_o$ , 以该翼弦线 C 上的任意点为 P, 以从叶片前缘 13a 到同一个任意点 P 的弧长为 L。此外, 以从叶片 13 的轮毂一侧的底端 S 延伸到外圆周端部 R 的曲线为 K, 并且该曲线 K 沿着半径方向以与上述长度 L 和长度  $L_o$  之比  $L / L_o$  那样固定的比例通过上述任意点 P。然后, 在将该曲线 K 旋转投影在包含旋转中心轴线 O 的平面上的曲线 K' 上, 把叶片 13 外圆周部分 13c 向吸入侧开始折弯的点 Q 与叶片

13 外圆周端部 R 连接起来的直线 Q-R, 与比上述 Q 点更靠近叶片 13 的内圆周侧的曲线 K' 的在上述 Q 点上的切线 A-A' 所成的角度作为折弯角度  $\theta$ 。在这样的情况下, 在本实施例 1 的叶片 13、13、13 上, 上述折弯角度  $\theta$  从叶片 13 的外圆周端部 R 的前缘 13a 附近到后缘 13b 附近逐渐变化。

5 此外, 上述曲线 K' 上的上述叶片 13 的外圆周部分 13c 开始向吸入侧折弯的点 Q 与上述叶片 13 的外圆周端部 R 连接起来的直线 Q-R, 与上述叶片 13 的旋转中心轴线 O 正交的平面所成的角度为  $\theta_2$ 。本实施例 1 的叶片 13 的前倾角, 在前缘 13a 一侧为正, 在后缘 13b 一侧为负的前伸叶片上, 上述角度  $\theta_2$  的值是一定的 (参见图 4)。此外, 为了使叶片 13 容易成形, 上述角度  $\theta_2$  的值应小于 90 度。

此外, 把上述曲线 K 旋转投影在通过该叶片 13 的旋转中心轴线 O 的平面上时, 该叶片 13 的断面形状, 例如, 如图 5 中详细表示的, 从轮毂一侧的底端 S 到叶片的外圆周端部 R 之间, 由下列三种形状的区域所构成: 在吸入侧呈凹进状 (或大致呈直线状) 的内圆周部分; 在吸入侧呈凸出状的中央部分; 具有向吸入侧折弯部分的外圆周端部。

还有, 在上述叶片 13 的外圆周部分 13c 上, 例如, 如图 6 所示, 通过切掉其压力面 13d 一侧的棱边部分, 在该压力面 13d 一侧形成弧形面 (即, 曲面)。

当以该送风机 4 的叶轮的外圆周附近的叶片 13 的厚度 (肉厚) 作为基准厚度 t 时, 在上述外圆周部分 13c 的压力面 13d 一侧所形成的上述弧形面, 其大小 (即, 它的曲率半径  $r'$ ) 在大于等于 t 到小于等于 3t 的范围内变化。

#### 《叶片部分的作用》

如上所述, 本发明的实施例 1 中的螺旋桨风扇之类的送风机 4, 是具有作为旋转中心的轮毂 14, 以及设置在该轮毂 14 的外圆周表面上, 其前缘 13a 和后缘 13b 在外圆周上的端部 R 位于旋转方向 F 的前方位置上的若干片叶片 13、13、13 的送风机 4, 其特征在于, 上述各叶片 13、13、13 的各个外圆周部分 13c 向吸入侧折弯成大致呈 V 字形, 以便形成气流  $\alpha$  开始泄漏的起点 Q, 并且, 这个折弯部分的半径方向的宽度 W, 从前缘

13a 附近到后缘 13b 附近逐渐增大（参见图 1～图 6）。

这样，在本实施例 1 中，在叶片 13 的前缘 13a 和后缘 13b 两方在外圆周上的端部 R 都比内圆周上的端部 S 处于旋转方向 F 更前方的位置上，所谓前伸叶片所构成的送风机 4 的叶片 13 中，其外圆周部分 13c 向吸入侧折弯成大致呈 V 字形，形成气流  $\alpha$  开始泄漏的起点 Q。因此，例如，如图 9 所示，该叶片 13 的压力面 13d 一侧的气流  $\alpha$ ，能沿着外圆周端部 R 一侧的倾斜面状的压力面 13d，顺利地返回同样是倾斜面状的负压面 13e 内，与已经描述过的在先申请例子中的返回部分的情况大致相同。其结果是，所产生的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径小而且稳定，在负压面 13e 一侧向叶片外圆周方向流动的气流  $\gamma$  不会与上述翼端涡流  $\beta$  发生干涉。

而且，如上所述，由于从叶片 13 的前缘 13a 附近一直到后缘 13b 附近，上述叶片的外圆周部分 13c 的折弯部分的宽度 W 逐渐增大，所以，如图 10 所示，这种作用与涡流直径扩大的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径相对应，从前缘 13a 一侧一直到后缘 13b 一侧的整个区域中逐渐积累增大，一直到后缘 13b 一侧的下游，都能顺利地发挥它的效能。因此，例如，如图 11 所示，所产生的翼端涡流  $\beta$  很难离开叶片的负压面 13e。

在本实施例中，例如，当为了减轻叶片 13 的重量而缩短叶片 13 的翼弦长度时，便如图 11 所示，所产生的翼端涡流  $\beta$  的涡流中心将按照其原样通过相邻叶片 13、13、13 之间。与此相对应，在本实施例 1 的情况下，与上述在先申请中的例子的返回部分的情况不同，上述叶片外圆周部分 13c 的边缘部分，以规定的半径方向的位置 Q 作为起点，向吸入侧大致折弯成呈 V 字形。这样，例如，如图 8 所示，就确定了从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧的气流  $\alpha$  开始泄漏的起点 Q，并且以后的气流泄漏量不变，所生成的翼端涡流  $\beta$  很稳定。

此外，与此同时，在上述叶片外圆周部分 13c 的压力面 13d 一侧，由于在上述起点 Q 之后发生剥离而产生了纵向涡流  $\delta$ 。结果，例如，如图 10 和图 11 所示，在某一片叶片上所产生的纵向涡流（抵消涡流） $\delta$ ，以及与该叶片 13 相邻的叶片 13 中位置在送风机 4 的旋转方向 F 前方的叶片上所产生的翼端涡流  $\beta$ ，分别在各叶片 13 的后缘 13b 部分附近离开

了叶片的表面，例如，发生如图 10 中所示的相向流动状态下的冲突而互相抵消了。所以，由于纵向涡流  $\delta$  与翼端涡流  $\beta$  的互相抵消，就有效地消除了在上述在先申请中向下游方向排出涡流的问题。

其结果是，对送风机 4 的叶轮的下游侧的气流的扰乱减小了，也不会再发生如图 17 中所示的，格栅结构的风扇保护器 6 等对从送风机 4 排出的涡流的干涉。因此，当把这种送风机 4 组装在上述图 16~图 18 那样的空调机用的室外机部件中时，有效地降低了噪音。

此外，如上所述，在这种送风机 4 中，上述折弯部分的半径方向的宽度  $W$ ，应该是从该叶片 13 的轮毂底端  $S$  到外圆周一端  $R$  的长度  $La$  的 25%以下。

这样，当将折弯部分在半径方向上的宽度  $W$  在后缘 13b 附近的最大宽度部分上，定为从该叶片 13 的轮毂底端  $S$  到外圆周端部  $R$  的长度  $La$  的 25%以下时，如上所述，与轮毂比相对应，能在不降低这种送风机 4 的送风性能的范围，最有效地产生上述互相抵消的涡流，从而能有效地发挥其抑制翼端涡流  $\beta$  和排出涡流的效能。

即，上述折弯部分有效地抑制了翼端涡流  $\beta$  和排出涡流的本身，但却不影响其送风性能。因此，将上述折弯部分的宽度增大到必要范围以上是徒劳的。因此，关于上述折弯部分的宽度  $W$ ，至少在后缘 13b 附近的最大宽度部分上，使其处于从该叶片 13 的轮毂底端  $S$  到外圆周端部  $R$  的长度  $La$  的 25%以下的范围内，并且，在该叶片外圆周端部  $R$  的前后长度上，使这一宽度在  $0 \leq W \leq 0.25La$  的范围内变化，对于保持送风性能和排出涡流这两方面都很理想。即，对于折弯部分宽度  $W$ ，即使是在后缘 13b 附近的最宽的部分，也要在从叶片 13 的轮毂底端  $S$  到外圆周端部  $R$  的长度  $La$  的 25%以下，而且，在叶片外圆周端部  $R$  的前后方向上，最好是在  $0 \leq W \leq 0.25La$  的范围内变化。

此外，在本实施例 1 的送风机 4 中，上述折弯部分的折弯角度  $\theta$ ，是从叶片 13 外圆周端部  $R$  的前缘 13a 附近到后缘 13b 附近逐渐变化的。而且，如果使该折弯部分的折弯角度  $\theta$  随着该叶片 13 形态的变化，从叶片外圆周端部  $R$  的前缘 13a 附近到后缘 13b 附近逐渐增大时，就能最大

限度地有效地发挥上述翼端涡流 $\beta$ 的抑制效果。

即，一般，压力面13d与负压面13e的压力差从叶片13的前缘13a到后缘13b逐渐增大，随着压力差的增大，从压力面13d一侧向负压面13e一侧的气流转弯（气流方向的变化）的强度，随着接近后缘而逐渐增大。对此，由于上述叶片13的外圆周部分13c上的折弯角度 $\theta$ ，是从前缘13a到后缘13b逐渐变化的，例如，做成逐渐增大的结构，所以，当在叶片13的外圆周部分13c上的负压面13e一侧，稳定地生成翼端涡流 $\beta$ 时，能使得所产生的翼端涡流 $\beta$ 的规模尽可能的小。

这样，由于在叶片外圆周部分13c上，使得从前缘13a一侧到后缘13b一侧的折弯角度逐渐变化，所以就能有效地抑制因翼端涡流 $\beta$ 而引起的空调机接入时的噪音。

此外，在本实施例1的送风机4中，图7中所示的角度 $\theta_2$ 小于90度。

例如，在用合成树脂成形法来制造前倾角很大的叶片13时，出模会很困难，成形的效率很低。对此，如果把上述角度 $\theta_2$ 做成小于90度时，就能采用适当的出模斜度，使得送风机4易于成形，也提高了成形的效率。

此外，在本实施例1的送风机4中，例如，如图5所示的那样，将上述曲线K旋转投影在通过该叶片13的旋转中心轴线O的平面上的该叶片13的断面形状，从轮毂14侧到叶片的外圆周端部R之间，由下列三种形状的区域所构成：在吸入侧呈凹进状（或大致呈直线状）的内圆周部分；在吸入侧呈凸出状的中央部分；具有朝向吸入侧的折弯部分的外圆周端部。

当叶片13的上述断面形状是由在吸入侧呈凹进状（或大致呈直线状）的内圆周部分，在该吸入侧呈凸出状的中央部分，以及具有向该吸入侧的折弯部分的外圆周端部这三种形状的区域所形成时，则如图5所示，由于内圆周部分的形状在吸入侧呈凹进状（或大致呈直线状），因旋转时的离心力而在该叶片13的负压面13e一侧所产生的向着叶片外圆周端部R方向的气流，就不会从该负压面13e上剥离，而是沿着（附着）该负压

面 13e 稳定地流动。因此，这种气流不会与翼端涡流  $\beta$  干涉。

此外，由于上述中央部分的形状在吸入侧呈凸出状，在叶片压力面 13d 一侧的从该压力面 13d 向负压面 13e 一侧流动的气流的流速，在事前就被抑制了。结果，就能把由该气流所形成的翼端涡流  $\beta$  本身的规模控制在很小的程度。

还有，如上所述，在本实施例 1 中，外圆周部分 13c 是向吸入侧折弯的。因此，在该叶片 13 的压力面 13d 一侧的气流，就沿着叶片外圆周部分 13c 上的倾斜面形状的压力面 13d，顺利地向同样是倾斜面形状的负压面 13e 内部返回。而且，翼端涡流  $\beta$  的涡流直径更加小而且稳定了，向负压面 13e 一侧的向叶片外圆周端部 R 方向流动的气流也不会与该翼端涡流  $\beta$  发生干涉。

而且，如上所述，这种叶片外圆周部分 13c 的作用，当从叶片 13 的前缘 13a 附近到后缘 13b 附近，上述叶片外圆周部分 13c 的折弯部分的宽度 W 逐渐增大时，从该叶片 13 的前缘 13a 到后缘 13b 一侧，逐渐累积增大，与涡流直径扩大的翼端涡流  $\beta$  的涡流直径相对应，从该前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧，能够更加顺利地发挥气流导向的效能，而且，所产生的翼端涡流  $\beta$  更加难以脱离叶片的负压面 13e。

这样，如上所述，例如，即使是为了使叶片 13 减轻重量而缩短翼弦的长度时，所产生的翼端涡流  $\beta$  也不会在相邻叶片 13、13、13 之间互相发生干涉，从而减少了向送风机 4 下游排出的紊流。

其结果是，在本实施例 1 中，有效地把以上各种作用组合在一起，能特别有效地减小组装在空调机用的室外机部件中风扇的噪音。

以上这些作用的效果，即使在上述叶片 13 的内圆周部分呈直线状的情况下，也能获得与上述凹进形状情况大致同样的效果。

此外，在本实施例 1 的送风机 4 中，只在上述叶片外圆周端部 R 的压力面 13d 一侧设有弧形面。

这样，当只在上述叶片外圆周端部 R 的压力面 13d 一侧设置弧形面时，不会由于边缘部分而扰乱气流的流动，所以气流能更加顺利地从叶片外圆周部分 13c 的压力面 13d 向负压面 13e 一侧回流。

还有, 在本实施例 1 的送风机 4 中, 例如, 如图 6 所示, 当上述送风机 4 叶轮外圆周附近的叶片 13 的厚度为  $t$  时, 在叶片外圆周端部 R 的叶片压力面 13d 一侧所形成的弧形的大小 (即, 弧形面的曲率半径  $r'$ ), 在大于等于  $t$  而小于等于  $3t$  的范围内变化。

5 这样, 当上述送风机 4 的叶轮外圆周附近的各叶片 13、13、13 的厚度为  $t$  时, 在各叶片外圆周端部 R 的叶片压力面 13d 一侧的弧形的大小 (即, 弧形面的曲率半径  $r'$ ) 大于等于  $t$  而小于等于  $3t$  时, 就能在从前缘 13a 附近到后缘 13b 附近的整个区域内, 更加有效地发挥上述气流的导向作用。

10 即, 在各叶片 13 的外圆周端部 R 上, 当根据气流从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧回流时该气流方向的变化, 使得在该压力面 13d 一侧形成的弧形面的曲率半径  $r'$  在上述  $t \sim 3t$  的范围内变化时, 气流就能更加顺利地从前缘 13a 附近到后缘 13b 附近的整个区域内, 更加有效地发挥上述气流的导向作用。

#### 15 《第一变型例》

上述叶片 13 的外圆周部分 13c 的折弯部分的形状, 不限于以上所说的整体呈直线的形状。例如, 如图 12 和图 13 所示, 也可以在大致呈直线状的折弯部分的前端附近, 即, 只在外圆周端部 R 附近局部地向吸入侧弯曲, 形成曲面的形状。这样, 从压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧  
20 回流的气流就顺畅了, 翼端涡流  $\beta$  的直径也更小了。

#### 《第二变型例》

此外, 上述叶片外圆周部分 13c 的折弯部分的形状, 也可以如图 14 和图 15 所示的那样, 大致呈 S 字的形状。在这个变型例中, 把在吸入侧以直线状折弯的部分 a 的前端再次向压力面 13d 一侧弯回去, 形成了叶  
25 片延长面 b, 接着, 再将其外圆周端部 c 向吸入侧折弯, 使得折弯部分在整体上大致形成 S 字的形状。在具有这种结构的情况下, 能有效地减小翼端涡流  $\beta$ , 而且能有效地消除从相邻叶片之间排出的涡流。

#### 《实施例 1 的效果》

结果, 当采用上述送风机 4 时, 就能获得以下这些有益的效果。

＜1＞ 能降低送风机 4 本身的噪音，更进一步，还能有效地降低将该送风机 4 组装在空调机中时的噪音。

＜2＞ 即使在为了使叶片 13 轻量化和廉价化而缩短该叶片 13 的翼弦长度的情况下，翼端涡流  $\beta$  也不会从负压面离开，翼端涡流  $\beta$  不会与相邻的叶片干涉，有效地减小了从相邻的叶片 13 之间排出的涡流。因而，由于减小了风扇保护器和格栅等外部障碍物与翼端涡流  $\beta$  之间的干涉，所以在获得很高的降低噪音的效果的同时，还能防止送风性能的恶化。

＜3＞ 由于只要在这种叶片 13 的一部分外圆周部分上形成折弯部分就足够了，所以不会对决定送风性能的叶片 13 的整体形状发生影响，而且成形很容易，还能降低成本。

＜4＞ 此外，由于折弯部分还起加强筋的作用，所以叶片 13 的刚性提高了。因此，叶片 13 可以做得更薄，从而能使叶片 13 的成本更低同时，还提高了叶片 13 的耐振动性，减小因振动而产生的噪音。

＜5＞ 在获得以上这些效果之外，还能减少或防止送风能力的降低。

#### 15 一其他实施例一

##### ＜1＞ 关于折弯部分的折弯角度 $\theta$

上述实施例 1 的折弯部分，例如，分别如图 2～图 4 中所示，一方面，其半径方向的宽度  $W$  从叶片 13 的前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧逐渐增大，另一方面其折弯角度  $\theta$ （参见图 7）则保持不变，是恒定的。

20 与此相反，折弯部分的折弯角度  $\theta$  也可以从叶片 13 的前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧逐渐增大。这样做，也能获得与上述实施例 1 同样的作用和效果。

即，一般说来，压力面 13d 与负压面 13e 的压力差是从叶片 13 的前缘 13a 到后缘 13b 逐渐增大的，与此同时，从压力面 13d 向负压面 13e 一侧气流的回流（气流方向的变化）的强度，随着接近后缘也逐渐增大。25 与此相对应，当上述叶片 13 的外圆周部分 13c 上的折弯角度  $\theta$  做成从前缘 13a 到后缘 13b 逐渐增大（折弯部分的倾斜角增大），使得在叶片 13 的外圆周部分 13c 上形成的折弯部分的负压面 13e 一侧，稳定地生成上述那样的翼端涡流  $\beta$  时，就能使所产生的翼端涡流  $\beta$  的规模尽可能的小。

还有，在以上所说的折弯角度  $\theta$  变化的情况下，例如，与上述情况相反，也可以使这种折弯角度  $\theta$  从前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧逐渐减小（折弯部分的倾斜角减小）。

如前所述，在叶片 13 的外圆周部分 13c 上的压力面 13d 一侧与负压面 13e 一侧的压力差，随着从前缘 13a 一侧到后缘 13b 一侧逐渐变大，与此同时，翼端涡流  $\beta$  成长，其涡流直径也扩大。

因此，与此相对应，当上述折弯部分的折弯角度  $\theta$  也逐渐变小时，随着后缘 13b 一侧的方向上逐渐增大的翼端涡流  $\beta$  的成长，折弯角度  $\theta$  便逐渐减小。因此，在采用这种结构的情况下，就能切实地把翼端涡流  $\beta$  保持在叶片 13 的外圆周部分 13c 上形成的折弯部分的负压面 13e 一侧，抑制与相邻叶片 13 之间的干涉。此外，也能有效地使逐渐增大的翼端涡流  $\beta$  从叶片 13 的压力面 13d 一侧向负压面 13e 一侧回流。

#### <1> 关于叶片的种类

在以上的各实施例中，不论哪一种情况都是对薄片结构的叶片的情况进行说明。可是，本发明的适用对象并不只限于这样的薄片结构，例如，不言而喻，本发明完全可以同样应用在通常的厚壁叶片，或者是很厚的叶片，以及所有为进一步提高其空气动力性能的各种厚叶片上。

综上所述，本发明可用于空调机用的室外机部件等所使用的送风机上。

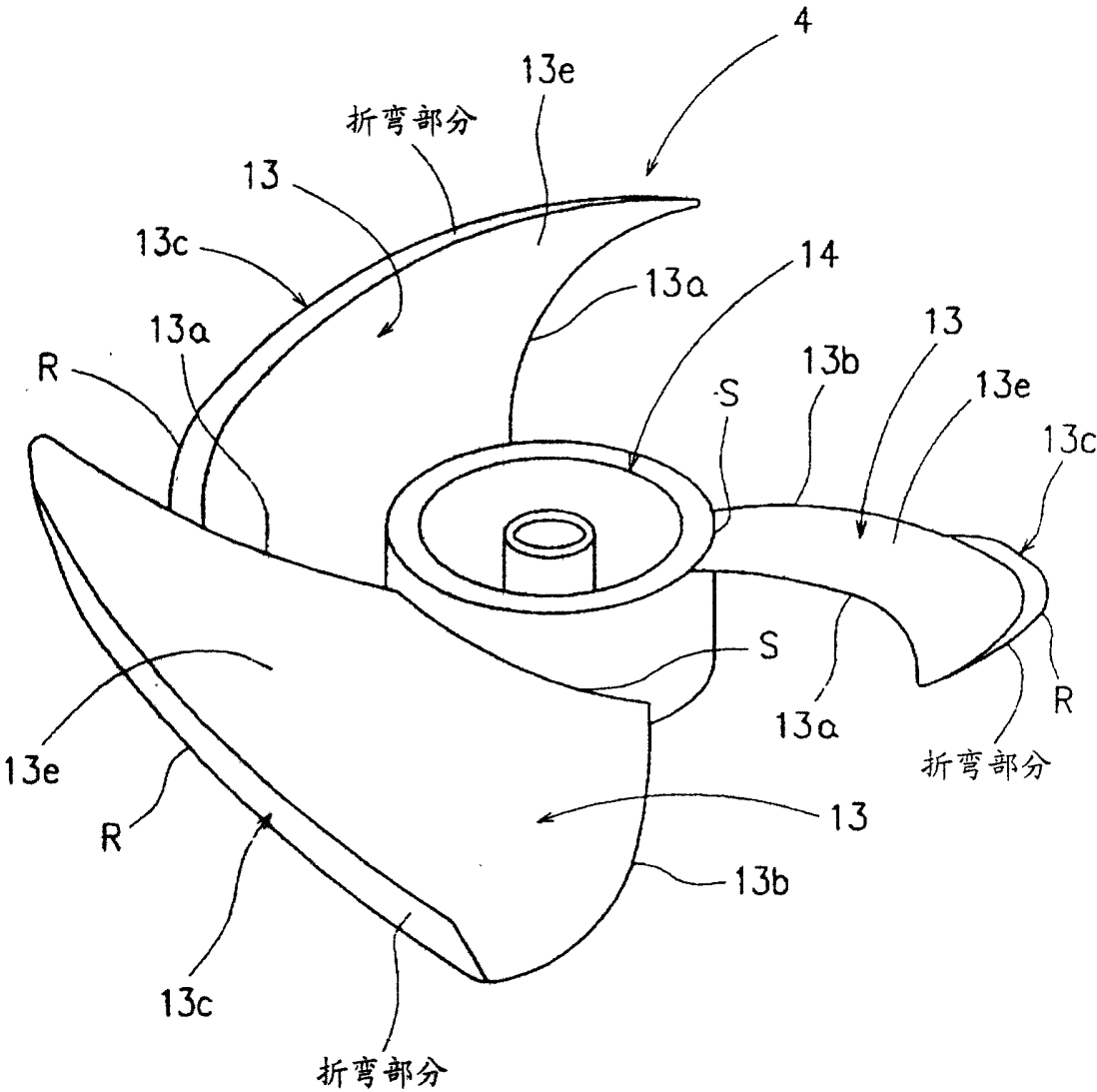


图 1



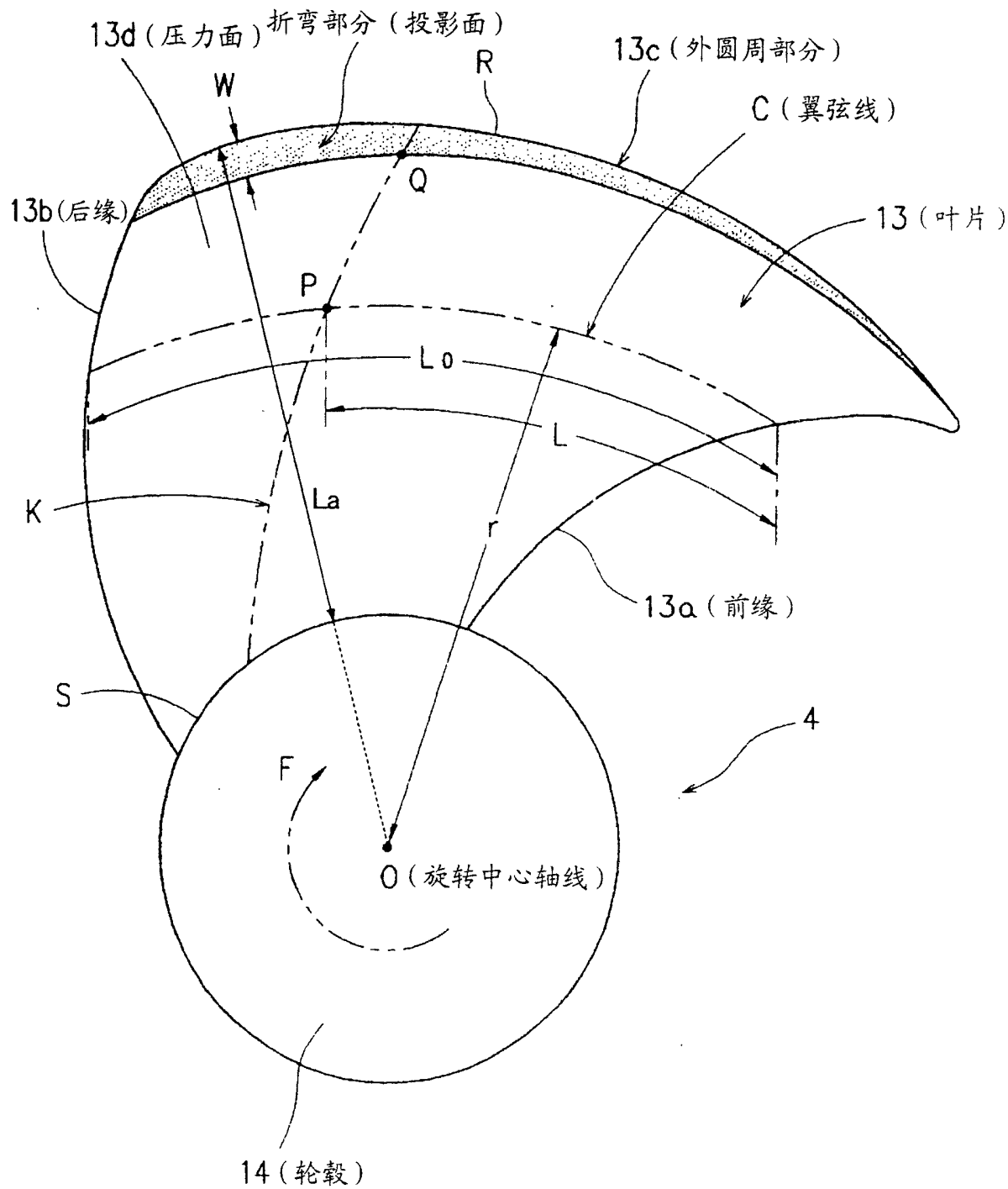


图 3

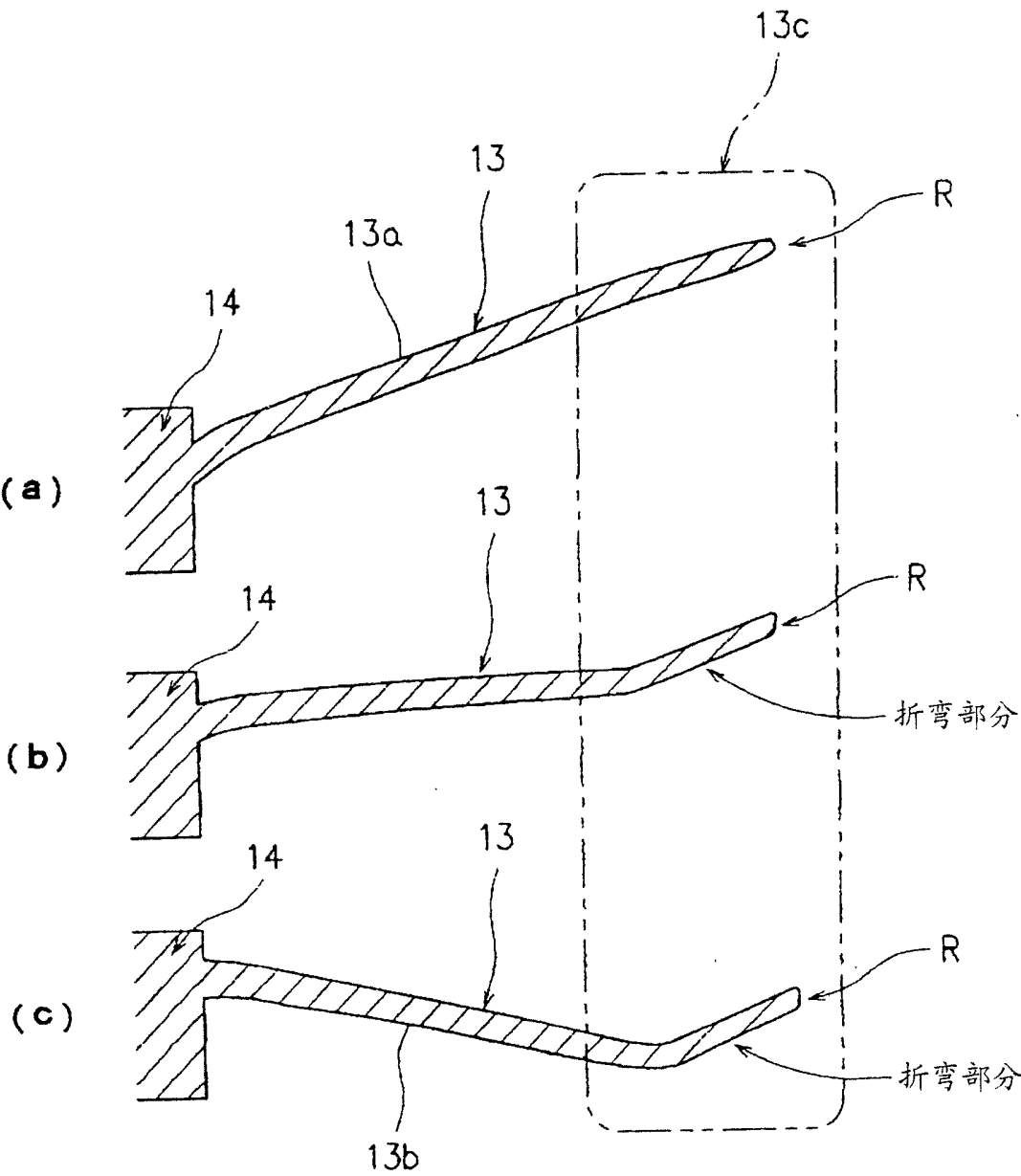


图 4

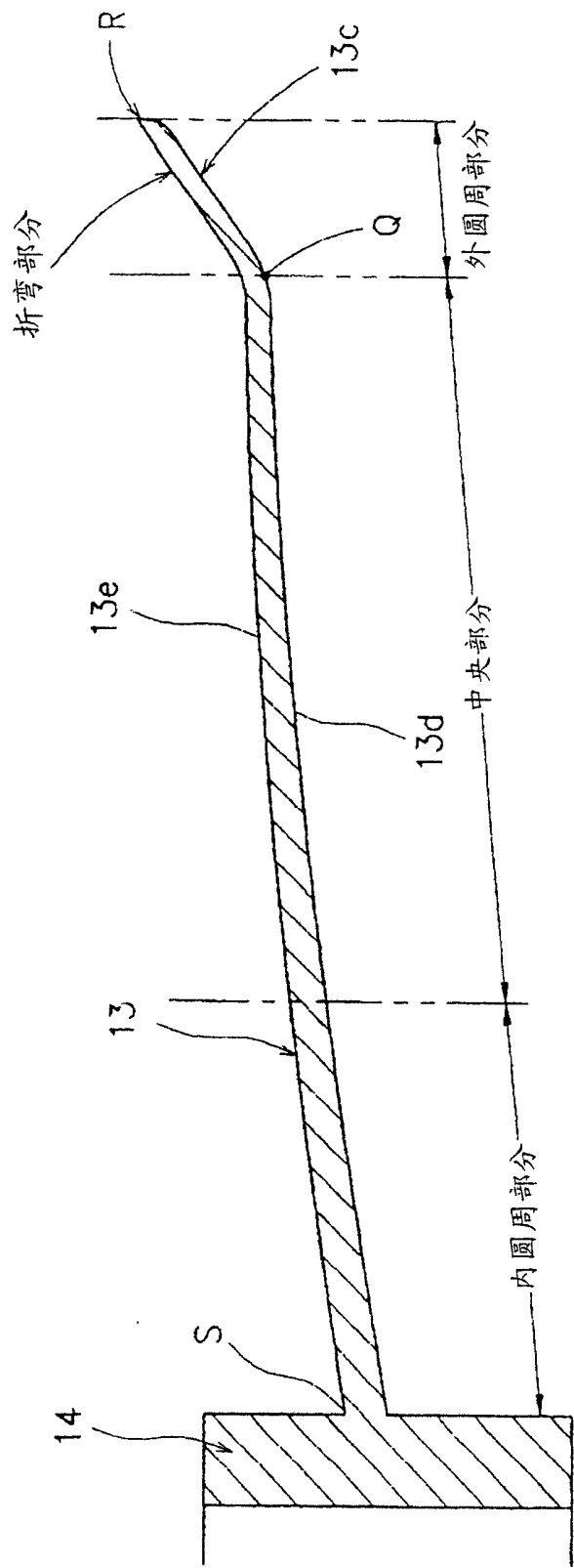


图 5

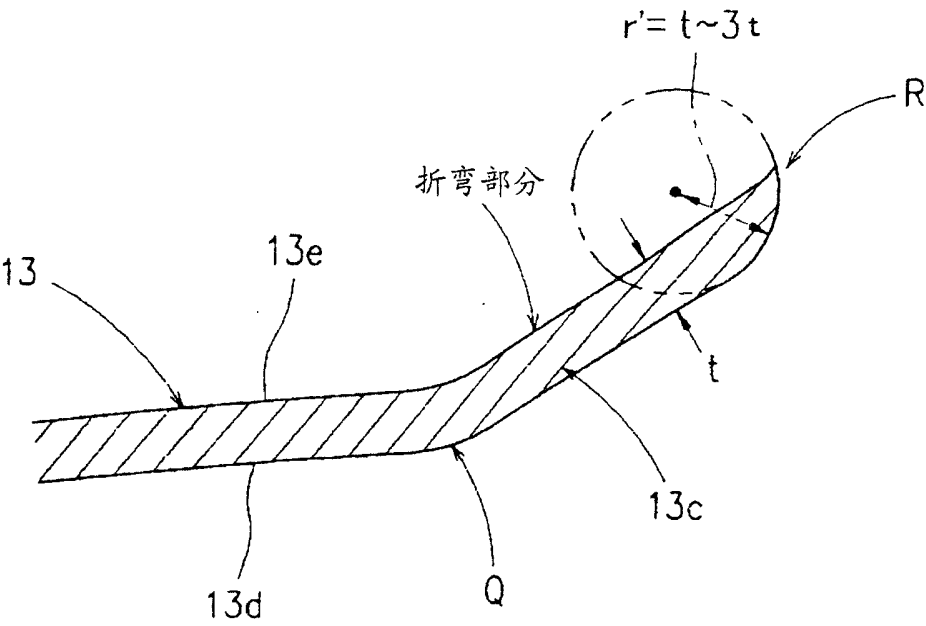


图 6

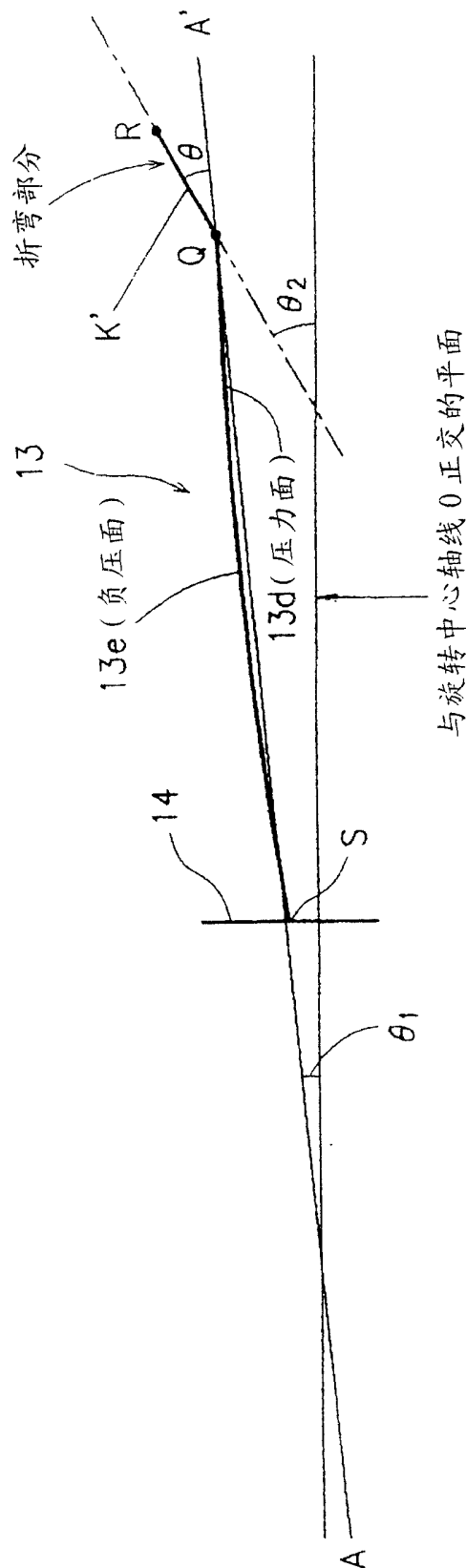


图 7

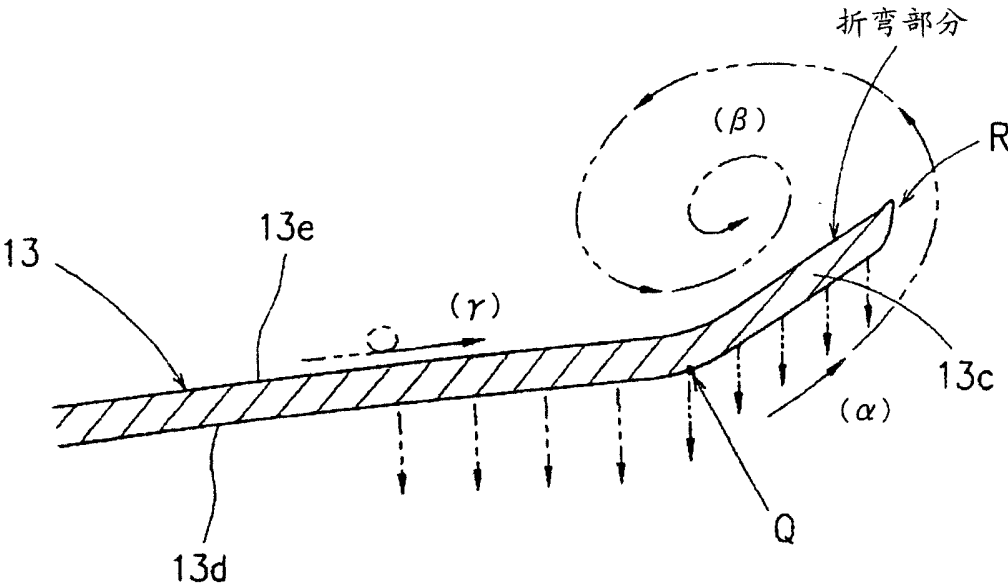


图 8

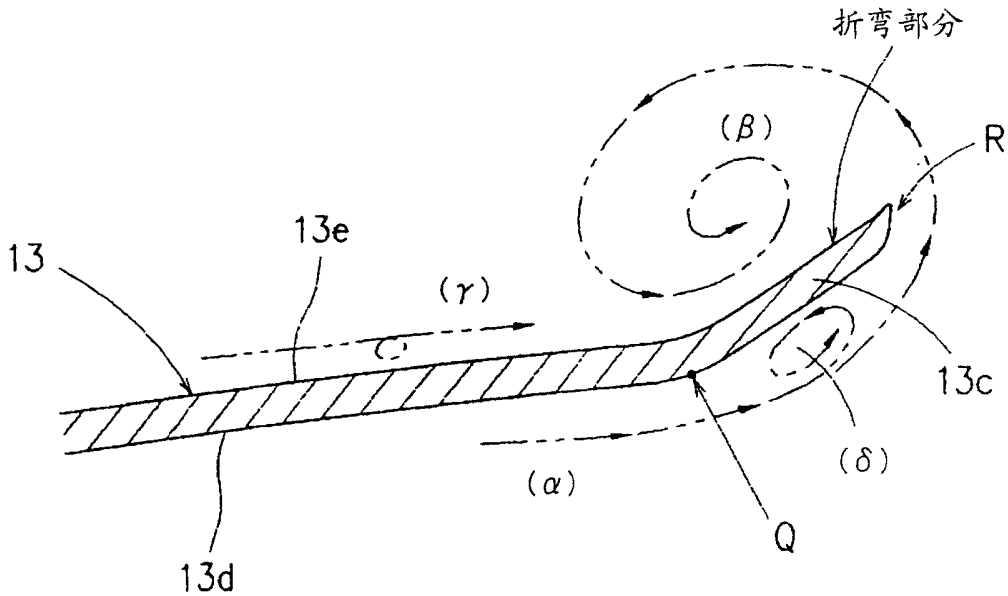


图 9



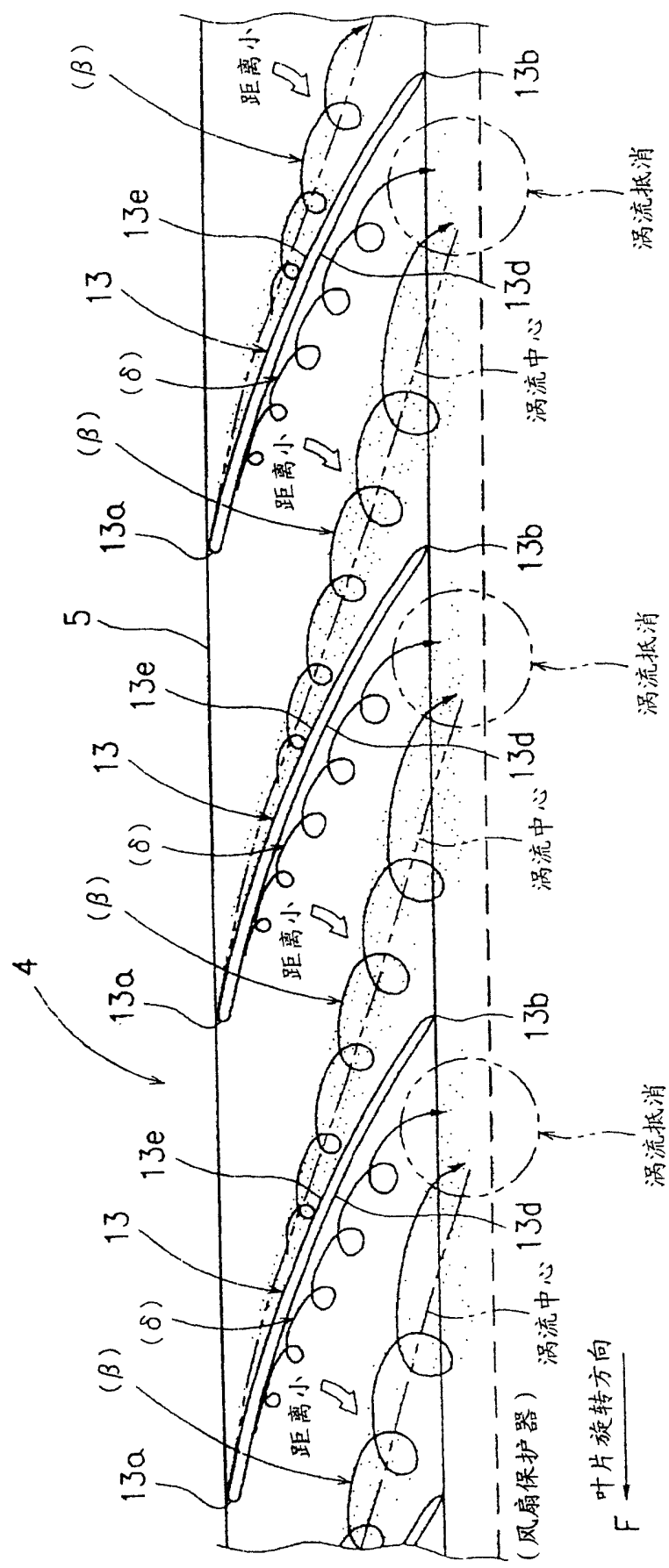


图 11

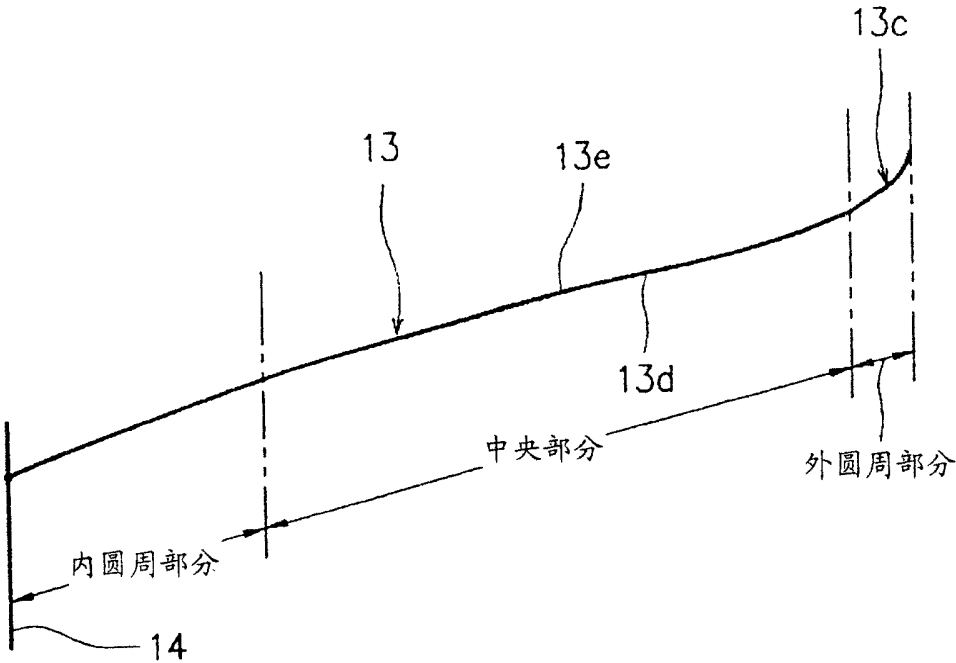


图 12

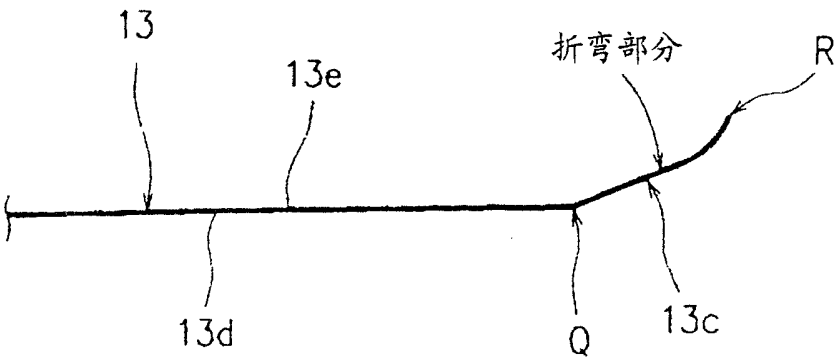


图 13

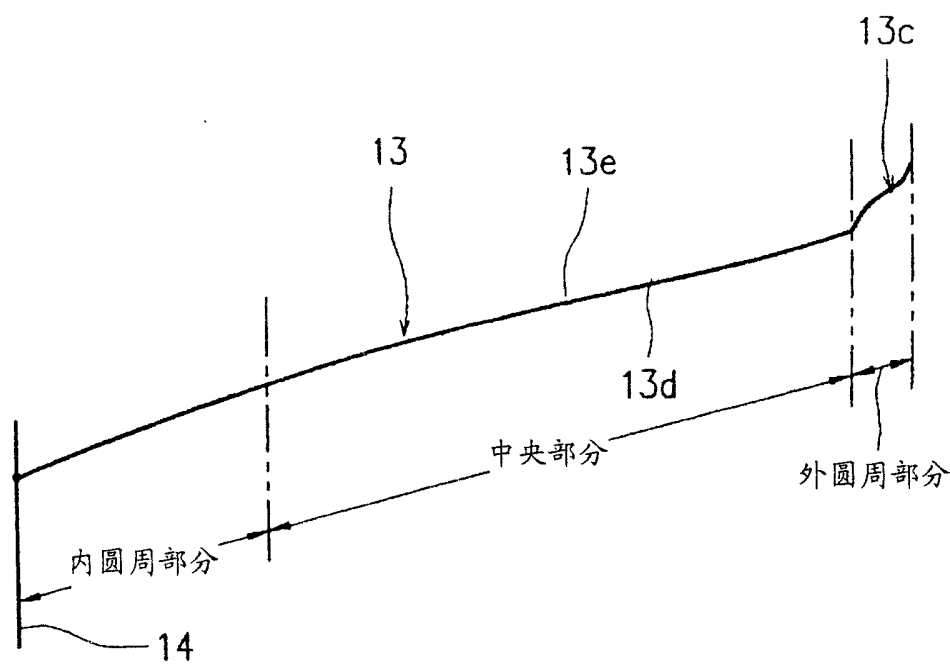


图 14

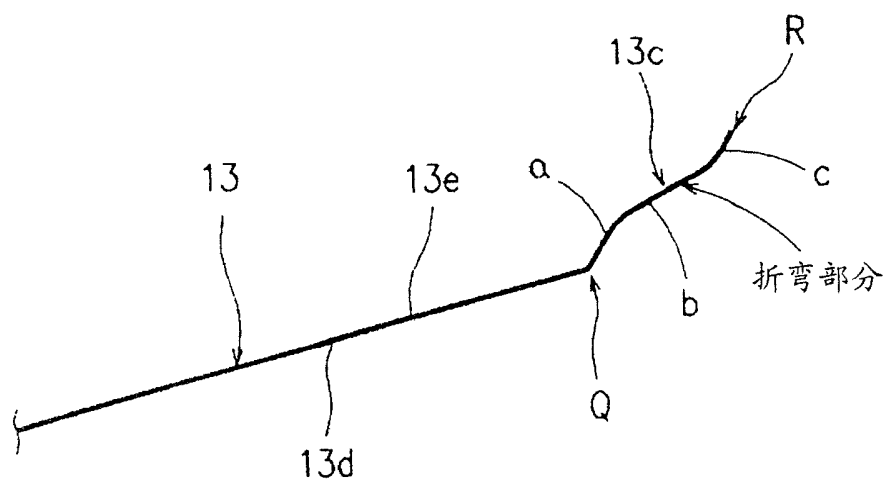


图 15

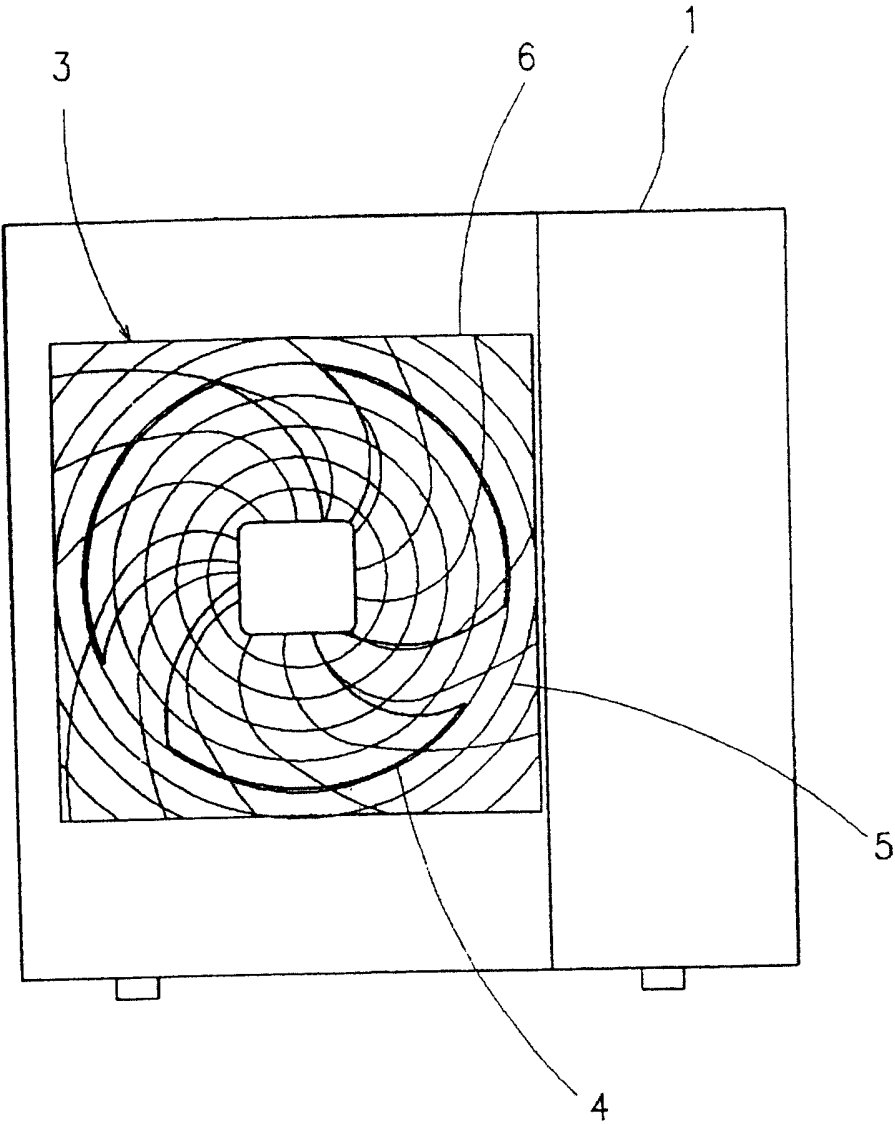


图 16



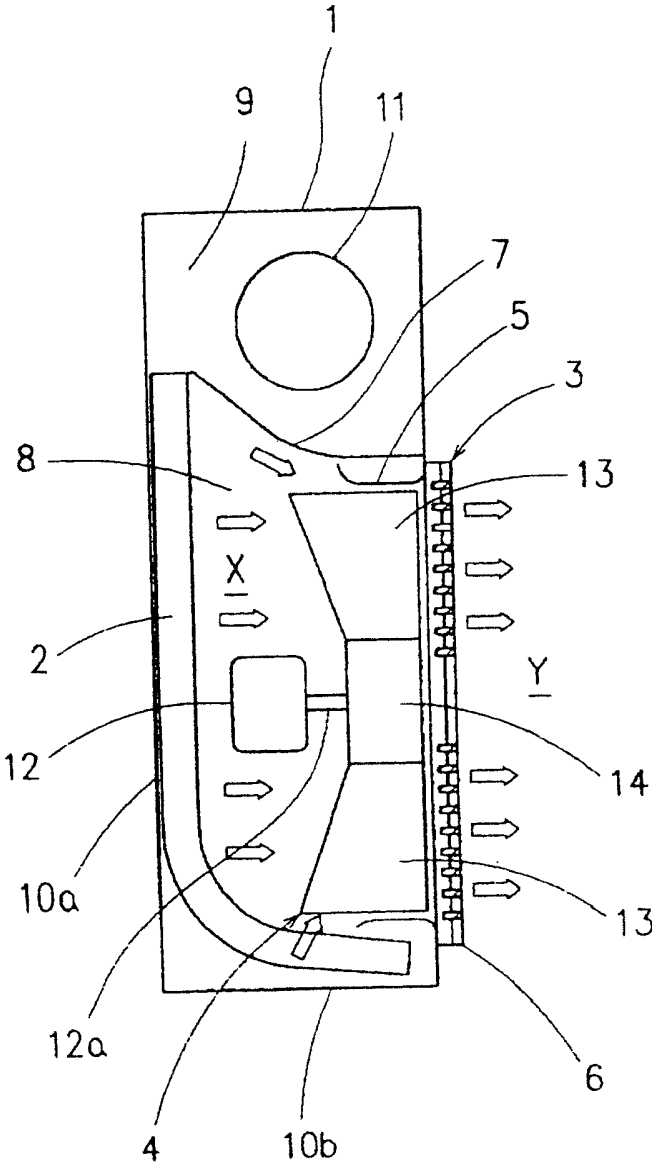


图 18

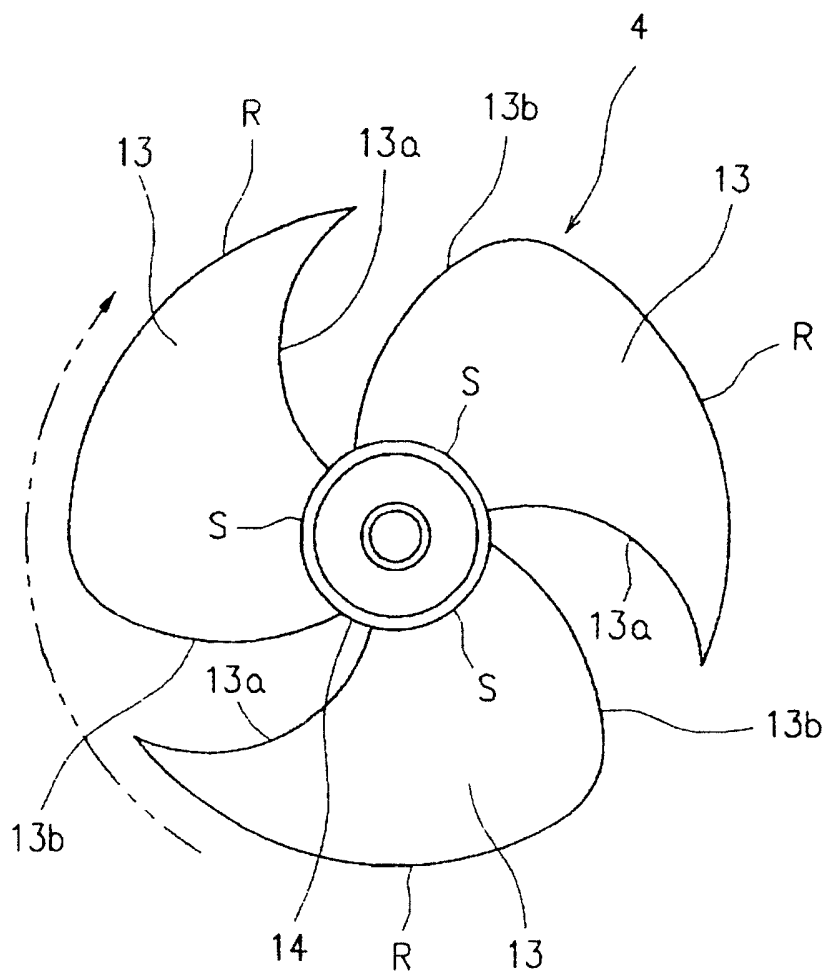


图 19

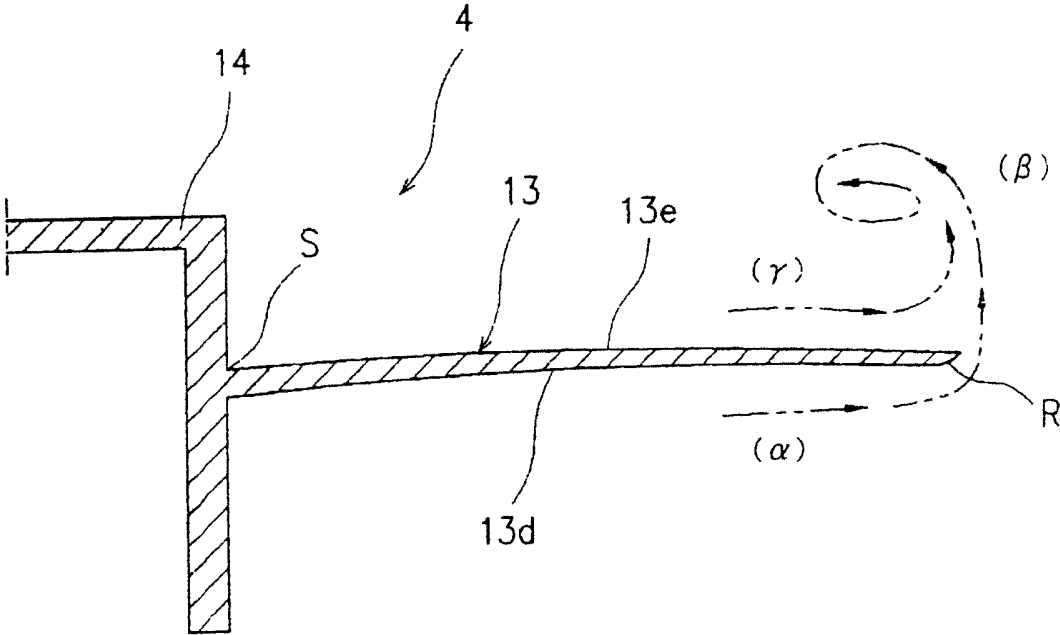


图 20

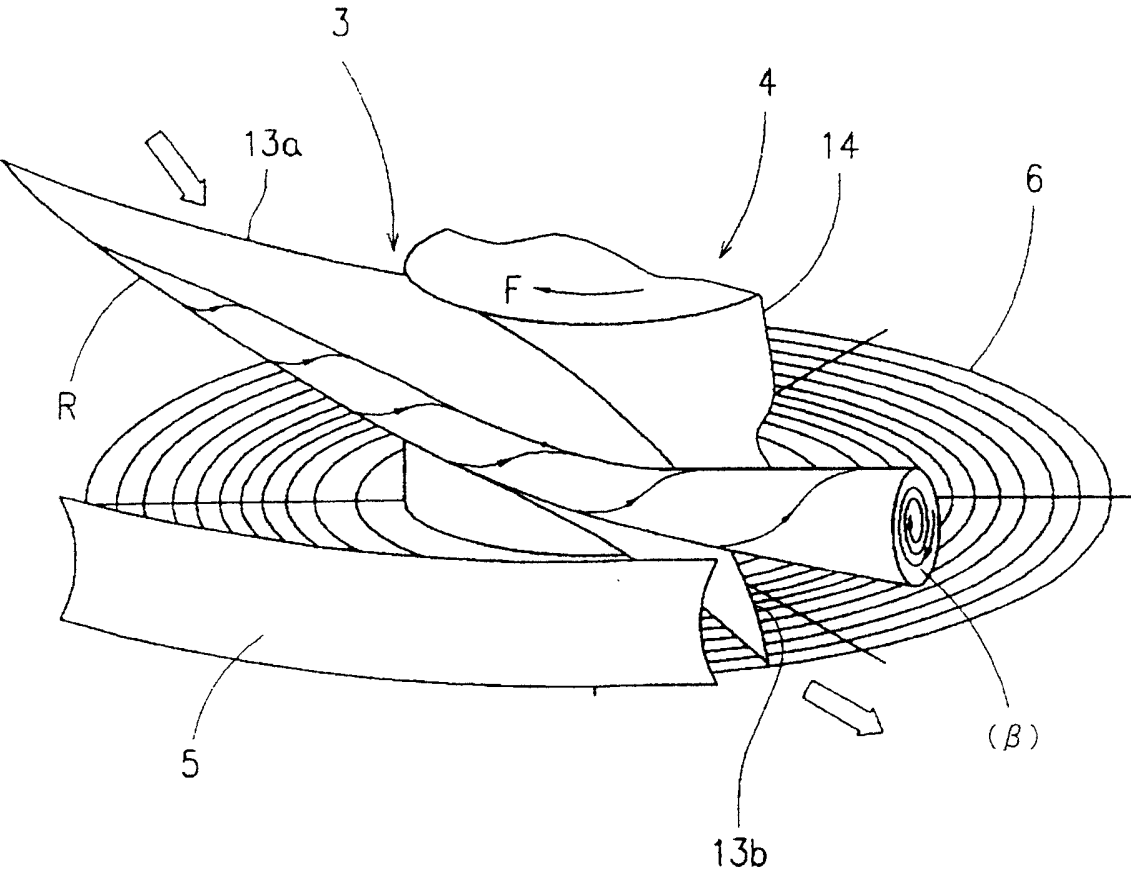


图 21

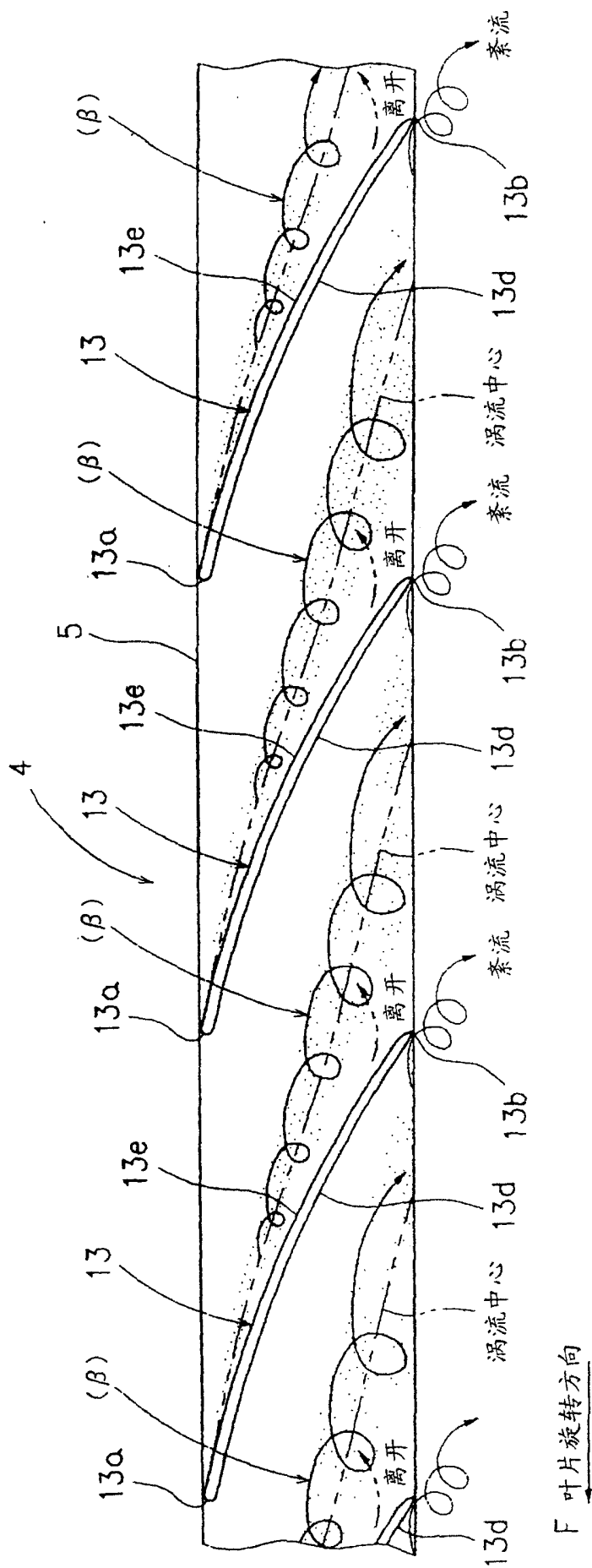


圖 22

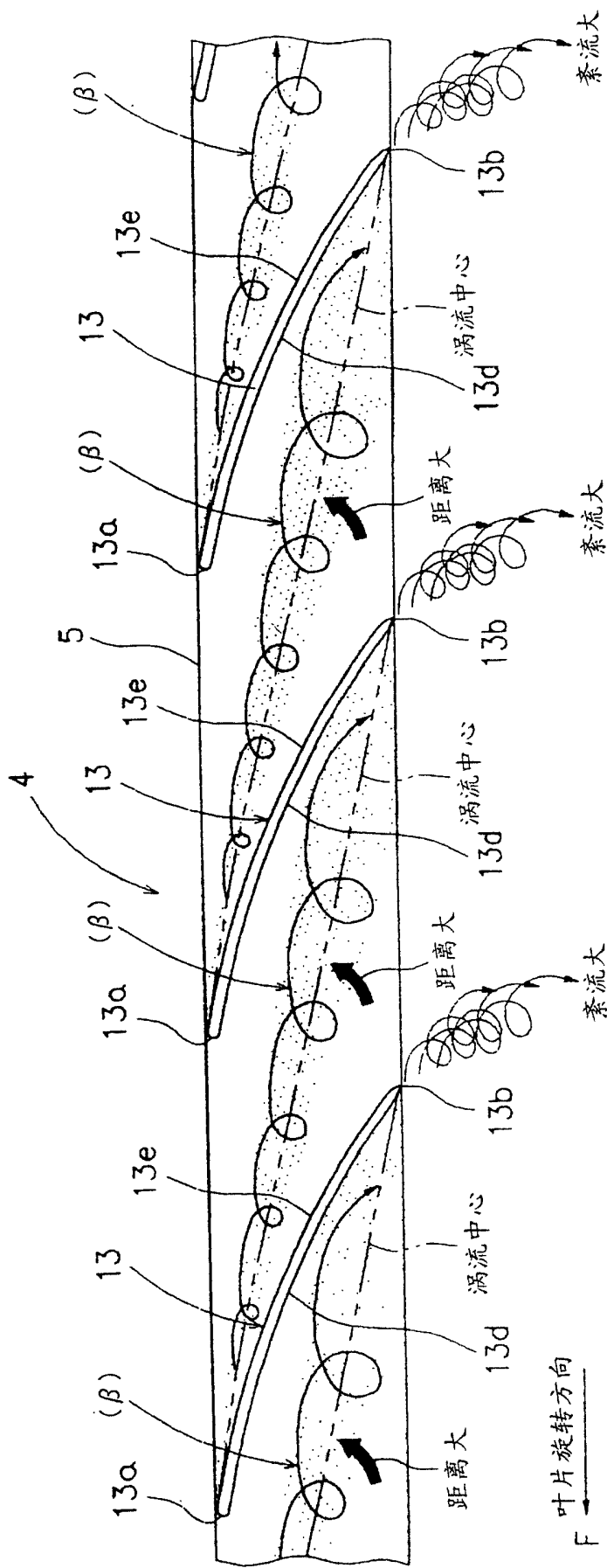


图 23

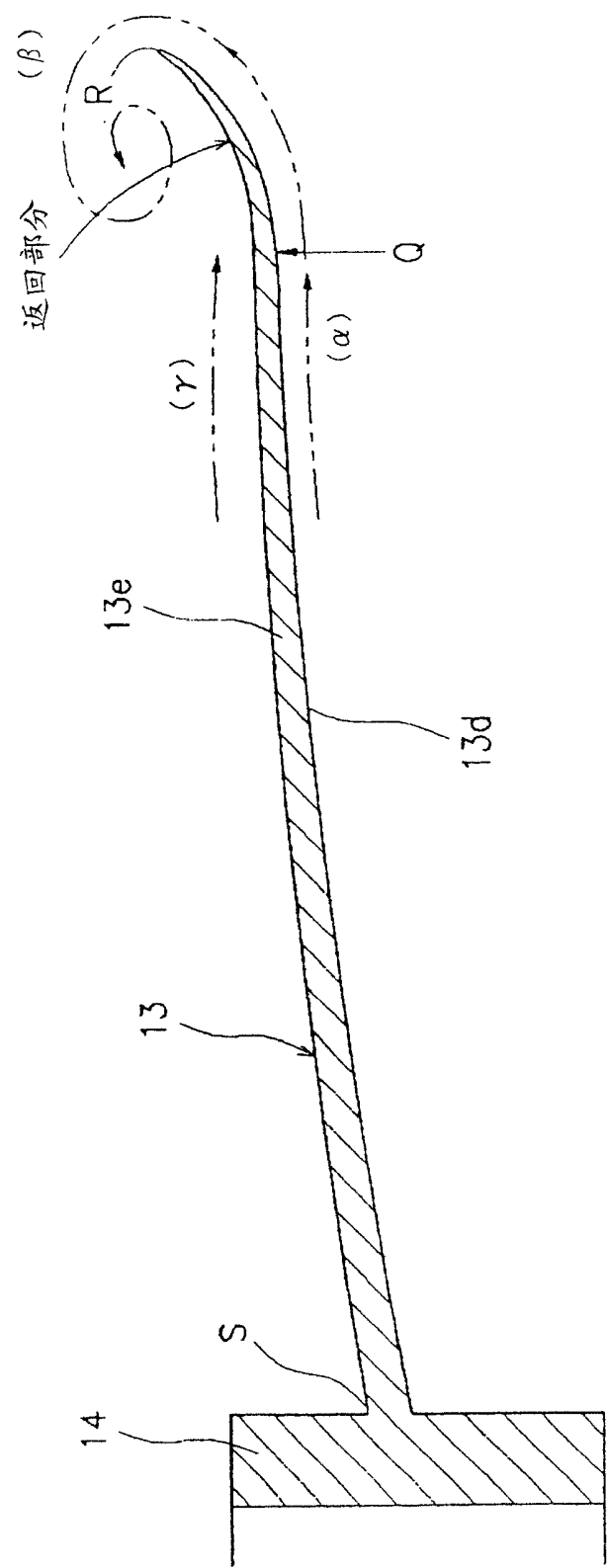


图 24

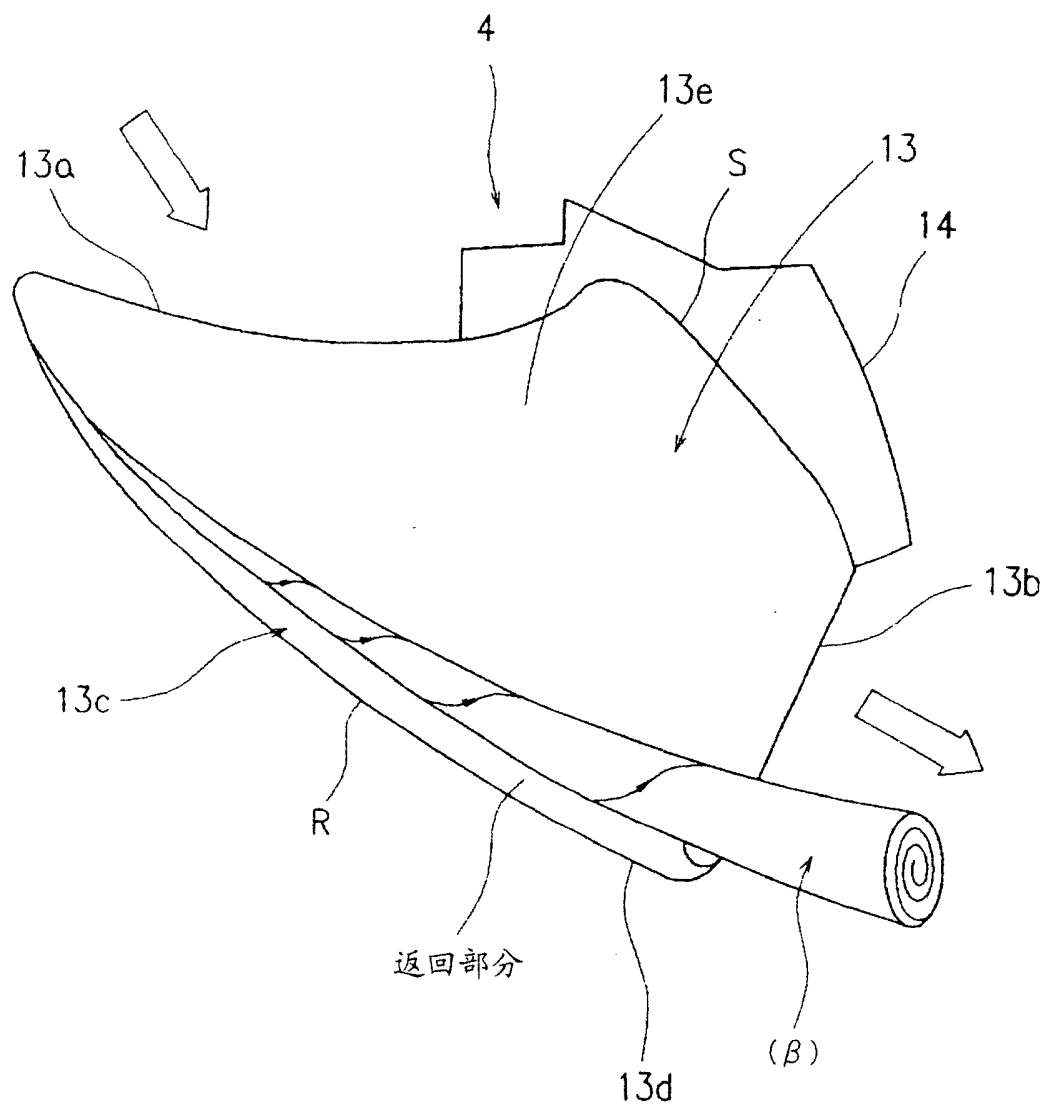


图 25

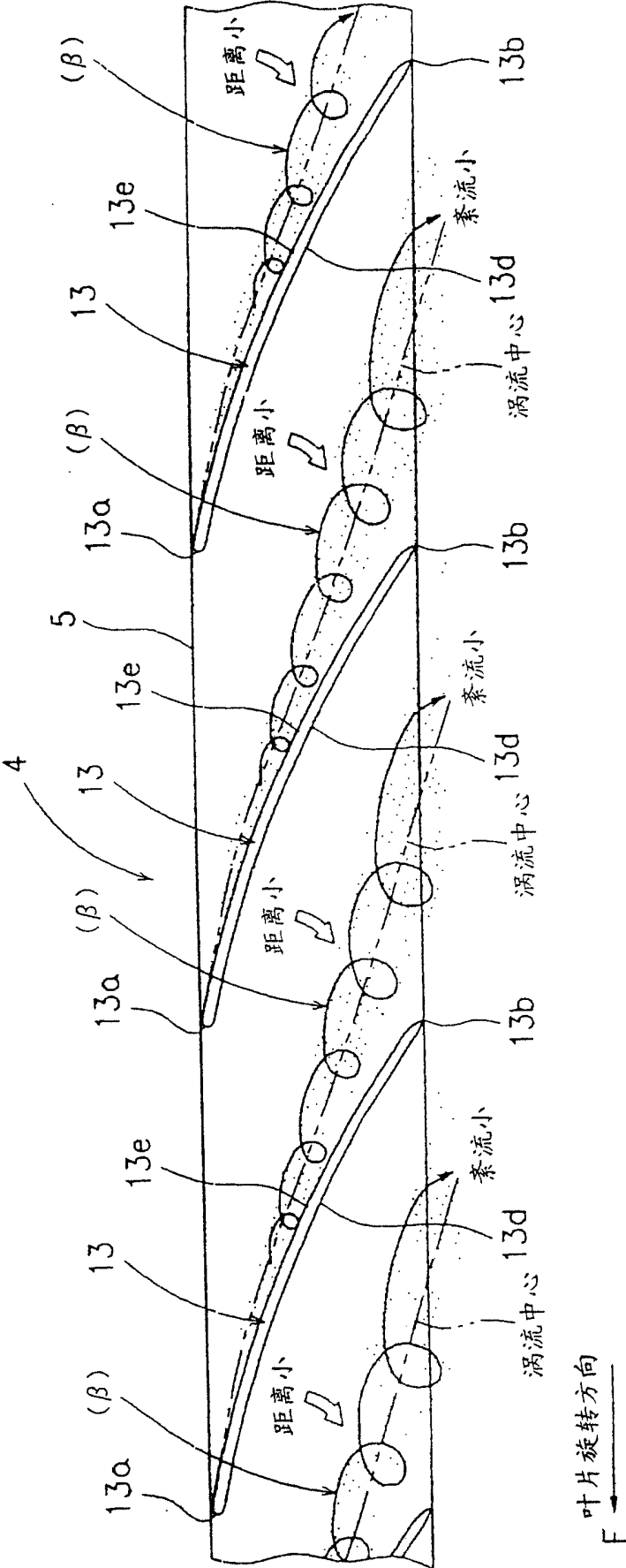


图 26