



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110730868 B

(45) 授权公告日 2021.05.28

(21) 申请号 201880038659.2

(22) 申请日 2018.05.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110730868 A

(43) 申请公布日 2020.01.24

(30) 优先权数据
2017-119658 2017.06.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.12.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/020377 2018.05.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/235531 JA 2018.12.27

(73) 专利权人 大金工业株式会社
地址 日本大阪府大阪市

(72) 发明人 岩田透 富冈洋峻 丸山要

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 徐丹 邓毅

(51) Int.Cl.
F04D 29/32 (2006.01)
F04D 29/38 (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

(56) 对比文件
JP H10-176694 A, 1998.06.30
JP H10-176694 A, 1998.06.30
CN 101285484 A, 2008.10.15
EP 1813773 A2, 2007.08.01
CN 204041546 U, 2014.12.24
JP H11-201091 A, 1999.07.27
CN 101858362 A, 2010.10.13

审查员 姚松勤

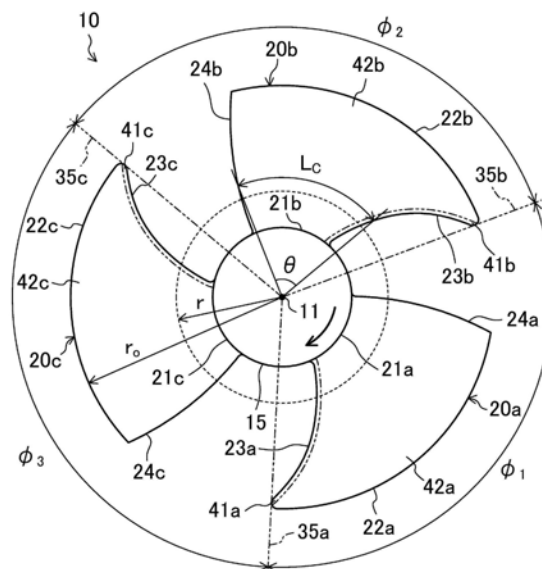
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

螺旋桨式风扇

(57) 摘要

就一种螺旋桨式风扇(10)而言,各叶片(20a、20b、20c)的周向角度 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 互不相同。各叶片(20a~20c)的质量互不相同,以使得螺旋桨式风扇(10)的重心位于螺旋桨式风扇(10)的旋转中心轴(11)上。各叶片(20a~20c)各自的主体叶片部(42c)的厚度互不相同。另一方面,各叶片(20a~20c)各自的叶片截面的弧线的形状、各自的投影到与螺旋桨式风扇(10)的旋转中心轴(11)正交的平面上的投影图的形状、以及各自的前缘部(41a~41c)的形状相互一致。其结果是,能够实现抑制了噪声和振动的螺旋桨式风扇(10)。



1. 一种螺旋桨式风扇,螺旋桨式风扇(10)包括圆筒状的轮毂(15)、和从该轮毂(15)的侧面向外侧伸长的多个叶片(20a~20c),所述螺旋桨式风扇的特征在于:

多个所述叶片(20a~20c)中的至少两个叶片各自的周向角度互不相同,

多个所述叶片(20a~20c)中的至少两个叶片各自的质量互不相同,以使得所述螺旋桨式风扇(10)的重心位于该螺旋桨式风扇(10)的旋转中心轴(11)的附近或者该旋转中心轴(11)上,

多个所述叶片(20a~20c)分别具有前缘部(41a~41c),该前缘部(41a~41c)是所述叶片(20a~20c)中比该叶片(20a~20c)的厚度为最大的位置靠前缘(23a~23c)侧的部分,

多个所述叶片(20a~20c)各自的投影到与所述螺旋桨式风扇(10)的旋转中心轴(11)正交的平面上的投影图的形状相互一致,并且多个所述叶片(20a~20c)各自的前缘部(41a~41c)的形状相互一致,

质量互不相同的所述叶片(20a~20c)各自的比所述前缘部(41a~41c)靠后缘(24a~24c)的区域的一部分或者全部的厚度互不相同,由此,使所述叶片(20a~20c)的质量不同。

2. 根据权利要求1所述的螺旋桨式风扇,其特征在于:

所有所述叶片(20a~20c)的周向角度互不相同,所有所述叶片(20a~20c)的质量互不相同。

3. 根据权利要求1或2所述的螺旋桨式风扇,其特征在于:

在所有所述叶片(20a~20c)上,形成有沿前缘部(41a~41c)延伸且朝正压面(25a~25c)侧鼓起的鼓起部(45a~45c),

所有所述叶片(20a~20c)的所述鼓起部(45a~45c)各自的形状相互一致。

螺旋桨式风扇

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于鼓风机等的螺旋桨式风扇。

背景技术

[0002] 迄今为止,螺旋桨式风扇广泛用于鼓风机等。因螺旋桨式风扇旋转而产生的噪声包括被称作NZ噪声(NZ noise)的周期性声音。NZ噪声的频率为螺旋桨式风扇的叶片的片数与旋转速度的积。专利文献1中公开了以下技术:为了抑制由该NZ噪声引起的用户等的不适感,将叶片以不等间距布置在螺旋桨式风扇的周向上。

[0003] 在此,若将相同质量的叶片以不等间距布置在螺旋桨式风扇的周向上,则螺旋桨式风扇的旋转就会失去平衡。具体而言,螺旋桨式风扇的重心与螺旋桨式风扇的旋转中心轴相分离。而且,若使旋转失衡的螺旋桨式风扇旋转,则因旋转失衡而有可能产生振动。

[0004] 因此,在专利文献1中,将前缘的形状互不相同(因此,各自的质量互不相同)的四个叶片以不等间距布置在螺旋桨式风扇的周向上,以便抑制螺旋桨式风扇的旋转失衡。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本公开专利公报特开平05-233093号公报

发明内容

[0008] 一发明所要解决的技术问题一

[0009] 在此,若叶片的形状不同,则作用于该叶片上的气动力也不同。因此,若如专利文献1所公开的那样在螺旋桨式风扇中设置前缘的形状互不相同的叶片,则作用于每个叶片上的气动力便会不同,从而有可能导致噪声增大。其结果是,在专利文献1的螺旋桨式风扇中,即使能够减少由NZ噪声引起的不适感,但鼓风声音整体的级别也会上升,最后有可能无法解决由噪声引起不适感的这一问题。

[0010] 本发明正是为解决上述技术问题而完成的,其目的在于:提供一种高性能的螺旋桨式风扇,该螺旋桨式风扇抑制了由噪声和振动所引起的问题。

[0011] 一用以解决技术问题的技术方案一

[0012] 第一方面发明以一种螺旋桨式风扇10作为对象,所述螺旋桨式风扇10包括圆筒状的轮毂15、和从该轮毂15的侧面向外侧伸长的多个叶片20a~20c。而且,多个所述叶片20a~20c中的至少两个叶片各自周向角度(circumferential pitch)互不相同,多个所述叶片20a~20c中的至少两个叶片各自的质量互不相同,以使得所述螺旋桨式风扇10的重心位于该螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11的附近或者该旋转中心轴11上,多个所述叶片20a~20c各自的投影到与所述螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状相互一致,并且多个所述叶片20a~20c各自的前缘部41a~41c的形状相互一致。

[0013] 在第一方面发明中,设置于螺旋桨式风扇10的多个叶片20a~20c中的至少两个叶片各自的周向角度互不相同。因此,能够抑制由所谓的NZ噪声引起的不适感。并且,在本发

明中,设置于螺旋桨式风扇10的叶片20a~20c中的至少两个叶片各自的质量互不相同,以使得螺旋桨式风扇10的重心位于螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11的附近或者旋转中心轴11上。因此,能够保持螺旋桨式风扇10的旋转平衡,并且能够抑制因旋转失衡而引起的振动。

[0014] 需要说明的是,在第一方面发明的螺旋桨式风扇10中,周向角度互不相同的两个叶片各自的质量并不限于互不相同。并且,质量互不相同的两个叶片各自的周向角度并不限于互不相同。

[0015] 在第一方面发明的螺旋桨式风扇10中,包括质量互不相同的至少两个叶片在内的所有叶片20a~20c各自的投影到与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状(即,从螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11方向观看到的叶片20a~20c的形状)相互一致,并且各自的前缘部41a~41c的形状相互一致。从螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11方向观看到的叶片20a~20c的形状和叶片20a~20c的前缘部41a~41c的形状对作用于叶片20a~20c上的气动力产生的影响较大。因此,若上述形状在所有叶片20a~20c中相一致,则作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力就会变得均匀。需要说明的是,在本申请说明书中使用的“一致”不仅包括相同的情况,还包括存在不对作用于叶片20a~20c上的气动力产生影响的微小差异的情况。

[0016] 第二方面发明在上述第一方面发明的基础上,质量互不相同的所述叶片20a~20c各自的比所述前缘部41a~41c靠后缘24a~24c的区域的一部分或者全部的厚度互不相同。

[0017] 在此,叶片20a~20c的比前缘部41a~41c靠后缘24a~24c的区域的形状对作用于叶片20a~20c上的气动力产生的影响较小。因此,在第二方面发明中,通过使叶片20a~20c的比前缘部41a~41c靠后缘24a~24c的区域的一部分或者全部的厚度不同,来使叶片20a~20c的质量不同。

[0018] 第三方面发明在上述第一或第二方面发明的基础上,所有所述叶片20a~20c的周向角度互不相同,所有所述叶片20a~20c的质量互不相同。

[0019] 在第三方面发明中,设置于螺旋桨式风扇10的多个叶片20a~20c各自的周向角度互不相同,并且各自的质量互不相同。因此,各叶片20a~20c的周向角度之差和各叶片20a~20c的质量之差被抑制得较小。

[0020] 第四方面发明在上述第三方面发明的基础上,所述叶片20a~20c的周向角度越大,叶片20a~20c的质量越小。

[0021] 在第四方面发明中,设置于螺旋桨式风扇10的多个叶片20a~20c的周向角度越大,叶片20c的质量就越小,并且周向角度越小,叶片20a的质量就越大。

[0022] 第五方面发明在上述第一至第四方面中任一方面发明的基础上,在所有所述叶片20a~20c上,形成有沿前缘部41a~41c延伸且朝正压面25a~25c侧鼓起的鼓起部45a~45c,所有所述叶片20a~20c的所述鼓起部45a~45c各自的形状相互一致。

[0023] 在第五方面发明中,在螺旋桨式风扇10的所有叶片20a~20c上形成有鼓起部45a~45c。鼓起部45a~45c是向叶片20a~20c的正压面25a~25c侧鼓起的部分,并沿叶片20a~20c的前缘23a~23c延伸。若在叶片20a~20c上形成鼓起部45a~45c,则在叶片20a~20c的前缘23a~23c处,空气就会顺畅地分开流向叶片20a~20c的正压面25a~25c侧和负压面26a~26c侧,从而能够谋求降低噪声。鼓起部45a~45c沿叶片20a~20c的前缘23a~23c布

置。因此,鼓起部45a~45c的形状对作用于叶片20a~20c上的气动力产生较大的影响。其结果是,在本发明中,使设置于螺旋桨式风扇10的所有叶片20a~20c各自的鼓起部45a~45c的形状相一致。

[0024] 一发明的效果一

[0025] 在本发明的螺旋桨式风扇10中,通过使叶片20a~20c的周向角度不均匀,而能够抑制由所谓的NZ噪声引起的不适感,并且通过使叶片20a~20c的质量不均匀,而能够抑制螺旋桨式风扇10产生振动。进而,就本发明的螺旋桨式风扇10而言,在叶片20a~20c的各个部分的形状中,对作用于叶片20a~20c上的气动力产生的影响较大的形状在所有叶片20a~20c中相一致。因此,能够使作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力变得均匀,从而能够抑制因作用于各叶片20a~20c上的气动力不同而引起噪声增大。其结果是,根据本发明,能够实现高性能的螺旋桨式风扇10,该螺旋桨式风扇10能够抑制噪声和振动增大,同时能够抑制由NZ噪声引起的不适感。

[0026] 在上述第二方面发明中,通过使叶片20a~20c的比前缘部41a~41c靠后缘24a~24c的区域的厚度不同,来使叶片20a~20c的质量不同。因此,根据本发明,能够使作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力变得均匀,同时能够使其中的至少两个叶片的质量不同。

[0027] 在上述第三、第四方面发明中,由于设置于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c的周向角度和质量分别互不相同,所以能够尽可能地将各叶片20a~20c的周向角度之差和质量之差抑制得较小。因此,根据上述发明,能够可靠地缩短螺旋桨式风扇10的重心与旋转中心轴11之间的距离,从而能够容易确保螺旋桨式风扇10的旋转取得平衡。

[0028] 在上述第五方面发明中,使对作用于叶片20a~20c上的气动力产生较大影响的鼓起部45a~45c的形状在螺旋桨式风扇10的所有叶片20a~20c中相一致。因此,根据本发明,还能够通过设置鼓起部45a~45c来获得降低噪声的效果,同时使作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力变得均匀,从而能够进一步降低噪声。

附图说明

- [0029] 图1是第一实施方式的螺旋桨式风扇的俯视图;
- [0030] 图2A示出了第一实施方式的第一叶片的叶片截面;
- [0031] 图2B示出了第一实施方式的第二叶片的叶片截面;
- [0032] 图2C示出了第一实施方式的第三叶片的叶片截面;
- [0033] 图3是示出螺旋桨式风扇的鼓风声音的测量结果的曲线图;
- [0034] 图4A示出了第二实施方式的第一叶片的叶片截面;
- [0035] 图4B示出了第二实施方式的第二叶片的叶片截面;
- [0036] 图4C示出了第二实施方式的第三叶片的叶片截面。

具体实施方式

[0037] 参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。需要说明的是,下面所要说明的实施方式和变形例是本质上优选的示例,并没有对本发明、其应用对象或其用途的范围进行限制的意图。

[0038] (第一实施方式)

[0039] 对第一实施方式进行说明。本实施方式的螺旋桨式风扇10是轴流风扇。该螺旋桨式风扇10例如设置于空调机的热源单元中,用于向热源侧热交换器供给室外空气。

[0040] 一螺旋桨式风扇的构造一

[0041] 如图1所示,本实施方式的螺旋桨式风扇10包括一个轮毂15和三个叶片20a、20b、20c。一个轮毂15与三个叶片20a~20c形成为一体。螺旋桨式风扇10的材质为树脂。

[0042] 轮毂15形成为前端面封闭的圆筒状。该轮毂15安装在风扇马达的驱动轴上。轮毂15的中心轴是螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11。

[0043] 叶片20a~20c布置成从轮毂15的外周面向外侧突出。三个叶片20a~20c隔开规定间隔地布置在轮毂15的周向上。各叶片20a~20c呈朝向螺旋桨式风扇10的径向外侧扩展的形状。在下文中说明各叶片20a~20c的形状和周向角度。

[0044] 就各叶片20a~20c而言,螺旋桨式风扇10的径向中心侧(即轮毂15侧)的端部为叶片根部21a、21b、21c,螺旋桨式风扇10的径向外侧的端部为叶片端部22a、22b、22c。各叶片20a~20c的叶片根部21a~21c与轮毂15接合。

[0045] 就各叶片20a~20c而言,螺旋桨式风扇10的旋转方向的前侧的缘部为前缘23a、23b、23c,螺旋桨式风扇10的旋转方向的后侧的缘部为后缘24a、24b、24c。各叶片20a~20c的前缘23a~23c和后缘24a~24c从叶片根部21a~21c朝着叶片端部22a~22c而向螺旋桨式风扇10的外周侧延伸。

[0046] 各叶片20a~20c相对于与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面倾斜。具体而言,各叶片20a~20c的前缘23a~23c布置在轮毂15的靠前端的位置,各叶片20a~20c的后缘24a~24c布置在轮毂15的靠基端的位置。就各叶片20a~20c而言,螺旋桨式风扇10的旋转方向的前侧的面(图2A~图2C中的朝下的面)为正压面25a、25b、25c,螺旋桨式风扇10的旋转方向的后侧的面(图2A~图2C中的朝上的面)为负压面26a、26b、26c。

[0047] 一叶片的形状一

[0048] 参照图1、图2A~图2C对叶片20的形状进行说明。

[0049] 图2A~图2C所示的叶片截面是将距螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11为距离r的位置处的各叶片20a~20c的截面展开为平面而得到的。各叶片20a~20c以朝负压面26a~26c侧鼓起的方式翘曲。

[0050] 在各叶片20a~20c的叶片截面中,连结前缘23a~23c与后缘24a~24c而得到的线段为叶弦31,叶弦31与“和螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面”所成的角为安装角 α 。叶弦长度 L_c 是用半径为r且中心角为 θ 的圆弧的长度 $r\theta$ 除以相对于安装角 α 的余弦 $\cos\alpha$ 而得到的值($L_c=r\theta/\cos\alpha$)。需要说明的是, θ 是距螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11为距离r的位置处的叶片20的中心角(参照图1),其单位是弧度。

[0051] 在图2A~图2C所示的叶片截面中,连结正压面25a~25c与负压面26a~26c的中点而得到的线为弧线32a、32b、32c,从叶弦31至弧线32a~32c为止的距离是翘曲高度H。叶片截面的弧线32a~32c的形状由从前缘23a~23c至叶弦31上的任意点X为止的距离L、从该点X至弧线32a~32c为止的距离(即,点X处的翘曲高度H)、以及叶弦长度 L_c 决定。

[0052] 各叶片20a~20c各自的弧线32a~32c的形状一致。也就是说,在各叶片20a~20c的位于距螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11为任意距离r的位置处的各个叶片截面中,叶弦

31上的任意点X处的翘曲高度H一致,并且叶弦长度 L_c 一致。

[0053] 需要说明的是,实际上两个物体的形状、尺寸不会完全一致。因此,本说明书中使用的“一致”不仅包括完全一致的情况,还包括存在通常尺寸公差程度的差异的情况。也就是说,本说明书中的“一致”还包括可以说不完全一致但实质上一致的情況。

[0054] 并且,各叶片20a~20c各自的投影到与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状彼此一致。也就是说,图1中所示的、各叶片20a~20c的形状(即,从螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11方向观看到的叶片形状)彼此一致。因此,各叶片20a~20c各自的前缘23a~23c的形状彼此一致,并且各自的后缘24a~24c的形状彼此一致。

[0055] 各叶片20a~20c的沿前缘23a~23c延伸的部分构成前缘部41a、41b、41c,并且剩余部分构成主体叶片部42a、42b、42c。

[0056] 前缘部41a~41c为前缘23a~23c附近的区域,并以横跨前缘23a~23c的整个长度的方式形成。就本实施方式的各叶片20a~20c而言,叶片20a~20c中比叶片20a~20c的厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 为最大的位置(图2A~图2C所示的假想面Z)靠前缘23a~23c侧的区域构成前缘部41a~41c。需要说明的是,叶片20a~20c的厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 是在与弧线32a~32c正交的直线上的正压面25a~25c与负压面26a~26c之间的间隔。

[0057] 主体叶片部42a~42c是从前缘部41a~41c一直形成到后缘24a~24c的部分。就各叶片20a~20c而言,叶片20a~20c的除了前缘部41a~41c以外的区域构成主体叶片部42a~42c。

[0058] 各叶片20a~20c各自的前缘部41a~41c的形状一致。也就是说,就各叶片20a~20c的前缘部41a~41c而言,前缘23a~23c的形状、弧线32a~32c的形状、以及厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 彼此一致。

[0059] 各叶片20a~20c各自的主体叶片部42a~42c的厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 互不相同。

[0060] 如图2B所示,第二叶片20b的主体叶片部42b的厚度 t_2 的平均值比第一叶片20a的主体叶片部42a的厚度 t_1 的平均值小。第二叶片20b的主体叶片部42b的厚度 t_2 与第一叶片20a的主体叶片部42a的厚度 t_1 之差(t_1-t_2)从前缘部41b朝着后缘24a~24c逐渐增大,在前缘部41b与后缘24a~24c的中间位置处成为最大,并从厚度之差(t_1-t_2)为最大的位置开始朝着后缘24a~24c逐渐减小。

[0061] 如图2C所示,第三叶片20c的主体叶片部42c的厚度 t_3 的平均值比第二叶片20b的主体叶片部42b的厚度 t_2 的平均值小。第三叶片20c的主体叶片部42c的厚度 t_3 与第二叶片20b的主体叶片部42b的厚度 t_2 之差(t_2-t_3)从前缘部41c朝着后缘24a~24c渐渐增大,在前缘部41c与后缘24a~24c的中间位置处成为最大,并从厚度之差(t_2-t_3)为最大的位置开始朝着后缘24a~24c逐渐减小。

[0062] 一叶片的布置情况一

[0063] 在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,各叶片20a~20c的周向角度 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 互不相同。

[0064] 在此,在各叶片20a~20c中,将包括螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11并与叶片20a~20c的前缘23a~23c相切的平面作为前端平面35a、35b、35c。第一叶片20a的前端平面35a包括螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11,并与第一叶片20a的前缘23a相切。第二叶片20b的前端平面35b包括螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11,并与第二叶片20b的前缘23b相切。第三叶

片20c的前端平面35c包括螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11,并与第三叶片20c的前缘23c相切。

[0065] 叶片20a~20c的周向角度 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 是叶片20a、20b、20c的前端平面35a、35b、35c与位于该叶片20a~20c的在螺旋桨式风扇10的旋转方向上的后方的叶片20b、20c、20a的前端平面35b、35c、35a之间所成的角度。具体而言,第一叶片20a的周向角度 ϕ_1 是第一叶片20a的前端平面35a与第二叶片20b的前端平面35b之间所成的角度。第二叶片20b的周向角度 ϕ_2 是第二叶片20b的前端平面35b与第三叶片20c的前端平面35c之间所成的角度。第三叶片20c的周向角度 ϕ_3 是第三叶片20c的前端平面35c与第一叶片20a的前端平面35a之间所成的角度。

[0066] 在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,各叶片20a~20c的周向角度 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 按照第一叶片20a、第二叶片20b、第三叶片20c的顺序增大。也就是说,第三叶片20c的周向角度 ϕ_3 比第二叶片20b的周向角度 ϕ_2 大,第二叶片20b的周向角度 ϕ_2 比第一叶片20a的周向角度 ϕ_1 大($\phi_1 < \phi_2 < \phi_3$)。在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,第一叶片20a的周向角度 ϕ_1 为 114° ,第二叶片20b的周向角度 ϕ_2 为 119° ,第三叶片20c的周向角度 ϕ_3 为 127° 。需要说明的是,在此所示的周向角度 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 的值仅是一个示例。

[0067] 一叶片的质量和螺旋桨式风扇的重心一

[0068] 如上所述,各叶片20a~20c的主体叶片部42a~42c的厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 的平均值按照第一叶片20a、第二叶片20b、第三叶片20c的顺序减小。因此,各叶片20a~20c的质量也按照第一叶片20a、第二叶片20b、第三叶片20c的顺序减小。也就是说,第三叶片20c的质量 M_3 比第二叶片20b的质量 M_2 小,第二叶片20b的质量 M_2 比第一叶片20a的质量 M_1 小($M_3 < M_2 < M_1$)。在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,第二叶片20b的质量 M_2 约为第一叶片20a的质量 M_1 的95%,第三叶片20c的质量 M_3 约为第一叶片20a的质量 M_1 的85%。需要说明的是,在此所示的质量 M_1 、 M_2 、 M_3 的比率仅是一个示例。

[0069] 决定好各叶片20a~20c各自的质量 M_1 、 M_2 、 M_3 ,以使得螺旋桨式风扇10的重心位于螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11上。本实施方式的螺旋桨式风扇10的重心实质上位于螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11上。在从螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11到螺旋桨式风扇10的重心为止的距离大约为一般的尺寸公差的情况下,可以说螺旋桨式风扇10的重心实质上位于螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11上。

[0070] 并且,螺旋桨式风扇10的重心也可以稍微远离螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11。若螺旋桨式风扇10的重心与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11之间的距离约为螺旋桨式风扇10的外径的0.5%以下,则螺旋桨式风扇10的旋转实质上取得了平衡。

[0071] 需要说明的是,螺旋桨式风扇10的外径是中心轴与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11一致且外切于螺旋桨式风扇10的圆柱面的直径。本实施方式的螺旋桨式风扇10的外径D是从螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11到叶片端部22a~22c为止的距离 r_0 的2倍($D=2r_0$)。

[0072] 一作用于叶片的气动力一

[0073] 本实施方式的螺旋桨式风扇10由与轮毂15连结的风扇马达驱动,沿图1中的顺时针方向旋转。当螺旋桨式风扇10旋转时,空气被叶片20a~20c朝螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11的方向推出。

[0074] 气动力作用在螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上。具体而言,就各叶片20a~

20c而言,正压面25a~25c侧的气压比大气压高,负压面26a~26c侧的气压比大气压低。因此,将叶片20a~20c从正压面25a~25c朝向负压面26a~26c按压的方向上的升力作用在螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上。该升力是螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c推出空气的力的反作用力。

[0075] 如上所述,虽然本实施方式的螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c各自的主体叶片部42a~42c的厚度 t_1 、 t_2 、 t_3 互不相同,但各自的弧线32a~32c的形状、各自投影到与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状、以及各自的前缘部41a~41c的形状相互一致。也就是说,各叶片20a~20c的对作用于叶片20a~20c上的气动力的大小产生较大影响的形状相互一致。因此,作用于质量 M_1 、 M_2 、 M_3 互不相同的各叶片20a~20c上的气动力之差被抑制得较小。

[0076] 一螺旋桨式风扇的鼓风声音一

[0077] 参照图3对螺旋桨式风扇10的鼓风声音进行说明。

[0078] 在图3中,用实线示出本实施方式的螺旋桨式风扇10的鼓风声音的测量结果,并用虚线示出比较例的螺旋桨式风扇的鼓风声音的测量结果。比较例的螺旋桨式风扇在周向上以恒定间隔布置有形状与本实施方式的第一叶片20a的形状相同的三个叶片。也就是说,在比较例的螺旋桨式风扇中,各叶片的周向角度均为 120° 。

[0079] 如图3所示,本实施方式的螺旋桨式风扇10与比较例的螺旋桨式风扇相比,对应于NZ噪声的频带的声压级较低,而与对应于NZ噪声的频带相邻的频带的声压级较高。

[0080] 在此,对应于NZ噪声的频带的声压级与对应于NZ噪声的频带所邻接的频带的声压级之差越大,NZ噪声给人带来的不适感就越大。如图3所示,就上述两个频带的声压级之差而言,本实施方式的螺旋桨式风扇10的值 ΔB 小于比较例的螺旋桨式风扇的值 $\Delta B'$ 。因此,与比较例的螺旋桨式风扇相比,各叶片20a~20c的周向角度互不相同的本实施方式的螺旋桨式风扇10能够抑制NZ噪声给人带来的不适感。

[0081] 一第一实施方式的效果一

[0082] 在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,通过使各叶片20a~20c的周向角度不均匀,而能够抑制由所谓的NZ噪声引起的不适感,并且通过使叶片20a~20c的质量不均匀,而能够抑制螺旋桨式风扇10产生振动。进而,就本实施方式的螺旋桨式风扇10而言,在叶片20a~20c的各种形状中,对作用于叶片20a~20c上的气动力产生的影响较大的形状在所有叶片20a~20c中相一致。因此,能够使作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力变得均匀,从而能够抑制因作用于各叶片20a~20c上的气动力不同而引起噪声增大。其结果是,根据本实施方式,能够实现高性能的螺旋桨式风扇10,该螺旋桨式风扇10能够抑制噪声和振动增大,同时能够抑制由NZ噪声引起的不适感。

[0083] 并且,在本实施方式中,通过使叶片20a~20c的主体叶片部42a~42c的厚度不同,来使叶片20a~20c的质量不同。主体叶片部42a~42c的厚度对作用于叶片20a~20c上的气动力的大小产生的影响较小。因此,根据本实施方式,能够使作用于螺旋桨式风扇10的所有叶片20a~20c上的气动力变得均匀,同时能够使各叶片20a~20c的质量不同。

[0084] 并且,在本实施方式中,由于设置于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c的周向角度和质量分别互不相同,所以能够尽可能地将各叶片20a~20c的周向角度之差和质量之差抑制得较小。因此,根据本实施方式,能够可靠地缩短螺旋桨式风扇10的重心与旋转中心轴

11之间的距离,从而能够容易确保螺旋桨式风扇10的旋转取得平衡。

[0085] 并且,在本实施方式中,就各叶片20a~20c的周向角度互不相同的螺旋桨式风扇10而言,通过使各叶片20a~20c的质量互不相同,来使螺旋桨式风扇10的旋转取得平衡。因此,本实施方式的螺旋桨式风扇10仅在注塑成型好的状态下就已经取得了旋转平衡。其结果是,根据本实施方式,不进行将例如平衡重块等其它部件安装于螺旋桨式风扇10上的工序,就能够制造各叶片20a~20c的周向角度互不相同的螺旋桨式风扇10。

[0086] (第二实施方式)

[0087] 对第二实施方式进行说明。本实施方式的螺旋桨式风扇10在第一实施方式的螺旋桨式风扇10的基础上改变了叶片20a~20c的形状。在此,对本实施方式的螺旋桨式风扇10与第一实施方式的螺旋桨式风扇10的不同点进行说明。

[0088] 如图4A~图4C所示,在本实施方式的各叶片20a~20c上形成有鼓起部45a、45b、45c。鼓起部45a~45c是向叶片20a~20c的正压面25a~25c侧鼓起的部分,并且沿着前缘部41a~41c横跨前缘部41a~41c的整个长度地延伸。鼓起部45a~45c的表面是平滑地与叶片20a~20c的邻接于鼓起部45a~45c的区域的表面连接的凸面。各叶片20a~20c各自的鼓起部45a~45c的形状相互一致。也就是说,本实施方式的各叶片20a~20c各自的前缘部41a~41c的形状相互一致,并且各自的鼓起部45a~45c的形状相互一致。

[0089] 若在叶片20a~20c上形成鼓起部45a~45c,则在叶片20a~20c的前缘23a~23c处,空气就会顺畅地分开流向叶片的正压面25a~25c侧和负压面26a~26c侧,从而能够谋求降低鼓风声音。另一方面,鼓起部45a~45c沿着叶片20a~20c的前缘23a~23c布置。因此,鼓起部45a~45c的形状对作用于叶片20a~20c上的气动力产生较大的影响。相对于此,在本实施方式的螺旋桨式风扇10中,各叶片20a~20c的鼓起部45a~45c的形状相互一致。其结果是,根据本实施方式,利用将作用于螺旋桨式风扇10的各叶片20a~20c上的气动力之差抑制得较小的效果、和由鼓起部45a~45c获得的气流的整流效果,能够进一步降低螺旋桨式风扇10的鼓风声音。

[0090] (其它实施方式)

[0091] 在上述各实施方式的螺旋桨式风扇10中,叶片20a~20c的数量可以是五个以上的奇数。并且,在上述各实施方式的螺旋桨式风扇10中,叶片20a~20c的数量也可以是偶数。

[0092] 并且,上述各实施方式的螺旋桨式风扇10也可以是这样的,即:并不是全部叶片,而是一部分叶片各自的周向角度和质量互不相同。

[0093] 并且,在上述第一实施方式的螺旋桨式风扇10中,各叶片20a~20c各自的弧线32a~32c的形状、各自投影到与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状、以及各自的前缘部41a~41c的形状相互一致即可。就各叶片20a~20c的“弧线32a~32c的形状”、“投影到与螺旋桨式风扇10的旋转中心轴11正交的平面上的投影图的形状”、以及“前缘部41a~41c的形状”的各个形状而言,即使在上述形状的差异超过通常的尺寸公差的情况下,只要上述形状的差异对作用于叶片20a~20c上的气动力产生的影响轻微,可以说上述形状相互一致。

[0094] 并且,在上述第二实施方式的螺旋桨式风扇10中,使各叶片20a~20c各自的鼓起部45a~45c的形状相互一致即可。就各叶片20a~20c的“鼓起部45a~45c的形状”而言,即使在该形状的差异超过通常的尺寸公差的情况下,只要该形状的差异对作用于叶片20a~

20c上的气动力产生的影响轻微,可以说该形状相互一致。

[0095] 一产业实用性一

[0096] 综上所述,本发明对于螺旋桨式风扇是有用的。

[0097] 一符号说明一

[0098] 10 螺旋桨式风扇;

[0099] 11 旋转中心轴;

[0100] 15 轮毂;

[0101] 20a 第一叶片;

[0102] 20b 第二叶片;

[0103] 20c 第三叶片;

[0104] 24a、24b、24c 后缘;

[0105] 25a、25b、25c 正压面;

[0106] 41a、41b、41c 前缘部;

[0107] 45a、45b、45c 鼓起部。

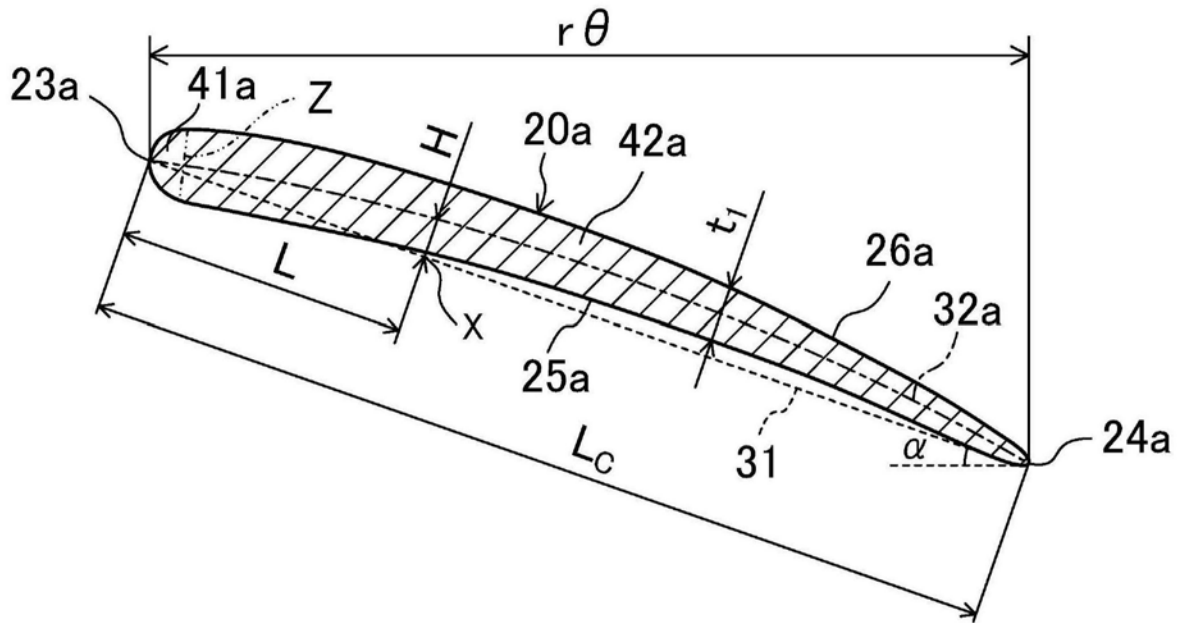


图2A

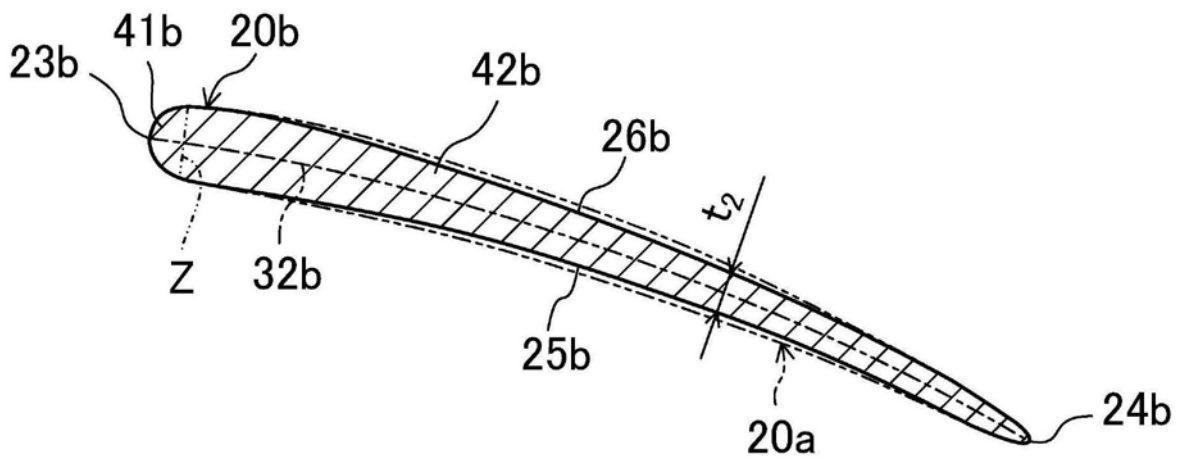


图2B

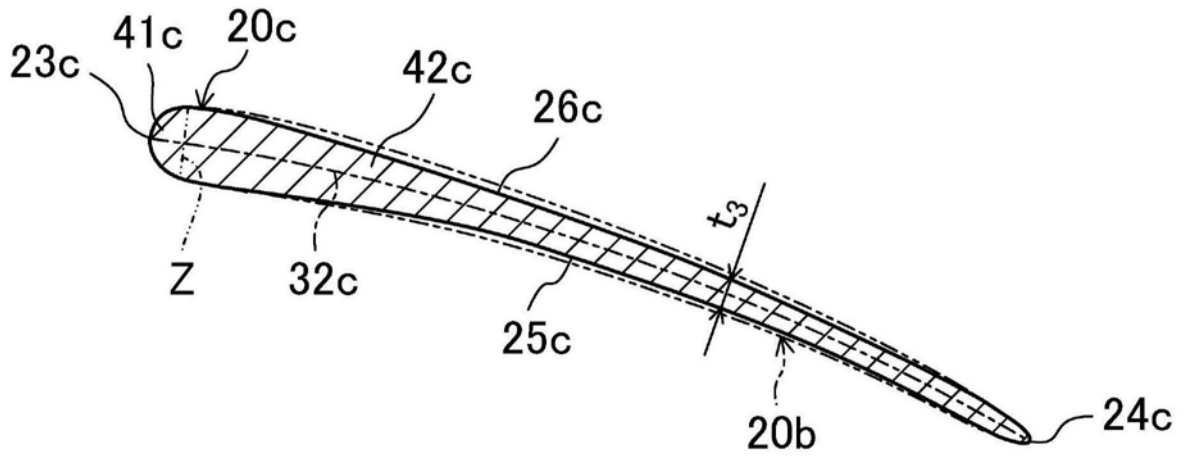


图2C

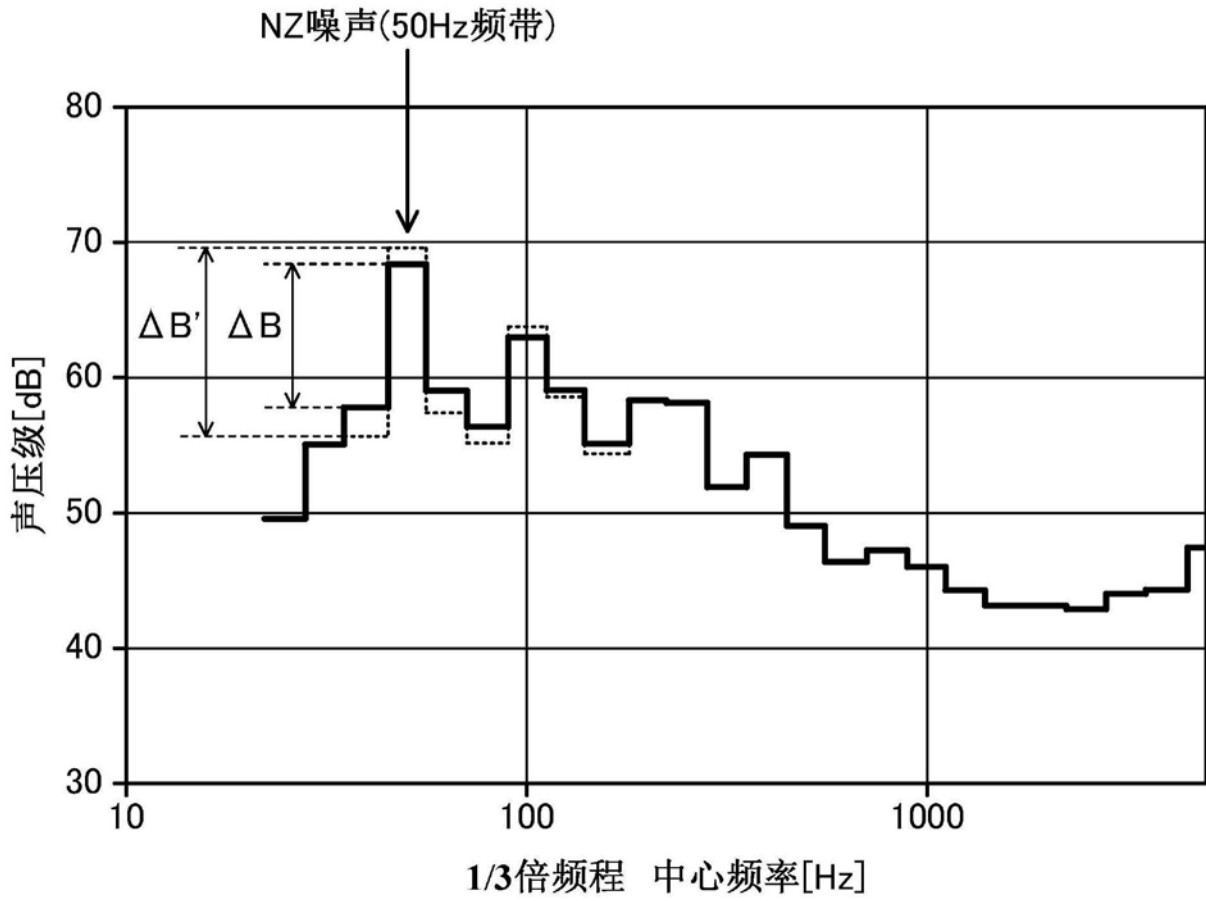


图3

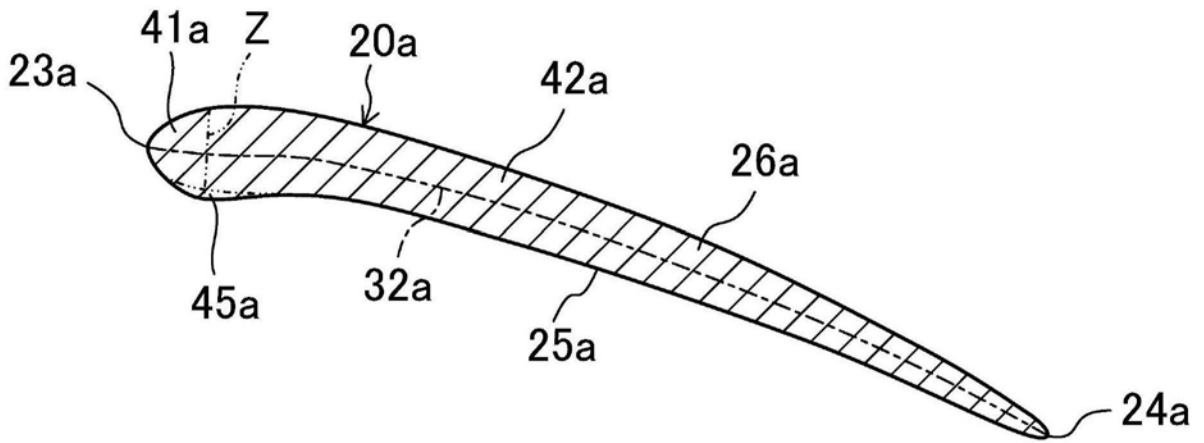


图4A

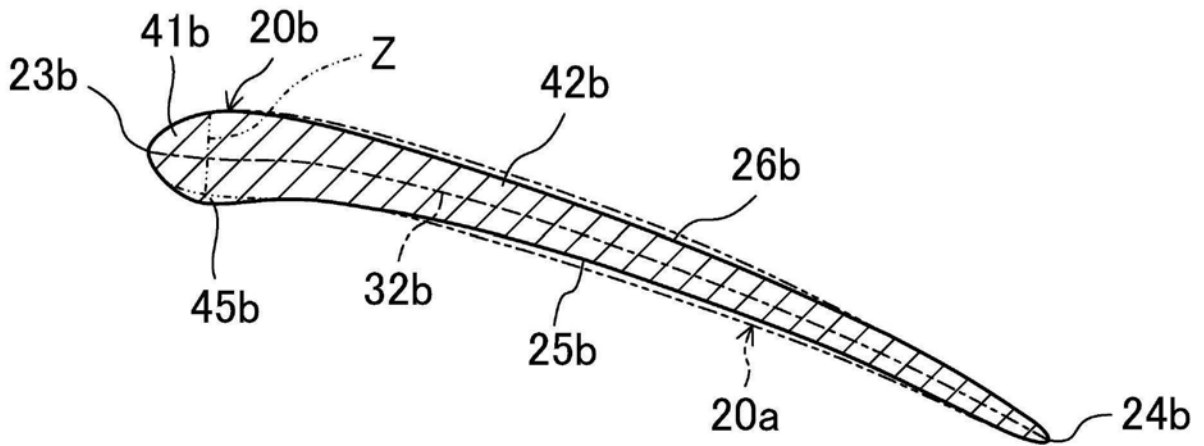


图4B

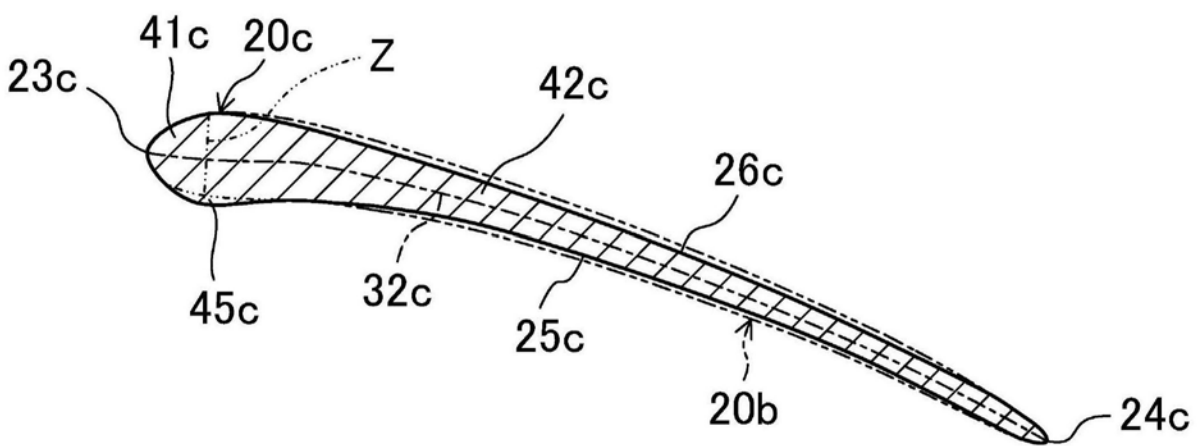


图4C