



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103270310 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201180048877. 2

(22) 申请日 2011. 12. 06

(30) 优先权数据

2010-294078 2010. 12. 28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/078201 2011. 12. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/090657 JA 2012. 07. 05

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本国东京都港区港南二丁目 16 番 5 号

(72) 发明人 富田勋 星徹

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 梅高强 刘煜

(51) Int. Cl.

F04D 29/30(2006. 01)

(56) 对比文件

JP H0237297 U, 1990. 03. 12,

CN 1302356 A, 2001. 07. 04,

WO 2005054681 A1, 2005. 06. 16,

JP 2002332992 A, 2002. 11. 22,

US 3069072 A, 1962. 12. 18,

JP 2002349488 A, 2002. 12. 04,

审查员 安丽丽

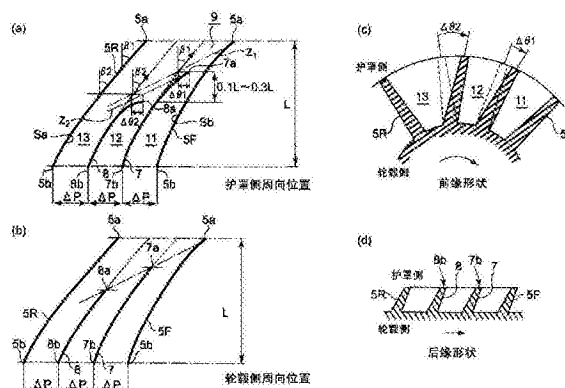
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

离心压缩机

(57) 摘要

一种离心压缩机, 具有: 第 1 分割叶片 (7), 其设在接近压缩机的旋转方向上游侧的整体叶片 (5F) 的负压面 (Sb) 的一侧; 以及第 2 分割叶片 (8), 其比所述第 1 分割叶片 (7) 短且设在远离所述整体叶片 (5F) 的负压面 (Sb) 的一侧, 使第 1 分割叶片 (7) 及第 2 分割叶片 (8) 的护罩侧的前缘 (7a, 8a) 从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向整体叶片的负压面 (Sb) 侧接近。



1. 一种离心压缩机,具有:整体叶片,在轮毂面上从流体的入口部延伸至出口部地沿周向以等间隔立设有多个所述整体叶片;以及分割叶片,该分割叶片从形成于互相相邻设置的所述整体叶片之间的流路的中途延伸至出口部地设置,并在所述整体叶片之间设有二片以上的分割叶片,该离心压缩机的特征在于,

在以所述整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置具有:第1分割叶片,该第1分割叶片设在接近压缩机的旋转方向上游侧的整体叶片的负压面的一侧,且该第1分割叶片的流路方向长度比该上游侧的整体叶片的流路方向长度短;以及第2分割叶片,该第2分割叶片设在该第1分割叶片的负压面侧,且该第2分割叶片的流路方向长度比所述第1分割叶片的流路方向长度短,

使所述第1分割叶片及第2分割叶片的前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近,

所述第2分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量大于所述第1分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量。

2. 如权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,使所述第1分割叶片及第2分割叶片的各分割叶片的后缘部的轮毂侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向整体叶片的负压面侧接近。

3. 如权利要求2所述的离心压缩机,其特征在于,使所述第1分割叶片及第2分割叶片的各自的后缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向整体叶片的正压面侧接近。

4. 如权利要求1或2所述的离心压缩机,其特征在于,在所述第2分割叶片的负压面侧具有流路方向长度比所述第2分割叶片的流路方向长度短的第3分割叶片,使该第3分割叶片的前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近。

5. 如权利要求4所述的离心压缩机,其特征在于,所述第3分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量大于所述第2分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量。

离心压缩机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车辆用、船用涡轮增压器等所使用的离心压缩机,尤其涉及一种在互相相邻的整体叶片(全叶片)之间设有二片以上的多个分割叶片(短叶片)的离心压缩机。

背景技术

[0002] 车辆用、船用涡轮增压器的压缩机部等所使用的离心压缩机,通过叶轮的旋转而给予流体动能,并将流体向径向外侧排出而获得离心力所带来的压力上升。该离心压缩机在较大的运行范围内被要求高压比和高效化,因此,往往使用如图9、图10那样在互相相邻的整体叶片(全叶片)01之间设有分割叶片(短叶片)03的叶轮05。

[0003] 具有这种分割叶片03的叶轮05,整体叶片01和分割叶片03交替地设置在轮毂07的面上,一般的分割叶片03是仅将整体叶片01的上游侧切除的形状。

[0004] 如果是一般的分割叶片03,如图11所示,分割叶片03的入口端缘(LE2)处于离开整体叶片01的入口端缘(LE1)一定距离的下游侧,出口端缘(TE)被设成一致,分割叶片03的入口端缘的叶片角 θ (表示入口端缘的方向与叶轮05的轴向G所构成的角度),被设定成与在整体叶片01间的流路内流动的流体的流动方向F相同。

[0005] 另一方面,我们知道一种将形成于分割叶片03两侧的两通道的喉口面积做成相同而获得流体均等分配的技术,例如,专利文献1(日本特开平10—213094号公报)所公开的技术是作了这样的设计:如图12所示,将分割叶片09的入口端缘的叶片角 θ 做大到 $\theta + \Delta\theta$ (设定为比流体的流动方向F大 $\Delta\theta$),即,使分割叶片09的入口端缘向整体叶片01的负压面Sb侧接近,由此将分割叶片09的两侧通道的喉口面积做成相同($A1 = A2$)。

[0006] 另外,我们还知道有专利文献2(日本专利特许3876195号公报)的技术,使分割叶片的入口端部向整体叶片的负压面侧倾斜。

[0007] 专利文献1:日本专利特开平10—213094号公报

[0008] 专利文献2:日本专利特许3876195号公报

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 所述专利文献1、2所示的技术都是这样的技术:在将叶片间的流动假定为沿整体叶片流动的基础上,着眼于由分割叶片分割的流路的流量分配来改进叶片形状,当是具有叶片端间隙的开放式叶轮时,有从该叶片端间隙流入通道内或从通道流出的叶片端泄漏流动的影响,流动场变得复杂,需要进行适合于这些复杂的内部流动的进一步改进。

[0011] 利用数值分析对该复杂的内部流动进行评价后就可明白:从整体叶片的入口端缘顶端部(叶片的离开轮毂面的高度方向(护罩侧)的顶端部)产生的泄漏涡流到达分割叶片的入口端缘的顶端部(叶片的离开轮毂面的高度方向(护罩侧)的顶端部)近旁(参照图8的叶片端泄漏流动涡流,以下称为叶片端泄漏涡流W)。

[0012] 因此,本申请人通过未公开的日本专利特愿2009-233183号,申请了使分割叶片的入口端缘向整体叶片的负压面侧倾斜来避免与叶片端泄漏涡流W相干涉的技术。

[0013] 但是,在实现离心压缩机的进一步的高压力比、高效化和大量程化方面,增大叶片片数是重要的,因此,做成二片以上的多个分割叶片是重要的技术,但在前述专利文献1、2和前述申请中,并未公开这些多个分割叶片的情况的具体改进。

发明内容

[0014] 因此,本发明是鉴于这些问题而做成的,其目的在于提供一种离心压缩机,在整体叶片之间设有二片以上的多个分割叶片,避免整体叶片及分割叶片的叶片端泄漏涡流与旋转方向下游侧的多个分割叶片相干涉,实现压力比及效率提高。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 为了实现上述目的,本发明的离心压缩机具有:整体叶片,在轮毂面上从流体的入口部延伸至出口部地沿周向以等间隔立设有多片所述整体叶片;以及分割叶片,该分割叶片从形成于互相相邻设置的所述整体叶片之间的流路的中途延伸至出口部地设置,并在所述整体叶片之间设有二片以上的分割叶片,其中,该离心压缩机在以所述整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置具有:第1分割叶片,该第1分割叶片设在接近压缩机的旋转方向上游侧的整体叶片的负压面的一侧,且该第1分割叶片的流路方向长度比该上游侧的整体叶片的流路方向长度短;以及第2分割叶片,该第2分割叶片设在该第1分割叶片的负压面侧,且该第2分割叶片的流路方向长度比所述第1分割叶片的流路方向长度短,使所述第1分割叶片及第2分割叶片的前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近,所述第2分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量大于所述第1分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量。

[0017] 采用这种发明,由于所述离心压缩机在所述整体叶片顶端与护罩之间形成有叶片端间隙,从该叶片端间隙向所述分割叶片的前缘部产生叶片端泄漏涡流,对于该叶片端泄漏涡流,使第1分割叶片的前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近,因此,叶片端泄漏涡流就越过第1分割叶片的前缘部,或与所述叶片端泄漏涡流的方向相一致,能避免第1分割叶片的前缘部与叶片端泄漏涡流相干涉。

[0018] 此外,对于设在所述第1分割叶片的负压面侧且流路方向长度比所述第1分割叶片的流路方向长度短的第2分割叶片,也使其前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近,因此,也能避免从所述第1分割叶片顶端与护罩之间的叶片端间隙向所述第2分割叶片的前缘部产生的叶片端泄漏涡流与第2分割叶片的前缘部相干涉。

[0019] 如此,第1分割叶片及第2分割叶片这两方都能避免叶片端泄漏涡流,能对具有多个分割叶片的离心压缩机进行效率提高和性能改进。

[0020] 由于进入第2分割叶片的前缘部的护罩侧的叶片端泄漏涡流由第1分割叶片的前缘产生,因此,需要大于第1分割叶片的前缘部的接近量。

[0021] 此外,由于进入第2分割叶片的前缘部的护罩侧的叶片端泄漏涡流重叠有整体叶片所产生的叶片端泄漏涡流和第1分割叶片所产生的叶片端泄漏涡流,因此,要有效地避免叶片端泄漏涡流,则需要使第2分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量大于所述第1分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量。由此,能进一步可靠地避免泄漏

涡流。

[0022] 另外,在本发明中最好是,使所述第1分割叶片及第2分割叶片的各分割叶片的后缘部的轮毂侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向整体叶片的负压面侧接近。

[0023] 如此,通过使所述第1分割叶片及第2分割叶片的各分割叶片的后缘部的轮毂侧从整体叶片的周向等间隔位置向整体叶片的负压面侧接近,从而加大轮毂侧的叶片曲率(叶片负载),能提高压缩机的压力比。

[0024] 另外,当提高压力比时,由于前缘部的护罩侧已经向整体叶片的负压面侧接近以避免所述叶片端泄漏涡流,因此叶片曲率(叶片曲率)已经变大,有产生剥离的危险性,故通过使后缘部的轮毂侧从整体叶片的周向等间隔位置向整体叶片的负压面侧接近,从而能将分割叶片的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化。

[0025] 因此,能减小护罩侧的叶片负载而降低剥离等的产生风险,并利用轮毂侧的负载增大分割叶片的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化,能进一步提高压缩机的性能及耐久性。

[0026] 另外,在本发明中最好是,使所述第1分割叶片及第2分割叶片的各自的后缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向整体叶片的正压面侧接近。

[0027] 如此,通过使分割叶片的后缘部的护罩侧向整体叶片的正压面侧接近,从而能减小护罩侧的叶片负载。

[0028] 即,如前所述,为了避免与叶片端泄漏涡流相干涉,使前缘部的护罩侧向整体叶片的负压面侧接近,因而在护罩侧作用了较大的叶片负载。为了使该叶片负载的平衡均等化,使后缘部的轮毂侧从整体叶片的周向等间隔位置向整体叶片的负压面侧接近,但当仅仅如此不能消除护罩侧的叶片负载的增大负担时,护罩侧依然有剥离等危险性,在这种情况下,通过进一步使后缘部的护罩侧从整体叶片的周向等间隔位置向整体叶片的正压面侧接近,就能进一步减小护罩侧的负载。

[0029] 其结果,如前所述,减小护罩侧的负载而降低剥离等的产生风险,并利用轮毂侧的负载增大分割叶片的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化,能进一步提高压缩机的性能及耐久性。

[0030] 此外,在本发明中最好是,在所述第2分割叶片的负压面侧具有流路方向长度比所述第2分割叶片的流路方向长度短的第3分割叶片,使该第3分割叶片的前缘部的护罩侧从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近。

[0031] 另外,所述第3分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量大于所述第2分割叶片向所述整体叶片的负压面侧接近的接近量。

[0032] 通过做成如此结构,第3分割叶片也能获得与所述第2分割叶片相同的作用效果,能避免与从整体叶片、第1分割叶片及第2分割叶片的叶片端产生的叶片端泄漏涡流相干涉。

[0033] 发明的效果

[0034] 采用本发明,由于对于比第1分割叶片短的第2分割叶片,也使其护罩侧的前缘部从以整体叶片之间的分割叶片数量等间隔分割的位置向所述整体叶片的负压面侧接近,因此,能避免从所述第1分割叶片顶端与护罩之间的叶片端间隙向所述第2分割叶片的前缘部

产生的叶片端泄漏涡流与第2分割叶片的前缘部相干涉。

[0035] 其结果,在整体叶片之间设有二片以上的多个分割叶片的离心压缩机中,能避免整体叶片及分割叶片的叶片端泄漏涡流与旋转方向下游侧的多个分割叶片相干涉,能实现压力比及效率的提高。

附图说明

[0036] 图1是表示本发明的离心压缩机的叶轮的主要部分的立体图。

[0037] 图2是表示第1实施方式的整体叶片与分割叶片之间的关系的说明图。(a)表示护罩侧周向位置关系,(b)表示轮毂侧周向位置关系,(c)表示前缘形状的相对于流动方向的主视图,(d)表示后缘形状的相对于流动方向的主视图。

[0038] 图3是表示第2实施方式的整体叶片与分割叶片之间的关系的说明图。(a)表示护罩侧周向位置关系,(b)表示轮毂侧周向位置关系,(c)表示前缘形状的相对于流动方向的主视图,(d)表示后缘形状的相对于流动方向的主视图。

[0039] 图4是表示第3实施方式的整体叶片与分割叶片之间的关系的说明图。(a)表示护罩侧周向位置关系,(b)表示轮毂侧周向位置关系,(c)表示前缘形状的相对于流动方向的主视图,(d)表示后缘形状的相对于流动方向的主视图。

[0040] 图5表示第4实施方式的整体叶片与分割叶片的护罩侧周向位置关系。

[0041] 图6表示第5实施方式的整体叶片与分割叶片的护罩侧周向位置关系。

[0042] 图7是表示叶片片数所引起的压缩机噪声的关系的说明图。

[0043] 图8是表示形成在分割叶片的入口端部的顶端部的来自于整体叶片顶端部的叶片端泄漏流动的数值分析结果。

[0044] 图9是以往技术的说明图。

[0045] 图10是以往技术的说明图。

[0046] 图11是以往技术的说明图。

[0047] 图12是以往技术的说明图。

具体实施方式

[0048] 下面,用图示的实施形态来详细说明本发明。

[0049] 但是,本实施形态所记载的结构零件的尺寸、形状和相对配置等只要不特别进行特定的记载,就不是将本发明的范围仅限于此的意思,只不过是说明例而已。

[0050] (第1实施方式)

[0051] 图1是表示应用本发明的分割叶片的离心压缩机的叶轮的主要部分的立体图。叶轮1在周向以等间距 ΔP (参考图2)分别立设有:在嵌装在未图示的转子轴上的轮毂3的上表面多个互相相邻的整体叶片(全叶片)5、设在该整体叶片5之间的第1分割叶片(短叶片)7、以及第2分割叶片(短叶片)8。

[0052] 并且,第1分割叶片7及第2分割叶片8的长度相对于流体的流动方向比整体叶片5短,此外,第2分割叶片8比第1分割叶片7短,并形成于前后整体叶片5之间的流路9的中途延伸至出口部地设置。叶轮1沿箭头方向旋转,其中心用0表示。

[0053] 图2(a)表示第1分割叶片7、第2分割叶片8与整体叶片5在护罩侧位置及叶片顶端

侧位置处的配置关系。

[0054] 第1分割叶片7的前沿即前缘7a位于整体叶片5的前沿即前缘5a的流动方向下游侧,第2分割叶片8的前沿即前缘8a位于第1分割叶片7的前沿即前缘7a的流动方向下游侧,第1分割叶片7的后沿的后缘7b、第2分割叶片8的后沿的后缘8b和整体叶片5的后沿的后缘5b的位置在周向设成一致。

[0055] 另外,整体叶片5的正压面Sa侧与整体叶片5的负压面Sb侧之间所形成的流路9由第1分割叶片7及第2分割叶片8沿周向三等分,在第1分割叶片7与整体叶片5的负压面Sb侧的壁面之间形成有流路11,在第1分割叶片7与第2分割叶片8形成有流路12,在第2分割叶片8与整体叶片5的正压面Sa侧的壁面之间形成有流路13。

[0056] 另外,第1分割叶片7及第2分割叶片8的形状是沿着整体叶片5的,第1分割叶片7的前缘7a的倾斜角度 β_1 与整体叶片5的倾斜角度相同,第2分割叶片8前缘8a的倾斜角度 β_2 与整体叶片5的倾斜角度相同。

[0057] 如此构成的叶轮1,被收纳在将整体叶片5及第1分割叶片7、第2分割叶片8覆盖的未图示的护罩内,构成为在该护罩与这些叶片之间具有叶片端间隙的开放式叶轮。

[0058] 因此,旋转方向上游侧的整体叶片5(前侧整体叶片5F)的正压面侧的流体通过整体叶片5的前缘5a的顶端部分(护罩侧)与护罩的间隙部分而产生泄漏到整体叶片5的负压面侧的叶片端泄漏涡流W。

[0059] 由于该叶片端泄漏涡流W给第1分割叶片7的前缘7a近旁的流动带来影响,故对该叶片端泄漏涡流W的状态进行了数值分析。图8表示该数值分析结果的流线图(图8仅表示与第1分割叶片7之间的关系)。

[0060] 该叶片端泄漏涡流W随着强烈涡流而对沿着整体叶片5的流动具有强烈的阻挡作用,因此,在第1分割叶片7的前缘7a近旁,流动不是沿着整体叶片5的流动,而是以所述涡流为核心产生朝向第1分割叶片7的前缘的偏流M。

[0061] 该叶片端泄漏涡流W的方向虽然根据压缩机的运行状态而变化,但为使效率为峰值时的叶片端泄漏涡流W的方向越过第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧或大致相对(一致),而将第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧从整体叶片5的周向三等分位置偏向整体叶片5的负压面Sb侧。

[0062] 为了应对大范围的运行区域,将效率峰值时的叶片端泄漏涡流W设定为基准的方向。

[0063] 另外,所谓大致相对(一致)是指,第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧的倾斜角度 β 与叶片端泄漏涡流的流动方向大致一致、涡流与第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧不互相干涉(不交叉)的状态。

[0064] 第1分割叶片7位于前侧整体叶片5F与后侧整体叶片5R之间的三等分位置,其前缘7a的位置也设定在前侧整体叶片5F与后侧整体叶片5R的周向的三等分的位置上。

[0065] 该第1分割叶片7的前缘7a的位置即长度方向的位置的设定有各种方法。

[0066] 例如,如图2所示,有这样的情况:用数值分析或实体试验算出表示效率峰值点的叶片端泄漏涡流W的方向的线Z1,将第1分割叶片7的前缘7a的长度方向的位置设定为该线Z1与前后的整体叶片5F、5R的三等分位置的交点。

[0067] 或者,有这样的情况:将连接所谓喉口的中心位置和前侧整体叶片5F的前缘5a而

形成的线作为叶片端泄漏涡流的方向并设为线Z1,将第1分割叶片7的前缘7a的长度方向的位置设定为该线Z1与前后整体叶片5F、5R的三等分位置的交点。所谓喉口形成从后侧整体叶片5R的前缘5a至与该后侧整体叶片5R相邻而设在旋转方向前侧的前侧整体叶片5F的负压面Sb侧的最小距离。

[0068] 无论何种方法,都求出表示作为基准的叶片端泄漏涡流方向的线Z1,并将第1分割叶片7的前缘7a的长度方向的位置设定为该线与前后整体叶片5F、5R的三等分位置的交点。

[0069] 以如上那样设定的、作为基准的分割叶片7的前缘7a为基础,使护罩侧的位置如图2(a)、(c)那样偏向前侧整体叶片5F侧的负压面Sb侧地倾斜。该倾斜如图2(c)所示,是相比于前侧整体叶片5F和后侧整体叶片5R的相对于轮毂3的立设状态而进行倾斜(倒下)的。另外,后缘7b的护罩侧配置在周向等间隔位置上。

[0070] 第1分割叶片7向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧接近的接近量 $\Delta\theta_1$ (参照图2(a)、(c)),例如为前后第1分割叶片7的前后之间的大约10%左右,最好是10%以上。另外,接近量 $\Delta\theta_1$ 的开始点X,位于距离顶端的距离是整体叶片5的轴向长度L的0.1~0.3的位置。

[0071] 关于该接近量 $\Delta\theta_1$ 及开始点,是以模拟实验的数值分析或实体确认结果为基础,求出在压缩机的运行状态为小量运行到大量运行的较大范围内都能避免第1分割叶片7的前缘7a与叶片端泄漏涡流相干涉的范围。

[0072] 另一方面,关于轮毂侧,如图2(b)、(d)所示,第1分割叶片7的前缘7a及后缘7b配置在周向等间隔位置上。

[0073] 另外,对于第2分割叶片8,也以与所述第1分割叶片7和前侧整体叶片5F之间的关系相同的关系为基础进行设定。

[0074] 即,求出线Z2,该线Z2表示作为基准的第1分割叶片7的前缘7a的叶片端泄漏涡流的方向,将第2分割叶片8的前缘8a的长度方向的位置设定为该线与前后整体叶片5F、5R的三等分位置的交点。

[0075] 以如上那样设定的、作为基准的第2分割叶片8的前缘8a为基础,使护罩侧的位置如图2(a)、(c)那样偏向前侧整体叶片5F侧的负压面Sb侧地倾斜。该倾斜如图2(c)所示,是相比于前侧整体叶片5F和后侧整体叶片5R的相对于轮毂3的立设状态而进行倾斜(倒下)的。另外,后缘8b的护罩侧配置在周向等间隔位置上。

[0076] 第2分割叶片8向第1分割叶片7的负压面侧接近的接近量 $\Delta\theta_2$ (参照图2(a)、(c)),设定得大于所述第1分割叶片7的接近量 $\Delta\theta_1$ 。

[0077] 这是因为,进入第2分割叶片8的前缘8a的护罩侧的叶片端泄漏涡流由第1分割叶片7的前缘7a产生,因此需要大于第1分割叶片7的前缘7a的接近量 $\Delta\theta_1$ 。

[0078] 此外,由于进入第2分割叶片8的前缘8a的护罩侧的叶片端泄漏涡流重叠有前侧整体叶片5F的叶片端泄漏涡流和第1分割叶片7的叶片端泄漏涡流,因此,要有效地避免叶片端泄漏涡流,则需要使第2分割叶片8向第1分割叶片7侧接近的接近量 $\Delta\theta_2$ 大于第1分割叶片7向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧接近的接近量 $\Delta\theta_1$ 。由此,能可靠地避免第2分割叶片8处的泄漏涡流。

[0079] 另外,由于设置在整体叶片5、5间的第1分割叶片7及第2分割叶片8倾斜配置,因此,各个叶片间隔在周向为不等间距间隔,故还可获得离心压缩机的转速和叶片片数所引起的压缩机噪声的降低效果。

[0080] 例如,图7是纵轴表示噪声峰值、横轴表示共振频率的曲线图,当使分割叶片的周向位置向负压面侧移动10%时,关于分割叶片的间隔,一方从以往的50%减小两成而成为40%,故频率提高两成。另外,另一方从以往的50%扩大两成而成为60%,故频率下降两成。结果,因相位错开,峰值从a降低到b(图7(B))。

[0081] (第2实施方式)

[0082] 下面,参照图3(a)~(d)来说明第2实施方式。该第2实施方式是,相对于第1实施方式,使第1分割叶片7的后缘7b偏向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧,以及使第2分割叶片8的后缘8b偏向第1分割叶片7侧。

[0083] 通过使第1分割叶片7的后缘7b偏向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧,以及使第2分割叶片8的后缘8b偏向第1分割叶片7侧,则如图3(d)所示,第1分割叶片7的后缘7b及第2分割叶片8的后缘8b就成为相比于前侧整体5F和后侧整体5R的相对于轮毂3的立设状态而更立起的状态。

[0084] 如此,通过使第1分割叶片7的后缘7b偏向前侧整体叶片5的负压面Sb侧,以及使第2分割叶片8的后缘8b偏向第1分割叶片7侧,就能使各个分割叶片7、8的的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化,并能获得压力比的提高。

[0085] 现说明叶片负载的平衡。

[0086] 在第1实施方式中,如图2所示,通过使第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧偏向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧,使第2分割叶片8的前缘8a的护罩侧偏向第1分割叶片7侧,从而避免各个分割叶片7、8的前缘7a、8a的护罩侧与叶片端泄漏涡流相干涉。

[0087] 但是,各个分割叶片7、8的前缘7a、8a的护罩侧由于向旋转方向上游侧倾斜,其叶片曲率(叶片负载)就变大。

[0088] 为了应对这种情况,在轮毂侧也向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧接近,由此来增大轮毂侧的叶片曲率(叶片负载)。

[0089] 如此,通过与护罩侧的叶片负载的增大相对应地使轮毂侧的叶片负载增大,从而在各个分割叶片7、8上使轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化。

[0090] 在护罩侧偏向图3(a)中的箭头P的方向、在轮毂侧偏向图3(b)中的箭头Q的方向,从而使各分割叶片7、8的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的平衡均等化,并能增大各分割叶片整体的叶片曲率而使叶片负载增大。

[0091] 其结果,能减小护罩侧的叶片负载而降低剥离等的产生风险,并利用轮毂侧的负载增大而获得压缩机整体压力比的提高,进一步消除作用于各分割叶片7、8的负载的非平衡而提高叶轮1的耐久性。

[0092] 在本实施方式中,如前所述,为了避免与叶片端泄漏涡流W相干涉而将第1分割叶片7的前缘7a的护罩侧、以及第2分割叶片8的前缘8a的护罩侧偏移设定,此外,为了作用于各分割叶片7、8的叶片负载的均匀化而将各分割叶片7、8的后缘7b、8b的轮毂侧偏移设定。

[0093] 此外,还可如下那样将流路面积比设定得均匀。即,也可将各分割叶片7、8的前缘7a、8a的护罩侧的偏移量 $\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta_2$ 、以及各分割叶片7、8的后缘7b、8b的轮毂侧的位置的偏移量设定成使由各分割叶片7、8分割的各个流路11、12、13的入口与出口的面积比均匀化。

[0094] 在流路11中,用入口面积A1a、出口面积A1b构成为面积比A1a/A1b,在流路12中,用入口面积A2a、出口面积A2b构成为A2a/A2b,在流路13中,用入口面积A3a、出口面积A3b构成

为面积比 $A3a/A3b$,将这些面积比 $A1a/A1b$ 、 $A2a/A2b$ 和 $A3a/A3b$ 设定成均等。

[0095] 另外,入口面积、出口面积是与流路正交的方向的截面积。

[0096] 如此,通过使入口与出口的面积比均匀化,从而由第1分割叶片7及第2分割叶片8分割的流路11、12、13的流路之间不易产生压力差,超越第1分割叶片7及第2分割叶片8的流体泄漏不会发生,能防止压缩机的性能下降,能预料效率提高、动作范围扩大。

[0097] (第3实施方式)

[0098] 下面,参照图4来说明第3实施方式。

[0099] 第3实施方式除了第2实施方式外,还有这样的特点:使第1分割叶片7的后缘7b的护罩侧偏向第2分割叶片8侧地配置,使第2分割叶片8的后缘8b的护罩侧偏向后侧整体叶片5R的正压面Sa侧地配置。

[0100] 在所述第2实施方式中,为了作用于第1分割叶片7及第2分割叶片8的叶片负载的均匀化,进行了使第1分割叶片7的后缘7b及第2分割叶片8的后缘8b的轮毂侧偏向旋转方向上游侧(旋转方向前侧)的设定。

[0101] 但是,仅使后缘7b、8b的轮毂侧偏向旋转方向上游侧(旋转方向前侧)是不能消除护罩侧的负载的,护罩侧依然存在剥离等危险性,此时,为了进一步消除护罩侧的叶片负载,在本第3实施方式中,通过将第1分割叶片7的后缘7b的护罩侧向第2分割叶片8侧偏移、再将第2分割叶片8的后缘8b的护罩侧向后侧整体叶片5的正压面Sa侧即图4(a)中的箭头S的方向偏移,从而减小各分割叶片7、8的护罩侧的叶片曲率(叶片负载)。

[0102] 由此,相比于第2实施方式,更能获得护罩侧的负载降低效果,能实现各分割叶片7、8的轮毂侧与护罩侧的叶片负载的均匀化。

[0103] 另外,对于入口与出口的面积比的均匀化,能发挥与第1实施方式相同的作用效果。

[0104] (第4实施方式)

[0105] 下面,参照图5来说明第4实施方式。第1~第3实施方式说明了分割叶片为二片的情况,但分割叶片既可是三片,也可是三片以上。第4实施方式对三片的情况进行说明。

[0106] 如图5所示,第1分割叶片21、第2分割叶片23、第3分割叶片25配置在前后整体叶片5F、5R之间的三等分位置处。

[0107] 并且,第1分割叶片21、第2分割叶片23、第3分割叶片25按此顺序变短。

[0108] 为了避免前侧整体叶片5F的前缘5a对叶片端泄漏涡流的干涉,对第1分割叶片21的前缘21a的护罩侧设定接近量 $\Delta\alpha_1$,另外,为了避免第1分割叶片21的前缘21a对叶片端泄漏涡流的干涉,对第2分割叶片23的前缘23a的护罩侧设定接近量 $\Delta\alpha_2$,另外,为了避免第2分割叶片23的前缘23a对叶片端泄漏涡流的干涉,对第3分割叶片25的前缘25a的护罩侧设定接近量 $\Delta\alpha_3$ 。并成为 $\Delta\alpha_1 < \Delta\alpha_2 < \Delta\alpha_3$ 的关系。

[0109] 这些接近量的关系如前所述,由于进入第2分割叶片23的前缘23a的护罩侧的叶片端泄漏涡流由第1分割叶片21的前缘21a产生,因此,需要大于第1分割叶片21的前缘21a的接近量 $\Delta\alpha_1$ 。第3分割叶片25也可以说是同样的原因。

[0110] 此外,由于进入第2分割叶片23的前缘23a的护罩侧的叶片端泄漏涡流重叠有前侧整体叶片5F所产生的叶片端泄漏涡流和第1分割叶片所产生的叶片端泄漏涡流,因此,要有效地避免叶片端泄漏涡流,就需要使第2分割叶片23的向第1分割叶片21侧接近的接近量 Δ

α_2 大于第1分割叶片21的向前侧整体叶片5F的负压面Sb侧接近的接近量 $\Delta\alpha_1$ 。

[0111] 关于其它的作用效果,是与第1实施方式~第3实施方式中说明的二片分割叶片的情况相同的。

[0112] (第5实施方式)

[0113] 下面,参照图6来说明第5实施方式。第5实施方式对除了第4实施方式外的三片分割叶片的配置模式的情况进行说明。

[0114] 如图6所示,第1分割叶片31、第2分割叶片33、第3分割叶片35配置在前后整体叶片5F、5R之间的三等分位置处。

[0115] 并且,第1分割叶片31最短,第3分割叶片35比第2分割叶片33短。

[0116] 在该情况下,在前侧整体叶片5F、第2分割叶片33和第3分割叶片35之间,产生与所述第1实施方式相同的叶片端泄漏涡流的关系。

[0117] 关于接近量,进入第2分割叶片33的前缘33a的护罩侧的叶片端泄漏涡流由前侧整体叶片5F的前缘5a产生,进入第3分割叶片35的前缘35a的护罩侧的叶片端泄漏涡流由第2分割叶片33的前缘33a的护罩侧产生。

[0118] 第3分割叶片35的前缘35a的接近量 $\Delta\gamma_2$,可设定得大于第2分割叶片33的接近量 $\Delta\gamma_1$ 。

[0119] 另外,对于第1分割叶片31,由于无叶片端泄漏涡流的影响,因此,不对前缘31a进行偏移设定,标准地配置在前后整体叶片5F、5R之间的三等分位置处。

[0120] 关于作用效果,可以说与第1实施方式~第3实施方式中说明的二片分割叶片的情况相同。

[0121] 产业上的实用性

[0122] 采用本发明,在整体叶片之间设有二片以上的多个分割叶片的离心压缩机中,由于避免整体叶片及分割叶片的叶片端泄漏涡流与旋转方向下游侧的多个分割叶片相干涉,实现压力比及效率的提高,因此适合用于离心压缩机。

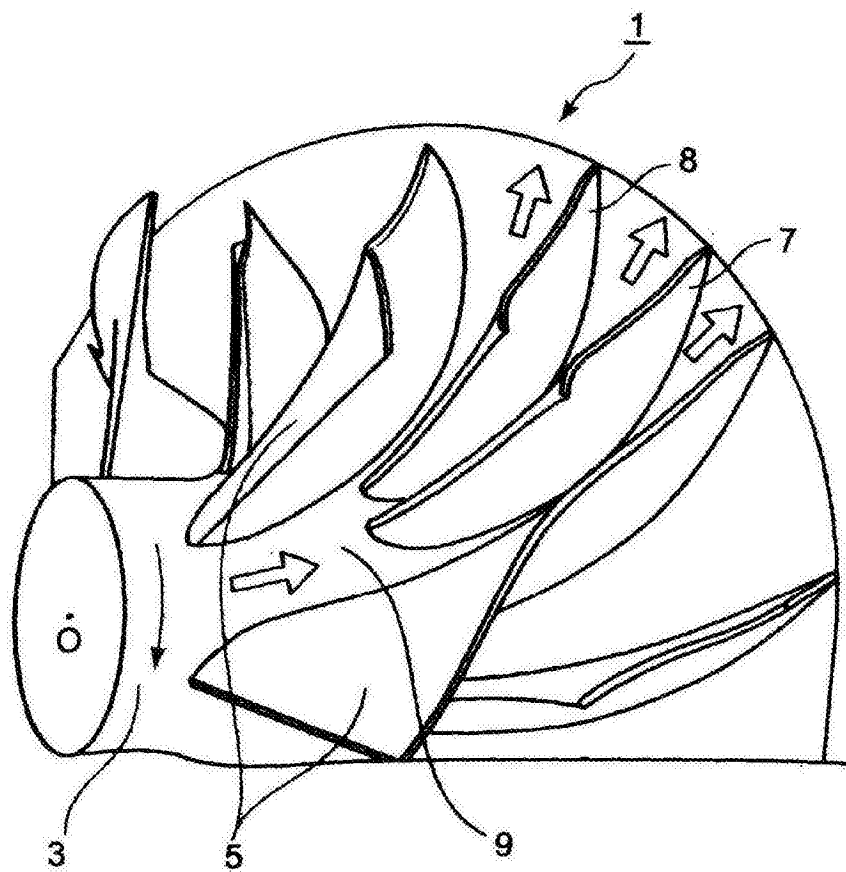


图1

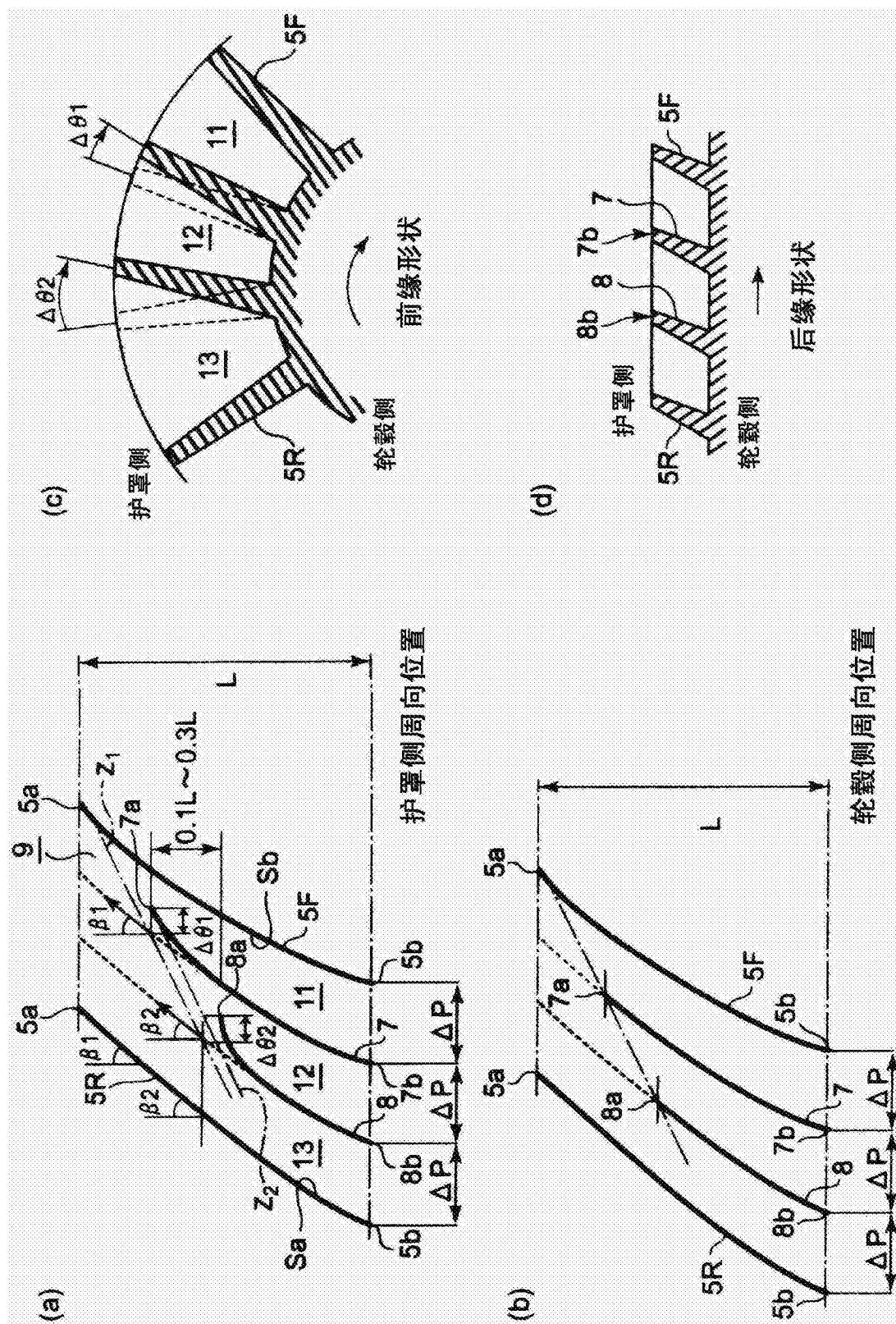


图2

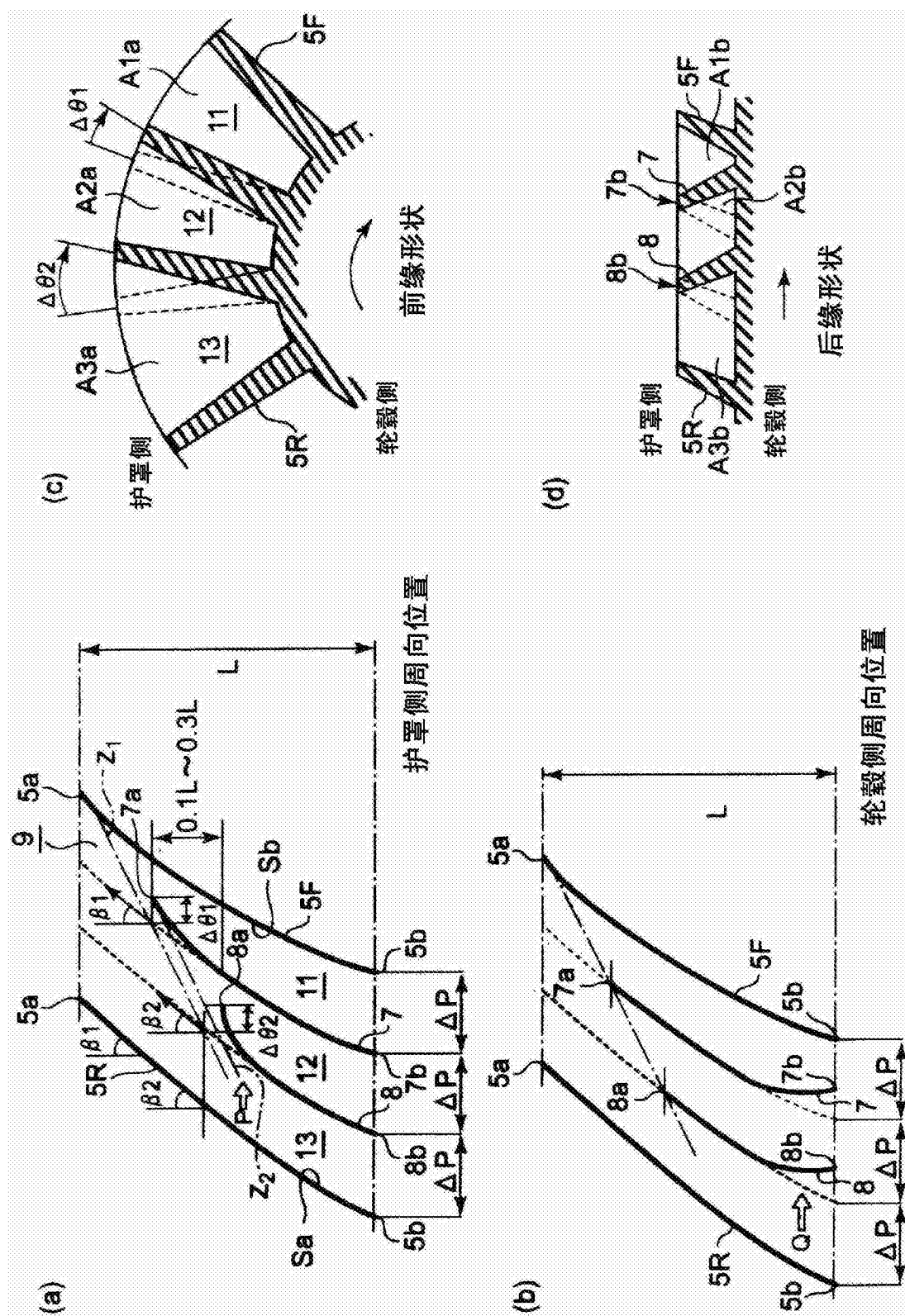


图3

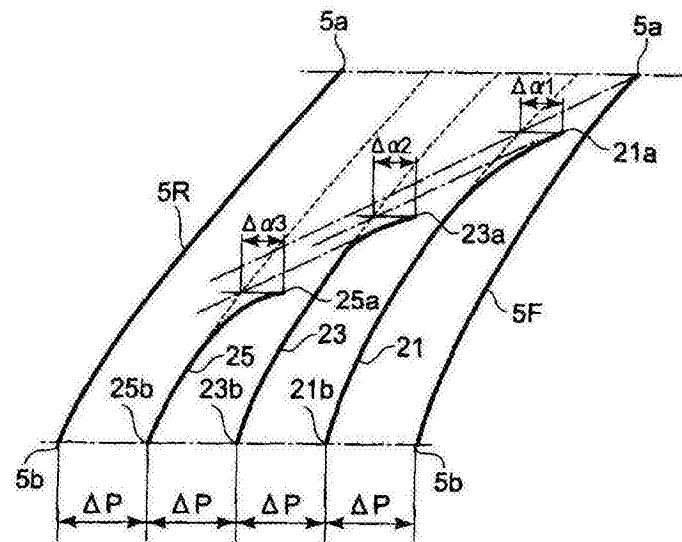


图5

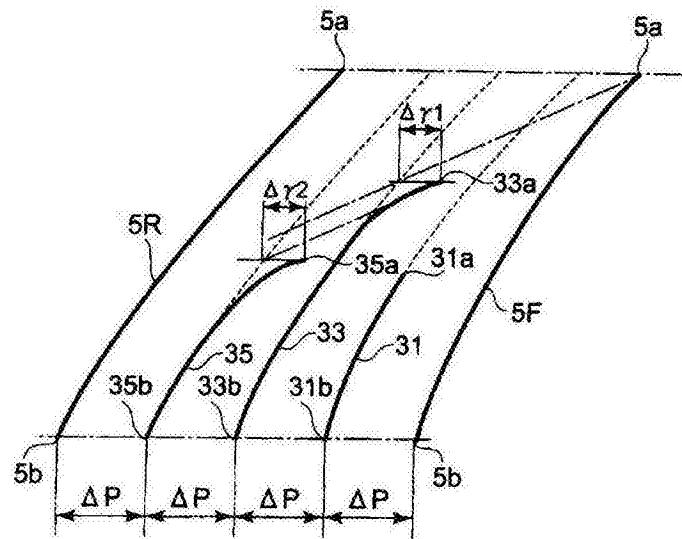


图6

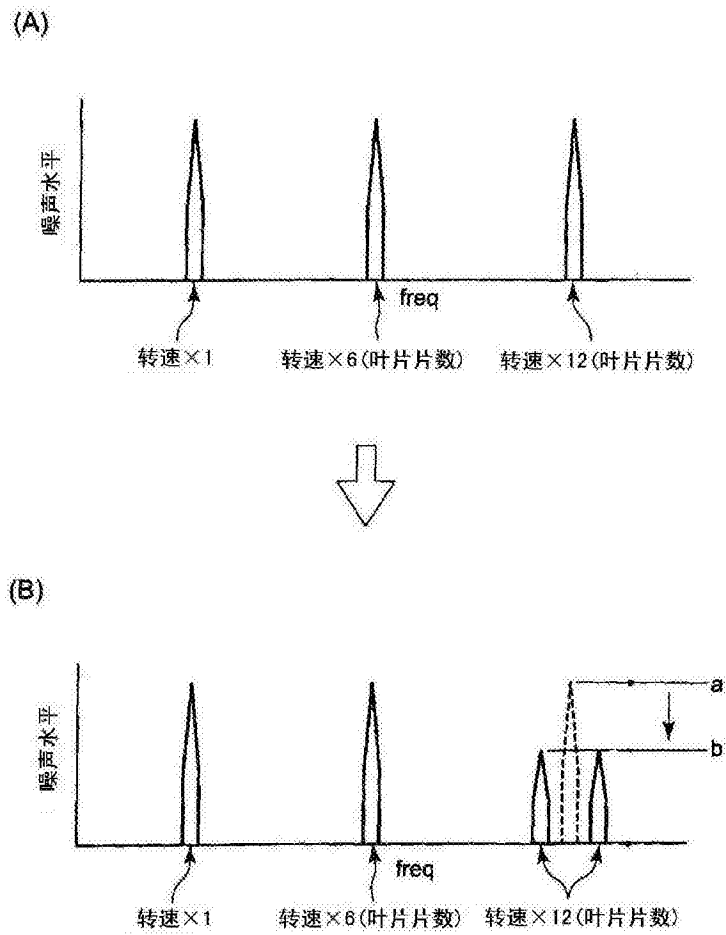


图7

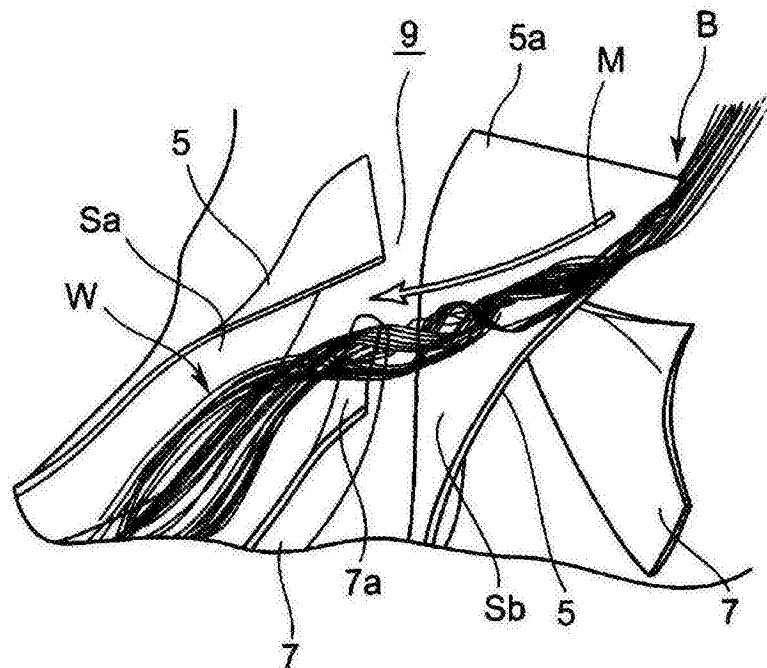


图8

