



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105051373 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201480013679.6

专利权人 三菱重工压缩机有限公司

(22)申请日 2014.01.14

(72)发明人 八木信赖 平田大辅

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105051373 A

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(43)申请公布日 2015.11.11

代理人 雒运朴

(30)优先权数据

2013-117596 2013.06.04 JP

(51)Int.Cl.

F04D 29/28(2006.01)

F04D 29/62(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.09.10

(56)对比文件

JP 特开平7-63193 A,1995.03.07,

JP 特开平8-232889 A,1996.09.10,

JP 特开2006-214341 A,2006.08.17,

CN 101042145 A,2007.09.26,

JP 特开2012-122398 A,2012.06.28,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/050444 2014.01.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/196214 JA 2014.12.11

(73)专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

审查员 左敬博

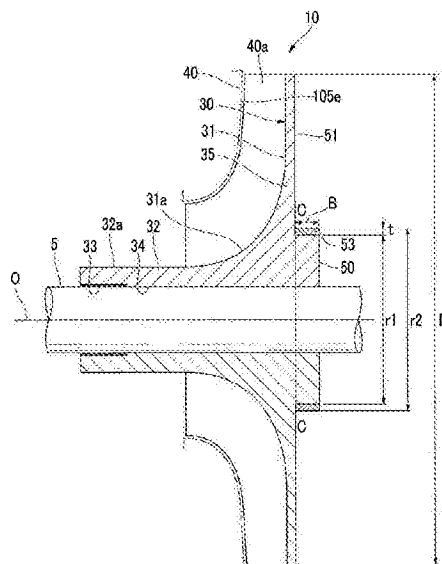
权利要求书1页 说明书9页 附图13页

(54)发明名称

叶轮、旋转机械及旋转机械的组装方法

(57)摘要

本发明提供一种叶轮、旋转机械及旋转机械的组装方法。本发明的叶轮具备圆盘部(30);叶片部(40),从圆盘主体部(35)向轴线(0)方向的第一方向侧突出;加强部件安装部(50),比圆盘主体部(35)更靠轴线(0)方向的第二方向侧的筒部(32)形成;及加强部件(53),由比强度高于圆盘部(30)的材料形成,且以从外侧覆盖的方式安装于加强部件安装部(50),所述圆盘部具备:筒部(32),插穿有绕轴线(0)转动的旋转轴(5),且旋转轴(5)的轴线(0)方向的一部分作为夹持部(33)固定于旋转轴(5);及圆盘主体部(35),从筒部(32)朝向旋转轴(5)的径向外侧延伸。



1. 一种叶轮,其具备:

圆盘部,其具备:筒部,插穿有绕轴线转动的旋转轴,且所述旋转轴的轴线方向的一部分作为夹持部固定于所述旋转轴;及圆盘主体部,从所述筒部朝向所述旋转轴的径向外侧延伸,

叶片部,从所述圆盘主体部向轴线方向的第一方向侧突出;

加强部件安装部,形成于比所述圆盘主体部更靠所述轴线方向的第二方向侧的所述筒部;及

加强部件,由比强度高于所述圆盘部的材料形成,且以从外侧覆盖的方式安装于所述加强部件安装部,

所述加强部件安装部具备:

安装部主体,其与所述筒部一体形成;及

环部件,由具有所述安装部主体的线膨胀系数以上的线膨胀系数的材料形成,且安装于所述安装部主体,

所述加强部件安装于所述环部件。

2. 根据权利要求1所述的叶轮,其中,具备:

夹持加强部件,在比所述加强部件更靠所述轴线方向的第二方向侧配置所述夹持部,且安装在配置有所述筒部的所述夹持部的位置,从而加强所述夹持部。

3. 根据权利要求1所述的叶轮,其中,

所述加强部件的直径与所述圆盘主体部的直径的比例为0.35到0.8。

4. 一种旋转机械,其中,

具备权利要求1至权利要求3中任一项所述的叶轮。

5. 一种旋转机械的组装方法,该旋转机械具备权利要求1所述的叶轮,其中,所述方法具备:

安装工序,将所述加强部件安装于所述加强部件安装部;及

叶轮安装工序,将所述叶轮安装于所述旋转轴。

6. 一种旋转机械的组装方法,该旋转机械具备权利要求1所述的叶轮,其中,所述方法具备:

加强部件安装工序,将所述加强部件安装于所述环部件;

环部件安装工序,将安装有所述加强部件的所述环部件安装于所述安装部主体;及

叶轮安装工序,将所述叶轮安装于所述旋转轴。

叶轮、旋转机械及旋转机械的组装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及叶轮、叶轮固定于旋转轴而成的旋转机械及旋转机械的组装方法。

[0002] 本申请主张基于2013年6月4日于日本申请的日本专利申请2013-117596号的优先权,并将其内容援用于此。

背景技术

[0003] 在涡轮制冷机和小型燃气轮机等中,有具备离心式压缩机等旋转机械的装备。离心式压缩机具有在固定于旋转轴的圆盘部设置有多个叶片的叶轮。离心式压缩机通过使这些叶轮旋转来对气体赋予压力能及速度能。

[0004] 例如,对氢等较轻的流体进行压缩时以及得到更高的增压时等,需使上述离心式压缩机的叶轮进行高速旋转。更具体而言,对氢进行压缩时,例如,使叶轮的转速从数千rpm上升至数万rpm等,需使叶轮进行高速旋转。尤其,在形成于叶轮的径向中央部的安装孔中插入旋转轴而安装孔内周面整体夹持于旋转轴的离心式压缩机中,使叶轮进行高速旋转时,安装孔的内周面附近的拉伸应力变高且有破损的可能性。

[0005] 因此,为了防止上述内周面附近的拉伸应力变高,提出有在安装孔的内周面形成应力降低凹坑的方案(例如,参考专利文献1)。

[0006] 以往技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利公开2005-002849号公报

[0009] 发明的概要

[0010] 发明要解决的技术课题

[0011] 上述叶轮中,为了使相对于旋转轴的装卸轻松而提高维修性等,在筒部的前方具有固定于旋转轴的夹持部。

[0012] 图12是表示在前方具有夹持部33的叶轮610中进行高速旋转时发挥作用的应力的模拟结果的轮廓图。该叶轮610由圆盘部30和叶片部40构成,是所谓开放型的叶轮。如图13所示,圆盘部30具备:筒部32,该旋转轴5的轴线的0方向前侧的夹持部(图13中,左侧部)33通过热套配合等固定于旋转轴5;及圆盘主体部35,比夹持部33更靠轴线0方向后侧设置且朝向旋转轴5的径向外侧延伸。

[0013] 如此形成的叶轮610中,旋转轴5高速旋转时发挥作用的应力变得最大的部位(应力集中的部位)为上述夹持部33的相反侧,即轴线0方向后侧的角部附近。这是因为通过由旋转时的离心力和流路侧与圆盘后侧面侧之间的气压差产生的推力方向荷载(推力)等,圆盘部30的角部具有向图13中虚线所示的径向外侧位移的倾向。关于该角部附近的应力集中,作为在叶轮610的周向上发挥作用的拉伸应力的环向应力成为主体。图13中环向应力所集中的部位以符号“f”表示。

[0014] 上述圆盘部30的角部附近的环向应力的,越是高速旋转就越是增大。因此,例如,发生意外的高速旋转时,存在圆盘部30陷入强度不足的可能性。为了防止该强度不足,

例如,可以考虑以筒部32的内周整个表面使筒部32固定于旋转轴5的外周面的方法。另外,也可以考虑如专利文献1在多个部位使筒部32固定于旋转轴5的外周面的方法。但是,当从旋转轴5拆卸叶轮610时等,需遍及圆盘部30的广大范围提高温度,并导致组装性及维修性变差。并且,如上述导致拉伸应力变大。

[0015] 另一方面,为了在不恶化组装性及维修性的情况下降低圆盘部30的角部附近的环向应力,例如,如图14中示出的叶轮710,可以考虑增加圆盘部30的后侧面侧的壁厚。图15是表示增加圆盘部30的后侧面侧的壁厚时的模拟结果的轮廓图。如该图15所示,增加圆盘部30的后侧面侧的壁厚而使其成为接近等应力状态的形状,从而与上述图12的情况相比,环向应力的大小整体上变得更小。

[0016] 然而,如图16所示,在轴线0方向前侧具有夹持部33时,在轴线0方向的中央部,如图16中用虚线表示,存在发生回弯而无法充分降低应力的可能性。并且,叶轮610的重量增加,并且叶轮610的轴线0方向的跨距变长,由此轴振动增大而存在无法使叶轮610高速旋转的可能性。

发明内容

[0017] 本发明提供一种相对于旋转轴能够轻松地进行装卸,并能够充分降低旋转时的应力,并且能够进行进一步高速旋转的叶轮、具备叶轮的旋转机械及旋转机械的组装方法。

[0018] 用于解决技术课题的手段

[0019] 根据本发明的第一方式,叶轮具备:圆盘部,其具备:筒部,插穿有绕轴线转动的旋转轴,且所述旋转轴的轴线方向的一部分作为夹持部固定于所述旋转轴;及圆盘主体部,从所述筒部朝向所述旋转轴的径向外侧延伸,叶片部,从所述圆盘主体部向轴线方向的第一方向侧突出;加强部件安装部,比所述圆盘主体部更靠所述轴线方向的第二方向侧的所述筒部形成;及加强部件,由比强度高于所述圆盘部的材料形成,且以从外侧覆盖的方式安装于所述加强部件安装部。

[0020] 根据本发明的第二方式,关于叶轮,第一方式的叶轮的所述加强部件安装部具备:安装部主体,与所述筒部一体形成;环部件,由具有所述安装部主体的线膨胀系数以上的线膨胀系数的材料形成,且安装于所述安装部主体,所述加强部件也可安装于所述环部件。

[0021] 根据本发明的第三方式,关于叶轮,第一或第二方式的叶轮中,也可具备夹持加强部件,其在比所述加强部件更靠所述轴线方向的第二方向侧配置所述夹持部,且安装在配置有所述筒部所述夹持部的位置而加强该夹持部。

[0022] 根据本发明的第四方式,关于叶轮,第一至第三方式中的任一方式所述的叶轮中,所述加强部件的直径与所述圆盘主体部的直径的比例可以是0.35到0.8。

[0023] 根据本发明的第五方式,旋转机械具备第一至第四方式中任一方式所述的叶轮。

[0024] 根据本发明的第六方式,旋转机械的组装方法为具备第一方式的叶轮的旋转机械的组装方法,该方法具备:安装工序,将加强部件安装于所述加强部件安装部;及叶轮安装工序,将所述叶轮安装于所述旋转轴。

[0025] 根据本发明的第七方式,旋转机械的组装方法为具备第二方式的叶轮的旋转机械的组装方法,该方法具备:加强部件安装工序,将所述加强部件安装于所述环部件;环部件安装工序,将安装有所述加强部件的所述环部件安装于所述安装部主体;及叶轮安装工序,

将所述叶轮安装于所述旋转轴。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明,相对于旋转轴能够轻松地进行装卸,并能够充分降低旋转时的环向应力,并且能够进行进一步高速旋转。

附图说明

[0028] 图1是该发明的实施方式中的离心式压缩机的纵剖视图。

[0029] 图2是该发明的第一实施方式中的叶轮的纵剖视图。

[0030] 图3是该发明的第一实施方式中的加强部件的立体图。

[0031] 图4A是上述加强部件的安装位置为 $r_2/D=1.0$ 时的说明图。

[0032] 图4B是上述加强部件的安装位置为 $r_2/D=0.66$ 时的说明图。

[0033] 图4C是上述加强部件的安装位置为 $r_2/D=0.49$ 时的说明图。

[0034] 图4D是上述加强部件的安装位置为 $r_2/D=0.35$ 时的说明图。

[0035] 图5是表示相对于上述 r_2/D 的圆盘部的最大应力的曲线图。

[0036] 图6是表示上述叶轮的模拟结果的图。

[0037] 图7A是表示上述叶轮的安装步骤中未安装加强部件的状态的图。

[0038] 图7B是表示上述叶轮的安装步骤中将叶轮安装在加强部件上的状态的图。

[0039] 图7C是表示上述叶轮的安装步骤中将叶轮固定在旋转轴上的状态的图。

[0040] 图8是该发明的第二实施方式中的相当于图2的纵剖视图。

[0041] 图9是表示上述第二实施方式的叶轮的安装步骤的流程图。

[0042] 图10是该发明的第三实施方式中的相当于图2的纵剖视图。

[0043] 图11是表示在上述第三实施方式的叶轮安装加强部件53的状态的纵剖视图。

[0044] 图12是通常的叶轮中的相当于图6的图。

[0045] 图13是通常的叶轮中的环向应力的说明图。

[0046] 图14是增加了叶轮的圆盘部后侧面侧的壁厚的叶轮的纵剖视图。

[0047] 图15是增加了叶轮的圆盘部后侧面侧的壁厚的叶轮中的相当于图12的图。

[0048] 图16是增加了叶轮的圆盘部后侧面侧的壁厚的叶轮中的环向应力及拉伸应力的说明图。

具体实施方式

[0049] 接着,参考附图对该发明的第一实施方式中的旋转机械及叶轮进行说明。

[0050] 图1是表示作为第一实施方式的旋转机械的离心式压缩机100的概略结构的结构图。

[0051] 如图1所示,离心式压缩机100的外壳105上经轴颈轴承105a及推力轴承105b以能够旋转的方式支承有旋转轴5。旋转轴5设为能够绕轴线0转动。该旋转轴5上在轴线0方向上并排安装有多个叶轮10。各叶轮10利用由旋转轴5的旋转而产生的离心力将从形成于外壳105的上游侧的流路104供给的气体G向下游侧的流路104逐步压缩而流出。

[0052] 在外壳105中,在旋转轴5的轴线0方向的前方侧(图1中的左侧)形成有用使气体G从外部流入的吸入口105c。并且,在外壳105,轴线0方向的后方侧(图1中的右侧)形成有用

于使气体G向外部流出的排出口105d。在以下说明中,将纸面左侧称为“前方侧”,纸面右侧成为“后方侧”。

[0053] 根据上述离心式压缩机100,若旋转轴5进行旋转,则气体G从吸入口105c流入流路104,而该气体G通过叶轮10逐步被压缩而从排出口105d排出。在此,图1中示出有在旋转轴5上串联设置有6个叶轮10的一例,但对旋转轴5至少设置1个叶轮10即可。以下说明中,为了简化说明,将对旋转轴5设置有1个叶轮10的情况作为一例进行说明。

[0054] 如图2所示,上述叶轮10具备:圆盘部30,相对于旋转轴5固定;及多个叶片部40,从该圆盘部30的轴线0方向的前侧面31突出而设置。叶轮10是所谓开放型叶轮。

[0055] 圆盘部30具备相对于旋转轴5通过嵌合被固定的大致圆筒状的筒部32。筒部32具备夹持部33和非夹持部34。

[0056] 夹持部33设置在成为轴线0方向的第一方向侧的前方侧。夹持部33固定于旋转轴5的外周面。

[0057] 非夹持部34设置在成为比夹持部33更靠轴线0方向的第二方向侧的后方侧。非夹持部34形成为比旋转轴5的外径稍微大且在旋转轴5的外周面之间具有间隙。即,关于圆盘部30,轴线0方向的一部分作为夹持部33固定在旋转轴上。该夹持部33在未固定在旋转轴5的状态下,形成为直径比旋转轴5小。夹持部33通过热套等进行的嵌合固定于旋转轴5。

[0058] 圆盘部30在比夹持部33更靠轴线0方向的后侧具备圆盘主体部35。圆盘主体部35形成为从筒部32的非夹持部34朝向径向外侧延伸的圆板状。圆盘主体部35越是朝向径向内侧则壁形成得越厚。

[0059] 圆盘部30具备圆滑地连接前侧面31与筒部32的外周面32a的凹状的曲面31a。

[0060] 叶片部40从上述圆盘部30的前侧面31朝向轴线0方向前侧突出。叶片部40具有大致恒定的板厚。叶片部40从侧面观察时朝向径向外侧略呈锥形形状。并且,叶片部40在圆盘主体部35的周向上隔着预定的间隔排列有多个。在此,上述流路104在配置有叶轮10的部位由叶轮10的前侧面31、曲面31a、外周面32a、在周向上相互对置的叶片部40的面40a、与前侧面31及曲面31a对置的外壳105的壁面105e形成。

[0061] 上述圆盘部30在比圆盘主体部35更靠轴线0方向的后方侧具备构成筒部32的一部分的圆筒状的加强部件安装部50。该加强部件安装部50的外径以比上述夹持部33中的筒部32的外径大的直径形成。图2中,将圆盘主体部35的基部侧中的最靠轴线0方向后侧的位置以C-C线表示。比该C-C线更靠轴线0方向后侧形成的部分成为加强部件安装部50。

[0062] 在加强部件安装部50以从外侧覆盖的方式安装有加强部件53。

[0063] 如图2、图3所示,加强部件53限制加强部件安装部50向径向外侧的变形。加强部件53形成为具有比加强部件安装部50的外径稍小的内径的圆筒状。该加强部件53由比强度高于圆盘部30的材料构成。并且,加强部件53以其一侧的端面抵接于后侧面51的状态安装于加强部件安装部50。在此,上述比强度是指,换言之,是屈服应力/密度。并且,形成加强部件53的材料的比刚度变得高于形成圆盘部30的材料的比刚度。

[0064] 上述叶轮10,例如,通过不锈钢和钛合金等的合金形成。另一方面,作为构成加强部件53的材料,能够使用比强度高于上述不锈钢和钛合金等形成叶轮10的材料的碳纤维增强塑料(以下,简称为CFRP)、陶瓷及镁合金等。这些CFRP、陶瓷及镁合金等优选使用比强度比不锈钢或钛合金等合金更高的材料。例如,将碳纤维增强塑料作为加强部件53来使用时,

如在图3用箭头表示,作为增强材料使用的碳纤维至少含有以卷绕于加强部件安装部50的方式在周向上延伸的碳纤维。像这样碳纤维在周向上延伸,因此不易向径向变形。

[0065] 加强部件53的材料,相对于作为叶轮10的材料的合金的杨氏模量,优选设为1~2.5倍的杨氏模量。例如,钛合金的杨氏模量为113GPa左右。通过如上述设定上述加强部件53的杨氏模量,能够通过杨氏模量高于加强部件安装部50的加强部件53,抑制加强部件安装部50因旋转时的离心力产生的环向应力而向径向外侧变形。

[0066] 加强部件53,从轻质化的观点来看,优选设定为旋转轴5中的转速的最大值(作用于叶轮10的环向应力的最大值)和最小限度的长度B和厚度t。加强部件53的厚度t的值越大,则作用于叶轮10的环向应力的最大值越是降低。在此,关于上述加强部件53的厚度“t”,若将叶轮10的直径设为“D”,则在尽可能抑制加强部件53的重量增大的基础上,优选设为 $t/D=0.015\sim 0.06$ 。并且,关于加强部件53的宽度[B],在抑制叶轮10的轴线O方向的跨距的基础上,优选设为 $B/D=0.01\sim 0.03$,但也可设为 $B/D>0.03$ 。

[0067] 加强部件53的直径r2与圆盘主体部35的直径D的比例为0.35至0.8。进一步优选为0.42至0.66。如上述,加强部件安装部50的外径r1相对于加强部件53的内径仅稍大,加强部件53的直径r2成为与 $(r1+2t)$ 相同的值。

[0068] 图4A~图4D表示使加强部件53的直径r2在圆盘主体部35的直径D的范围内分别进行变化的一例。并且,图5是表示改变加强部件53的内径与圆盘主体部35的直径的比例(加强部件的安装位置(直径)r2/圆盘直径D)时的叶轮10中的局部应力的大小(圆盘的最大应力)的变化的曲线图。另外,图5的曲线图中“a1”是叶轮10中的容许应力的上限值,“a2”表示叶轮10中的更优选应力的上限值。

[0069] 图4A表示 $r2/D=1$ 的情况。即,在与圆盘主体部35的前端部大致相同的位置安装有加强部件53。如图5所示,图4A的情况导致产生比上限值a1更高的应力。认为这是因为加强部件53内侧的叶轮10的尺寸增大,且通过加强部件53无法充分抑制由加强部件安装部50的离心力而引起的变形。

[0070] 图4B,图4C分别表示 $r2/D=0.66$ 、 $r2/D=0.49$ 的情况。关于这些图4B,图4C,施加于叶轮10的应力被低于上限值a1及上限值a2的应力所抑制。

[0071] 另一方面,图4D表示 $r2/D=0.35$ 的情况。如图5所示,关于图4D,叶轮10的应力高于上限值a2,且成为与上限值a1相等的值。认为这是因为加强部件安装部50的外径r1变得过小,由此加强部件安装部50的强度不足而加强部件安装部50与圆盘主体部35之间的连接部分变形,从而导致该部位的环向应力增大。

[0072] 即,加强部件53的直径与圆盘主体部35的直径的比例,优选设为施加于叶轮10的应力低于上限值a1的0.42到0.66,进一步设为优选施加于叶轮10的应力低于上限值a2的0.35到0.8。

[0073] 图6是本实施方式的叶轮10中的高速旋转时的应力分布的模拟结果的轮廓图。另外,图6中,越是作用有较高的应力的部位越是用深色表示。在此,通常不具备加强部件53的叶轮10进行旋转时的离心力在沿圆盘主体部35的后侧面51的C-C线上或该附近成为最大值。因此,环向应力在C-C线与非夹持部34的最内径部所所交差的部位或该附近显示最大应力。

[0074] 如图6所示,该实施方式中的叶轮10的旋转时施加的应力变高的范围,比不具备加

强部件53的叶轮(例如参考图12)的情况,在轴线0方向上显示出扩展。但是,其最大值降低。这是因为通过加强部件53提高基于离心力的向径向的筒部32的刚性,由此能够抑制叶轮10在轴线0方向的第二方向侧向径向向外侧以浮起的方式变形。即,在叶轮10中,能够抑制由向径向变形产生的环向应力的局部性增大。

[0075] 图7A~图7C表示上述离心式压缩机100的组装方法,尤其是将叶轮10安装于旋转轴5的步骤的一例。

[0076] 首先,如图7A、图7B所示,在叶轮10的加强部件安装部50安装加强部件53(安装工序)。作为安装该加强部件53的方法,能够使用冷镶和热套等。加强部件53用CFRP通过热套将加强部件53安装在加强部件安装部50时,为了减轻向CFRP的热负载,例如设为较松的过盈量,并且优选在100℃以下进行热套。并且,加强部件53为CFRP时,也可设为在施加预定张力的状态下将加强部件53安装于加强部件安装部50。

[0077] 接着,如图7C所示,通过冷镶和热套将叶轮10安装于旋转轴5(叶轮安装工序)。加强部件53为CFRP,且将叶轮10热套在旋转轴5时,为了减轻向CFRP的热负载,优选局部性地加热夹持部33,以避免加强部件53超过100℃。

[0078] 因此,根据上述第一实施方式的叶轮10,通过在形成于轴线0方向的后方侧的筒部32的加强部件安装部50安装由比强度高于叶轮10的材料构成的加强部件53,能够提高对离心力引起的向筒部32的径向外侧的变形的刚性。因此,叶轮10抑制在轴线0方向的后方侧以向径向浮起的方式变形,并能够抑制环向应力的增大。并且,相比图14中示出的增加圆盘主体部35的后侧面51的壁厚的情况,能够缩短圆盘部30的轴线0方向的长度,并且通过缩短该轴线0方向的长度,能够实现叶轮10的轻质化。

[0079] 该结果,设为相对于旋转轴5能够轻松装卸的结构,并且能够充分降低旋转时的应力。另外,能够缩短轴线0方向的叶轮10的跨距,并且能够实现轻质化,因此能够抑制轴振动而使叶轮10充分地进行高速旋转。另外,夹持部33仅在轴线0方向的前方侧的一部分形成,因此能够使叶轮10相对于旋转轴5轻松进行装卸,该结果,能够提高维修性。

[0080] 并且,加强部件53的直径 r_2 与圆盘主体部35的直径 D 的比例高于0.8时,径向上的筒部32的厚度增加而施加在筒部32的离心力变大,加强部件53变大。另一方面,当加强部件53的直径 r_2 与圆盘主体部35的直径 D 的比例小于0.35时,筒部32的厚度过于减少而因筒部32的强度不足而变得无法抑制筒部32的变形。但是,如上述的实施方式,加强部件53的直径 r_2 与圆盘主体部35的直径 D 的比例为0.35到0.8,由此能够有效地抑制由离心力产生的环向应力。

[0081] 接着,基于附图对该发明的第二实施方式中的叶轮210进行说明。另外,该第二实施方式的叶轮210,相对于上述第一实施方式的叶轮10,仅在加强部件安装部的结构上不同。因此,在与上述第一实施方式相同的部分附加相同符号来进行说明,并省略详细说明。

[0082] 如图8所示,该第二实施方式的叶轮210与上述第一实施方式的叶轮10相同,是具有圆盘部30和叶片部40的开放型叶轮。圆盘部30具备圆盘主体部35和筒部32。

[0083] 圆盘主体部35形成为从非夹持部34朝向径向外侧延伸的圆板状。圆盘主体部35越是朝向径向内侧壁形成得越厚。

[0084] 圆盘部30具备圆滑地连接前侧面31与筒部32的外周面32a的凹状的曲面31a。叶片部40以从圆盘部30的前侧面31突出的方式形成。

[0085] 上述圆盘部30在比圆盘主体部35更靠轴线0方向的后方侧具备构成筒部32的一部分的圆筒状的加强部件安装部250。

[0086] 加强部件安装部250具备安装部主体54和环部件55。安装部主体54与上述筒部32一体形成。

[0087] 环部件55与筒部32分割形成。环部件55安装于安装部主体54。环部件55通过形成安装部主体54的材料,即具有形成筒部32的材料的线膨胀系数以上的线膨胀系数的材料形成。作为形成环部件55的材料,例如,能够使用不锈钢和钛合金等的合金和镁合金等。

[0088] 环部件55中在其外周面形成有容纳槽部55a。该容纳槽部55a以遍及环部件55的外周面的整周的方式形成成为环状。容纳槽部55a中容纳有加强部件53。

[0089] 加强部件53与上述第一实施方式同样地形成,例如,由CFRP等形成成为圆筒状。作为形成该加强部件53的材料,使用比强度高于安装部主体54和环部件55的材料,更具体而言,使用比强度及比刚度高的材料。加强部件53安装于环部件55,且该环部件55安装于安装部主体54。

[0090] 接着,作为具备上述叶轮210的离心式压缩机100的组装方法,尤其对向旋转轴5安装叶轮210的安装步骤进行说明。

[0091] 如图9所示,首先,进行将加强部件53安装于环部件55的加强部件安装工序(步骤S01)。在此,加强部件53为CFRP时,使作为增强材料使用的碳纤维含有朝向周向的碳纤维,从而在施加有预定张力的状态下缠绕于环部件55。

[0092] 接着,进行将安装有加强部件53的环部件55安装于安装部主体54的环部件安装工序(步骤S02)。此时,环部件55通过冷镶、热套等固定于安装部主体54。与第一实施方式相同,当加强部件53为CFRP时,进行热套时,加热环部件55而在CFRP为100℃以下的状态下安装。

[0093] 另外,进行将安装有环部件55的叶轮210通过冷镶、热套等嵌合相对于旋转轴5进行固定的叶轮安装工序(步骤S03)。

[0094] 上述第二实施方式中,对将加强部件53容纳于环部件55的容纳槽部55a的情况作为一例进行了说明。但是,也可通过不在环部件55上设置容纳槽部55a而在环部件55的外周以预定张力缠绕加强部件53,由此将加强部件53安装于环部件55。

[0095] 因此,根据上述第二实施方式的叶轮210,由具有安装部主体54的线膨胀系数以上的线膨胀系数的材料形成环部件55,由此加热环部件55而从安装部主体54卸下时,能够在安装部主体54与环部件55之间的温度差更小的状态下,将环部件55从安装部主体54卸下。

[0096] 该结果,能够抑制温度上升带来的加强部件53的热负载,并且轻松地将加强部件53从安装部主体54卸下。

[0097] 并且,将加强部件53安装在环部件55之后,将环部件55安装在筒部32,由此能够将加强部件53安装于安装部主体54。因此,能够轻松地相对于安装部主体54安装加强部件53。

[0098] 接着,基于附图对该发明的第三实施方式中的叶轮310进行说明。另外,该第三实施方式的叶轮310,相对于上述第二实施方式的叶轮210,仅在夹持部33的结构上不同。因此,对与上述第二实施方式相同的部分附加相同符号来进行说明,并省略详细说明。

[0099] 如图10所示,该第三实施方式的叶轮310与上述第二实施方式的叶轮210相同,是具有圆盘部30和叶片部40的开放型叶轮。圆盘部30具备圆盘主体部35和筒部32。

[0100] 与上述第二实施方式相同,筒部32在比圆盘主体部35更靠轴线0方向的后方侧具备构成筒部32的一部分的圆筒状的加强部件安装部250。

[0101] 加强部件安装部250具备安装部主体54和环部件55。在加强部件安装部250上以从外侧覆盖的方式安装有加强部件53。

[0102] 筒部32具备固定在旋转轴5的外周面的夹持部33。该夹持部33配置在比圆盘主体部35更靠轴线0方向的后方侧,更具体而言,配置在比加强部件安装部50在轴线0方向上更靠后侧。并且,筒部32在成为轴线方向的第一方向一侧的前方侧具备非夹持部34。

[0103] 在筒部32上安装有夹压部件56。该夹压部件56通过将夹持部33从径向外侧按压来加强夹持部33中的筒部32。夹压部件56的轴线0方向上的长度形成得比夹持部33的长度足够短。夹压部件56安装于配置有筒部32的夹持部33的位置。更具体而言,夹压部件56安装于夹持部33的最前方侧的位置。

[0104] 夹压部件56具备夹持环部件57和夹持加强部件58。夹持环部件57由与上述环部件55相同的材料形成,在未安装于筒部32的状态下,其内径比被安装部位的筒部32的外径稍小的形成。另外,在夹持环部件57,与上述容纳槽部55a同样地形成有环状的容纳槽部59。在容纳槽部59中容纳有由与上述加强部件53相同的材料形成的圆筒状的夹持加强部件58。

[0105] 如图11所示,夹压部件56将上述环部件55安装在安装部主体54之后,与上述环部件55同样地,通过冷镶和热套安装于筒部32。该事实方式中,对上述夹压部件56具备夹持环部件57的情况进行了说明,但也可省略夹持环部件57而将夹持加强部件58直接安装于筒部32。图10、图11中,环部件55的内径和夹持环部件57的外径设为相等,但夹持环部件57的径向的厚度并不限定于图10、图11的厚度,根据筒部32的强度和刚性设定成最佳厚度。例如,夹持环部件57的外径小于环部件55的内径时,也可设为将夹持环部件57安装于筒部32之后,将环部件55安装于安装部主体54。

[0106] 因此,根据上述第三实施方式的叶轮310,通过夹持加强部件58,能够限制因离心力引起的夹持部33的向径向外侧的变形,因此,实现施加于夹持部33附近的筒部32的环向应力的降低的同时,能够更加坚固地将叶轮310固定于旋转轴5。

[0107] 该发明并不限定于上述各实施方式的结构,在不脱离其宗旨的范围内可进行设计变更。

[0108] 例如,上述各实施方式中,举例说明了仅具有圆盘部30和叶片部40的开放型叶轮。但本发明并不限定于该情况。在相对于圆盘部30和叶片部40进一步具有罩部的封闭型叶轮中也同样能够适用。

[0109] 另外,上述各实施方式中,作为旋转机械对离心式压缩机100的一例进行了说明,但并不限定于离心式压缩机100,例如,对各种工业用压缩机和涡轮制冷机及小型燃气轮机也可适用本发明的叶轮。

[0110] 产业上的可利用性

[0111] 根据该发明,相对于旋转轴能够轻松装卸,且能够充分降低旋转时的环向应力,并且能够进一步高速旋转。

[0112] 符号说明

[0113] 5-旋转轴,10-叶轮,30-圆盘部,31-前侧面,31a-曲面,32-筒部,32a-外周面,33-夹持部,34-非夹持部,35-圆盘主体部,40-叶片部,40a-面,50-加强部件安装部,51-后侧

面,53-加强部件,54-安装部主体,55-环部件,55a-容纳槽部,56-夹压部件,57-夹持环部件,58-夹持加强部件,59-容纳槽部,100-离心式压缩机,104-流路,105-外壳,105a-轴颈轴承,105b-推力轴承,105c-吸入口,105d-排出口,105e-壁面,210-叶轮,250-加强部件安装部,310-叶轮,610-叶轮,710-叶轮,a1-上限值,a2-上限值,D-直径,G-气体,O-轴线,r1-外径,r2-直径。

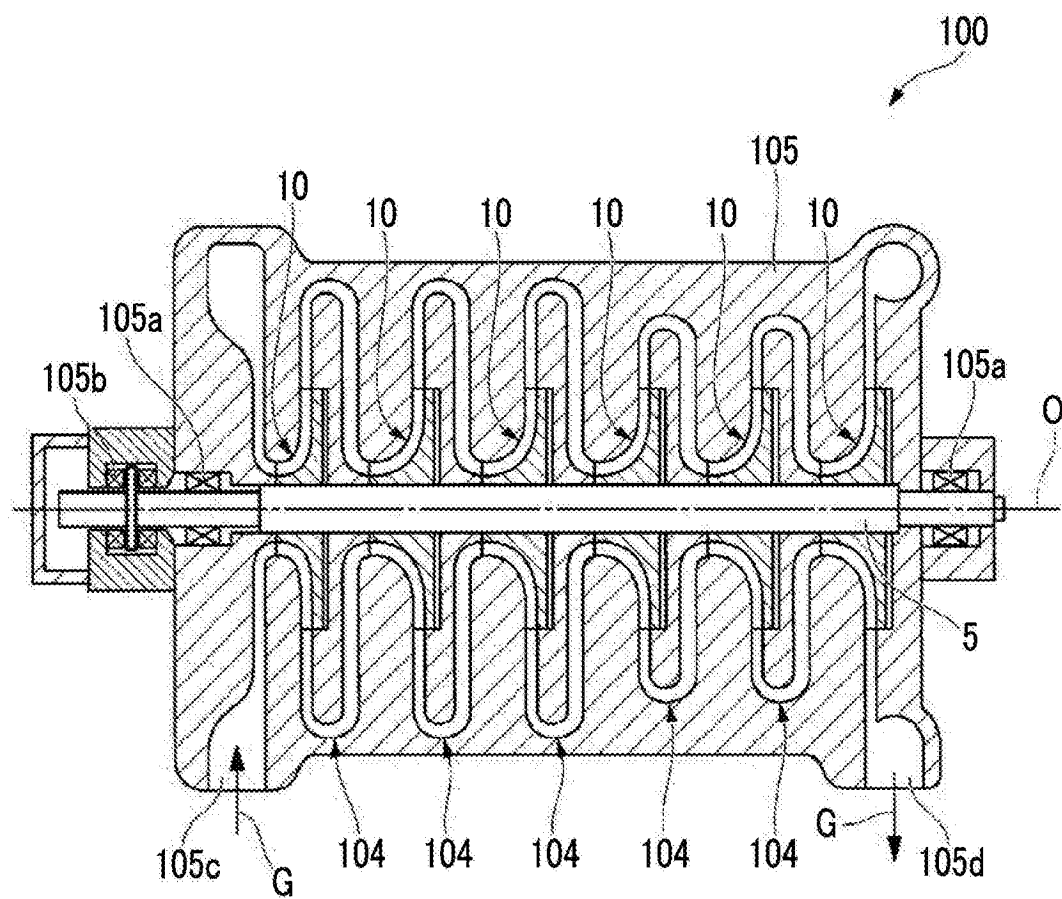


图 1

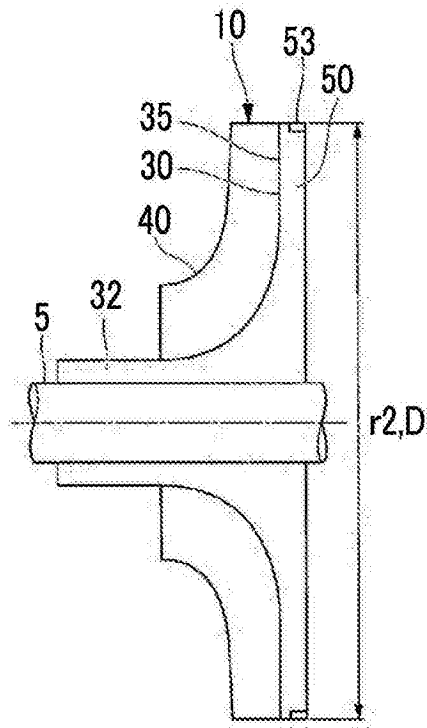


图4A

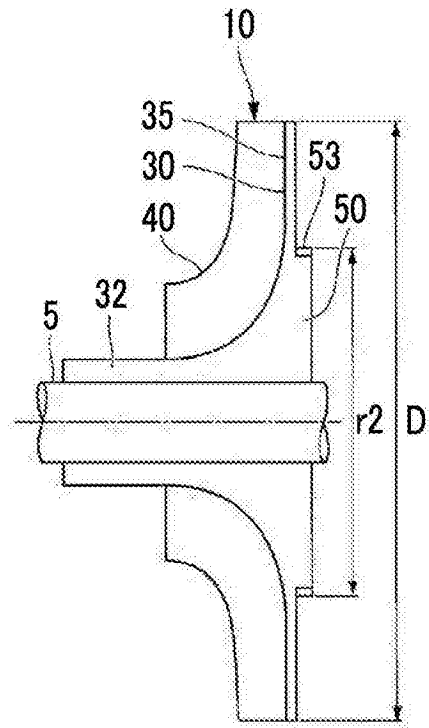


图4B

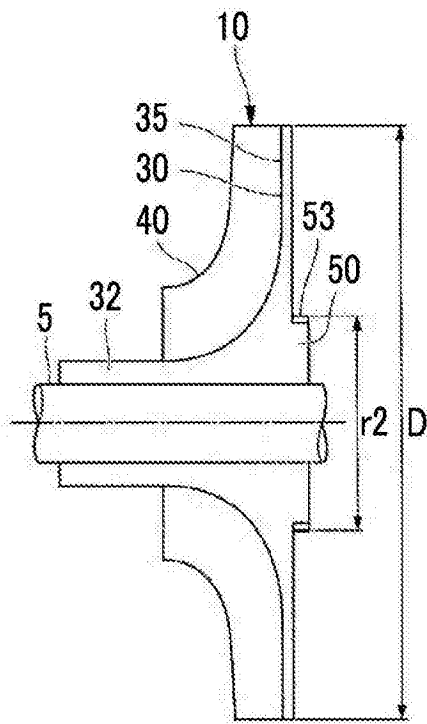


图4C

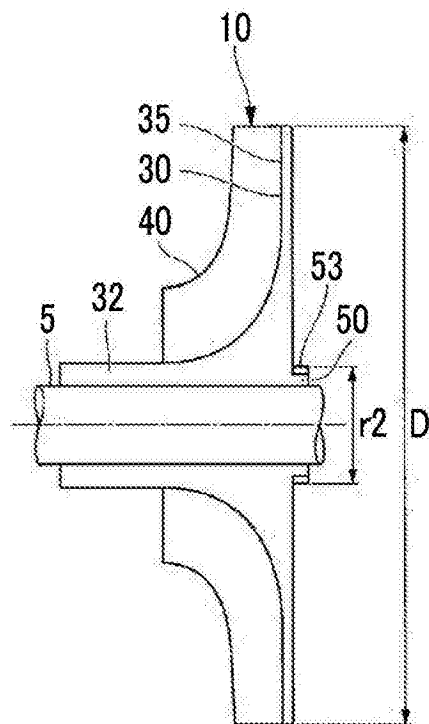


图4D

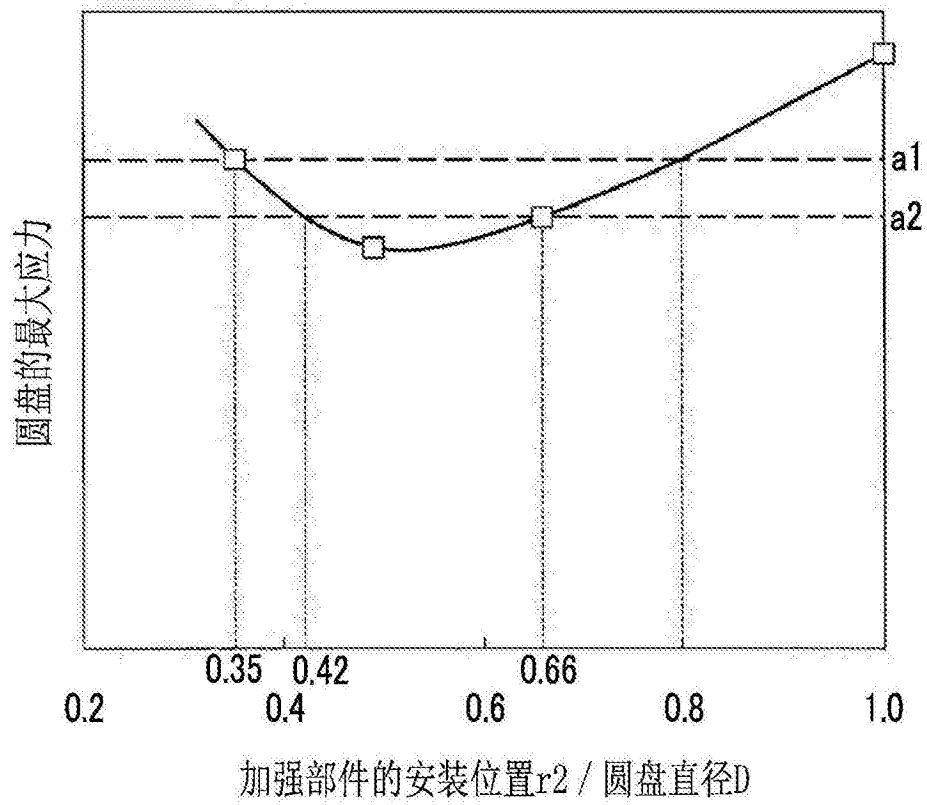


图5

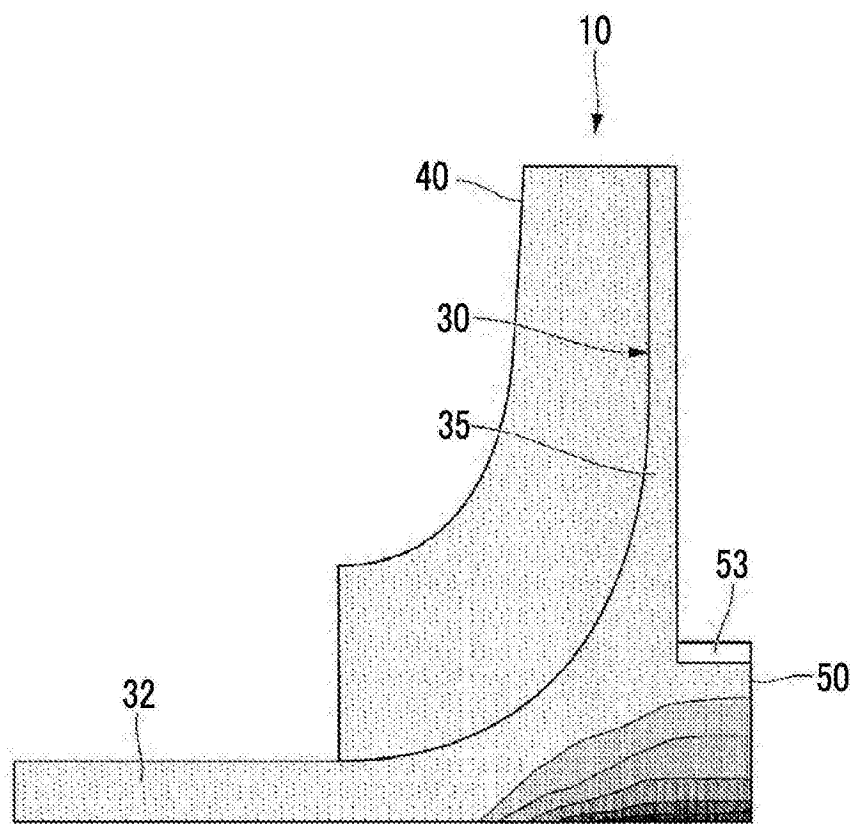


图6

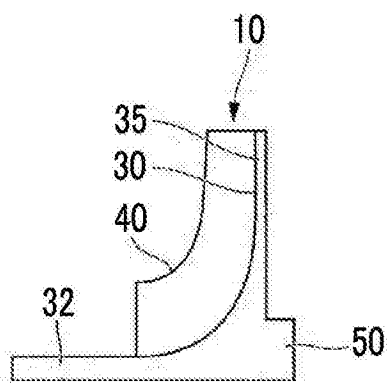


图7A

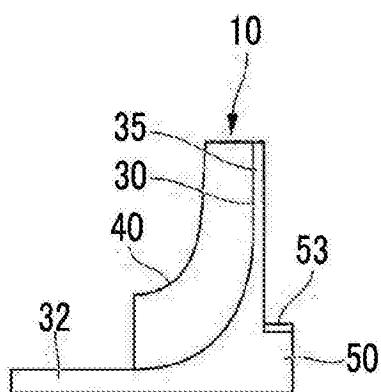


图7B

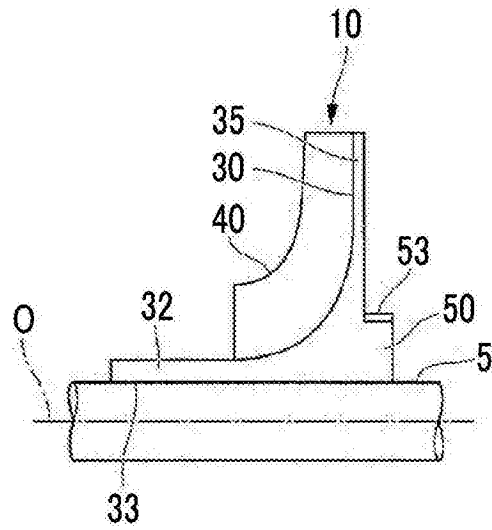


图7C

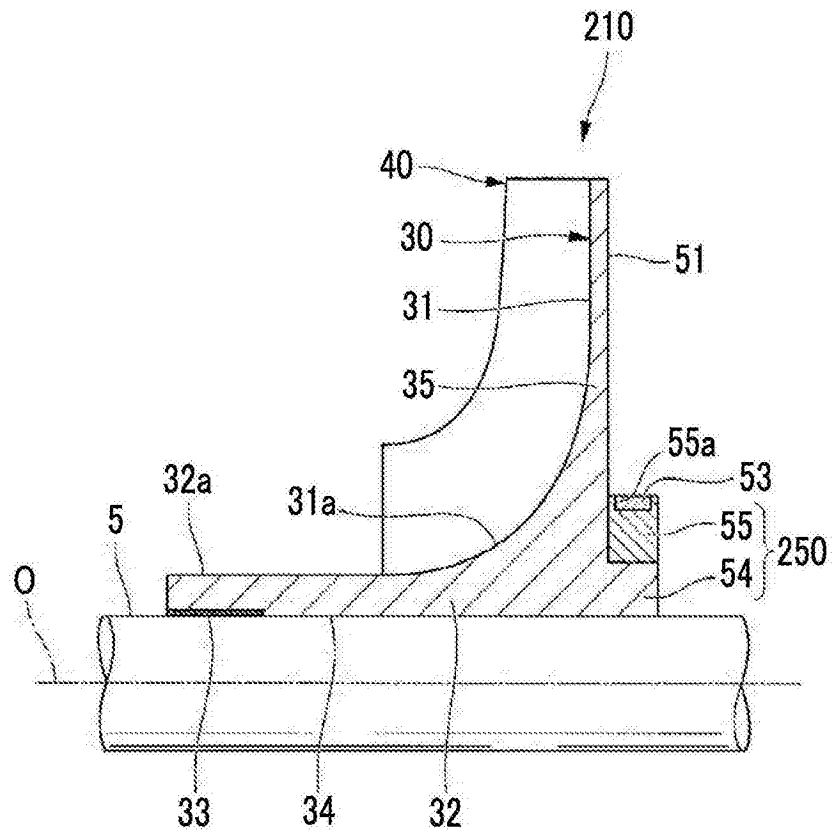


图8

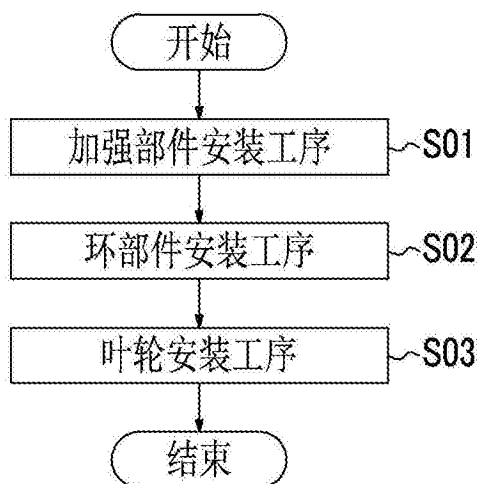


图9

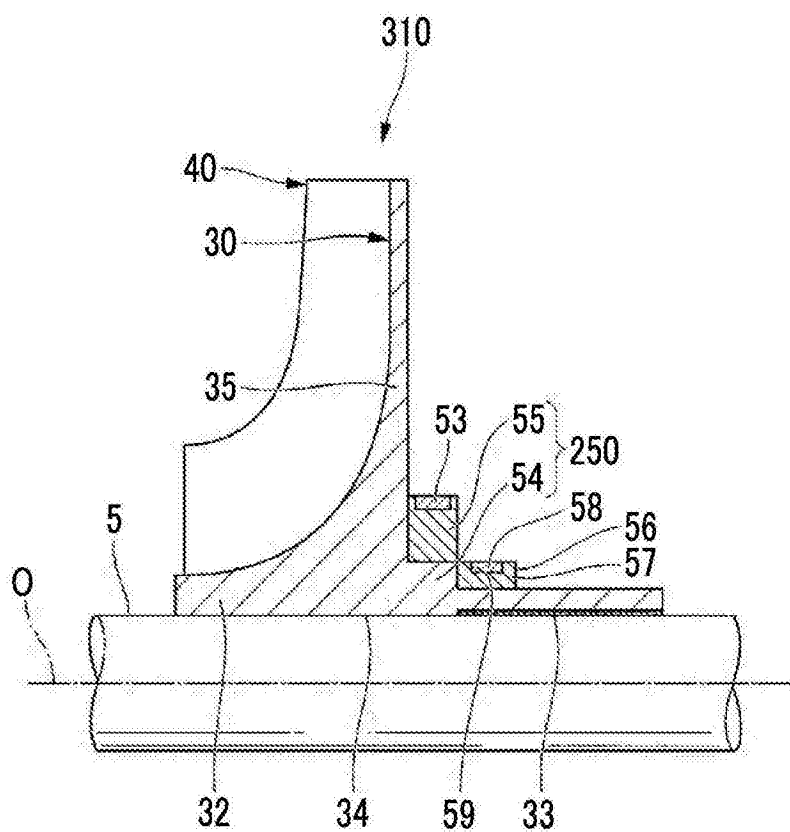


图10

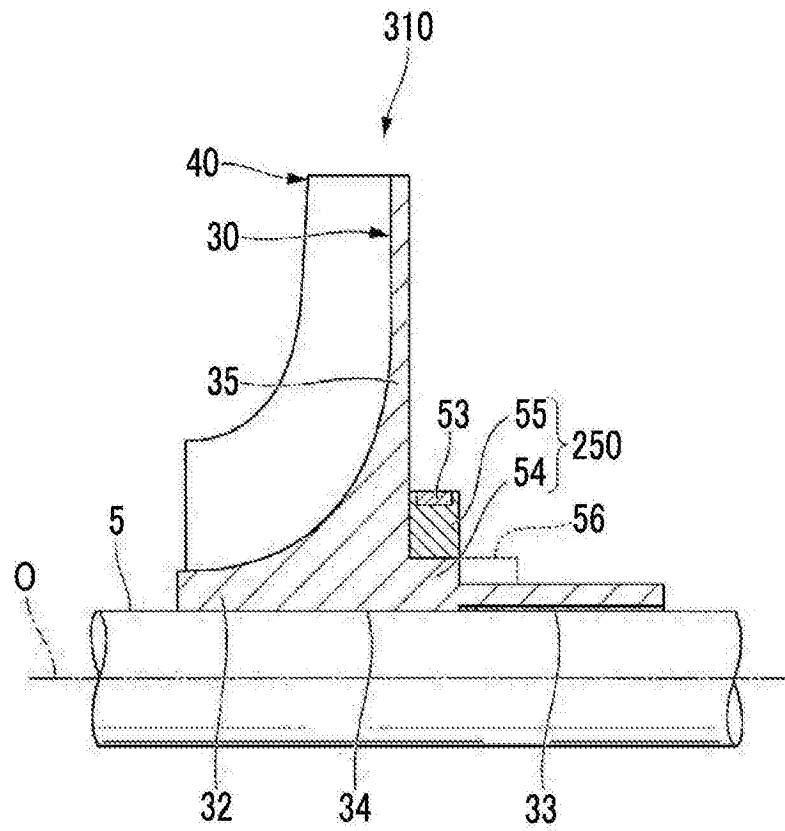


图11

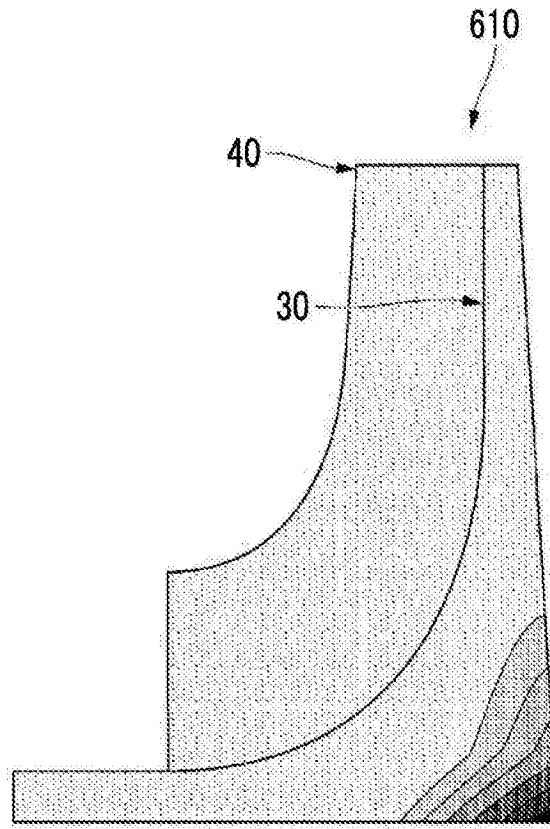


图12

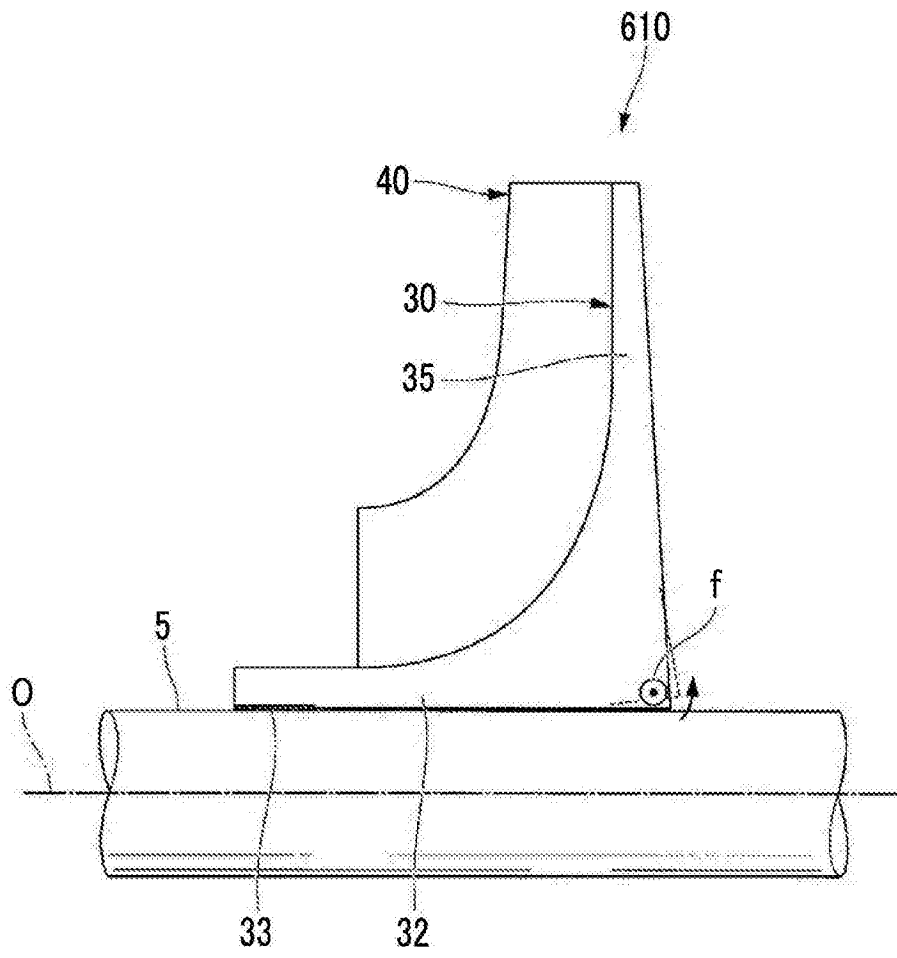


图13

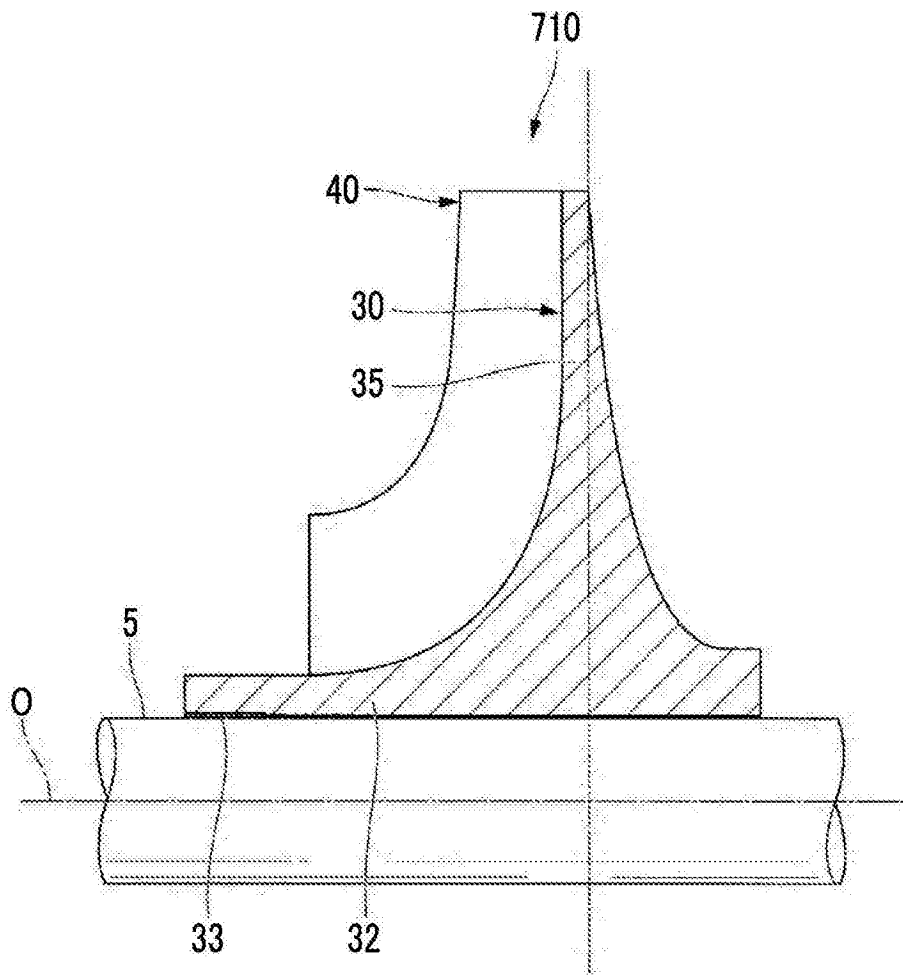


图14

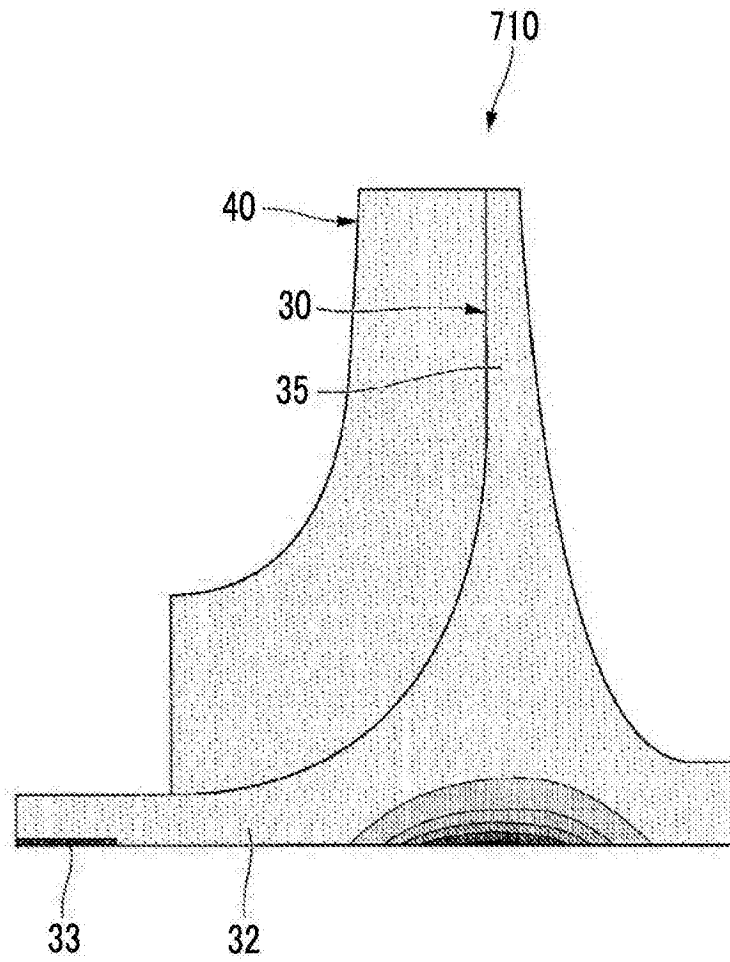


图15

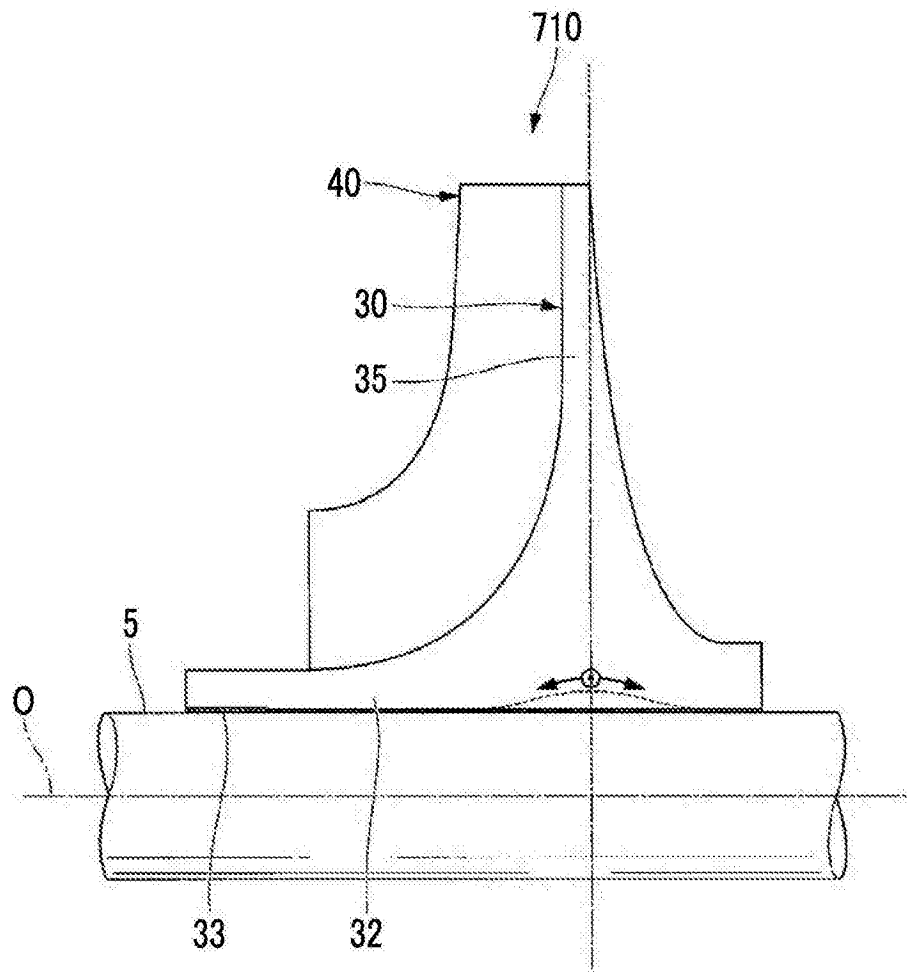


图16