



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103703261 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201280037831.5  
 (22) 申请日 2012.07.25  
 (30) 优先权数据  
 2011-168574 2011.08.01 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2014.01.28  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2012/068836 2012.07.25  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02013/018618 JA 2013.02.07  
 (73) 专利权人 株式会社 IHI  
 地址 日本东京都  
 (72) 发明人 大森直陆  
 (74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
 72001  
 代理人 肖日松 李婷  
 (51) Int. Cl.  
 F16C 27/02(2006.01)

(56) 对比文件  
 JP 特开 2002-364643 A, 2002.12.18,  
 JP 特开 2002-364643 A, 2002.12.18,  
 JP 昭 61-165011 A, 1986.07.25,  
 US 2008/0205803 A1, 2008.08.28,  
 US 5902049 A, 1999.05.11,  
 CN 102003463 A, 2011.04.06,  
 CN 1918392 A, 2007.02.21,  
 CN 101821519 A, 2010.09.01,

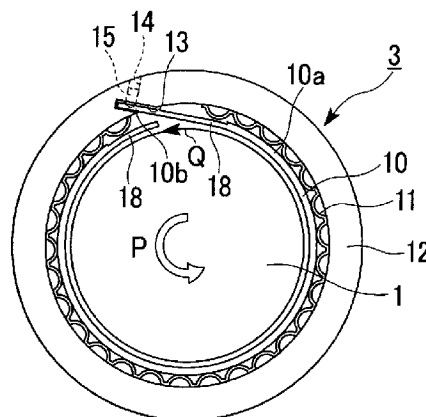
审查员 陈林

权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称  
 径向箔轴承

(57) 摘要

本发明涉及支撑旋转轴(1)的径向箔轴承(3)。具备顶部箔(10)、背部箔(11)、以及收容它们的轴承壳体(12)。顶部箔(10)由矩形状的金属箔卷绕成圆筒状,并且金属箔的一侧(10b)沿由金属箔形成的圆筒(10a)的切线方向延伸而形成。在轴承壳体的内周面,沿着其轴方向形成有卡合槽(13),卡合槽(13)以其深度方向与顶部箔(10)的圆筒(10a)的一个切线方向一致的方式形成。顶部箔(10)的一侧(10b)卡合于卡合槽(13)。



1. 一种径向箔轴承, 其外插于旋转轴并支撑所述旋转轴, 其特征在于,

所述径向箔轴承具备: 与所述旋转轴相向地配置的圆筒状的顶部箔、配置在所述顶部箔的径方向外侧的背部箔、以及圆筒状的轴承壳体, 该轴承壳体在其内部收容所述顶部箔和所述背部箔,

矩形状的金属箔卷绕成圆筒状并且所述金属箔的一侧沿由所述金属箔形成的圆筒的切线方向延伸而形成所述顶部箔,

在所述轴承壳体的内周面, 沿着其轴方向而形成卡合槽,

所述卡合槽以其深度方向与所述顶部箔的所述圆筒的一个切线方向一致的方式形成,

所述顶部箔的沿所述圆筒的切线方向延伸的一侧卡合于所述卡合槽, 在所述顶部箔, 在所述一侧和与所述一侧相反的另一侧, 形成有与它们之间的中央部相比厚度较薄的薄壁部。

2. 根据权利要求1所述的径向箔轴承, 其特征在于, 所述薄壁部形成为其外周面与所述中央部的外周面相比凹陷的状态。

3. 根据权利要求1或2所述的径向箔轴承, 其特征在于, 卡合于所述卡合槽的顶部箔的所述一侧通过固定元件而固定于所述卡合槽内。

4. 根据权利要求1或2所述的径向箔轴承, 其特征在于, 中间箔配置于所述顶部箔的径方向外侧与所述背部箔的径方向内侧之间, 所述轴承壳体在其内部收容所述顶部箔、所述中间箔、以及所述背部箔。

5. 根据权利要求3所述的径向箔轴承, 其特征在于, 中间箔配置于所述顶部箔的径方向外侧与所述背部箔的径方向内侧之间, 所述轴承壳体在其内部收容所述顶部箔、所述中间箔、以及所述背部箔。

6. 根据权利要求4所述的径向箔轴承, 其特征在于, 重叠多片所述中间箔。

7. 根据权利要求5所述的径向箔轴承, 其特征在于, 重叠多片所述中间箔。

## 径向箔轴承

### 技术领域

[0001] 本发明涉及径向箔轴承(radial foil bearing)。本申请基于在日本于2011年8月1日申请的日本专利申请2011-168574号而主张优先权,将其内容援引于此。

### 背景技术

[0002] 以往,作为高速旋转体用的轴承,已知外插于旋转轴而使用的径向轴承。作为径向轴承,众所周知一种径向箔轴承,其具备形成轴承面的薄板状的顶部箔(top foil)、弹性地支撑该顶部箔的背部箔(back foil)、以及收容上述顶部箔和上述背部箔的圆筒状的轴承壳体。作为径向箔轴承的背部箔,主要使用将薄板成形为波板状的波箔(bump foil)。

[0003] 在上述径向箔轴承中,通常,为了防止顶部箔、波箔从轴承壳体脱落,其一端部(紧固端部)通过点焊而直接固定于轴承壳体,或者经由垫片而间接固定于轴承壳体。

[0004] 另外,为了替代焊接而机械地进行固定,已知将顶部箔的一端侧的一部分或者全部通过弯曲加工而立起、使该一端侧卡合于在外圈(轴承壳体)形成的卡合槽的构造(例如,参照专利文献1)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2004-190762号公报。

### 发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,若焊接顶部箔,则由于存在热输入,故在顶部箔产生应变。在专利文献1的构造中,也因弯曲加工而在顶部箔产生应变

[0010] 通过旋转轴的旋转而在上述旋转轴与顶部箔之间形成的箔轴承的流体润滑膜的厚度为10 $\mu$ m左右,非常薄。因此,若即使在顶部箔产生微小的应变,则对轴承的负载能力、动态特性(刚性和衰减)造成影响,不能够获得与设计相同的性能。

[0011] 另外,在将一端部(紧固端部)通过点焊而固定于轴承壳体的顶部箔中,在其两端附近(紧固端侧和自由端侧)难以适应构成轴承壳体的内周面的曲面(难以沿着曲面变形),成为接近平面的状态。于是,在接近平面的上述部位,产生夹紧旋转轴的力(局部预加载荷)。其结果,产生旋转轴的起动转矩变高、或者运转中的发热变高为设定以上等不良现象。

[0012] 作为减小夹紧旋转轴的力(局部预加载荷)的方法,例如,可以考虑消除支撑顶部箔的两端附近的、波箔(背部箔)的凸起的方法。然而,若消除波箔的凸起,则消除了凸起后的部位的旋转轴的支撑刚性大幅下降。因此,当冲击载荷等引起旋转轴欲朝向上述部位运动时,不能抑制旋转轴的运动。其结果,设于旋转轴的叶轮等旋转部分与静止部(壳体)引起接触。

[0013] 另外,作为使上述部位的旋转轴的支撑刚性不过度下降的方法,可以考虑降低上述部位的波箔的一个凸起的高度的方法。然而,由于降低的程度为数十 $\mu$ m的较小单位,故其

制作极为困难。

[0014] 本发明鉴于上述情况而完成,其目的在于提供充分减少在顶部箔产生的应变且在轴承的负载能力、动态特性(刚性和衰减)方面具有与设计相同的良好性能的径向箔轴承。另外,本发明提供一种防止产生夹紧旋转轴的力(局部预加载荷)的径向箔轴承。

[0015] 用于解决问题的方案

[0016] 本发明所涉及的第一方式的径向箔轴承是外插于旋转轴并支撑上述旋转轴的径向箔轴承,

[0017] 具备与上述旋转轴相向地配置的圆筒状的顶部箔、配置在上述顶部箔的径方向外侧的背部箔、以及圆筒状的轴承壳体,该轴承壳体在其内部收容上述顶部箔和上述背部箔,

[0018] 矩形状的金属箔卷绕成圆筒状、上述金属箔的一侧沿由上述金属箔形成的圆筒的一个切线方向延伸而形成上述顶部箔,

[0019] 在上述轴承壳体的内周面,沿着其轴方向而形成卡合槽,上述卡合槽以其深度方向与上述顶部箔的上述圆筒的切线方向一致的方式形成,

[0020] 上述顶部箔的沿上述圆筒的切线方向延伸的一侧卡合于上述卡合槽。

[0021] 此时,顶部箔的一侧沿圆筒的切线方向延伸而形成,该一侧卡合于轴承壳体的卡合槽。因此,能够在不对顶部箔进行点焊、弯曲加工的情况下将顶部箔收容、固定于轴承壳体内。

[0022] 另外,使卡合槽的深度方向与顶部箔形成的圆筒的一个切线方向一致。因此,若使上述顶部箔的一侧与上述卡合槽的深度方向对齐并卡合,则在该卡合状态下顶部箔不变形。因此,不在顶部箔产生应变。其结果,能够防止在顶部箔产生应变,使顶部箔的应变充分少。

[0023] 依照本发明所涉及的第二方式,优选地,在上述第一方式的径向箔轴承中,在上述顶部箔,在上述一侧和与上述一侧相反的另一侧,形成有与它们之间的中央部相比厚度较薄的薄壁部。

[0024] 此时,顶部箔的两端部变得易于弹性变形,能够抑制在上述两端部中产生夹紧旋转轴的力(局部预加载荷)。

[0025] 依照本发明所涉及的第三方式,优选地,在上述第一方式的径向箔轴承中,上述薄壁部形成为其外周面与上述中央部的外周面相比凹陷的状态。

[0026] 此时,在该薄壁部中,在与支撑其外周面侧的背部箔之间形成间隙,能够可靠地防止在上述薄壁部中产生夹紧旋转轴的力(局部预加载荷)。

[0027] 依照本发明所涉及的第四方式,优选地,在上述第一至第三方式中的任一方式的径向箔轴承中,卡合于上述卡合槽的顶部箔的上述一侧通过固定元件而固定于上述卡合槽内。

[0028] 此时,通过顶部箔的一侧固定于卡合槽内,从而能够可靠地防止顶部箔在旋转轴的旋转中旋转、或者从径向箔轴承脱落的情况。

[0029] 依照本发明所涉及的第五方式,优选地,在上述第一至第四方式中的任一方式的径向箔轴承中,中间箔配置于上述顶部箔的径方向外侧与上述背部箔的径方向内侧之间,上述轴承壳体在其内部收容上述顶部箔、上述中间箔、以及上述背部箔。

[0030] 此时,由于在顶部箔与背部箔之间有中间箔,故当旋转轴在旋转时引起轴振动时,

顶部箔与中间箔之间以及中间箔与背部箔之间相互滑动,从而产生摩擦。由此,能够获得使轴振动衰减的效果。通过上述衰减效果,能够抑制旋转轴的轴振动。另外,还能够通过中间箔加强顶部箔的刚性。

[0031] 依照本发明所涉及的第六方式,优选地,在上述第五方式的径向箔轴承中,重叠多片上述中间箔。

[0032] 此时,能够在通过顶部箔与中间箔之间以及中间箔与背部箔之间相互滑动所产生的摩擦而获得的衰减效果上附加通过由多片中间箔间的滑动引起的摩擦而获得的衰减效果。其结果,能够使旋转轴的轴振动更易于结束。

[0033] 发明效果

[0034] 依照本发明的径向箔轴承,能够防止在顶部箔产生应变,使顶部箔的应变充分少。另外,能够容易地抑制旋转轴的轴振动。由此,在径向箔轴承的负载能力、动态特性(刚性和衰减)方面,能够获得良好且与设计相同的性能。

## 附图说明

[0035] 图1是示出适用本发明所涉及的径向箔轴承的涡轮机械的一例的模式图。

[0036] 图2A是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第一实施方式的概要构成的图,是径向箔轴承的侧面图。

[0037] 图2B是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第一实施方式的概要构成的图,是轴承壳体的正面图。

[0038] 图2C是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第一实施方式的概要构成的图,是图2A的主要部分放大侧剖面图。

[0039] 图2D是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第一实施方式的概要构成的图,是顶部箔的展开图。

[0040] 图2E是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第一实施方式的概要构成的图,是顶部箔的展开侧面图。

[0041] 图3A是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第二实施方式的概要构成的图,是径向箔轴承的主要部分放大侧剖面图。

[0042] 图3B是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第二实施方式的概要构成的图,是顶部箔的展开图。

[0043] 图3C是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第二实施方式的概要构成的图,是顶部箔的展开侧面图。

[0044] 图4A是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第三实施方式的概要构成的图,是径向箔轴承的侧面图。

[0045] 图4B是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第三实施方式的概要构成的图,是中间箔的展开图。

[0046] 图4C是示出本发明所涉及的径向箔轴承的第三实施方式的概要构成的图,是中间箔的展开侧面图。

## 具体实施方式

[0047] 以下,参照附图详细地说明本发明的径向箔轴承的实施方式。此外,在以下的附图中,为了使各部件为能够识别的大小,适当变更各部件的比例尺。

[0048] (第一实施方式)

[0049] 图1是示出适用本发明的径向箔轴承的涡轮机械的一例的侧面图。图1示出旋转轴1、设于旋转轴1的顶端部的叶轮2、以及径向箔轴承3。

[0050] 此外,在图1中,只记载一个径向箔轴承3,但是通常沿旋转轴1的轴方向设置两个径向箔轴承而构成旋转轴1的支撑构造。因此,在本实施方式中也设置两个径向箔轴承3。

[0051] 在旋转轴1,在形成了叶轮2的侧固定有推力环4。在推力环4的两面侧,在与推力环4相向的各侧配置有推力轴承5。

[0052] 另外,叶轮2配置在成为静止侧的壳体6内,在与壳体6之间具有顶隙(chip clearance)7。

[0053] 另外,在旋转轴1,在与推力环4相比更中央侧,外插有径向箔轴承3。

[0054] 图2A至图2E是示出适用于上述构成的涡轮机械的径向箔轴承的第一实施方式的图。如图2A所示,第一实施方式的径向箔轴承3具有圆筒形状,外插于旋转轴1,支撑旋转轴1。径向箔轴承3具备:与旋转轴1相向地配置的圆筒状的顶部箔10、配置在顶部箔10的径方向外侧的背部箔11、以及配置在背部箔11的径方向外侧的轴承壳体12。

[0055] 轴承壳体12为金属制,具有圆筒形状,构成径向箔轴承3的最外部,在其内部收容背部箔11以及顶部箔10。在轴承壳体12,在其内周面,沿着轴承壳体12的轴方向形成卡合槽13。

[0056] 即,如作为轴承壳体12的正面图的图2B所示,在轴承壳体12的内周面,遍及轴承壳体12的轴方向的全长而形成卡合槽13。卡合槽13以在图2C中以箭头A显示的深度方向与后述顶部箔10的圆筒部10a的既定位置处的(一个)切线方向一致的方式形成。另外,其深度为2mm~5mm左右。

[0057] 在轴承壳体12的外周面侧,形成与卡合槽13连通并与卡合槽13的深度方向A正交的一对孔14。一对孔14是如后所述地用于将插入卡合槽13内的顶部箔10的一侧10b固定于卡合槽13内的螺钉的插入用孔。在一对孔14的内周面,分别形成阴螺纹部。

[0058] 如图2A所示,背部箔11由箔(薄板)形成并弹性地支撑顶部箔10。作为背部箔11,例如使用波箔、日本特开2006-57652号公报、日本特开2004-270904号公报等所记载的弹簧箔、或者日本特开2009-299748号公报等所记载的背部箔等。在本实施方式中,作为背部箔11使用波箔。但是,还可以将上述弹簧箔、背部箔用作本发明的背部箔。

[0059] 如图2A所示,在波箔(背部箔)11中,箔(薄板)成形为波板状,以沿着轴承壳体12的内周面形成圆筒状的方式配置。但是,在本实施方式中,波箔11在将其两端部之间隔开既定间隔的状态下配设。即,波箔11在轴承壳体12的内周面上不覆盖卡合槽13上以及卡合槽13的侧方(与卡合槽13的深度方向A相反的侧方),仅仅覆盖其他面上而配置。

[0060] 另外,在成形为波板状的波箔11,沿着径向箔轴承3的周方向,交替地形成与轴承壳体12相接的凹部、以及与顶部箔10相接的凸部。由此,波箔11尤其通过与顶部箔10相接的凸部而弹性地支撑顶部箔10。另外,在径向箔轴承3的轴方向,形成基于凸部、凹部的流体通路。

[0061] 此外,波箔11与以往同样地,使用点焊等而固定于轴承壳体12。

[0062] 顶部箔10沿着背部箔(波箔)11的内表面卷绕成圆筒状,以其一侧10b的顶端部卡合于在轴承壳体12形成的上述卡合槽13的方式配设。如作为顶部箔10的展开图的图2D所示,以轴承周方向为长边、以轴承长度方向为短边的矩形状的金属箔沿作为其侧面图的图2E中的箭头方向(长边的长度方向:轴承周方向)卷绕成圆筒状而形成顶部箔10。

[0063] 但是,顶部箔10不以上述金属箔的两端对接的方式卷绕,而是如图2C所示,以其一侧10b与另一侧的外侧重叠的方式卷绕。另外,一侧10b沿在其以外的部分形成的圆筒部10a的既定位置(在本实施方式中为与背部箔11的一个端部11a重叠的位置R)处的切线方向延伸而形成。

[0064] 上述轴承壳体12中的卡合槽13也以其深度方向A与顶部箔10的圆筒部10a的上述既定位置(上述位置R)处的切线方向一致的方式形成。此外,本实施方式中的语句“与切线方向一致”意思是指在设计上与上述位置R处的切线方向一致而形成卡合槽13。卡合槽13还可以包含制造误差或者上述制造误差计算在内的空隙。由此,即使位置R处的切线方向与卡合槽13的深度方向A微小地偏移,也为本实施方式的范围。

[0065] 顶部箔10如上所述地以其一侧10b的延伸方向与卡合槽13的深度方向A一致的方式配置。一侧10b的顶端部卡合于卡合槽13。因此,顶部箔10在其一侧10b卡合的状态下不变形。因此,在顶部箔10不产生应变。

[0066] 另外,在本实施方式中,卡合于卡合槽13的顶部箔10的一侧10b由固定元件固定于卡合槽13内。具体而言,作为固定元件,将阳螺纹螺钉15螺合并插入上述孔14。由此,使一侧10b紧贴于卡合槽13的内壁面从而固定。此外,紧贴卡合槽13的内壁面引起的一侧10b的变形是微小的。因此,几乎没有由一侧10b的变形引起在顶部箔10产生应变的情况。

[0067] 另外,如图2E所示,在一侧10b和与其相反的另一侧,形成有与它们之间的中央部相比厚度较薄的薄壁部18。如图2A以及图2C所示,这些薄壁部18以成为其外周面(波箔11侧的面)与上述中央部的外周面相比凹陷的状态的方式厚度薄化地形成。

[0068] 薄壁部18例如通过将顶部箔10的两端部以 $10\mu\text{m}$ 单位控制并形成成为所期望的厚度(薄度)的加工(例如,蚀刻加工)而形成。具体而言,在设为轴承径 $\Phi 35\text{mm}$ 的情况下,若设顶部箔10的厚度为 $100\mu\text{m}$ ,则薄壁部18的厚度以成为 $80\mu\text{m}$ 左右的方式形成。此外,在蚀刻加工中,与弯曲加工等相比,在顶部箔10产生的应力极小。因此,几乎不在顶部箔10产生应变。

[0069] 另外,如图2A、图2C、以及图2E所示,薄壁部18的周方向的长度L为对应于卡合槽13和位于卡合槽13的两侧的、波箔11的端部的一个凸起程度的长度。

[0070] 通过在顶部箔10的两端部形成薄壁部18,这些两端部(薄壁部18)变得容易弹性变形。因此,这些两端部依照构成轴承壳体12的内周面的曲面而成为曲面。由此,在顶部箔10,在其两端部也几乎不产生夹紧旋转轴1的力(局部预加载荷)。

[0071] 另外,将顶部箔10的两端部的外周面以成为与上述中央部的外周面相比凹陷的状态的方式厚度薄化而形成薄壁部18。由此,在薄壁部18的外周面与支撑顶部箔10的外周面侧的背部箔11之间,在与其端部的一个凸起的程度之间形成间隙。由此,在薄壁部18中,可靠地防止夹紧旋转轴1的力(局部预加载荷)产生。此外,替代图2A以及图2C所示的示例,薄壁部18的周方向长度L还可以是对应于卡合槽13和波箔11的端部的三个凸起程度左右的长度。

[0072] 接着说明由上述构成形成的径向箔轴承3的作用。

[0073] 在旋转轴1停止的状态下,顶部箔10通过被背部箔11向旋转轴1侧施力而紧贴于旋转轴1。

[0074] 此外,在本实施方式中,顶部箔10的两端部为薄壁部18。因此,在这些薄壁部18中,几乎不产生夹紧旋转轴1的力(局部预加载荷)。

[0075] 若使旋转轴1沿图2A中的箭头P的方向起动,则最初旋转轴1以低速开始旋转,之后缓缓加速并以高速旋转。接着,如图2A中箭头Q所示,周围流体从顶部箔10的另一端(与一侧10b相反的侧的[自由端侧]的端部)与波箔11的一端之间被引入,周围流体流入顶部箔10与旋转轴1之间。由此,在顶部箔10与旋转轴1之间形成流体润滑膜。

[0076] 此时,在形成流体润滑膜为止的过渡状态下,在旋转轴1与顶部箔10之间产生固体摩擦,这成为起动时的阻力。然而,如上所述,在顶部箔10的两端部不产生预加载荷,周围流体所流入的侧的顶部箔10为柔软的薄壁部18,因而顶部箔10与旋转轴1之间变得易于开口。由此,若旋转轴1起动,则在早期形成流体润滑膜,旋转轴1相对于顶部箔10以非接触状态旋转。

[0077] 在径向箔轴承3中,顶部箔10的一侧10b沿圆筒部10a的切线方向延伸而形成。一侧10b卡合于轴承壳体12的卡合槽13。因此,能够在不对顶部箔进行点焊、弯曲加工的情况下将顶部箔10收容、固定于轴承壳体12内。另外,使卡合槽13的深度方向A与顶部箔10形成的圆筒部10a的一个切线方向一致。因此,若使顶部箔10的一侧10b与卡合槽13的深度方向A对齐并卡合,则在该卡合状态下顶部箔10不变形。因此,在顶部箔10不产生应变。能够防止在顶部箔10产生应变,使顶部箔10的应变充分少。其结果,在轴承的负载能力、动态特性(刚性和衰减)方面,能够使与设计相同的良好的性能发挥。

[0078] 另外,关于顶部箔10,由于能够消除现有的点焊、使应变产生的弯曲加工,故能够使制作的难易度降低,减少制造成本。

[0079] 另外,由于没有顶部箔10对轴承壳体12的焊接,故消除焊接缺陷等引起的组装缺陷、组装的偏差。因此,制造工序的良品的再现性提高,能够获得优秀的量产性。

[0080] 在顶部箔10的两端部形成了薄壁部18。因此,在顶部箔10,如上所述,在其两端部也不产生夹紧旋转轴1的力(局部预加载荷)。因此,能够防止预加载荷引起起动转矩变高、或者运转中的发热变高为设定以上的情况。

[0081] 另外,在顶部箔10的两端部形成了薄壁部18。因此,例如不需要用于像以往那样使顶部箔的两端部适应轴承壳体的内曲面(内周面)的热处理工序。

[0082] 而且,在顶部箔10的两端部形成了薄壁部18。因此,周围流体流入的侧的顶部箔10的端部侧(与现有类型的自由端侧相当)变得柔软。因此,如上所述,周围流体变得易于流入顶部箔10与旋转轴1之间。其结果,以更低的转速形成流体润滑膜,旋转轴1的起动性提高。

[0083] (第二实施方式)

[0084] 接着,说明本发明的径向箔轴承的第二实施方式。图3A至图3C是示出适用于图1所示的涡轮机械的径向箔轴承的第二实施方式的图。图3A示出径向箔轴承20。径向箔轴承20与图2A以及图2C所示的径向箔轴承3不同的点在于顶部箔21的一侧对卡合槽13的固定方法。

[0085] 即,如图3A至图3C所示,在本实施方式的径向箔轴承20的顶部箔21中,在其一侧21b,形成了使阳螺纹螺钉15的顶端侧通过的贯通孔22。这些贯通孔22与图2B所示的孔14的

位置对应地形成两个。另外,这些贯通孔22的内径与阳螺纹螺钉15的外径相比较大地形成。因此,阳螺纹螺钉15在不推压顶部箔21的一侧21b的情况下,抵接卡合槽13的内壁面。由此,顶部箔21的一侧21b不会因被阳螺纹螺钉15推压而变形。一侧21b在沿圆筒部21a的切线方向延伸的状态下,成为其顶端部可靠地保持、固定于卡合槽13内的状态。

[0086] 在本实施方式的径向箔轴承20中,能够获得与图2A至图2E所示的径向箔轴承3同样的作用效果。而且,能够将顶部箔21的一侧21b可靠地固定于卡合槽13内。另外,能够使得不产生由变形引起的微小的应变。

[0087] (第三实施方式)

[0088] 说明本发明的径向箔轴承的第三实施方式。图4A至图4C是示出适用于图1所示的涡轮机械的径向箔轴承的第三实施方式的图。图4A示出径向箔轴承30。图4A所示的径向箔轴承30与图2A至图3C所示的径向箔轴承3以及径向箔轴承20不同的点在于,在顶部箔10(21)与背部箔11之间具备中间箔33。

[0089] 如图4A所示,中间箔33配置在顶部箔10(21)与背部箔(波箔)11之间。另外,中间箔33与顶部箔10(21)同样地沿背部箔(波箔)11的内表面卷绕成圆筒状。

[0090] 中间箔33保持在顶部箔10(21)与背部箔11之间。因此,即使当在中间箔33与轴承壳体3(20)之间产生轴方向的偏移时,也能够防止中间箔33飞出至轴承壳体3(20)之外。

[0091] 如图4B以及图4C所示,在本实施方式中,中间箔33的展开形状与顶部箔10(21)的展开形状相同。然而,中间箔33的厚度与顶部箔10(21)相比较薄地形成。

[0092] 虽然在第一以及第二实施方式中,在顶部箔10(21)的两端形成了薄壁部18,但是还可以在中间部33也形成薄壁部18。也可以不在顶部箔10(21)形成,而仅仅在中间箔33形成薄壁部18。中间箔33的厚度例如非常薄地形成成为30 $\mu$ m左右,因而通常不形成上述薄壁部。因此,在本实施方式中,仅仅在顶部箔10(21)形成薄壁部18。

[0093] 依照本实施方式的径向箔轴承30,能够获得与图2A至图3C所示的径向箔轴承3(20)同样的作用效果。而且,由于径向箔轴承30在顶部箔10(21)与背部箔11之间具备中间箔33,故当旋转轴1在旋转时引起轴振动时,与此相伴的膜压波动从顶部箔10(21)经由中间箔33向背部箔11传递。此时,在顶部箔10(21)由载荷波动引起微小的挠曲(根据载荷而波动)。由此,在顶部箔10(21)与中间箔33之间以及中间箔33与背部箔11之间产生“滑动”。该“滑动”引起由摩擦导致的能量散逸,使膜压波动衰减。即,能够获得对上述膜压波动的衰减效果。因此,通过上述衰减效果抑制上述轴振动,能够使上述轴振动易于结束。另外,能够通过中间箔33加强顶部箔10(21)的刚性。其结果,能够充分地提高径向箔轴承3(20)的动态特性(刚性和衰减)。

[0094] 此外,本发明不限于上述实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行各种变更。

[0095] 例如,在上述实施方式中作为固定元件使用阳螺纹螺钉15,但是还可以代替它而使用楔状的销等,将其插入孔14,从而将顶部箔21的一侧固定于卡合槽13。

[0096] 关于薄壁部18,还可以例如将其表里两面蚀刻加工而厚度较薄地形成。

[0097] 在上述实施方式中,使顶部箔10(21)的一侧10b(21b)整体从圆筒部10a(21a)延伸,使其顶端部卡合于卡合槽13,但是也可以例如在一侧10b(21b)预先设置从其缘侧延伸的延伸片,仅仅使该延伸片卡合于卡合槽13。另外,还可以以仅仅将该延伸片形成为从圆筒

部10a(21a)延伸,将该延伸片作为本发明的一侧。

[0098] 虽然在上述实施方式中使用一片中间箔33,但是还可以通过重叠多个中间箔而将中间箔多层化。通过在背部箔与顶部箔之间重叠配置多个中间箔,从而能够在通过顶部箔与中间箔之间、中间箔与背部箔之间相互滑动所产生的摩擦而获得的衰减效果上附加通过由中间箔间的滑动引起的摩擦而获得的衰减效果。其结果,能够抑制旋转轴的轴振动并使上述轴振动更易于结束。

[0099] 为了提高径向箔轴承的衰减能力,如上所述地将中间箔重叠多片而多层化是有效的。然而,以往,中间箔使用点焊而固定于轴承壳体。因此,必须将中间箔的厚度调整为不因上述点焊而熔穿的程度,中间箔的厚度与顶部箔的厚度为相同程度。若将上述厚度的中间箔重叠多片而多层化,则轴承面的刚性(将顶部箔与中间箔合并后的刚性)变得非常高,轴承面变得不能够跟随由轴振动引起的流体润滑膜的膜压波动。其结果,不能够获得上述各箔之间的“滑动”所带来的充分的衰减效果。

[0100] 然而,在上述实施方式中,中间箔33在不使用点焊的情况下保持在顶部箔10(21)与背部箔11之间。因此,能够与顶部箔相比较薄地形成中间箔。因此,能够将轴承面的刚性调节为适当的高度(强度),并且重合多个中间箔。

[0101] 产业上的利用可能性

[0102] 依照本发明的径向箔轴承,能够获得防止顶部箔的应变的产生、关于轴承的负载能力、动态特性(刚性和衰减)具有与设计相同的良好性能的径向箔轴承。

[0103] 符号说明

[0104] 1 旋转轴

[0105] 3 径向箔轴承

[0106] 10 顶部箔

[0107] 10a 圆筒部(圆筒)

[0108] 10b 一侧

[0109] 11 背部箔(波箔)

[0110] 12 轴承壳体

[0111] 13 卡合槽

[0112] 14 孔

[0113] 15 阳螺纹螺钉(固定元件)

[0114] 18 薄壁部

[0115] 20 径向箔轴承

[0116] 21 顶部箔

[0117] 21a 圆筒部(圆筒)

[0118] 21b 一侧

[0119] 22 贯通孔

[0120] 30 径向箔轴承

[0121] 33 中间箔。

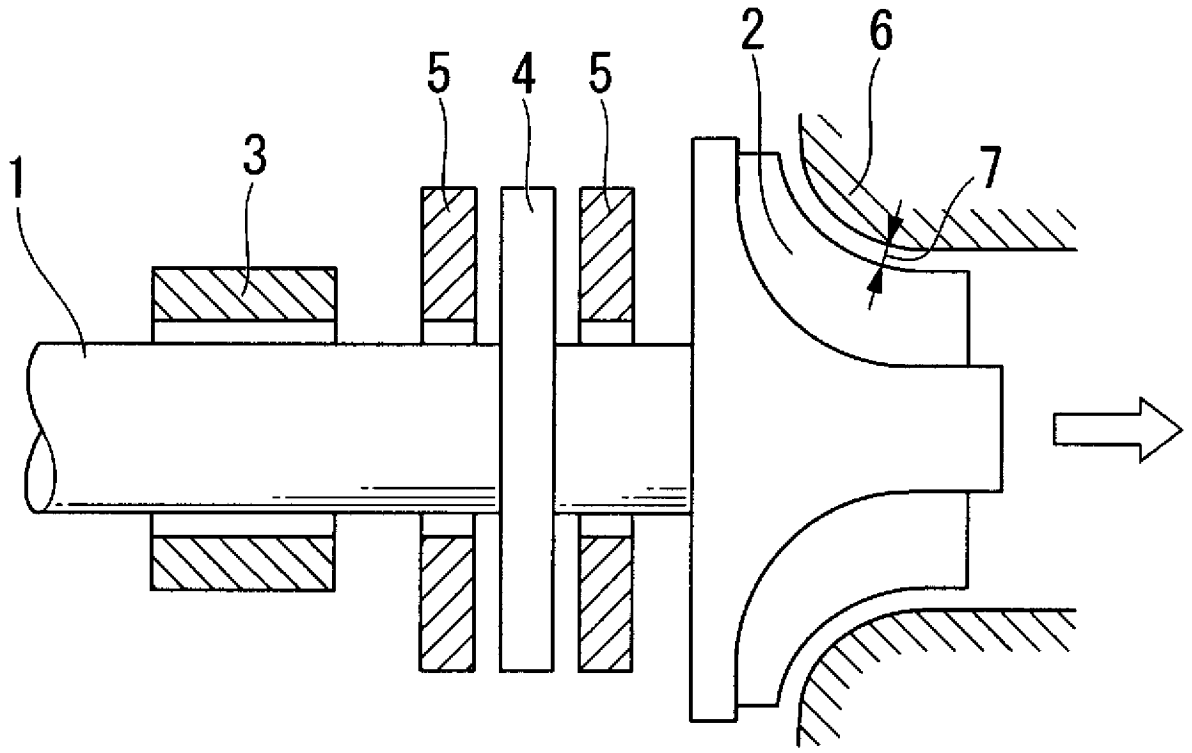


图 1

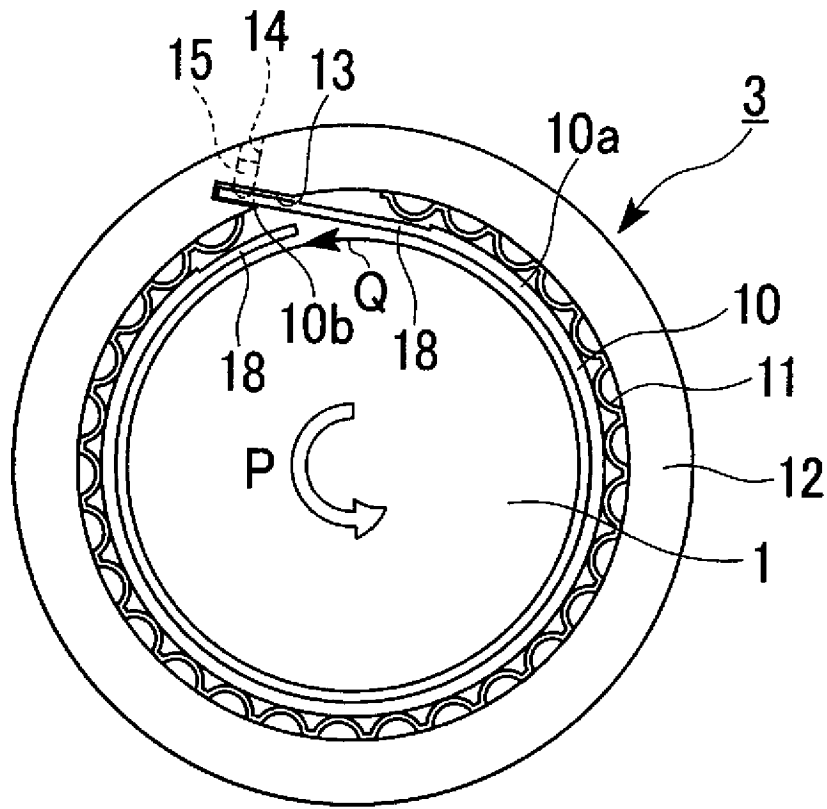


图 2A



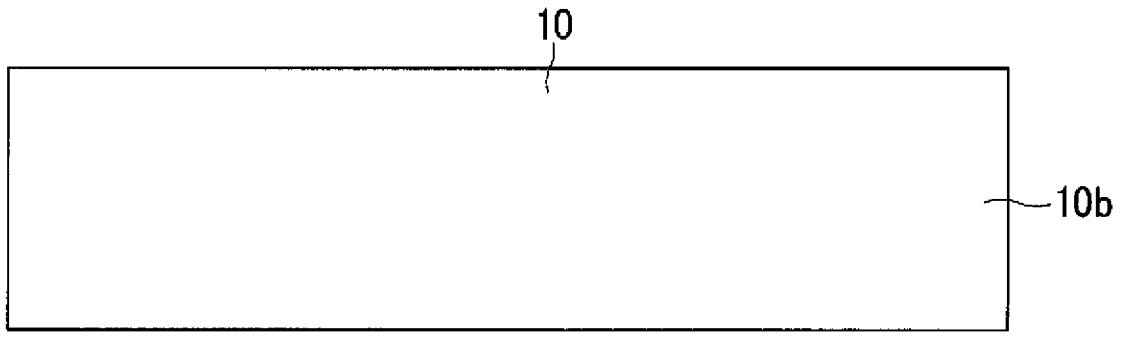


图 2D

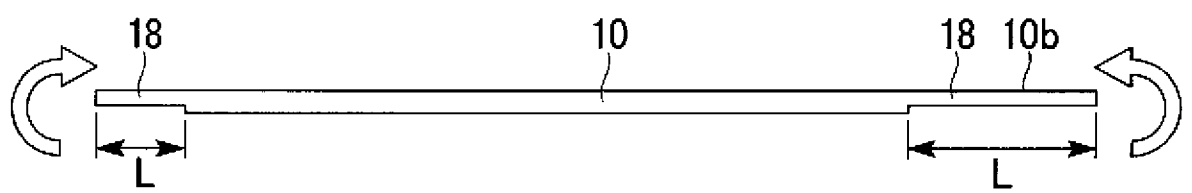


图 2E

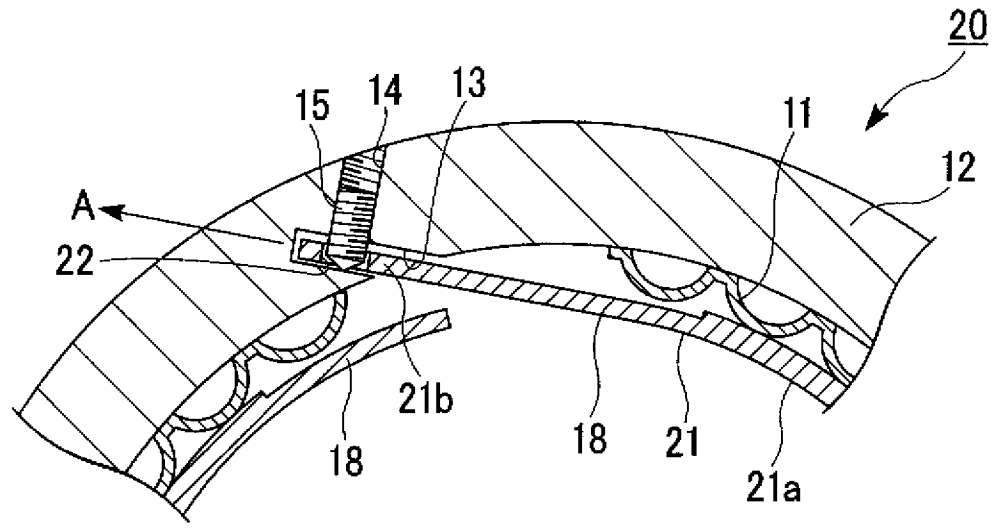


图 3A

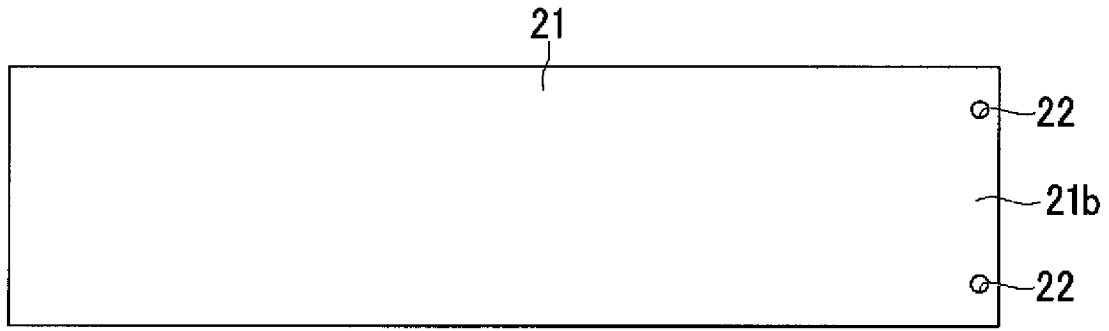


图 3B

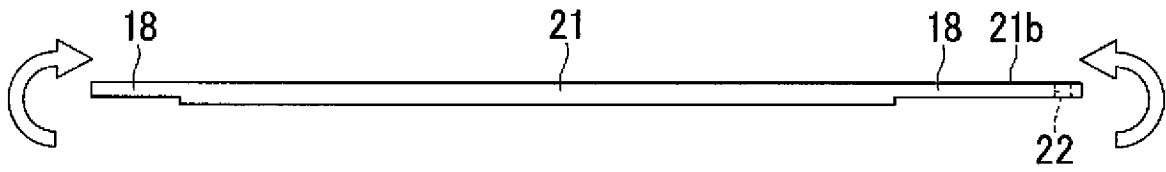


图 3C

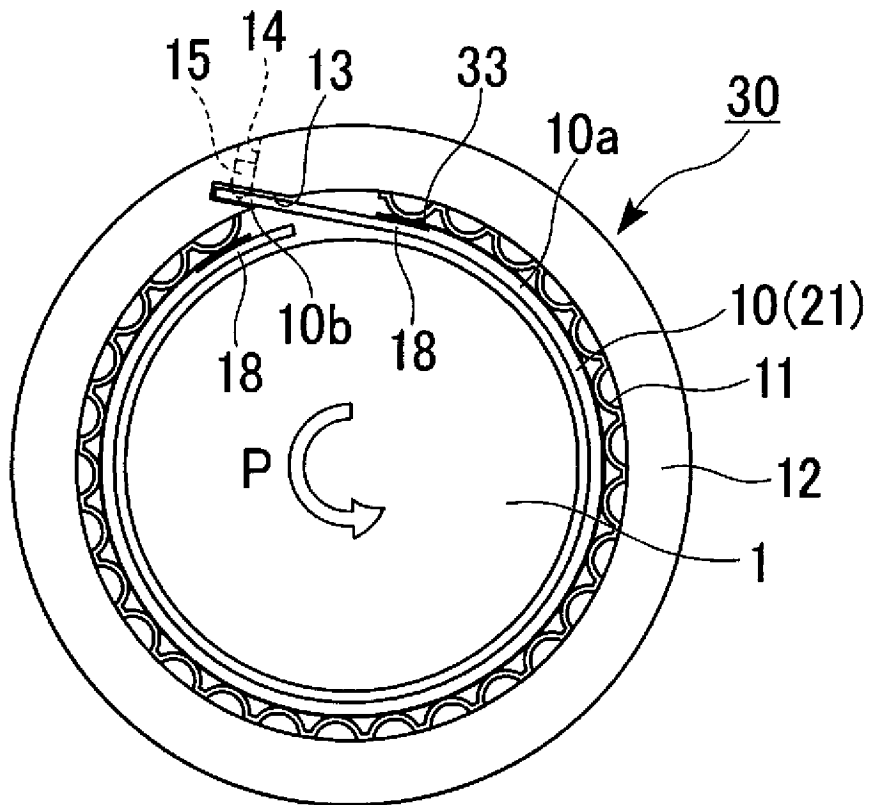


图 4A

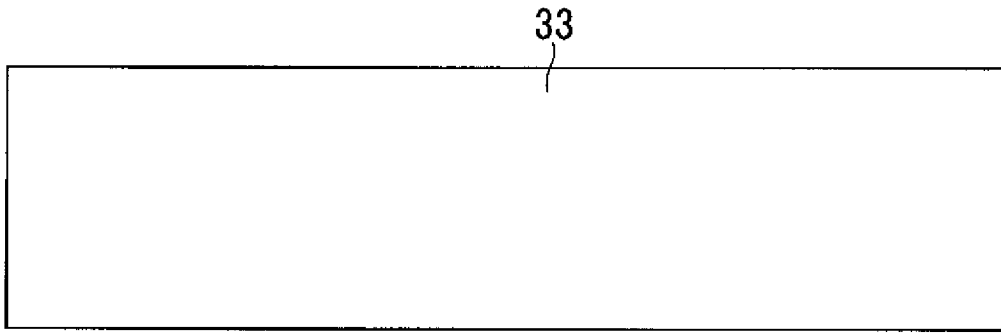


图 4B

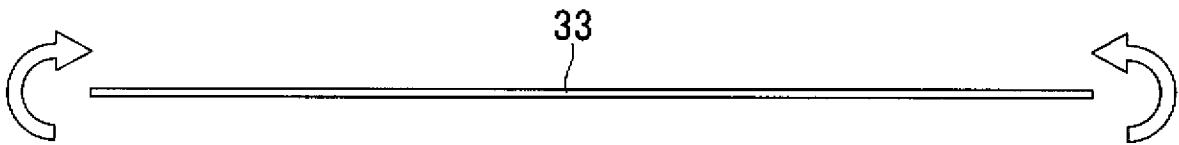


图 4C