



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102057172 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200980120830. 5

(74) 专利代理机构 北京三幸商标专利事务所
11216

(22) 申请日 2009. 06. 05

代理人 刘激扬

(30) 优先权数据

2008-149124 2008. 06. 06 JP

2009-112561 2009. 05. 07 JP

2009-133628 2009. 06. 03 JP

(51) Int. Cl.

F16C 33/58(2006. 01)

F16C 33/64(2006. 01)

F03D 11/00(2006. 01)

F16C 19/18(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/002545 2009. 06. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02009/147865 JA 2009. 12. 10

(71) 申请人 NTN 株式会社

地址 日本国大阪府

(72) 发明人 堀径生 桑原温 山本佳文

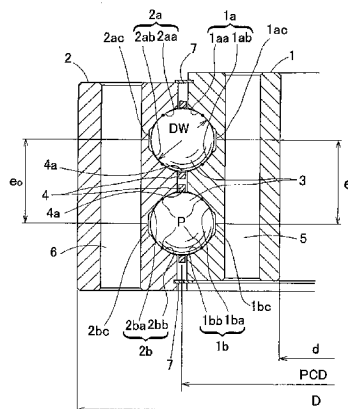
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

旋转轴承和其轨道槽加工方法

(57) 摘要

在具有多排的轨道槽的旋转轴承中,在不损害生产性且从成本上可行的范围内,提示谋求轴承寿命期限延长的轨道槽间距的相互差。在旋转轴承中,在内圈(1)和外圈(2)的多排的轨道槽(1a、1b、2a、2b)之间,介设有多个滚珠(3)。内圈(1)的多排的轨道槽(1a、1b)之间的距离(e_i)或者外圈(2)的多排的轨道槽(2a、2b)之间的距离(e_o)为滚珠(3)的直径(Dw)的1~1.7倍,并且滚珠的直径(Dw)在30~80mm的范围内,上述轨道槽间距(e_i)和轨道槽间距(e_o)的差(Δe)在5~50 μ m的范围内。采用刚铝石系的砂轮,同时对多排的轨道槽(1a、1b(2a、2b))进行加工。



CN 102057172 A

1. 一种旋转轴承,其中,分别在内圈和外圈上形成多排的轨道槽,在上述内外圈的各排的轨道槽之间介设有多个滚珠;

内圈和外圈分别是一体的,上述内圈的多排轨道槽间距和上述外圈的多排轨道槽间距的差为 $50\ \mu\text{m}$ 以下。

2. 根据权利要求 1 所述的旋转轴承,其中,上述内圈的多排轨道槽间距或上述外圈的多排轨道槽间距为上述滚珠的直径的 $1\sim 1.7$ 倍,并且上述滚珠的直径在 $30\sim 80\text{mm}$ 的范围内。

3. 一种旋转轴承的轨道槽加工方法,在该方法中,分别在内圈和外圈上形成多排的轨道槽,内圈和外圈分别是一体的,在上述内外圈的各排的轨道槽之间介设有多个滚珠,其特征在于,通过同时对上述内圈和外圈的多排轨道槽进行加工,上述内圈的多排的轨道槽间距和上述外圈的多排轨道槽间距的差为 $50\ \mu\text{m}$ 以下。

4. 根据权利要求 3 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,上述内圈的多排轨道槽间距或上述外圈的多排轨道槽间距为上述滚珠的直径的 $1\sim 1.7$ 倍,并且上述滚珠的直径在 $30\sim 80\text{mm}$ 的范围内。

5. 根据权利要求 3 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,采用刚铝石系的砂轮对上述轨道槽进行加工。

6. 根据权利要求 5 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,对上述轨道槽进行加工的砂轮的成形采用旋转砂轮修整器,该旋转砂轮修整器的金刚石颗粒的突出量在大于 0.1mm 且不足 0.5mm 的范围内。

7. 根据权利要求 3 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,采用粒度在 40 以上且不足 70 的砂轮对上述轨道槽进行加工。

8. 根据权利要求 3 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,上述轨道槽的表面粗糙度在 $Ra0.2\sim 1.2\ \mu\text{m}$ 的范围内。

9. 根据权利要求 3 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,上述内圈和外圈中的相互对应的轨道槽的曲率相同。

10. 根据权利要求 9 所述的旋转轴承的轨道槽加工方法,其中,对上述内圈的轨道槽进行磨削的砂轮的修整器和对上述外圈的轨道槽进行磨削的砂轮的修整器相同。

旋转轴承和其轨道槽加工方法

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求申请日为 2008 年 6 月 6 日,申请号为日本特愿 2008-149124 号;申请日为 2009 年 5 月 7 日,申请号为日本特愿 2009-112561 号;申请日为 2009 年 6 月 3 日,申请号为日本特愿 2009-133628 号申请的优先权,通过参照,其整体作为构成本申请的一部分的内容而引用。

技术领域

[0003] 本发明涉及例如,用于风力发电用的风车等的旋转部分的大型或超大型的旋转轴承和其轨道槽加工方法。

背景技术

[0004] 图 8 和图 9 表示风力发电用的风车(风力发电用装置)的 1 个例子。在该风车 11 中,在支承台 12 上以可水平旋转的方式设置发电机舱 13,在该发电机舱 13 的外壳 14 的内部以可旋转的方式支承主轴 15,在突出到该主轴 15 的外壳 14 之外的一端,安装作为旋转翼的叶片 16。主轴 15 的另一端与增速机 17 连接,增速机 17 的输出轴 18 与发电机 19 的转子轴连接。

[0005] 风力发电用的风车的规模非常大,1 个叶片 16 的长度超过数十米,其中,还具有超过 100 米的叶片。由此,在叶片 16 围绕主轴 15 而旋转时,在其旋转位置,例如,主轴 15 的上侧的位置和下侧的位置,叶片 16 承受的风的风速不同。按照即使在风速不同的情况下,各叶片 16 仍承受相同的荷载的方式,在叶片 16 旋转的期间,对应于风速调整各叶片 16 朝向风的角度。另外,按照在平时各叶片 16 从正面承受风的方式,对应于风向的变化,改变发电机舱 13 的朝向(偏向)。另外,在具有风速过快,承受过大的荷载的危险的场合,还具有发电机舱 13 的朝向与平时的场合相反,排掉风的情况。

[0006] 如此,在风力发电用的风车中,必须对应于风的状态,随时改变叶片 16 的角度和发电机舱 13 的朝向,由此,叶片 16 和发电机舱(nacelle)13 分别通过旋转轴承 21、22,以可旋转的方式支承,通过图中未示出的驱动机构而旋转。作为风车用的旋转轴承的特征,列举有尺寸非常大、旋转的摆动角度较小、承受变化荷载的情况。

[0007] 关于尺寸,在用于叶片的场合,外圈外径在 1000 ~ 3000mm 的范围内,在用于偏向的场合,在 1500 ~ 3500mm 的范围内。关于摆动角度,在用于叶片的场合,最大约为 90°,在用于偏向的场合,最大为 360°。关于变化荷载,对于用于叶片和用于偏向的场合,均承受变化荷载,但是,特别是用于叶片的场合,在许多场合,承受急剧的变化荷载。

[0008] 在建筑机械、工作机械等的广泛领域,旋转轴承采用 4 点接触滚珠轴承。在 4 点接触滚珠轴承中,分别通过 2 个曲面而形成内圈和外圈的各轨道槽,在这些轨道槽之间,以可滚动的方式介设有多个滚珠,滚珠被牢固地夹持于两个轨道槽之间,并且内外圈的刚性均较高,由此,通过简单的方案,获得较大的负荷容量。

- [0009] 已有技术文献
[0010] 专利文献
[0011] 专利文献 1 :日本特开平 06-143136 号公报

发明内容

[0012] 于是,尺寸大小为大型或超大型,必须要求较大额定荷载的风车用的旋转轴承如图 10 那样,按照多排而采用 4 点接触滚珠轴承。另外,按照 JIS B 0104-1991,则大型轴承定义为外圈外径在 180 ~ 800mm 的范围内的类型。在此场合,具有下述的担忧。即,在荷载从外部作用于轴承上的场合,作用于滚珠 3 和内外圈 1、2 的各触点 P 上的负荷平衡是不均匀的,其结果是,导致寿命的缩短。

[0013] 作为负荷平衡不均匀的因素,人们指出为内外圈 1、2 的轨道槽 1a、1b、2a、2b 的变形。涉及轨道槽的变形的要素具有多种,在专利文献 1 中公开了关于各个因素的对策。例如,记载有针对轴承间隙,为了使各排的荷载负荷均匀,对应于变形量而提供各排的间隙(预压量)的差。

[0014] 另外,从另一视点观看,作为上述因素,列举有内圈 1 的多排的轨道槽 1a、1b 之间的距离 e_i ,与外圈 2 的多排的轨道槽 2a、2b 之间的距离 e_o 的差。

[0015] 在这里,对距离 e_i 和距离 e_o 的测定方法进行说明。在内圈槽的场合,沿径向而按压分别用于多排的轨道槽 1a、1b 的钢球(轨道槽 1a 的场合:1aa、1ab;在轨道槽 1b 的场合:1ba、1bb 的各 2 个点的接触),测定这些钢球之间的轴向距离,由此,确认距离 e_i ($e_i =$ 测定值 + 钢球直径)。上述钢球之间的轴向距离指按压于轨道槽 1a、1b 中的 2 个钢球的轴向的最短距离。外圈槽也同样确认距离 e_o 。

[0016] 如果轨道槽间距 e_i 、 e_o 的相互差 $\Delta e (= e_o - e_i)$ 大,则可预计到轴承间隙的相互差也变大,负荷平衡的不均匀等增加。该轨道槽间距的相互差 Δe 不涉及轴承安装面侧的刚性,对负荷平衡造成影响。其原因在于,作为因荷载的位移,考虑膨胀、收缩、扭转,但是,它们不对 Δe 造成影响。即,人们认为,轨道槽间距的相互差 Δe 是对负荷平衡的不均匀造成影响的最根本的要素,对其进行管理这一点是重要的。另外,在专利文献 1 中,没有谈及轨道槽间距 e_i 、 e_o 或相互差 Δe 。

[0017] 为了最大限度地延长轴承寿命,理想的方式是轨道槽间距的相互差 Δe 为零。但是,实际上这是不可能实现的,对于尽可能地接近零这一点,考虑到生产性或成本方面等是困难的。于是,在进行轴承寿命和生产性或成本的兼顾的同时,决定轨道槽间距的相互差 Δe 这一点是现实的。

[0018] 本发明的目的在于在具有多排的轨道槽的旋转轴承中,在不损害生产性且从成本上可行的范围内,提示谋求轴承寿命期限延长的轨道槽间距的相互差。

[0019] 本发明的另一目的在于提供可以良好的精度且良好的效率对上述旋转轴承的轨道槽进行加工的轨道槽加工方法。

[0020] 本发明的旋转轴承为分别在内圈和外圈上形成多排的轨道槽,在上述内外圈的各排的轨道槽之间,介设有多个滚珠的旋转轴承,内圈和外圈分别是一体的,上述内圈的多排轨道槽间距和上述外圈的多排轨道槽间距的差为 $50 \mu\text{m}$ 以下。

[0021] 内圈或外圈为“一体的”指由 1 个原材料,按照多排形成轨道槽的部件,其为除了

将多个组成部件接合而形成 1 个内圈或外圈的部件以外的意思。

[0022] 在内圈和外圈上分别按照多排而形成轨道槽的旋转轴承中,内圈和外圈分别是一体的,制作内圈的多排的轨道槽之间的距离与外圈的多排的轨道槽之间的距离的差不同的多个旋转轴承,测定相应的寿命。其结果是,如果内圈的多排的轨道槽之间的距离和外圈的多排的轨道槽之间的距离的差为 $50\ \mu\text{m}$ 以下,则从风车整体的耐久性来看,了解到旋转轴承的寿命没有问题。

[0023] 作为测定上述内圈的多排的轨道槽之间的距离和上述外圈的多排的轨道槽之间的距离的差(在下面称为“轨道槽间距的相互差”)不同的多个旋转轴承的相应的寿命的结果,如果轨道槽间距的相互差超过 $50\ \mu\text{m}$,则从风车整体的耐久性来看,了解到旋转轴承的寿命具有问题。于是,得出轨道槽间距的相互差可在 $50\ \mu\text{m}$ 以下的结论。另外,由于在风力发电用的风车等的旋转部分所采用的大型或超大型的旋转轴承中,要求免于维护,故特别是最好,轨道槽间距的相互差为可实现更长的寿命的 $20\ \mu\text{m}$ 以下。另外,如果轨道槽间距的相互差不足 $5\ \mu\text{m}$,由于生产性差,成本高,达到不合算的程度,故特别是最好,轨道槽间距的相互差可在 $5\ \mu\text{m}$ 以上的范围内。

[0024] 也可是这样的,上述内圈的多排轨道槽间距或上述外圈的多排轨道槽间距为上述滚珠的直径的 $1\sim 1.7$ 倍,并且上述滚珠的直径在 $30\sim 80\text{mm}$ 的范围内。在该条件下,制作轨道槽间距的相互差不同的多个旋转轴承,测定得出寿命。

[0025] 本发明的旋转轴承的轨道槽加工方法是,其中,分别在内圈和外圈上形成多排的轨道槽,内圈和外圈分别是一体的,在上述内外圈的各排的轨道槽之间介设有多个滚珠,其特征在于通过同时对上述内圈和外圈的多排轨道槽进行加工,上述内圈的多排的轨道槽间距和上述外圈的多排轨道槽间距的差为 $50\ \mu\text{m}$ 以下。

[0026] 上述“同时地加工”指通过设置于同一轴上的多个砂轮,对多个轨道槽同时进行加工。

[0027] 如该轨道槽加工方法所述,如果同时对内外圈的多排的轨道槽进行加工,则不产生在通过不同工序对各排的轨道槽进行加工の場合中的、在各排中机械精度或运送精度的误差,轨道槽间距的精度良好。由此,可抑制轨道槽间距的相互差。并且,如果同时对内外圈的多排的轨道槽进行加工,则加工效率良好。在通过该轨道槽加工方法加工轨道槽的旋转轴承中,由于轨道槽间距的相互差小,故可均匀地将荷载施加于各排的轨道槽中,可实现寿命的延长。

[0028] 还可这样形成,上述内圈的多排轨道槽间距或上述外圈的多排轨道槽间距为上述滚珠的直径的 $1\sim 1.7$ 倍,并且上述滚珠的直径在 $30\sim 80\text{mm}$ 的范围内。

[0029] 也可采用刚铝石系的砂轮对上述轨道槽进行加工。在此场合,可将轨道槽的肩高尺寸设定为不产生所谓的骑肩的充分必要的大小。伴随轨道槽的肩高尺寸的增加,砂轮的接触部位从周速大的外径部接近周速小的幅面,但是,采用刚铝石系的砂轮,满足其它的加工条件,由此,可防止轨道槽的加工时的过度的升温于未然。刚铝石系与陶瓷系相比较,更加柔软。由此,可防止烧结。

[0030] 上述“刚铝石”与氧化铝系磨粒同义。上述“骑肩”指在轴承承受轴向荷载时,轨道槽内面的滚动体接触点移动到肩侧,由此,在轨道槽的内面产生的接触椭圆从轨道槽向肩侧脱离的现象。

[0031] 还可这样形成,对上述轨道槽进行加工的砂轮的成形采用旋转砂轮修整器,该旋转砂轮修整器的金刚石颗粒的突出量在大于0.1mm且不足0.5mm的范围内。在此场合,轨道槽的磨削性优良,在磨削该轨道槽时,与金刚石颗粒的突出量为0.1mm以下的场合相比较,可谋求磨削时间的缩短。

[0032] 也可采用粒度在40以上且不足70的砂轮,对上述轨道槽进行加工。在此场合,可谋求加工时的过度的升温的防止。上述“粒度”指分级地表示磨粒的大小和分布的数值,数值越小,磨粒直径越大。筛的每英寸的孔的数量为粒度数,粗颗粒通过筛分试验分级,微粉按照放大照片法分级。

[0033] 上述轨道槽的表面粗糙度也可在Ra0.2~1.2 μ m的范围内。其原因在于:由于本应用按照极低速使用,故表面粗糙度不对发热造成影响。

[0034] 也可在本发明的轨道槽加工方法中,上述内圈和外圈的相互对应的轨道槽的曲率相同。在此场合,可使对上述内圈的轨道槽磨削的砂轮的修整器和对上述外圈的轨道槽磨削的砂轮的修整器相同。

[0035] 还可这样形成,上述内圈和外圈中的相互对应的轨道槽的曲率相同,对上述内圈的轨道槽进行磨削的砂轮的修整器和对外圈的轨道槽进行磨削的砂轮的修整器相同。在此场合,通过在相同条件下,对内外圈的轨道槽进行加工,从理论上,可使轨道槽间距的相互差为零。在如风电用的旋转轴承那样的滚珠的节圆直径大的旋转轴承中,即使在内圈和外圈的相互对应的轨道槽的曲率相同的情况下,其影响仍是较小的。

附图说明

[0036] 根据参照附图的下面的优选的实施形式的说明,会更清楚地理解本发明。但是,实施形式和附图用于单纯的图示和说明,不应用于确定本发明的范围。本发明的范围由后附的权利要求书确定。在附图中,多个附图中的同一部件标号表示同一部分。

[0037] 图1为本发明的旋转轴承的磨削轴承的剖视图;

[0038] 图2(A)为该旋转轴承用的磨削装置和修整装置的俯视图,图2(B)为其主视图;

[0039] 图3(A)为表示该磨削装置和修整装置不同的状态的俯视图,图3(B)为其主视图;

[0040] 图4(A)为该旋转轴承的外圈的主要部分放大剖视图,图4(B)为该旋转轴承的内圈的主要部分放大的剖视图;

[0041] 图5为以示意方式表示对内外圈的轨道槽进行加工的砂轮,以及旋转砂轮修整工具的图;

[0042] 图6为旋转砂轮修整工具的主要剖面剖视图;

[0043] 图7为表示轨道槽之间的相互差和触点应力的关系的曲线图;

[0044] 图8为去掉风力发电装置的一个例子的一部分而表示的立体图;

[0045] 图9为该风力发电装置的剖面侧视图;

[0046] 图10为表示4点接触滚珠轴承的外观结构的剖视图。

具体实施方式

[0047] 根据图1对本发明的实施形式进行说明。该旋转轴承例如,用作使风力发电用风车的板按照围绕与主轴轴心基本相垂直的轴心而可旋转的方式支承于主轴上的轴承,或使

风车的发电机舱 (nacelle) 以可旋转的方式支承于支承台上的轴承。

[0048] 旋转轴承包括内圈 1 ;外圈 2 ;各排多个滚珠 3 ,其分别以可滚动方式介设于该内外圈 1、2 的多排的轨道槽 1a、1b、2a、2b 之间 ;保持器 4 ,其分别通过容纳部 (packet) 4a 而保持各排的滚珠 3 。内外圈 1、2 的轨道槽 1a、1b、2a、2b 均由 2 个曲面 1aa、1ab、1ba、1bb、2aa、2ab、2ba、2bb 构成。构成各轨道槽的 2 个曲面分别呈曲率半径大于滚珠 3 ,曲率中心相互不同的截面圆弧状。构成各轨道槽 1a、1b、2a、2b 的一对曲面之间为槽部 1ac、1bc、2ac、2bc 。各滚珠 3 通过触点 P ,接触于内圈轨道槽 1a、1b 和外圈轨道槽 2a、2b 的上述各曲面,实现 4 点接触。即,该旋转轴承作为 4 点接触多排滚珠轴承而构成。在内圈 1 和外圈 2 上,分别设置安装用螺栓孔 5、6 。在内外圈 1、2 之间的轴承空间中填充润滑脂,该轴承空间的轴向的两端通过密封部件 7 而密封。

[0049] 在轴承尺寸中,内径 d 在 1000 ~ 4700mm 的范围内,外径 D 在 1300 ~ 5000mm 的范围内。滚珠 3 的直径 D_w 在各排一样,为在 30 ~ 80mm 的范围内。构成内圈轨道槽 1a 的曲面 1aa、1ab 的曲率,以及构成外圈轨道 2a 的曲面 2aa、2ab 的曲率均相同。对于内圈轨道槽 1b 和外圈轨道槽 2b 来说,也是相同的。内外圈 1、2 的轨道槽间距 e_i 、 e_o 在设计上是相同的, $D_w < e_i$ (或 e_o) $< 1.7D_w$ 的关系成立。轨道槽间距 e_i (e_o) 指将与实际上组装的滚珠 3 相同尺寸的钢球分别按压于 2 个轨道槽 1a、1b (2a、2b) 中,实现 2 点接触 (钢球最接近槽底的部位) 时的 2 个钢球的中心间距。

[0050] 例如,在测定内圈 1 的轨道槽间距 e_i 的场合,在多排轨道槽 1a、1b 上,分别沿径向按压与组装的滚珠 3 相同尺寸的钢球。此时,一个钢球在曲面 1aa、1ab 的各 2 个点处接触,另一钢球在曲面 1ba、1bb 的各 2 个点处接触。测定按压于这些轨道槽 1a、1b 中的 2 个钢球的轴向的最短距离。该测定值加上上述钢球的直径尺寸而得到的值为轨道槽间距 e_i 。对于外圈 2 的轨道槽间距 e_o ,按照相同方式计算。

[0051] 图 2 和图 3 表示对该旋转轴承的轨道槽进行加工的磨削装置,对该磨削装置的砂轮进行修整的修整装置。在该磨削装置 31 中,在沿垂直方向垂下而设置的砂轮轴 32 上,2 个圆板状的砂轮 33A、33B 按照以规定间距间隔开的方式安装,在上述砂轮轴 32 的下方设置旋转台 34 ,该旋转台 34 支承构成内圈 1 或外圈 2 的工件 W1、W2 而使其旋转。砂轮 33A、33B 的外周部的截面形状与内圈轨道槽 1a、1b 和外圈轨道槽 2a、2b 的截面形状相同。另外,两个砂轮 33A、33B 的安装间距与上述轨道槽间距 e_i 、 e_o 相同。砂轮轴 32 在从位于旋转台 34 的正上方的位置 (图 3),到取下于侧方的位置 (图 2) 的范围内,可沿旋转台 34 的径向 (沿 X 轴方向) 移动,并且可上下地升降。

[0052] 修整装置 35 为将修整装置主体 37 按照可沿 X 轴方向进退驱动的方式设置在支架 36 上,在从该修整装置主体 37 向砂轮轴 32 侧突出的修整头 38 上,安装砂轮修整器 39 。砂轮修整器 39 具有砂轮 33A、33B 的外周部嵌入的修整槽 40A、40B 。

[0053] 在构成内圈 1 的工件 W1 的外周面上,通过车削而形成 2 条圆周槽 W1a、W1b 。通过砂轮 33A、33B ,磨削该圆周槽 W1a、W1b ,由此加工成轨道槽 1a、1b 。该方法如图 2 所示的那样,在支承于旋转台 34 上的工件 W1 的外周侧,砂轮 33A、33B 位于规定高度,在使旋转台 34 和砂轮轴 32 旋转的同时,使砂轮 33A、33B 朝向工件 W1 而前进。由此,砂轮 33A、33B 进入圆周槽 W1a、W1b 中进行磨削,将两个圆周槽 W1a、W1b 同时加工成轨道槽 1a、1b 。

[0054] 在构成外圈 2 的工件 W2 的内周面,通过车削而形成 2 条圆周槽 W2a、W2b 。通过砂

轮 33A、33B, 对该圆周槽 W2a、W2b 进行磨削, 由此, 加工成轨道槽 2a、2b。在该方法中, 如图 3 所示的那样, 在支承于旋转台 34 上的工件 W2 的内周侧, 砂轮 33A、33B 位于规定高度, 在使旋转台 34 和砂轮轴 32 旋转的同时, 使砂轮 33A、33B 朝向工件 W2 而前进。由此, 砂轮 33A、33B 进入圆周槽 W2a、W2b 中进行磨削, 将两个圆周槽 W2a、W2b 同时加工成轨道槽 2a、2b。

[0055] 在对磨削面发生磨损的砂轮 33A、33B 进行修整的场合, 使砂轮轴 32 位于从旋转台 34, 在侧方脱离的位置 (图 2), 相对处于旋转状态的砂轮轴 32, 使修整装置主体 37 前进。由此, 在砂轮修整器 39 的修整槽 40A、40B 上分别嵌入砂轮 33A、33B 的外周部, 同时对两个砂轮 33A、33B 进行修整。

[0056] 如此, 由于通过砂轮 33A、33B 同时地对工件 W1 (工件 W2) 的多排的圆周槽 W1a、W1b (W2a、W2b) 进行磨削, 加工成轨道槽 1a、1b (2a、2b), 故不产生在通过不同工序对各排的轨道槽进行加工的场合中, 在各排中机械精度或砂轮运送精度的误差, 轨道槽间距 e_i (e_o) 的精度良好。由此, 可抑制轨道槽间距 e_i 、 e_o 的相互差 Δe 。并且, 如果对各排的轨道槽 1a、1b (2a、2b) 同时加工, 则加工效率良好。

[0057] 在本实施形式的场合, 由于构成内圈轨道槽 1a、1b 的曲面 1aa、1ab、1ba、1bb 和构成外圈轨道槽 2a、2b 的曲面 2aa、2ab、2ba、2bb 的曲率相同, 故可采用相同的砂轮 33A、33B 进行工件 W1 的圆周槽 W1a、W1b 的磨削和工件 W2 的圆周槽 W2a、W2b 的磨削, 并且可通过同一砂轮修整器 39, 对砂轮 33A、33B 进行修整。由此, 在相同条件下, 对内外圈 1、2 的轨道槽 1a、1b、2a、2b 进行加工, 在理论上, 可使轨道槽的相互差 Δe 可为零。另外, 在如风车用的旋转轴承那样, 滚珠的节圆直径大的旋转轴承中, 即使内圈 1 和外圈 2 的相互对应的轨道槽 1a、1b、2a、2b 的曲率相同的情况下, 其影响仍是小的。

[0058] 在本轴承形式中, 在轴承上作用过大的轴向荷载的场合, 轨道槽 1a、1b、2a、2b (称为“各轨道槽”) 内面的滚动体接触点移动到肩侧, 由此, 具有在各轨道槽的内面产生的接触椭圆与各轨道槽脱离的“骑肩”的危险。由此, 如图 4(A)、图 4(B) 所示, 必须较大地设定外圈 2 的轨道槽 2a、2b 的肩高尺寸 H2, 和内圈 1 的轨道槽 1a、1b 的肩高尺寸 H1。另一方面, 在通过砂轮 33A、33B, 对轨道槽 1a、1b、2a、2b 进行磨削的场合, 由于伴随各轨道槽的肩高尺寸 H1、H2 的增加, 砂轮 33A、33B 的接触部位从周速大的外径部接近周速小的幅面, 故具有在磨削时, 过度升温的危险。由此, 必须留意砂轮 33A、33B 的材质、粒度、砂轮修整器的条件。

[0059] 在本实施形式的轨道槽加工方法中, 在对加工轨道槽 1a、1b (2a、2b) 的砂轮 33A、33B 进行成形时, 如图 5 所示的那样, 例如, 采用旋转砂轮修整器 RD。该旋转砂轮修整器 RD 例如, 呈中空的基本圆筒状, 按照与位于图示之外的旋转轴嵌合的方式使用。在形成于旋转砂轮修整器 RD 的外周的修整槽 40A、40B 中, 分别嵌入砂轮 33A、33B 的外周部的状态, 通过旋转驱动上述旋转轴, 同时对磨削面磨损的砂轮 33A、33B 进行修整。

[0060] 如图 6 所示的那样, 该旋转砂轮修整器 RD 的金刚石颗粒 RDa 的突出量 δ_1 在大于 0.1mm 且不足 0.5mm 的范围内。在本实施形式中, 突出量 δ_1 为例如 0.2mm。在旋转砂轮修整器 RD 中, 在“连接件”的表面 RD1 上, 多个金刚石颗粒 RDa 以突出状态设置。

[0061] 上述“金刚石颗粒 RDa 的突出量 δ_1 ”指从连接件的表面 RD1 向径向外方凸出的每个磨粒的平均突出量。

[0062] 最好是, 对于采用该旋转砂轮修整器 RD 而成形的砂轮 33A、33B 为刚铝石系材质的砂轮, 其对于加工铁系材质的内外圈 1、2 的方面是良好的。“刚铝石”的意思与氧化铝系磨

粒相同,该氧化铝系磨粒的原材料种类包括例如,褐色氧化铝质研磨材料、破碎型氧化铝质研磨材料、淡红色氧化铝质研磨材料、白色氧化铝质研磨材料、人造金刚砂磨削材料等。

[0063] 上述褐色氧化铝质研磨材料是这样形成的,在电炉中,将氧化铝质矿石熔融还原,提高氧化铝的含量,对凝固的块进行粉碎整粒处理,包含含有若干量的氧化钛的褐色的刚玉晶体和非晶质部分。上述破碎型氧化铝质研磨材料是这样形成的,在电炉中将氧化铝质原料熔融,通过不依赖于普通的机械粉碎的方法,对凝固的块破碎、整粒,主要包括单一晶体的刚玉。上述淡红色氧化铝质研磨材料是这样形成的,在氧化铝质原料中添加若干量的氧化铬和其它成分,在电炉中将其熔融,对凝固的块进行粉碎整粒,包括淡红色的刚玉晶体。上述白色氧化铝质研磨材料是这样形成的,在电炉中对高纯度的氧化铝进行熔融,对凝固的块进行粉碎整粒,包括纯粹的白色刚玉晶体。上述人造金刚砂磨削材料是这样形成的,在电炉中将氧化铝质矿石熔融还原,对凝固的灰黑色的块进行粉碎整粒处理,包括刚玉晶体和莫来石晶体与其它晶体。

[0064] 在本实施形式的轨道槽加工方法中,作为含有上述刚铝石的砂轮 33A、33B,采用粒度在 40 以上且不足 70 的砂轮,例如,粒度为 54 的砂轮。另外,轨道槽 1a、1b、2a、2b 的表面粗糙度在 $Ra0.2 \sim 1.2 \mu m$ 的范围内。

[0065] 作为比较例,旋转砂轮修整器 RD 的金刚石颗粒 RDa 的突出量 $\delta 1$ 为 0.1mm,采用该旋转砂轮修整器 RD,对陶瓷系材质的砂轮进行成形。作为砂轮的粒度例如,采用粒度为 70 的砂轮。在采用该砂轮,对轨道槽 1a、1b(2a、2b) 进行加工的场合,具有该轨道槽 1a、1b(2a、2b) 过度升温的情况。

[0066] 采用含有实施形式的上述刚铝石粒度为 54 的砂轮,对轨道槽 1a、1b(2a、2b) 进行加工的场合,伴随轨道槽 1a、1b(2a、2b) 的肩高度尺寸 H1、H2 的增加,砂轮 33A、33B 的接触部位从周速大的外径部接近周速小的幅面,但是,采用金刚石颗粒 RDa 的突出量 $\delta 1$ 在大于 0.1mm 且不足 0.5mm 范围内的旋转砂轮修整器 RD 而成形的含有刚铝石的砂轮 33A、33B,采用粒度在 40 以上且不足 70 的范围内的砂轮 33A、33B,由此,可在今后防止轨道槽 1a、1b(2a、2b) 的加工时的过度升温。

[0067] 另外,通过适用于防止轨道槽 1a、1b(2a、2b) 的过度升温的砂轮 33A、33B 的材质、粒度与砂轮修整器的条件,轨道槽 1a、1b(2a、2b) 的表面粗糙度增加,但是,由于本制品通常以 1min^{-1} 以下的极低速使用,故可在没有发热的问题的情况下使用。

[0068] 该旋转轴承的轴承形式为 4 点接触滚珠轴承,并且按照多排设置滚珠 3,由此,结构简单,同时额定荷载大。通过简单计算,其额定荷载为单排的 2 倍。

[0069] 此外,通过同时地对内外圈 1、2 的多排的轨道槽 1a、1b、2a、2b 进行加工,可减小轨道槽间距的相互差 Δe ,可均匀地将荷载施加于各排的轨道槽 1a、1b、2a、2b,实现寿命的延长。轨道槽间距的相互差 Δe 越小越好,但是,如果过于追求它,则生产性变差,成本增加。于是,作为轴承寿命和生产性或成本的比较研究的结果,在上述轴承尺寸、样式的旋转轴承中,轨道槽间距的相互差 Δe 在 $5 \sim 50 \mu m$ 的范围内。

[0070] 下面对其依据进行描述。在上述轴承尺寸、样式的旋转轴承中,制作轨道槽间距的相互差 Δe 不同的多个旋转轴承,测定作用于相应的滚珠 3 和内外圈 1、2 的各触点 P 的应力。风力发电叶片支承用旋转轴承,一般按照安全系数 $S_o \geq 1.5$ 的方式进行内部设计。通过作为风力发电机的认定精度而广泛认知的ロイド (Germanisher Lloyd :GL),如上述那样

规定。另外,安全系数 S_o 由 $S_o = C_o/P_{o\max}$ (C_o :基本静额定荷载, $P_{o\max}$:最大静等价荷载)表示。估计为该安全系数的规定值的 5%的安全性的设计品(在最大荷载时, $S_o = 1.58$ 的设计品)的结果由图 7 的曲线图表示。如果轨道槽间距的相互差 Δe 不足 $5\mu m$,则生产性差,成本高到不合算的程度,如果轨道槽间距的相互差 Δe 超过 $50\mu m$,即,纵轴的数值超过 1,则可知道,旋转轴承的寿命有问题。于是,得出轨道槽间距的相互差可在 $5 \sim 50\mu m$ 的范围内的结论。特别是,对于轴承的轻质化,轨道槽间距的相互差的管理是重要的。

[0071] 如上述描述的那样,该旋转轴承结构简单、额定荷载大、成本较低、寿命长,由此,适用于风力发电用叶片支承用的旋转轴承 21(图 9)或发动机舱的偏向支承用的旋转轴承 22(图 9)。在风力发电以外的场合,可适用于液压挖掘机、吊车等的建筑机械、工作机械的旋转台、抛物面天线等。

[0072] 上述实施形式的轨道槽磨削装置 31 通过相同的砂轮 33A、33B,对内圈用工件 W1 的圆周槽 W1a、W1b 和外圈用工件 W2 的圆周槽 W2a、W2b 进行磨削,但是也可通过各自的砂轮而进行磨削。同样在此场合,通过借助同一砂轮修整器 39,对两个砂轮进行修整的方案,可在相同条件下对内外圈 1、2 的轨道槽 1a、1b、2a、2b 进行加工。也可采用在修整槽 39 的槽 40A、40B 分别制作之后,将槽 40A、40B 的上下端面重合的方法。

[0073] 如上所述,参照附图,对优选的实施例进行了说明,但是,如果是本领域的技术人员,则在观看本申请说明书后,会在显然的范围内,容易想到各种变更和修正。于是,这样的变更和修正由根据权利要求书而确定的发明的范围内的形式进行解释。

[0074] 标号说明

[0075] 标号 1 表示内圈;

[0076] 标号 1a、1b 表示内圈轨道槽;

[0077] 标号 2 表示外圈;

[0078] 标号 2a、2b 表示外圈轨道槽;

[0079] 标号 3 表示滚珠;

[0080] 标号 4 表示保持器;

[0081] 标号 21、22 表示旋转轴承;

[0082] 标号 31 表示磨削装置;

[0083] 标号 33A、33B 表示砂轮;

[0084] 标号 35 表示修整装置;

[0085] 标号 39 表示砂轮修整器;

[0086] 符号 D_w 表示滚珠的直径;

[0087] 标号 e_i 表示内圈的轨道槽间距;

[0088] 标号 e_o 表示外圈的轨道槽间距;

[0089] 符号 Δe 表示轨道槽间距的相互差;

[0090] 符号 RD 表示旋转砂轮修整器;

[0091] 符号 RD_a 表示金刚石颗粒;

[0092] 符号 δ_1 表示突出量。

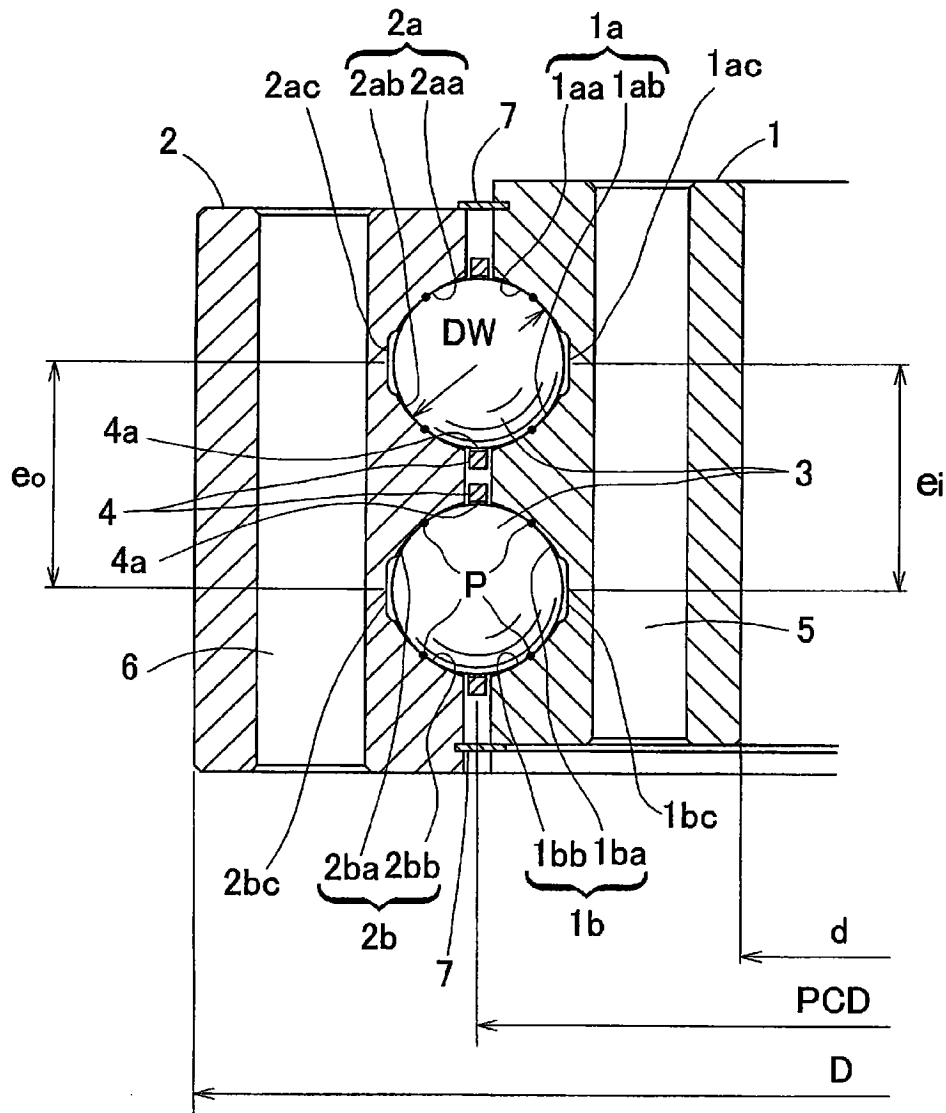


图 1

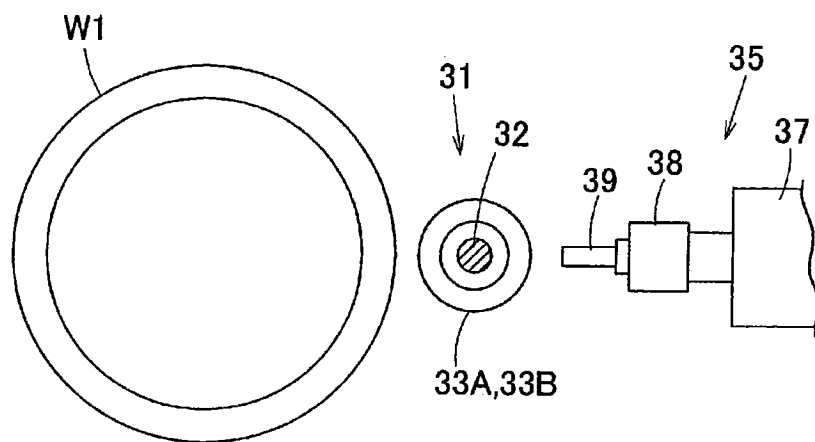


图 2(A)

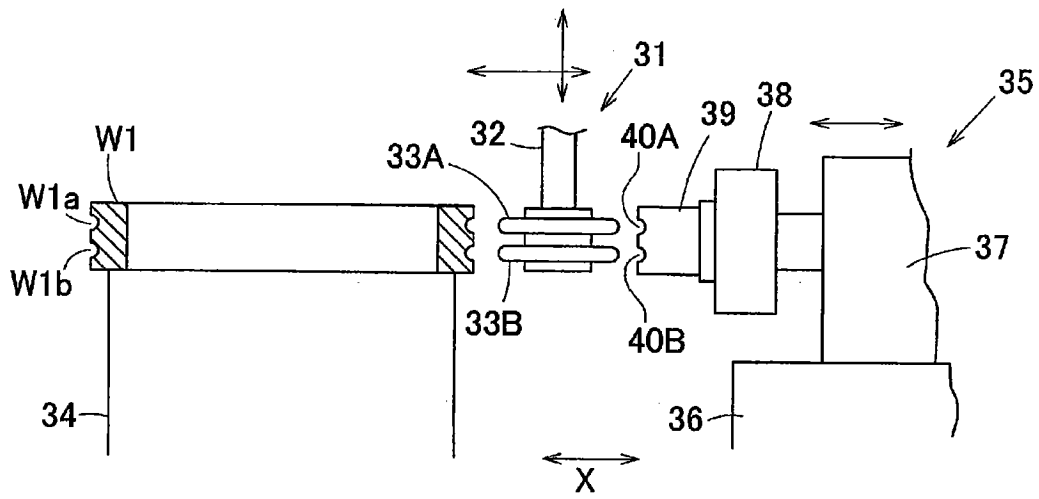


图 2(B)

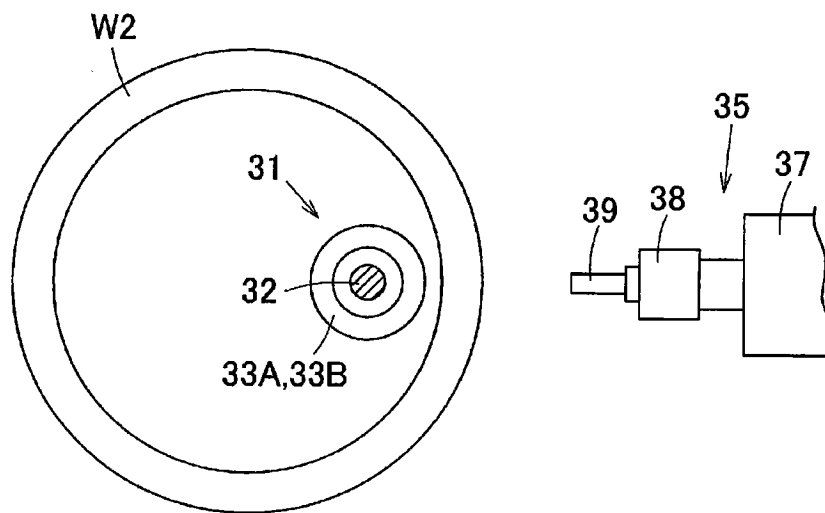


图 3(A)

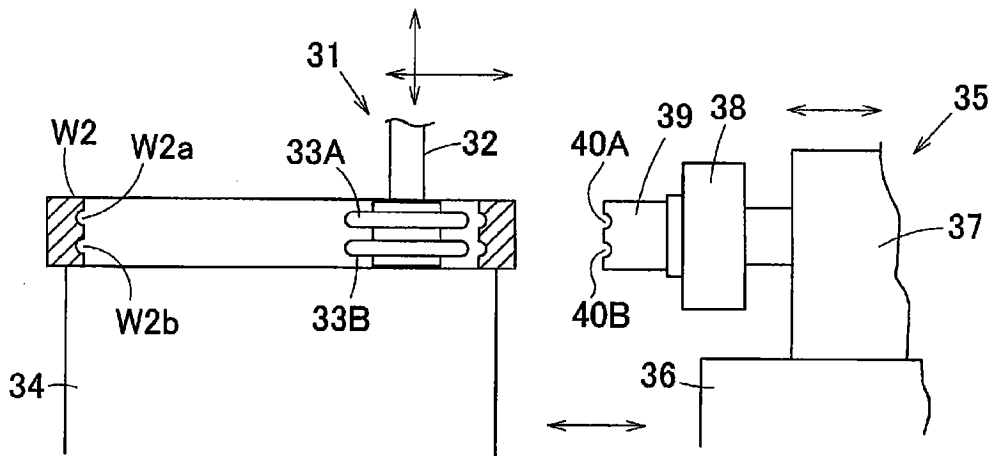


图 3(B)

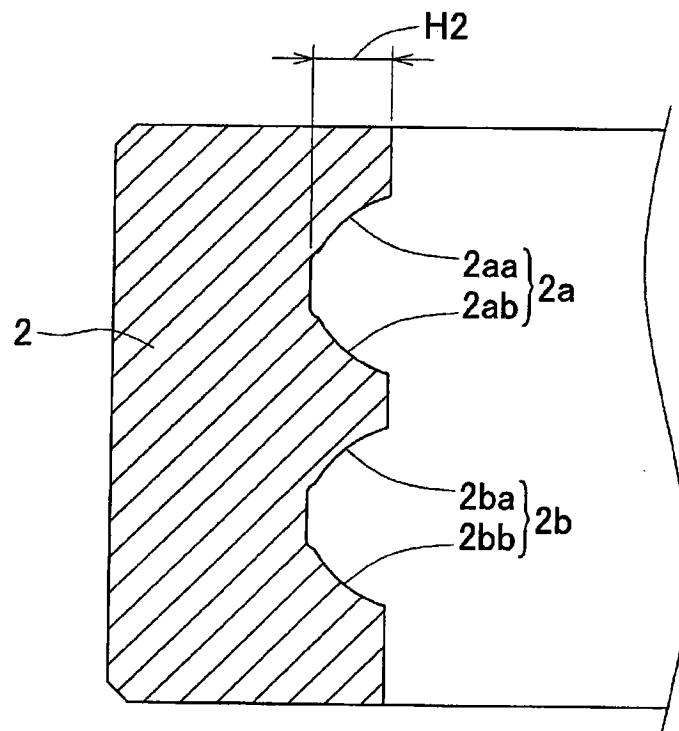


图 4(A)

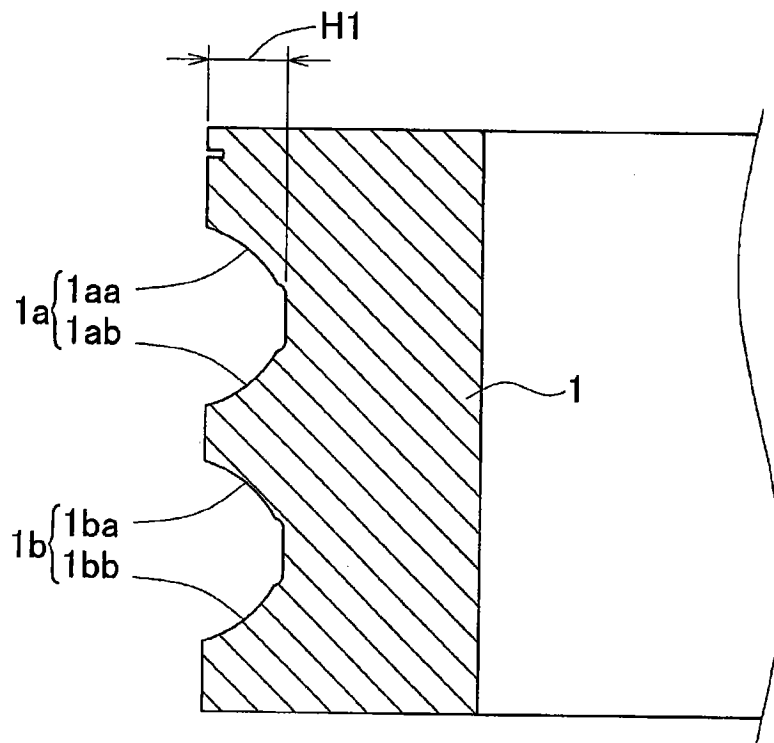


图 4(B)

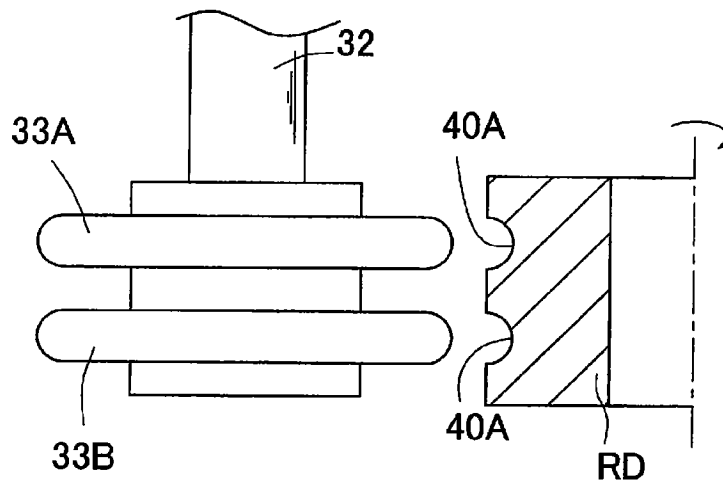


图 5

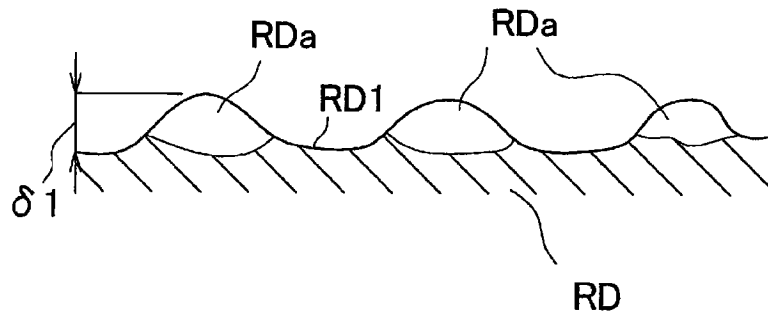


图 6

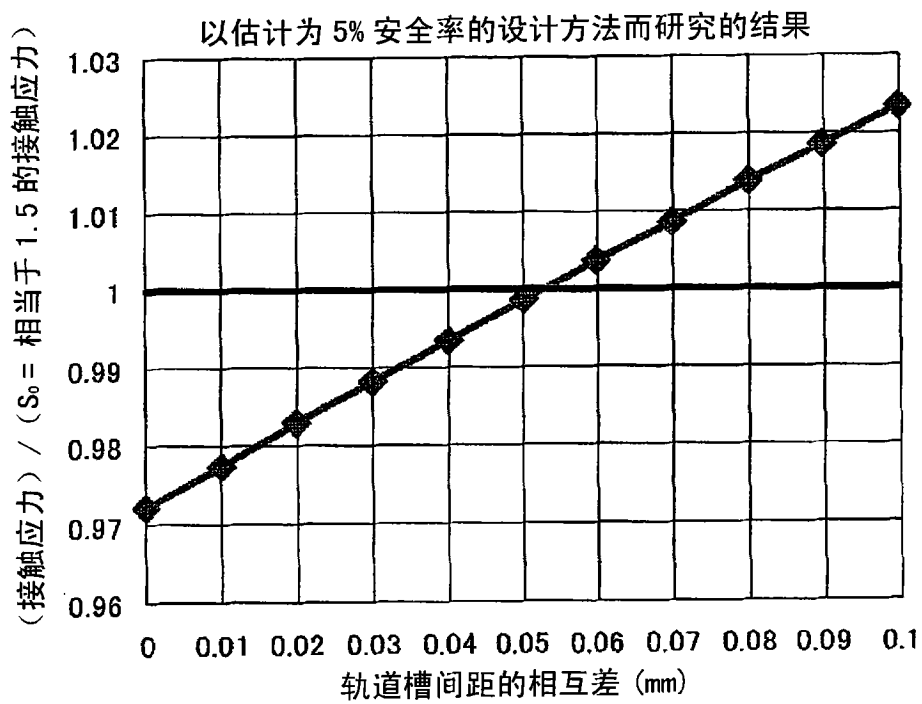


图 7

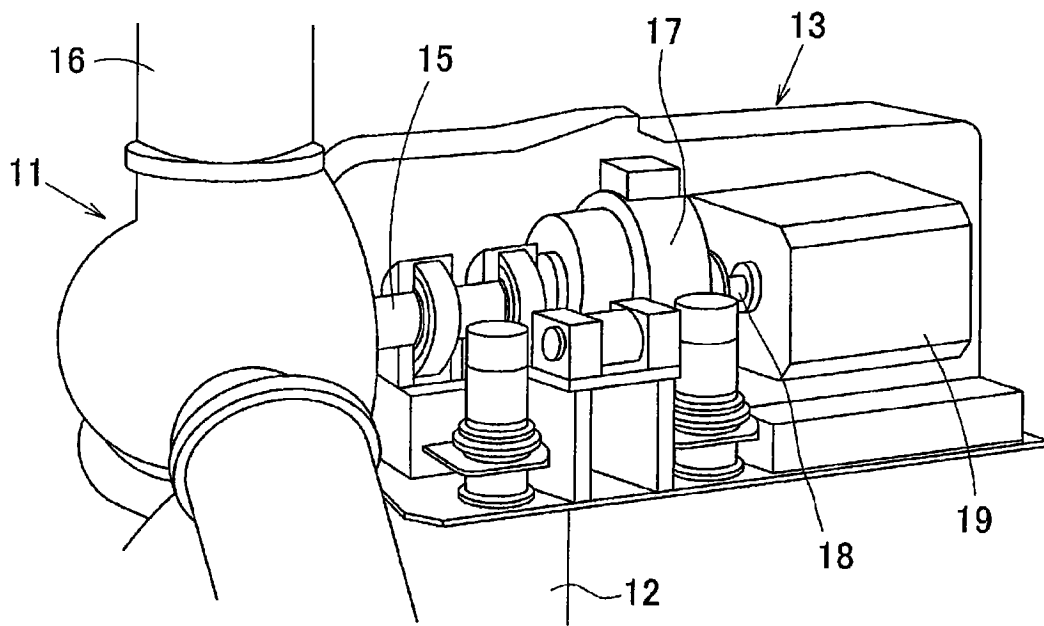


图 8

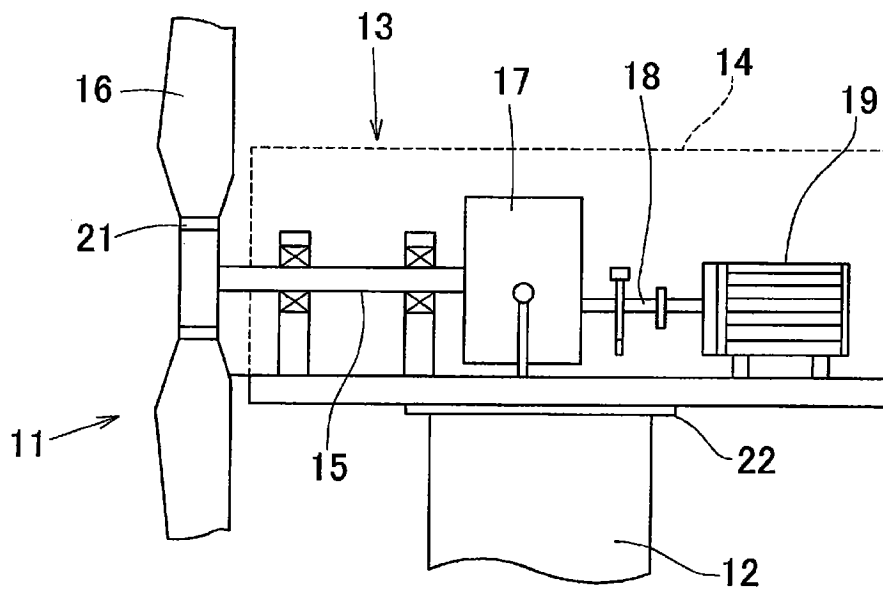


图 9

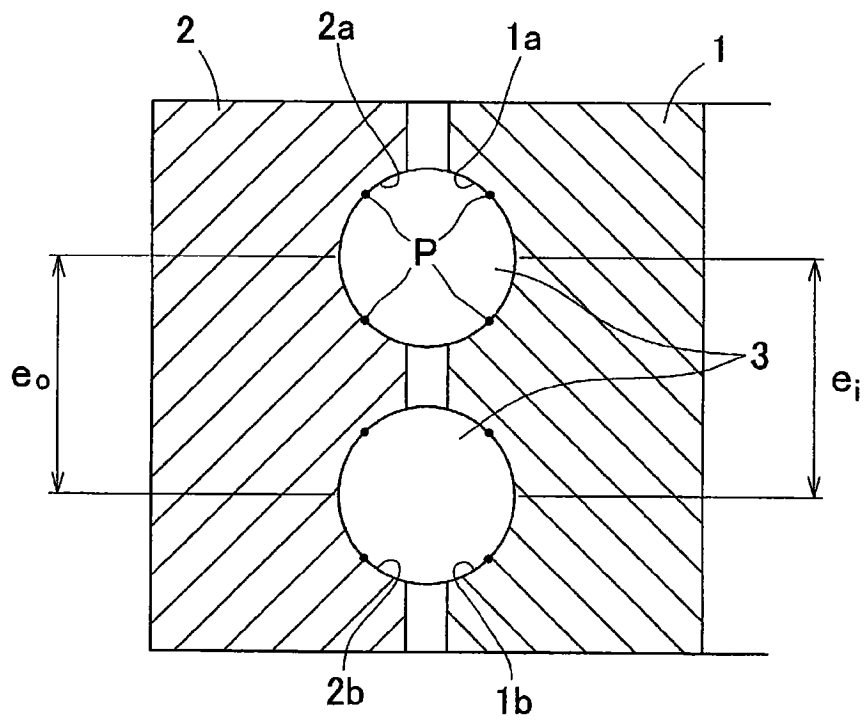


图 10