



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103765025 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201280040709.3

(22)申请日 2012.08.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103765025 A

(43)申请公布日 2014.04.30

(30)优先权数据

2011-181713 2011.08.23 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.02.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/070347 2012.08.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/027597 JA 2013.02.28

(73)专利权人 NTN株式会社

地址 日本大阪

(72)发明人 铃木胜博 岛津英一郎

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 贾成功

(51)Int.Cl.

F16C 33/62(2006.01)

F03D 1/06(2006.01)

F03D 13/00(2016.01)

F16C 19/04(2006.01)

F16C 33/32(2006.01)

F16C 33/34(2006.01)

F16C 33/58(2006.01)

F16C 33/78(2006.01)

F16C 35/06(2006.01)

(56)对比文件

JP 2011007247 A, 2011.01.13,

JP 2008169959 A, 2008.07.24,

JP 2008069925 A, 2008.03.27,

W0 2008145163 A1, 2008.12.04,

CN 1611803 A, 2005.05.04,

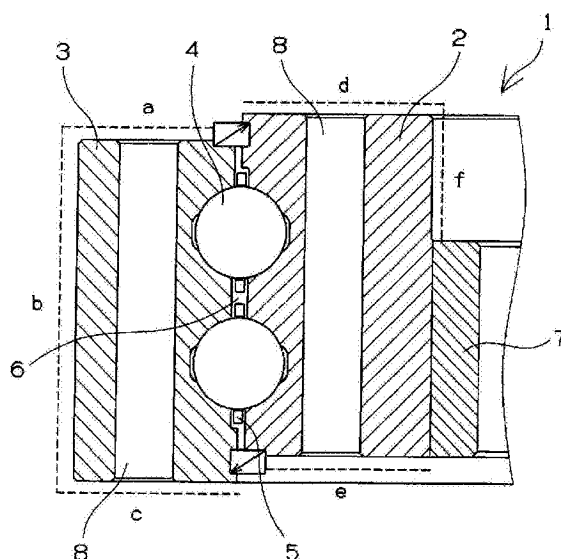
审查员 陈光辰

(54)发明名称

滚动轴承

(57)摘要

本发明提供滚动轴承,实现了大型化,耐腐蚀性良好,且可防止轴承固定部处安装精度恶化、固定力降低及发生振动等,在腐蚀性高的环境下也能够长期使用。滚动轴承(1)中,作为轴承部件,具备内圈(2)、外圈(3)和滚动体(4),在轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位中至少包括轴承固定面(c、d)的部位,形成有对该轴承部件的基材具有牺牲阳极作用的被膜,形成于轴承固定面(c、d)上的被膜为多孔质被膜,特别是,轴承部件的基材由铁系材料构成,上述被膜是使用含有锌、铝、镁中的任一元素的材料作为喷镀材料而形成的喷镀被膜。



1. 一种滚动轴承, 其为作为轴承部件具备内圈、外圈和滚动体的滚动轴承, 其特征在于,

在所述轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位中、至少包括轴承固定面的部位, 形成有对该轴承部件的基材具有牺牲阳极作用的被膜,

形成于所述轴承固定面的所述被膜为多孔质的被膜,

所述轴承部件的基材由铁系材料构成, 所述具有牺牲阳极作用的被膜由含有锌、铝、镁中的任意的元素的金属材料构成。

2. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述滚动轴承是用选自所述外圈及所述内圈的至少一者的轴承端面而被连接于轴箱、被固定的轴承, 所述轴承端面为所述轴承固定面。

3. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述具有牺牲阳极作用的被膜是使用所述含有锌、铝、镁中的任意的元素的金属材料作为喷镀材料而形成了的喷镀被膜。

4. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述滚动轴承具备将所述内圈和所述外圈的轴向两端开口部进行密封的密封部件, 在成为该密封部件的密封面侧的所述内圈和所述外圈的轴承端面, 形成有所述具有牺牲阳极作用的被膜。

5. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述具有牺牲阳极作用的被膜的在形成于所述轴承固定面上的部位以外的部位, 该被膜的孔的一部分或全部被密封。

6. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述具有牺牲阳极作用的被膜的的形成于所述轴承固定面上的部位以外的部位的一部分或全部, 被没有牺牲阳极作用的材料包覆。

7. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于, 所述内圈的内径为800mm以上。

8. 如权利要求1所述的滚动轴承, 其特征在于, 所述滚动轴承是在由自然能源进行发电的发电设备中使用的轴承。

9. 如权利要求8所述的滚动轴承, 其特征在于,

所述滚动轴承是支承风力发电机的叶片或偏航的轴承。

滚动轴承

技术领域

[0001] 本发明涉及在户外、沿岸部、海上等的腐蚀性高的环境下使用的设备中可长期不发生腐蚀地使用的耐腐蚀性的滚动轴承。特别是涉及在风力发电机等可利用的耐腐蚀性优异的大型滚动轴承。

背景技术

[0002] 作为腐蚀性高的环境下使用的滚动轴承,提案有在内圈、外圈、滚动体使用非常昂贵的陶瓷不锈钢的滚动轴承、采用了在轴承外部另设特殊的密封构造的防锈技术的滚动轴承。例如,提出了将内圈、外圈、滚动体设定为由陶瓷制成的耐腐蚀性滚动轴承(参照专利文献1)。另外,提案有内圈、外圈等由不锈钢构成、对该部件表面实施了镀Ni、镀Cr、磷酸盐系被膜处理等的表面处理的滚动轴承(参照专利文献2、专利文献3)。另外,提案有在轴承外部设有防止腐蚀性气体等的侵入的利用磁性流体的密封的滚动轴承(参照专利文献4)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:实开平4-82431号公报

[0006] 专利文献2:特开平7-301241号公报

[0007] 专利文献3:特开平6-313435号公报

[0008] 专利文献4:实用新型注册第2526195号

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 但是,在用高耐腐蚀性材料制作内圈、外圈、滚动体这些轴承部件自身的情况下,例如,虽然陶瓷制的部件的耐腐蚀性非常优异,但由于通过对使粉体固结而成的压坯进行烧结来制造,因此在制造方法上难以适用于大型的轴承。另外,由于在镀Ni、镀Cr、磷酸盐系被膜处理中使用处理浴,因此在尺寸·重量方面难以适用于大型轴承。

[0011] 作为需要这样严格的耐腐蚀性的大型(例如,内圈内径800mm以上)的滚动轴承,可以举出由风力、地热等的自然能源进行发电的发电机、在其周边设备中使用的轴承。可有效地得到这样的自然能源的地方大多是腐蚀性高的地方。具体而言,可以举出在沿岸部、海上等设置的风力发电机中使用的偏航轴承、叶片轴承等的风力发电机用轴承。这样的大型轴承中,从其大小、重量方面来看,应用以往以来的针对小型的滚动轴承的防锈处理法是困难的,通过利用刷毛、喷雾的锌涂装(+封孔处理)等来实施防锈处理。

[0012] 另外,在这样的大型轴承中,在与轴箱的固定中多为螺栓固定的情况。但是,由于其尺寸,安装时难以充分确保在固定面的接触,担心在使用中在固定部的振动引起的爬行的发生、螺栓的松动的发生(固定力的降低)。另外,担心在上述固定面产生杂音、成为噪音源。进而,由于上述固定面成为与不同种类的材料接触界面,因此与其它部位相比腐蚀更容易发生,还担心引起由腐蚀导致的安装精度的恶化。

[0013] 本发明是为了应对这样的问题而发明的,其目的在于,提供以下的滚动轴承:其可谋求大型化,耐腐蚀性良好,且可防止在轴承固定部的安装精度恶化、固定力降低、以及振动发生等,即使在腐蚀性高的环境下也可长期使用。

[0014] 用于解决课题的方法

[0015] 本发明的滚动轴承,为作为轴承部件具备内圈、外圈和滚动体的滚动轴承,其特征在于,在上述轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位中至少包括轴承固定面的部位,形成有对于该轴承部件的基材具有牺牲阳极作用的被膜,形成于上述轴承固定面的上述被膜为多孔质的被膜。

[0016] 特征在于,上述轴承部件的基材由铁系材料构成,上述具有牺牲阳极作用的被膜由含有锌、铝、镁的任意的元素的材料构成。特别是,特征在于,上述具有牺牲阳极作用的被膜为使用上述材料作为喷镀材料而形成了的喷镀被膜。

[0017] 特征在于,上述滚动轴承为在选自上述外圈及上述内圈的至少一者的轴承端面连接于轴箱连、被固定的轴承,上述轴承端面为上述轴承固定面。

[0018] 特征在于,对于上述滚动轴承而言,具备将上述内圈及上述外圈的轴向两端开口部进行密封的密封部件,在成为该密封部件的密封面侧的上述内圈及上述外圈的轴承端面,形成有上述具有牺牲阳极作用的被膜。

[0019] 特征在于,对于上述具有牺牲阳极作用的被膜而言,在形成于上述轴承固定面的部位以外的部位中,该被膜的孔的一部分或全部被密封。另外,特征在于,对于上述具有牺牲阳极作用的被膜而言,形成于上述轴承固定面上的部位以外的部位的一部分或全部,被没有牺牲阳极作用的材料包覆。

[0020] 特征在于,上述内圈的内径为800mm以上。另外,特征在于,上述滚动轴承为由自然能源来进行发电的发电机或发电设备中使用的轴承。特别是,特征在于,上述滚动轴承为支承风力发电机的叶片或偏航的轴承。

[0021] 发明的效果

[0022] 本发明的滚动轴承中,作为轴承部件具备内圈、外圈和滚动体,在轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位中至少包括轴承固定面的部位,形成有对该轴承部件的基材具有牺牲阳极作用的多孔质的被膜,通过形成于上述轴承固定面的上述被膜的牺牲阳极作用,可以防止该被膜形成部分及其附近的基材的腐蚀。特别可以防止由腐蚀引起的在轴承固定面的安装精度恶化、固定力降低、振动发生。进而,形成于利用螺栓连接等的与轴箱的轴承固定面的被膜,是利用喷镀等形成的多孔质被膜(未实施封孔处理等),因此在固定时,不管形状精度如何,都用各螺栓而可容易地得到均匀的连接力,可以防止使用中的振动引起的螺栓的松动、连接部的爬行的发生。其结果,本发明的滚动轴承,即使在作为内圈内径为800mm以上程度的大型的滚动轴承而利用的情况下,也能够通过螺栓连接而不发生摇动(ガタ)等地、可靠性高地在轴箱固定,另外,即使在腐蚀性高的环境下也可长期使用。

[0023] 另外,由于轴承部件的基材由铁系材料构成、具有牺牲阳极作用的被膜是由至少含有锌、铝、镁的任意的元素作为主成分的材料构成的喷镀被膜等,因此被膜材料,与轴承部件的基材相比,是软质材料,用各螺栓而容易得到更均匀的连接力,能够进一步防止使用中的振动引起的螺栓的松动、连接部的爬行的发生。

[0024] 另外,本发明的滚动轴承,在具备密封部件的构成中,在成为该密封部件的密封面

侧的内圈及外圈的轴承端面,形成有具有牺牲阳极作用的被膜,因此可以防止密封部的腐蚀。由此,可以防止密封部的腐蚀引起的密封性的降低、伴随其的润滑脂等的润滑剂的泄漏及寿命的降低。

[0025] 另外,具有牺牲阳极作用的被膜,对于形成于轴承固定面的部位以外的部位,将该被膜的孔的一部分或全部进行密封,或者用没有牺牲阳极作用的材料进行包覆,因此在轴承固定面得到耐腐蚀性提高且防止摇动等的上述效果,且在特别容易暴露于腐蚀环境的部分,能够进一步使耐久性、耐腐蚀性等提高。

[0026] 本发明的滚动轴承,能够作为在高湿环境、容易发生结露的环境、海上、沿岸等的腐蚀性高的环境下使用的大型轴承来利用,例如,能够优选地作为支承风力发电机的叶片或偏航的轴承来利用。

附图说明

[0027] 图1是作为本发明一个实施例的风力发电机中使用的大型滚动轴承(内齿轮)的正视图和局部剖视图。

[0028] 图2是图1中的局部放大剖视图。

[0029] 图3是作为本发明的其它实施例的风力发电机中使用的大型滚动轴承(无齿轮)的局部放大剖视图。

[0030] 图4是作为本发明其它实施例的带密封的深沟球轴承的剖视图。

具体实施方式

[0031] 本发明的滚动轴承,主要作为对象的,为大型的滚动轴承,为要求耐腐蚀性的轴承。作为该轴承,可以举出由风力、地热等的自然能源进行发电的发电机、其周边设备中使用的轴承。能够有效地得到这样的自然能源的地方多为腐蚀性高的地方。例如,对于风力发电机而言,近年来,陆地上满足风力发电用风车的设置条件的地方变少,大型风车设置于海岸沿岸或海上的情况变多。另外,风力发电机等的由自然能源进行发电的发电设备,从效率和经济性方面考虑无人运转,或者大型化,多如上所述设置于海上、高处。因此,期望的是,这些发电设备中使用的滚动轴承虽然在腐蚀性高的环境下也可实现长期(例如,10年左右,优选20年左右)实现无保养化。

[0032] 本发明的滚动轴承的大小没有特别限定,但可以形成难以进行利用了处理浴的耐腐蚀性处理的大小、具体而言内圈内径为500mm以上、进而800mm以上(且6000mm以下程度)的大型滚动轴承。作为这样的轴承,例如,可以举:大型的风力发电机的主轴支承轴承、叶片节距旋转座所使用的叶片轴承、偏航旋转座所使用的偏航轴承等。对于叶片轴承而言,为了高效地接受风,为以能够根据风的强度而调节叶片的角度这样的、安装于叶片的根部而旋转自由地支承叶片的轴承。另外,对于偏航轴承而言,为了按照风向来调整主轴的朝向,为旋转自由地支承机舱的偏航的轴承。

[0033] 对于本发明的滚动轴承的一个实施例,基于图1及图2来进行说明。图1表示风力发电机的大型轴承(偏航轴承、叶片轴承)的正视图和局部剖视图,图2表示图1中的局部放大剖视图。如图1和图2中所示,本发明的滚动轴承1,作为轴承部件,具备内圈2、外圈3、多个的滚动体4。滚动体4,以多列或单列介于内圈2和外圈3之间,通过保持器5或衬垫(間座)保持。

在滚动体的周围的轴承内空间6中,封入润滑脂作为润滑剂。滚动轴承1在选自外圈2及内圈3的至少一者的轴承端面连接于轴箱、被固定。在图1和图2中所示的方式中,经由形成于内圈2及外圈3的螺栓孔8与轴箱(省略图示)螺栓连接。另外,在该方式中,在内圈2的内径具有齿轮7,但也可以根据应用地方,在外圈3的外径具有该齿轮7。

[0034] 作为这些轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位,主要是除了外圈3的内径面、内圈2的外径面及滚动体的表面以外的内圈2及外圈3的任意的表面。在图2中,外圈3的轴承端面c和内圈2的轴承端面d是与轴箱(省略图示)固定的轴承固定面。在滚动轴承1中,在轴承部件中的暴露于腐蚀环境的部位(a~f等)中至少包括轴承固定面(c、d)的部位,形成有下述的具有牺牲阳极作用的被膜。在此,a和c为外圈3的轴承端面,b为外圈3的外径面,d和e为内圈2的轴承端面,f为内圈2的内径面(除了齿轮部)。在图2中所示的方式中,在除了齿轮部、槽部、孔、螺纹、密封滑动面、外圈3的内径面、内圈2的外径面、滚动体4的表面以外的整个表面(a~f)形成有上述被膜。需要说明的是,形成的被膜的膜厚,相对于轴承尺寸非常薄,因此省略了被膜自身的图示(用虚线表示的范围为被膜形成部分,图3、图4中也同样)。

[0035] 通过在暴露于腐蚀环境的部位形成了的上述被膜的牺牲阳极作用,可以防止形成了该被膜的部分的基材表面和在其附近的基材表面的腐蚀。通过至少在轴承固定面(c、d)形成该被膜,可以防止腐蚀引起的在轴承固定面的安装精度恶化、固定力降低、振动发生。

[0036] 轴承固定面,是将滚动轴承与轴箱等的其它部件进行固定时、与其它部件直接或间接进行接触的面。上述被膜形成于轴承固定面的全部或局部。

[0037] 特别容易暴露于腐蚀环境的外圈2的外径面b等,优选在形成了上述被膜后、进一步进行后述的封孔处理、涂装处理。另一方面,对于在轴承固定面(c、d)形成的被膜,在喷镀被膜等的形成后特意不进行封孔处理等,形成为多孔质状的状态。如图1中所示,向轴箱的固定,通过用多个的螺栓进行连接来进行,但通过使轴承固定面的被膜为多孔质被膜,在固定时用各螺栓容易得到均匀的连接力,可以防止使用中的振动引起螺栓的松动、连接部的爬行的发生、杂音产生等。

[0038] 对于本发明的滚动轴承的其它实施例,基于图3来进行说明。图3表示风力发电机的大型轴承(偏航轴承、叶片轴承)的局部剖视放大图。图3中所示的方式的滚动轴承1,除了未设齿轮7以外,与图1和图2中所示的方式相同。该方式中没有齿轮7,因此具有牺牲阳极作用的被膜除了图1和图2中所示的方式的地方以外,还形成于内圈2的内径面的整个面上。

[0039] 对于本发明的滚动轴承的其它实施例,基于图4来进行说明。图4表示带密封的深沟球轴承的剖视图。图4中所示的方式的滚动轴承1,具备将内圈2及外圈3的轴向两端开口部进行密封的密封部件9。在成为密封部件9的密封面侧的内圈2及外圈3的轴承端面(轴承两端面),形成有具有牺牲阳极作用的被膜。该滚动轴承1的内圈内径、外圈外径与其它部件配合来使用。轴承端面的一部分也成为轴承固定面。在成为配合面的内圈内径面、外圈外径面,未形成上述被膜,但也可以根据需要在这些面上形成上述被膜。

[0040] 通过形成于内圈2及外圈3的轴承端面的上述被膜的牺牲阳极作用,可防止包括密封部件9的密封部的腐蚀。由此,可防止密封部的腐蚀引起的密封性的降低、伴随其的润滑脂等的润滑剂的泄漏及寿命的降低。

[0041] 本发明的滚动轴承,除了上述例示了的轴承以外,还可以用作自动调心滚子轴承、斜置球轴承、圆筒滚子轴承、圆锥滚子轴承、针状滚子轴承、推力圆筒滚子轴承、推力圆锥滚

子轴承、推力针状滚子轴承、推力自动调心滚子轴承。

[0042] 作为轴承部件的基材,可以举出高碳铬轴承钢、渗碳钢(表面渗碳钢)、不锈钢、高速钢、冷轧钢、热轧钢等铁系材料(钢材)。另外,也可以使用对这些钢材实施了高频热处理、氮化处理等的钢材。其中,渗碳钢(表面渗碳钢)通过渗碳淬火,使从表面到适当深度的范围硬化,形成硬度较低的心部,从而兼备硬度和韧性,耐冲击性良好,因此,优选作为本发明的轴承部件(特别是大型滚动轴承的轴承部件)的基材。具体而言,可以举出以SCM445、SCM440等为代表的铬钼钢等的铁系机械构造用合金钢(JISG4053)、或以S48C、S50C等为代表的机械构造用碳钢(JISG4051)。

[0043] 本发明中的具有牺牲阳极作用的被膜,在与轴承部件的基材的关系上,是可发挥牺牲阳极作用的被膜。该被膜,只要是含有与作为被膜形成对象的轴承部件的基材相比离子化倾向大的金属的被膜即可,材质、形成方法没有特别限制。需要说明的是,离子化倾向,是指水溶液中的水合金属离子和单体金属之间的标准氧化还原电位的顺序,该电位为负的情况下,其绝对值越大的金属,“离子化倾向越大”。

[0044] 作为该被膜的材质,在作为轴承部件的基材使用上述的铁系材料的情况下,采用含有离子化倾向大于铁的金属、即锌、铝、镁等的元素的材料。作为该被膜的形成方法,例如,可以举出利用含有锌的富锌漆(富锌涂装)的涂装处理、使用锌或铝、由铝和锌构成的合金或伪合金、由铝和镁或铝和钛构成的合金等作为喷镀材料的喷镀被膜处理。

[0045] 作为喷镀方法,可以采用火焰喷镀、电弧喷镀、等离子体喷镀、激光喷镀等的公知的喷镀方法。其中,优选采用电弧喷镀。电弧喷镀,是使2根金属丝之间产生电弧而将金属丝熔融、一边移送该金属丝一边通过气体喷射使熔滴微细化而吹到基材来形成被膜的方法,可以利用上述含有锌、铝、镁等的材料作为喷镀材料,也容易确保与基材的密合力。

[0046] 喷镀被膜,即使在采用了任意的喷镀方法的情况下,具有粒径分布的多个粒子只在粒子间表层进行熔接而形成,必然在粒子边界产生空隙、间隙,成为多孔质。喷镀时喷镀材料的熔点越低,越容易形成小的粒子,因此得到的被膜(多孔质体)的空孔也容易变小,在轴承固定面难以得到连接部的松动防止、爬行的防止效果。由此,即使上述喷镀材料中,也优选使用熔点高于锌的铝或由铝和镁构成的合金。

[0047] 喷镀被膜的孔隙率优选为3~40%,更优选5~20%。孔隙率可以根据喷镀条件等进行调整。若孔隙率小于3%,则难以得到连接部的松动防止、爬行的防止效果。另一方面,在孔隙率大于40%的情况下,恐怕不能充分谋求耐腐蚀性的提高。需要说明的是,上述范围是轴承固定面中的被膜中的优选范围,即使将喷镀被膜的孔隙率调整为该范围的情况下,对于要求进一步的耐腐蚀性的其它部位,可以通过封孔处理等来进行应对。

[0048] 另外,利用富锌漆的涂装被膜有时也形成多孔体。由此,与喷镀被膜同样地在该涂装被膜的情况下,通过使轴承固定面的被膜形成为多孔质状,也可防止使用中的振动引起的螺栓的松动、连接部的爬行的发生、杂音的产生等。

[0049] 对于轴承固定面以外的部分的被膜,为了进一步提高该被膜的耐久性、耐腐蚀性、环境阻隔性等,优选将密封这些孔的封孔处理、对于被膜表面的涂装处理单独或组合而并用。封孔(密封)处理,是在上述被膜的轴承固定面上形成的部位以外的部位中密封该被膜的孔的一部分或全部的处理。涂装处理是对于上述被膜的轴承固定面上形成的部位以外的部位的一部分或全部用没有牺牲阳极作用的材料进行包覆的处理。

[0050] 作为封孔处理方法,如果能够利用喷镀处理等的多孔质被膜的孔的一部分或全部进行封孔的方法,则处理剂的材质等没有特别限定。作为封孔处理方法,例如,可以举出在喷镀被膜表面涂敷环氧树脂、丙烯酸类树脂、氨基甲酸酯树脂、酚醛树脂、氟树脂等的有机系封孔处理剂、以硅酸盐、磷酸盐、烷氧基硅烷化合物为主成分的无机系封孔处理剂的方法。需要说明的是,对喷镀被膜的封孔处理,由形成了被处理的喷镀被膜的粒子边界熔接构造而影响封孔处理剂的渗透・填充性。因此,优选的是,选择适合于喷镀被膜的粒子边界熔接构造及封孔后的喷镀被膜的要求特性的最佳的封孔处理剂。

[0051] 作为涂装处理的材料,如果是至少不以上述例示的显示牺牲阳极性的元素为主成分的材料,则材质没有特别限制。例如,可以举出作为一般的涂料而已知的氨基甲酸酯涂料、氟涂料等。

[0052] 本发明中的具有牺牲阳极作用的被膜的表面,越平滑越不易附着污物,越可以得到更高的耐久性,因此优选使表面粗糙度为 $130\mu\text{mRz}$ 以下,更优选形成为 $100\mu\text{mRz}$ 以下。另外,由于在轴承固定面形成该被膜,因此也同时要求膜厚的均匀性。由此,具体而言,通过形成为膜厚的相互差 $100\mu\text{m}$ 以下,使用时可以防止摇动的发生、固定的松动、由爬行引起的与轴箱的滑动等的发生。相互差优选 $70\mu\text{m}$ 以下,更优选 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0053] 对于本发明中的具有牺牲阳极作用的被膜的厚度,如果可确保要求的耐久性,则没有特别限制。例如,除了涂装被膜等的具有牺牲阳极作用的被膜自身的膜厚,优选 $10\sim 500\mu\text{m}$,更优选 $50\sim 500\mu\text{m}$,最优选 $100\sim 200\mu\text{m}$ 。另外,形成涂装被膜的情况下,其膜厚优选 $10\sim 500\mu\text{m}$,更优选 $50\sim 500\mu\text{m}$,最优选 $100\sim 200\mu\text{m}$ 。作为一例,在海上等的极其严格的环境下在20年以上长期间使用的情况下,如下述的实施例所示,可以举出如下方法:用喷镀形成膜厚 $100\mu\text{m}$ 以上的铝或在铝中添加了5vol%镁的Al-Mg合金、进行了封孔处理后,实施涂装被膜的膜厚达到 $100\mu\text{m}$ 以上这样的涂装处理。

[0054] 在本发明的滚动轴承中,作为润滑剂而封入的润滑脂,如果是通常滚动中所使用的润滑脂,就可没有特别限制地使用。作为构成润滑脂的基油,例如,可以举出石蜡系矿物油、环烷系矿物油等的矿物油,聚丁烯油、聚- α -烯烃油、烷基苯油、烷基萘油等的烃系合成油,或者天然油脂、多元醇酯油、磷酸酯油、二酯油、聚二醇油、硅油、聚苯醚油、烷基二苯基醚油、氟化油等的非烃系合成油等。这些基油可以单独使用或者组合两种以上使用。

[0055] 作为使用的基油的运动粘度(40°C),优选 $30\sim 600\text{mm}^2/\text{s}$ 。特别是在风力发电机的大型轴承用途等中,优选 $300\sim 600\text{mm}^2/\text{s}$ 。风力发电机的大型轴承(主轴用),在风力弱时,有时以极低的转速进行旋转,该轴承滚走面的油膜较薄,不稳定。因此, 40°C 下的运动粘度小于 $300\text{mm}^2/\text{s}$ 的情况下,恐怕容易发生油膜破裂。另一方面,若 40°C 下的运动粘度大于 $600\text{mm}^2/\text{s}$,则润滑油向滚走面的供给性差,容易发生微振磨损(微动磨损)。另外,支承风力发电机的叶片或偏航的滚动轴承,通常不连续旋转,在根据风向而调整叶片、机舱的角度时动作,作为这些轴承的基油,可以使用运动粘度(40°C)为 $50\text{mm}^2/\text{s}$ 左右的基油。

[0056] 另外,作为构成润滑脂的增稠剂,例如,可以举出铝皂、锂皂、钠皂、复合锂皂、复合钙皂、复合铝皂等的金属皂系增稠剂,二脲化合物、聚脲化合物等的脲系化合物,PTFE树脂等的氟树脂粉末。这些增稠剂可以单独使用或者组合两种以上使用。

[0057] 另外,润滑脂中,可根据需要添加公知的添加剂。作为添加剂,例如,可以举出有机锌化合物、有机钼化合物等的极压剂、胺系、酚系、硫系化合物等的抗氧化剂,硫系、磷系化

合物等的磨损抑制剂,多元醇酯等的防锈剂,聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯等的粘度指数改善剂,二硫化钼、石墨等的固体润滑剂,酯、醇等的油性剂等。

[0058] 润滑脂组合物的混合稠度(JIS K2220),优选在200~350的范围。稠度小于200的情况下,低温下的油分离小,润滑不良,在风力发电机的大型轴承用途等中,容易发生微振磨损(微动磨损)。另一方面,稠度大于350的情况下,润滑脂为软质,容易流出到轴承外。

[0059] 本发明的滚动轴承中,在封入了润滑脂的带密封的轴承中,即使在腐蚀性高的环境下使用也可防止由密封部的腐蚀引起的密封性的降低,因此泄漏等的担心小,可以采用上述中根据要求特性的任意的润滑脂。

[0060] 实施例

[0061] 参照图1及图2,将实际上在轴承表面(a~f)形成有被膜的例子示于表1~表3。表1是在大气海洋环境即海上使用、能够使用20年以上的长时间的滚动轴承的被膜处理例(BS5493,Code of practice for protective coating of iron and steel structures against corrosions,British Standards Institution,1977),表2是在相同海上使用、能够使用10年以上的长时间的滚动轴承的被膜处理例(BS5493,同上)。另外,表3是在支承风力发电机的叶片、偏航的轴承中特别优选的被膜处理例。需要说明的是,表3的例子是在上述海上使用了时、能够使用20年以上的长时间的滚动轴承的被膜处理例(BS5493,同上)。

[0062] 实施例中使用的滚动轴承,是具有图1和图2的形状的2种(1:K2N-TD33402PX1S30 ϕ 1716 $\times$ 2080 $\times$ 168(内齿);2:K2N-TD39101PX1S30 ϕ 2000 $\times$ 2400 $\times$ 205(内齿)),对他们分别进行各表的被膜处理。这些滚动轴承的内圈的内径均为800mm以上,实施了被膜处理的内圈及外圈的基材为SCM445H。

[0063] 各表中的“AlMg5%”使用在铝中添加了5vol%镁的Al-Mg合金作为喷镀材料,“ZnAl15%”使用在锌中添加了15vol%铝的Zn-Al合金作为喷镀材料。使用各喷镀材料通过电弧喷镀而在滚动轴承的各部位形成了成为表中所示的膜厚那样的喷镀被膜。另外,各表中的a~f,对应于图2的a~f的部位。另外,多层结构的被膜,是以(1)~(3)的顺序对轴承部件的基材表面进行处理而形成的。需要说明的是,形成于c、d部位的被膜未实施封孔处理和涂装处理,为多孔质状。

[0064] 对于“封孔处理”而言,将环氧树脂系封孔处理材料涂敷于喷镀被膜等的表面。对于“涂装”而言,使用氨基甲酸酯涂料进行涂装。另外,“涂装”时,在实施封孔处理的情况下,为了密合性的提高,用涂装形成环氧系中间层、在其上使用氨基甲酸酯涂料来进行涂装。

[0065] 需要说明的是,各实施例的a、b、e、f中的“喷镀100 μ m以上”为115~199 μ m,c、d中的“喷镀100 μ m以上”为118~168 μ m。另外,在a、b、e、f中,形成了“喷镀+封孔处理+涂装”的情况下的综合膜厚为343~504 μ m。

[0066] [表1]

[0067]

	被膜处理面	
	a、b、e、f	c、d
实施例 1	(1) Al 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	Al 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 2	(1) AlMg5% 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	AlMg5% 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 3	(1) ZnAl15% 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	ZnAl15% 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 4	(1) Zn 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	Zn 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)

[0068] [表2]

[0069]

	被膜处理面	
	a、b、e、f	c、d
实施例 5	(1) Al 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理	Al 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 6	(1) Al 喷镀 100 μm 以上 (2) 涂装 100 μm 以上	Al 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 7	(1) Al 喷镀 100 μm 以上	Al 喷镀 100 μm 以上(相互差 100 μm 以下)
实施例 8	(1) 富锌涂装 50 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	富锌涂装 50 μm 以上(相互差 100 μm 以下)

[0070] [表3]

[0071]

	被膜处理面		
	a、b	e、f	c、d
实施例 9	(1) Al 喷镀 100 μm 以上 (2) 封孔处理 (3) 涂装 100 μm 以上	Al 喷镀 100 μm 以上	Al 喷镀 100 μm 以上(相互差 50 μm 以下)

[0072] 另外,将实施例1~实施例4的滚动轴承螺栓连接于轴箱(轴承固定面为c、d),测量经过一定时间后的螺栓紧固扭矩的减少率,结果为在相同条件下,以实施例1(Al喷镀)、实施例2(AlMg5%喷镀)、实施例3(ZnAl15%喷镀)、实施例4(Zn喷镀)的顺序,减少率变大。由该结果可以说,作为喷镀材料特别优选使用铝、含有铝的合金。

[0073] 产业上的可利用性

[0074] 本发明的滚动轴承,可谋求大型化,耐腐蚀性良好,且可防止在轴承固定部的安装精度恶化、固定力降低及振动发生等,因此能够作为在高湿环境、容易结露的环境、海上、沿岸等的腐蚀性高的环境下使用的大型轴承来利用,例如,可作为支承风力发电机的叶片或偏航的轴承来优选地利用。

[0075] 符号的说明

[0076] 1 滚动轴承

-
- [0077] 2 内圈
 - [0078] 3 外圈
 - [0079] 4 滚动体
 - [0080] 5 保持器
 - [0081] 6 轴承内空间
 - [0082] 7 齿轮
 - [0083] 8 螺栓孔
 - [0084] 9 密封部件

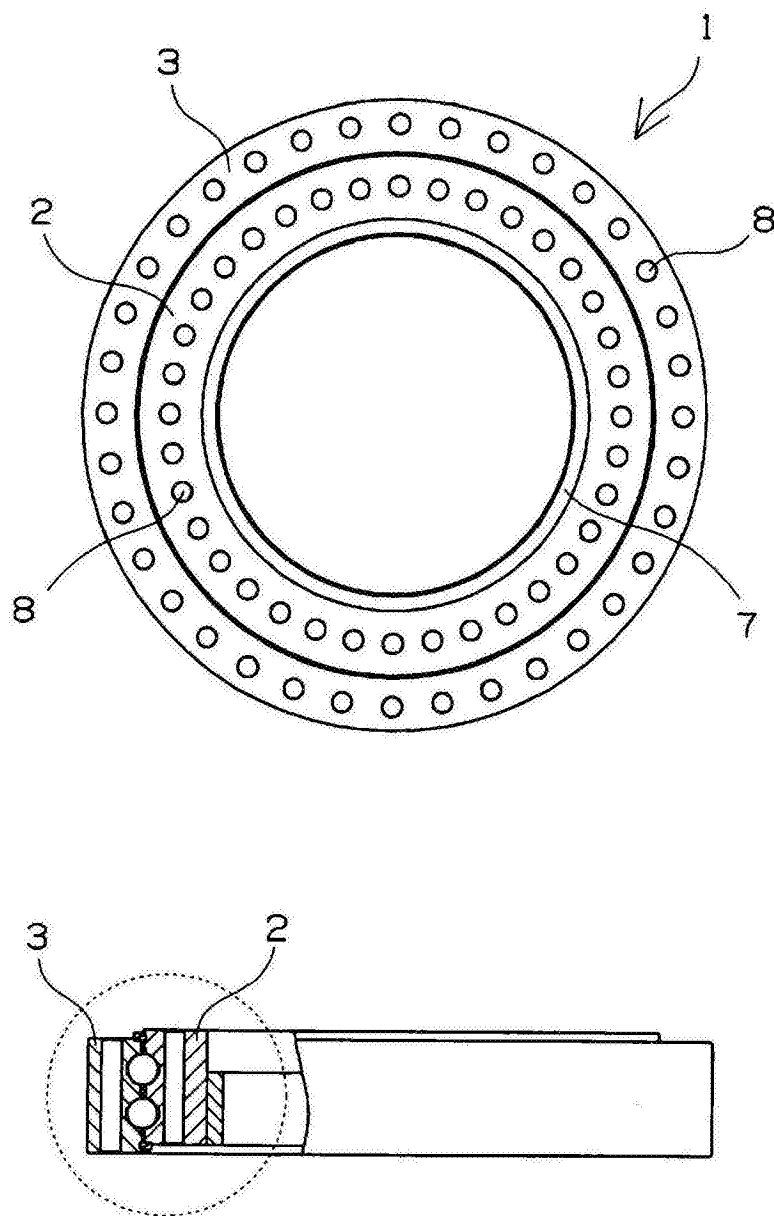


图1

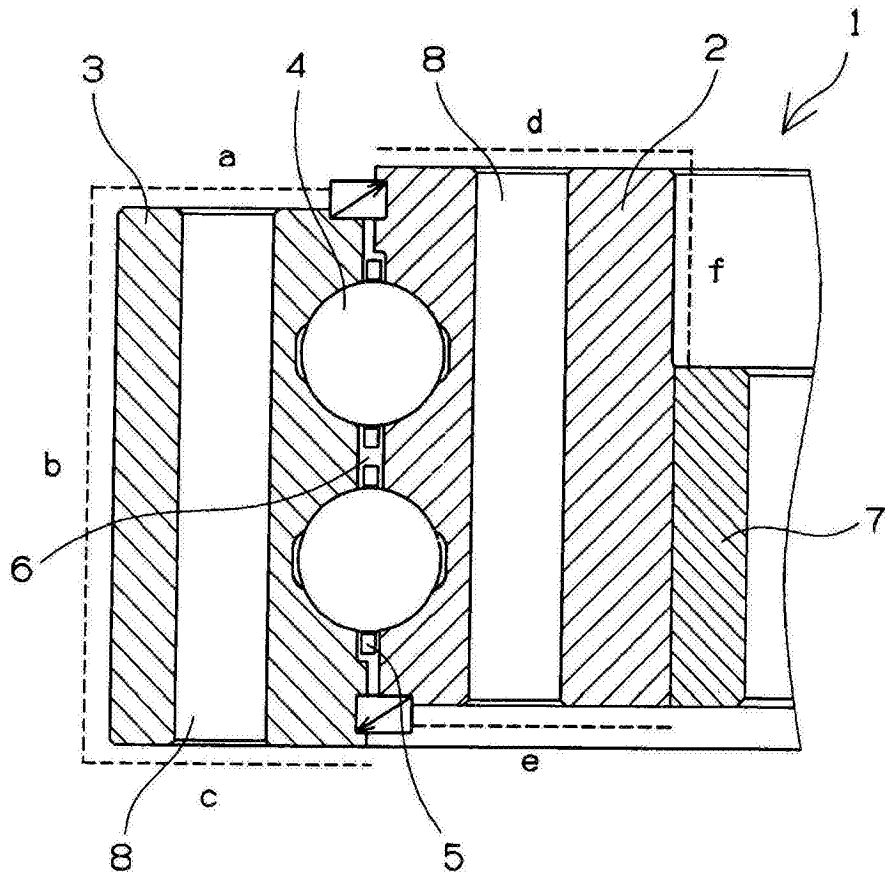


图2

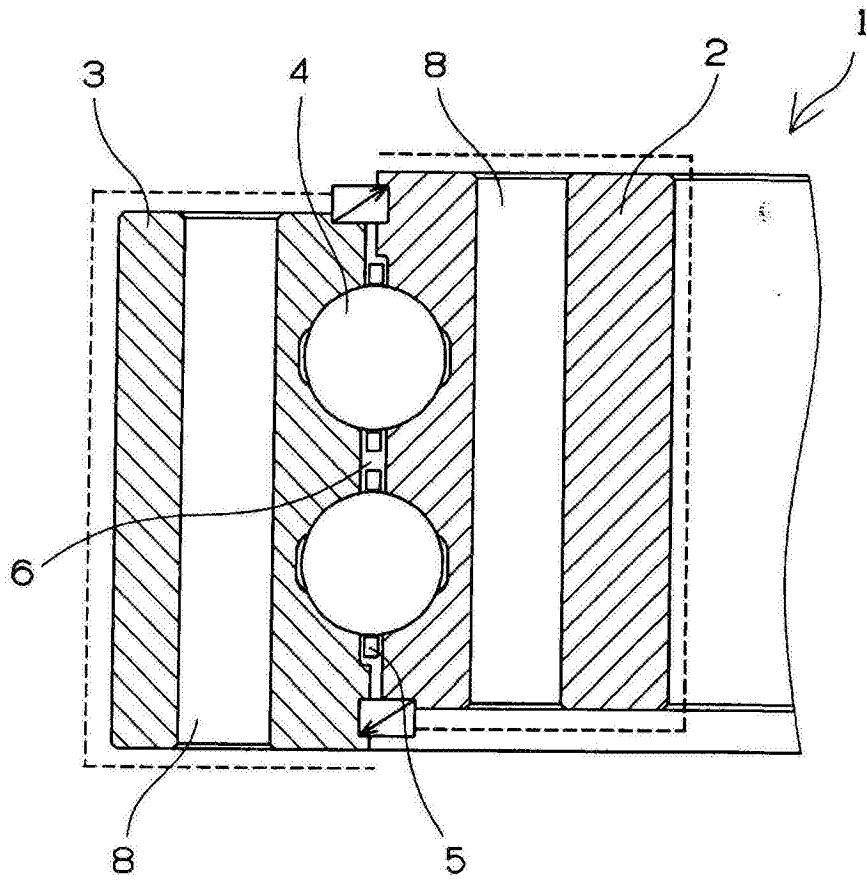


图3

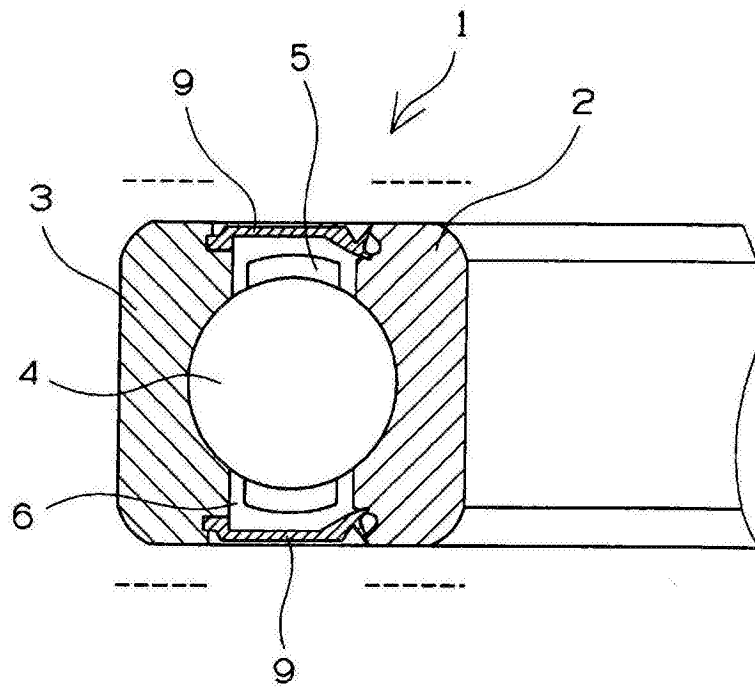


图4