



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110312875 A

(43)申请公布日 2019.10.08

(21)申请号 201880012353.X

(22)申请日 2018.02.16

(30)优先权数据

2017-029745 2017.02.21 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.08.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/005397 2018.02.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/155320 JA 2018.08.30

(71)申请人 NTN株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 川井崇 高冈将也

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 刘晓岑 舒艳君

(51)Int.Cl.

F16C 33/58(2006.01)

F16C 19/36(2006.01)

F16C 33/36(2006.01)

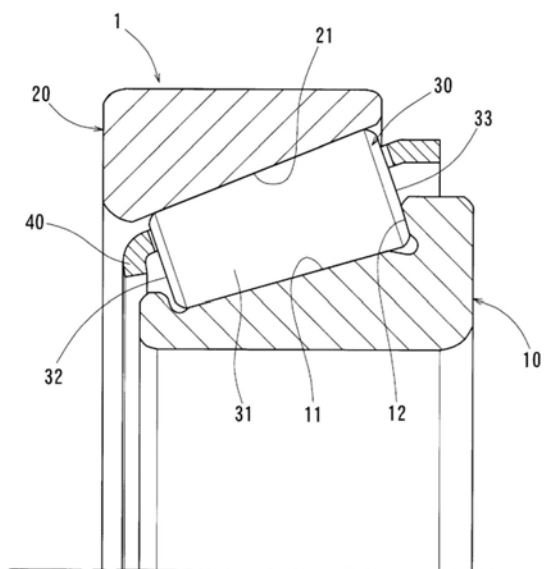
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

圆锥滚子轴承

(57)摘要

内圈(10)的大凸缘面(12)的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m} \leq \text{Ra} \leq 0.2\mu\text{m}$,滚子大端面(33)的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,大凸缘面(12)的粗糙度曲线の偏度Rsk为 $-1.0 \leq \text{Rsk} \leq -0.3$,大凸缘面(12)的粗糙度曲线の峰度Rku为 $3.0 \leq \text{Rku} \leq 5.0$,大凸缘面(12)为由直线的母线、或者中凹或中凸为 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的圆锥滚子轴承。



1. 一种圆锥滚子轴承,具备:
圆锥滚子,其具有滚子大端面;和
内圈,其具有与所述滚子大端面滑动接触的大凸缘面,
所述圆锥滚子轴承的特征在于,
所述大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}\leq\text{Ra}\leq 0.2\mu\text{m}$,
所述大凸缘面的粗糙度曲线的偏度Rsk为 $-1.0\leq\text{Rsk}\leq -0.3$,
所述大凸缘面的粗糙度曲线的峰度Rku为 $3.0\leq\text{Rku}\leq 5.0$ 。
2. 根据权利要求1所述的圆锥滚子轴承,其中,
所述滚子大端面的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}$ 以下。
3. 根据权利要求1或2所述的圆锥滚子轴承,其中,
所述大凸缘面为由直线的母线、或者中凹或中凸为 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的形状。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的圆锥滚子轴承,其中,
所述圆锥滚子轴承被装入于汽车的动力传递装置。

圆锥滚子轴承

技术领域

[0001] 本发明涉及圆锥滚子轴承。

背景技术

[0002] 在圆锥滚子轴承中,圆锥滚子的滚子大端面与内圈的大凸缘面滑动接触。为了防止由于滚子大端面与大凸缘面金属接触而引起的烧粘,实施了调整大凸缘面的表面粗糙度的措施,以使上述两面间的油膜形成变得良好。

[0003] 另外,在将圆锥滚子轴承用于汽车的动力传递路径、工业机械等的装置的情况下,以圆锥滚子轴承的刚性、旋转精度的提高为目的施加预压。该情况下,需要测定圆锥滚子轴承的旋转扭矩来判断适当的预压的操作。在该测定中,由于为了便于向对象装置的装入工序,因而在使其以低速(通常为100r/min以下)旋转的状态下测定旋转扭矩。当圆锥滚子轴承以低速旋转时,圆锥滚子轴承的旋转扭矩的产生因素的大部分是圆锥滚子的滚子大端面与内圈的大凸缘面之间的滑动摩擦,由于在圆锥滚子、内圈及外圈之间产生的滚动摩擦等而引起的扭矩的影响相当小。因此,对于准确地测定圆锥滚子轴承的旋转扭矩,需要一边施加预压一边以低速旋转充分进行磨合运转,直至圆锥滚子的滚子大端面变成与内圈大凸缘面接触的状态(即,轴承宽度尺寸稳定的状态)。

[0004] 下述专利文献1所公开的圆锥滚子轴承为了将在内圈的大凸缘面与圆锥滚子的滚子大端面间的润滑状态保持为适当的状态,将大凸缘面的表面粗糙度 R_a 形成为 $0.05\sim 0.20\mu\text{m}$ 的范围。

[0005] 即,当大凸缘面的表面粗糙度 R_a 小于 $0.05\mu\text{m}$ 的情况下,磨合运转时,内圈的大凸缘面与圆锥滚子的滚子大端面间的润滑状态变成流体润滑与边界润滑的混合润滑,因此摩擦系数大幅变动,测定的旋转扭矩的偏差变大,预压力的管理精度变差。当大凸缘面的表面粗糙度 R_a 为 $0.05\mu\text{m}$ 以上的情况下,上述润滑状态变成边界润滑而使摩擦系数稳定,能够进行精度较好的预压力的管理。在超过100(r/min)的通常的轴承旋转速度下,在大凸缘面与滚子大端面间形成充分的油膜,上述两面间的润滑状态变成流体润滑,因此摩擦系数变小。若大凸缘面的表面粗糙度 R_a 超过 $0.20\mu\text{m}$,则在高速旋转区域轴承部温度上升,当润滑油粘度下降时,大凸缘面与滚子大端面间的油膜厚度变得不充分,因此需要注意烧粘的产生。

[0006] 另外,下述专利文献2所公开的圆锥滚子轴承将圆锥滚子的滚子大端面的表面粗糙度 R_a 形成为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,且将内圈的大凸缘面的表面粗糙度 R_a 形成为 $0.2\mu\text{m}$ 以下,由此使磨合运转下的旋转扭矩的稳定性提高。

[0007] 专利文献1:日本特开2000-170774号公报(特别是说明书的第0021~0023段)

[0008] 专利文献2:日本特开2002-139055号公报(特别是说明书的第0021段)

[0009] 专利文献1、2的圆锥滚子轴承为了使预压设定时的低速旋转时的旋转扭矩稳定化,规定内圈的大凸缘面的表面粗糙度 R_a 的范围,但任一圆锥滚子轴承均包含超精加工水准的粗糙度范围(例如 R_a 为 $0.08\mu\text{m}$ 以下)。在超精加工水准的粗糙度下,旋转扭矩有时变得不稳定。

[0010] 另一方面,考虑若将内圈的大凸缘面的表面粗糙度Ra设为比超精加工水准的粗糙度范围粗,则能够使低速旋转时的旋转扭矩稳定化,但与为超精加工水准的粗糙度范围的情况相比,耐烧粘性较差。

[0011] 这样一来,在大凸缘面的简单的表面粗糙度Ra的设定下,难以兼得低速旋转时的旋转扭矩的稳定化和大凸缘面与滚子大端面间的耐烧粘性。

发明内容

[0012] 鉴于上述的背景,本发明欲解决的课题是在圆锥滚子轴承中,兼得低速旋转时的旋转扭矩的稳定性和大凸缘面与滚子大端面间的耐烧粘性。

[0013] 为了实现上述的课题,本发明采用了如下结构:在具有滚子大端面的圆锥滚子、和与上述滚子大端面滑动接触的大凸缘面的内圈的圆锥滚子轴承中,上述大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}\leq\text{Ra}\leq 0.2\mu\text{m}$,上述大凸缘面的粗糙度曲线的偏度Rsk为 $-1.0\leq\text{Rsk}\leq -0.3$,上述大凸缘面的粗糙度曲线的峰度Rku为 $3.0\leq\text{Rku}\leq 5.0$ 。

[0014] 本发明中的算数平均粗糙度Ra是指在日本工业规格(JIS)B0601:2013中规定的算数平均粗糙度Ra。另外,本发明中的粗糙度曲线的偏度Rsk是指在日本工业规格(JIS)B0601:2013中规定的粗糙度曲线的偏度Rsk。另外,本发明中的粗糙度曲线的峰度Rku是指在日本工业规格(JIS)B0601:2013中规定的粗糙度曲线的峰度Rku。

[0015] 根据上述结构,由于将内圈的大凸缘面的算数平均粗糙度Ra设为 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 的范围,因此成为适于使在圆锥滚子轴承低速旋转时: $0\sim 200(\text{r}/\text{min})$ 的范围的旋转扭矩稳定化的特性。若仅是这样,与超精加工水准的粗糙度相比,耐烧粘性较差,因此在本发明中,进一步规定大凸缘面的粗糙度曲线的表面性状的特性。

[0016] 即,在粗糙度曲线的偏度Rsk <0 的情况下,成为相对于平均线偏向上侧的特性,因此通过将大凸缘面的Rsk设为负的数值范围,从而大凸缘面成为具有平面的特性,成为有利于油膜形成的表面性状。因此,大凸缘面的粗糙度曲线的偏度Rsk为 $-1.0\sim -0.3$ 。

[0017] 进一步,在粗糙度曲线的峰度Rku小于3的情况下,成为表面凸凹的高度分布塌陷的形状,但为了实现旋转扭矩的稳定化,也需要粗糙度的突起。因此,大凸缘面的粗糙度曲线的峰度Rku为 $3.0\sim 5.0$ 。

[0018] 若为前述的Ra、Rsk及Rku的范围的特性平衡的大凸缘面,则能够实现低速旋转时的旋转扭矩的稳定性、和大凸缘面与滚子大端面间的耐烧粘性的兼得。

[0019] 例如,只要上述滚子大端面的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}$ 以下即可。与内圈的大凸缘面的表面粗糙度相比,滚子大端面的表面粗糙度对功能的影响较少,因此不用进一步规定偏度Rsk、峰度Rku,而通过算出平均粗糙度Ra简单地进行管理即可。

[0020] 例如,上述大凸缘面为由直线的母线、或者中凹或中凸为 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的形状即可。当滚子大端面与大凸缘面理想地为球面与平面的接触关系时,能够实现特别良好的耐烧粘性。因此,大凸缘面的母线形状优选为通过工业产品得到的程度的大致直线状。在大凸缘面具有中凹或中凸的母线形状的情况下,若中凹或中凸的量超过 $1\mu\text{m}$,则无法得到良好的润滑油的楔效应。

[0021] 本发明所涉及的圆锥滚子轴承适于装入汽车的动力传递装置。汽车的动力传递装置是构成将来自汽车的驱动源的动力传递至车轮的路径的要素,例如,列举了差动齿轮、变

速器等。

[0022] 如上述那样,本发明通过采用上述结构,在圆锥滚子轴承中,能够兼得低速旋转时的旋转扭矩的稳定性、和大凸缘面与滚子大端面间的耐烧粘性。

附图说明

[0023] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的圆锥滚子轴承的局部剖视图。

[0024] 图2是图1的大凸缘面附近的放大图。

[0025] 图3是表示图1的大凸缘面的另一母线形状的局部剖视图。

[0026] 图4是表示图1的大凸缘面的又一母线形状的局部剖视图。

[0027] 图5是例示粗糙度曲线的偏度RSk的值给表面性状带来的影响的概念图。

[0028] 图6是例示粗糙度曲线的峰度RKu的值给表面性状带来的影响的概念图。

[0029] 图7是表示实施例、比较例的旋转速度以及旋转扭矩的关系的曲线图。

[0030] 图8是表示使大凸缘面的表面性状进行各种变化来根据实施例对耐烧粘性和旋转扭矩的稳定性进行评价的结果的图。

[0031] 图9是表示使大凸缘面的表面性状在与图8不同的范围内进行各种变化来根据实施例对耐烧粘性和旋转扭矩的稳定性进行评价的结果的图。

[0032] 图10是表示使大凸缘面的表面性状在与图8和图9不同的范围进行各种变化来根据实施例对耐烧粘性和旋转扭矩的稳定性进行评价的结果的图。

[0033] 图11是表示使大凸缘面的表面性状在与图8~图10不同的范围进行各种变化来根据实施例对耐烧粘性和旋转扭矩的稳定性进行评价的结果的图。

[0034] 图12是例示装入于汽车的差动齿轮的、本发明所涉及的圆锥滚子轴承的剖视图。

[0035] 图13是例示装入于汽车的变速器的、本发明所涉及的圆锥滚子轴承的剖视图。

具体实施方式

[0036] 基于附图的图1、图2对本发明的实施方式所涉及的圆锥滚子轴承进行说明。

[0037] 如图1所示,实施方式所涉及的圆锥滚子轴承1具备内圈10、外圈20、多个圆锥滚子30、以及保持这些圆锥滚子30的保持器40。

[0038] 内圈10、外圈20、以及圆锥滚子30分别由钢形成。

[0039] 内圈10、外圈20分别成为同轴配置的环状的轴承部件。内圈10在外侧具有轨道11和大凸缘面12。外圈20在内侧具有轨道21。轨道11、21分别形成为圆锥面状。

[0040] 圆锥滚子30具有圆锥面状的滚动面31、滚子小端面32、以及滚子大端面33。滚动面31夹设在内圈10的轨道11与外圈20的轨道21之间。滚子小端面32为圆锥滚子30的小径侧的侧面。滚子大端面33为圆锥滚子30的大径侧的侧面。

[0041] 滚子大端面33成为球面状。

[0042] 与内圈10的大凸缘面12的粗糙度相比,滚子大端面33的表面粗糙度对耐烧粘性等功能的影响较小。因此,滚子大端面33的表面粗糙度简单地用算数平均粗糙度Ra管理即可。具体地,滚子大端面33的算数平均粗糙度Ra为 $0.1\mu\text{m}$ 以下即可。这里,算数平均粗糙度Ra是在日本工业规格(JIS) B0601:2013的4.2.1中规定的算数平均粗糙度Ra。算数平均粗糙度Ra的单位为 μm 。

[0043] 如图2所示,内圈10的大凸缘面12与圆锥滚子30的滚子大端面33滑动接触。即,大凸缘面12是在轴承旋转过程中能够与滚子大端面33滑动接触的内圈表面部分。大凸缘面12形成为由直线的母线规定的形状(即圆锥面状)。

[0044] 如图3所示,大凸缘面12可以是由中凹为 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的形状,如图4所示,也可以是由中凸 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的形状。这里,中凹是指在考虑连接大凸缘面12的母线的两端p1与p2的假想的基准直线(在图中用单点划线表示)时,从p1、p2朝向基准直线的中央逐渐向远离滚子大端面33的一方凹陷的形状。另外,中凸是指从前述的p1、p2朝向基准直线的中央逐渐向接近滚子大端面33的一方隆起的形状。中凹或中凸为 $1\mu\text{m}$ 以内是指距该基准直线的最大的凹陷量或者隆起量 Δl 为 $1\mu\text{m}$ 以内。

[0045] 若使大凸缘面12为由直线的母线(参照图2)、或者中凹(参照图3)或中凸(参照图4)为 $1\mu\text{m}$ 以内的母线规定的形状,则滚子大端面33与大凸缘面12成为球面与平面的接触关系,或者与其非常相似的接触关系,因此能够在滚子大端面33与大凸缘面12间实现润滑油的良好楔效应。

[0046] 大凸缘面12的算数平均粗糙度 R_a 为 $0.1\mu\text{m} \leq R_a \leq 0.2\mu\text{m}$ 。通过将大凸缘面12的算数平均粗糙度 R_a 设为 $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$,从而大凸缘面12成为适于在图1所示的圆锥滚子轴承1低速旋转时:在 $0 \sim 200$ (r/min)的范围使旋转扭矩稳定化的特性。

[0047] 大凸缘面12的粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 为 $-1.0 \leq R_{sk} \leq -0.3$ 。这里,粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 为在日本工业规格(JIS) B0601:2013的4.2.3中规定的粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 。粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 通过以下的式(1)进行定义。

[0048] [式1]

$$[0049] \quad R_{sk} = \frac{l}{R_q^3} \left[\frac{1}{l r} \int_0^l Z^3(x) dx \right] \quad (1)$$

[0050] 如式(1)所示,粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 是通过截面曲线的均方根粗糙度 R_q 的立方无量纲化后的基准长度中的 $Z(x)$ 的立方平均数。粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 是表示轮廓曲线的概率密度函数的不对称性的程度的数值,是强烈受到突出的峰或谷的影响的参数。在图5中,例示了满足偏度 $R_{sk} > 0$ 的粗糙度曲线、和满足偏度 $R_{sk} < 0$ 的粗糙度曲线。根据上述两粗糙度曲线的比较可知,在偏度 $R_{sk} < 0$ 的情况下,成为突出的峰比较少的趋势的表面性状,因此油膜变得不易破裂,有利于烧粘的防止。但是,偏度 R_{sk} 的负值越大,则谷的宽度越宽,突出的峰比较少的趋势的表面(在圆锥滚子轴承中,与滚子的大端面接触的内圈的大凸缘面)变得断断续续的,导致在该表面与谷的边界部分产生应力集中,因此阻碍了油膜形成。通过将图2所示的大凸缘面12的粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 设为 $-1.0 \sim -0.3$,从而大凸缘面12成为具有平面的特性,成为有利于油膜形成的表面性状。

[0051] 另外,大凸缘面12的粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 为 $3.0 \leq R_{ku} \leq 5.0$ 。这里,粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 是在日本工业规格(JIS) B0601:2013的4.2.4中规定的粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 。粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 通过以下的式(2)进行定义。

[0052] [式2]

$$[0053] \quad R_{ku} = \frac{l}{R_q^4} \left[\frac{1}{l r} \int_0^l Z^4(x) dx \right] \quad (2)$$

[0054] 如式(2)所示,粗糙度曲线的峰度 Rku 是通过截面曲线的均方根粗糙度 Rq 的四次方无量纲化后的基准长度中的 $Z(x)$ 的四次方平均值。粗糙度曲线的峰度 Rku 是表示轮廓曲线的概率密度函数的峰度(锐度)的程度的数值,是强烈受到突出的峰或谷的影响的参数。在图6中,例示了满足峰度 $Rku > 3$ 的粗糙度曲线、和满足峰度 $Rku < 3$ 的粗糙度曲线。根据上述两粗糙度曲线的比较可知,在峰度 $Rku > 3$ 的情况下,成为峰比较尖的趋势的表面性状,因此引起适度的金属接触,有利于扭矩稳定化。但是,峰度 Rku 的正值越大,越引起过度的金属接触,耐烧粘性变差。通过将图2所示的大凸缘面12的粗糙度曲线的峰度 Rku 设为 $3.0 \sim 5.0$,从而大凸缘面12成为具有用于实现低速旋转时的旋转扭矩的稳定化的粗糙度的突起的表面性状。

[0055] 算数平均粗糙度 Ra 、粗糙度曲线的偏度 Rsk 、以及粗糙度曲线的峰度 Rku 均能够通过表面粗糙度测定机进行测定。

[0056] 该圆锥滚子轴承1采用处于算数平均粗糙度 $Ra: 0.1 \sim 0.2 \mu m$ 、粗糙度曲线的偏度 $Rsk: -1.0 \sim -0.3$ 、以及粗糙度曲线的峰度 $Rku: 3.0 \sim 5.0$ 的范围的特性平衡的大凸缘面12,因此能够兼得低速旋转时的旋转扭矩的稳定性、和大凸缘面12与滚子大端面33间的耐烧粘性。

[0057] 此外,在将大凸缘面12的算数平均粗糙度 Ra 设为 $0.1 \sim 0.2 \mu m$ 的范围内,并将大凸缘面12的粗糙度曲线的偏度 Rsk 和峰度 Rku 分别设为上述的范围外的情况下,有可能使低速旋转时的旋转扭矩稳定,但与将大凸缘面12的算数平均粗糙度 Ra 设为小于 $0.1 \mu m$ 的情况相比,耐烧粘性较差。

[0058] 另外,若将具有上述的特性平衡的大凸缘面12磨削精加工,则由于粗糙度规定范围过于精细而使加工阻力过大,因此产生磨削烧伤的担忧。为了通过磨削精加工实现表面粗糙度 $Ra: 0.1 \sim 0.2 \mu m$ 的粗糙度水准,与超精加工相比,进行使用粒度粗的磨具的磨削加工,加工阻力过大。因此,大凸缘面12由于难以通过磨削加工进行精加工,因此有效地利用超精加工来加工成具有上述的特性平衡即可。例如,通过对大凸缘面12在超短时间(0.5秒到2秒)实施超精加工,从而能够实现上述的特性平衡。

[0059] 实施例

[0060] 利用实施例和比较例1、2,进行了旋转扭矩试验和升温试验。实施例和比较例1、2均为型号30307D的圆锥滚子轴承。

[0061] 实施例属于上述的实施方式,将大凸缘面的算数平均粗糙度 Ra 设为 $0.149 \mu m$,将大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 Rsk 设为 -0.96 ,将大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 Rku 设为 4.005 。

[0062] 比较例1将大凸缘面的算数平均粗糙度 Ra 设为 $0.2 \mu m$ 。

[0063] 比较例2将大凸缘面的算数平均粗糙度 Ra 设为 $0.08 \mu m$,即将大凸缘面设为超精加工水准。

[0064] 比较例1的大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 Rsk 为 -1.053 ,比较例1的大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 Rku 为 2.563 。比较例2的大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 Rsk 为 -1.298 ,比较例2的大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 Rku 为 5.103 。

[0065] 实施例和比较例1、2的滚子大端面的算数平均粗糙度 Ra 相等且为 $0.1 \mu m$ 以下。

[0066] 在实施例和比较例1、2中实施的旋转扭矩试验的条件是通用的。在该旋转扭矩试

验中,每分钟的转速(r/min)为0~200的范围。另外,涂布于轴承的防锈油的润滑条件是40℃的运动粘度为16.5mm²/s,100℃的运动粘度为3.5mm²/s。

[0067] 在图7中示出旋转扭矩试验的结果。比较图7的实施例和比较例1、2的测定结果可以看出,实施例显示了与大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为0.2μm的比较例1大致等同的稳定的扭矩特性。认为这是因为,在实施例的低速旋转区域中,在大凸缘面与滚子大端面间的润滑油的楔效应较小,上述两面间的油膜较薄,上述两面间在200r/min之前为边界润滑(不是混合润滑),所以实施例具有稳定的扭矩特性。

[0068] 另一方面,大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为0.08μm的比较例2的扭矩值在50r/min之前急剧下降。认为这是因为比较例2的大凸缘面的粗糙度较细而在50r/min之前形成了充足的油膜厚度,结果是50r/min之后滚动面的滚动阻力成为主导。实机组装后的预压管理(或者扭矩检查)大多是在10~50r/min的范围进行的事例,能够使在该范围的扭矩稳定化的实施例可以说是实机组装性较好。

[0069] 升温试验所利用的实施例和比较例1、2分别与旋转扭矩试验是同一生产批次。在实施例和比较例1、2中实施的升温试验的条件是通用的。在该升温试验中,将径向载荷17kN、轴向载荷1.5kN施加给轴承。另外,润滑条件为使用了涡轮油VG56的轴心油浴。升温试验在规定的轴承转速下测定外圈温度来确认升温。在该测定中,当120℃以下时,将评价设为“○”,当超过120℃且小于150℃时,将评价设为“△”,当150℃以上时,将评价设为“×”。将升温试验的结果在表1中示出。

[0070] [表1]

[0071]

	500 r/min	1000 r/min	2000 r/min	3000 r/min	4000 r/min	5000 r/min
比较例1	○	○	△	×	-	-
比较例2	○	○	○	○	○	○
实施例	○	○	○	○	○	△

[0072] 观察表1可知,实施例显示了具有与大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为0.08μm的比较例2相同水准的耐烧粘性。

[0073] 在算数平均粗糙度Ra、粗糙度曲线的偏度Rsk、以及粗糙度曲线的峰度Rku的各种组合中,将根据上述的升温试验和旋转扭矩试验评价出的结果在图8~图11中示出。

[0074] 如图8所示,可知在大凸缘面的算数平均粗糙度Ra为0.05的情况下,大凸缘面被精加工成特别光滑的表面性状,因此无论大凸缘面的粗糙度曲线的偏度Rsk是否处于-1.0≤Rsk≤-0.3的范围,另外也无论粗糙度曲线的峰度Rku是否处于3.0≤Rku≤5.0的范围,耐烧粘性都变得特别好,但扭矩的稳定性变得特别差。

[0075] 如图9、图10所示,与Ra=0.05的情况相比,在大凸缘面的算数平均粗糙度Ra=0.1或0.2的情况下,耐烧粘性显示变差趋势,扭矩的稳定性显示改善趋势。这里,可知在大凸缘面的粗糙度曲线的偏度Rsk<-1.0的情况下,不易形成油膜,不利于耐烧粘性。另一方面,在

大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 $R_{sk} > -0.3$ 的情况下,无法通过与以下所示的大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 的特性的均衡而兼得耐烧粘性与扭矩的稳定性。另外,可知在大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 $R_{ku} < 3$ 的情况下,产生油膜过多,从而不利于扭矩的稳定性。另一方面,可知在大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 $R_{ku} > 5$ 的情况下,表面微小的群峰过尖而易与滚子大端面金属接触,不易产生油膜,从而不利于耐烧粘性。

[0076] 如图11所示,可知在大凸缘面的算数平均粗糙度 R_a 为 0.25 的情况下,大凸缘面成为特别粗糙的表面性状,无论大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 是否处于 $-1.0 \leq R_{sk} \leq -0.3$ 的范围,另外也无论粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 是否处于 $3.0 \leq R_{ku} \leq 5.0$ 的范围,耐烧粘性都变得特别差,而扭矩的稳定性变得特别好。

[0077] 综合图8~图11的评价结果,可知在大凸缘面的算数平均粗糙度 R_a 为 $0.1 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0.2 \mu\text{m}$ 的情况下,若大凸缘面的粗糙度曲线的偏度 R_{sk} 为 $-1.0 \leq R_{sk} \leq -0.3$,且大凸缘面的粗糙度曲线的峰度 R_{ku} 为 $3.0 \leq R_{ku} \leq 5.0$,则能够实现耐烧粘性与扭矩的稳定性的兼得。

[0078] 本发明所涉及的圆锥滚子轴承适于支承汽车的动力传递装置、例如差动齿轮、变速器等所具备的轴的用途等。这是为了在对支承该轴的圆锥滚子轴承施加了预压的状态下进行低速旋转的磨合运转。将装入汽车的动力传递路径的上述的实施方式所涉及的圆锥滚子轴承的一例在图12中示出。

[0079] 图12是作为汽车的动力传递路径的构成要素的差动齿轮的一例。该差动齿轮具备:驱动小齿轮104,其通过两个圆锥滚子轴承102、103被支承为相对于壳体101旋转自如;环形齿轮105,其与该驱动小齿轮104啮合;差动齿轮箱107,其安装有该环形齿轮105,并通过一对圆锥滚子轴承106被支承为相对于壳体101旋转自如;小齿轮108,其配设于该差动齿轮箱107之中;以及一对侧齿轮109,它们与小齿轮108啮合,上述部件被收纳于封入了齿轮油的壳体101内。该齿轮油也成为各圆锥滚子轴承102、103、106的润滑油。各圆锥滚子轴承102、103、106属于上述的实施方式。

[0080] 将装入汽车的动力传递路径的上述的实施方式所涉及的圆锥滚子轴承的另一例在图13中示出。图13是作为汽车的动力传递路径的构成要素的变速器的一例。

[0081] 图13所示的变速器为使变速比阶段性变化的多级变速器,作为将该旋转轴(例如输入轴201和输出轴202)支承为能够旋转的滚动轴承203~208,具备上述的实施方式所涉及的圆锥滚子轴承。图示的变速器具有:供发动机的旋转输入的输入轴201、与输入轴201平行设置的输出轴202、将旋转从输入轴201向输出轴202传递的多个齿轮列209~212;以及装入各齿轮列209~212与输入轴201或输出轴202之间的未图示的离合器。变速器是通过选择性地使离合器卡合来切换使用的齿轮列209~212,使从输入轴201向输出轴202传递的旋转的变速比变化的变速器。输出轴202的旋转被向输出齿轮213输出,该输出齿轮213的旋转被向差速器等传递。输入轴201与输出轴202通过分别对应的圆锥滚子轴承203、204或者圆锥滚子轴承205、206被支承为能够旋转。另外,该变速器通过伴随着齿轮的旋转的润滑油的喷溅、或者来自设置于壳体214的内部喷嘴(省略图示)的润滑油的喷射,将喷溅或者喷射出的润滑油施加到各圆锥滚子轴承203~208的侧面。

[0082] 应认为本次公开的实施方式及实施例在所有方面是例示的,而不是限制性的。因此,本发明的范围通过权利要求表示,意图包含与权利要求均等的意义及范围内的所有变更。

[0083] 附图标记说明

[0084] 1、102、103、106、203~208…圆锥滚子轴承;10…内圈;12…大凸缘面;30…圆锥滚子;33…滚子大端面。

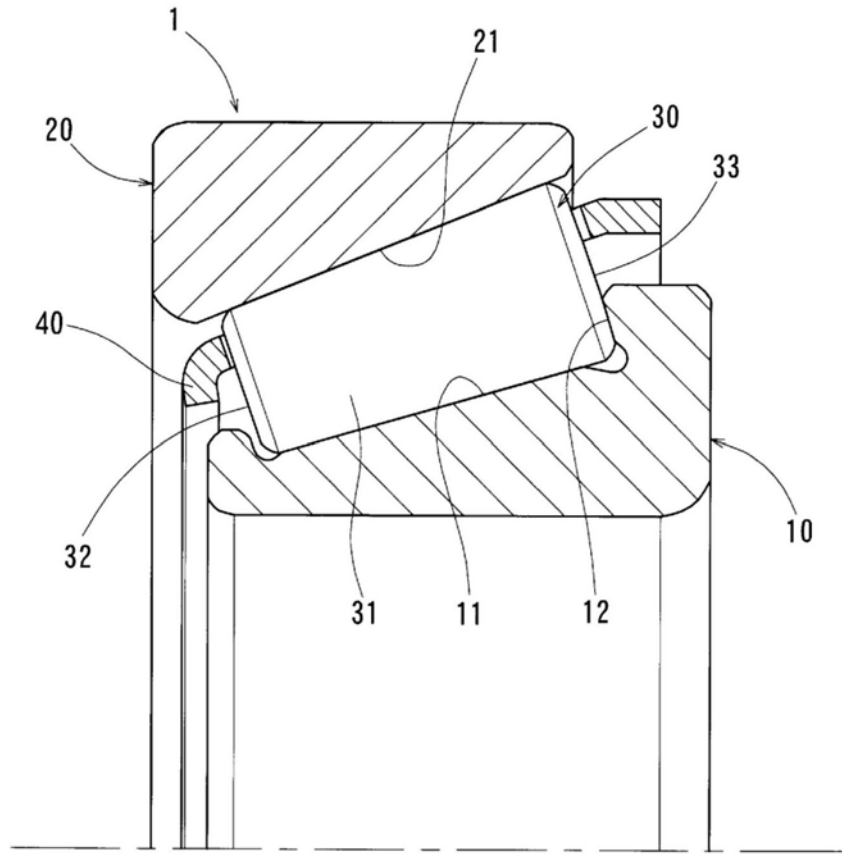


图1

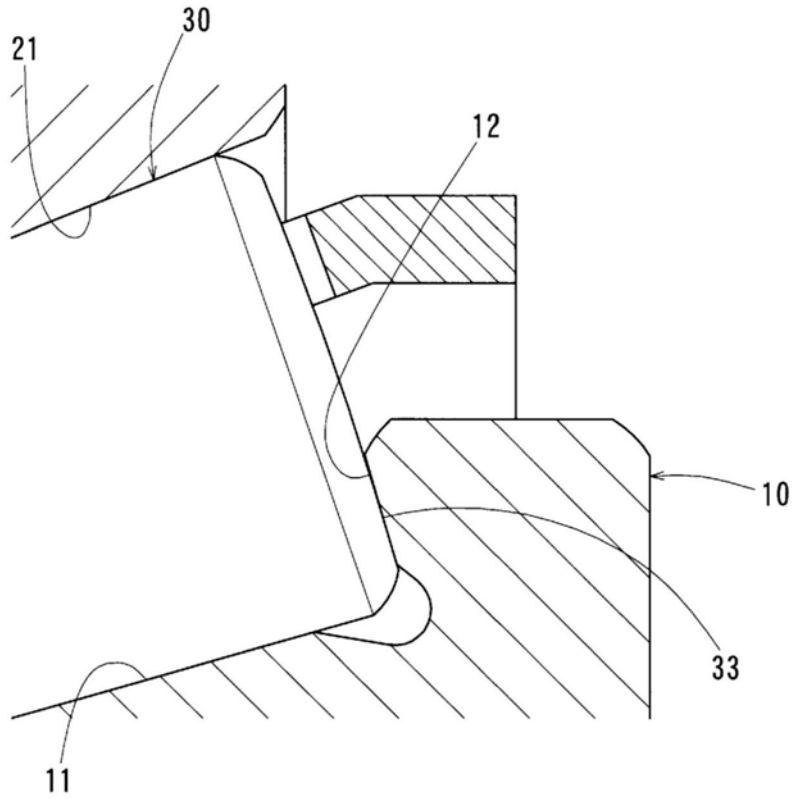


图2

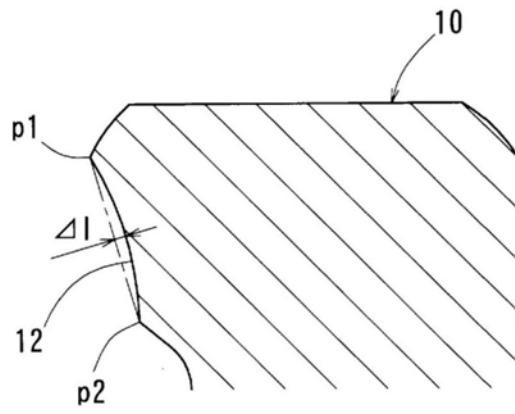


图3

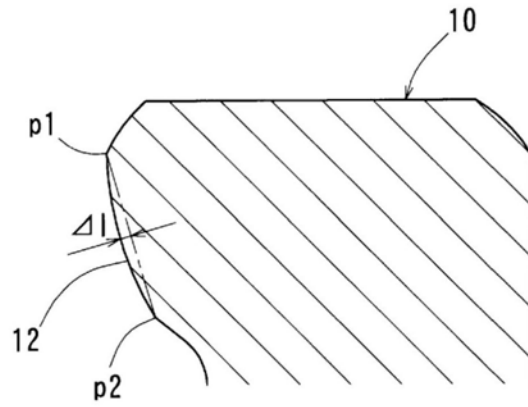


图4

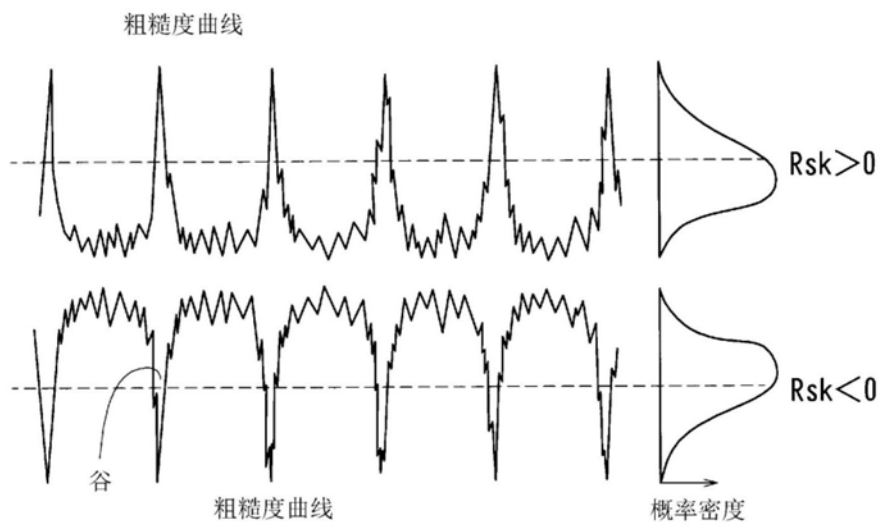


图5

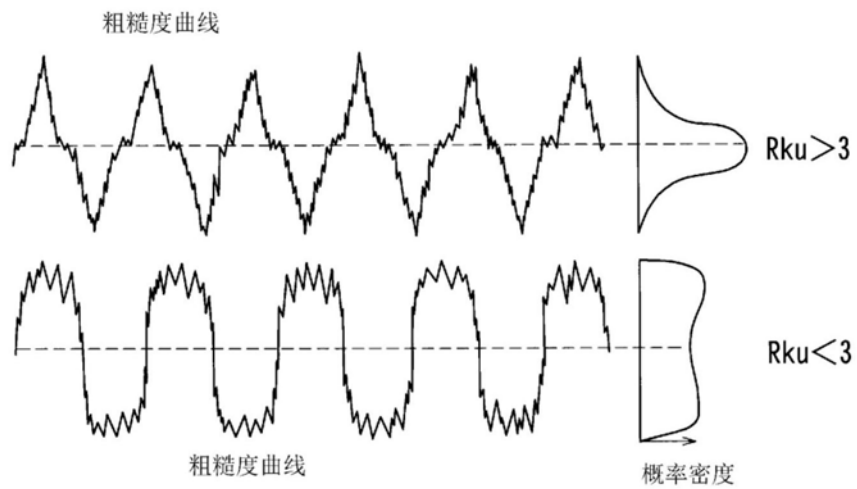


图6

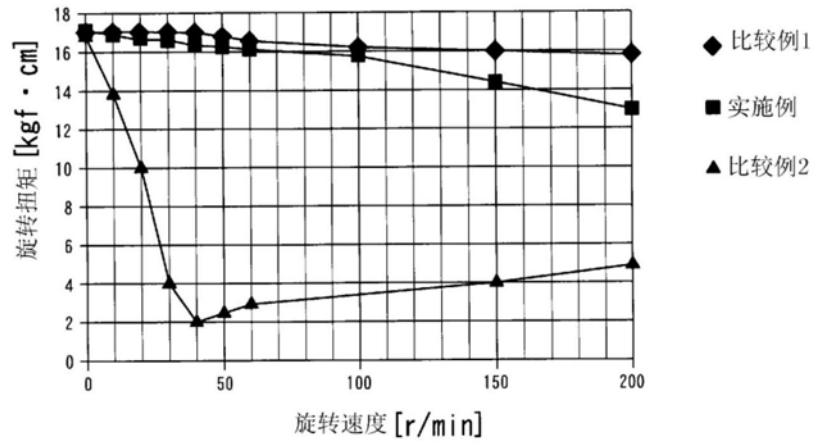


图7

Ra (μm)	Rsk	Rku	耐烧粘性	扭矩的稳定性
0.05	-3.0	6.0	◎	×
		4.0		
		2.0		
	-2.0	6.0	◎	×
		4.0		
		2.0		
	-1.0	6.0	◎	×
		4.0		
		2.0		
	-0.2	6.0	◎	×
		4.0		
		2.0		
-0.1	6.0	◎	×	
	4.0			
	2.0			

图8

Ra (μm)	Rsk	Rku	耐烧粘性	扭矩的稳定性
0.1	-3.0	6.0	×	○
		4.0	△	○
		2.0	△	×
	-2.0	6.0	×	○
		4.0	△	○
		2.0	△	×
	-1.0	6.0	×	○
		4.0	○	○
		2.0	○	×
	-0.2	6.0	△	○
		4.0	△	△
		2.0	○	×
	-0.1	6.0	×	○
		4.0	△	○
		2.0	△	×

图9

Ra (μm)	Rsk	Rku	耐烧粘性	扭矩的稳定性
0.2	-3.0	6.0	×	○
		4.0	△	○
		2.0	○	△
	-2.0	6.0	×	○
		4.0	△	○
		2.0	○	△
	-1.0	6.0	×	○
		4.0	○	○
		2.0	○	△
	-0.2	6.0	△	○
		4.0	△	△
		2.0	△	△
	-0.1	6.0	×	○
		4.0	×	△
		2.0	△	△

图10

Ra (μm)	Rsk	Rku	耐烧粘性	扭矩的稳定性
0.25	-3.0	6.0	×	◎
		4.0		
		2.0		
	-2.0	6.0	×	◎
		4.0		
		2.0		
	-1.0	6.0	×	◎
		4.0		
		2.0		
	-0.2	6.0	×	◎
		4.0		
		2.0		
-0.1	6.0	×	◎	
	4.0			
	2.0			

图11

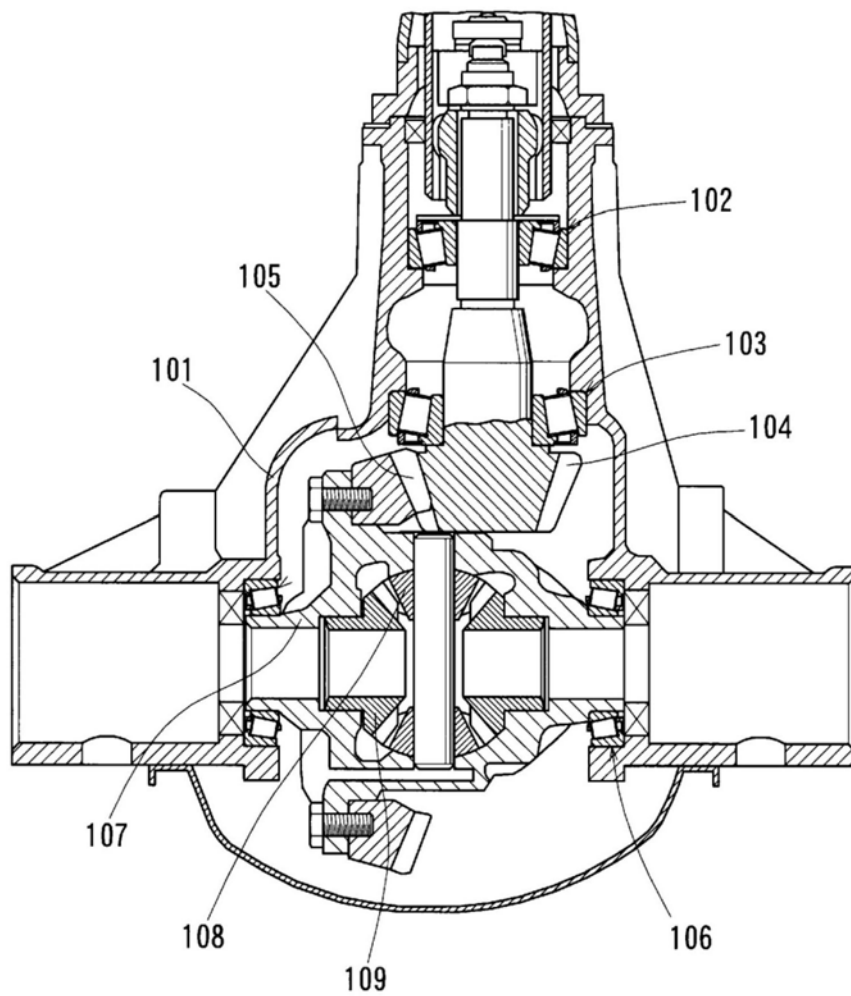


图12

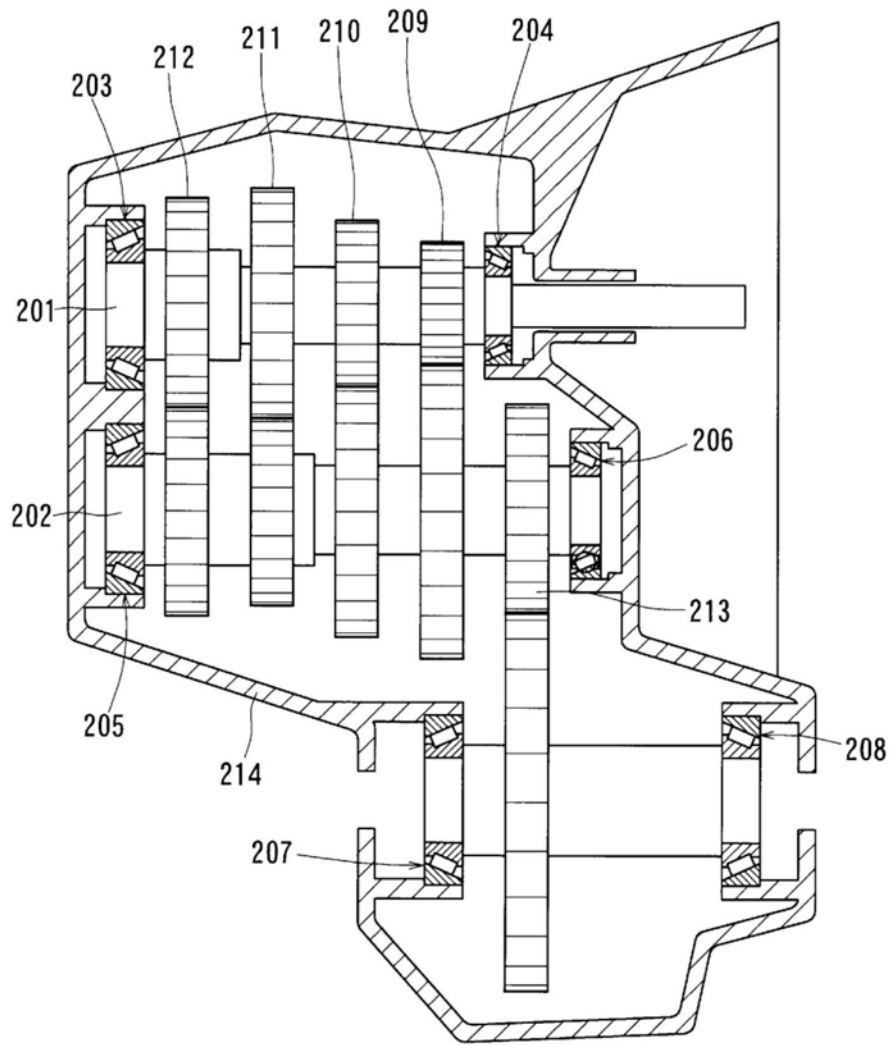


图13