(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年12月14日(14.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/238364 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 33/34 (2006.01) *F16C 33/64* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/023407

(22) 国際出願日： 2022年6月10日(10.06.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社ジェイテクト (**JTEKT CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 岡田 大和 (**OKADA, Hirokazu**); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP).

沼田 陽一 (**NUMADA, Yoichi**); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP).

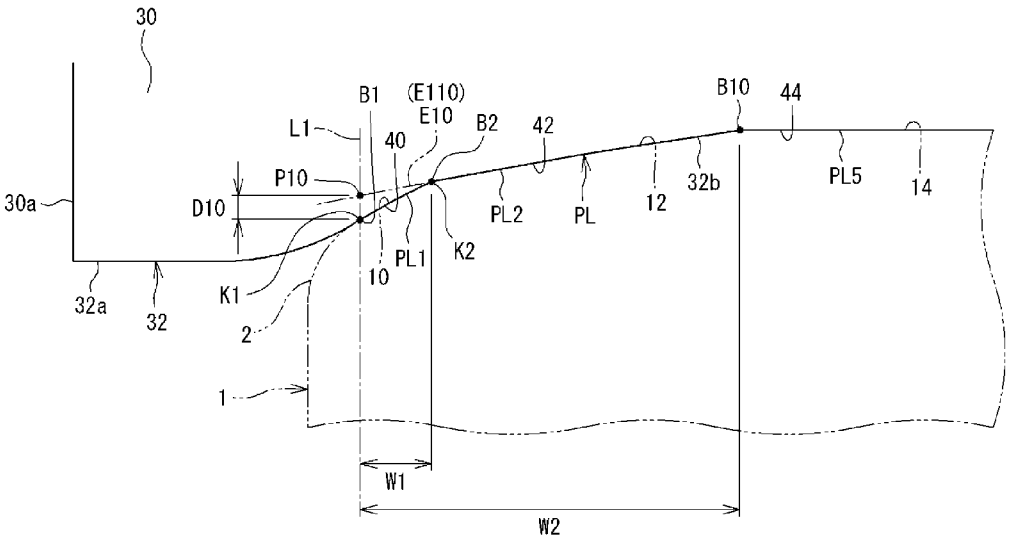
(74) 代理人: 弁理士法人サンクレスト国際特許事務所 (**SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** METHOD OF MANUFACTURING ROLLERS FOR BEARINGS

(54) 発明の名称： 軸受用ころの製造方法

図４



(57) **Abstract:** The method of manufacturing rollers for bearings of the present disclosure includes a polishing step of forming a first crowning part 10 and a second crowning part 12 by bringing a contact surface 32b of a grindstone 30 into contact with a to-be-polished surface 24 of a semifinished product 20 of a cylindrical roller 1 and polishing the to-be-polished surface 24. The contact surface 32b has a first inclined surface 40 and a second inclined surface 42. The difference between the radius of a first intersecting circle P10 where a first boundary surface L1 and a first conical surface

WO 2023/238364 A1

［続葉有］

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

E10 intersect and the radius of a first boundary circle B1 is 3 to 20 μm inclusive, where the first boundary circle is the boundary between a first non-contact surface and the first inclined surface, the first boundary surface is a virtual plane including the first boundary circle, a second boundary circle is the boundary between the first inclined surface and the second inclined surface, a first tangent E110 is a tangent to the second inclined surface 42 on the second boundary circle B2 in a cross section including the center axis C2 of the grindstone 30, and the first conical surface E10 is a virtual conical surface which is an extension of the second inclined surface 42 and of which the generating line is along the first tangent E110.

(57) 要約：本開示の軸受用ころの製造方法では、円筒ころ１の粗形品２０の被研磨面２４に対して砥石３０の接触面３２ｂを接触させ、被研磨面２４を研磨することで、第１クラウニング部１０、及び第２クラウニング部１２を形成する研磨工程を含む。接触面３２ｂは、第１傾斜面４０と、第２傾斜面４２と、を有する。第１非接触面と前記第１傾斜面との境界を第１境界円とし、前記第１境界円を含む仮想平面を第１境界面とし、前記第１傾斜面と前記第２傾斜面との境界を第２境界円とし、砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面において、第２境界円Ｂ２上の第２傾斜面４２に対する接線を第１接線Ｅ１１０とし、第２傾斜面４２を延長した仮想円すい面であって母線が第１接線Ｅ１１０に沿う仮想円すい面を、第１円すい面Ｅ１０としたとき、第１境界面Ｌ１と第１円すい面Ｅ１０とが交差する第１交差円Ｐ１０の半径と、第１境界円Ｂ１の半径と、の差が３μm以上、２０μm以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 軸受用ころの製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、軸受用ころの製造方法に関する。

背景技術

[0002]　軸受用ころの外径面は、軸方向端部に生じる過度な応力負荷を緩和するためにクラウニングが設けられることがある。クラウニングは、外径面の母線の全域又は軸方向両端部に僅かな曲率又は傾斜を設けることである（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００５－１５５７６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　図７Ａは、従来の軸受用ころの外周面の要部を示す図である。

図７Ａ中、軸受用ころ１００の外周面１００ａは、軸受用ころ１００の第１側１００ｂから軸方向に沿って順番に並ぶ、面取り部１０２と、外径面１０４とを有する。

外径面１０４は、面取り部１０２に隣接するクラウニング部１０６と、クラウニング部１０６に繋がっている円筒部１０８とを有する。

クラウニング部１０６は、所定の曲率を有しており、面取り部１０２と円筒部１０８とを滑らかに繋いでいる。

[0005]　クラウニング部１０６は、図７Ｂに示すように、粗形品１１０の外周面１１０ａに砥石２００の加工面２０２を接触させて研磨することで形成される。粗形品１１０は、軸受用ころ１００の素材であり、クラウニング部１０６及び円筒部１０８を設けることで軸受用ころ１００になる。粗形品１１０の外周面１１０ａは、面取り部１１２と、被研磨面１１４とを有する。面取り

部１１２は軸受用ころ１００の面取り部１０２として残される。

[0006] 加工面２０２は、クラウニング部１０６を形成するための傾斜面２０２ａと、円筒部１０８を形成するための円筒面２０２ｂとを有している。両面２０２ａ，２０２ｂは、クラウニング部１０６及び円筒部１０８の形状と合致する形状に形成（ドレッシング）される。

[0007] ドレッシングされた砥石２００は、軸受用ころ１００の研磨に繰り返し使用される。

砥石２００の両面２０２ａ，２０２ｂは、繰り返し使用されることで摩耗によって徐々に変形する。この変形により、形成されるクラウニング部１０６の寸法精度も徐々に低下する。このため、砥石２００は、所定の繰り返し回数だけ使用された後に、再度ドレッシングされ、クラウニング部１０６及び円筒部１０８の形状と合致する形状に再形成される。

[0008] ここで、軸受用ころ１００が砥石２００によって研磨されたとき、図７Ａの破線の円中に示す部分断面図で示すように、突起１２０が研磨後の軸受用ころ１００における面取り部１０２と、クラウニング部１０６との境界Ｂの近傍に生じることがある。突起１２０の径方向の高さは数μｍ程度である。

この突起１２０は、砥石２００の傾斜面２０２ａに生じる部分的な摩耗に起因して発生する。すなわち、境界Ｂの近傍は、最も研磨量が多く、作用する負荷及び面圧が他の部分と比較して大きい。このため、摩耗は、傾斜面２０２ａにおける境界Ｂに対応する部分で顕著になる。このような傾斜面２０２ａにおける部分的な摩耗は、境界Ｂの近傍に突起１２０を引き起こす。

[0009] 軸受用ころ１００が軸受に用いられたとき、突起１２０は、軌道輪と接触する。突起１２０と軌道との接触は、軸受の寿命を低下させるおそれがある。

また、突起１２０は、研磨によってクラウニング部１０６を形成する上において不可避的に発生する。

このため、上述の突起が生じたとしても、軸受寿命低下を抑制する方策が望まれる。

課題を解決するための手段

[0010] 本実施形態は、軸受用ころの製造方法である。前記軸受用ころの粗形品の外周面は、前記粗形品の軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１粗形品面取り部と、被研磨面と、を有する。前記軸受用ころの外周面は、前記軸受用ころの軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１面取り部と、第１クラウニング部と、第２クラウニング部と、を有する。この製造方法は、前記被研磨面に対して砥石を接触させ、前記第１粗形品面取り部を前記第１面取り部として残しつつ、前記第１クラウニング部、及び前記第２クラウニング部を前記被研磨面に形成し、前記粗形品から前記軸受用ころを得る研磨工程を含む。前記砥石は、前記粗形品に接触する接触面と、前記粗形品の前記第１側で前記接触面に隣接する第１非接触面と、を有する。前記接触面は、前記第１非接触面に隣接するとともに前記第１クラウニング部を形成するための第１傾斜面と、前記第２クラウニング部を形成するための第２傾斜面と、を有する。前記第１非接触面と前記第１傾斜面との境界を第１境界円とし、前記第１境界円を含む仮想平面を第１境界面とし、前記第１傾斜面と前記第２傾斜面との境界を第２境界円とする。また、前記砥石の中心軸を含む断面において、前記第２境界円上の前記第２傾斜面に対する接線を第１接線とし、前記第２傾斜面を前記第２境界円よりも軸方向の第１側へ延長した仮想円すい面であって母線が前記第１接線に沿う前記仮想円すい面を、第１円すい面としたとき、前記第１境界面と前記第１円すい面とが交差する第１交差円の半径と、前記第１境界円の半径と、の差が３μｍ以上、２０μｍ以下である。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、軸受寿命低下の抑制が可能な軸受用ころを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、円筒ころの正面図である。

[図2A]図２Ａは、図１の要部拡大図である。

[図2B]図２Ｂは、図２Ａの要部をさらに拡大した図である。

[図3]図３は、円筒ころの製造方法を示す図である。

[図4]図４は、砥石の断面を示す図である。

[図5]図５は、砥石の断面を示す図である。

[図6]図６は、本実施形態の円筒ころが用いられる円筒ころ軸受の断面図である。

[図7A]図７Ａは、従来の軸受用ころの外周面の要部を示す図である。

[図7B]図７Ｂは、従来の軸受用ころに用いられる砥石を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 最初に実施形態の内容を列記して説明する。

［実施形態の概要］

（１）本実施形態は、軸受用ころの製造方法である。前記軸受用ころの粗形品の外周面は、前記粗形品の軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１粗形品面取り部と、被研磨面と、を有する。前記軸受用ころの外周面は、前記軸受用ころの軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１面取り部と、第１クラウニング部と、第２クラウニング部と、を有する。この製造方法は、前記被研磨面に対して砥石を接触させ、前記第１粗形品面取り部を前記第１面取り部として残しつつ、前記第１クラウニング部、及び前記第２クラウニング部を前記被研磨面に形成し、前記粗形品から前記軸受用ころを得る研磨工程を含む。前記砥石は、前記粗形品に接触する接触面と、前記粗形品の前記第１側で前記接触面に隣接する第１非接触面と、を有する。前記接触面は、前記第１非接触面に隣接するとともに前記第１クラウニング部を形成するための第１傾斜面と、前記第２クラウニング部を形成するための第２傾斜面と、を有する。前記第１非接触面と前記第１傾斜面との境界を第１境界円とし、前記第１境界円を含む仮想平面を第１境界面とし、前記第１傾斜面と前記第２傾斜面との境界を第２境界円とする。また、前記砥石の中心軸を含む断面において、前記第２境界円上の前記第２傾斜面に対する接線を第１接線とし、前記第２傾斜面を前記第２境界円よりも軸方向の

第１側へ延長した仮想円すい面であって母線が前記第１接線に沿う前記仮想円すい面を、第１円すい面としたとき、前記第１境界面と前記第１円すい面とが交差する第１交差円の半径と、前記第１境界円の半径と、の差が３μｍ以上、２０μｍ以下である。

[0014] 上記製造方法によって得られる軸受用ころの第１面取り部と第１クラウニング部との境界の径方向位置は、軸受用ころの外周面に第２クラウニング部のみを設けた場合における第１面取り部と第２クラウニング部との境界の径方向位置よりも軸受用ころの中心軸寄りになる。これにより、上記実施形態によって得られた軸受用ころは、第１面取り部と第１クラウニング部との境界近傍に突起が生じたとしても、この突起を第２クラウニング部の仮想延長面よりも径方向内方側に収めることができ、突起が軌道輪に接触して軸受の寿命を低下させるのを抑制することができる。

第１交差円の半径と第１境界円の半径との差が３μｍより小さい場合、突起は第２クラウニング部の仮想延長面よりも径方向外方へ突出するおそれがある。また、第１交差円の半径と第１境界円の半径との差が２０μｍよりも大きい場合、被研磨面の研磨量は必要以上に大きくなる。研磨量の増大は、コスト増加に繋がるおそれがある。

上記製造方法は、第１交差円の半径と第１境界円の半径との差を３μｍ以上、２０μｍ以下とすることで、軸受寿命低下の抑制が可能な軸受用ころを得ることができる。

[0015] （２）上記軸受用ころの製造方法において、前記軸受用ころの粗形品の外周面は、前記被研磨面の軸方向の第２側に隣接する第２粗形品面取り部をさらに有し、前記軸受用ころの外周面は、前記軸受用ころの軸方向の第２側から第１側へ向かって順番に並ぶ、第２面取り部と、第３クラウニング部と、前記第３クラウニング部と前記平坦部との間に位置する第４クラウニング部と、を有し、前記研磨工程では、前記第２粗形品面取り部を前記第２面取り部として残しつつ、前記第１クラウニング部、及び前記第２クラウニング部に加えて、前記第３クラウニング部、及び前記第４クラウニング部を前記被研

磨面に形成し、前記砥石は、前記粗形品の前記第２側で前記接触面に隣接する第２非接触面をさらに有し、前記接触面は、前記第２非接触面に隣接するとともに前記第３クラウニング部を形成するための第３傾斜面と、前記第４クラウニング部を形成するための第４傾斜面と、をさらに有し、前記第２非接触面と前記第３傾斜面との境界を第３境界円とし、前記第３境界円を含む仮想平面を第２境界面とし、前記第３傾斜面と前記第４傾斜面との境界を第４境界円とし、前記砥石の中心軸を含む断面において、前記第４境界円上の前記第４傾斜面に対する接線を第２接線とし、前記第４傾斜面を前記第４境界円よりも軸方向の第２側へ延長した仮想円すい面であって母線が前記第２接線に沿う前記仮想円すい面を、第２円すい面としたとき、前記第２境界面と前記第２円すい面とが交差する第２交差円の半径と、前記第３境界円の半径と、の差が３μｍ以上、２０μｍ以下であることが好ましい。

第２交差円の半径と第３境界円の半径との差が３μｍより小さい場合、第２面取り部と第３クラウニング部との境界近傍に生じる突起は第４クラウニング部の仮想延長面よりも径方向外方へ突出するおそれがある。また、第２交差円の半径と第３境界円の半径との差が２０μｍよりも大きい場合、被研磨面の研磨量は必要以上に大きくなる。研磨量の増大はコスト増加に繋がるおそれがある。

上記製造方法は、第２交差円の半径と第３境界円の半径との差を３μｍ以上、２０μｍ以下とすることで、軸受寿命低下の抑制が可能な軸受用ころをより確実に得ることができる。

[0016] （３）上記軸受用ころの製造方法において、前記軸受用ころの外周面は、前記第２クラウニング部の前記軸受用ころの軸方向の第２側で前記第２クラウニング部に隣接する円筒部をさらに有し、前記接触面は、前記第２傾斜面に隣接するとともに前記円筒部を形成するための円筒面をさらに有し、前記第２傾斜面と前記円筒面との境界を第５境界円とし、

前記第１境界円と前記第２境界円との間の軸方向の距離を第１間隔、前記第１境界円と前記第５境界円との軸方向の距離を第２間隔とするとき、前記

第２間隔に対する前記第１間隔の割合は、１／２０以上、１／２以下であることが好ましい。

第２間隔に対する第１間隔の割合を１／２０よりも小さくすることは、軸受用ころの径寸法によっては、第１クラウニング部の所望の軸方向の長さが確保できないことに繋がるおそれがある。第２間隔に対する第１間隔の割合を１／２よりも大きくすることは、第１クラウニング部の所望の軸方向の長さが必要以上に大きくなることに繋がり、研磨量が大きくなる。研磨量が大きくなることは、コストが増加することに繋がるおそれがある。

第２間隔に対する第１間隔の割合を１／２０以上、１／２以下とすることは、軸方向における好適な範囲で第１クラウニング部を設けることを許容する。

[0017] ［実施形態の詳細］

以下、好ましい実施形態について図面を参照しつつ説明する。

〔円筒ころの構成〕

[0018] 図１は、円筒ころの正面図である。

図１中、円筒ころ１は、軸受用ころであり、円筒ころ軸受やスラストころ軸受の転動体として用いられる。

円筒ころ１は、軸受鋼等により形成された円筒状の部材である。

以下の説明においては、円筒ころ１の中心軸Ｃ１に沿う方向を「軸方向」という。軸方向には、円筒ころ１の中心軸Ｃ１に平行な方向も含まれる。また、円筒ころ１の直径に沿う方向を「径方向」という。

[0019] 円筒ころ１は、外周面１ａと、円筒ころ１の軸方向の第１側である第１ころ端面１ｂと、円筒ころ１の軸方向の第２側である第２ころ端面１ｃと、を有する。

円筒ころ１の外周面１ａは、第１面取り部２と、外径面４と、第２面取り部６とを有する。

第１面取り部２は、円筒ころ１の第１ころ端面１ｂと、外径面４との間に設けられる。

第２面取り部６は、円筒ころ１の第２ころ端面１ｃと、外径面４との間に設けられる。

[0020] 外径面４は、研磨された表面である。

外径面４は、第１クラウニング部１０と、第２クラウニング部１２と、円筒部（平坦部）１４と、第３クラウニング部１６と、第４クラウニング部１８とを有する。

外径面４は、転動面を含む。転動面は、円筒ころ１が組み込まれる円筒ころ軸受の内外輪の軌道面に接触する面である。転動面は、第２クラウニング部１２の全部と、円筒部１４の全部と、第４クラウニング部１８の全部と、第１クラウニング部１０の軸方向の第２側の一部と、第３クラウニング部１６の軸方向の第１側の一部と、を含む。

[0021] 円筒部１４は、外径面４の軸方向中央に設けられている。

第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２は、円筒部１４と第１面取り部２との間に設けられている。第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２は、円筒部１４から第１面取り部２へ向かって縮径するように傾斜している傾斜面である。円筒ころ１の中心軸を含む断面において、第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２は、円筒部１４に対して傾斜している。

第３クラウニング部１６及び第４クラウニング部１８は、円筒部１４と第２面取り部６との間に設けられている。第３クラウニング部１６及び第４クラウニング部１８は、円筒部１４から第２面取り部６へ向かって縮径するように傾斜している傾斜面である。円筒ころ１の中心軸を含む断面において、第３クラウニング部１６及び第４クラウニング部１８は、円筒部１４に対して傾斜している。

外径面４は、傾斜面である各クラウニング部１０，１２，１６，１８を有することで、全体としてクラウニング形状を有する。

[0022] 図２Ａは、図１の要部拡大図である。図２Ａは、円筒ころ１の第１ころ端面１ｂを含む端部を示している。

図２Ａに示すように、円筒ころ１の外周面１ａにおいて、第１面取り部２、第１クラウニング部１０、第２クラウニング部１２、及び円筒部１４は、円筒ころ１の第１ころ端面１ｂ（第１側）から第２ころ端面１ｃ（第２側）へ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

第１クラウニング部１０は、第１面取り部２に繋がっている。第２クラウニング部１２は、第１クラウニング部１０と円筒部１４との間に設けられている。

第１面取り部２と第１クラウニング部１０との境界は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１の周方向に延在する境界円Ｋ１である。

第１クラウニング部１０と第２クラウニング部１２との境界は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１の周方向に延在する境界円Ｋ２である。

[0023] 第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２は、上述したように、円筒部１４から第１面取り部２へ向かって縮径するように傾斜している。

第１クラウニング部１０は曲面を有する。第１クラウニング部１０は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において第１クラウニング部１０の断面輪郭線上の任意の２点を結ぶ仮想直線より円筒ころ１の中心軸Ｃ１とは反対側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線を有する。第１クラウニング部１０は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１に垂直な任意の平面において円形を有する。

第２クラウニング部１２は曲面を有する。第２クラウニング部１２は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において第２クラウニング部１２の断面輪郭線上の任意の２点を結ぶ仮想直線より円筒ころ１の中心軸Ｃ１とは反対側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線を有する。第２クラウニング部１２は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１に垂直な任意の平面において円形を有する。

円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において、第１クラウニング部１０の任意の位置での接線と円筒ころ１の中心軸Ｃ１と成す角度は、境界円Ｋ２を除く第２クラウニング部１２の任意の位置での接線と円筒ころ１の中心軸Ｃ

１と成す角度よりも大きい。

[0024] 図２Ｂは、図２Ａの要部をさらに拡大した図である。

上述のように、円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において、第１クラウニング部１０の任意の位置での接線と円筒ころ１の中心軸Ｃ１と成す角度は、境界円Ｋ２を除く第２クラウニング部１２の任意の位置での接線と円筒ころ１の中心軸Ｃ１と成す角度よりも大きい。よって、第１クラウニング部１０は、第２クラウニング部１２から第１面取り部２へ向かうに従って、第１ころ延長円すい面Ｅ１に対して漸次離れるように傾斜する。

第１ころ延長円すい面Ｅ１は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において第１クラウニング部１０と第２クラウニング部１２との境界円Ｋ２における第２クラウニング部１２の接線を母線とする仮想円すい面である。つまり、第１ころ延長円すい面Ｅ１は、第２クラウニング部１２の仮想延長面である。

[0025] 交差円Ｐ１は、第１ころ延長円すい面Ｅ１と、第１境界面Ｌ１とが交差する円である。第１境界面Ｌ１は、境界円Ｋ１を含む仮想平面である。

交差円Ｐ１は、第１面取り部２と第２クラウニング部１２とを、第１クラウニング部１０を設けることなく繋げたと仮定した場合における、第１面取り部２と第２クラウニング部１２との仮想境界円である。

[0026] ここで、境界円Ｋ１の半径と、交差円Ｐ１の半径との差Ｄ１が、３μｍ以上、２０μｍ以下とされる。

これにより、研磨による突起が境界円Ｋ１近傍に生じたとしても、この突起は第２クラウニング部１２の第１ころ延長円すい面Ｅ１よりも径方向内方側に収められる。これにより、円筒ころ１は、突起が内外輪に接触して軸受の寿命を低下させるのを抑制することができる。

[0027] 第３クラウニング部１６及び第４クラウニング部１８は、第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２を軸方向の中心を基準に１８０°反転させた構成と同様の構成である。

[0028] 〔研磨工程について〕

図３は、円筒ころ１の製造方法を示す図である。

図３は、粗形品２０から円筒ころ１を得る研磨工程を示している。

図３中、粗形品２０は、円筒ころ１の素材である。粗形品２０は、各クラウニング部１０，１２，１６，１８及び円筒部１４を設けることで円筒ころ１となる。

粗形品２０は、外周面２０ａと、粗形品の軸方向の第１側である第１粗形品端面２０ｂと、粗形品の軸方向の第２側である第２粗形品端面２０ｃと、を有する。

粗形品２０の外周面２０ａは、第１粗形品面取り部２２と、被研磨面２４と、第２粗形品面取り部２６とを有する。第１粗形品面取り部２２及び第２粗形品面取り部２６は、研磨工程後に、第１面取り部２及び第２面取り部６として残される。

外周面２０ａにおいて、第１粗形品面取り部２２、被研磨面２４、及び、第２粗形品面取り部２６は、粗形品２０の第１粗形品端面２０ｂ（第１側）から第２粗形品端面２０ｃ（第２側）へ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

[0029] 研磨工程において、砥石３０は、被研磨面２４に接触させられる。これにより、各クラウニング部１０，１２，１６，１８及び円筒部１４は、被研磨面２４に設けられる。

砥石３０は、例えば、アルミナを主成分とした砥粒を用いた砥石である。

砥石３０は、ほぼ円筒状に形成されている。砥石３０は、回転装置（図示省略）によって砥石３０の中心軸Ｃ２回りに回転可能である。

[0030] 砥石３０は、外周面３２と、砥石３０の軸方向の第１側である第１砥石端面３０ａと、砥石３０の軸方向の第２側である第２砥石端面３０ｂと、を有する。

砥石３０の外周面３２は、第１非接触面３２ａと、接触面３２ｂと、第２非接触面３２ｃと、を有している。両非接触面３２ａ、３２ｃは粗形品２０に接触しない。接触面３２ｂは粗形品２０に接触する。

第１非接触面３２ａと、接触面３２ｂと、第２非接触面３２ｃと、は、第１砥石端面３０ａから第２砥石端面３０ｂへ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

[0031] 研磨工程において、砥石３０と粗形品２０とは円筒ころ１の中心軸Ｃ１と砥石３０の中心軸Ｃ２とが平行になるよう配置される。次いで、砥石３０及び粗形品２０は回転させられる。その後、図３中の下段に示すように、粗形品２０の被研磨面２４は砥石３０の外周面（接触面３２ｂ）に接触させられる。

[0032] 接触面３２ｂは、各クラウニング部１０，１２，１６，１８及び円筒部１４を形成するための複数の面を有している。

被研磨面２４は、接触面３２ｂによって研磨される。これにより、接触面３２ｂの形状が被研磨面２４に転写される。これにより、各クラウニング部１０，１２，１６，１８及び円筒部１４が、被研磨面２４に形成される。粗形品２０は、各クラウニング部１０，１２，１６，１８及び円筒部１４が、被研磨面２４に形成されて、円筒ころ１になる。

[0033] 図４は、砥石３０の断面を示す図である。なお、図４は、断面を示しているが、以下の説明では、主として、断面に現れる外形の各部分について説明する。

上述のように、接触面３２ｂは、第１傾斜面４０と、第２傾斜面４２と、円筒面（平坦面）４４とを有する。

接触面３２ｂにおいて、第１傾斜面４０、第２傾斜面４２、及び、円筒面４４は、砥石３０の第１砥石端面３０ａ（第１側）から第２砥石端面３０ｂ（第２側）（図３）へ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

[0034] 円筒面４４は、円筒部１４を形成するための面である。円筒面４４は、接触面３２ｂの軸方向中央に設けられている。

第１傾斜面４０及び第２傾斜面４２は、第１非接触面３２ａと円筒面４４との間に設けられている。

第１傾斜面４０は、第１非接触面３２ａに繋がっている。第１傾斜面４０

は、第１クラウニング部１０を形成するための面である。

第１傾斜面４０は曲面を有する。第１傾斜面４０は、砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面において、第１傾斜面４０の断面輪郭線の任意の２点を結ぶ仮想直線より砥石３０の中心軸Ｃ２側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線（後述する第１傾斜線部ＰＬ１）を有する。第１傾斜面４０は、砥石３０の中心軸Ｃ２に垂直な任意の断面において円形を有する。

[0035] 第２傾斜面４２は、第１傾斜面４０と円筒面４４との間に設けられている。第２傾斜面４２は、第２クラウニング部１２を形成するための面である。

第２傾斜面４２は曲面を有する。第２傾斜面４２は、砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面において、第２傾斜面４２の断面輪郭線の任意の２点を結ぶ仮想直線より砥石３０の中心軸Ｃ２側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線（後述する第２傾斜線部ＰＬ２）を有する。第２傾斜面４２は、砥石３０の中心軸Ｃ２に垂直な任意の断面において円形を有する。

接触面３２ｂに含まれる各面は、滑らかに繋がっている。

[0036] 接触面３２ｂの中心軸Ｃ２を含む軸方向断面における輪郭線ＰＬは、第１傾斜線部ＰＬ１と、第２傾斜線部ＰＬ２と、直線部ＰＬ５とを有する。

第１傾斜線部ＰＬ１は、第１傾斜面４０に対応する輪郭線である。よって、第１傾斜線部ＰＬ１は、第１クラウニング部１０の中心軸Ｃ１を含む断面における曲線の曲率と同じ曲率の曲線である。

第２傾斜線部ＰＬ２は、第２傾斜面４２に対応する輪郭線である。よって、第２傾斜線部ＰＬ２は、第２クラウニング部１２の中心軸Ｃ１を含む断面における曲線の曲率と同じ曲率の曲線である。

直線部ＰＬ５は、円筒面４４に対応する輪郭線である。直線部ＰＬ５は、中心軸Ｃ２に平行な直線である。

[0037] 図４中、第１境界円Ｂ１は、第１非接触面３２ａと第１傾斜面４０との境界である。第１境界円Ｂ１は、第１面取り部２と第１クラウニング部１０と

の境界円Ｋ１に接する。

第２境界円Ｂ２は、第１傾斜面４０と第２傾斜面４２との境界である。第２境界円Ｂ２は、第１クラウニング部１０と第２クラウニング部１２との境界円Ｋ２に接する。

[0038] また、第１円すい面Ｅ１０は、第２傾斜面４２を第２境界円Ｂ２よりも軸方向の第１側へ延長した仮想円すい面である。第１円すい面Ｅ１０の母線は、第１接線Ｅ１１０に沿っている。第１接線Ｅ１１０は、中心軸Ｃ２を含む断面において、第２境界円Ｂ２上の第２傾斜面４２に対する接線である。

つまり、第１円すい面Ｅ１０は、第２境界円Ｂ２において砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面における第２傾斜線部ＰＬ２の接線を、軸方向の第１側へ向けて延長し、砥石３０の中心軸Ｃ２の周方向に積分した円すい面である。

[0039] また、第１境界面Ｌ１は、上述したように、第１境界円Ｂ１（境界円Ｋ１）を含む仮想平面である。

よって、研磨工程終了時に境界円Ｋ１と第１境界円Ｂ１とが一致している時、第１ころ延長円すい面Ｅ１と第１円すい面Ｅ１０とは重なる。

また、第１交差円Ｐ１０は、第１境界面Ｌ１と第１円すい面Ｅ１０とが交差する円である。

ここで、本実施形態では、第１交差円Ｐ１０の半径と、第１境界円Ｂ１の半径との差Ｄ１０が、３μｍ以上、２０μｍ以下とされる。

[0040] 上記構成によって得られる円筒ころ１の境界円Ｋ１の径方向位置は、円筒ころ１の外周面１ａに第２クラウニング部１２のみを設けた場合における第１面取り部２と第２クラウニング部１２との境界（交差円Ｐ１）の径方向位置よりも円筒ころ１の中心軸Ｃ１寄りになる。これにより、上記実施形態によって得られた軸受用ころは、第１面取り部２と第１クラウニング部１０との境界円Ｋ１近傍に突起が生じたとしても、この突起を第２クラウニング部１２の第１ころ延長円すい面Ｅ１（図２Ｂ）よりも径方向内方側に収めることができ、突起が内外輪に接触して軸受の寿命を低下させるのを抑制することができる。

上記差Ｄ１０が３μｍより小さい場合、突起は第２クラウニング部１２の第１ころ延長円すい面Ｅ１よりも径方向外方へ突出して形成されるおそれがある。また、差Ｄ１０が２０μｍよりも大きい場合、被研磨面２４の研磨量は必要以上に大きくなる。研磨量の増大は、コスト増加に繋がるおそれがある。

上記製造方法は、差Ｄ１０を３μｍ以上、２０μｍ以下とすることで、軸受寿命低下の抑制が可能な円筒ころ１を得ることができる。

[0041] なお、差Ｄ１０の下限値は、好ましくは５μｍ以上である。下限値を５μｍ以上とすることで、上記製造方法は、より確実に、境界円Ｋ１近傍に生じる突起を、第１ころ延長円すい面Ｅ１よりも径方向内方側に収めることができる。

また、差Ｄ１０の上限値は、好ましくは１０μｍ以下である。上限値を１０μｍ以下とすることで、上記製造方法は、確実にコスト増加を抑制できる。

[0042] 図４に示すように、本実施形態において、第２境界円Ｂ２と第１境界円Ｂ１との間の軸方向の距離を第１間隔Ｗ１、境界円Ｂ１０と、第１境界円Ｂ１との間の軸方向の距離を第２間隔Ｗ２とするとき、第２間隔Ｗ２に対する第１間隔Ｗ１の割合は、１／２０以上、１／２以下であることが好ましい。なお、境界円Ｂ１０（第５境界円）は、第２傾斜面４２と、円筒面４４との境界である。

[0043] 第２間隔Ｗ２に対する第１間隔Ｗ１の割合を１／２０よりも小さくすると、円筒ころ１の径寸法によっては、第１傾斜面４０によって形成される第１クラウニング部１０は、軸方向の範囲が小さくなり、第１クラウニング部１０として必要な範囲を確保できないおそれがある。第２間隔に対する第１間隔の割合を１／２よりも大きくすると、第１傾斜面４０によって形成される第１クラウニング部１０は、軸方向の範囲が必要以上に大きくなり、研磨量が大きくなることでコスト増加に繋がるおそれがある。

第２間隔Ｗ２に対する第１間隔Ｗ１の割合を１／２０以上、１／２以下と

することで、上記製造方法は、好適な軸方向の範囲で第１クラウニング部１０を設けることができる。

[0044] なお、第２間隔Ｗ２に対する第１間隔Ｗ１の割合の下限値は、好ましくは、１／７以上である。前記下限値を１／７以上とすることで、上記製造方法は、より確実に、好適な軸方向の範囲で第１クラウニング部１０を設けることができる。

[0045] 図２Ａに示すように、上記砥石３０で形成された円筒ころ１の第１クラウニング部１０の軸方向幅を第１クラウニング幅ＣＷ１、第１クラウニング部１０及び第２クラウニング部１２を含むクラウニング部全体の軸方向幅を全体クラウニング幅ＣＷとしたとき、全体クラウニング幅ＣＷに対する第１クラウニング幅ＣＷ１は、以下のように設定することができる。

すなわち、全体クラウニング幅ＣＷが１．５ｍｍ以上、３ｍｍ未満である場合、第１クラウニング幅ＣＷ１は０．５ｍｍとすることが好ましい。

また、全体クラウニング幅ＣＷが３ｍｍ以上、６ｍｍ未満である場合、第１クラウニング幅ＣＷ１は１．０ｍｍとすることが好ましい。

また、全体クラウニング幅ＣＷが６ｍｍ以上である場合、第１クラウニング幅ＣＷ１は２ｍｍとすることが好ましい。

[0046] 図５は、砥石３０の断面を示す図である。図５は、砥石３０の第２砥石端面３０ｂを含む断面を示している。なお、図５は、断面を示しているが、以下の説明では、主として、断面に現れる外形の各部分について説明する。

上述したように、円筒ころ１の外周面１ａは、第２面取り部６、第３クラウニング部１６、及び第４クラウニング部１８を有する。

第２面取り部６、第３クラウニング部１６、及び第４クラウニング部１８は、円筒ころ１の第２ころ端面１ｃ（第２側）から第１ころ端面１ｂ（第１側）へ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

[0047] 第３クラウニング部１６は、第２面取り部６に繋がっている。第４クラウニング部１８は、第３クラウニング部１６と円筒部１４との間に設けられている。

第３クラウニング部１６は、第１クラウニング部１０と同様の形状を有する。第４クラウニング部１８は、第２クラウニング部１２と同様の形状を有する。

よって、第３クラウニング部１６及び第４クラウニング部１８についての説明は省略する。

[0048] 接触面３２ｂは、第３傾斜面５０と、第４傾斜面５２とをさらに有する。

接触面３２ｂにおいて、第３傾斜面５０、第４傾斜面５２、及び、円筒面４４は、砥石３０の第２砥石端面３０ｂ（第２側）から第１砥石端面３０ａ（第１側）（図３）へ向かって軸方向に沿って順番に並んでいる。

第３傾斜面５０及び第４傾斜面５２は、第２非接触面３２ｃと円筒面４４との間に設けられている。

第３傾斜面５０は、第２非接触面３２ｃに繋がっている。第３傾斜面５０は、第３クラウニング部１６を形成するための面である。

第３傾斜面５０は曲面を有する。第３傾斜面５０は、砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面において、第３傾斜面５０の断面輪郭線の任意の２点を結ぶ仮想直線より砥石３０の中心軸Ｃ２側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線（後述する第３傾斜線部ＰＬ３）を有する。第３傾斜面５０は、砥石３０の中心軸Ｃ２に垂直な任意の断面において円形を有する。

[0049] 第４傾斜面５２は、第３傾斜面５０と円筒面４４との間に設けられている。第４傾斜面５２は、第４クラウニング部１８を形成するための面である。

第４傾斜面５２は曲面を有する。第４傾斜面５２は、砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面において、第４傾斜面５２の断面輪郭線の任意の２点を結ぶ仮想直線より砥石３０の中心軸Ｃ２側に任意の２点の間の断面輪郭線上の点が存在する所定の曲率を有する曲線（後述する第４傾斜線部ＰＬ４）を有する。第４傾斜面５２は、砥石３０の中心軸Ｃ２に垂直な任意の断面において円形を有する。

[0050] 輪郭線ＰＬは、第３傾斜線部ＰＬ３と、第４傾斜線部ＰＬ４とをさらに有

する。

第３傾斜線部ＰＬ３は、第３傾斜面５０に対応する輪郭線である。よって、第３傾斜線部ＰＬ３は、第３クラウニング部１６の中心軸Ｃ１を含む断面における曲線の曲率と同じ曲率の曲線である。

第４傾斜線部ＰＬ４は、第４傾斜面５２に対応する輪郭線である。よって、第４傾斜線部ＰＬ４は、第４クラウニング部１８の中心軸Ｃ１を含む断面における曲線の曲率と同じ曲率の曲線である。

[0051] 図５中、第３境界円Ｂ３は、第２非接触面３２ｃと第３傾斜面５０との境界である。第３境界円Ｂ３は、第２面取り部６と第３クラウニング部１６との境界円Ｋ４に接する。

第４境界円Ｂ４は、第３傾斜面５０と第４傾斜面５２との境界である。第４境界円Ｂ４は、第３クラウニング部１６と第４クラウニング部１８との境界円Ｋ５に接する。

[0052] また、第２円すい面Ｅ１２は、第４傾斜面５２を第４境界円Ｂ４よりも軸方向の第２側へ延長した仮想円すい面である。第２円すい面Ｅ１２の母線は、第２接線Ｅ１１２に沿っている。第２接線Ｅ１１２は、中心軸Ｃ２を含む断面において、第４境界円Ｂ４上の第４傾斜面５２に対する接線である。

つまり、第２円すい面Ｅ１２は、第４境界円Ｂ４において砥石３０の中心軸Ｃ２を含む断面における第２傾斜線部ＰＬ４の接線を、軸方向の第２側へ向けて延長し、砥石３０の中心軸Ｃ１の周方向に積分した円すい面である。

[0053] また、第２境界面Ｌ２は、第３境界円Ｂ３（境界円Ｋ４）を含む仮想平面である。

よって、研磨工程終了時に境界円Ｋ４と第３境界円Ｂ３とが一致している時、第２ころ延長円すい面Ｅ２と第２仮想延長円すい面Ｅ１２とは重なる。

第２ころ延長円すい面Ｅ２は、円筒ころ１の中心軸Ｃ１を含む断面において、境界円Ｋ５における第４クラウニング部１８の接線を母線とする仮想円すい面である。つまり、第２ころ延長円すい面Ｅ２は、第４クラウニング部１８の仮想延長面である。

また、第２交差円Ｐ１２は、第２境界面Ｌ２と第２円すい面Ｅ１２とが交差する円である。

[0054] ここで、第２交差円Ｐ１２の半径と、第３境界円Ｂ３の半径との差Ｄ１２が、差Ｄ１０と同様、３μｍ以上、２０μｍ以下とされる。

上記実施形態によって得られた軸受用ころは、この砥石３０によって得られる円筒ころ１の境界円Ｋ４近傍に突起が生じたとしても、この突起を第４クラウニング部１８の第２ころ延長円すい面Ｅ２よりも径方向内方側に収めることができ、突起が内外輪に接触して軸受の寿命を低下させるのを抑制することができる。

[0055] このように、本実施形態は、砥石の接触面３２ｂにおける第１砥石端面３０ａ及び第２砥石端面３０ｂの両方に上述の条件を満たす各傾斜面４０，４２，５０，５２を設けたので、軸受寿命低下の抑制が可能な円筒ころ１を得ることができる。

[0056] 図６は、本実施形態の円筒ころ１が用いられる円筒ころ軸受６０の断面図である。

円筒ころ軸受６０は、複数の円筒ころ１の他、内輪６２と、外輪６４と、保持器６６とを備える。複数の円筒ころ１は、内輪６２の軌道面６２ａと、外輪６４の軌道面６４ａとの間に転動自在に介在する。保持器６６は、複数の円筒ころ１を周方向に一定間隔で保持する。

本実施形態の円筒ころ１が用いられた円筒ころ１は、上述のように、寿命低下が抑制される。

[0057] 〔その他〕

今回開示した実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。

例えば、本実施形態は、第１クラウニング部１０及び第３クラウニング部１６が所定の曲率を有する凸曲面であり、砥石３０の輪郭線ＰＬの第１傾斜線部ＰＬ１及び第３傾斜線部ＰＬ３が、第１クラウニング部１０及び第３クラウニング部１６に対応する曲線である場合であった。一方、本発明は、第

１クラウニング部１０及び第３クラウニング部１６が円すい面であり、第１傾斜線部ＰＬ１及び第３傾斜線部ＰＬ３が直線であってもよい。

[0058] また、本実施形態は、第２クラウニング部１２及び第４クラウニング部１８が所定の曲率を有する凸曲面であり、砥石３０の輪郭線ＰＬの第２傾斜線部ＰＬ２及び第４傾斜線部ＰＬ４が、第２クラウニング部１２及び第４クラウニング部１８に対応する曲線である場合であった。一方、本発明は、第２クラウニング部１２及び第４クラウニング部１８が円すい面であり、第２傾斜線部ＰＬ２及び第４傾斜線部ＰＬ４が直線であってもよい。

[0059] また、本実施形態は、円筒ころ１が円筒部１４を有し、砥石３０が円筒面４４を有している場合であった。一方、本発明は、円筒ころ１は第２クラウニング部１２と第４クラウニング部１８とが繋がっていてもよいし、一体のクラウニング部を構成していてもよい。

さらに、本発明は、砥石３０は第２傾斜面４２と、第４傾斜面５２とが繋がっていてもよいし、一体の傾斜面を構成していてもよい。

[0060] また、本実施形態は円筒ころ軸受に用いられる円筒ころについて例示したが、本実施形態にて開示したころの製造方法は、円すいころ、棒状ころ、針状ころ等、円筒ころ以外のころに対しても適用可能である。

[0061] 本発明の権利範囲は、上述の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された構成と均等の範囲内でのすべての変更が含まれる。

符号の説明

[0062]

１　円筒ころ	１ａ　外周面	１ｂ　第１ころ端面
１ｃ　第２ころ端面	２　第１面取り部	４　外径面
６　第２面取り部	１０　第１クラウニング部	
１２　第２クラウニング部	１４　円筒部	
１６　第３クラウニング部	１８　第４クラウニング部	
２０　粗形品	２０ａ　外周面	
２０ｂ　第１粗形品端面	２０ｃ　第２粗形品端面	
２２　第１粗形品面取り部	２４　被研磨面	

２６　第２粗形品面取り部　３０　砥石　３０ａ　第１砥石端面

３０ｂ　第２砥石端面　３２　外周面　３２ａ　第１非接触面

３２ｂ　接触面　３２ｃ　第２非接触面

４０　第１傾斜面　４２　第２傾斜面　４４　円筒面

５０　第３傾斜面　５２　第４傾斜面　６０　軸受

６２　内輪　６２ａ　軌道面　６４　外輪

６４ａ　軌道面　６６　保持器　Ｂ１　第１境界円

Ｂ２　第２境界円　Ｂ３　第３境界円　Ｂ４　第４境界円

Ｂ１０　境界円（第５境界円）　Ｃ１　中心軸

Ｃ２　中心軸　ＣＷ　全体クラウニング幅

ＣＷ１　第１クラウニング幅　Ｅ１　第１ころ延長円すい面

Ｅ１０　第１円すい面　Ｅ１１０　第１接線　Ｅ１１２　第２接線

Ｅ１２　第２円すい面　Ｅ２　第２ころ延長円すい面

Ｋ１　境界円　Ｋ２　境界円　Ｋ４　境界円

Ｋ５　境界円　Ｌ１　第１境界面　Ｌ２　第２境界面

Ｐ１　交差円　Ｐ１０　第１交差円　Ｐ１２　第２交差円

ＰＬ　輪郭線　ＰＬ１　第１傾斜線部

ＰＬ２　第２傾斜線部　ＰＬ３　第３傾斜線部

ＰＬ４　第４傾斜線部　ＰＬ５　直線部

請求の範囲

[請求項1] 軸受用ころの製造方法であって、

前記軸受用ころの粗形品の外周面は、前記粗形品の軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１粗形品面取り部と、被研磨面と、を有し、

前記軸受用ころの外周面は、前記軸受用ころの軸方向の第１側から第２側へ向かって順番に並ぶ、第１面取り部と、第１クラウニング部と、第２クラウニング部と、を有し、

前記被研磨面に対して砥石を接触させ、前記第１粗形品面取り部を前記第１面取り部として残しつつ、前記第１クラウニング部、及び前記第２クラウニング部を前記被研磨面に形成し、前記粗形品から前記軸受用ころを得る研磨工程を含み、

前記砥石は、前記粗形品に接触する接触面と、前記粗形品の前記第１側で前記接触面に隣接する第１非接触面と、を有し、

前記接触面は、前記第１非接触面に隣接するとともに前記第１クラウニング部を形成するための第１傾斜面と、前記第２クラウニング部を形成するための第２傾斜面と、を有し、

前記第１非接触面と前記第１傾斜面との境界を第１境界円とし、前記第１境界円を含む仮想平面を第１境界面とし、前記第１傾斜面と前記第２傾斜面との境界を第２境界円とし、

前記砥石の中心軸を含む断面において、前記第２境界円上の前記第２傾斜面に対する接線を第１接線とし、

前記第２傾斜面を前記第２境界円よりも軸方向の第１側へ延長した仮想円すい面であって母線が前記第１接線に沿う前記仮想円すい面を、第１円すい面としたとき、

前記第１境界面と前記第１円すい面とが交差する第１交差円の半径と、前記第１境界円の半径と、の差が３μｍ以上、２０μｍ以下である

軸受用ころの製造方法。

[請求項2] 前記軸受用ころの粗形品の外周面は、前記被研磨面の軸方向の第２側に隣接する第２粗形品面取り部をさらに有し、

前記軸受用ころの外周面は、前記軸受用ころの軸方向の第２側から第１側へ向かって順番に並ぶ、第２面取り部と、第３クラウニング部と、前記第３クラウニング部と前記平坦部との間に位置する第４クラウニング部と、を有し、

前記研磨工程では、前記第２粗形品面取り部を前記第２面取り部として残しつつ、前記第１クラウニング部、及び前記第２クラウニング部に加えて、前記第３クラウニング部、及び前記第４クラウニング部を前記被研磨面に形成し、

前記砥石は、前記粗形品の前記第２側で前記接触面に隣接する第２非接触面をさらに有し、

前記接触面は、前記第２非接触面に隣接するとともに前記第３クラウニング部を形成するための第３傾斜面と、前記第４クラウニング部を形成するための第４傾斜面と、をさらに有し、

前記第２非接触面と前記第３傾斜面との境界を第３境界円とし、前記第３境界円を含む仮想平面を第２境界面とし、前記第３傾斜面と前記第４傾斜面との境界を第４境界円とし、

前記砥石の中心軸を含む断面において、前記第４境界円上の前記第４傾斜面に対する接線を第２接線とし、

前記第４傾斜面を前記第４境界円よりも軸方向の第２側へ延長した仮想円すい面であって母線が前記第２接線に沿う前記仮想円すい面を、第２円すい面としたとき、

前記第２境界面と前記第２円すい面とが交差する第２交差円の半径と、前記第３境界円の半径と、の差が３μｍ以上、２０μｍ以下である

請求項１に記載の軸受用ころの製造方法。

[請求項3] 前記軸受用ころの外周面は、前記第２クラウニング部の前記軸受用ころの軸方向の第２側で前記第２クラウニング部に隣接する円筒部をさらに有し、

前記接触面は、前記第２傾斜面に隣接するとともに前記円筒部を形成するための円筒面をさらに有し、

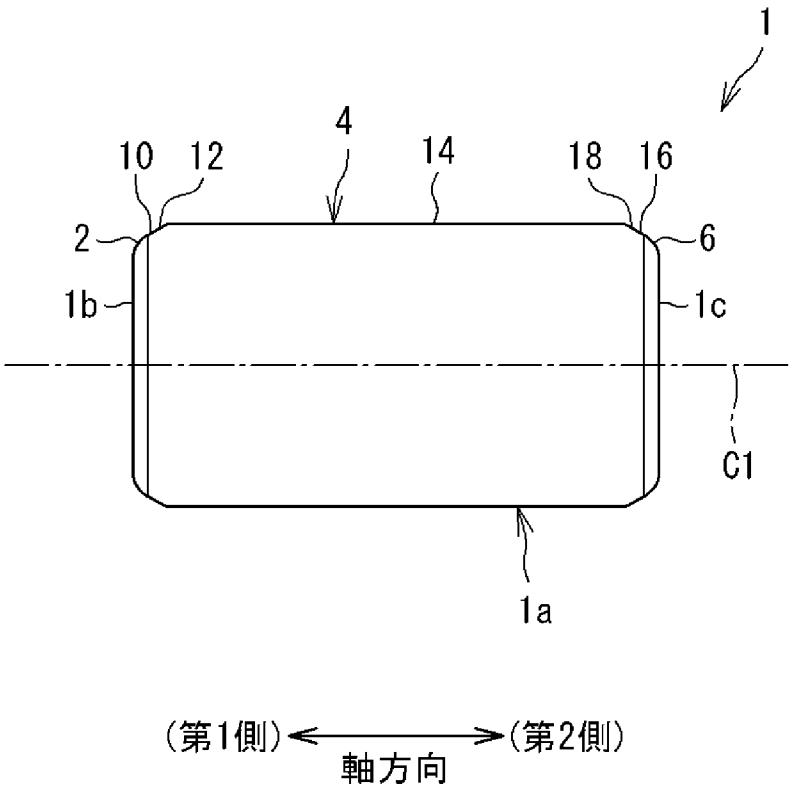
前記第２傾斜面と前記円筒面との境界を第５境界円とし、

前記第１境界円と前記第２境界円との間の軸方向の距離を第１間隔、前記第１境界円と前記第５境界円との軸方向の距離を第２間隔とするとき、

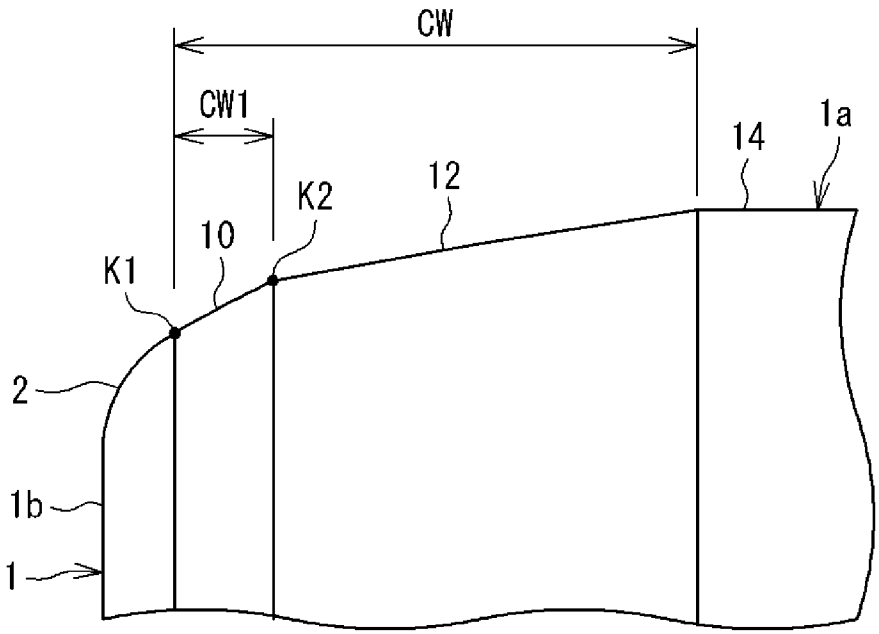
前記第２間隔に対する前記第１間隔の割合は、１／２０以上、１／２以下である

請求項１に記載の軸受用ころの製造方法。

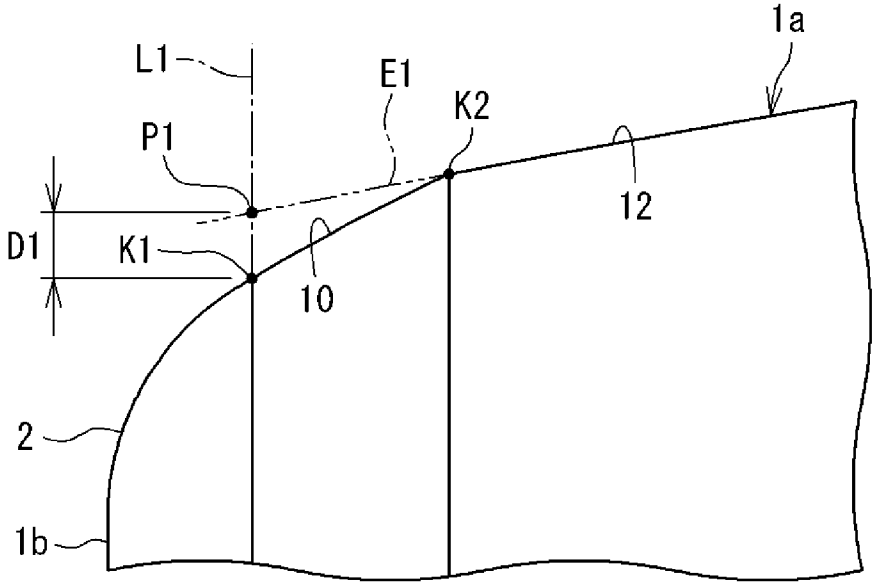
[図1]
図 1



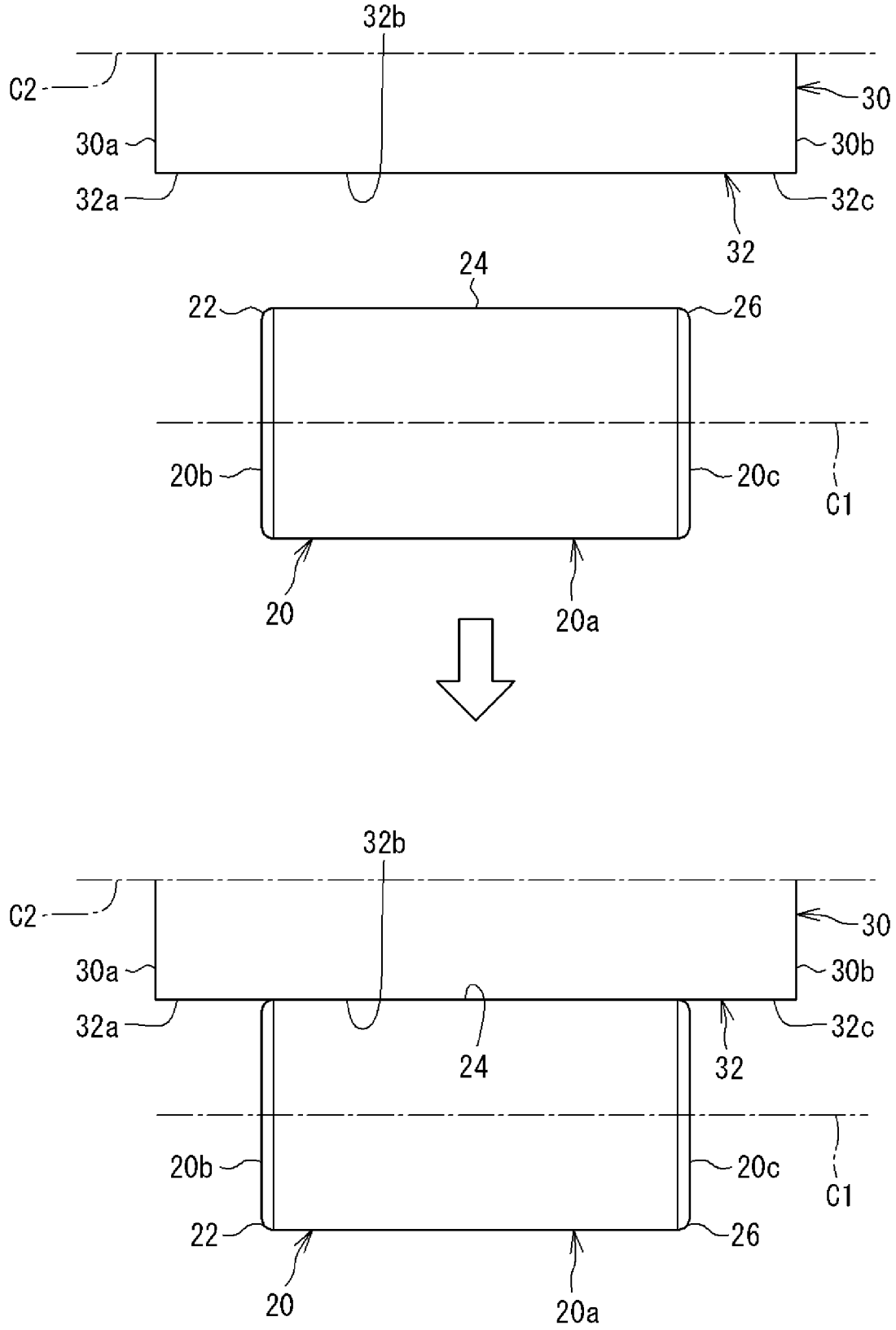
[図2A]
図２Ａ



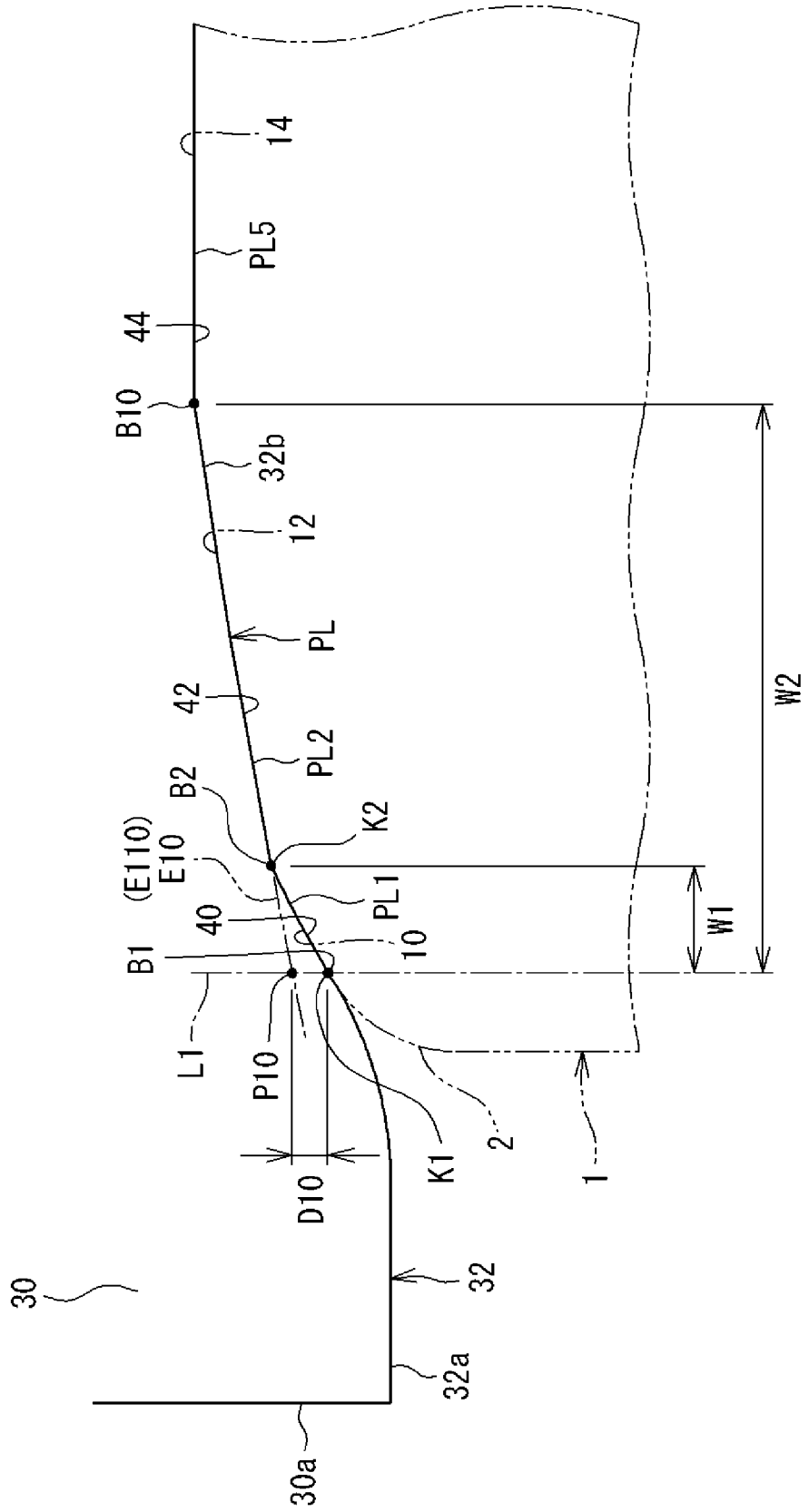
[図2B]
図２Ｂ



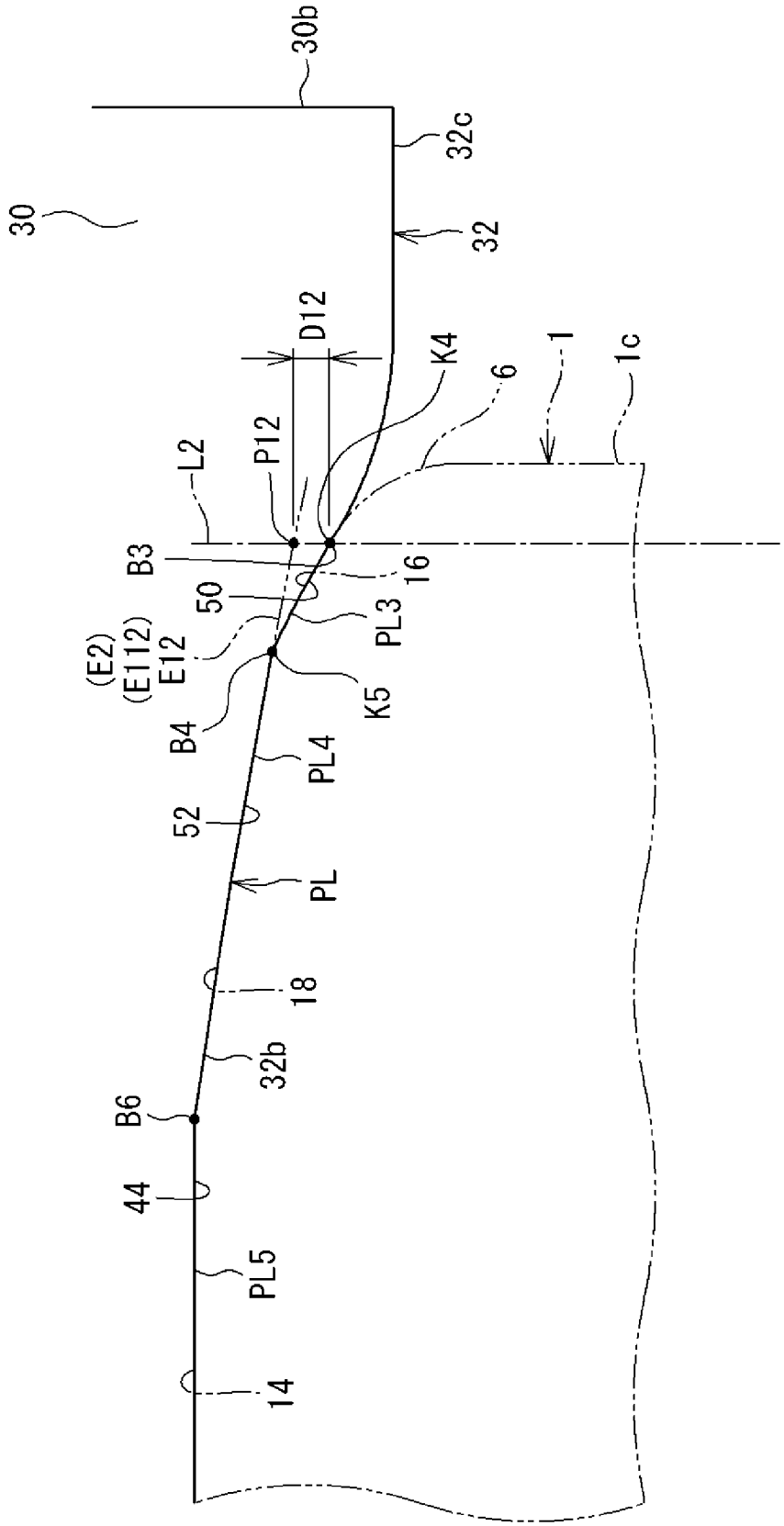
[図3]
図３


32b
C2
30
30a
30b
32a
32c
32
24
22
26
20b
20c
C1
20
20a
32b
C2
30
30a
30b
32a
32c
24
32
20b
20c
C1
22
26
20
20a

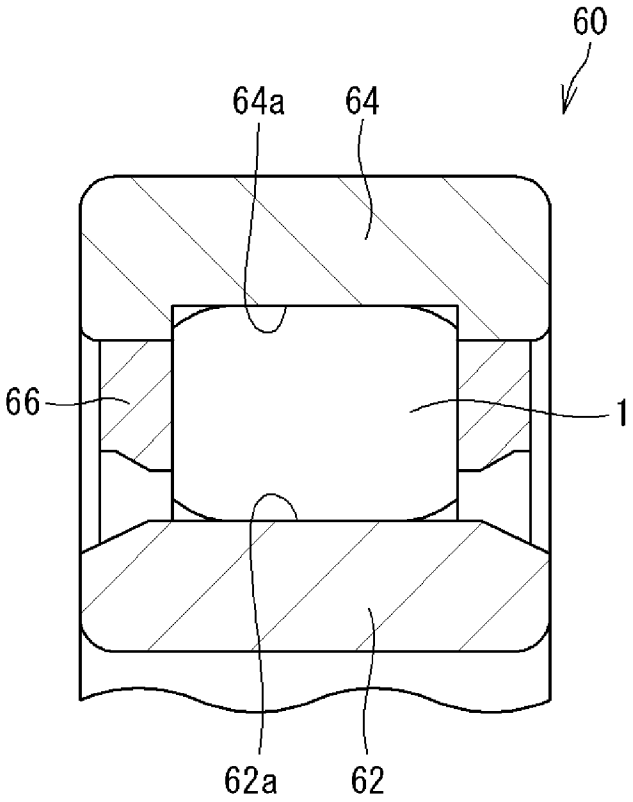
[図4]
図４


14
PL5
44
B10
32b
12
PL
42
PL2
B2
K2
(E110)
E10
PL1
40
B1
10
L1
P10
D10
K1
2
1
W2
W1
30
32
32a
30a

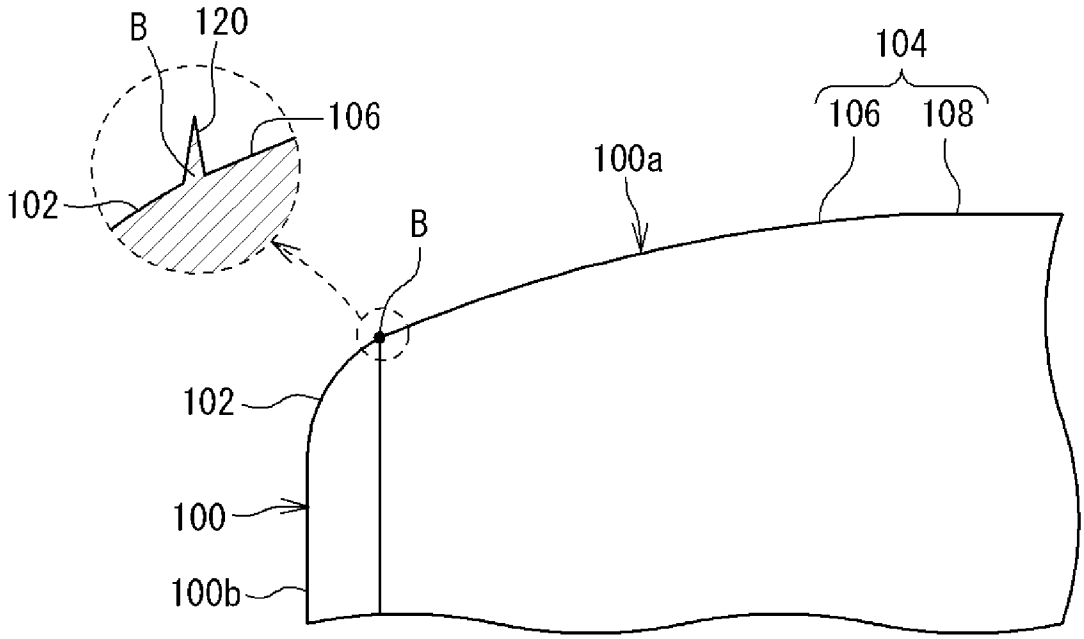
[図5]
図５


30b
32c
30
32
D12
K4
6
1
1c
L2
P12
B3
16
50
PL3
(E2)
(E112)
E12
K5
B4
PL4
52
PL
18
32b
B6
44
PL5
14

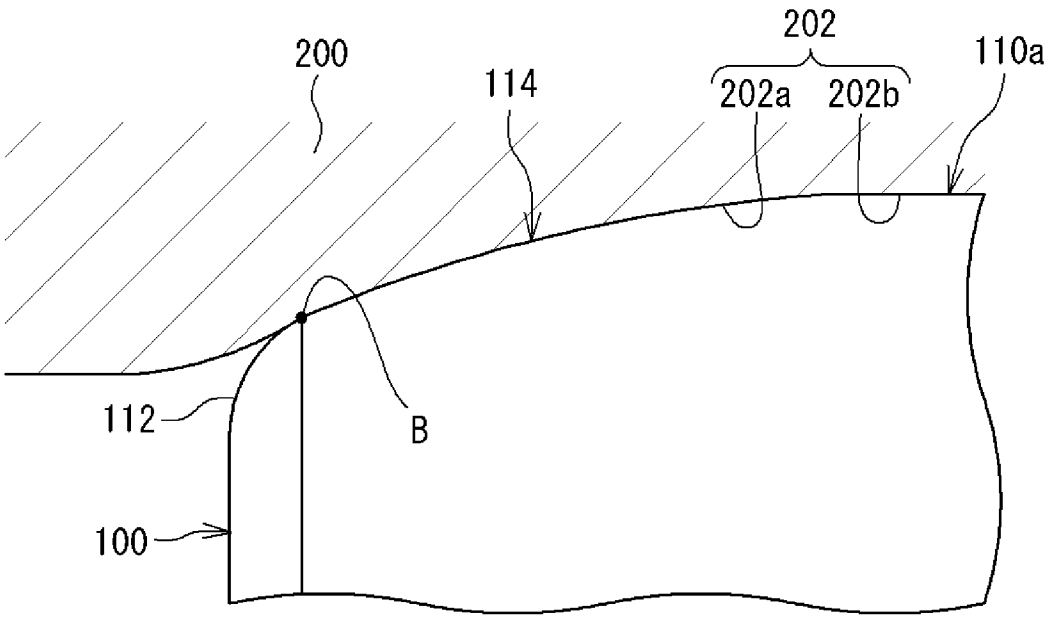
[図6]
図６



[図7A]
図７Ａ



[図7B]
図７Ｂ



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/023407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C 33/34(2006.01)i; ***F16C 33/64***(2006.01)i
FI: F16C33/64; F16C33/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16C33/34; F16C33/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-105451 A (NTN CORP.) 26 July 2021 (2021-07-26) paragraphs [0041]-[0048], fig. 4-11	1-3
A	WO 2017/086120 A1 (NTN CORP.) 26 May 2017 (2017-05-26) paragraphs [0017]-[0036], fig. 1, 2	1-3
A	WO 2016/133211 A1 (NTN CORP.) 25 August 2016 (2016-08-25) paragraphs [0013]-[0094], fig. 1-7	1-3
A	WO 2010/001706 A1 (NTN CORP.) 07 January 2010 (2010-01-07) paragraphs [0002]-[0055], fig. 1-13	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 August 2022	**16 August 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/023407

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-105451 A	26 July 2021	WO 2018/181412 A1 paragraphs [0105]-[0135], fig. 3-25	
WO 2017/086120 A1	26 May 2017	US 2019/0076977 A1 paragraphs [0028]-[0047], fig. 1, 2 JP 2017-94404 A	
WO 2016/133211 A1	25 August 2016	JP 2016-153665 A paragraphs [0034]-[0078], fig. 1-7 JP 2016-153147 A	
WO 2010/001706 A1	07 January 2010	EP 2309143 A1 paragraphs [0002]-[0055], fig. 1-13 CN 102076980 A KR 10-2011-0020866 A JP 2010-14154 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/023407

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16C 33/34(2006.01)i; F16C 33/64(2006.01)i
FI: F16C33/64; F16C33/34

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16C33/34; F16C33/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2021-105451 A (ＮＴＮ株式会社) 26.07.2021 (2021-07-26) 段落0041-0048,図4-11	1-3
A	WO 2017/086120 A1 (ＮＴＮ株式会社) 26.05.2017 (2017-05-26) 段落0017-0036,図1-2	1-3
A	WO 2016/133211 A1 (ＮＴＮ株式会社) 25.08.2016 (2016-08-25) 段落0013-0094,図1-7	1-3
A	WO 2010/001706 A1 (ＮＴＮ株式会社) 07.01.2010 (2010-01-07) 段落0002-0055,図1-13	1-3

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
05.08.2022	16.08.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
稲村　正義 3J 9141

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/023407

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-105451 A	26.07.2021	WO 2018/181412 A1 段落0105-0135,図3-25	
WO 2017/086120 A1	26.05.2017	US 2019/0076977 A1 paragraphs 0028-0047,FIGs.1-2 JP 2017-94404 A	
WO 2016/133211 A1	25.08.2016	JP 2016-153665 A 段落0034-0078,図1-7 JP 2016-153147 A	
WO 2010/001706 A1	07.01.2010	EP 2309143 A1 paragraphs 0002-0055,FIFs.1-13 CN 102076980 A KR 10-2011-0020866 A JP 2010-14154 A	