

(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
2018年7月5日(05.07.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/123397 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 33/58 (2006.01) *F16C 19/30* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/042587

(22) 国際出願日: 2017年11月28日(28.11.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-251597 2016年12月26日(26.12.2016) JP
特願 2017-197082 2017年10月10日(10.10.2017) JP

(71) 出願人: N T N株式会社(NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀
1丁目3番17号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 水田 浩平(MIZUTA, Kohei); 〒5110867
三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105

番 N T N株式会社内 Mie (JP). 大木 力
(OHKI, Chikara); 〒5110867 三重県桑名市陽
だまりの丘5丁目105番 N T N株式会
社内 Mie (JP). 藤原 宏樹(FUJIWARA, Hiroki);
〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘5丁目
105番 N T N株式会社内 Mie (JP).

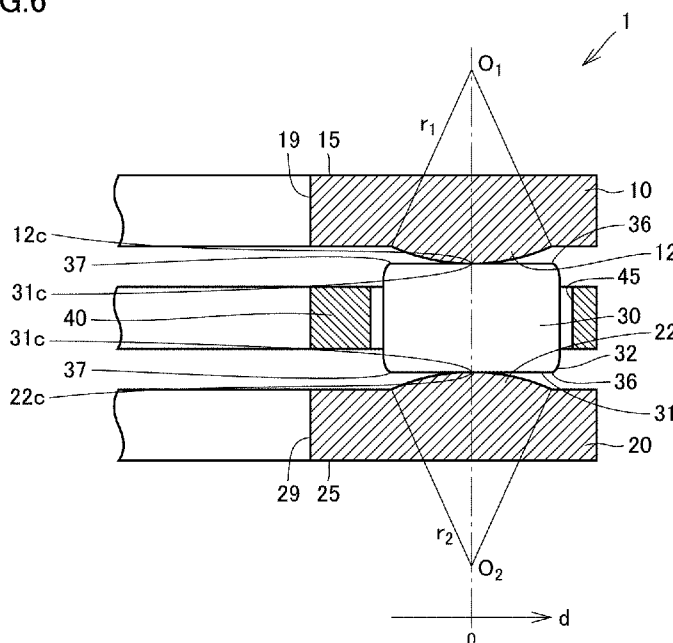
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: THRUST ROLLER BEARING AND RACEWAY RINGS FOR THRUST ROLLER BEARING

(54) 発明の名称: スラストころ軸受及びスラストころ軸受用軌道輪

FIG.6



(57) Abstract: Raceway rings (10, 20) for a thrust roller bearing are provided with raceway surfaces (11, 21) on which a plurality of first rollers (30) roll. The raceway surfaces (11, 21) have first full crownings (12, 22) in contact with the first rollers (30). In a radial cross-section of the raceway rings (10, 20) for a thrust roller bearing, the shape of first surfaces (12s, 22s) of the first full crownings (12, 22) is a first single circular arc. As a result, heat generated when the first rollers (30) roll on the raceway rings (10, 20) for a thrust roller bearing can be reduced.

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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)）

(57) 要約：スラストころ軸受用軌道輪（10，20）は、複数の第1のころ（30）が転動する軌道面（11，21）を備える。軌道面（11，21）は、第1のころ（30）に接触する第1のフルクラウニング部（12，22）を有する。スラストころ軸受用軌道輪（10，20）の径方向の断面における第1のフルクラウニング部（12，22）の第1の表面（12s，22s）の形状は、第1の単一円弧である。そのため、第1のころ（30）がスラストころ軸受用軌道輪（10，20）に対して滑ることによって発生する熱が低減され得る。

明 細 書

発明の名称： スラストころ軸受及びスラストころ軸受用軌道輪
技術分野

[0001] 本発明は、スラストころ軸受及びスラストころ軸受用軌道輪に関する。

背景技術

[0002] 自動車用変速機、トルクコンバータ、あるいは自動車用エアコンのコンプレッサ等の電装部品の回転部分に設置されるスラストころ軸受が知られている（特許文献１を参照）。スラストころ軸受は、この回転部分に加わるスラスト荷重を支持するために使用される。特許文献１に記載されたスラストころ軸受は、回転軸方向に配置される軌道輪と、軌道輪の軌道面上を転動する複数のころと、複数のころを保持する保持器とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００３－８３３３３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１に開示されたスラストころ軸受では、ころの転動面の周速度と軌道輪の軌道面の周速度との間の差に起因して、ころは軌道輪に対して滑る。ころが軌道輪に対して滑ることによって、熱が発生する。この熱は、ころが転動するスラストころ軸受用軌道輪の軌道面に表面起点剥離を生じさせる。

[0005] 本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、ころが軌道輪に対して滑ることによって発生する熱を低減することができるように構成されたスラストころ軸受及びスラストころ軸受用軌道輪を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のスラストころ軸受は、第１のスラストころ軸受用軌道輪と、第２

のスラストころ軸受用軌道輪と、第１のスラストころ軸受用軌道輪と第２のスラストころ軸受用軌道輪との間に、第１のスラストころ軸受用軌道輪及び第２のスラストころ軸受用軌道輪の周方向に沿って配置された複数の第１のころとを備える。第１のスラストころ軸受用軌道輪及び第２のスラストころ軸受用軌道輪は、各々、第１のころが転動する軌道面を含む。第１のスラストころ軸受用軌道輪の軌道面及び第２のスラストころ軸受用軌道輪の軌道面の少なくとも１つは、第１のころに接触する第１のフルクラウニング部を有する。スラストころ軸受の径方向の断面における第１のフルクラウニング部の第１の表面の形状は、第１の単一円弧である。

[0007] 本発明のスラストころ軸受用軌道輪は、複数の第１のころが転動する軌道面を備える。軌道面は、第１のころに接触する第１のフルクラウニング部を有する。スラストころ軸受用軌道輪の径方向の断面における第１のフルクラウニング部の第１の表面の形状は、第１の単一円弧である。

発明の効果

[0008] 本発明のスラストころ軸受は、第１のころがスラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪、第２のスラストころ軸受用軌道輪）に対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。

[0009] 本発明のスラストころ軸受用軌道輪は、第１のころがスラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪、第２のスラストころ軸受用軌道輪）に対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態１のスラストころ軸受並びに第１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪の概略斜視図である。

[図2]実施の形態１の第１のスラストころ軸受用軌道輪の概略断面図である。

[図3]実施の形態１の第２のスラストころ軸受用軌道輪の概略断面図である。

[図4]実施の形態１の第１のころの概略拡大断面図である。

[図5]実施の形態１のスラストころ軸受並びに第１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪の概略部分拡大断面図である。

[図6]実施の形態1のスラストころ軸受並びに第1及び第2のスラストころ軸受用軌道輪の概略部分拡大断面図である。

[図7]実施例と比較例1のスラストころ軸受の回転速度と温度上昇率との関係を表すグラフを示す図である。

[図8]実施例のスラストころ軸受における、第1のころの第1転動面上の位置と、当該位置での単位長さ当たりの発熱量との関係を表すグラフを示す図である。

[図9]実施例のスラストころ軸受における、第1のころの第1転動面上の位置と、第1のころの第1転動面と第1のスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間の接触面圧との関係を表すグラフを示す図である。

[図10]比較例1のスラストころ軸受における、第1のころの第1転動面上の位置と、当該位置での単位長さ当たりの発熱量との関係を表すグラフを示す図である。

[図11]比較例1のスラストころ軸受における、第1のころの第1転動面上の位置と、第1のころの第1転動面と第1のスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間の接触面圧との関係を表すグラフを示す図である。

[図12]実施の形態1のスラストころ軸受の、第1フルクラウニング部の曲率半径と、中心接触面圧と、エッジ接触面圧との関係を表すグラフを示す図である。

[図13]実施の形態2のスラストころ軸受並びに第1及び第2のスラストころ軸受用軌道輪の概略部分拡大断面図である。

[図14]実施の形態2の変形例のスラストころ軸受並びに第1及び第2のスラストころ軸受用軌道輪の概略部分拡大断面図である。

[図15]実施の形態3のスラストころ軸受並びに第1及び第2のスラストころ軸受用軌道輪の概略部分拡大断面図である。

[図16]実施の形態3の第1のころの概略拡大断面図である。

[図17]実施の形態3の第2のころの概略拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

[0012] (実施の形態 1)

図 1 から図 6 を参照して、実施の形態 1 に係るスラストころ軸受 1 及びスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）を説明する。スラストころ軸受 1 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 と、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 と、複数の第 1 のころ 30 とを主に備える。スラストころ軸受 1 は、第 1 のころ 30 を保持する保持器 40 をさらに備えてもよい。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 は、第 1 のころ 30 を介して、回転軸 8 を中心に、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 に対して回転する。本明細書において、内側は、回転軸 8 に近い側として定義され、外側は、回転軸 8 から遠い側として定義される。本明細書において、径方向は、回転軸 8 に直交する方向として定義される。

[0013] 第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 は、環状の板部材である。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 は、第 1 のころ 30 が転動する軌道面 11 と、軌道面 11 とは反対側の第 1 の主面 15 とを有する。

[0014] 第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の第 1 のフルクラウニング部 12 の第 1 の表面 12s を含む。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 は、第 1 の外側平坦部 13 と、第 1 の内側平坦部 14 とをさらに含んでもよい。第 1 のフルクラウニング部 12 に対して外側に、第 1 の外側平坦部 13 が設けられてもよい。第 1 のフルクラウニング部 12 に対して内側に、第 1 の内側平坦部 14 が設けられてもよい。

[0015] 第 1 の主面 15 は、平らであってもよい。平らな第 1 の主面 15 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 がハウジング（図示せず）に隙間なく取り付けられることを可能にする。そのため、スラスト荷重がスラストころ軸受

１に負荷されるとき、スラストころ軸受１は、スラスト荷重を適切に受けることができる。

[0016] 第２のスラストころ軸受用軌道輪２０は、環状の板部材である。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０は、第１のころ３０が転動する軌道面２１と、軌道面２１とは反対側の第２の主面２５とを有する。

[0017] 第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１は、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の第１のフルクラウニング部２２の第１の表面２２ｓを含む。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１は、第２の外側平坦部２３と、第２の内側平坦部２４とをさらに含んでもよい。第１のフルクラウニング部２２に対して外側に、第２の外側平坦部２３が設けられてもよい。第１のフルクラウニング部２２に対して内側に、第２の内側平坦部２４が設けられてもよい。

[0018] 第２の主面２５は、平らであってもよい。平らな第２の主面２５は、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０がハウジング（図示せず）に隙間なく取り付けられることを可能にする。そのため、スラスト荷重がスラストころ軸受１に負荷されるとき、スラストころ軸受１は、スラスト荷重を適切に受けることができる。

[0019] 本実施の形態では、第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の軌道面１１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１は、各々、第１のフルクラウニング部２２を有している。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の軌道面１１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１の少なくとも１つが、第１のころ３０に接触する第１のフルクラウニング部２２を有してもよい。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の軌道面１１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１の一方のみに第１のフルクラウニング部が設けられており、第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の軌道面１１及び第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１の他方には第１のフルクラウニング部が設けられていなくてもよい。本明細書において、クラウニング部は、軌道面１１，２１に形成された膨らみを意味する。本明細

書において、フルクラウニング部は、ころ（第１のころ３０）の面取り部（面取り部３２）を除くころ（第１のころ３０）の転動面（第１転動面３１）の全てに対向するクラウニング部を意味する。

[0020] 第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の第１のフルクラウニング部１２は、第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の周方向に環状に延在している。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の第１のフルクラウニング部１２は、スラストころ軸受１の径方向における、第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の軌道面１１の中央部に設けられてもよい。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の第１のフルクラウニング部１２は、第１の外側平坦部１３及び第１の内側平坦部１４から第１のころ３０の第１転動面３１に向けて膨出してもよい。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の第１のフルクラウニング部１２は、第１の外側平坦部１３および第２の内側平坦部２４に滑らかに連なるように形成されてもよい。

[0021] 第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の第１のフルクラウニング部２２は、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の周方向に環状に延在している。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の第１のフルクラウニング部２２は、スラストころ軸受１の径方向における、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の軌道面２１の中央部に設けられてもよい。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の第１のフルクラウニング部２２は、第２の外側平坦部２３及び第２の内側平坦部２４から第１のころ３０の第１転動面３１に向けて膨出してもよい。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の第１のフルクラウニング部２２は、第１の外側平坦部１３および第２の内側平坦部２４に滑らかに連なるように形成されてもよい。

[0022] 図５及び図６を参照して、スラストころ軸受１の径方向の断面（第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の径方向の断面、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０の径方向の断面）における、第１のフルクラウニング部１２，２２の第１の表面１２ｓ，２２ｓの形状は、第１の単一円弧である。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の第１のフルクラウニング部１２は、点 O_1 を中心

とする単一の曲率半径 r_1 を有する円の一部の形状を有する。第2のスラストころ軸受用軌道輪20の第1のフルクラウニング部22は、点 O_2 を中心とする単一の曲率半径 r_2 を有する円の一部の形状を有する。

[0023] 本実施の形態では、第2のスラストころ軸受用軌道輪20の第1のフルクラウニング部22の曲率半径 r_2 は、第1のスラストころ軸受用軌道輪10の第1のフルクラウニング部12の曲率半径 r_1 に等しい。第2のスラストころ軸受用軌道輪20の第1のフルクラウニング部22の曲率半径 r_2 は、第1のスラストころ軸受用軌道輪10の第1のフルクラウニング部12の曲率半径 r_1 と異なってもよい。

[0024] 図6を参照して、第1のころ30の第1ころ回転軸30rが延在する方向（スラストころ軸受1の径方向）における第1のころ30の第1転動面31の中心31cは、スラストころ軸受1の径方向における第1のスラストころ軸受用軌道輪10の第1のフルクラウニング部12の中心12cに接触してもよい。第1のころ30の第1ころ回転軸30rが延在する方向（スラストころ軸受1の径方向）における第1のころ30の第1転動面31の中心31cは、スラストころ軸受1の径方向における第2のスラストころ軸受用軌道輪20の第1のフルクラウニング部22の中心22cに接触してもよい。

[0025] 第1のフルクラウニング部12を含む第1のスラストころ軸受用軌道輪10及び第1のフルクラウニング部22を含む第2のスラストころ軸受用軌道輪20の製造方法の一例は、以下の工程を備えてもよい。略一定の厚さを有する環状の板部材が準備される。第1のフルクラウニング部12, 22が残るように環状の板部材の部分を削ることによって、第1のフルクラウニング部12, 22が形成される。

[0026] 第1のフルクラウニング部12を含む第1のスラストころ軸受用軌道輪10及び第1のフルクラウニング部22を含む第2のスラストころ軸受用軌道輪20の製造方法の別の例は、以下の工程を備えてもよい。略一定の厚さを有する環状の板部材が準備される。環状の板部材の一部を肉盛りすることによって、第1のフルクラウニング部12, 22が形成される。

[0027] 第1のころ30は、第1のスラストころ軸受用軌道輪10と第2のスラストころ軸受用軌道輪20との間に、第1のスラストころ軸受用軌道輪10及び第2のスラストころ軸受用軌道輪20の周方向に沿って配置されている。第1のころ30は、円筒ころまたは針状ころであってもよい。第1のころ30は、各々、第1のスラストころ軸受用軌道輪10及び第2のスラストころ軸受用軌道輪20の軌道面11、21、特に、第1のフルクラウニング部12、22に接触する第1転動面31を有する。第1のころ30はクラウニング部を有していない。そのため、スラストころ軸受1のコストが低減され得る。

[0028] 図4を参照して、第1のころ30は、スラストころ軸受1の径方向に沿う第1ころ回転軸30rを中心に回転しながら、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10及び第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11、21上を転動する。第1のころ30は、第1のころ長さ L_1 を有する。第1のころ長さ L_1 は、第1ころ回転軸30rにおける、第1のころ30の第1外側端面33と第1のころ30の第1内側端面34との間の距離として定義される。第1のころ30の第1転動面31の第1外側端部36は、第1外側端面33側の第1転動面31の端部である。第1のころ30の第1転動面31の第1内側端部37は、第1内側端面34側の第1転動面31の端部である。第1のころ30は、第1のころ30の第1外側端面33と第1転動面31との間並びに第1のころ30の第1外側端面33と第1転動面31との間に、面取り部32を含んでもよい。

[0029] 保持器40は、周方向に間隔をあけて配置される複数のポケット45を有する。第1のころ30は、それぞれ、ポケット45に収容される。保持器40は、第1のころ30が互いに接触しないように、第1のころ30を保持する。

[0030] 本実施の形態のスラストころ軸受1の動作状態を説明する。スラストころ軸受1の動作状態において、保持器40のポケット45に収容された第1のころ30は、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪

10及び第2のスラストころ軸受用軌道輪20)の軌道面11, 21上を回転する。具体的には、第1のころ30は、第1のスラストころ軸受用軌道輪10に設けられた第1のフルクラウニング部12上と、第2のスラストころ軸受用軌道輪20に設けられた第1のフルクラウニング部22上とを回転する。第1のスラストころ軸受用軌道輪10は、第1のころ30を介して、回転軸8を中心に、第2のスラストころ軸受用軌道輪20に対して回転する。

[0031] 本実施形態の実施例を説明する。

図7に、第2のスラストころ軸受用軌道輪20に対する第1のスラストころ軸受用軌道輪10の回転速度と、本実施例のスラストころ軸受1の温度上昇率と、比較例1のスラストころ軸受の温度上昇率との関係を示す。第2のスラストころ軸受用軌道輪20に対する第1のスラストころ軸受用軌道輪10の回転速度は、1分間当たりの、第2のスラストころ軸受用軌道輪20に対する第1のスラストころ軸受用軌道輪10の回転数として定義される。

[0032] 本実施例のスラストころ軸受1では、第1のスラストころ軸受用軌道輪10の第1のフルクラウニング部12は、520mmの曲率半径 r_1 を有し、かつ、第2のスラストころ軸受用軌道輪20の第1のフルクラウニング部22は、520mmの曲率半径 r_2 を有している。比較例1のスラストころ軸受では、本実施形態のスラストころ軸受1から、第1のフルクラウニング部12, 22が省略されている。

[0033] 本実施例のスラストころ軸受1及び比較例1のスラストころ軸受では、第1のころ30は、第1のころ30の第1ころ回転軸30rに沿って5.4mmの第1のころ長さを有する。本実施例のスラストころ軸受1及び比較例1のスラストころ軸受には、3kNのスラスト荷重が印加されている。本実施例のスラストころ軸受1及び比較例1のスラストころ軸受では、ISO VG32の粘度を有する潤滑油が使用されている。本実施例のスラストころ軸受1及び比較例1のスラストころ軸受の温度上昇率は、第1の主面15及び第2の主面25の温度上昇率である。

[0034] 図7に示されるように、本実施例のスラストころ軸受1の温度上昇率及び

比較例１のスラストころ軸受の温度上昇率は、いずれも、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０に対する第１のスラストころ軸受用軌道輪１０の回転速度が増加するにつれて、増加する。しかし、本実施例のスラストころ軸受１は、比較例１のスラストころ軸受よりも低いスラストころ軸受１の温度上昇率を有している。表１に示されるように、本実施例のスラストころ軸受１の発熱量は、比較例１のスラストころ軸受の発熱量よりも少ない。

[0035] [表１]

	実施例	比較例１
発熱量[W]	2.3	4.8
中心接触面圧[GPa]	1.9	1.2
エッジ接触面圧[GPa]	0.0	2.66

[0036] 比較例１のスラストころ軸受に比べて、本実施例のスラストころ軸受１が、スラストころ軸受１の発熱量を減少させ、かつ、スラストころ軸受１の温度上昇率を低減することができる理由を、以下説明する。

[0037] 図８は、本実施例における、スラストころ軸受１の径方向における第１のころ３０の第１転動面３１上の位置 d と、位置 d での単位長さ当たりの発熱量 h_1 との関係を示す。本明細書において、位置 d での単位長さ当たりの発熱量は、第１転動面３１と軌道面１１，２１とが線接触する長さで規格化された、位置 d における第１転動面３１と軌道面１１，２１との間で発生する熱量として定義される。図９は、本実施例における、スラストころ軸受１の径方向における第１のころ３０の第１転動面３１上の位置 d と、位置 d での、第１のころ３０の第１転動面３１と軌道面１１，２１との間の接触面圧 P_1 との関係を示す。図６を参照して、スラストころ軸受１の径方向における第１のころ３０の第１転動面３１上の中心３１ｃの位置は、 $d=0$ として定義される。第１のころ３０の中心３１ｃに対して外側にある第１のころ３０の第１転動面３１上の位置 d は、正の位置（ $d>0$ ）と定義される。第１のころ３０の中心３１ｃに対して内側にある第１のころ３０の第１転動面３１上の位置 d は、負の位置（ $d<0$ ）と定義される。

[0038] 第1のころ30の中心31cにおいて、第1のころ30の第1転動面31は、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11, 21に線接触している。第1のころ30の中心31cでは、第2のスラストころ軸受用軌道輪20の軌道面21に対する第1のスラストころ軸受用軌道輪10の軌道面11の周速度は、第1のころ30の第1転動面31の周速度に等しい。第1のころ30の中心31cでは、第1のころ30の第1転動面31は、軌道面11, 21に対して滑らない。そのため、第1のころ30の中心31cでは、第1のころ30の第1転動面31と軌道面11, 21との間の差動滑りに起因する熱は発生しない。第1のころ30の中心31cにおける単位長さ当たりの発熱量 h_1 は、0 [W/mm] である。

[0039] これに対して、第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、第1のころ30の第1転動面31は、軌道面11, 21に対してより多く滑る。具体的には、第1のころ30の第1転動面31の周速度は、第1のころ30の第1転動面31上の位置dによらず、一定である。これに対し、第2のスラストころ軸受用軌道輪20の軌道面21に対する第1のスラストころ軸受用軌道輪10の軌道面11の周速度は、スラストころ軸受1の回転軸8からスラストころ軸受1の外側に向かうにつれて増加する。第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、第1のスラストころ軸受用軌道輪10の軌道面11の周速度と第1のころ30の第1転動面31の周速度との間の差が大きくなる。そのため、第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、第1のころ30の第1転動面31と軌道面11, 21との間の差動滑りは大きくなる。この差動滑りが大きくなるにつれて、第1のころ30の第1転動面31と軌道面11, 21との間で発生する熱が増加する。以下、この熱は、周速度差の増加に起因する熱と定義される。

[0040] 第1のころ30の第1転動面31と軌道面11, 21との間の接触面圧 P_1 が増加（減少）するにつれて、この差動滑りによって第1のころ30の第1

転動面 31 との軌道面 11, 21 との間で発生する熱が増加（減少）する。

以下、この増加（減少）された熱は、接触面圧に起因する熱と定義される。

[0041] 本実施例では、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪 10、第2のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 は、第1のころ 30 に接触する第1のフルクラウニング部 12, 22 を有する。スラストころ軸受 1 の径方向の断面（スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪 10、第2のスラストころ軸受用軌道輪 20）の径方向の断面）における第1のフルクラウニング部 12, 22 の第1の表面 12s, 22s の形状は第1の単一円弧である。第1のフルクラウニング部 12, 22 の第1の表面 12s, 22s の形状は第1の単一円弧であるため、第1のころ 30 の位置 d が第1のころ 30 の中心 31c から離れるにつれて、第1のフルクラウニング部 12, 22 の第1の表面 12s, 22s は、第1のころ 30 の第1転動面 31 から離れる形状を有している。そのため、図 9 に示されるように、第1のころ 30 の位置 d が第1のころ 30 の中心 31c から離れるにつれて、第1のころ 30 の第1転動面 31 と軌道面 11, 21 との間の接触面圧 P_1 が減少し、接触面圧 P_1 に起因する熱は減少する。

[0042] スラスト荷重がスラストころ軸受 1 に印加されて、第1のスラストころ軸受用軌道輪 10、第2のスラストころ軸受用軌道輪 20 及び第1のころ 30 が弾性変形する。そのため、図 8 及び図 9 に示される領域 A では、第1のころ 30 の第1転動面 31 は、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪 10、第2のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 に線接触している。領域 A では、接触面圧の減少に起因する熱の減少の影響よりも、周速度差の増加に起因する熱の増加の影響が大きい。したがって、領域 A では、第1のころ 30 の位置 d が第1のころ 30 の中心 31c から離れるにつれて、第1のころ 30 の位置 d における単位長さ当たりの発熱量 h_1 は増加する。

[0043] 図 8 及び図 9 に示される領域 B においても、領域 A と同様に、第1のころ 30 の第1転動面 31 は、軌道面 11, 21 に線接触している。しかし、第

1 のフルクラウニング部 1 2, 2 2 の第 1 の表面 1 2 s, 2 2 s の形状は第 1 の単一円弧であるため、領域 B では、領域 A よりもさらに、第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 と軌道面 1 1, 2 1 との間の接触面圧 P_1 が減少する。領域 B では、周速度差の増加に起因する熱の増加の影響よりも、接触面圧の減少に起因する熱の減少の影響が大きくなる。したがって、領域 B では、第 1 のころ 3 0 の位置 d が第 1 のころ 3 0 の中心 3 1 c から離れるにつれて、第 1 のころ 3 0 の位置 d における単位長さ当たりの発熱量 h_1 は減少する。

[0044] 第 1 のフルクラウニング部 1 2, 2 2 の第 1 の表面 1 2 s, 2 2 s の形状は第 1 の単一円弧である。第 1 のフルクラウニング部 1 2, 2 2 の第 1 の表面 1 2 s, 2 2 s は、第 1 のころ 3 0 の位置 d が第 1 のころ 3 0 の中心 3 1 c から離れるにつれて、第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 から離れる形状を有している。そのため、図 8 及び図 9 に示される領域 C では、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0 及び第 1 のころ 3 0 が弾性変形しても、第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 は、軌道面 1 1, 2 1 に線接触しない。

[0045] 領域 C では、第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 とスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0）の軌道面 1 1, 2 1 との間の差動滑りは発生しない。領域 C では、第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 とスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0）の軌道面 1 1, 2 1 との間の接触面圧 P_1 はゼロとなる。領域 C では、第 1 のころ 3 0 の位置 d における単位長さ当たりの発熱量 h_1 はゼロとなる。本実施例の第 1 のフルクラウニング部 1 2, 2 2 は、後述する比較例 1 におけるエッジロードが発生することを防ぐことができる。

[0046] 図 1 0 は、比較例 1 における、スラストころ軸受 1 の径方向における第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 上の位置 d と、位置 d での単位長さ当たりの発熱量 h_2 との関係を示す。図 1 1 は、比較例 1 における、スラストころ軸受 1 の径方向における第 1 のころ 3 0 の第 1 転動面 3 1 上の位置 d と、位置 d で

の、第1のころ30の転動面とスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間の接触面圧 P_2 との関係を示す。

[0047] 比較例1では、スラストころ軸受用軌道輪の軌道面は平坦であって、第1のフルクラウニング部12, 22を有さない。スラスト荷重がスラストころ軸受用軌道輪に印加されて、スラストころ軸受用軌道輪及び第1のころ30は弾性変形する。そのため、第1のころ30の第1転動面31は、スラストころ軸受用軌道輪の軌道面に線接触している。

[0048] 図11に示されるように、第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、第1のころ30の第1転動面31とスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間の接触面圧 P_2 が増加する。特に、比較例1では、第1のころ30の第1転動面31の端部（第1外側端部36、第1内側端部37）において、第1のころ30の第1転動面31とスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間の接触面圧 P_2 が急激に増加する。比較例1では、第1のころ30の第1転動面31の端部（第1外側端部36、第1内側端部37）とスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間に、大きなエッジロードが発生する。

[0049] そのため、比較例1では、第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、周速度差に起因する熱が増加するとともに、接触面圧 P_2 に起因する熱も増加する。図10に示されるように、比較例1では、第1のころ30の位置dが第1のころ30の中心31cから離れるにつれて、第1のころ30の第1転動面31とスラストころ軸受用軌道輪の軌道面との間に発生する熱が急激に増加する。

[0050] このようにして、本実施例のスラストころ軸受1は、比較例1のスラストころ軸受1に比べて、第1のころ30の第1転動面31とスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11, 21との間で発生する熱を減少させることができる。本実施例のスラストころ軸受1は、比較例1のスラストころ軸受に比べて、スラストころ軸受1の温度上昇を抑制することができる。

[0051] 表2に示されるように、本実施例のスラストころ軸受1は、比較例2及び比較例3のスラストころ軸受よりも、第1のころ30の第1転動面31がスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11，21に対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。

[0052] [表2]

	実施例	比較例2	比較例3
発熱量[W]	2.3	4.6	3.9
中心接触面圧[GPa]	1.9	1.2	1.2

[0053] 比較例2のスラストころ軸受では、スラストころ軸受用軌道輪の軌道面は、本実施例のスラストころ軸受1の第1のフルクラウニング部12，22に代えて、対数フルクラウニング部を有している。スラストころ軸受の径方向の断面（スラストころ軸受用軌道輪の径方向の断面）における対数フルクラウニング部の表面の形状は、対数曲線である。比較例3のスラストころ軸受では、スラストころ軸受用軌道輪の軌道面は、本実施例のスラストころ軸受1の第1のフルクラウニング部12，22に代えて、部分クラウニング部を有している。部分クラウニング部は、ころ（第1のころ30）の転動面（第1転動面31）の一部のみに対向するクラウニング部を意味する。

[0054] スラスト荷重がスラストころ軸受1に印加されて、第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20及び第1のころ30が弾性変形する。第1のころ30の第1転動面31は、軌道面11，21に線接触する。第1のフルクラウニング部12，22の第1の表面12s，22sの形状は第1の単一円弧であるため、本実施例は、比較例2及び比較例3よりも、第1のころ30の第1転動面31が軌道面11，21に線接触する長さを減少させることができる。そのため、本実施例のスラストころ軸受1は、第1のころ30の第1転動面31がスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11，21に対して滑ることによって発生する熱を低減することが

できる。

[0055] 図12は、本実施の形態における、第1のフルクラウニング部12、22の曲率半径 r_1 、 r_2 と、中心接触面圧と、エッジ接触面圧との関係を表す。エッジ接触面圧は、第1のころ30の第1転動面31の端部（第1外側端部36、第1内側端部37）における、第1のころ30の第1転動面31と本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11、21との間の接触面圧として定義される。中心接触面圧は、第1のころ30の中心31cにおける、第1のころ30の第1転動面31と本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11、21との間の接触面圧として定義される。

[0056] エッジ接触面圧が大きくなると、第1のころ30の第1転動面31の端部（第1外側端部36、第1内側端部37）と軌道面11、21との接触部において、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）が破損してしまう。このようなスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の破損を防止するために、エッジ接触面圧は、2.6 GPa以下であってもよく、2.49 GPa以下であってもよく、2.15 GPa以下であってもよく、1.6 GPa以下であってもよい。このようなスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の破損を防止するために、本実施の形態の第1のフルクラウニング部12、22の曲率半径 r_1 、 r_2 は、2100 mm以下であってもよく、2000 mm以下であってもよく、1600 mm以下であってもよく、1200 mm以下であってもよい。

[0057] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11、21は、第1のフルクラウニング部12、22を有している。そのため、図9及び図11に示されるように、本実施の形態の中心接触面圧（ P_1 （ $d=0$ ））は、

比較例 1 の中心接触面圧 ($P_2 (d=0)$) よりも大きい。

[0058] 本実施の形態の中心接触面圧が大きくなると、第 1 のころ 30 の中心 31 c と本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 との接触部において、本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）が破損してしまう。このようなスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の破損を防止するために、本実施の形態の中心接触面圧は、2.0 GPa 以下であってもよく、1.8 GPa 以下であってもよく、1.7 GPa 以下であってもよく、1.67 GPa 以下であってもよい。このようなスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の破損を防止するために、本実施の形態の第 1 のフルクラウニング部 12, 22 の曲率半径 r_1 , r_2 は、250 mm 以上であってもよく、445 mm 以上であってもよく、600 mm 以上であってもよく、720 mm 以上であってもよい。

[0059] 本実施の形態のスラストころ軸受 1 及びスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の効果を説明する。

[0060] 本実施の形態のスラストころ軸受 1 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 と、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 と、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 と第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 との間に、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 の周方向に沿って配置された複数の第 1 のころ 30 とを備える。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 は、各々、第 1 のころ 30 が転動する軌道面 11, 21 を含む。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 の軌道面 21 の少なくとも 1 つは、第 1 のころ 30 に接触する第 1 のフルクラウニ

ング部 12, 22 を有する。スラストころ軸受 1 の径方向の断面における第 1 のフルクラウニング部 12, 22 の第 1 の表面 12s, 22s の形状は、第 1 の単一円弧である。

[0061] 第 1 の表面 12s, 22s の形状が第 1 の単一円弧である第 1 のフルクラウニング部 12, 22 は、周速度差に起因する熱及び接触面圧に起因する熱を減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受 1 は、第 1 のころ 30 の第 1 転動面 31 がスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 に対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。本実施の形態のスラストころ軸受 1 は、この熱に起因してスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 に表面起点剥離が発生することを防止することができる。

[0062] 第 1 の表面 12s, 22s の形状が第 1 の単一円弧である第 1 のフルクラウニング部 12, 22 は、第 1 のころ 30 の端部（第 1 外側端部 36、第 1 内側端部 37）とスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）の軌道面 11, 21 との間に発生するエッジロードを減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受 1 は、このエッジロードに起因してスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）が損傷を受けることを防止することができる。

[0063] 本実施の形態のスラストころ軸受 1 では、第 1 の単一円弧は、250mm 以上 2100mm 以下の曲率半径 r_1 , r_2 を有する。そのため、スラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）が破損することが防がれ得る。

[0064] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20）は、複数の第 1 のころ 30 が転動する軌道面 11, 21 を備える。軌道面 11, 21 は、第 1 のころ

30に接触する第1のフルクラウニング部12, 22を有する。スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の径方向の断面における第1のフルクラウニング部12, 22の第1の表面12s, 22sの形状は、第1の単一円弧である。

[0065] 第1の表面12s, 22sの形状が第1の単一円弧である第1のフルクラウニング部12, 22は、周速度差に起因する熱及び接触面圧に起因する熱を減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）は、第1のころ30がスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11, 21に対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）は、この熱に起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11, 21に表面起点剥離が発生することを防止することができる。

[0066] 第1の表面12s, 22sの形状が第1の単一円弧である第1のフルクラウニング部12, 22は、第1のころ30の端部（第1外側端部36、第1内側端部37）とスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）の軌道面11, 21との間に発生するエッジロードを減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）は、このエッジロードに起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）が損傷を受けることを防止することができる。

[0067] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）では、第1の単一円弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径 r_1 , r_2 を有する。そのため、

スラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪１０、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０）が破損することが防がれ得る。

[0068] （実施の形態２）

図１３を参照して、実施の形態２に係るスラストころ軸受１ａ及びスラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪１０ａ、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０ａ）を説明する。本実施の形態のスラストころ軸受１ａ及びスラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪１０ａ、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０ａ）は、実施の形態１のスラストころ軸受１及びスラストころ軸受用軌道輪（第１のスラストころ軸受用軌道輪１０、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０）と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

[0069] 本実施の形態のスラストころ軸受１ａでは、第１のころ３０ａは、円錐ころである。円錐ころである第１のころ３０ａは、第１内側端部３７から第１外側端部３６に向かうにつれて、次第に大きくなる直径を有する。

[0070] 本実施の形態のスラストころ軸受１ａでは、第１のスラストころ軸受用軌道輪１０ａの軌道面１１ａ、２１ａは、図２及び図５に示される第１の外側平坦部１３及び第１の内側平坦部１４を含んでいない。第１のスラストころ軸受用軌道輪１０ａは、軌道面１１ａに対して外側に位置する第１の外側鏝部５１と、軌道面１１ａに対して内側に位置する第１の内側鏝部５２とを含んでいる。第１の外側鏝部５１及び第１の内側鏝部５２は、スラストころ軸受１ａの径方向における第１のころ３０ａの位置を規制する。第１の外側鏝部５１及び第１の内側鏝部５２の少なくとも１つは第１のころ３０ａに接触して、第１のころ３０ａをガイドしてもよい。

[0071] 本実施の形態のスラストころ軸受１ａでは、第２のスラストころ軸受用軌道輪２０ａの軌道面１１ａ、２１ａは、図３及び図５に示される第２の外側平坦部２３及び第２の内側平坦部２４を含んでいない。第２のスラストころ軸受用軌道輪２０ａは、軌道面２１ａに対して外側に位置する第２の外側鏝部５６と、軌道面２１ａに対して内側に位置する第２の内側鏝部５７とを含

んでいる。第2の外側鍔部56及び第2の内側鍔部57は、スラストころ軸受1aの径方向における第1のころ30aの位置を規制する。第2の外側鍔部56及び第2の内側鍔部57の少なくとも1つは第1のころ30aに接触して、第1のころ30aをガイドしてもよい。

[0072] 図14を参照して、本実施の形態の変形例に係るスラストころ軸受1b及びスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10a、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）を説明する。本実施の形態の変形例のスラストころ軸受1b及びスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10a、第2のスラストころ軸受用軌道輪20）は、本実施の形態のスラストころ軸受1a及びスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10a、第2のスラストころ軸受用軌道輪20a）と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

[0073] 本実施の形態の変形例の第2のスラストころ軸受用軌道輪20は、実施の形態1の第2のスラストころ軸受用軌道輪20と同様の構成を有している。本実施の形態の変形例の第2のスラストころ軸受用軌道輪20の軌道面21は、第2の外側平坦部23及び第2の内側平坦部24を含んでいる。本実施の形態の変形例の第2のスラストころ軸受用軌道輪20は、図13に示される第2の外側鍔部56及び第2の内側鍔部57を含んでいない。

[0074] 本実施の形態の変形例の保持器40bは、スラストころ軸受1bの内側から外側に向かうにつれて第2のスラストころ軸受用軌道輪20の軌道面21から離れるように傾斜する傾斜部43を含んでいる。第1のころ30aを収容するポケット45は、傾斜部43に配置されている。

[0075] 本実施の形態及びその変形例のスラストころ軸受1a、1bの効果は、実施の形態1のスラストころ軸受1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0076] 円錐ころである第1のころ30aは、第1内側端部37から第1外側端部36に向かうにつれて、次第に大きくなる直径を有する。第1内側端部37から第1外側端部36に向かうにつれて、第1のころ30aの第1転動面31の周速度は増加する。円錐ころである第1のころ30aは、スラストころ

軸受 1 a, 1 b の径方向（第 1 のころ 3 0 a の第 1 ころ回転軸が延在する方向）において、第 1 のころ 3 0 a の第 1 転動面 3 1 の周速度と、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 a の軌道面 1 1 a の周速度との間の差を減少させることができる。

[0077] そのため、本実施の形態及びその変形例のスラストころ軸受 1 a, 1 b は、スラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 a、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0, 2 0 a）の軌道面 1 1 a, 2 1, 2 1 a に対する第 1 のころ 3 0 a の滑りを減少させて、この滑りによって発生する熱を低減することができる。本実施の形態のスラストころ軸受 1 a, 1 b は、この熱に起因してスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 a、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0, 2 0 a）の軌道面 1 1 a, 2 1, 2 1 a に表面起点剥離が発生することを防止することができる。

[0078] （実施の形態 3）

図 1 5 から図 1 7 を参照して、実施の形態 3 に係るスラストころ軸受 1 c 及びスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0 c）を説明する。本実施の形態のスラストころ軸受 1 c 及びスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0 c）は、実施の形態 1 のスラストころ軸受 1 及びスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0）と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

[0079] 図 1 5 に示されるように、本実施の形態のスラストころ軸受 1 c は、複列のころ（第 1 のころ 3 0 c、第 2 のころ 6 0）を備える。具体的には、本実施の形態のスラストころ軸受 1 c は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 c と第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0 c との間に、複数の第 2 のころ 6 0 をさらに備える。第 2 のころ 6 0 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 1 0 c 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 2 0 c の周方向に沿って配置され

る。第2のころ60は、第1のころ30cに対して内側に配置される。第2のころ60は、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21c上を転動する。

[0080] 本実施の形態では、第1のスラストころ軸受用軌道輪10cの軌道面11cは、第2のころ60に接触する第2のフルクラウニング部16を有し、かつ、第2のスラストころ軸受用軌道輪20cの軌道面21cは、第2のころ60に接触する第2のフルクラウニング部26を有する。第1のスラストころ軸受用軌道輪10cの軌道面11c及び第2のスラストころ軸受用軌道輪20cの軌道面21cの少なくとも1つが、第2のころ60に接触する第2のフルクラウニング部16、26を有してもよい。第2のフルクラウニング部16は第1のフルクラウニング部12に対して内側に位置し、かつ、第2のフルクラウニング部26は第1のフルクラウニング部22に対して内側に位置する。

[0081] 第1のスラストころ軸受用軌道輪10cは、第2のフルクラウニング部16に対して外側に、第1の内側平坦部14を有してもよい。第1のスラストころ軸受用軌道輪10cは、第2のフルクラウニング部16に対して内側に、第3の平坦部17を有してもよい。第2のフルクラウニング部16は、第1の内側平坦部14及び第3の平坦部17から第1のころ30の第1転動面31に向けて膨出してもよい。第2のフルクラウニング部16は、第1の内側平坦部14及び第3の平坦部17に滑らかに連なるように形成されてもよい。

[0082] 第2のスラストころ軸受用軌道輪20cは、第2のフルクラウニング部26に対して外側に、第2の内側平坦部24を有してもよい。第2のスラストころ軸受用軌道輪20cは、第2のフルクラウニング部26に対して内側に、第4の平坦部27を有してもよい。第2のフルクラウニング部26は、第2の内側平坦部24及び第4の平坦部27から第1のころ30の第1転動面31に向けて膨出してもよい。第2のフルクラウニング部26は、第2の内

側平坦部 24 及び第 4 の平坦部 27 に滑らかに連なるように形成されてもよい。

[0083] 軌道面 11c は、第 1 のフルクラウニング部 12 の第 1 の表面 12s と、第 2 のフルクラウニング部 16 の第 2 の表面 16s とを含む。軌道面 11c は、第 1 のフルクラウニング部 12 に対して外側に、第 1 の外側平坦部 13 をさらに含んでもよい。軌道面 21c は、第 1 のフルクラウニング部 22 の第 1 の表面 22s と、第 2 のフルクラウニング部 26 の第 2 の表面 26s とを含む。軌道面 21c は、第 1 のフルクラウニング部 22 に対して外側に、第 2 の外側平坦部 23 をさらに含んでもよい。

[0084] スラストころ軸受 1c の径方向の断面（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c の径方向の断面、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c の径方向の断面）における第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の第 2 の表面 16s, 26s の形状は、第 2 の単一円弧である。第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の曲率半径は、第 1 のフルクラウニング部 12, 22 の曲率半径に等しくてもよい。第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の曲率半径は、第 1 のフルクラウニング部 12, 22 の曲率半径と異なってもよい。

[0085] 第 2 のころ 60 の端部（第 2 外側端部 66、第 2 内側端部 67）とスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c）の軌道面 11c, 21c との接触部においてスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c）が破損することを防ぐために、本実施の形態の第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の曲率半径は、2100mm 以下であってもよく、2000mm 以下であってもよく、1600mm 以下であってもよく、1200mm 以下であってもよい。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c）のこのような破損を防ぐために、本実施の形態の第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の曲率半径は、250mm 以上であってもよく、445mm 以上であってもよく、600mm 以上であっても

よく、720mm以上であってもよい。

[0086] 本実施の形態の第1のころ30cは、実施の形態1の第1のころ30と同様の構成を有するが、以下の点で異なる。本実施の形態の第1のころ30cの第1のころ長さ L_{1c} （図16参照）は、実施の形態1の第1のころ30の第1のころ長さ L_1 （図4参照）よりも短い。

[0087] 図17を参照して、第2のころ60は、第2のころ長さ L_2 を有する。第2のころ長さ L_2 は、第2ころ回転軸60rにおける、第2のころ60の第2外側端面63と第2のころ60の第2内側端面64との間の距離として定義される。第2のころ60は、スラストころ軸受1cの径方向に沿う第2ころ回転軸60rを中心に回転しながら、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21c上を転動する。第2のころ60の第2転動面61の第2外側端部66は、第2外側端面63側の第2転動面61の端部である。第2のころ60の第2転動面61の第2内側端部67は、第2内側端面64側の第2転動面61の端部である。第2のころ60は、第2のころ60の第2外側端面63と第2転動面61との間並びに第2のころ60の第2内側端面64と第2転動面61との間に、面取り部62を含んでもよい。

[0088] 本実施の形態の第2のころ60は、実施の形態1の第1のころ30と同様の構成を有するが、以下の点で異なる。本実施の形態の第2のころ60の第2のころ長さ L_2 （図17参照）は、実施の形態1の第1のころ30の第1のころ長さ L_1 （図4参照）よりも短い。本実施の形態の第1のころ30cの第1のころ長さ L_{1c} と第2のころ60の第2のころ長さ L_2 との和は、実施の形態1の第1のころ長さ L_1 よりも短くてもよい。第2のころ60は、第1のころ30cと同じ構成を有してもよい。

[0089] 本実施の形態のスラストころ軸受1c及びスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の効果は、実施の形態1のスラストころ軸受1及びスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10、第2のスラストころ軸受

用軌道輪 20) の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0090] 本実施の形態のスラストころ軸受 1c は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c と第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c との間に、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c の周方向に沿って配置された複数の第 2 のころ 60 をさらに備える。第 2 のころ 60 は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c の軌道面 11c 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c の軌道面 21c 上を転動する。第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c の軌道面 11c 及び第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c の軌道面 21c の少なくとも 1 つは、第 2 のころ 60 に接触する第 2 のフルクラウニング部 16, 26 を有する。第 2 のフルクラウニング部 16, 26 は第 1 のフルクラウニング部 12, 22 に対して内側に位置する。スラストころ軸受 1c の径方向の断面における第 2 のフルクラウニング部 16, 26 の第 2 の表面 16s, 26s の形状は、第 2 の単一円弧である。

[0091] 本実施の形態のスラストころ軸受 1c は、第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c と第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20c との間に、第 1 のころ 30c と第 2 のころ 60 とを含んでいる。第 2 のフルクラウニング部 16, 26 に接触する第 2 のころ 60 は、第 1 のフルクラウニング部 12, 22 に接触する第 1 のころ 30c に対して内側に配置される。第 2 のころ 60 の第 2 転動面 61 の周速度は、第 1 のころ 30c の第 2 転動面 61 の周速度よりも低くなり得る。

[0092] 本実施の形態における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c の軌道面 11c の周速度と第 1 のころ 30c の第 1 転動面 31 の周速度との間の第 2 の差は、実施の形態 1 における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 の周速度と第 1 のころ 30 の第 1 転動面 31 の周速度との間の第 1 の差よりも減少する。本実施の形態における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10c の軌道面 11c の周速度と第 2 のころ 60 の第 2 転動面 61 の周速度との間の第 3 の差は、実施の形態 1 における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪

10の軌道面11の周速度と第1のころ30の第1転動面31の周速度との間の第1の差よりも減少する。

[0093] そのため、実施の形態1の第1のころ30の第1転動面31に比べて、本実施の形態の第1のころ30cの第1転動面31及び第2のころ60の第2転動面61は、軌道面11c、21cに対してより少なく滑る。本実施の形態のスラストころ軸受1cは、第1のころ30cの第1転動面31及び第2のころ60の第2転動面61が軌道面11c、21cに対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。本実施の形態のスラストころ軸受1cは、この熱に起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21cに表面起点剥離が発生することを防止することができる。

[0094] 第2の表面16s、26sの形状が第2の単一円弧である第2のフルクラウニング部16、26は、第2のころ60の端部（第2外側端部66、第2内側端部67）における、第2のころ60の第2転動面61とスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21cとの間の接触面圧を減少させることができる。第2の表面16s、26sの形状が第2の単一円弧である第2のフルクラウニング部16、26は、第2のころ60の端部（第2外側端部66、第2内側端部67）とスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21cとの間に発生するエッジロードを減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受1cは、このエッジロードに起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）が損傷を受けることを防止することができる。

[0095] 本実施の形態のスラストころ軸受1cでは、第1のころ30cだけでなく第2のころ60も、スラスト荷重を受ける。そのため、本実施の形態のスラストころ軸受1cは、より大きなスラスト荷重に耐えることができる。

- [0096] 本実施の形態のスラストころ軸受 1 c では、第 2 の単一円弧は、250 mm 以上 2100 mm 以下の曲率半径を有してもよい。そのため、スラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 c）が破損することが防がれ得る。
- [0097] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 c）は、軌道面 11 c、21 c を転動する複数の第 2 のころ 60 に接触する第 2 のフルクラウニング部 16、26 をさらに有する。第 2 のフルクラウニング部 16、26 は第 1 のフルクラウニング部 12、22 に対して内側に位置する。スラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 c）の径方向の断面における第 2 のフルクラウニング部 16、26 の第 2 の表面 16 s、26 s の形状は第 2 の単一円弧である。
- [0098] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c、第 2 のスラストころ軸受用軌道輪 20 c）は、第 1 のフルクラウニング部 12、22 と、第 1 のフルクラウニング部 12、22 に対して内側に位置する第 2 のフルクラウニング部 16、26 とを含んでいる。第 2 のフルクラウニング部 16、26 に接触する第 2 のころ 60 は、第 1 のころ 30 c に対して内側に配置され得る。そのため、第 2 のころ 60 の第 2 転動面 61 の周速度は、第 1 のころ 30 a の第 1 転動面 31 の周速度よりも低くなり得る。
- [0099] 本実施の形態における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c の軌道面 11 c の周速度と第 1 のころ 30 c の第 1 転動面 31 の周速度との間の第 2 の差は、実施の形態 1 における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 の周速度と第 1 のころ 30 の第 1 転動面 31 の周速度との間の第 1 の差よりも減少する。本実施の形態における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 c の軌道面 11 c の周速度と第 2 のころ 60 の第 2 転動面 61 の周速度との間の第 3 の差は、実施の形態 1 における第 1 のスラストころ軸受用軌道輪 10 の軌道面 11 の周速度と第 1 のころ 30 の第 1 転動面 31 の周速度との

間の第1の差よりも減少する。

[0100] そのため、実施の形態1の第1のころ30の第1転動面31に比べて、本実施の形態の第1のころ30cの第1転動面31及び第2のころ60の第2転動面61は、軌道面11c、21cに対してより少なく滑る。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）は、第1のころ30cの第1転動面31及び第2のころ60の第2転動面61がスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21cに対して滑ることによって発生する熱を低減することができる。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）は、この熱に起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）の軌道面11c、21cに表面起点剥離が発生することを防止することができる。

[0101] 第2の表面16s、26sの形状が第2の単一円弧である第2のフルクラウニング部16、26は、第2のころ60の端部（第2外側端部66、第2内側端部67）における、第2のころ60の第2転動面61と軌道面11c、21cとの間の接触面圧を減少させることができる。第2の表面16s、26sの形状が第2の単一円弧である第2のフルクラウニング部16、26は、第2のころ60の端部（第2外側端部66、第2内側端部67）と軌道面11c、21cとの間に発生するエッジロードを減少させることができる。本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）は、このエッジロードに起因してスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）が損傷を受けることを防止することができる。

[0102] 本実施の形態のスラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）では、第2の単一円

弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径を有してもよい。そのため、スラストころ軸受用軌道輪（第1のスラストころ軸受用軌道輪10c、第2のスラストころ軸受用軌道輪20c）が破損することが防がれ得る。

[0103] 今回開示された実施の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と考えられるべきである。例えば、実施の形態2及びその変形例の第1の外側鍔部51、第1の内側鍔部52、第2の外側鍔部56及び第2の内側鍔部57の少なくとも1つが、実施の形態1及び実施の形態3のスラストころ軸受1cに設けられてもよい。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0104] 1, 1a, 1b, 1c スラストころ軸受、8 回転軸、10, 10a, 10c 第1のスラストころ軸受用軌道輪、11, 11a, 11c 軌道面、12, 22 第1のフルクラウニング部、12c, 22c 中心、12s, 22s 第1の表面、13 第1の外側平坦部、14 第1の内側平坦部、15 第1の主面、16, 26 第2のフルクラウニング部、16s, 26s 第2の表面、17 第3の平坦部、20, 20a, 20c 第2のスラストころ軸受用軌道輪、21, 21a, 21c 軌道面、23 第2の外側平坦部、24 第2の内側平坦部、25 第2の主面、27 第4の平坦部、30, 30a, 30c 第1のころ、30r 第1ころ回転軸、31 第1転動面、31c 中心、32, 62 面取り部、33 第1外側端面、34 第1内側端面、36 第1外側端部、37 第1内側端部、40, 40b 保持器、43 傾斜部、45 ポケット、51 第1の外側鍔部、52 第1の内側鍔部、56 第2の外側鍔部、57 第2の内側鍔部、60 第2のころ、60r 第2ころ回転軸、61 第2転動面、63 第2外側端面、64 第2内側端面、66 第2外側端部、67 第2内側端部。

請求の範囲

- [請求項1] スラストころ軸受であって、
第1のスラストころ軸受用軌道輪と、
第2のスラストころ軸受用軌道輪と、
前記第1のスラストころ軸受用軌道輪と前記第2のスラストころ軸受用軌道輪との間に、前記第1のスラストころ軸受用軌道輪及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪の周方向に沿って配置された複数の第1のころとを備え、
前記第1のスラストころ軸受用軌道輪及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪は、各々、前記第1のころが転動する軌道面を含み、
前記第1のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面の少なくとも1つは、前記第1のころに接触する第1のフルクラウニング部を有し、前記スラストころ軸受の径方向の断面における前記第1のフルクラウニング部の第1の表面の形状は第1の単一円弧である、スラストころ軸受。
- [請求項2] 前記第1の単一円弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径を有する、請求項1に記載のスラストころ軸受。
- [請求項3] 前記第1のころの軸方向における前記第1のころの転動面の中心は、前記径方向における前記第1のフルクラウニング部の中心に接触する、請求項1または2に記載のスラストころ軸受。
- [請求項4] 前記第1のころは、円筒ころまたは針状ころである、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のスラストころ軸受。
- [請求項5] 前記第1のころは、円錐ころである、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のスラストころ軸受。
- [請求項6] 前記第1のスラストころ軸受用軌道輪と前記第2のスラストころ軸受用軌道輪との間に、前記第1のスラストころ軸受用軌道輪及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪の前記周方向に沿って配置された複数の第2のころをさらに備え、

前記第2のころは、前記第1のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面上を転動し、

前記第1のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面及び前記第2のスラストころ軸受用軌道輪の前記軌道面の少なくとも1つは、前記第2のころに接触する第2のフルクラウニング部を有し、前記第2のフルクラウニング部は前記第1のフルクラウニング部に対して内側に位置し、前記径方向の前記断面における前記第2のフルクラウニング部の第2の表面の形状は第2の単一円弧である、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のスラストころ軸受。

[請求項7] 前記第2の単一円弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径を有する、請求項6に記載のスラストころ軸受。

[請求項8] スラストころ軸受用軌道輪であって、
複数の第1のころが転動する軌道面を備え、
前記軌道面は、前記第1のころに接触する第1のフルクラウニング部を有し、前記スラストころ軸受用軌道輪の径方向の断面における前記第1のフルクラウニング部の第1の表面の形状は第1の単一円弧である、スラストころ軸受用軌道輪。

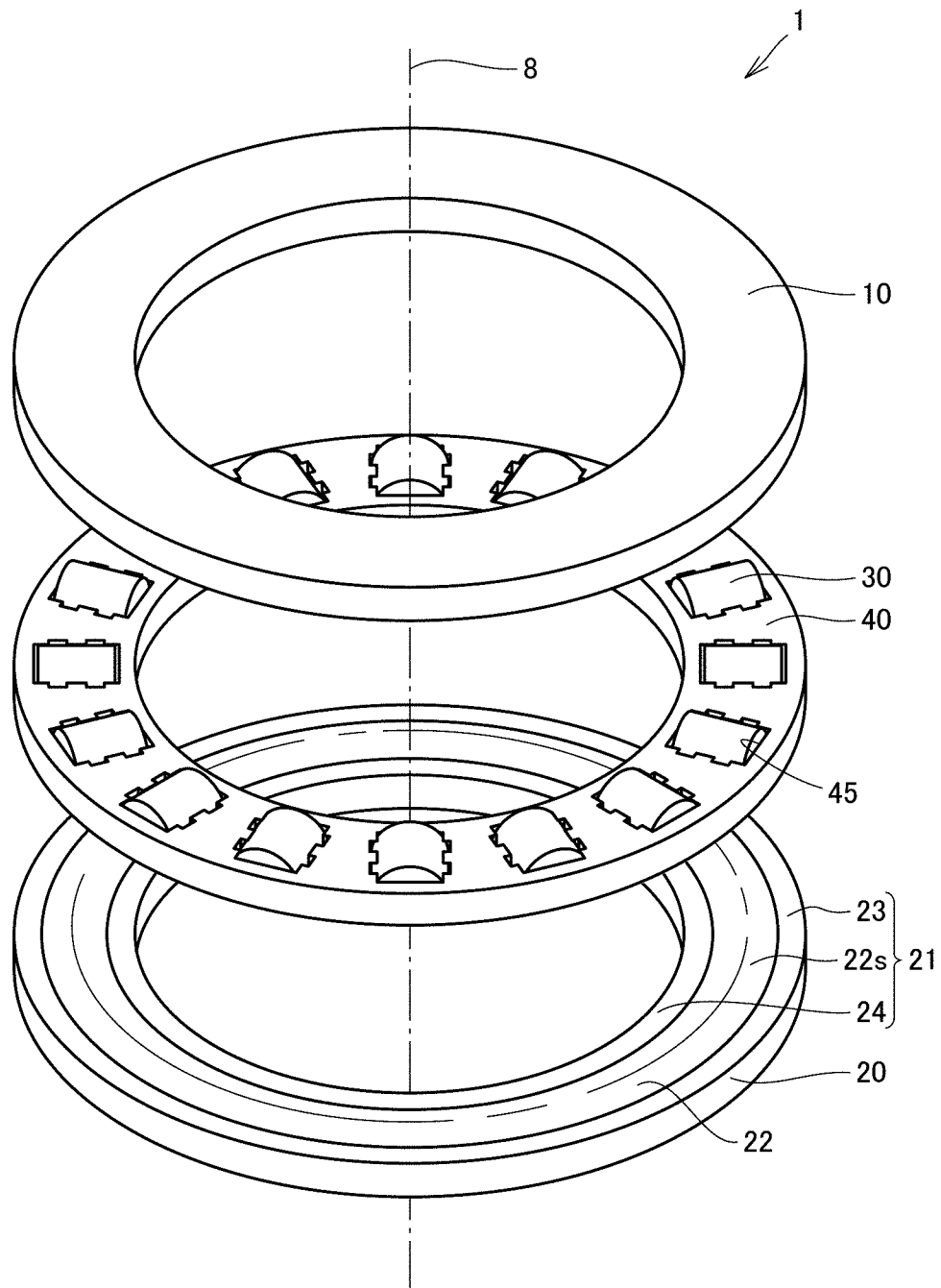
[請求項9] 前記第1の単一円弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径を有する、請求項8に記載のスラストころ軸受用軌道輪。

[請求項10] 前記軌道面は、前記軌道面を転動する複数の第2のころに接触する第2のフルクラウニング部を有し、
前記第2のフルクラウニング部は前記第1のフルクラウニング部に対して内側に位置し、前記径方向の前記断面における前記第2のフルクラウニング部の第2の表面の形状は第2の単一円弧である、請求項8または請求項9に記載のスラストころ軸受用軌道輪。

[請求項11] 前記第2の単一円弧は、250mm以上2100mm以下の曲率半径を有する、請求項10に記載のスラストころ軸受用軌道輪。

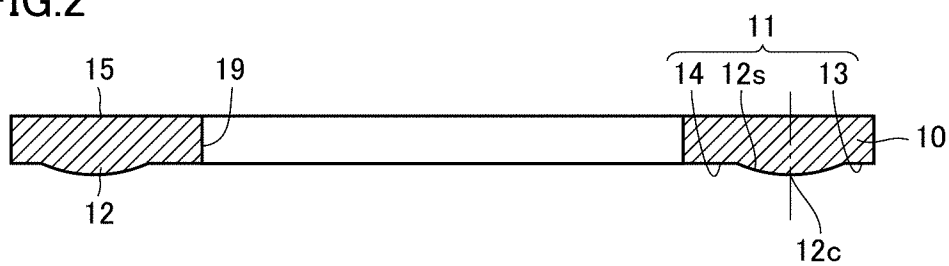
[図1]

FIG.1



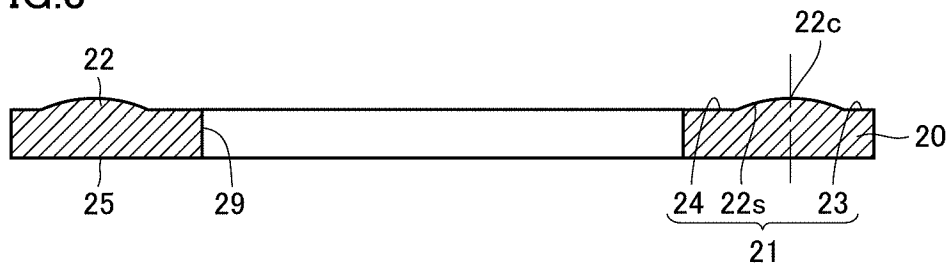
[図2]

FIG.2



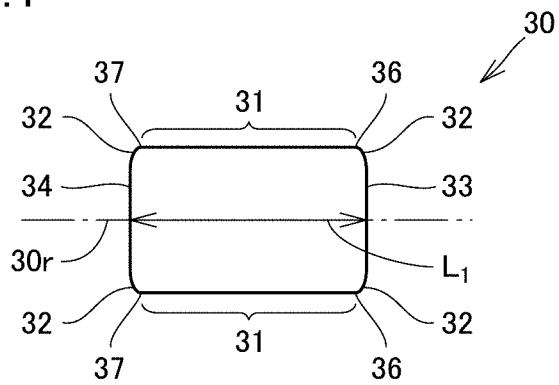
[図3]

FIG.3



[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5

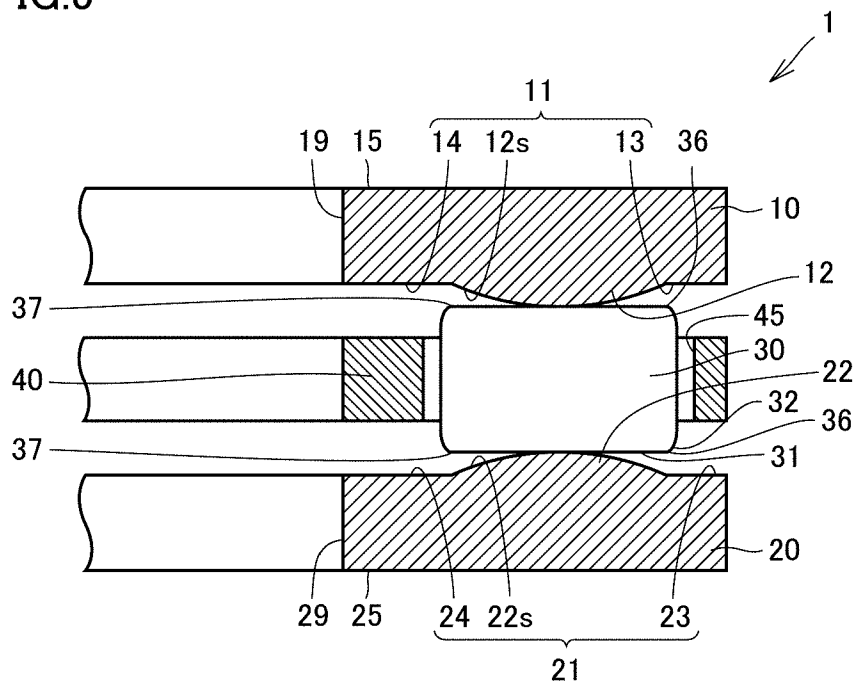
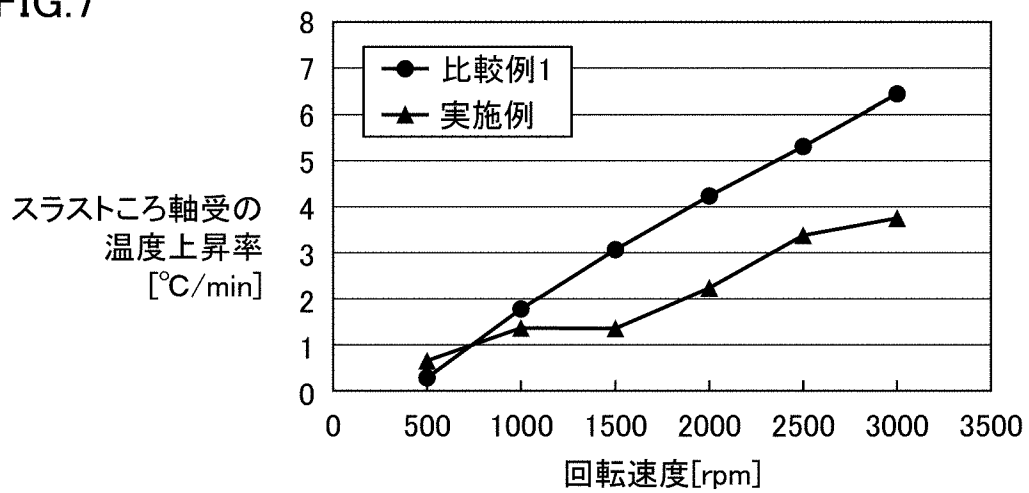
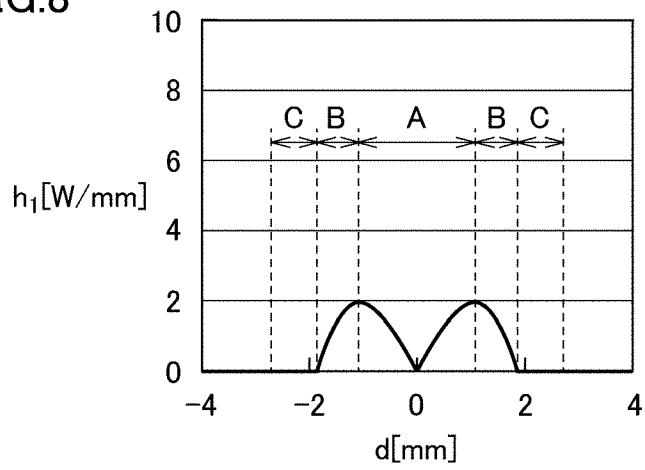


FIG.6



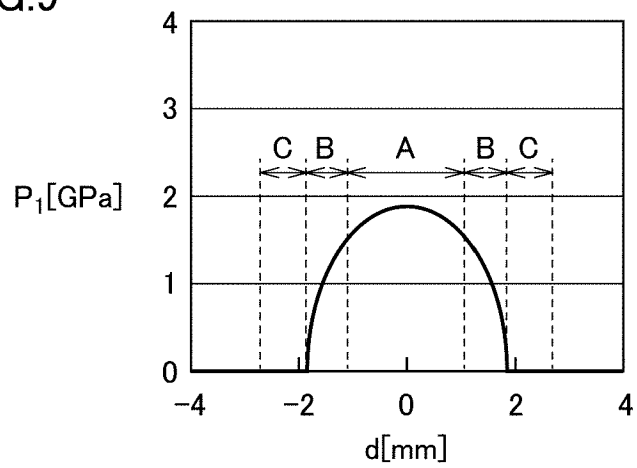
[図8]

FIG.8



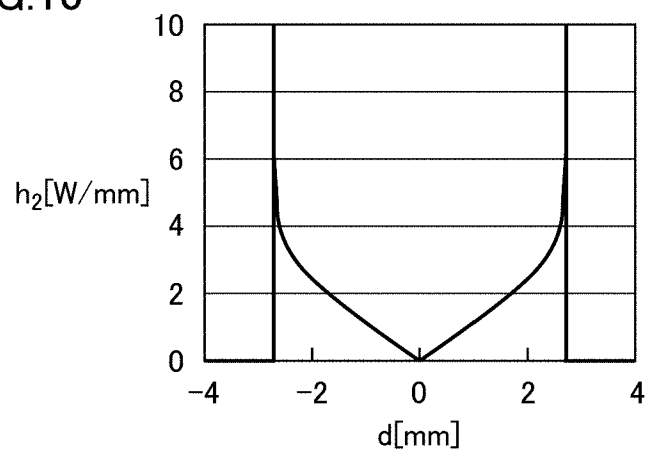
[図9]

FIG.9



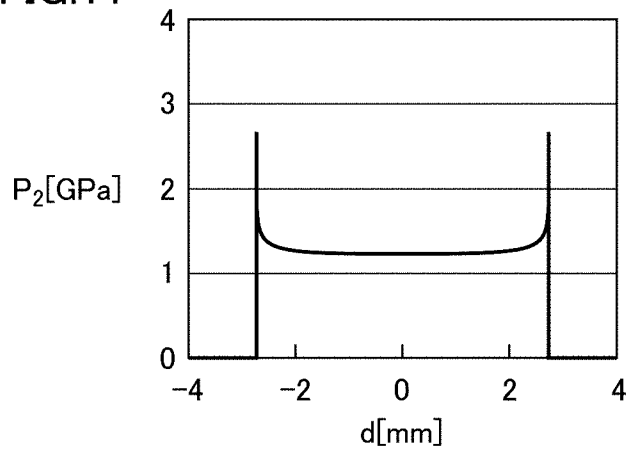
[図10]

FIG.10



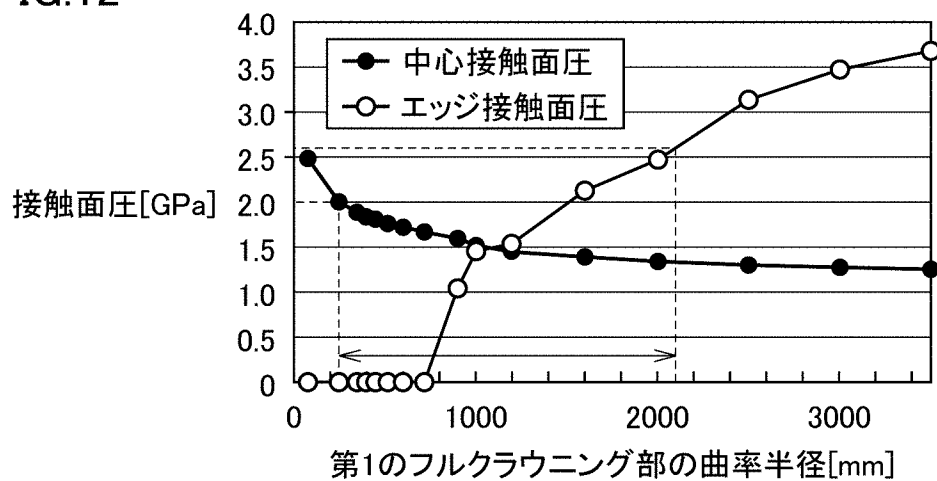
[図11]

FIG.11



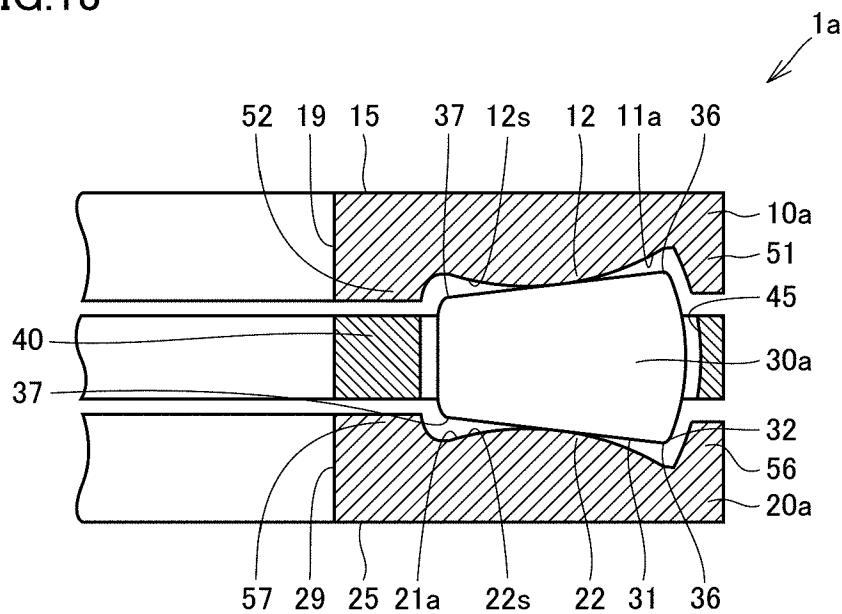
[図12]

FIG.12



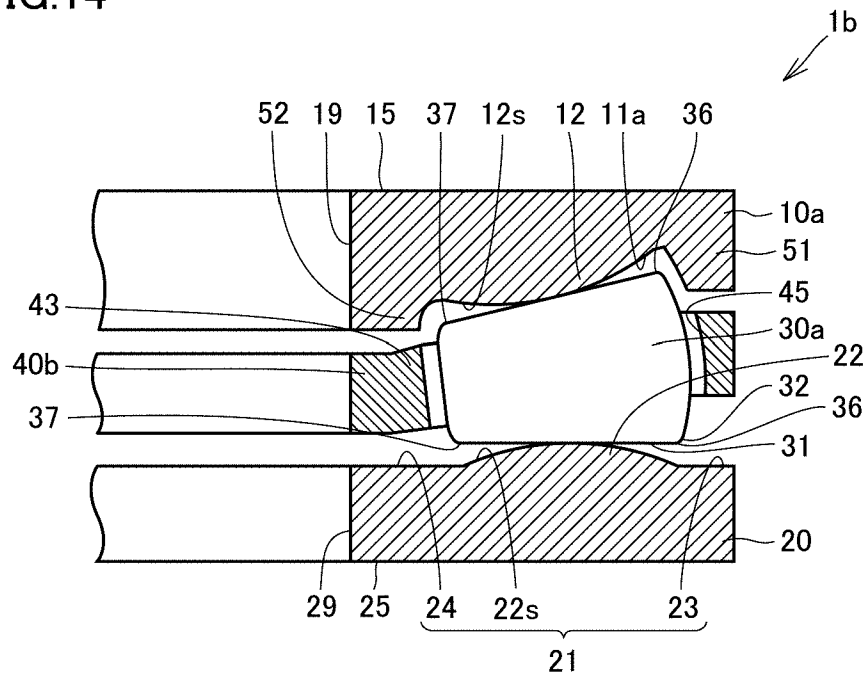
[図13]

FIG.13



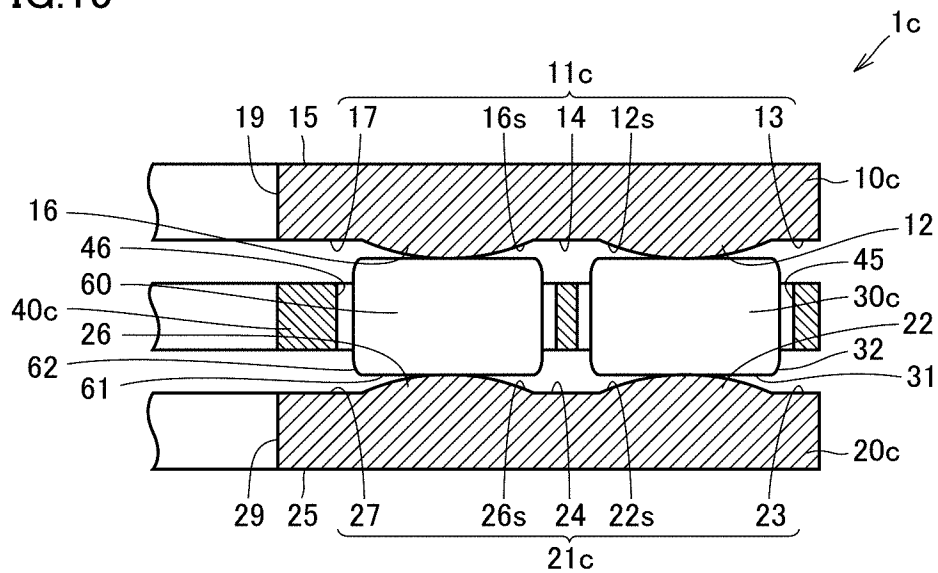
[図14]

FIG.14



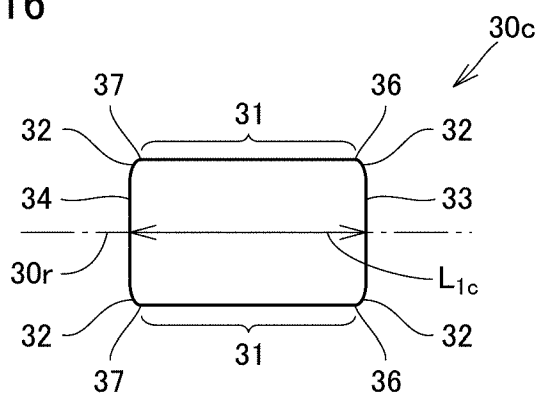
[図15]

FIG.15



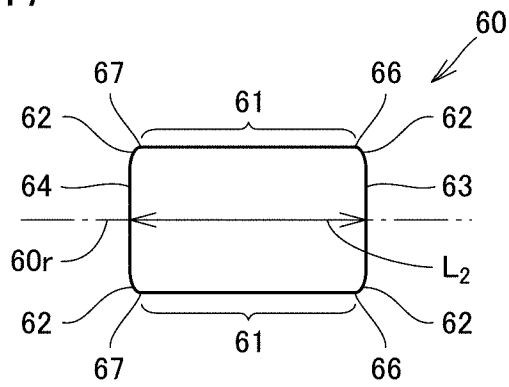
[図16]

FIG.16



[図17]

FIG.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/042587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16C33/58 (2006.01) i, F16C19/30 (2006.01) i

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)

Int.Cl. F16C33/58, F16C19/30

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
X	JP 2012-7709 A (NSK LTD.) 12 January 2012, paragraphs	1-4, 8-9
Y	[0021]-[0031], [0053]-[0054], fig. 1-2 (Family: none)	5-7, 10-11
Y	JP 2011-94716 A (NSK LTD.) 12 May 2011, paragraphs [0012]-[0030], fig. 1-8 (Family: none)	5-7, 10-11
Y	JP 54-136 A (NSK LTD.) 05 January 1979, page 1, lower right column, line 6 to page 3, upper left column, line 8, fig. 1-4 (Family: none)	5-7, 10-11



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

"I" 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
21 February 2018 (21.02.2018)

Date of mailing of the international search report
06 March 2018 (06.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/042587

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-34019 A (NSK LTD.) 24 February 1984, page 1, lower right column, line 6 to page 5, upper left column, line 17, fig. 1-4 (Family: none)	5-7, 10-11
Y	JP 2011-27213 A (NTN CORP.) 10 February 2011, paragraphs [0040]-[0056], fig. 6 (Family: none)	6-7, 10-11
A	JP 7-119740 A (NSK LTD.) 09 May 1995, paragraphs [0015]-[0031], fig. 1-8 (Family: none)	1-11
A	JP 2000-27871 A (THE TORRINGTON CO.) 25 January 2000, paragraphs [0007]-[0015], fig. 2-6 & US 5975763 A column 1, line 31 to column 2, line 67, fig. 2-6 & GB 2338520 A & DE 19924018 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16C33/58(2006.01)i, F16C19/30(2006.01)i

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））

Int.Cl. F16C33/58, F16C19/30

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	JP 2012-7709 A（日本精工株式会社）2012.01.12, 段落 [0021] - [0031]、[0053] - [0054]、図1-2（ファミリーなし）	1-4, 8-9 5-7, 10-11
Y	JP 2011-94716 A（日本精工株式会社）2011.05.12, 段落 [0012] - [0030]、図1-8（ファミリーなし）	5-7, 10-11
Y	JP 54-136 A（日本精工株式会社）1979.01.05, 第1ページ右下欄第6行-第3ページ左上欄第8行、第1-4図（ファミリーなし）	5-7, 10-11

☒ 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矛盾するものではなく、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

21.02.2018

国際調査報告の発送日

06.03.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

日下部 由泰

3 J

8373

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 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
Y	JP 59-34019 A (日本精工株式会社) 1984. 02. 24, 第 1 ページ右下欄 第 6 行－第 5 ページ左上欄第 1 7 行、第 1－4 図 (ファミリーなし)	5-7, 10-11
Y	JP 2011-27213 A (NTN株式会社) 2011. 02. 10, 段落 [0 0 4 0] － [0 0 5 6]、図 6 (ファミリーなし)	6-7, 10-11
A	JP 7-119740 A (日本精工株式会社) 1995. 05. 09, 段落 [0 0 1 5] － [0 0 3 1]、図 1－8 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2000-27871 A (ザ・トリントン・カンパニー) 2000. 01. 25, 段落 [0 0 0 7]－[0 0 1 5]、図 2－6 & US 5975763 A 第 1 欄第 3 1 行－第 2 欄第 6 7 行、図 2－6, & GB 2338520 A & DE 19924018 A1	1-11