

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/196089 A1

(51) 国際特許分類:

F16C 19/18 (2006.01) F16C 43/04 (2006.01)
F16C 33/78 (2006.01) B60B 35/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011675

(22) 国際出願日: 2020年3月17日(17.03.2020)

(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 2019-056836 2019年3月25日(25.03.2019) JP
特願 2019-210357 2019年11月21日(21.11.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社ジェイテクト (JTEKT CORPORATION) [JP/JP]; 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 楼黎明 (LOU, Liming); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 竹田 裕紀 (TAKEDA, Yuuki); 〒5428502 大阪府大阪市中央

区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 澤田 直規 (SAWADA, Naoki); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 住元 恵 (SUMIMOTO, Kei); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP).

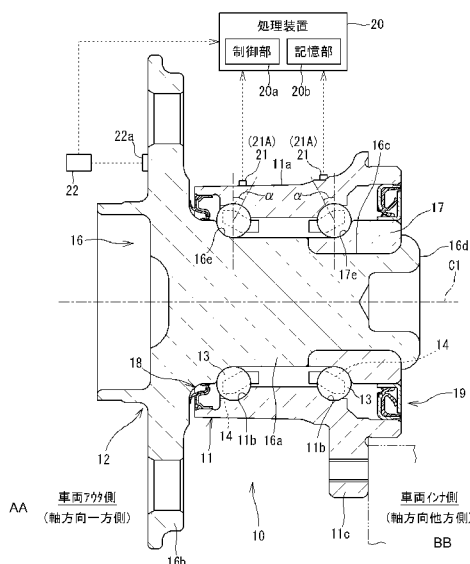
(74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所 (SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目1番11号 Hyogo (JP).

(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, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: METHOD OF ACQUIRING CONTACT ANGLE OF ANGULAR CONTACT BALL BEARING AND METHOD OF MANUFACTURING BEARING DEVICE FOR WHEELS

(54) 発明の名称: アンギュラ玉軸受の接触角取得方法及び車輪用軸受装置の製造方法

図1



20 Processing device
20a Control unit
20b Storage unit
AA Vehicle outer side (one side in axial direction)
BB Vehicle inner side (other side in axial direction)

(57) Abstract: This method of acquiring a contact angle of an angular contact ball bearing comprises: a first detection step for detecting the rotational speed of one raceway ring 12 of an angular contact ball bearing 10; a second detection step for detecting, from the outside, the deformation of the other raceway ring 11 according to the revolution of a ball 13 of the angular contact ball bearing 10; and a calculation step for obtaining a contact angle α of the ball 13 by using the detection result of the first detection step, the detection result of the second detection step, and specification data of the ball 13.

(57) 要約: アンギュラ玉軸受の接触角取得方法は、アンギュラ玉軸受10の一方の軌道輪12の回転数を検出する第1検出工程、アンギュラ玉軸受10の玉13の公転に伴う他方の軌道輪11の変形を外部から検出する第2検出工程、及び、第1検出工程の検出結果と、第2検出工程の検出結果と、玉13の諸元データとを用いて玉13の接触角 α を求める演算工程と、を含む。

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, 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))

明 細 書

発明の名称：

アンギュラ玉軸受の接触角取得方法及び車輪用軸受装置の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、アンギュラ玉軸受の接触角取得方法及び車輪用軸受装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両においては車輪を支持するために車輪用軸受装置（ハブユニット）が用いられる（例えば、特許文献１参照）。車輪用軸受装置１１０は、図１５に示すように、外輪１１１と、内軸１１２と、外輪１１１と内軸１１２との間に複列に配置された玉１１３とを備える。各列の玉１１３は、外輪１１１及び内軸１１２に形成された軌道１１１ｂ、１１６ｅ、１１７ｅに所定の接触角 α で接触する。したがって、車輪用軸受装置１１０は、玉１１３が軌道１１１ｂ、１１６ｅ、１１７ｅに斜接するアンギュラ玉軸受である。

[0003] 内軸１１２は、軸方向一方側の軌道１１６ｅが形成された軸部材１１６と、軸方向他方側の軌道１１７ｅが形成された内輪部材１１７とを有する。内輪部材１１７は、軸部材１１６に形成された小径部１１６ｃに嵌合するとともに、軸部材１１６の軸方向他方側の端部１１６ｄを径方向外方にかしめることによって小径部１１６ｃに固定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１７－１５２４号公報

発明の概要

[0005] 本開示のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法は、アンギュラ玉軸受の一方の軌道輪の回転数を検出する第１検出工程、前記アンギュラ玉軸受の玉の公転に伴う他方の軌道輪の変形を外部から検出する第２検出工程、及び、前記

第1 検出工程の検出結果と、前記第2 検出工程の検出結果と、前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む。

[0006] 本開示のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法は、外輪と、外輪の径方向内側に配置された内輪と、前記外輪と前記内輪との間に配置された複数の玉とを備えるアンギュラ玉軸受の接触角取得方法であって、前記内輪を回転させた場合の玉の公転に伴う前記外輪の周期的な変位の周波数の推定値を、前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データと前記玉の接触角の設計値とを用いて求める推定工程、前記内輪を回転させた状態で前記外輪の前記変位をセンサによって外部から検出する検出工程、前記検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程、前記推定工程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から前記外輪の変位の周波数を決定する決定工程、及び、前記決定工程で決定された周波数と前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む。

[0007] 本開示は、アンギュラ玉軸受である車輪用軸受装置の製造方法であって、前記車輪用軸受装置は、内周面の軸方向一方側及び軸方向他方側に形成されている第1 の外側軌道及び第2 の外側軌道を有する外輪と、外周面に第1 の内側軌道が形成されている軸部材及び当該軸部材の軸方向他方側の小径部に嵌合すると共に外周面に第2 の内側軌道が形成されている内輪部材を有する内軸と、前記第1 の外側軌道と前記第1 の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第1 の玉と、前記第2 の外側軌道と前記第2 の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第2 の玉と、を備えていて、

前記第1 の内側軌道に前記複数の第1 の玉を載せる工程、当該複数の第1 の玉に前記第1 の外側軌道が載るようにして前記軸部材と前記外輪とを組む工程、前記第2 の外側軌道に前記複数の第2 の玉を載せると共に、当該複数の第2 の玉に前記内輪部材の前記第2 の内側軌道が載るようにして当該内輪部材を前記小径部に嵌合させる工程、及び、前記軸部材の軸方向他方側の端部を径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって当該内輪部材17を当該軸部材に固定する固定工程、を含む組み立て工程と、

前記組み立て工程を経て前記車輪用軸受装置が組み立てられた状態で、又は、前記固定工程と並行して、前記接触角を求める接触角取得工程と、を備え、

前記接触角取得工程で前記接触角を求める方法は、前記アンギュラ玉軸受の接触角取得方法である。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1発明の第1の実施形態に係る接触角取得方法に使用するアンギュラ玉軸受の断面図である。

[図2]変形検出センサを示す説明図である。

[図3]回転検出センサ及び変形検出センサの出力結果を示すグラフである。

[図4]車輪用軸受装置の製造装置の一例を示す断面図である。

[図5]第1発明の第2の実施形態に係る接触角取得方法で使用する変形検出センサを示す説明図である。

[図6]第2発明の第1の実施形態に係る接触角取得方法に使用するアンギュラ玉軸受の断面図である。

[図7]変位検出センサを示す説明図である。

[図8]変位検出センサの検出結果を示すグラフである。

[図9]変位検出センサの検出結果を周波数解析したグラフである。

[図10]第2発明の第2の実施形態に係る接触角取得方法で使用する変位検出センサを示す説明図である。

[図11]車輪用軸受装置の製造装置の他の例を示す断面図である。

[図12]図11に示す製造装置の断面図である。

[図13]図11に示す製造装置の断面図である。

[図14]図11に示す製造装置の断面図である。

[図15]アンギュラ玉軸受である車輪用軸受装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] <本開示の発明が解決しようとする課題>

図15に示す車輪用軸受装置110を組み立てるとき、小径部116cに

嵌合させた内輪部材 117 は、軸部材 116 の軸方向他方側の端部 116 d をかしめることによって軸方向一方側へ押圧される。この押圧の荷重によって軌道 111 b, 116 e, 117 e に対する玉 113 の接触角 α が変動する。玉 113 の接触角 α は、車輪用軸受装置 110 の剛性（予圧）や回転トルクに影響を与える。このため、接触角 α が、設計で定められた適正な値（設計値）となるように車輪用軸受装置 110 を組み立てることが求められる。

[0010] しかしながら、組み立て後の車輪用軸受装置 110 において、軌道 111 b, 116 e, 117 e と 1 玉 113 との接触部分は外輪 111 と内軸 112 との間に配置されるので、接触角 α を直接測定することは困難である。外輪 111 と内軸 112 との間の軸方向両端部がシール部材 118, 119 で覆われている場合、接触角 α の測定は実質的に不可能である。そのため、現状では、車輪用軸受装置 110 の組み立て工程で軸部材 116 の端部 116 d をかしめる際の荷重を管理することによって接触角 α を所望に設定している。しかしながら、この方法では、接触角 α のばらつきが大きくなり、これが製品の品質にばらつきを生じさせる原因となっていた。

[0011] 本開示は、組み立てられた状態のアンギュラ玉軸受であっても軌道に対する玉の接触角を取得することができる方法、及び、その方法を用いた車輪用軸受装置の製造方法を提供することを目的とする。

[0012] <本開示の発明の効果>

組み立てた状態のアンギュラ玉軸受であっても軌道に対する玉の接触角を取得することができる。

[0013] <本開示の発明の実施形態の概要>

以下、本開示の発明の実施形態の概要を列記して説明する。

[0014] （第 1 発明について）

（1）本開示のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法は、アンギュラ玉軸受の一方の軌道輪の回転数を検出する第 1 検出工程、前記アンギュラ玉軸受の玉の公転に伴う他方の軌道輪の変形を外部から検出する第 2 検出工程、及び

、前記第 1 検出工程の検出結果と、前記第 2 検出工程の検出結果と、前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む。

[0015] この接触角取得方法によれば、アンギュラ玉軸受の玉の公転に伴う軌道輪の変形を外部から検出し、その検出結果を用いて玉の接触角を求める。このため、アンギュラ玉軸受を組み立てた状態であっても玉の接触角を求めることができる。求められた接触角は、アンギュラ玉軸受の品質管理等に活用することができる。

[0016] (2) 好ましくは、前記第 2 の検出工程では、前記他方の軌道輪の変形がひずみゲージにより検出される。

この構成によって、他方の軌道輪の変形を外部から検出することができる。

[0017] (3) 好ましくは、前記第 2 の検出工程では、前記他方の軌道輪の変形が変位センサにより検出される。

この構成によって、他方の軌道輪の変形を外部から検出することができる。

[0018] (4) 好ましくは、前記他方の軌道輪の変形の検出位置が、当該軌道輪のうち前記玉の軌道が形成されている面と反対である周面における、前記アンギュラ玉軸受の軸心に垂直で前記玉の中心を通る直線上の第 1 点と、前記他方の軌道輪の軌道と前記玉との接触点及び当該玉の中心を通る直線上の第 2 点との間の範囲内に設定されている。

この構成によって、変形の大きな範囲を対象として効率よく軌道輪の変形を検出することができる。

[0019] (5) 好ましくは、前記アンギュラ玉軸受が、複列の外側軌道を有する外輪と、複列の内側軌道を有する内軸と、前記外側軌道と前記内側軌道との間に配置され、各軌道に接触角をもって接触する複数の玉とを備え、前記内軸が、軸方向一方側の内側軌道を有する軸部材と、軸方向他方側の内側軌道を有しかつ前記軸部材にかしめ固定される内輪部材とを有する車輪用軸受装置

である。

[0020] (6) 好ましくは、前記第1の検出工程、前記第2の検出工程、及び前記演算工程が前記車輪用軸受装置の組み立て工程と並行して行われる。

このような方法によって、適切な接触角が得られるように車輪用軸受装置を組み立てることができる。

[0021] (7) 好ましくは、前記第1検出工程は、前記アンギュラ玉軸受の前記一方の軌道輪の回転数を検出する工程と、検出した当該一方の軌道輪の回転数と前記玉に関する諸元データと前記玉の接触角の設計値とを用いて、当該一方の軌道輪を回転させた場合の当該玉の公転に伴う前記他方の軌道輪の周期的な変位の周波数の推定値を、求める推定工程と、を含み、前記第2検出工程は、前記他方の軌道輪の変形として、前記一方の軌道輪を回転させた状態で当該他方の軌道輪の変位をセンサによって外部から検出し、前記演算工程は、前記第2検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程、記推定工程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から前記他方の軌道輪の変位の周波数を決定する決定工程、及び、前記決定工程で決定された周波数と前記一方の軌道輪の回転数と前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程、を含む。

[0022] (8) 好ましくは、前記接触角取得方法は、前記演算工程において求められた接触角が、接触角の設計値の許容誤差範囲内に収まっているか否かを判定する判定工程を更に含む。

[0023] (第2発明について)

(9) 本開示は、外輪と、外輪の径方向内側に配置された内輪と、前記外輪と前記内輪との間に配置された複数の玉とを備えるアンギュラ玉軸受の接触角取得方法であって、前記内輪を回転させた場合の玉の公転に伴う前記外輪の周期的な変位の周波数の推定値を、前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データと前記玉の接触角の設計値とを用いて求める推定工程、前記内輪を回転させた状態で前記外輪の前記変位をセンサによって外部から検出する検出工程、前記検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程、前記推定工

程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から前記外輪の変位の周波数を決定する決定工程、及び、前記決定工程で決定された周波数と前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む。

[0024] この接触角取得方法では、アングュラ玉軸受の玉の公転に伴う外輪の変位の周波数の推定値を求める。センサによって前記変位を外部から検出してその検出結果を周波数解析する。前記変位の周波数の推定値に基づいて、周波数解析の結果から前記変位の周波数を決定し、決定した周波数等を用いて玉の接触角を求める。このため、アングュラ玉軸受を組み立てた状態であっても玉の接触角を求めることができる。求められた接触角は、アングュラ玉軸受の品質管理等に活用することができる。

[0025] センサは、玉の公転に伴う外輪の変位とは異なる要因で発生する変位やノイズ等を検出することがある。このため、センサの検出結果から玉の公転に伴う外輪の変位の周波数を直接的に決定することが困難な場合がある。本開示では、玉の接触角の設計値を用いて決定すべき周波数の推定値を求め、この推定値との比較に基づいて、センサの検出結果の周波数解析から玉の公転に伴う外輪の変位の周波数を決定する。このため、より正確に玉の接触角を求めることができる。

[0026] (10) 好ましくは、前記センサが、非接触センサである。この構成によって、外輪に直接センサを装着したり、センサを内蔵したりする必要がない。このため、玉の公転に伴う外輪の変位の検出を簡単な構成で迅速に行うことができる。

[0027] (11) 好ましくは、前記センサが、接触型センサであり、前記外輪に対して着脱可能に構成されている。この構成によって、外輪にセンサを内蔵する必要がなく、玉の接触角を求めるときに、外輪にセンサを取り付ければよい。

[0028] (12) 好ましくは、前記センサが前記外輪の変位を検出する範囲は、当該外輪の外面における、前記アングュラ玉軸受の中心軸に垂直で前記玉の中

心を通る直線上の第1点と、前記外輪の軌道と前記玉との接触点及び当該玉の中心を通る直線上の第2点との間の範囲と少なくとも一部が重複している。この構成によって、玉の転動に伴う外輪の変位が大きい範囲を対象として効率よく当該変位を検出することができる。

[0029] (13) 好ましくは、前記接触角取得方法は、前記演算工程において求められた接触角が、当該接触角の設計値の許容誤差範囲内に収まっているか否かを判定する判定工程を更に含む。この構成によって、車輪用軸受装置の製品の品質のばらつきを抑制することができる。

[0030] (アンギュラ玉軸受である車輪用軸受装置の製造方法)

(14) アンギュラ玉軸受である車輪用軸受装置の製造方法であって、
前記車輪用軸受装置は、内周面の軸方向一方側及び軸方向他方側に形成されている第1の外側軌道及び第2の外側軌道を有する外輪と、外周面に第1の内側軌道が形成されている軸部材及び当該軸部材の軸方向他方側の小径部に嵌合すると共に外周面に第2の内側軌道が形成されている内輪部材を有する内軸と、前記第1の外側軌道と前記第1の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第1の玉と、前記第2の外側軌道と前記第2の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第2の玉と、を備えていて、

前記第1の内側軌道に前記複数の第1の玉を載せる工程、当該複数の第1の玉に前記第1の外側軌道が載るようにして前記軸部材と前記外輪とを組む工程、前記第2の外側軌道に前記複数の第2の玉を載せると共に、当該複数の第2の玉に前記内輪部材の前記第2の内側軌道が載るようにして当該内輪部材を前記小径部に嵌合させる工程、及び、前記軸部材の軸方向他方側の端部を径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって当該内輪部材を当該軸部材に固定する固定工程、を含む組み立て工程と、

前記組み立て工程を経て前記車輪用軸受装置が組み立てられた状態で、又は、前記固定工程と並行して、前記接触角を求める接触角取得工程と、を備え、

前記接触角取得工程で前記接触角を求める方法は、前記(1)～(13)

のいずれか１項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法である。

[0031] <本開示の発明の実施形態の詳細>

以下、本開示の発明の実施形態を説明する。

(第１発明について)

[第１発明の第１の実施形態]

図１は、第１の実施形態に係る接触角取得方法に使用するアンギュラ玉軸受の断面図である。本実施形態のアンギュラ玉軸受は、自動車等の車両に用いられる車輪用軸受装置（ハブユニット）１０である。

[0032] 車輪用軸受装置１０は、自動車の車体に設けられている懸架装置に対して車輪を回転自在に支持する。車輪用軸受装置１０は、外輪１１と、内軸１２と、玉１３と、保持器１４とを備える。なお、以下の説明においては、車輪用軸受装置１０の中心軸Ｃ１に平行な方向（図１の左右方向）を軸方向という。また、車輪用軸受装置１０が自動車の車体に設けられた状態において、車両アウト側となる図１の左側を軸方向一方側といい、車両イン側となる図１の右側を軸方向他方側という。

[0033] 本開示では、内軸１２の中心軸及び外輪１１の中心軸が一致していて、この中心軸を車輪用軸受装置１０の中心軸Ｃ１とする。中心軸Ｃ１に直交する方向が径方向である。

[0034] 外輪１１と内軸１２とは同心状に配置されている。本実施形態では、外輪１１に対して内軸１２が中心軸Ｃ１回りに回転自在となる。車輪用軸受装置１０は、図示しない車輪やブレーキディスクがフランジ部１６ｂに固定される内軸１２を、車体に対して回転自在に支持する。

[0035] 外輪１１は、機械構造用炭素鋼等により形成されている。外輪１１は、円筒形状に形成され、外周面１１ａにフランジ１１ｃを有する。フランジ１１ｃは、ボルトにより車体側の懸架装置に固定される。外輪１１の内周面に、複列の外側軌道１１ｂが形成されている。

[0036] 内軸１２は、機械構造用炭素鋼等により形成されている。内軸１２は、アンギュラ玉軸受の内輪を構成する。内軸１２は、軸部材１６と、内輪部材１

7とで構成される。

軸部材16は、軸方向に沿って延びる本体部16aと、本体部16aから径方向外方に突出するフランジ部16bとを有する。本体部16aとフランジ部16bとは、一体に形成されている。フランジ部16bは、本体部16aの軸方向一方側に設けられている。フランジ部16bには、車輪やブレーキディスク（図示せず）が取り付けられる。

[0037] 内輪部材17は、環状に形成されている部材であり、軸部材16の軸方向他方側の端部に固定されている。具体的には、軸部材16の軸方向他方側には、本体部16aの他の部分よりも外径が小さく形成された小径部16cが設けられている。この小径部16cに内輪部材17が嵌合している。そして、軸部材16の軸方向他方側の端部16dを径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって内輪部材17が軸部材16に固定される。

[0038] 軸部材16の本体部16aの外周面に、内側軌道16eが形成されている。内側軌道16eは、軸方向一方側の外側軌道11bに対向する。内輪部材17の外周面に、内側軌道17eが形成されている。内側軌道17eは、軸方向他方側の外側軌道11bに対向する。

軸方向一方側において、第1の外側軌道11bと第1の内側軌道16eとの間に、複数の第1の玉13が配設されている。軸方向他方側において、第2の外側軌道11bと第2の内側軌道17eとの間に、複数の第2の玉13が配設されている。各列の複数の玉13は、保持器14により周方向に間隔をあけて保持されている。外側軌道11b及び内側軌道16e, 17eは、それぞれ断面において凹円弧形状に形成されている。第1の玉13は、第1の外側軌道11b及び第1の内側軌道16eそれぞれに対して接触角 α を有して点接触する。第2の玉13は、第2の外側軌道11b及び第2の内側軌道17eそれぞれに対して接触角 α を有して点接触する。したがって、車輪用軸受装置10は、複列のアンギュラ玉軸受を構成し、外輪11及び内軸12が、それぞれ軌道輪を構成する。

[0039] 外輪11の軸方向両端部と内軸12との間、より詳細には、外輪11の軸

方向一方側の端部と本体部 16 a との間、及び、外輪 11 の軸方向他方側の端部と内輪部材 17 との間に、それぞれシール部材 18、19 が取り付けられている。シール部材 18、19 は、外輪 11 と内軸 12 との間に形成される環状空間に泥水等の異物が浸入するのを防ぎ、かつ環状空間内の潤滑剤が漏出しないように封止する役割を有している。

[0040] 以上の構成を有する車輪用軸受装置 10 において、外側軌道 11 b 及び内側軌道 16 e, 17 e に対する玉 13 の接触角 α は、車輪用軸受装置 10 の剛性や回転トルクに影響を与える。このため、接触角 α を、設計により定められた適切な値に設定することが求められる。しかし、車輪用軸受装置 10 の内部に配置される玉 13 の接触角 α を直接測定することは困難である。そのため、内輪部材 17 を軸部材 16 にかしめ固定する際の荷重を管理することによって、接触角 α が適切な値となるように、車輪用軸受装置 10 が組み立てられる。

しかし、車輪用軸受装置 10 を構成する各部品には寸法誤差等が存在する。このため、かしめ固定する際の荷重を管理するだけでは玉 13 の接触角 α にバラツキが生じやすい。その結果、車輪用軸受装置 10 の製品の品質を一定に保つことが困難となる。

そのため、本実施形態では、組み立てられた状態の車輪用軸受装置 10 であっても玉 13 の接触角 α を取得できるようにすることで、車輪用軸受装置 10 の品質向上等を図る。

[0041] [接触角の取得方法]

以下、具体的な接触角の取得方法について説明する。

図 1 に示すように、本実施形態では、内軸 12 を回転させているときの、内軸 12 の回転数と外輪 11 の変形とをセンサ 22, 21 が検出し、処理装置 20 が、センサ 22, 21 の検出結果を用いて玉 13 の接触角 α を求める。つまり、本実施形態の接触角取得方法は、内軸 12 の回転数を検出する第 1 検出工程と、外輪 11 の変形を検出する第 2 検出工程と、第 1 検出工程及び第 2 検出工程の検出結果を用いて玉 13 の接触角 α を求める演算工程と、

を含む。

[0042] 処理装置 20 は、例えば、CPU 等を含む制御部 20a と、HDD 等のストレージや揮発性メモリ等を含む記憶部 20b とを有するコンピュータにより構成される。制御部 20a は、記憶部 20b から読み出したコンピュータプログラムを実行することにより、玉 13 の接触角 α を演算する処理を行う。

[0043] 処理装置 20 は、接触角 α を求めるための情報として、以下に説明する式 (1) 及び式 (2) と、これらの式 (1) 及び式 (2) に含まれるパラメータとを記憶部 20b に記憶する。

式 (1) は、玉 13 の公転数 f を求めるための式である。

[0044] [数1]

$$f = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D_w}{D_{pw}} \cos \alpha \right) f_r \quad \dots\dots(1)$$

[0045] ただし、 D_w は、玉 13 の直径、 D_{pw} は、玉 13 のピッチ円直径、 α は、接触角、 f_r は、所定時間における内軸 12 の回転数である。 D_w 及び D_{pw} は、同じ単位である。 f 及び f_r は、同じ単位である。

[0046] 玉 13 の公転数 f は、玉 13 の個数 n と、外輪 11 の周方向の特定位置を玉 13 が所定時間（単位時間）に通過する回数（玉 13 の通過数） p とを用いて、次式 (2) のように表すことができる。

$$f = p / n \quad \dots\dots(2)$$

[0047] 以上の式 (1) 及び式 (2) において、玉 13 に関する諸元データである直径 D_w 、ピッチ円直径 D_{pw} 、及び個数 n は、既知の値であり、記憶部 20b に記憶されている。内軸 12 の回転数 f_r と、玉 13 の通過数 p とは、それぞれセンサ 22、21 の検出結果から処理装置 20 により求められる。

[0048] 内軸 12 の回転数 f_r は、回転検出センサ 22 の検出結果を用いて求められる。回転検出センサ 22 として、例えば、光学式回転検出センサが用いられる。光学式回転検出センサは、内軸 12 のフランジ部 16b に向けて光を

照射し、フランジ部 1 6 b に設けられた反射板 2 2 a からの反射光を計測する。回転検出センサ 2 2 の検出結果は、処理装置 2 0 に送信される。なお、回転検出センサ 2 2 による検出箇所は、内軸 1 2 の回転に伴って周期的に移動する箇所であれば特に限定されない。

[0049] 玉 1 3 の通過数 p は、変形検出センサ 2 1 の検出結果を用いて求められる。変形検出センサ 2 1 は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a に設けられ、外側軌道 1 1 b 上を玉 1 3 が公転することに伴う外輪 1 1 の変形を外部から検出する。具体的に、本実施形態では、変形検出センサ 2 1 としてひずみゲージ 2 1 A が用いられる。ひずみゲージ 2 1 A によって外輪 1 1 の外周面 1 1 a のひずみが測定される。ひずみゲージ 2 1 A の検出結果は、処理装置 2 0 に送信される。

[0050] 図 2 は、変形検出センサ 2 1 を示す説明図である。

ひずみゲージ 2 1 A は、図 2 に示す範囲 R 内の外輪 1 1 の変形を検出するように設けられる。この範囲 R は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a における第 1 の点 P 1 と第 2 の点 P 2 との間の範囲である。第 1 の点 P 1 は、車輪用軸受装置 1 0 の中心軸 C 1 に垂直で、玉 1 3 の中心を通る直線 L 1 上の点である。第 2 の点 P 2 は、外側軌道 1 1 b と玉 1 3 との接触点と、玉 1 3 の中心とを通る直線（接触角 α をなす直線）L 2 上の点である。この範囲 R は、外側軌道 1 1 b 上を玉 1 3 が転動することによって外輪 1 1 が比較的大きく変形する部位である。ひずみゲージ 2 1 A は、範囲 R の全体における外輪 1 1 の変形を検出するように設けられていてもよいし、範囲 R 内の一部の変形を検出するように設けられていてもよい。

[0051] 図 3 は、回転検出センサ 2 2 及び変形検出センサ 2 1 の出力結果を示すグラフである。

このグラフの横軸は、時間であり、縦軸は、各センサ 2 1, 2 2 の信号の出力値（電圧値）である。回転検出センサ 2 2 は、内軸 1 2 が一回転するたびに信号を出力する。図 3（上のグラフ）には、内軸 1 2 の 1 0 回転分の出力が示されている。

- [0052] ひずみゲージ 21 A は、外輪 11 の変形が大きいほど大きな信号を出力する。外側軌道 11 b 上を玉 13 が転動し、ひずみゲージ 21 A の直下を通ると、外輪 11 が玉 13 によって径方向外方へ押圧される。このため、ひずみゲージ 21 A が取り付けられた部分の外輪 11 の弾性変形が大きくなる。また、ひずみゲージ 21 A の直下を玉 13 が過ぎると、玉 13 によって径方向外方へ押圧されなくなる。このため、外輪 11 の弾性変形が解消される。ひずみゲージ 21 A は、このような外輪 11 の変形を反映し、上下に変動する信号を出力する。したがって、上下に変動するグラフの山の部分が、玉 13 がひずみゲージ 21 A の直下を通っているタイミングであると考えることができる。
- [0053] 処理装置 20 は、上記の式 (2) を用い、玉 13 の通過数 p を玉 13 の個数 n で割ることによって玉 13 の公転数 f を求める。そして、処理装置 20 は、上記の式 (1) を用い、玉 13 の公転数 f と、回転検出センサ 22 で検出した回転数 f_r と、玉 13 の諸元データ D_w , D_{pw} とから玉 13 の接触角 α を求める。
- [0054] このように求められた玉 13 の接触角 α が所定の設計値の許容誤差範囲に収まっていれば、その車輪用軸受装置 10 は、所定の品質を満たす製品となる。また、接触角 α が所定よりも小さければ、内軸 12 の軸部材 16 のかしめ加工を追加的に行うことによって接触角 α を大きくする。これにより、所定の品質を確保することもできる。
- [0055] ひずみゲージ 21 A には、正確なひずみの検出は求められておらず、図 3 に示すように、出力の上下の変動を検出できれば足りる。そのため、外輪 11 の外周面 11 a におけるひずみゲージ 21 A の取り付け個所を平滑にする下処理は不要である。外輪 11 は、通常鋳造によって形成され、その外周面は鋳肌が残った状態となっている。ひずみゲージ 21 A を取り付けるために鋳肌を削るような下処理は不要である。外周面が鋳肌の状態で、実際の製品における接触角 α の取得が可能である。
- [0056] 以上のような接触角 α の取得は、車輪用軸受装置 10 の組み立て後に限ら

ず、車輪用軸受装置 10 の組み立て工程（製造工程）と並行して行うこともできる。

図 4 は、車輪用軸受装置 10 の製造装置の一例を示す断面図である。

この製造装置 30 は、内軸 12 の軸部材 16 における軸方向他方側の端部 16 d をかしめ加工することによって、内輪部材 17 を小径部 16 c に固定するための装置である。

[0057] 製造装置 30 は、回転機構 31、かしめ機構 32、及び拘束機構 33 を備える。車輪用軸受装置 10 は、内軸 12 の中心軸 C1 を上下方向として、かしめ加工される軸方向他方側が上となる姿勢で回転機構 31 の回転体 31 a 上に装着される。回転体 31 a は、図示しない電動モータにより上下方向の基準軸 Z 回りに回転し、内軸 12 も同時に回転する。接触角 α を取得するために用いられるセンサ 21、22 は、回転体 31 a に装着された車輪用軸受装置 10 に対して取り付けられる。

[0058] かしめ機構 32 は、パンチ 32 a と、固定スピンドル 32 b とを有する。

固定スピンドル 32 b は、製造装置 30 の基準軸（基準線）Z を中心とする柱状の部材であり、図示しない昇降フレームに固定され、上下方向に移動可能である。固定スピンドル 32 b には、下方に向かって開口している孔 32 c が形成されている。孔 32 c の中心軸（中心線）C2 は、基準軸 Z に対して所定角度で傾斜している。

[0059] パンチ 32 a は、軸状に形成され、孔 32 c の内部に軸受部 32 d を介して回転自在に設けられている。パンチ 32 a は、固定スピンドル 32 b を下降させることによって、回転機構 31 により回転している軸部材 16 の軸方向他方側の端部 16 d に押し付けられ、当該端部 16 d をかしめ加工する。

[0060] 以上のような車輪用軸受装置 10 の組み立て工程と並行して玉 13 の接触角 α が取得される。これによって、適切な接触角 α となるまでかしめ加工が行われ、車輪用軸受装置 10 の品質のばらつきを抑制することができる。なお、車輪用軸受装置 10 の組み立て工程と並行する接触角 α の取得には、軸部材 16 のかしめ加工と同時に接触角 α を取得すること、及び、軸部材 16

のかしめ加工と交互に玉 1 3 の接触角 α を取得することが含まれる。前者の場合、軸部材 1 6 のかしめ加工を行いながら、同時に玉 1 3 の接触角 α を取得・確認し、当該接触角 α が適切な値になると、かしめ加工を終了する工程となる。後者の場合は、例えば、軸部材 1 6 のかしめ加工を途中まで行ってから、一旦、玉 1 3 の接触角 α を取得・確認し、再度かしめ加工の続きを行うというように、接触角 α を確認しつつかしめ加工を間欠的に進める工程となる。

[0061] [第 1 発明の第 2 の実施形態]

図 5 は、第 2 の実施形態に係る接触角取得方法で使用する変形検出センサを示す説明図である。

上述した実施形態（図 2 参照）では、変形検出センサ 2 1 としてひずみゲージ 2 1 A が用いられる。第 2 の実施形態では、変形検出センサ 2 1 として変位センサ 2 1 B が用いられる。この変位センサ 2 1 B は、レーザ変位センサのような非接触式センサである。変位センサ 2 1 B は、範囲 R 中の特定点 P 3 における外輪 1 1 の径方向の変位を検出する。ただし、変位センサ 2 1 B は、接触式センサであってもよい。

[0062] 点 P 3 の直下を玉 1 3 が通ると外輪 1 1 の外周面 1 1 a が径方向外方へわずかに膨らむように変位する。点 P 3 の直下を玉 1 3 が過ぎると外輪 1 1 の外周面 1 1 a が相対的に径方向内側へ縮むように変位する。変位センサ 2 1 B は、このような外輪 1 1 の外周面 1 1 a の径方向の変位を検出する。したがって、この変位センサ 2 1 B を用いることによって、玉 1 3 の通過数 p を求めることができる。この通過数 p から玉 1 3 の接触角 α を求めることができる。

[0063] [実施例]

以上において説明した接触角取得方法を用いて、実際に車輪用軸受装置における玉の接触角を取得した例について説明する。

接触角の取得に用いた車輪用軸受装置の玉の諸元データは次のとおりである。

直径 D_w : 23.8 (mm)

ピッチ円直径 D_{pw} : 50 (mm)

個数 n : 20 (個)

[0064] そして、車輪用軸受装置の内軸を回転させ、回転検出センサの検出結果を用いて処理装置により内軸の回転数 f_r を求める。変形検出センサの検出結果を用いて処理装置により転動体の通過数 p を求める。その結果、それぞれ次のような値となった。

内軸の回転数 f_r : 10 (回転)

玉の通過数 p : 65 (個)

[0065] そして、内軸の回転数 f_r 、玉の通過数 p 、及び前述の玉の諸元データ D_w 、 D_{pw} 、 n を用い、処理装置により接触角 α を求める。その結果、接触角 α は次のような値となる。

接触角 α : 42.7 (deg)

以上より、回転検出センサ 22 及び変形検出センサ 32 の検出結果と、玉の諸元データとを用いることによって、適切に玉の接触角を取得できることが分かった。

[0066] 今回開示した第 1 発明についての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。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、特許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。

[0067] 接触角 α の取得は、複列の玉のうち一方の列の玉 13 のみに対して行ってもよい。一方の列の玉 13 の接触角と他方の列の玉の接触角との間には相関がある。このため、取得した一方の列の玉の接触角から他方の列の玉の接触角を求めてもよい。

回転検出センサ 22 は、内軸 12 の回転数を直接的に検出するものに限らず、間接的に検出するものであってもよい。例えば、内軸 12 を回転させるモータの回転数を検出するものであってもよい。

[0068] 変形検出センサ 21 は、ひずみゲージ 21A 又は変位センサ 21B に限ら

ず、外輪 1 1（軌道輪）の変形を検出できるものであれば、特に限定されない。

本発明は、車輪用軸受装置以外のアンギュラ玉軸受にも適用することができる。

アンギュラ玉軸受は、内輪が固定され、外輪が回転するものであってもよい。この場合、変形検出センサ 2 1 は、内輪に対して設けることができる。

[0069]（第 2 発明について）

[第 2 発明の第 1 の実施形態]

図 6 は、第 1 の実施形態に係る接触角取得方法に使用するアンギュラ玉軸受の断面図である。本実施形態のアンギュラ玉軸受は、自動車等の車両に用いられる車輪用軸受装置（ハブユニット） 1 0 である。

[0070] 車輪用軸受装置 1 0 は、自動車の車体に設けられている懸架装置に対して車輪を回転自在に支持する。車輪用軸受装置 1 0 は、外輪 1 1 と、内軸 1 2 と、玉 1 3 と、保持器 1 4 とを備える。なお、以下の説明においては、車輪用軸受装置 1 0 の中心軸 C 1 に平行な方向（図 6 の左右方向）を軸方向という。また、車輪用軸受装置 1 0 が自動車の車体に設けられた状態において、車両アウト側となる図 6 の左側を軸方向一方側といい、車両イン側となる図 6 の右側を軸方向他方側という。

[0071] 本開示では、内軸 1 2 の中心軸及び外輪 1 1 の中心軸が一致していて、この中心軸を車輪用軸受装置 1 0 の中心軸 C 1 とする。中心軸 C 1 に直交する方向が径方向である。

[0072] 外輪 1 1 と内軸 1 2 とは同心状に配置されている。本実施形態では、外輪 1 1 に対して内軸 1 2 が中心軸 C 1 回りに回転自在となる。車輪用軸受装置 1 0 は、図示しない車輪やブレーキディスクがフランジ部 1 6 b に固定された内軸 1 2 を、車体に対して回転自在に支持する。

[0073] 外輪 1 1 は、機械構造用炭素鋼等により形成されている。外輪 1 1 は、円筒形状に形成され、外周面 1 1 a にフランジ 1 1 c を有する。フランジ 1 1 c は、ボルトにより車体側の懸架装置に固定される。外輪 1 1 の内周面に、

複列の外側軌道 1 1 b が形成されている。

[0074] 内軸 1 2 は、機械構造用炭素鋼等により形成されている。内軸 1 2 は、アングュラ玉軸受の内輪を構成する。内軸 1 2 は、軸部材 1 6 と、内輪部材 1 7 とで構成されている。

軸部材 1 6 は、軸方向に沿って延びる本体部 1 6 a と、本体部 1 6 a から径方向外方に突出するフランジ部 1 6 b とを有する。本体部 1 6 a とフランジ部 1 6 b とは、一体に形成されている。フランジ部 1 6 b は、本体部 1 6 a の軸方向一方側に設けられている。フランジ部 1 6 b には、車輪やブレーキディスク（図示せず）が取り付けられる。

[0075] 内輪部材 1 7 は、環状に形成されている部材であり、軸部材 1 6 の軸方向他方側の端部に固定されている。具体的には、軸部材 1 6 の軸方向他方側には、本体部 1 6 a の他の部分よりも外径が小さく形成された小径部 1 6 c が設けられている。この小径部 1 6 c に内輪部材 1 7 が嵌合している。そして、軸部材 1 6 の軸方向他方側の端部 1 6 d を径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって内輪部材 1 7 が軸部材 1 6 に固定される。

[0076] 軸部材 1 6 の本体部 1 6 a の外周面に、内側軌道 1 6 e が形成されている。内側軌道 1 6 e は、軸方向一方側の外側軌道 1 1 b に対向する。内輪部材 1 7 の外周面に、内側軌道 1 7 e が形成されている。内側軌道 1 7 e は、軸方向他方側の外側軌道 1 1 b に対向する。

軸方向一方側において、第 1 の外側軌道 1 1 b と第 1 の内側軌道 1 6 e との間に、複数の第 1 の玉 1 3 が配設されている。軸方向他方側において、第 2 の外側軌道 1 1 b と第 2 の内側軌道 1 7 e との間に、複数の第 2 の玉 1 3 が配設されている。各列の複数の玉 1 3 は、保持器 1 4 により周方向に間隔をあけて保持されている。外側軌道 1 1 b 及び内側軌道 1 6 e, 1 7 e は、それぞれ断面において凹円弧形状に形成されている。第 1 の玉 1 3 は、第 1 の外側軌道 1 1 b 及び第 1 の内側軌道 1 6 e それぞれに対して接触角 α を有して点接触する。第 2 の玉 1 3 は、第 2 の外側軌道 1 1 b 及び第 2 の内側軌道 1 7 e それぞれに対して接触角 α を有して点接触する。したがって、車輪

用軸受装置 10 は、複列のアンギュラ玉軸受を構成し、外輪 11 及び内軸 12 が、それぞれ軌道輪を構成する。

[0077] 外輪 11 の軸方向両端部と内軸 12 との間、より詳細には、外輪 11 の軸方向一方側の端部と本体部 16a との間、及び、外輪 11 の軸方向他方側の端部と内輪部材 17 との間に、それぞれシール部材 18、19 が取り付けられている。シール部材 18、19 は、外輪 11 と内軸 12 との間に形成される環状空間に泥水等の異物が浸入するのを防ぎ、かつ環状空間内の潤滑剤が漏出しないように封止する役割を有している。

[0078] 以上の構成を有する車輪用軸受装置 10 において、外側軌道 11b 及び内側軌道 16e、17e に対する玉 13 の接触角 α は、車輪用軸受装置 10 の剛性や回転トルクに影響を与える。このため、接触角 α を、設計により定められた適切な値に設定することが求められる。しかし、車輪用軸受装置 10 の内部に配置される玉 13 の接触角 α を直接測定することは困難である。そのため、内輪部材 17 を軸部材 16 にかしめ固定する際の荷重を管理することによって、接触角 α が適切な値となるように、車輪用軸受装置 10 が組み立てられる。

しかし、車輪用軸受装置 10 を構成する各部品には寸法誤差等が存在する。このため、かしめ固定する際の荷重を管理するだけでは玉 13 の接触角 α にバラツキが生じやすい。その結果、車輪用軸受装置 10 の製品の品質を一定に保つことが困難となる。

そのため、本実施形態では、組み立てられた状態の車輪用軸受装置 10 であっても玉 13 の接触角 α を取得できるようにすることで、車輪用軸受装置 10 の品質向上等を図っている。

[0079] [接触角の取得方法]

以下、具体的な接触角の取得方法について説明する。

図 6 に示すように、本実施形態では、品質検査の一つとして、組み立てられた状態の車輪用軸受装置 10 の内軸 12 を回転させる。そのときの外輪 11 の変位（変形）をセンサ 121 によって検出し、その検出結果を用いて処

理装置 20 により玉 13 の接触角 α を求める。つまり、本実施形態の接触角取得方法は、外輪 11 の変位を検出する「検出工程」と、検出工程の検出結果を用いて玉 13 の接触角 α を求める「演算工程」と、を含む。さらに、本実施形態の接触角取得方法は、検出工程及び演算工程に加え、「推定工程」、「解析工程」、「決定工程」、及び「判定工程」を含む。以下、各工程による接触角の取得方法について具体的に説明する。

[0080] 処理装置 20 は、例えば、CPU 等を含む制御部 20a と、HDD 等のストレージや揮発性メモリ等を含む記憶部 20b とを有するコンピュータにより構成される。制御部 20a は、記憶部 20b から読み出したコンピュータプログラムを実行することにより、玉 13 の接触角 α を演算する処理を行う。

[0081] 処理装置 20 は、接触角 α を求めるための情報として、以下に説明する式（１）及び式（２）と、これらの式（１）及び式（２）に含まれるパラメータとを記憶部 20b に記憶する。

式（１）は、玉 13 の公転数 f を求めるための式である。

[0082] [数 1]

$$f = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D_w}{D_{pw}} \cos \alpha \right) f_r \quad \dots\dots (1)$$

[0083] ただし、 D_w は、玉 13 の直径、 D_{pw} は、玉 13 のピッチ円直径である。 D_w 及び D_{pw} は、同じ単位である。 α は、接触角である。 f_r は、単位時間当たりの内軸 12 の回転数である。 f 及び f_r は、同じ単位である。

[0084] 玉 13 の公転数 f は、玉 13 の個数 n と、外輪 11 の周方向の特定位置を玉 13 が単位時間（所定時間）に通過する回数（玉 13 の通過数） p とを用いて、次式（２）のように表すことができる。

$$f = p / n \quad \dots\dots (2)$$

[0085] 以上の式（１）及び式（２）において、玉 13 に関する諸元データである直径 D_w 、ピッチ円直径 D_{pw} 、及び個数 n は、既知の値であり、記憶部 2

0 b に記憶されている。

[0086] 式 (1) において、内軸 1 2 の回転数 f_r は、例えば、回転検出センサ 2 2 の検出結果から処理装置 2 0 により求めることができる。回転検出センサ 2 2 としては、例えば、光学式回転検出センサが用いられる。光学式回転検出センサは、内軸 1 2 のフランジ部 1 6 b に向けて光を照射し、フランジ部 1 6 b に設けられた反射板 2 2 a からの反射光を計測する。回転検出センサ 2 2 の検出結果は、処理装置 2 0 に送信される。なお、回転検出センサ 2 2 による検出箇所は、内軸 1 2 の回転に伴って周期的に移動する箇所であれば特に限定されない。

[0087] 内軸 1 2 の回転数 f_r は、内軸 1 2 を回転させるモータの駆動回転数から求められてもよい。内軸 1 2 の回転数 f_r は、次に説明する変位検出センサ 1 2 1 の検出結果の周波数解析を用いて求められてもよい。

[0088] (検出工程)

式 (2) において、玉 1 3 の通過数 p は、変位検出センサ 1 2 1 の検出結果を用いて求められる。変位検出センサ 1 2 1 は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a に対向するように配置される。変位検出センサ 1 2 1 は、外側軌道 1 1 b 上を玉 1 3 が公転することに伴う外輪 1 1 の変位 (変形) を外部から検出する。本実施形態では、この工程を「検出工程」という。

[0089] 本実施形態では、変位検出センサ 1 2 1 として静電容量型の変位検出センサ 1 2 1 A が用いられる。静電容量型の変位検出センサ 1 2 1 A は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a に接触しない非接触型のセンサである。変位検出センサ 1 2 1 A は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a と変位検出センサ 1 2 1 A との間隔 S (図 7 参照) の変化を測定する。変位検出センサ 1 2 1 A の検出結果は、処理装置 2 0 に送信される。

[0090] 図 7 は、変位センサを示す説明図である。

変位検出センサ 1 2 1 A は、図 7 に示す範囲 R 内における外輪 1 1 の変位を検出するように設けられる。言い換えると、変位検出センサ 1 2 1 A の検出位置は、範囲 R と重複している。この範囲 R は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a

における第1の点P1と第2の点P2との間の範囲である。第1の点P1は、車輪用軸受装置10の中心軸C1に垂直で、玉13の中心を通る直線L1上の点である。第2の点P2は、外側軌道11bと玉13との設計上の接触点と、玉13の中心とを通る直線（接触角の設計値 α_0 をなす直線）L2上の点である。この範囲Rは、外側軌道11b上を玉13が転動することによって外輪11が比較的大きく変位する部位である。変位検出センサ121Aは、範囲Rの全体における外輪11の変位を検出するように設けられていてもよいし、範囲R内の一部の変位を検出するように設けられていてもよい。

[0091] 外側軌道11b上を玉13が転動し、変位検出センサ121Aの直下を通ると、外輪11が玉13によって径方向外方へ押圧される。このため、変位検出センサ121Aが対向する部分において外輪11の弾性変形が大きくなる。また、変位検出センサ121Aの直下を玉13が通り過ぎると、外輪11は、玉13によって径方向外方へ押圧されなくなる。このため、外輪11の弾性変形が解消される。変位検出センサ121Aは、このような周期的な外輪11の弾性変形（変位）による間隔Sの変化に応じた信号を出力する。この信号の周波数は、単位時間における玉13の通過数pに対応する。

[0092] また、変位検出センサ121Aは、外側軌道11b上の玉13の転動以外の要因による外輪11の変位も検出する。例えば、変位検出センサ121Aは、内軸12の中心軸の振れ（以下、「芯振れ」ともいう）に起因する変位を検出する。また、変位検出センサ121Aは、外輪11の変位以外の電氣的又は磁氣的なノイズも検出する。

[0093] 図8は、変位検出センサ121Aの検出結果を示すグラフである。

このグラフの横軸は、時間であり、縦軸は、変位検出センサ121Aの出力値（電圧値）である。前述したように、変位検出センサ121Aの検出結果には、外側軌道11b上の玉13の転動、内軸12の芯振れ、ノイズ等の種々の要因が含まれている。そのため、図8に示すグラフから、外側軌道11b上の玉13の転動による外輪11の変位の周波数を特定することは困難である。そこで、本実施形態では、処理装置20が、以下に説明するような

「推定工程」、「解析工程」、及び「決定工程」を実行する。これによって、外輪 11 の変位の周波数の特定を容易に行うことが可能となる。

[0094] (推定工程)

処理装置 20 は、組み立てられた状態の車輪用軸受装置 10 における接触角 α ではなく、接触角 α の設計値 α_0 を用いて、上述の式 (1) 及び (2) により単位時間 (例えば、1 秒間) 当たりの玉 13 の通過数 p を推定する (推定工程)。前述したように、玉 13 の通過数 p は、外側軌道 11b 上の玉 13 の転動による周期的な外輪 11 の変位の回数 (周波数) に相当する。処理装置 20 は、接触角 α の設計値 α_0 から推定された玉 13 の通過数 p に対応する周波数 (周波数の推定値) を含むような、所定の範囲 A を設定する。例えば、玉 13 の通過数 p に対応する周波数の推定値を $f_{p'}$ とすると、次のような式 (3) を用いて、範囲 A を設定する。

$$A = f_{p'} \pm B \quad \dots (3)$$

(ただし、 B は所定の定数)

[0095] 推定工程は、前述の検出工程を行う前に行われる。この場合、式 (1) の内軸 12 の回転数 f_r には、検出工程で適用する予定の内軸 12 の回転数が用いられる。また、推定工程は、検出工程の後に行うこともできる。この場合、内軸 12 の回転数 f_r には、検出工程の際に適用した内軸 12 の回転数 (回転検出センサ 22 の検出結果やモータの駆動回転数から求められる回転数) を用いることができる。

[0096] (解析工程及び決定工程)

図 9 は、図 8 に示す変位検出センサの検出結果を周波数解析したグラフである。具体的に、図 9 は、図 8 に示す変位検出センサの検出結果を FFT (Fast Fourier Transform) を用いて解析したグラフである。

処理装置 20 は、変位検出センサ 121A の検出結果を周波数解析することによって、図 9 に示すように、周波数ごとの振幅の大きさを求める (解析工程)。そして、処理装置 20 は、図 9 に示す解析結果において、周波数の推定値 $f_{p'}$ に基づいて設定された範囲 A 内でピークとなる周波数を、玉 1

3の通過数 p に対応する周波数 f_p に決定する（決定工程）。

[0097] （演算工程）

処理装置20は、上記の式（2）を用い、玉13の通過数 p （周波数 f_p ）を玉13の個数 n で割ることによって玉13の公転数 f を求める。そして、処理装置20は、上記の式（1）を用い、玉13の公転数 f と、回転検出センサ22等を用いて求めた回転数 f_r と、玉13の諸元データ D_w 、 D_{pw} とから、組み立てられた状態の車輪用軸受装置10の玉13の接触角 α を求める。

[0098] （判定工程）

処理装置20は、求められた接触角 α が所定の設計値 α_0 の許容誤差範囲に収まっているか否かを判定する判定工程を行う。求められた玉13の接触角 α が所定の設計値 α_0 の許容誤差範囲に収まっていれば、その車輪用軸受装置10は、所定の品質を満たす製品となる。したがって、判定工程を行うことによって、製品の品質のばらつきを抑制することができる。また、接触角 α が所定の設計値 α_0 の許容誤差範囲よりも小さければ、内軸12の軸部材16のかしめ加工を追加で行うことによって接触角 α を大きくし、所定の品質を確保することもできる。

[0099] 静電容量型の変位検出センサ121Aは、外輪11の外周面11aに対して非接触の状態に変位を検出する。そのため、センサを外輪11に内蔵したり、品質検査の度に外輪11の外周面11aにセンサを取り付けたり、センサの取り付け個所を平滑にする下処理を行ったりする必要がない。

[0100] 図9に示す周波数解析の結果、範囲A内に周波数のピークが複数存在することがある。このような場合、例えば、次のような方法によって、玉13の通過数 p に対応する周波数 f_p のみを特定することができる。例えば、検出工程において、内軸12の回転数 f_r を増加させた状態で、変位検出センサ121Aにより外輪11の変位を検出し、その検出結果を周波数解析する。玉13の通過数 p に対応する周波数 f_p は、内軸12の回転の増加の割合に応じた割合で増加する。これに対して、その他の周波数、例えば変位検出セ

ンサ 1 2 1 A が検出したノイズによる周波数は、内軸 1 2 の回転数を増加させたとしても変化しない。そのため、複数の要因による周波数の中から、玉 1 3 の通過数 p に対応する周波数 f_p を特定することが可能となる。

[0101] また、内軸 1 2 の回転数 f_r を変化させることに代えて、式 (3) における定数 B を調整し、範囲 A を絞ることによって、玉 1 3 の通過数 p に対応する周波数 f_p を特定することも可能である。

[0102] 図 9 に示す周波数解析の結果には、内軸 1 2 の回転数 f_r に相当する周波数にもピークが現れる。そのため、図 9 に示す周波数結果を用いて内軸 1 2 の回転数 f_r を求めることも可能である。この場合、上述したような回転検出センサ 2 2 が不要となり、変位検出センサ 1 2 1 を、内軸 1 2 の回転検出センサとして兼用することができる。

[0103] [第 2 発明の第 2 の実施形態]

図 1 0 は、第 2 の実施形態に係る接触角取得方法で使用する変位検出センサを示す説明図である。

上述した実施形態（図 7 参照）では、変位検出センサとして静電容量型の変位検出センサ 1 2 1 A が用いられていた。第 2 の実施形態では、変位検出センサとして加速度センサ 1 2 1 B が用いられる。この加速度センサ 1 2 1 B は、外輪 1 1 の外周面 1 1 a に接触する接触式センサである。加速度センサ 1 2 1 B は、範囲 R 中における外輪 1 1 の径方向の変位を検出する。また、加速度センサ 1 2 1 B は、磁石や接着剤等によって外輪 1 1 の外周面 1 1 a に着脱自在に取り付けられる。

[0104] 加速度センサ 1 2 1 B の直下を玉 1 3 が通ると外輪 1 1 の外周面 1 1 a が径方向外方へわずかに膨らむように変位し、加速度センサ 1 2 1 B の直下を玉 1 3 が通り過ぎると外輪 1 1 の外周面 1 1 a が相対的に径方向内側へ縮むように変位する。加速度センサ 1 2 1 B は、このような外輪 1 1 の外周面 1 1 a の径方向の変位（実質的には変位の加速度）を検出する。したがって、この加速度センサ 1 2 1 B の検出結果を用いて前述したような解析工程を行い、推定工程で推定された周波数に基づいて、玉 1 3 の通過数 p に対応する

周波数 f_p を決定し、玉 13 の接触角 α を求めることができる。

[0105] 加速度センサ 121B は、外輪 11 の外周面 11a に着脱自在に取り付けられる。このため、当該センサを外輪 11 に内蔵する必要が無く、玉 13 の接触角 α を求めるとき（検査工程を行うとき）のみ外輪 11 の外周面 11a に取り付ければよい。

[0106] 今回開示した第 2 発明についての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。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、特許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。

[0107] 接触角 α の取得は、複列の玉のうち一方の列の玉 13 のみに対して行ってもよい。一方の列の玉 13 の接触角と他方の列の玉の接触角との間には相関がある。このため、取得した一方の列の玉の接触角から他方の列の玉の接触角を求めてもよい。

[0108] 変位検出センサ 121 は、静電容量型の変位検出センサ 121A や加速度センサ 121B に限らず、外輪 11 の変位（変形）を検出できるものであれば、特に限定されない。第 1 の実施形態で説明した非接触型の変位検出センサ 121 として、レーザー式の変位検出センサや渦電流式の変位検出センサを用いることができる。第 2 の実施形態で説明した接触型の変位（変形）検出センサ 121 として、ひずみゲージを用いることもできる。

[0109] 接触角 α の取得は、車輪用軸受装置 10 の組み立て後に限らず、車輪用軸受装置 10 の組み立て工程（製造工程）と並行して行うこともできる。

[0110] 本開示は、車輪用軸受装置以外のアンギュラ玉軸受にも適用することができる。

[0111] [前記第 1 発明と前記第 2 発明とについて]

前記第 2 発明の各工程は前記第 1 発明に適用可能であり、第 1 発明の各工程と第 2 発明の各工程との関係は次のとおりである。

[0112] 第 1 発明の第 1 検出工程は、第 2 発明の次の工程を含む。

・車輪用軸受装置（アンギュラ玉軸受）の内軸 12（一方の軌道輪、回

転輪)の回転数を検出する工程。

・検出した内軸12の回転数と、玉13に関する諸元データと、玉13の接触角の設計値 α_0 とを用いて、内軸12を回転させた場合の玉13の公転に伴う外輪11(他方の軌道輪、固定輪)の周期的な変位の周波数の推定値を、求める推定工程。

[0113] 第1発明の第2検出工程は、外輪11の変形として、第2の発明で説明したように、内軸12を回転させた状態で外輪11の変位をセンサによって外部から検出する。

[0114] 第1発明の演算工程は、第2発明の次の工程を含む。

・前記第2検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程。

・前記推定工程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から外輪11の変位の周波数を決定する決定工程。

・前記決定工程で決定された周波数と、内軸12の回転数と、玉13に関する諸元データとを用いて、玉13の接触角 α を求める演算工程。

[0115] 更に、第2発明の各工程を含む第1発明は、次の判定工程を更に含む。

・判定工程：前記演算工程において求められた接触角 α が、接触角の設計値の許容誤差範囲内に収まっているか否かを判定する工程

なお、本開示の発明は、第1発明及び第2発明それぞれに関して説明する実施形態の少なくとも一部を、任意に組み合わせた構成を備えていればよい。

[0116] [車輪用軸受装置の製造方法]

前記第1発明及び前記第2発明それぞれの実施形態で説明する接触角 α の取得方法については、車輪用軸受装置10の製造方法に組み込んで行うことができる。

前記のとおり図4に示す製造装置30が、車輪用軸受装置10の製造方法で用いられる。図4に示す製造装置30の変形例が、図11、図12、図13及び図14に示される。図11～図14に示す製造装置130は、図4に示す製造装置30と同様、内軸12の軸部材16における軸方向他方側の端

部 1 6 d をかしめ加工することによって、内輪部材 1 7 を軸部材 1 6 に固定するための装置である。図 1 2 に示すように、製造装置 1 3 0 は、内輪保持治具 1 3 1 及びかしめ機構 1 3 2 を備える。製造装置 1 3 0 は、図 1 4 に示すように、外輪保持治具 1 3 3 を更に備える。外輪保持治具 1 3 3 は、二つに分けられた第 1 の外輪保持治具片 1 3 3 a と第 2 の外輪保持治具片 1 3 3 b とを有する。

[0117] 図 1 1 に示すように、内輪保持治具 1 3 1 は、治具本体 1 3 1 b と、治具本体 1 3 1 b から鉛直方向上方に突出した環状の載置部 1 3 1 a とを有する。載置部 1 3 a の中心軸が製造装置 1 3 0 の基準軸（基準線）Z と一致し、本開示では、基準軸 Z が鉛直線に沿った状態となる。内輪保持治具 1 3 1 は、前記中心軸（基準軸 Z）を中心として回転可能となっており、図外の製造装置本体に支持される。製造装置 1 3 0 は、内輪保持治具 1 3 1 を回転させる図示しないモータ及び減速機、並びに、内輪保持治具 1 3 1 を制動し回転不能の固定状態とするブレーキを有する。

[0118] 図 1 2 に示すように、かしめ機構 1 3 2 は、パンチ 1 3 2 a と、回転スピンドル 1 3 2 b とを有する。回転スピンドル 1 3 2 b は、製造装置 1 3 0 の基準軸 Z を中心とする柱状の部材である。回転スピンドル 1 3 2 b は、図示しない昇降フレームに基準軸 Z を中心として回転可能に保持され、鉛直方向の上下方向に移動可能である。回転スピンドル 1 3 2 b には、下方に向かって開口している孔 1 3 2 c が形成されている。孔 1 3 2 c の中心軸（中心線）C 2 は、基準軸 Z に対して所定角度で傾斜している。パンチ 1 3 2 a は、軸状の部材であり、孔 1 3 2 c の内部に軸受部 1 3 2 d を介して回転自在に設けられている。

[0119] 製造装置 1 3 0 を用いて行われる車輪用軸受装置 1 0 の製造方法は次のとおりである。

車輪用軸受装置 1 0 を製造するために、図 1 1 に示す形態では、内輪保持治具 1 3 1 の載置部 1 3 1 a の上に、軸部材 1 6 を載置する。この際、フランジ部 1 6 b を下方に向け、フランジ部 1 6 b から突出した筒状部分 1 6 g

を載置部 1 3 1 a の内周側に入れる。車輪用軸受装置 1 0 の車両アウト側となる軸方向一方側が下方側となり、車両インナ側となる軸方向他方側が上方側となる。

[0120] 軸部材 1 6 の軸方向一方側の内側軌道 1 6 e の上に、保持器 1 4 のポケットに組み込まれた複数の玉 1 3 を載置する。これらの玉 1 3 の上に外輪 1 1 の軸方向一方側の外側軌道 1 1 b を載置するようにして、軸部材 1 6 に外輪 1 1 を組む。さらに、外輪 1 1 の軸方向他方側の外側軌道 1 1 b の上に、保持器 1 4 のポケットに組み込まれた複数の玉 1 3 を載置すると共に、これらの玉 1 3 の上に内側軌道 1 7 e を載置させるようにして、軸部材 1 6 の小径部 1 6 c に内輪部材 1 7 を嵌める。これにより、図 1 1 に示すような、端部 1 6 d がかしめられる前の車輪用軸受装置が得られる。この車輪用軸受装置の中心軸 C 1 は、基準軸 Z と一致する。

[0121] 内輪保持治具 1 3 1 は前記ブレーキにより図示しない製造装置本体に対して回転しないよう保持されている。

回転スピンドル 1 3 2 b (図 1 2 参照) は、図示しない電動モータにより基準軸 Z 回りに回転する。回転スピンドル 1 3 2 b を回転させながら、下降させる。これにより、パンチ 1 3 2 a が軸部材 1 6 の軸方向他方側の端部 1 6 d を押し付けつつ、そのパンチ 1 3 2 a が、基準軸 Z に対して傾斜した状態で、自転しながら、回転スピンドル 1 3 2 b の回転により公転する。その結果、パンチ 1 3 2 a は、端部 1 6 d の端面上を周方向に沿って移動し、端部 1 6 d を径方向外方へ塑性変形させてかしめ加工する。これにより、内輪部材 1 7 が軸部材 1 6 に、軸方向他方に脱落不能となって固定される (図 1 2 参照)。

[0122] 以上のように、本開示の車輪用軸受装置の製造方法では、次の各工程を含む組み立て工程が行われる。

- ・ 軸本体 1 6 の第 1 の内側軌道 1 6 e に複数の第 1 の玉 1 3 を載せる工程。
- ・ これら第 1 の玉 1 3 に、外輪 1 1 の第 1 の外側軌道 1 1 b が載るように

して、軸部材 1 6 と外輪 1 1 とを組む工程。

・外輪 1 1 の第 2 の外側軌道 1 1 b に複数の第 2 の玉 1 3 を載せると共に、これら第 2 の玉 1 3 に内輪部材 1 7 の第 2 の内側軌道 1 7 e が載るようにして、内輪部材 1 7 を小径部 1 6 c に嵌合させる工程。

・軸部材 1 6 の軸方向他方側の端部 1 6 d を径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって、内輪部材 1 7 を軸部材 1 6 に固定する固定工程。

[0123] 前記固定工程のかしめ（かしめ加工）が終わると、回転スピンドル 1 3 2 b は上方に退避する（図 1 3 参照）。

図 1 4 に示すように、第 1 の外輪保持治具片 1 3 3 a と第 2 の外輪保持治具片 1 3 3 b とが、外輪 1 1 の径方向外方であって 180° 離れた二箇所から、外輪 1 1 を挟む。これにより、外輪 1 1 が回転しないよう保持される。

[0124] 第 1 の外輪保持治具 1 3 3 a の内周面に、外輪 1 1 の変形（変位）を検出するセンサが取り付けられている。具体的に説明すると、第 1 の外輪保持治具 1 3 3 a の内周面の軸方向一方側に、第 1 のセンサ 1 2 1 A が取り付けられていて、当該内周面の軸方向他方側に、第 2 のセンサ 1 2 1 A が取り付けられている。

[0125] 第 1 の外輪保持治具片 1 3 3 a と第 2 の外輪保持治具片 1 3 3 b とが、外輪 1 1 を挟むことで、軸方向一方側のセンサ 1 2 1 A と軸方向他方側のセンサ 1 2 1 A とが、図 7 に示すように、それぞれ外輪 1 1 の外周面 1 1 a 上の第 1 の点 P 1（点 P 1 を通過する中心軸 C 1 を中心とする環状の円）と、当該外周面 1 1 a 上の第 2 の点 P 2（点 P 2 を通過する中心軸 C 1 を中心とする環状の円）との軸方向範囲の間において、外周面 1 1 a と対向する。

[0126] 前記ブレーキを解除し、内軸 1 1 及び内輪保持治具 1 3 1 が回転可能な状態となり、前記モータによって内輪保持治具 1 3 1 を回転させる（図 9 参照）。これにより、内軸 1 2 は中心軸 C 1（基準軸 Z）回りに回転する。この際、非接触センサであるセンサ 1 2 1 A により、前記各形態の取得方法で接触角 α が求められる。なお、外輪 1 1 の変形（変位）を検出するセンサは、他であってもよく、例えば前記加速度センサ 1 2 1 B であってもよい。

[0127] 以上のように、本開示の車輪用軸受装置の製造方法には、次の接触角取得工程が含まれる。

・接触角取得工程：前記組み立て工程を経て車輪用軸受装置が組み立てられた状態で、接触角 α を求める工程。

そして、この接触角取得工程で接触角 α を求める方法は、前記各形態の接触角取得方法である。

[0128] なお、前記組み立て工程に含まれる前記固定工程と並行して、接触角取得工程が行われてもよい。つまり、前記固定工程と並行して行う接触角 α の取得には、軸部材 16 のかしめ加工と同時に接触角 α を取得すること、及び、軸部材 16 のかしめ加工と交互に玉 13 の接触角 α を取得することが含まれる。前者の場合、軸部材 16 のかしめ加工を行いながら、同時に玉 13 の接触角 α を取得・確認し、当該接触角 α が適切な値になると、かしめ加工を終了する工程となる。後者の場合は、例えば、軸部材 16 のかしめ加工を途中まで行ってから、一旦、玉 13 の接触角 α を取得・確認し、再度かしめ加工の続きを行うというように、接触角 α を確認しつつかしめ加工を間欠的に進める工程となる。

[0129] そして、接触角 α が許容値（設計範囲）に含まれるか否かの判定が行われ、接触角 α が許容値の範囲内に含まれる製品を良品とし、その製品を次の工程に進める。

[0130] なお、前記の製造方法では、図 11 に示すように、内輪保持治具 131 の上で、軸部材 16、二列の玉 13、及び外輪 11 を組み、かしめ前の車輪用軸受装置が組み立てられた。しかし、例えば内輪保持治具 131 とは別の治具など、製造装置 130（30）とは別の領域で、かしめ前の車輪用軸受装置を組み立てた状態としてもよい。この場合、組み立てられたかしめ前の車輪用軸受装置が、内輪保持治具 131 に載せられる。そして、前記製造装置 130（30）によって、前記説明と同様の方法でかしめ加工（前記固定工程）が行われる。そして、接触角 α の取得が行われる。

符号の説明

[0131] 10 : 車輪用軸受装置、 11 : 外輪、 11a : 外周面、 11b : 外側軌道（軌道）、 12 : 内軸（内輪）、 13 : 玉、 16 : 軸部材、 16d : 端部、 16e : 内側軌道、 17 : 内輪部材、 17e : 内側軌道、 20 : 処理装置、 21 : 変形検出センサ、 21A : ひずみゲージ、 21B : 変位センサ、 22 : 回転検出センサ、 121 : 変位検出センサ、 121A : 静電容量型の変位検出センサ、 121B : 加速度センサ、 A : 範囲、 Dpw : ピッチ円直径、 Dw : 直径、 n : 個数、 P1 : 第1の点、 P2 : 第2の点、 fp : 変位の周波数、 fp' : 変位の周波数の推定値、 fr : 内軸の回転数、 R : 範囲、 α : 接触角 α_0 : 玉の接触角の設計値

請求の範囲

- [請求項1] アンギュラ玉軸受の一方の軌道輪の回転数を検出する第1検出工程、
- 、
- 前記アンギュラ玉軸受の玉の公転に伴う他方の軌道輪の変形を外部から検出する第2検出工程、及び、
- 前記第1検出工程の検出結果と、前記第2検出工程の検出結果と、前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む、アンギュラ玉軸受の接触角取得方法。
- [請求項2] 前記第2検出工程において、前記他方の軌道輪の変形がひずみゲージにより検出される、請求項1に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。
- [請求項3] 前記第2検出工程において、前記他方の軌道輪の変形が変位センサにより検出される、請求項1に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。
- [請求項4] 前記他方の軌道輪の変形の検出位置が、当該軌道輪のうち前記玉の軌道が形成されている面と反対である周面における、前記アンギュラ玉軸受の軸心に垂直で前記玉の中心を通る直線上の第1点と、前記他方の軌道輪の軌道と前記玉との接触点及び当該玉の中心を通る直線上の第2点との間の範囲内に設定されている、請求項1～3のいずれか1項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。
- [請求項5] 前記アンギュラ玉軸受が、
- 複列の外側軌道を有する外輪と、複列の内側軌道を有する内軸と、前記外側軌道と前記内側軌道との間に配置され、各軌道に接触角をもって接触する玉とを備え、前記内軸が、軸方向一方側の内側軌道を有する軸部材と、軸方向他方側の内側軌道を有しかつ前記軸部材にかしめ固定される内輪部材とを有する、車輪用軸受装置である、請求項1～4のいずれか1項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。
- [請求項6] 前記第1検出工程、前記第2検出工程、及び前記演算工程が前記車

輪用軸受装置の組み立て工程と並行して行われる、請求項 5 に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項7]

前記第 1 検出工程は、

前記アンギュラ玉軸受の前記一方の軌道輪の回転数を検出する工程と、

検出した当該一方の軌道輪の回転数と前記玉に関する諸元データと前記玉の接触角の設計値とを用いて、当該一方の軌道輪を回転させた場合の当該玉の公転に伴う前記他方の軌道輪の周期的な変位の周波数の推定値を、求める推定工程と、を含み、

前記第 2 検出工程は、前記他方の軌道輪の変形として、前記一方の軌道輪を回転させた状態で当該他方の軌道輪の変位をセンサによって外部から検出し、

前記演算工程は、

前記第 2 検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程、

前記推定工程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から前記他方の軌道輪の変位の周波数を決定する決定工程、及び、

前記決定工程で決定された周波数と前記一方の軌道輪の回転数と前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程、を含む請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項8]

前記演算工程において求められた接触角が、接触角の設計値の許容誤差範囲内に収まっているか否かを判定する判定工程を更に含む、請求項 7 に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項9]

外輪と、外輪の径方向内側に配置された内輪と、前記外輪と前記内輪との間に配置された複数の玉とを備えるアンギュラ玉軸受の接触角取得方法であって、

前記内輪を回転させた場合の玉の公転に伴う前記外輪の周期的な変

位の周波数の推定値を、前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データと前記玉の接触角の設計値とを用いて求める推定工程、

前記内輪を回転させた状態で前記外輪の前記変位をセンサによって外部から検出する検出工程、

前記検出工程の検出結果を周波数解析する解析工程、

前記推定工程で求められた推定値に基づいて、前記解析工程における解析結果から前記外輪の変位の周波数を決定する決定工程、及び、

前記決定工程で決定された周波数と前記内輪の回転数と前記玉に関する諸元データとを用いて前記玉の接触角を求める演算工程と、を含む、アンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項10] 前記センサが、非接触センサである、請求項9に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項11] 前記センサが、接触型センサであり、前記外輪に対して着脱可能に構成されている、請求項9に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項12] 前記センサが前記外輪の変位を検出する範囲は、当該外輪の外面における、前記アンギュラ玉軸受の中心軸に垂直で前記玉の中心を通る直線上の第1点と、前記外輪の軌道と前記玉との接触点及び当該玉の中心を通る直線上の第2点との間の範囲と少なくとも一部が重複している、請求項9～11のいずれか1項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項13] 前記演算工程において求められた接触角が、接触角の設計値の許容誤差範囲内に収まっているか否かを判定する判定工程を更に含む、請求項9～12のいずれか1項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法。

[請求項14] アンギュラ玉軸受である車輪用軸受装置の製造方法であって、前記車輪用軸受装置は、

内周面の軸方向一方側及び軸方向他方側に形成されている第1の

外側軌道及び第2の外側軌道を有する外輪と、

外周面に第1の内側軌道が形成されている軸部材及び当該軸部材の軸方向他方側の小径部に嵌合すると共に外周面に第2の内側軌道が形成されている内輪部材を有する内軸と、

前記第1の外側軌道と前記第1の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第1の玉と、

前記第2の外側軌道と前記第2の内側軌道とに対して接触角を有して接触する複数の第2の玉と、

を備えていて、

前記第1の内側軌道に前記複数の第1の玉を載せる工程、当該複数の第1の玉に前記第1の外側軌道が載るようにして前記軸部材と前記外輪とを組む工程、前記第2の外側軌道に前記複数の第2の玉を載せると共に、当該複数の第2の玉に前記内輪部材の前記第2の内側軌道が載るようにして当該内輪部材を前記小径部に嵌合させる工程、及び、前記軸部材の軸方向他方側の端部を径方向外方へ塑性変形させてかしめることによって当該内輪部材を当該軸部材に固定する固定工程、を含む組み立て工程と、

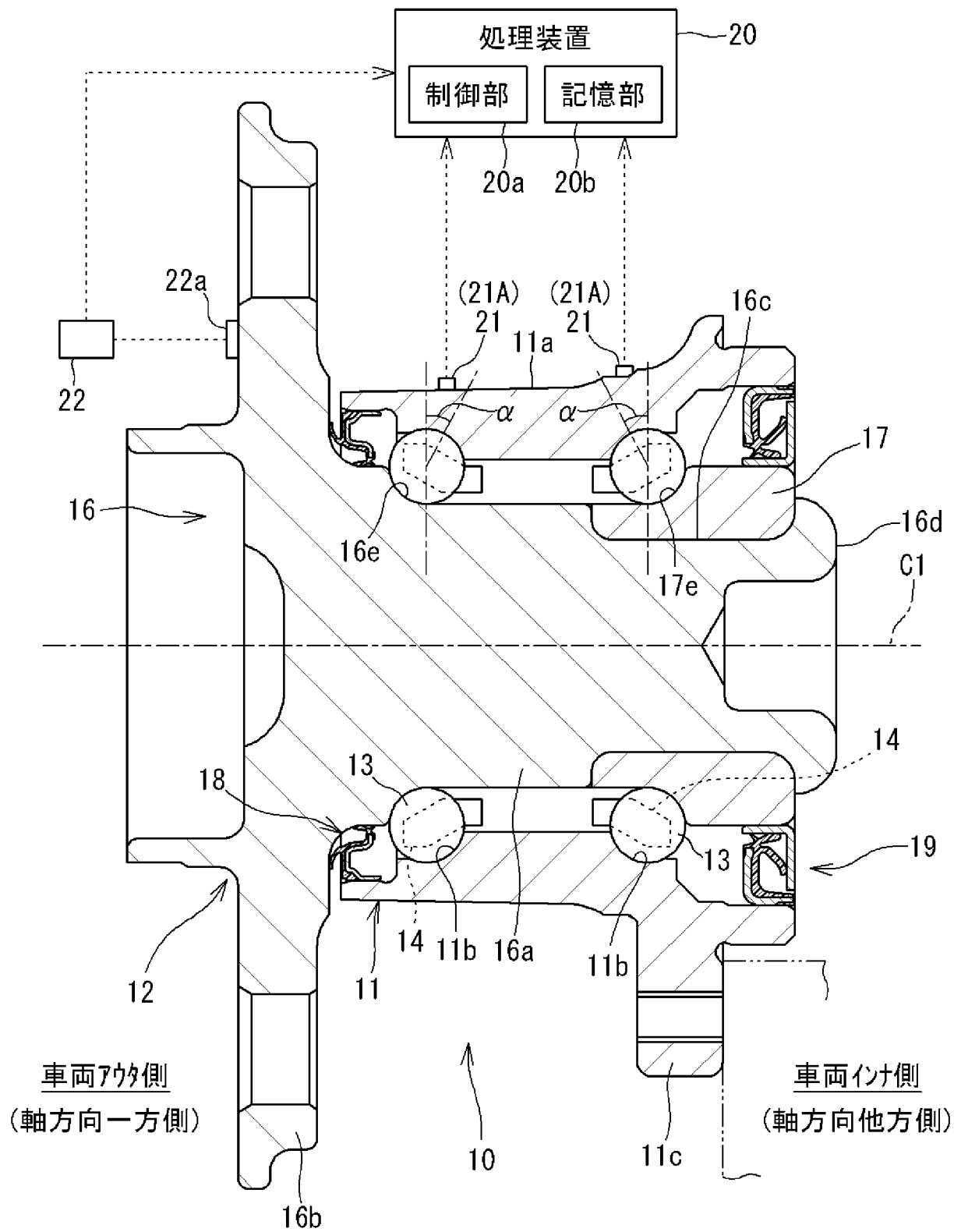
前記組み立て工程を経て前記車輪用軸受装置が組み立てられた状態で、又は、前記固定工程と並行して、前記接触角を求める接触角取得工程と、

を備え、

前記接触角取得工程で前記接触角を求める方法は、請求項1～13のいずれか1項に記載のアンギュラ玉軸受の接触角取得方法である、製造方法。

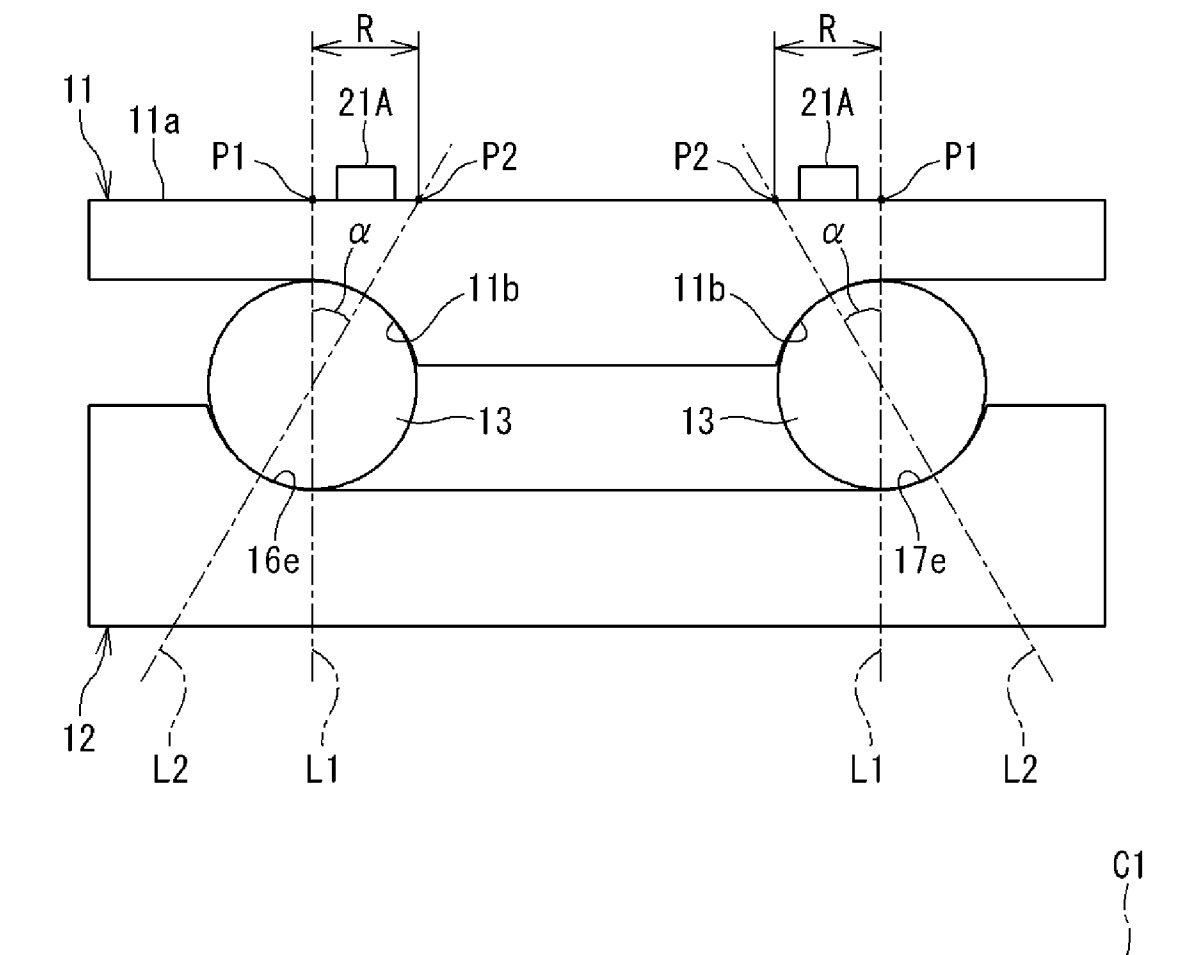
[図1]

図 1



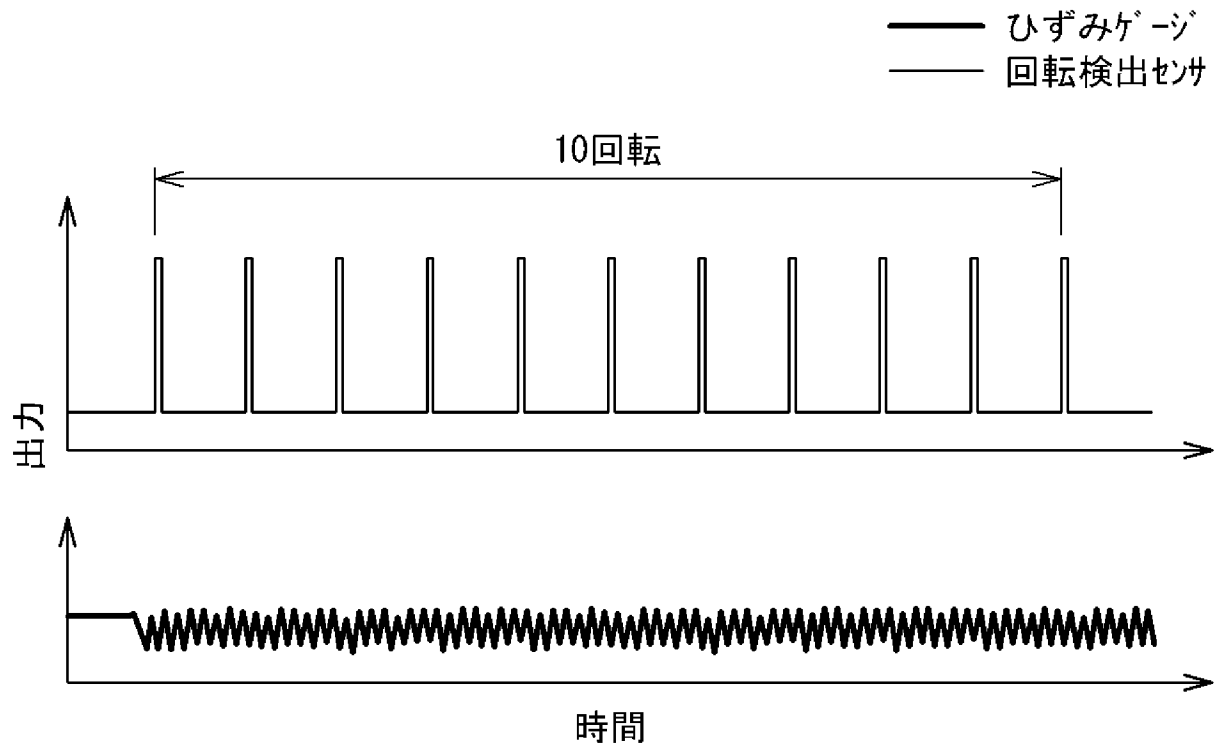
[図2]

図 2



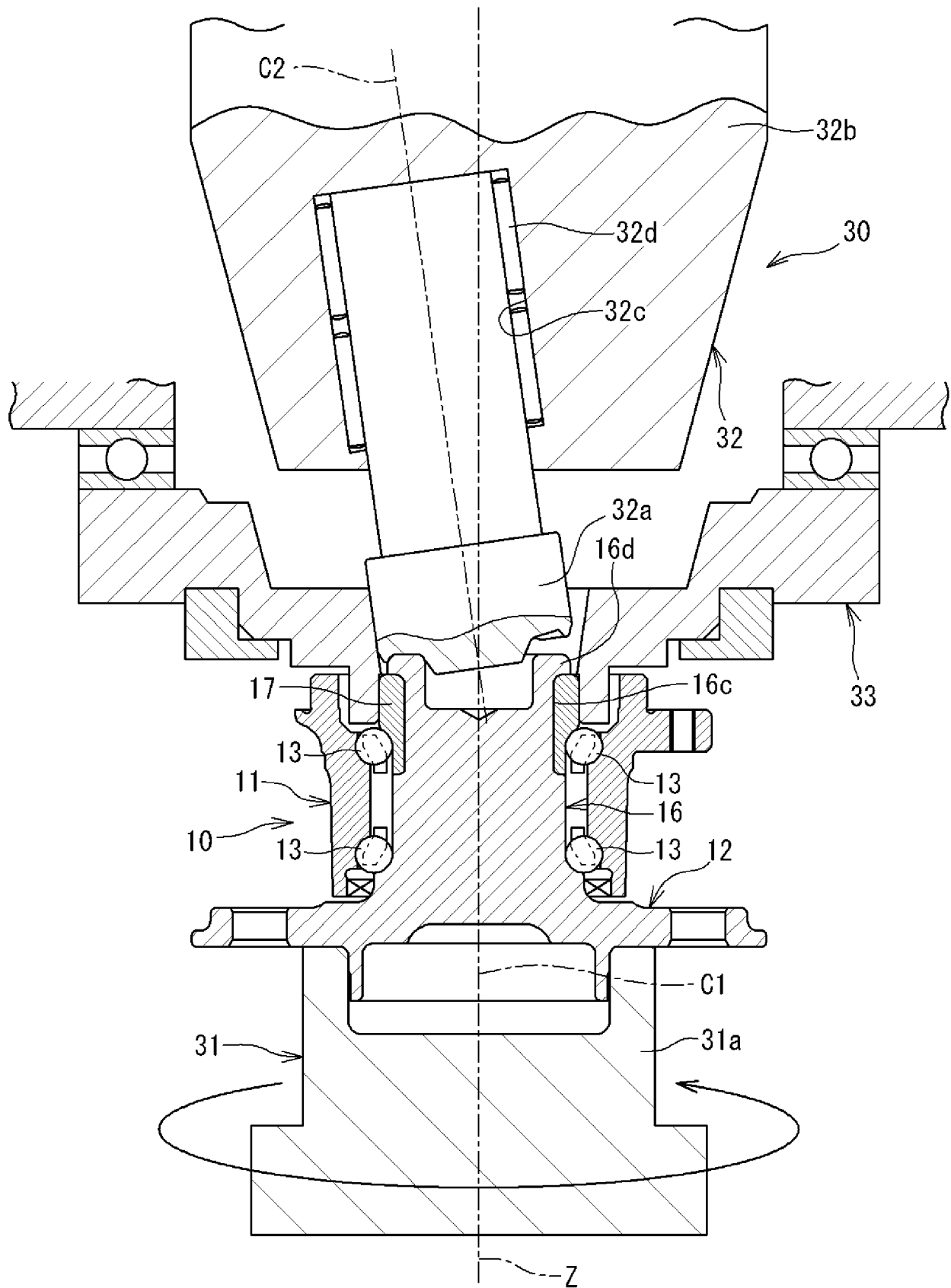
[図3]

図 3



[図4]

図 4



[図5]

図 5

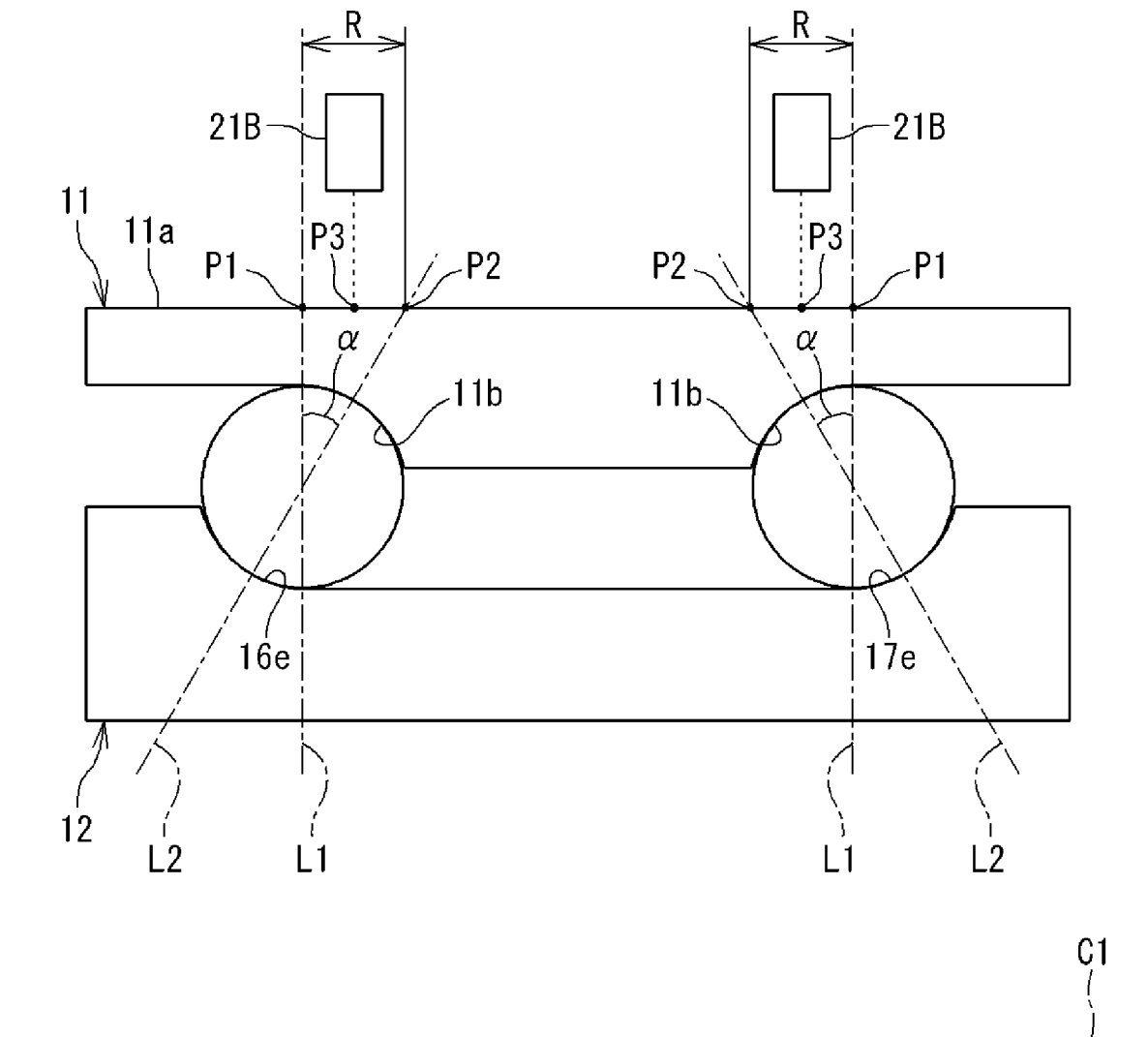
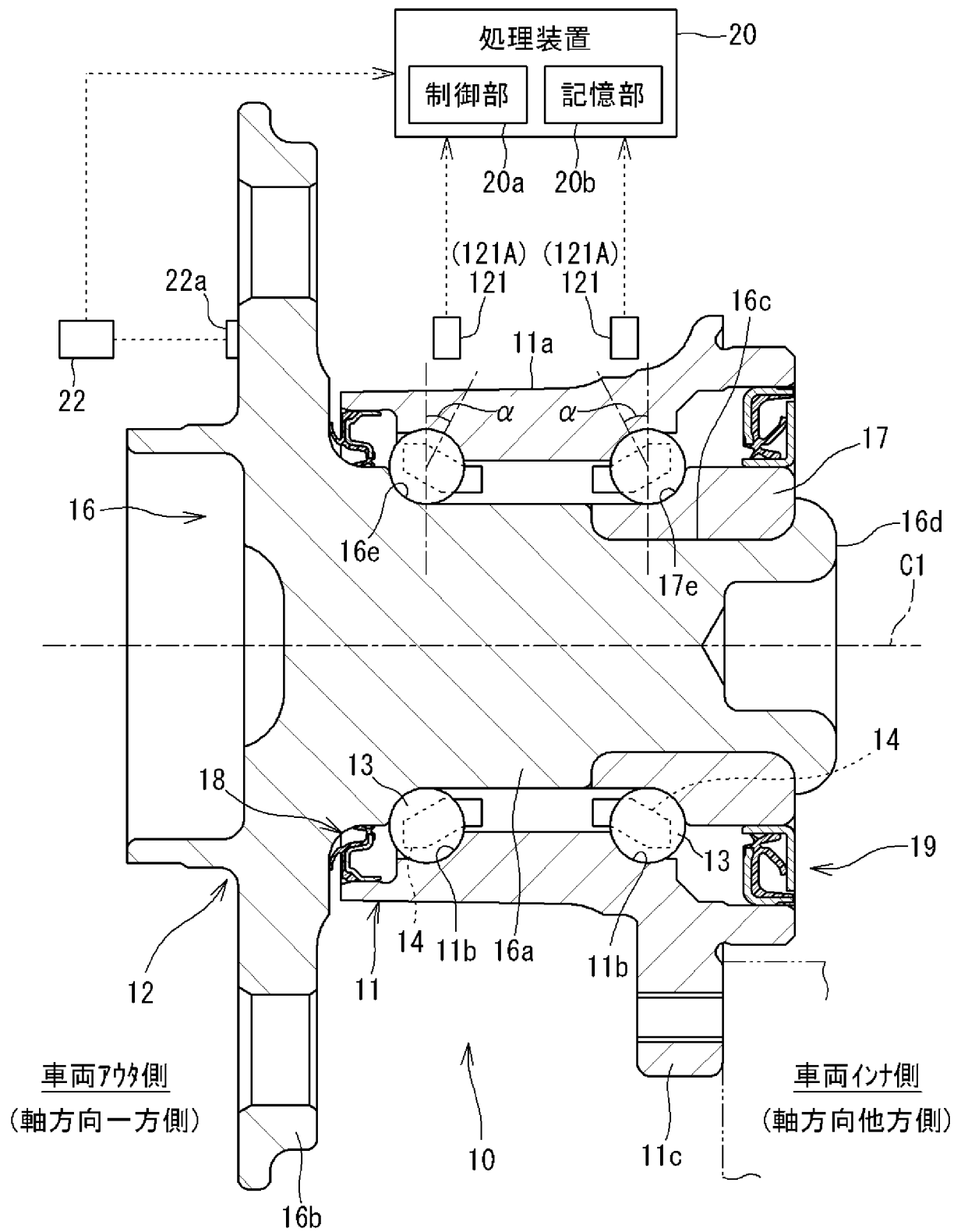
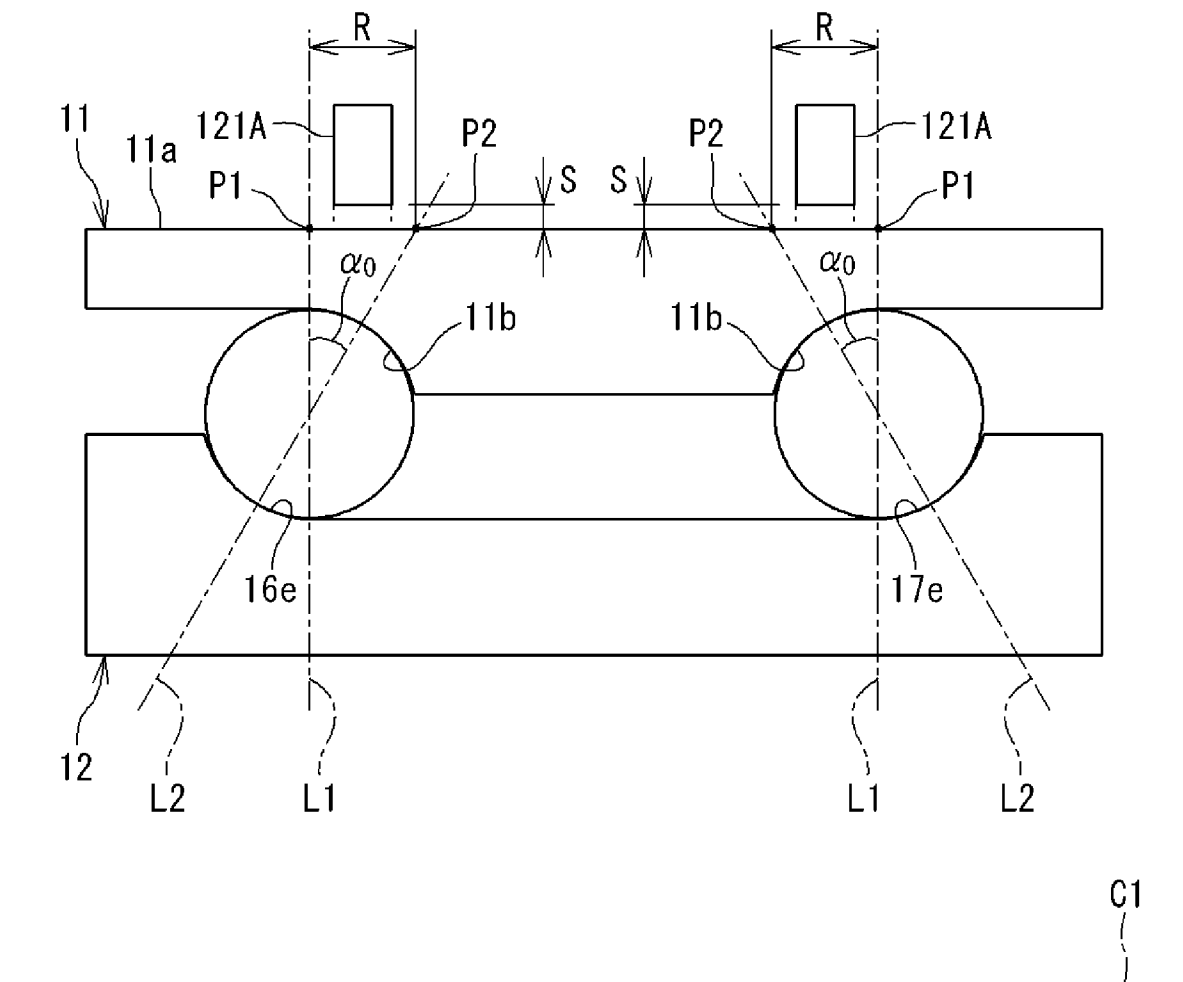


图 6



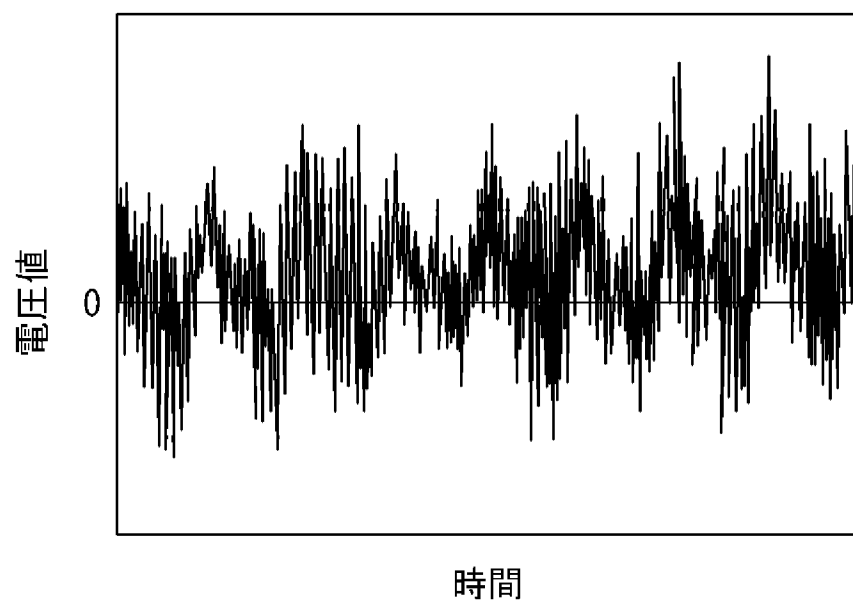
[図7]

図 7



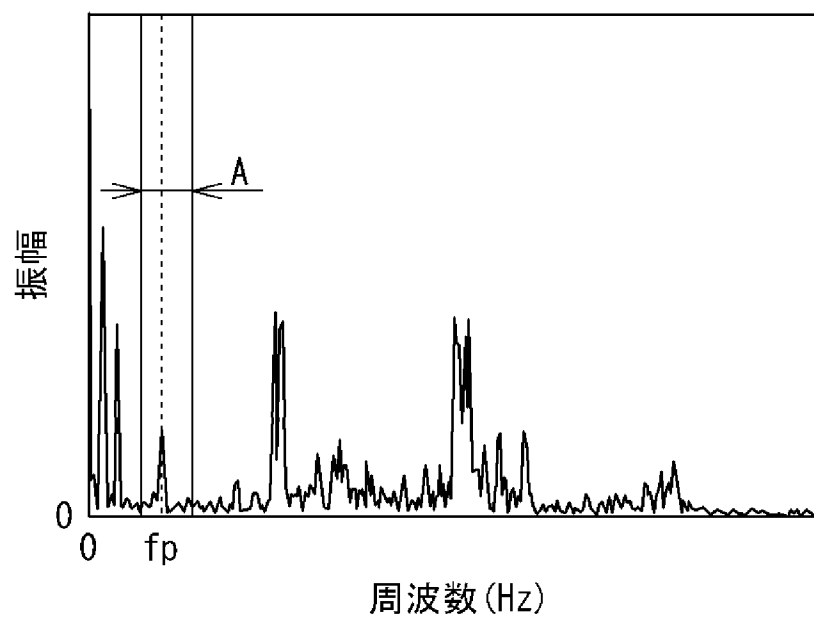
[図8]

図 8



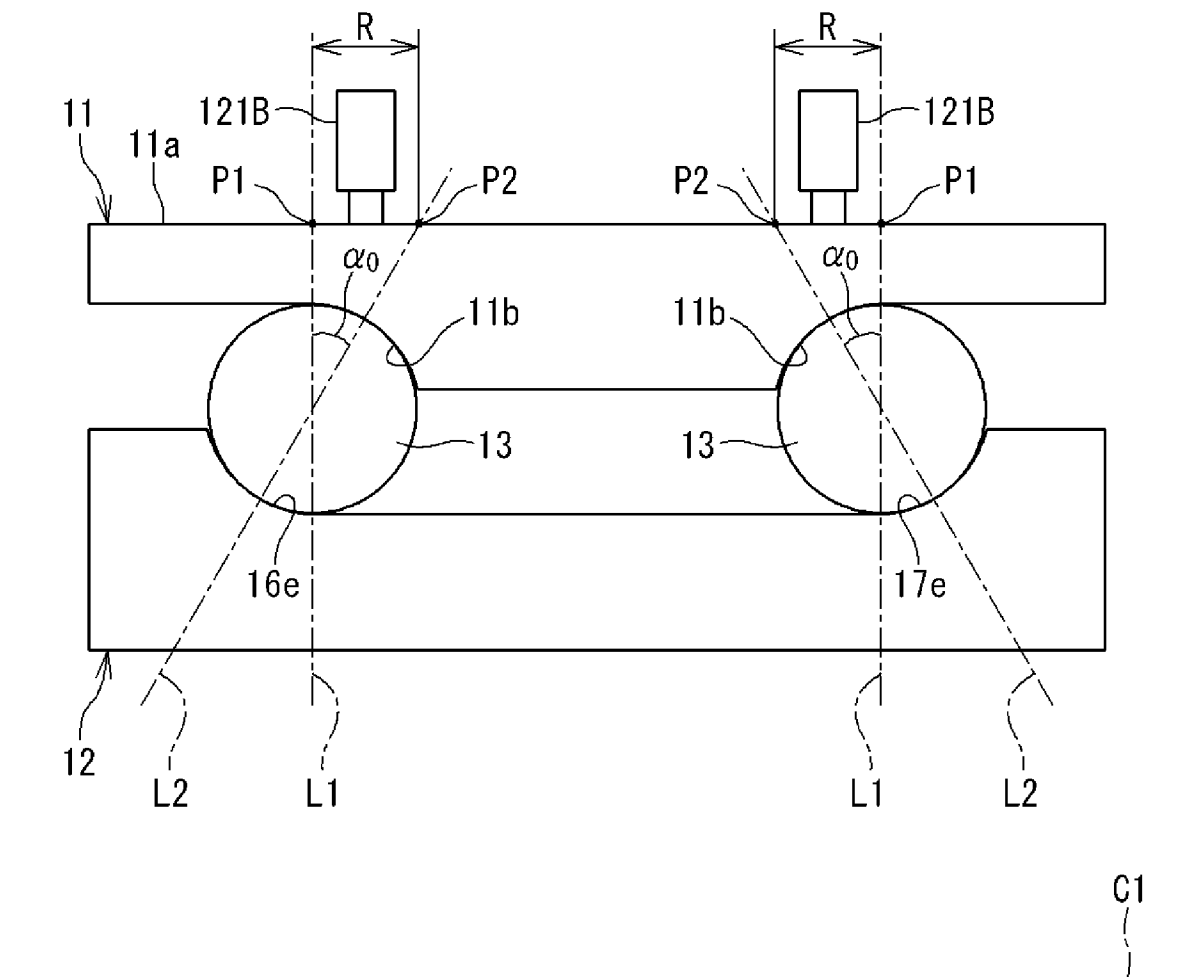
[図9]

図 9



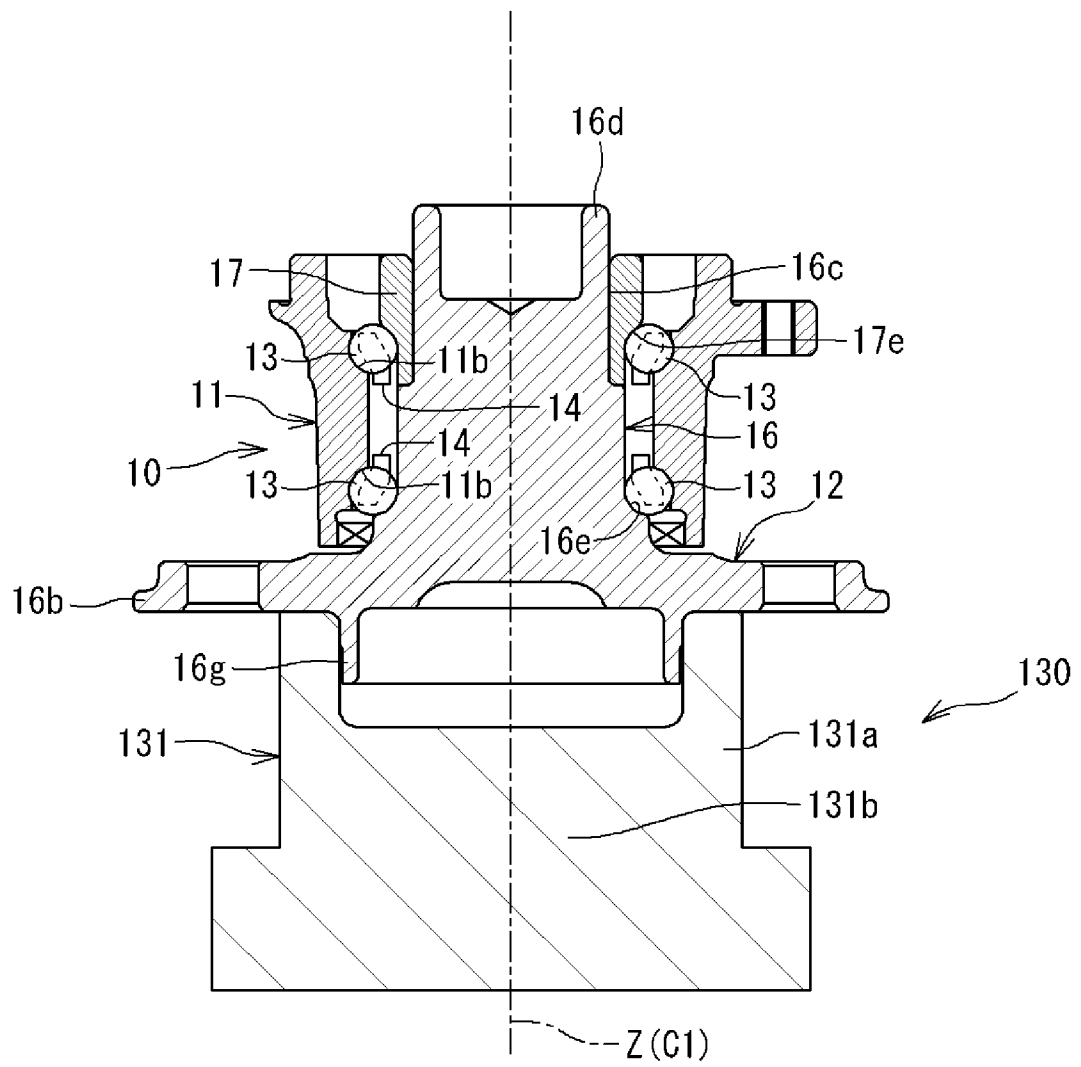
[図10]

図 10



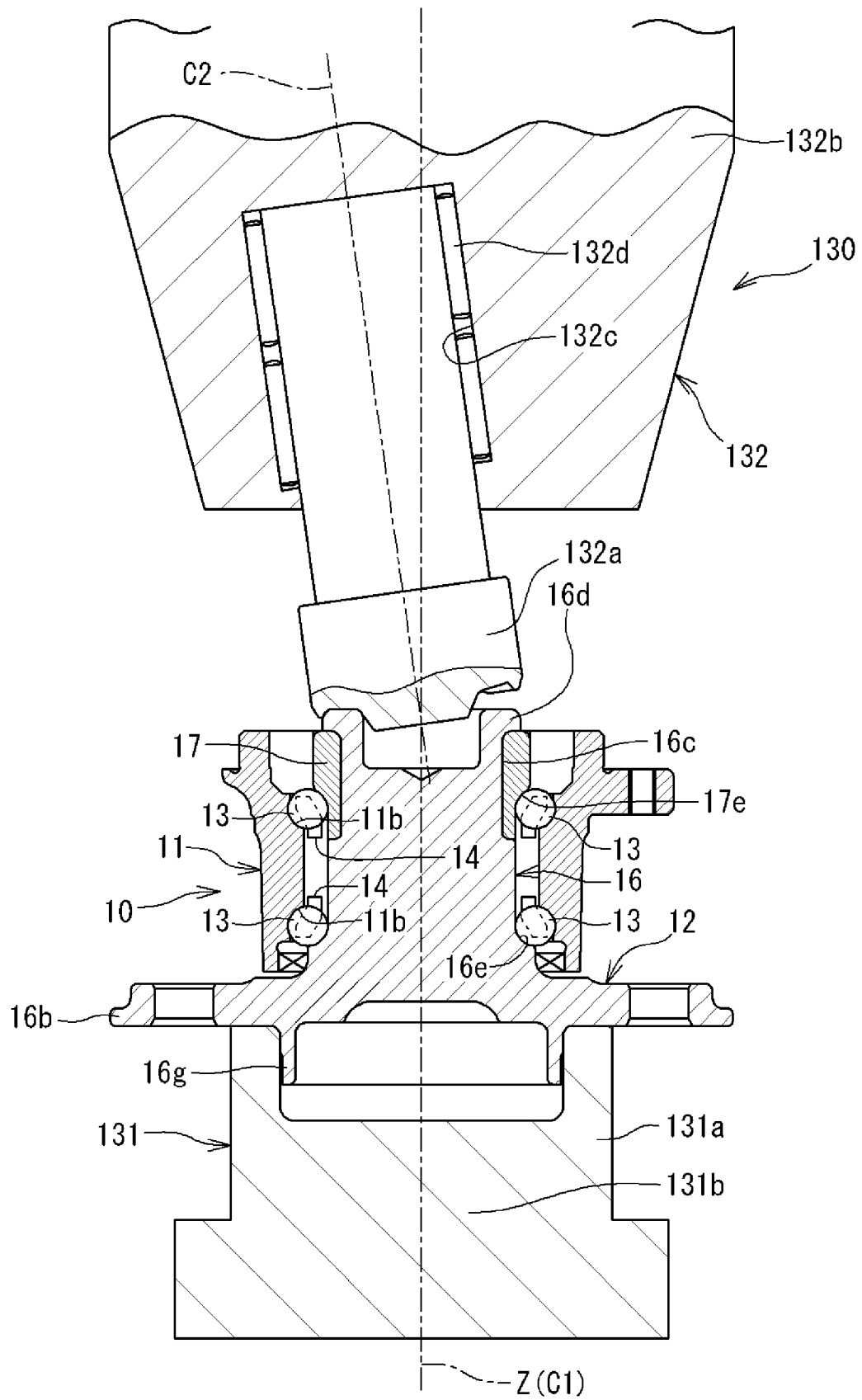
[図11]

図 1 1



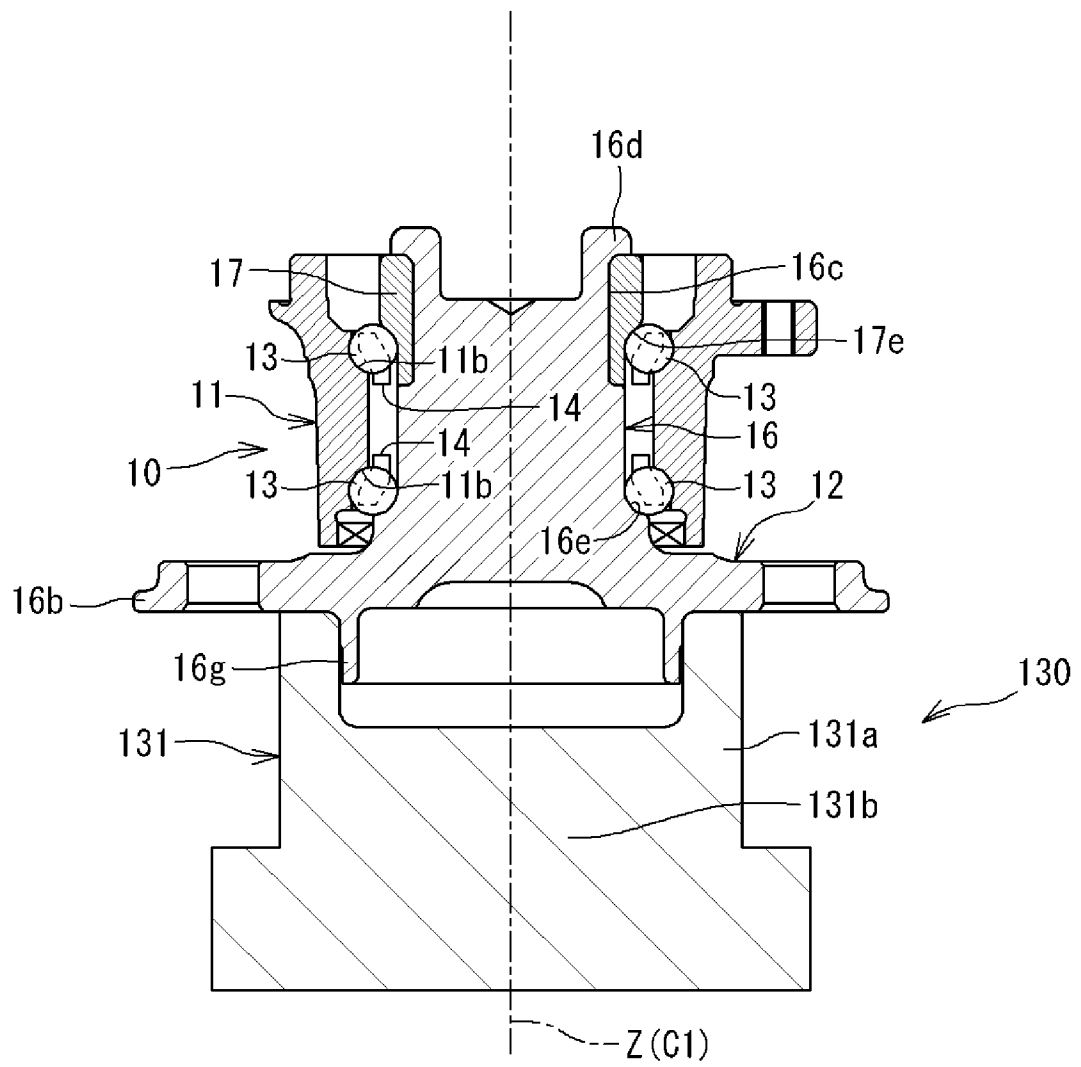
[図12]

図 1 2



[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16C19/18 (2006.01) i, F16C33/78 (2006.01) i, F16C43/04 (2006.01) i, B60B35/02 (2006.01) i

FI: F16C19/18, F16C33/78Z, B60B35/02L, F16C43/04

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. F16C19/18, F16C33/78, F16C43/04, B60B35/02

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y A	JP 2015-141150 A (JTEKT CORPORATION) 03.08.2015 (2015-08-03), paragraphs [0010], [0011], [0029]-[0050]	1-5 6-14
Y	JP 2017-181267 A (NSK LTD.) 05.10.2017 (2017-10-05), paragraphs [0018], [0019], fig. 2	1-5
Y	JP 2017-1524 A (JTEKT CORPORATION) 05.01.2017 (2017-01-05), paragraphs [0001], [0021]	5
A	JP 2016-14593 A (JTEKT CORPORATION) 28.01.2016 (2016-01-28)	1-14

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
27.05.2020

Date of mailing of the international search report
09.06.2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011675

JP 2015-141150 A 03.08.2015 (Family: none)

JP 2017-181267 A 05.10.2017 (Family: none)

JP 2017-1524 A 05.01.2017 (Family: none)

JP 2016-14593 A 28.01.2016 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16C 19/18(2006.01)i; F16C 33/78(2006.01)i; F16C 43/04(2006.01)i; B60B 35/02(2006.01)i FI: F16C19/18; F16C33/78 Z; B60B35/02 L; F16C43/04										
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）） F16C19/18; F16C33/78; F16C43/04; B60B35/02										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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								
Y	JP 2015-141150 A（株式会社ジェイテクト）03.08.2015（2015-08-03） 段落0010-0011, 0029-0050	1-5								
A		6-14								
Y	JP 2017-181267 A（日本精工株式会社）05.10.2017（2017-10-05） 段落0018-0019, 図2	1-5								
Y	JP 2017-1524 A（株式会社ジェイテクト）05.01.2017（2017-01-05） 段落0001, 0021	5								
A	JP 2016-14593 A（株式会社ジェイテクト）28.01.2016（2016-01-28）	1-14								
☐ 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、一般的な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 27.05.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020								
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） 藤村 聖子 3J 9425 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/JP2020/011675

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-141150	A	03.08.2015	(ファミリーなし)	
JP	2017-181267	A	05.10.2017	(ファミリーなし)	
JP	2017-1524	A	05.01.2017	(ファミリーなし)	
JP	2016-14593	A	28.01.2016	(ファミリーなし)	