(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3658994号
(P3658994)
(45)発行日　平成17年6月15日(2005.6.15)　(24)登録日　平成17年3月25日(2005.3.25)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B23P 21/00　B23P 21/00　306A
F16C 43/04　F16C 43/04

請求項の数 3　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平10-133517
(22)出願日　平成10年5月15日(1998.5.15)
(65)公開番号　特開平11-320295
(43)公開日　平成11年11月24日(1999.11.24)
審査請求日　平成14年6月7日(2002.6.7)

(73)特許権者　000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎１丁目６番３号
(74)代理人　100087457
弁理士　小山　武男
(74)代理人　100056833
弁理士　小山　欽造
(72)発明者　宮崎　晴三
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号
日本精工株式会社内

審査官　川内野　真介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第一の周面を有する第一の部材と、この第一の部材と同心に配置され、上記第一の周面と対向する第二の周面を有する第二の部材と、上記第一の周面に形成された第一の軌道と、上記第二の周面の一部で第一の軌道と対向する部分に形成された第二の軌道、並びにこの第二の軌道から軸方向にずれた部分で上記第二の周面に形成された第三の軌道と、十分な嵌合強度を持って上記第一の部材に、上記第一、第二の部材と同心に支持され、上記第二の周面と対向する第三の周面を有する第三の部材と、この第三の周面の一部で、上記第三の軌道に対向する部分に形成された第四の軌道と、上記第一の軌道と第二の軌道との間、並びに上記第三の軌道と第四の軌道との間に複列に、それぞれ複数個ずつ設けられた玉とを備え、上記第一の部材に対する上記第三の部材の嵌合深さを調節する事により上記複数個ずつの玉に適正な予圧を付与した、予圧を付与された複列転がり軸受装置を製造する場合に、第一の部材に対し上記第三の部材を軸方向に押し動かす事により、上記嵌合深さを適正予圧付与に必要な長さにする、予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法であって、この複列転がり軸受装置に付与した予圧の測定を、この複列転がり軸受装置の構成各部品を振動させて、この複列転がり軸受装置の共振周波数を測定する事により行なうものであり、上記第一の部材に対する上記第三の部材の軸方向位置が適正な予圧付与に必要な長さに対応する位置に達する以前に、上記第一の部材と上記第三の部材との嵌合に基づきこの第三の部材を軸方向に押し動かす事に対する移動抵抗力を測定すると共に、この移動抵抗力に基づく上記各部材の弾性変形量に見合う予圧の変化量を、上記共振周波数の

変化量として測定して、この弾性変形量に見合う長さの補正値に相当する、共振周波数の補正値を求め、上記複列転がり軸受装置の共振周波数が、適正予圧付与時に於ける共振周波数にこの共振周波数の補正値を加えた値になった状態で上記第三の部材の圧入作業を終了する、予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法。

【請求項２】

第一の周面を有する第一の部材と、この第一の部材と同心に配置され、上記第一の周面と対向する第二の周面を有する第二の部材と、上記第一の周面に形成された第一の軌道と、上記第二の周面の一部で第一の軌道と対向する部分に形成された第二の軌道、並びにこの第二の軌道から軸方向にずれた部分で上記第二の周面に形成された第三の軌道と、十分な嵌合強度を持って上記第一の部材に、上記第一、第二の部材と同心に支持され、上記第二の周面と対向する第三の周面を有する第三の部材と、この第三の周面の一部で、上記第三の軌道に対向する部分に形成された第四の軌道と、上記第一の軌道と第二の軌道との間、並びに上記第三の軌道と第四の軌道との間に複列に、それぞれ複数個ずつ設けられた玉とを備え、上記第一の部材に対する上記第三の部材の嵌合深さを調節する事により上記複数個ずつの玉に適正な予圧を付与した、予圧を付与された複列転がり軸受装置を製造する場合に、第一の部材に対し上記第三の部材を軸方向に押し動かす事により、上記嵌合深さを適正予圧付与に必要な長さにする、予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法であって、上記第一の部材に対する上記第三の部材の軸方向位置が上記適正な予圧付与に必要な長さに対応する位置に達する以前に、上記第三の部材を押圧している力を除去若しくは減少させる事により、上記各部材の弾性復元力に基づいて上記第一、第四の軌道同士の間隔を大きくすると共に、この力を除去若しくは減少させる前後での、これら各軌道同士の間隔の変位量である予圧の変化量を測定し、この予圧の変化量の測定値と上記力の変化量とに基づいて、上記各部材の弾性変形に基づく予圧の変化量の関係を求めて長さの補正値を算出し、上記第一の部材に対して上記第三の部材をこの長さの補正値分だけ、上記適正予圧付与に必要な長さに見合う位置よりも上記予圧を大きくする方向に移動させた状態で、上記第三の部材の圧入作業を終了する、予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法。

【請求項３】

複列転がり軸受装置に付与した予圧の測定を、この複列転がり軸受装置の構成各部品を振動させて、この複列転がり軸受装置の共振周波数を測定する事により行なうものであり、力を除去若しくは減少させる前後での予圧の変化量を共振周波数の変化量として求める事により、長さの補正値に対応する共振周波数の補正値を求め、上記複列転がり軸受装置の共振周波数が、適正予圧付与時に於ける共振周波数にこの共振周波数の補正値を加えた値になった状態で第三の部材の圧入作業を終了する、請求項２に記載した予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばビデオテープレコーダ（ＶＴＲ）用、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）用、レーザビームプリンタ（ＬＢＰ）用のスピンドルモータ、ロータリアクチュエータ、ロータリエンコーダ等、各種精密回転部分に組み込んでこの回転部分を支承する、転がり軸受装置の製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

ＶＴＲやＨＤＤのスピンドルを、振れ回り運動（軸と直角な方向の運動）及び軸方向の振れを防止しつつ回転自在に支持する為、玉軸受を使用しているが、従来一般的には、互いに独立した１対の玉軸受（深溝型或はアンギュラ型）を使用していた。又、回転支持部分への玉軸受の組立作業の効率化を図る為、複列の玉軸受を使用する事も考えられている。

【０００３】

複列の玉軸受は、図５（Ａ）に示す様に、外周面に１対の深溝型の内輪軌道１、１を有す

る軸２と、同図（Ｂ）に示す様に、内周面に１対の深溝型の外輪軌道３、３を有する外輪４とを、同図（Ｃ）に示す様に同心に組み合わせると共に、上記各内輪軌道１、１と外輪軌道３、３との間にそれぞれ複数の玉５、５を、転動自在に装着する事により構成する。尚、玉軸受には、図５（Ｃ）に示す様に、上記玉５、５を円周方向等間隔に保持しておく為の保持器６、６、並びに上記各玉５、５装着部への塵芥等の進入防止を図る為のシール７、７を組み込む。

この図５（Ｃ）に示す様な複列深溝型玉軸受は、従来から知られている構造であるが、上記ＶＴＲやＨＤＤのスピンドルを支持できる様なものの製造は難しい。これは、次の様な理由による。

【０００４】

即ち、ＶＴＲやＨＤＤのスピンドルを支持する為の玉軸受は、振れ回り運動及び軸方向の振れを防止する為、極めて高精度なものとしなければならない。この為、上記スピンドル支持用の玉軸受は、アキシアル方向の予圧を付与した状態で使用する。

一方、深溝型の玉軸受を組み立てる為、内輪軌道１と外輪軌道３との間に玉５、５を装着する場合には、図６に示す様に、上記内輪軌道１と外輪軌道３とを偏心させて、これら両軌道１、３の間の円周方向に亙る隙間８を一部で大きくし、この隙間８の大きくなった部分から上記内輪軌道１と外輪軌道３との間に、所定数の玉５、５を挿入する。その後、上記内輪軌道１と外輪軌道３とを同心にすると共に、上記所定数の玉５、５を、円周方向等間隔に配置する。

【０００５】

この様に、円周方向の一部にまとめて挿入した複数の玉５、５を、円周方向等間隔に配置し直す際には、各玉５、５を上記内輪軌道１及び外輪軌道３に対して滑らせなければならない。この際、上記内輪軌道１及び外輪軌道３が各玉５、５を強く押圧する状態（予圧を付与した状態）にあると、上記内輪軌道１、外輪軌道３、各玉５、５の転動面に傷が付き易く、傷が付いた場合には、回転時に振動を生じたり、或は耐久性が損なわれる等の問題を生じる。

【０００６】

この様な問題を解消する構造として、例えば特開平６－３４４２３３号公報には、図７～８に示す様な複列転がり軸受装置が記載されている。先ず、図７に示した第１例の軸受装置の場合に於いて、第一の部材である軸９は、図７（Ａ）に示す様に、小径部９ａと大径部９ｂとを段部９ｃで連続させており、第一の周面である大径部９ｂの外周面に、第一の軌道である深溝型の第一の内輪軌道１０を形成している。第三の部材である内輪１１は、自由状態に於いて上記小径部９ａの外径よりも少し小さな内径を有する。第三の周面であるこの内輪１１の外周面には、第四の軌道である深溝型の第二の内輪軌道１２を形成している。

【０００７】

この様な軸９と内輪１１とを含む転がり軸受装置を造る場合、先ず、第一工程として、図７（Ｂ）に示す様に、上記軸９の小径部９ａに上記内輪１１を、十分な嵌合強度（予圧付与の反力でずれ動かない強度）を持たせて外嵌する。そして、上記大径部９ｂの外周面の第一の内輪軌道１０と内輪１１の外周面の第二の内輪軌道１２とのピッチP_1を、完成後の転がり軸受装置に所定の予圧を付与する為に必要なピッチp_1｛図７（Ｄ）｝よりも長く（$P_1 > p_1$）しておく。

【０００８】

次いで、第二工程として、上記第一工程により組み合わされた軸９及び内輪１１を、第二の部材である円筒形の外輪１３の内側に挿入する。第二の周面であるこの外輪１３の内周面には、第二、第三の軌道である、１対の深溝型の外輪軌道１４、１４を形成している。この第二工程では、この１対の外輪軌道１４、１４と上記第一、第二の内輪軌道１０、１２とを対向させる。

【０００９】

次に、第三工程として、上記軸９及び内輪１１と外輪１３とを偏心させ、前述の図６に示

す様に、上記１対の外輪軌道１４、１４と第一、第二の内輪軌道１０、１２との間の円周方向に亙る隙間８を一部で大きくする。そして、この隙間８の大きくなった部分から、上記隙間８内に、所定数の玉５、５を挿入する。
次に、第四工程として、上記１対の外輪軌道１４、１４と第一、第二の内輪軌道１０、１２との間の隙間８内に挿入された所定数の玉５、５を円周方向に移動させつつ、上記軸９及び内輪１１と外輪１３とを同心にして、各玉５、５を円周方向等間隔に配置する。これと共に、図７（Ｃ）に示す様に、各玉列部分に保持器６、６を装着して、各玉５、５が円周方向等間隔位置に留まる様にする。又、必要に応じて、外輪１３の両端部内周面にシール７、７を装着する。この状態では、未だ各玉５、５に予圧は付与されていない。

【００１０】

そして、最後に第五工程として、上記内輪１１を段部９ｃに向け、軸９の外周面で軸方向（図７の左方）に変位させる事により、上記第一、第二の内輪軌道１０、１２のピッチを短くして、前記所定の予圧を付与する為に必要なピッチp_1とする。この状態で、上記複数の玉５、５に所定の予圧が付与され、予圧を付与された複列転がり軸受装置として完成する。完成時にも、上記段部９ｃと内輪１１の端面との間には隙間が存在する。

【００１１】

この様にして得られた予圧を付与された複列転がり軸受装置では、内輪１１の内周面と小径部９ａの外周面との間に、締まり嵌めの摩擦力に基づいて、上記予圧に見合う軸方向荷重よりも大きな制止力が作用する。従って、軸９と内輪１１との間に接着剤を塗布しなくても、上記内輪１１がずれ動かず、付与された予圧が消滅する事がなく、一体の玉軸受として取り扱える。この為、ＶＴＲやＨＤＤのスピンドルの軸受部を構成する作業が容易となる。又、アキシアル方向に亙って予圧が付与されている為、上記スピンドルの回転支持を高精度に行なえる。

【００１２】

次に、図８に示した第２例の場合には、図８（Ａ）に示す様に、第一の部材である主外輪１５の、第一の周面である内周面に、小径部１５ａと大径部１５ｂとこれら両部１５ａ、１５ｂ同士を連続させる段部１５ｃとを形成している。そして上記大径部１５ｂに、第三の部材である副外輪１６を内嵌自在としている。第三の周面であるこの副外輪１６の内周面、及び上記小径部１５ａの内周面には、それぞれ断面円弧状の凹溝１７ａ、１７ｂを、全周に亙って形成している。又、副外輪１６は、自由状態に於いて上記大径部１５ｂの内径よりも少し大きな外径を有する。

【００１３】

上記主外輪１５と副外輪１６とを利用して、予圧を付与された複列転がり軸受装置を造る場合、先ず第一工程として、図８（Ｂ）に示す様に、上記副外輪１６を大径部１５ｂに、十分な嵌合強度を持たせて内嵌すると共に、同図（Ｃ）に示す様に、上記凹溝１７ａ、１７ｂ部分に、第一の軌道である第一の外輪軌道１８と、第四の軌道である第二の外輪軌道１９とを形成する。

【００１４】

この様に、主外輪１５と副外輪１６とを組み立てた状態で、上記第一、第二の外輪軌道１８、１９を形成する為、これら両外輪軌道１８、１９の真円度を高精度にでき、しかも両外輪軌道１８、１９と主外輪１５の外周面との偏心量を僅少に抑えられる。尚、この様にして形成された第一、第二の外輪軌道１８、１９同士のピッチP_2は、所定の予圧を付与する為に必要なピッチp_2｛図８（Ｅ）｝よりも長く（$P_2 > p_2$）しておく。

【００１５】

次に、第二工程として、第二の周面である外周面に、第二、第三の軌道である１対の内輪軌道１、１を有する、第二の部材である軸２｛次述する図８（Ｄ）参照。｝を、上記第一工程により組み合わされた主外輪１５及び副外輪１６の内側に挿入し、上記１対の内輪軌道１、１と第一、第二の外輪軌道１８、１９とを対向させる。

【００１６】

次いで、第三工程として、上記軸２と主外輪１５及び副外輪１６とを偏心させ、前記図６

に示す様に、上記１対の内輪軌道１、１と第一、第二の外輪軌道１８、１９との間の隙間８内に、所定数の玉５、５を挿入する。

【００１７】

次に、第四工程として、図８（Ｄ）に示す様に、上記軸２と主外輪１５及び副外輪１６とを同心にすると共に、上記１対の内輪軌道１、１と第一、第二の外輪軌道１８、１９との間に挿入された所定数の玉５、５を、円周方向等間隔に配置する。又、この第四工程で、等間隔に配置した上記玉５、５に、保持器６、６を装着する。

【００１８】

最後に第五工程として、上記副外輪１６を主外輪１５の内周面で軸方向（図８の左方向）に変位させる事により、図８（Ｅ）に示す様に、上記第一、第二の外輪軌道１８、１９のピッチを短くして、所定の予圧を付与する為に必要なピッチp_2とする。この状態で、上記複数の玉５、５に所定の予圧が付与される。そして、シール７、７ａを装着し、予圧を付与された複列転がり軸受装置として完成する。

【００１９】

尚、上述した第２例の場合、第一の外輪軌道１８を主外輪１５の内周面に直接形成していたが、図９に示した第３例の様に、それ自体は外輪軌道を有しない主外輪１５Ａに、１対の副外輪１６、１６ａを内嵌する事もできる。この場合、主外輪１５Ａと副外輪１６ａ（又は１６）が合わさったものが、第一の部材に対応する。同様に、前記第１例の場合も、第４例を示す図１０の様に、軸２に１対の内輪１１、１１ａを外嵌する事もできる。この場合、軸２と内輪１１ａ（又は１１）が合わさったものが、第一の部材に対応する。この様に、副外輪１６、１６ａ、内輪１１、１１ａを１対設ける場合には、予圧付与時に、一方又は双方の副外輪１６、１６ａ、内輪１１、１１ａを変位させる。勿論、図９～１０の構造を組み合わせる事もできる。

【００２０】

適正な予圧付与を行なうべく、軸９の小径部９ａ（又は主外輪１５の大径部１５ｂ）に対する内輪１１（又は副外輪１６）の変位量を調節する、所謂予圧付与作業は、図１１に示す様にして行なう。例えば前記図７に示す手順で造られる予圧を付与された複列転がり軸受装置を組み立てる場合、保持具２０に軸９の端部（図１１の下端部）を保持すると共に、外輪１３の一端面（図１１の下端面）に加振器２１を突き当て、この外輪１３を介して上記複列転がり軸受装置に振動を加える。又、上記外輪１３の他端面（図１１の上端面）には振動センサ２２を突き当てて、上記複列転がり軸受装置の共振周波数を測定自在としている。

【００２１】

上記振動センサ２２が検出した、複列転がり軸受装置の共振周波数は、増幅器２３と、高速フーリエ変換（ FFT＝fast Fourier transform）を行なうＦＦＴ変換器２４とを介して、制御器２５に入力している。この制御器２５は、上記軸９の小径部９ａに内輪１１を押し込む為の押し込み装置２６を制御する。この押し込み装置２６としては、例えば油圧シリンダ、或は送り螺子装置を使用する。上記制御器２５は、上記押し込み装置２６に送り込む圧油の量、又は圧力（送り螺子装置の場合には回転角度）を制御する事により、この押し込み装置２６の押し込み腕２７が上記内輪１１を押圧する力を調節する。

【００２２】

複列転がり軸受装置の製造時、上記小径部９ａに内輪１１を押し込んで、各玉５、５に適正な予圧を付与する場合には、上記振動センサ２２により複列転がり軸受装置の共振周波数を測定しつつ、上記押し込み装置２６に圧油を送り込み、押し込み腕２７により内輪１１を押圧する事で、この内輪１１を上記軸９の小径部９ａに圧入嵌合する。そして、上記共振周波数が予め設定した周波数にほぼ一致した状態で、上記押し込み装置２６への圧油の送り込みを停止し、圧入作業を終了する。この状態で、適正な予圧を付与された複列転がり軸受装置が完成する。

【００２３】

複列転がり軸受装置の共振周波数と予圧量との間に一定の関係がある事は、例えば特公平

２－６１１００号公報に記載されている様に、従来から知られている。従って、製造すべき転がり軸受装置と同じ構成を有し、且つ適正な予圧量を付与された転がり軸受装置の共振周波数を予め測定しておき、この測定値を上記制御器２５に設定しておけば、転がり軸受装置の予圧が適正値に達した状態で、上記押し込み装置２６への圧油の供給が停止される。共振周波数設定用の複列転がり軸受装置に適正な予圧を付与する作業は、一度だけ行なえば良いので、適正予圧を付与する為の作業が面倒になっても、製造作業の能率化を阻害する事はない。

【００２４】

【発明が解決しようとする課題】

前述の図７～１０に示す様な複列転がり軸受装置の予圧付与を、上述した図１１に示す様な方法で行なう場合には、必ずしも所望値通りに正確な予圧を行なえない。この理由は、軸９（図７に示した構造の場合）或は主外輪１５（図８に示した構造の場合）の弾性変形による。例えば、図１１に示す様にして複列に配置した玉５、５に予圧を付与する際には、軸９及び内輪１１に、軸方向に亙る押圧力を加える必要がある。そして、この押圧力の大きさを、これら軸９の外周面と内輪１１の内周面との間に作用する摩擦力に基づく移動抵抗力よりも大きくする必要がある。

【００２５】

上記予圧付与の際にこの移動抵抗力は、上記軸９を軸方向に圧縮する方向の力として作用する。そして、この力によりこの軸９が弾性変形し、上記複列に配置した玉５、５同士の距離が変化する。特に、この距離が大きく、しかも軸９（特に小径部９ａ）が小径である（直径が小さい）場合には、上記弾性変形に基づく距離の変化量が無視できない程大きくなる。そして、押し込み腕２７により内輪１１を押圧している力を解除した場合に、上記軸９（特に小径部９ａ）の弾性復元により、第一、第二の内輪軌道１０、１２同士の距離が大きくなる。この結果、上記各玉５、５に付与される予圧が、押し込み装置２６への圧油の送り込みを停止し、圧入作業を終了した時点よりも低下して、上記予圧が不足してしまう。本発明の予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法は、この様な事情に鑑みて、予圧付与作業を終了した後、軸９が弾性的に復元した状態で、上記各玉５、５に付与された予圧を適正値にすべく発明したものである。

【００２６】

【課題を解決する為の手段】

本発明の予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法は何れも、前述の特開平６－３４４２３３号公報に記載された予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法と同様に、第一の周面を有する第一の部材と、この第一の部材と同心に配置され、上記第一の周面と対向する第二の周面を有する第二の部材と、上記第一の周面に形成された第一の軌道と、上記第二の周面の一部で第一の軌道と対向する部分に形成された第二の軌道、並びにこの第二の軌道から軸方向にずれた部分で上記第二の周面に形成された第三の軌道と、十分な嵌合強度を持って上記第一の部材に、上記第一、第二の部材と同心に支持され、上記第二の周面と対向する第三の周面を有する第三の部材と、この第三の周面の一部で、上記第三の軌道に対向する部分に形成された第四の軌道と、上記第一の軌道と第二の軌道との間、並びに上記第三の軌道と第四の軌道との間に複列に、それぞれ複数個ずつ設けられた玉とを備え、上記第一の部材に対する上記第三の部材の嵌合深さを調節する事により上記複数個ずつの玉に適正な予圧を付与した、予圧を付与された複列転がり軸受装置を製造するものである。

そして、第一の部材に対し上記第三の部材を軸方向に押し動かす事により、上記嵌合深さを適正予圧付与に必要な長さにする。

【００２７】

特に、請求項１に記載した予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法では、この複列転がり軸受装置に付与した予圧の測定を、この複列転がり軸受装置の構成各部品を振動させて、この複列転がり軸受装置の共振周波数を測定する事により行なう。又、上記第一の部材に対する上記第三の部材の軸方向位置が適正な予圧付与に必要な長さに対応する

位置に達する以前に、上記第一の部材と上記第三の部材との嵌合に基づきこの第三の部材を軸方向に押し動かす事に対する移動抵抗力を測定すると共に、この移動抵抗力に基づく上記各部材の弾性変形量に見合う予圧の変化量を、上記共振周波数の変化量として測定する。そして、この弾性変形量に見合う長さの補正値に相当する、共振周波数の補正値を求め、上記複列転がり軸受装置の共振周波数が、適正予圧付与時に於ける共振周波数にこの共振周波数の補正値を加えた値になった状態で上記第三の部材の圧入作業を終了する。

【００２８】

又、請求項２に記載した予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法では、上記第一の部材に対する上記第三の部材の軸方向位置が上記適正な予圧付与に必要な長さに対応する位置に達する以前に、上記第三の部材を押圧している力を除去若しくは減少させる事により、上記各部材の弾性復元力に基づいて上記複列に配置された軌道同士の間隔を大きくすると共に、この力を除去若しくは減少させる前後での、これら各軌道同士の間隔の変位量である予圧の変化量を測定する。そして、この予圧の変化量の測定値と上記力の変化量とに基づいて、上記各部材の弾性変形に基づく予圧の変化量の関係を求めて長さの補正値を算出する。次いで、上記第一の部材に対して上記第三の部材をこの長さの補正値分だけ、上記適正予圧付与に必要な長さに見合う位置よりも上記予圧を大きくする方向に移動させた状態で、上記第三の部材の圧入作業を終了する。

【００２９】

更に、請求項３に記載した予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法では、上述した請求項２に記載した予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法を実施するに就いて、予圧の変化量を複列転がり軸受の共振周波数の変化量として求め、上記長さの補正値に対応する共振周波数の補正値を求める。そして、適正予圧付与時に於ける共振周波数にこの共振周波数の補正値を加えた値になった状態で、上記第三の部材の圧入作業を終了する。

【００３０】

【作用】

上述の様に構成する、本発明の予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法によれば、予圧付与作業を終了した後、第一の部材が弾性的に復元した状態で、各玉に付与された予圧を適正値にできる。

【００３１】

【発明の実施の形態】

図１～４を参照しつつ、本発明を更に詳しく説明する。尚、本発明の特徴は、予圧付与作業の際に予圧付与の為の力に基づいて弾性変形していた構成部材が、この力の解除に伴って弾性的に復元した状態で、各列の玉に付与されている予圧が適正値になる様にする為の方法にある。本発明の方法により予圧を付与する複列転がり軸受装置の具体的構造に就いては、例えば前述の図７～１１に示した様な、特開平６－３４４２３３号公報に記載されたものと同様である。又、本発明を実施する場合に、各時点で複列転がり軸受装置に付与されている予圧を、この複列転がり軸受装置の共振周波数から求める。この為にこの複列転がり軸受装置を振動させる装置は、前述の図１１に示した構造を含む特開平６－３４４２３３号公報に記載された各種装置等、従来から知られている装置を使用できる。そこで、以下の説明は、前述の図７、１１に示した構造で本発明を実施する場合に関して行なう。

【００３２】

先ず、図１～２は、請求項１に記載した発明を説明する為の線図である。尚、図２（並びに後述する図３）に、実線、破線、鎖線の３本の線を記載しているのは、互いに異なる３個の複列転がり軸受装置の、それぞれ予圧隙間と共振周波数との関係を示した為である。第一の部材である軸９の小径部９ａと、第三の部材である内輪１１との嵌合に基づき、この内輪１１を軸方向に押し動かす事に対する移動抵抗力は、これら軸９及び内輪１１の諸元（寸法並びに材質）により算出できる他、実際に内輪１１を小径部９ａに外嵌した状態で測定できる。又、この移動抵抗力に基づく複列転がり軸受装置の構成各部材、即ち上

記軸９及び内輪１１の他、第二の部材である外輪１３及び玉５、５の弾性変形量は、これら各部材９、１１、１３、５の諸元に基づいて算出できる。即ち、上記移動抵抗力と弾性変形量とは、図１に示す様に比例関係にある。従って、この移動抵抗力が分れば、上記各玉５、５に予圧を付与すべく上記内輪１１を押圧する際に於ける、複列に配置した玉５、５同士の間隔の変化量を、長さの補正値分として求める事ができる。

【００３３】

一方、複列転がり軸受装置に付与された予圧（負の隙間）の大きさと、当該複列転がり軸受装置の共振周波数との関係は、図２に示す様に、軸受毎に異なるが、ほぼ比例関係にある。従って、適切な予圧を付与しようとしている複列転がり軸受の軸受が決まっていれば、予圧の変化量に見合う共振周波数の変化量を知る事ができる。

【００３４】

そこで、本発明を実施する際には、適切な予圧を付与しようとしている複列転がり軸受装置の共振周波数を測定しつつ、上記軸９の小径部９ａに対して上記内輪１１を、軸方向に移動させる。そして、上記各玉５、５に適正な予圧を付与する為に必要な長さ｛前述の図７（Ｄ）のピッチp_1に見合う｝位置よりも、上記移動抵抗力に基づく弾性変形量に見合う、長さの補正値分だけ上記内輪１１を、予圧を大きくする方向（図７の左方、図１１の下方）に移動させた状態で、この内輪１１の圧入作業を終了する。図２に鎖線で示した例で説明すると、完成した時点で複列転がり軸受装置に付与すべき適切な予圧に結び付く、上記予圧の大きさはδであり、その状態での複列転がり軸受装置の共振周波数はｆである。但し、本発明の場合には、上記圧入作業の終了時点で上記予圧に結び付く、上記予圧の大きさを、補正値△δ分だけ大きい、δ＋△δとする。この様に予圧を大きくした事に伴い、上記圧入作業の終了時点での共振周波数は、ｆ＋△ｆとなる。

【００３５】

この様に、圧入作業を終了し、未だ押し込み腕２７が上記内輪１１から退避していない状態では、第一、第二の内輪軌道１０、１２のピッチが、上記各玉５、５に適正な予圧を付与する為に必要な長さよりも、上記補正値△δ分だけ短くなっている。言い換えれば、これら各玉５、５に付与されている予圧が適正値よりも大きくなっている。この状態から上記押し込み腕２７を上記内輪１１から退避させると、前記各部材９、１１、１３、５が弾性的に復元する。図７、１１に示した構造の場合には、特に上記軸９の小径部９ａの弾性変形量が最も大きくなって、第一、第二の内輪軌道１０、１２のピッチが、上記補正値△δ分だけ広がり、上記予圧がこの補正値△δ分だけ減少する。この結果、上記複列転がり軸受装置に付与した予圧が適正値になる。

【００３６】

次に、図３は、請求項２、３に記載した発明を説明する為の線図である。本例の場合も、前述の図７、１１に示した構造に本発明を実施する場合に関して説明する。第一部材である軸９に対する、第三の部材である内輪１１の軸方向位置が、適正な予圧付与に必要な長さに対応する位置、即ち、図３の各曲線上のａ点に達する以前のｂ点（図示の例では、押し込み腕２７により内輪１１を押圧した状態で適正予圧が付与された時点）で、上記内輪１１を押圧している力を除去若しくは減少させる。この結果、複列転がり軸受装置の軸９が弾性的に復元する事により、第一、第二の内輪軌道１０、１２のピッチが増大し、複列に設けた各玉５、５に付与した予圧が、一点鎖線上の点Ｃに対応する値に迄減少する。

【００３７】

そこで、上記力を除去若しくは減少させる前後での、上記複列に設けた玉５、５同士の間隔の変位量である予圧の変化量を、予め分っている予圧量と共振周波数との関係から求める。そして、この予圧の変化量の測定値と上記力の変化量とに基づいて、移動抵抗力に基づく上記軸９の弾性変形による予圧の変化量を求め、長さの補正値を算出し、この長さの補正値を共振周波数の補正値に変換する。この様にして、共振周波数の補正値を求めたならば、前述した第１例の場合と同様にして、上記軸９に対して上記内輪１１を、上記長さの補正値に対応する共振周波数の補正値分だけ、上記適正予圧付与に必要な長さに見合う位置よりも上記予圧を大きくする方向に、一点鎖線上のｄ点に対応する位置に迄移動さ

せた状態で、上記内輪１１の圧入作業を終了する。この結果、前述した第１例の場合と同様に、適正な予圧を付与した複列転がり軸受装置を得られる。尚、図３に、丸で囲んだ１～４の数字で示した矢印は、上記発明を実施する場合に於ける、予圧隙間と共振周波数との変化の順番を示している。

【００３８】

次に、図４は、本発明の実施の形態の第３例を示している。上述した第１～２例は何れも、図２～３に実線、破線、鎖線の３種類の線で表した各軸受固有の差に拘らず、複列転がり軸受装置に付与する予圧を同じにし、これら各複列転がり軸受装置の軸受剛性を一定にする事を考慮していた。これに対して本例の場合には、図４に実線、破線、鎖線の３種類の線で表した各軸受固有の差に拘らず、これら各複列転がり軸受装置のロストルク（回転抵抗）が一定になる様に、あえて軸受剛性を異ならせる様にしている。

【００３９】

即ち、押し込み腕２７が内輪１１を押圧して変位させた量に対して、当該軸受装置の内部隙間の違いによる剛性の変化量が大きく、従って予圧量に基づく共振周波数の変化も大きい複列転がり軸受装置に関しては、図４の実線部分に△f_0で示した様に補正値を大きくし、同じく弾性変形量が小さい複列転がり軸受装置に関しては、図４の鎖線部分に△f_1で示した様に、上記補正値を小さくする。結局、完成後の複列転がり軸受装置に付与された予圧は、上記押し込み腕２７が内輪を押圧して変位させた量に対して予圧量の変化に基づく共振周波数の変化も大きい複列転がり軸受装置では大きくなり、反対に変位させた量に対して予圧量の変化に基づく共振周波数の変化が小さい複列転がり軸受装置では小さくなる。この様に補正値を調節する事により、複列転がり軸受装置のロストルクを凡そ一定にできる。

【００４０】

【発明の効果】

本発明の予圧を付与された複列転がり軸受装置の製造方法は、以上に述べた通り構成する為、複列転がり軸受装置に付与する予圧を所望値通り正確に規制する事ができて、この複列転がり軸受装置を組み込んだＶＴＲ、ＨＤＤ、ＬＢＰ等、各種精密機械装置の性能向上に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態の第１例を説明する為の、予圧を付与すべく内輪を軸方向に押圧する事に対して抵抗となる移動抵抗力と弾性変形に基づく複列の玉のピッチのずれ量（弾性変形量）との関係を示す線図。

【図２】同じく、互いに異なる３種類の複列転がり軸受装置に関して、それぞれ予圧隙間と共振周波数との関係を示した線図。

【図３】本発明の実施の形態の第２例を説明する為の、図２と同様の線図。

【図４】同第３例を説明する為の、図２と同様の線図。

【図５】従来から考えられていた転がり軸受装置の部品と完成品とを示す断面図。

【図６】玉を挿入する為、外輪軌道と内輪軌道とを偏心させた状態を示す図。

【図７】精密回転支持部に利用可能な複列転がり軸受装置の具体的構造の第１例を工程順に示す断面図。

【図８】同第２例を工程順に示す断面図。

【図９】同第３例を工程順に示す半部断面図。

【図１０】同第４例を工程順に示す半部断面図。

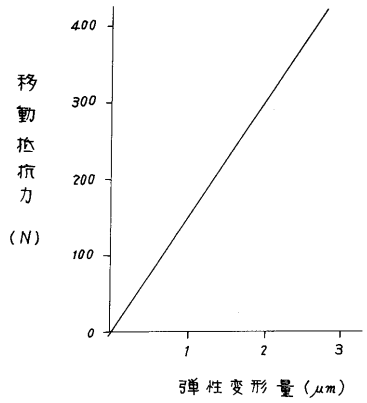
【図１１】予圧を調整する方法の１例を示す断面図。

【符号の説明】

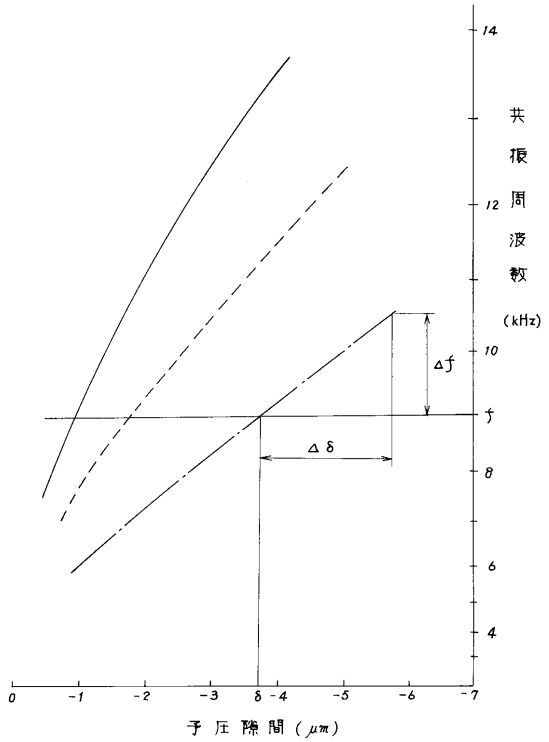
１　内輪軌道
２　軸
３　外輪軌道
４　外輪
５　玉

６　保持器
７　シール
８　隙間
９　軸
９ａ　小径部
９ｂ　大径部
９ｃ　段部
１０　第一の内輪軌道
１１、１１ａ　内輪
１２　第二の内輪軌道
１３　外輪
１４　外輪軌道
１５、１５Ａ　主外輪
１５ａ　小径部
１５ｂ　大径部
１５ｃ　段部
１６、１６ａ　副外輪
１７ａ、１７ｂ　凹溝
１８　第一の外輪軌道
１９　第二の外輪軌道
２０　保持具
２１　加振器
２２　振動センサ
２３　増幅器
２４　ＦＦＴ変換器
２５　制御器
２６　押し込み装置
２７　押し込み腕

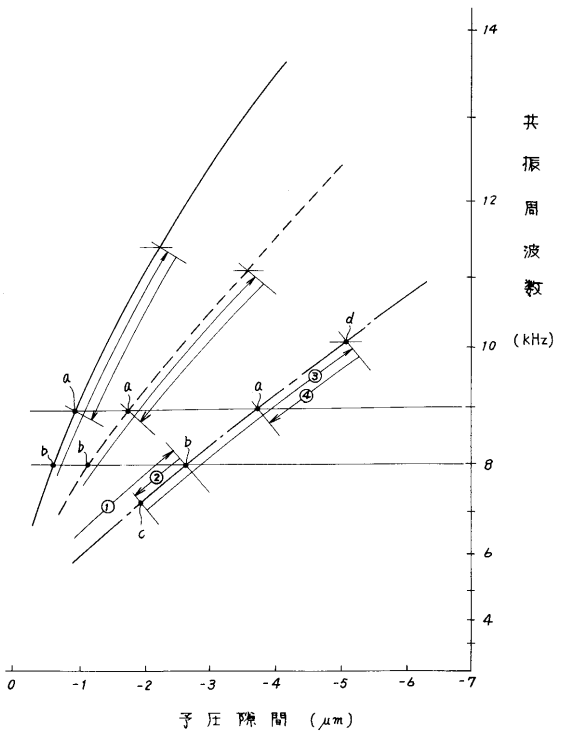
【図１】


移動抵抗力
(N)
400
300
200
100
0
1
2
3
弾性変形量 (μm)

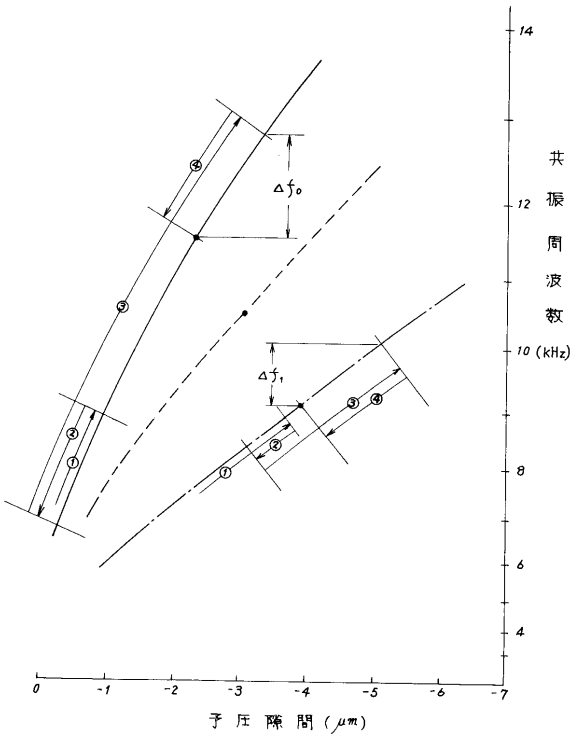
【図２】


共振周波数
(kHz)
14
12
10
8
6
4
Δf
Δδ
f
δ
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
予圧隙間 (μm)

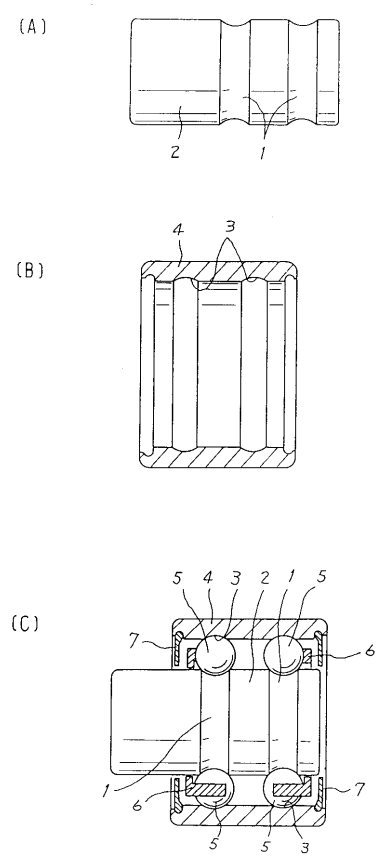
【図３】


共振周波数
(kHz)
14
12
10
8
6
4
a
b
c
d
①
②
③
④
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
予圧隙間 (μm)

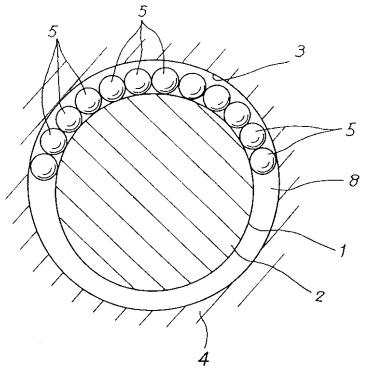
【図４】


共振周波数
(kHz)
14
12
10
8
6
4
Δf₀
Δf₁
①
②
③
④
⑤
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
予圧隙間 (μm)

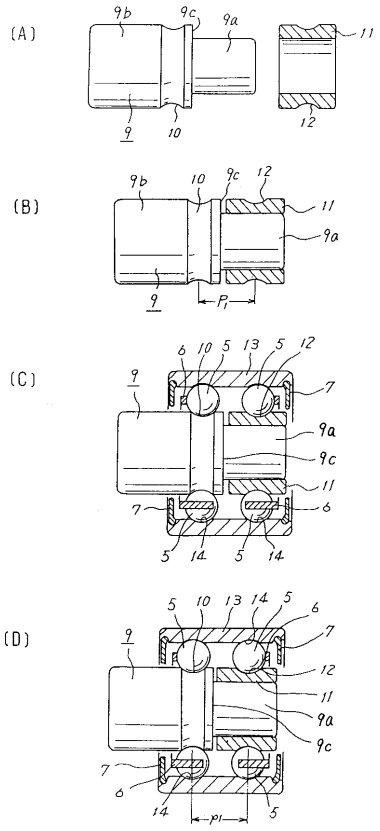
【図５】


(A)
2
1
(B)
4
3
(C)
5 4 3 2 1 5
7
6
1
6
7
5 5 3

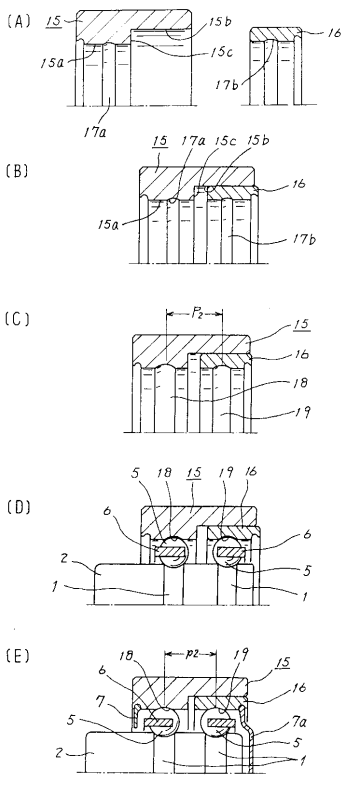
【図６】


5
5
3
5
8
1
2
4

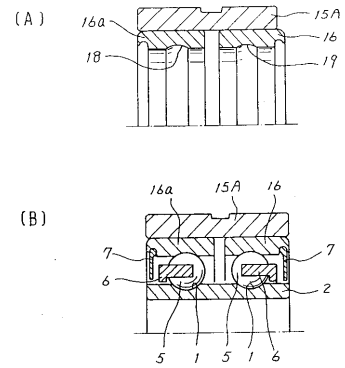
【図７】


(A)
9b 9c 9a
11
9
10
12
(B)
9b 10 9c 12
11
9a
9
P1
(C)
6 10 5 13 5 12
9
7
9a
9c
11
7
6
5 14 5 14
(D)
5 10 13 14 5 6
9
7
12
11
9a
9c
7
6
14
P1
5

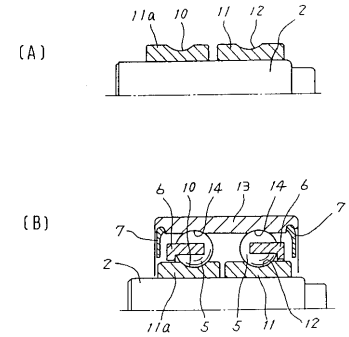
【図８】


(A)
15
15b
15a
15c
16
17b
17a
(B)
15 17a 15c 15b
16
15a
17b
(C)
P2
15
16
18
19
(D)
5 18 15 19 16
6
6
2
5
1
1
(E)
18
P2
19
15
6
16
7
7a
5
5
2
1

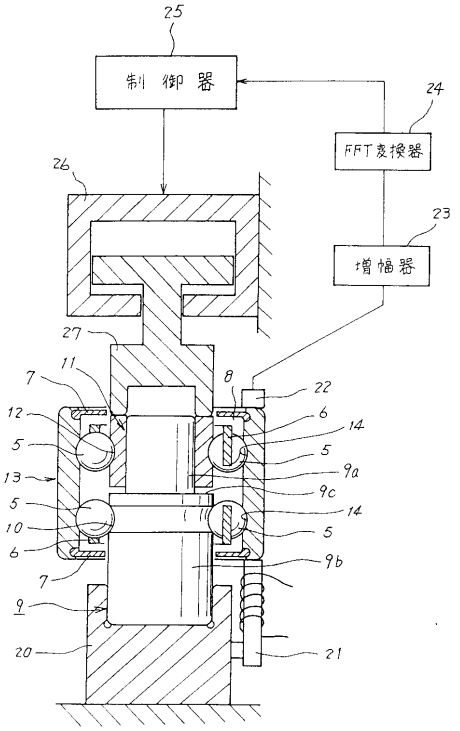
【図９】


(A)
16a
15A
16
18
19
(B)
16a
15A
16
7
7
6
2
5
1
5
1
6

【図１０】


(A)
11a
10
11
12
2
(B)
6
10
14
13
14
6
7
7
2
11a
5
5
11
12

【図１１】


25
制御器
24
FFT変換器
23
増幅器
26
27
11
7
8
22
12
6
14
5
5
13
9a
9c
5
14
10
5
6
9b
7
9
20
21

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－３４４２３３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２７７１２２（ＪＰ，Ａ）
特公平０２－０６１７００（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B23P 19/00-21/00
F16C 43/00-43/08