

(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
2016 年 2 月 4 日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号

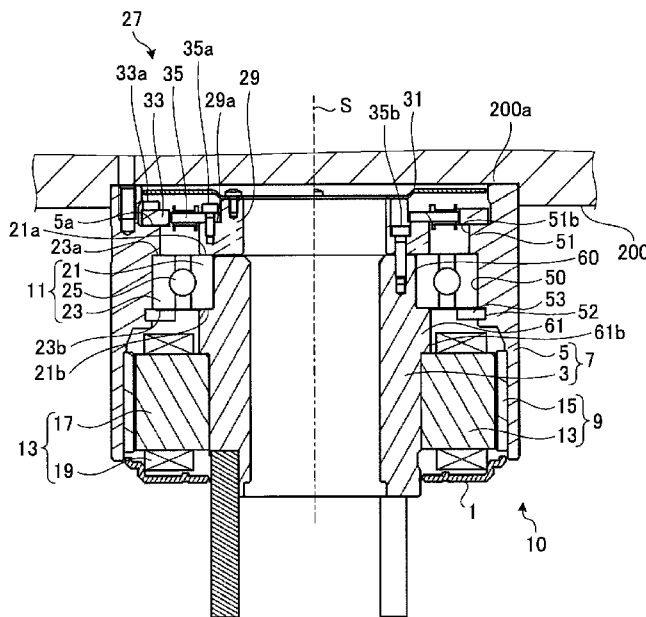
WO 2016/017504 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 15/02 (2006.01) H02K 21/22 (2006.01)
H02K 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070847
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 22 日(22.07.2015)
- (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 2014-156348 2014 年 7 月 31 日(31.07.2014) JP
特願 2014-177587 2014 年 9 月 1 日(01.09.2014) JP
- (71) 出願人: 日本精工株式会社 (NSK Ltd.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 丸山 正幸 (MARUYAMA, Masayuki); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明 1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 小泉 和則 (KOIZUMI, Kazunori); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明 1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 渡辺 逸男 (WATANABE, Hayao); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明 1-5-50 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロパ (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).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING DIRECT DRIVE MOTOR, AND JIG

(54) 発明の名称: ダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具



(57) Abstract: Provided are: a method for producing a direct drive motor with which high rotational precision and rotation detection precision can be obtained; and a jig. The present invention provides a method for producing a direct drive motor (10) that is equipped with an inner housing (3), a rotor flange (5) that is disposed outside the inner housing, a bearing (11) that rotatably supports the rotor flange (5) in relation to the inner housing (3), and a resolver (27), said method having a step in which a rotating ring (23) of the bearing (11) is fitted into the rotor flange (5), a filler is filled into the gap between the rotating ring (23) and the rotor flange (5), and fixing is carried out using a jig for which the radial width (A) between the outer peripheral surface of the rotor flange (5) and the inner peripheral surface of a fixed ring (21) and the radial width (W1) between the outer peripheral surface of the rotor flange (5) and the inner peripheral surface of a resolver rotor (33) are stipulated.

(57) 要約: 高い回転精度と回転検出精度を得ることが可能なダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具を提供する。ダイレクトドライブモータの製造方法は、ハウジングインナ(3)と、ハウジングインナの外側に配置されるロータフランジ(5)と、ハウジ

ングインナ(3)に対してロータフランジ(5)を回転自在に支持する軸受(11)と、レゾルバ(27)とを備えるダイレクトドライブモータ(10)の製造方法であって、ロータフランジ(5)に軸受(11)の回転輪(23)を嵌め込み、回転輪(23)とロータフランジ(5)との隙間に充填剤を充填し、ロータフランジ(5)の外周面と固定輪(21)の内周面との間の径方向幅(A)及びロータフランジ(5)の外周面とレゾルバロータ(33)の内周面との間の径方向幅(W1)が規定された治具で固定する工程を有する。

WO 2016/017504 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具 技術分野

[0001] 本発明は、ダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具に関する。

背景技術

[0002] 一般に、回転体に回転力をダイレクトに伝達し、当該回転体を被回転体に対して所定方向へ回転させる駆動方式（モータ負荷直結型の駆動方式）を採用したダイレクトドライブモータ（以下、DDモータともいう）が知られている。この種のDDモータは、モータ部、軸受、回転検出器（レゾルバ）及びハウジングを備え、その全体概形が略円柱状に形成されている。DDモータが用いられる搬送装置、検査装置、及び、工作機械などの小型化を図るためには、該DDモータのハウジングの設置面積（いわゆるフットプリント）や該ハウジングの軸方向の高さを低減した扁平構造とすることが好ましい。このため、従来、DDモータのフットプリントの縮小を図るべく、モータ部、軸受、回転検出器（レゾルバ）を軸方向へ縦列配置させた構造が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-178926号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、搬送装置、検査装置、及び、工作機械などの被回転体に設けられたインロー穴にロータフランジがインロー嵌合される構造のDDモータでは、出力軸の振れ精度が回転体の回転精度に直接影響する。従来、DDモータの振れ精度を上げるために各部品の寸法精度の向上が図られてきた。一方、各部品の嵌め合いには各部品の寸法公差を許容するためのマージンが必要となる。このため、各部品のマージンによって各部品の寸法精度よりも組み

上げたDDモータの精度が低くなり、要求される回転精度が得られない可能性がある。

[0005] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、高い回転精度を得ることが可能なダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の第1の態様は、固定子と該固定子に対して回転可能な回転子とを有するモータ部と、固定子が固定される第1ハウジングと、第1ハウジングの外側に配置され、回転子が固定される第2ハウジングと、第1ハウジングに対して第2ハウジングを回転自在に支持する軸受と、第1ハウジングと共に軸受の固定輪を軸方向に挟持する固定輪押え部材と、モータ部の回転状態を検出するための回転検出器と、を備えるダイレクトドライブモータの製造方法であって、第2ハウジングの軸方向所定位置に回転子を構成する複数個の永久磁石を周方向に所定間隔で同心状に配置し固定する工程と、第2ハウジングに軸受の回転輪を嵌め込み、軸受の回転輪と第2ハウジングとの隙間に充填剤を充填し、第2ハウジングの外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅が規定された治具で固定する工程と、第1ハウジングの外周面の軸方向所定位置に固定子を構成する複数個のモータコアを周方向に所定間隔で同心状に配置し固定する工程と、軸受の固定輪に第1ハウジングを挿入する工程と、軸受の固定輪を第1ハウジングと固定輪押え部材とで挟持し、軸受の固定輪を軸方向に固定する工程と、を有することを特徴とするダイレクトドライブモータの製造方法を提供する。

[0007] 本発明の第1の態様によれば、ダイレクトドライブモータの第2ハウジングの出力軸側端部の外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制され、高い回転精度を得ることが可能なダイレクトドライブモータを得ることができる。

[0008] また、本発明の第2の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、回転検出器がレゾルバロ

ータと該レゾルバロータに対向して配置されるレゾルバステータとを含み、レゾルバロータを第2ハウジングに直接固定する工程と、レゾルバステータを固定輪押え部材に直接固定する工程と、を有してもよい。

[0009] 本発明の第2の態様によれば、レゾルバロータ及びレゾルバステータの位置ばらつきによる第2ハウジングの回転角度位置の検出精度への影響を抑制することができ、モータ部の回転状態を高精度に検出することが可能なダイレクトドライブモータを得ることができる。

[0010] また、本発明の第3の態様は、第2の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、第2ハウジングにレゾルバロータを嵌め込み、第2ハウジングの外周面とレゾルバロータの内周面との間の径方向幅が規定された治具で固定する工程と、をさらに有してもよい。

[0011] 本発明の第3の態様によれば、第2ハウジングの出力側の外周面とレゾルバロータの内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制され、モータ部の回転状態をさらに高精度に検出することが可能なダイレクトドライブモータを得ることができる。

[0012] また、本発明の第4の態様は、固定子と該固定子に対して回転可能な回転子とを有するモータ部と、固定子が固定される第1ハウジングと、第1ハウジングの外側に配置され、回転子が固定される第2ハウジングと、第1ハウジングに対して第2ハウジングを回転自在に支持する軸受と、第1ハウジングと共に軸受の固定輪を軸方向に挟持する固定輪押え部材と、モータ部の回転状態を検出するための回転検出器と、を備えるダイレクトドライブモータの製造方法で用いられる治具であって、第2ハウジングが嵌め込まれる円環状の溝部と、軸受の固定輪を嵌め込む円柱状の凸部と、を含み、円環状の溝部は、モータ部の回転軸を中心とする外周側壁面と、外周側壁面よりも半径が大きい内周側壁面と、を有し、当該円環状の溝部の径方向幅が第2ハウジングの出力軸側端部の径方向幅よりも大きく、外周側壁面が第2ハウジングの出力軸側端部の外周面に接し、当該円環状の溝部の底部が第2ハウジングの出力軸側端部の軸方向端面に接するように構成され、円柱状の凸部は、モ

一タ部の回転軸を中心とする外周壁面を有し、円環状の溝部の底面から当該円柱状の凸部の出力軸側端部までの高さが第2ハウジングの出力軸側端部の軸方向端面から軸受の出力軸側端面までの高さよりも大きく、外周壁面が前記軸受の固定輪の内周面に接するように構成され、円環状の溝部の内周側壁面と円柱状の凸部の外周壁面との間の径方向距離によって、第2ハウジングの外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅を規定する治具を提供する。

[0013] 本発明の第4の態様によれば、ダイレクトドライブモータの第2ハウジングの出力軸側端部の外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制され、高い回転精度を得ることが可能なダイレクトドライブモータを得ることができる。

[0014] また、本発明の第5の態様は、第4の態様の治具において、ダイレクトドライブモータは、回転検出器がレゾルバロータと該レゾルバロータに対向して配置されるレゾルバステータとを含み、円環状の溝部の内周側壁面と外周側壁面との間の径方向距離によって、第2ハウジングの外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅及び第2ハウジングの外周面とレゾルバロータの内周面との間の径方向幅を規定してもよい。

[0015] 本発明の第5の態様によれば、ダイレクトドライブモータの第2ハウジングの出力軸側端部の外周面と軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅のばらつき、及び、第2のハウジングの出力軸側端部の外周面とレゾルバロータの内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制され、モータ部の回転状態の検出精度を高めることが可能なダイレクトドライブモータを得ることができる。

[0016] また、本発明の第6の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、固定輪押え部材が非磁性材料で構成されていてもよい。この構成によれば、回転検出器へのモータ部からの磁気の回り込みによる第2ハウジングの回転角度位置の検出精度への影響を抑制することができ、モータ部の回転状態を高精度に検出することができる。

- [0017] また、本発明の第7の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、回転検出器が固定子に対する回転子の相対変位を検出するインクリメンタル方式の単一のレゾルバであってもよい。この構成によれば、ダイレクトドライブモータの軸方向の高さ寸法を低減でき、ダイレクトドライブモータの軸方向への小型化を図ることができる。
- [0018] また、本発明の第8の態様は、第7の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、モータ部への電源投入時に力率が0となる位置を検出する力率検出部と、力率が0となる位置とレゾルバから出力されるインクリメンタル情報とにより、該モータ部の転流を制御する転流制御部とを備えてもよい。この構成によれば、単一のレゾルバを搭載した構成であっても、ダイレクトドライブモータの回転状態を高精度に検出できる。
- [0019] また、本発明の第9の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、モータ部、軸受、及び、レゾルバが軸受の軸方向に並んで配置されてもよい。この構成によれば、ダイレクトドライブモータの径方向への拡大が抑制され、フットプリントの低減を図ることができる。
- [0020] また、本発明の第10の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、第2ハウジングが軸受の回転輪の一方の軸方向端面側に延在する鏝部と、該回転輪の他方の軸方向端面側に配置される回転輪押え部材と、を備えた構成としてもよい。この構成によれば、万が一、軸受と第2ハウジングとの嵌合面に充填された充填剤の接着力が低下した場合でも、軸受と第2ハウジングとが外れることを防止できる。
- [0021] また、本発明の第11の態様は、第1の態様のダイレクトドライブモータの製造方法において、ダイレクトドライブモータは、第2ハウジングが略円筒形状に形成され、かつ、軸方向に切れ目のない一体構造であってもよい。

この構成によれば、第2ハウジングを軸方向に大型化することなく、軸受を支持することができ、ダイレクトドライブモータの小型化を図ることができる。

発明の効果

[0022] 本発明の態様によれば、高い回転精度を得ることが可能なダイレクトドライブモータの製造方法、及び治具が提供される。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの構成を示す断面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの回転角度位置を制御する構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータのロータフランジに対する軸受の固定手法について説明する図である。

[図4]図4は、本実施形態に係る治具の形状の一例を示す図である。

[図5]図5は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造手順の一例を示す図である。

[図6]図6は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造方法における第1工程を示す図である。

[図7]図7は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造方法における第2工程を示す図である。

[図8]図8は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造方法における第3工程を示す図である。

[図9]図9は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造方法における第4工程を示す図である。

[図10]図10は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータの製造方法における第5工程を示す図である。

[図11]図11は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータを用いた検査装置の概略構成図である。

[図12]図12は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータを用いた工作機械の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0025] 図1は、本実施形態に係るダイレクトドライブモータ10の構成を示す断面図である。ダイレクトドライブモータ（以下、DDモータという）10は、減速機構（例えば、減速ギヤ、伝動ベルトなど）を介在させることなく回転体に回転力をダイレクトに伝達し、当該回転体を所定方向に回転させることができる。

[0026] 本実施形態のDDモータ10は、いわゆるアウトロータ型として構成されている。DDモータ10は、図1に示すように、基台1に固定される環状のハウジングインナ（第1ハウジング）3と該ハウジングインナ3の外側に配置される環状のロータフランジ（第2ハウジング）5とを有するハウジング7と、ハウジングインナ3とロータフランジ5との間に組み込まれ、ハウジングインナ3に対してロータフランジ5を回転させるモータ部9と、ロータフランジ5をハウジングインナ3に回転可能に支持する軸受11とを備える。

[0027] ハウジングインナ3及びロータフランジ5は、それぞれ異径の略円筒形状に形成され、回転軸Sに対して同心状に配置されている。ロータフランジ5は、回転軸Sの軸方向（図1では上下方向）に切れ目のない一体構造である。すなわち、ロータフランジ5は、回転軸Sの軸方向に、下端部から上端部まで全周に亘って連続する略円筒状に構成されており、上端部に各種ワーク（図示しない）が取り付けられるようになっている。モータ部9によってロータフランジ5を回転させることで、これと共に各種ワークを所定方向に回

転させることができる。このように、ロータフランジ5は、モータ部9の動作によって回転軸Sを中心に回転運動するため、出力軸として機能する。また、ハウジングインナ3は、回転軸Sの軸方向に、下端部から軸受11まで全周に亘って連続する略円筒状に構成されており、この軸受11を内輪押え（固定輪押え部材）29とで挟持している。なお、本実施形態では、ハウジングインナ3及びロータフランジ5を磁性材料で構成し、内輪押え29を非磁性材料で構成している。その理由については後述する。

[0028] モータ部9は、ハウジング7の下部（基台1の近く）に配置される。モータ部9は、ハウジングインナ3の外周面に固定されたステータ（固定子）13と、ロータフランジ5の内表面に固定されて、ステータ13に対向配置されるロータ（回転子）15とを備える。ステータ13は、周方向（ロータフランジ5の回転方向）に沿って所定間隔（例えば、等間隔）で同心状に配列される複数個のモータコア17を備え、各モータコア17に素線が多重に巻回されてなるステータコイル19が固定されている。ステータ13には、制御ユニット20（図2）からの電力を供給するための配線が接続されており、当該配線を通じてステータコイル19に対して電力が供給されるようになっている。ロータ15は、周方向（ロータフランジ5の回転方向）に沿って所定間隔（例えば、等間隔）で同心状に配列される複数個の永久磁石によって構成される。制御ユニット20を通じて、ステータコイル19に通電されると、フレミングの左手の法則に従ってロータフランジ5に回転力が与えられ、ロータフランジ5は所定方向に回転する。なお、本実施形態に係るDDモータ10は、搬送装置、検査装置、及び、工作機械などの被回転体200に設けられたインロー穴200aにロータフランジ5がインロー嵌合され、被回転体200を回転させる。以下、ロータフランジ5において被回転体200を取り付ける側の軸方向端部を出力軸側端部と定義する。

[0029] 軸受11は、モータ部9よりも軸方向に基台1から遠い位置に配置される。軸受11は、相対回転可能に対向配置された内輪（固定輪）21及び外輪（回転輪）23と、これら内輪21及び外輪23の間に転動可能に設けられ

た複数の転動体 25 とを備える。軸受 11 は、1 つでアキシャル荷重とモーメント荷重の両方を負荷することが可能なものであることが好ましく、例えば、4 点接触玉軸受、3 点接触玉軸受、深溝玉軸受、あるいはクロスローラ軸受などを採用することができる。クロスローラ軸受を採用する場合には、一般的な内輪もしくは外輪が分割構造となるものではなく、内外輪とも一体構造のものを使用することが望ましい。内輪 21 は、ハウジングインナ 3 と内輪押え 29 とで挟持され、外輪 23 はロータフランジ 5 の内周面に固定されている。軸受 11 の支持構造については後述する。

[0030] また、DD モータ 10 は、軸受 11 の上方（すなわち軸受 11 よりも軸方向に基台 1 から遠い位置）に、モータ部 9 の回転状態（例えば、回転速度、回転方向あるいは回転角度など）を検出するためのレゾルバ（回転検出器）27 が設けられている。これにより、ロータフランジ 5 に取り付けられた各種ワークを所定角度だけ正確に回転させ、目標位置に高精度に位置決めすることが可能となる。また、レゾルバ 27 は、ハウジングインナ 3 に連結される内輪押え 29 の上部に設けられた円板状のカバー 31 によって外界から隔離されて保護されている。

[0031] 本実施形態では、DD モータ 10 は、モータ部 9、軸受 11 及びレゾルバ 27 を回転軸 S の軸方向（図 1 では上下方向）へ並ぶようにハウジング 7 内に縦列配置した構成としている。これにより、DD モータ 10 では、回転軸 S を中心とした径方向への増大が抑制されるため、ハウジング 7 の設置面積（いわゆるフットプリント）の低減を図ることができる。一方、近年、ハウジングの設置面積のみならず、軸方向の高さ寸法を低減した DD モータが要望されている。

[0032] 本実施形態では、ハウジング 7 内に単一のレゾルバ 27 だけが配置されている。レゾルバ 27 は、ステータ 13 に対するロータ 15 の相対変位を検出するインクリメンタルレゾルバである。レゾルバ 27 は、円環状のレゾルバロータ 33 と、レゾルバロータ 33 の内側に対向して配置され、回転軸 S を中心とする円環状の形状を有し、レゾルバロータ 33 との間のリラクタンス

変化を検出するレゾルバステータ 35 とを有して構成されている。このように、ハウジング 7 内に単一のレゾルバ 27 だけが配置されている構成とすることにより、アブソリュートレゾルバとインクリメンタルレゾルバの 2 種類の各レゾルバを軸方向へ縦列配置する構成よりも DD モータ 10 の軸方向の高さ寸法を低減することができる。

[0033] レゾルバロータ 33 は、ボルト 33 a によりロータフランジ 5 の内周面に形成されたレゾルバロータ固定部 5 a に他の部材を介することなく直接取り付けられ一体化している。また、レゾルバステータ 35 は、ボルト 35 a により内輪押え 29 の外周面に形成されたレゾルバステータ固定部 29 a に他の部材を介することなく直接取り付けられ一体化している。

[0034] 上記構成により、リラクタンスがレゾルバロータ 33 の位置により変化する。これにより、ロータフランジ 5 の 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる。レゾルバ 27 は、ロータフランジ 5 の回転角度位置に応じて変化するレゾルバ信号（インクリメンタル情報）を出力する。

[0035] 図 2 は、本実施形態に係る DD モータ 10 の回転角度位置を制御する構成を示すブロック図である。DD モータ 10 には、この DD モータ 10 の動作を制御する制御ユニット 20 が接続されている。この制御ユニット 20 は、モータ部 9 への電源投入時に力率が 0 となる位置を検出する力率検出部 41 と、この力率が 0 となる位置とレゾルバ信号とに基づいて、モータ部 9 の転流を制御する転流制御部 43 とを備える。

[0036] 本実施形態では、力率検出部 41 は、モータ部 9（ステータコイル 19）への電源を投入した際に力率が 0 となるレゾルバロータ 33 の位置を検出し、この検出した位置を基準位置として設定する。そして、この基準位置を転流制御部 43 に出力する。転流制御部 43 は、レゾルバ 27 が検出するレゾルバ信号を取得し、このレゾルバ信号の変化と、基準位置とに基づき、モータ部 9 に流れるモータ電流の転流タイミングの制御を行う。これにより、モータ電流の転流タイミングを検出する際にアブソリュートレゾルバが不要となるため、アブソリュートレゾルバとインクリメンタルレゾルバの 2 種類の

回転検出器を搭載させる必要がない。したがって、単一のレゾルバ構成とすることができ、DDモータ10の軸方向の高さを抑えることができる。

[0037] 次に、軸受11の外輪（回転輪）23の支持構造について説明する。ロータフランジ5の内周面には、軸受11の軸方向高さに相当する幅の外輪固定部50が全周に亘って形成されており、この外輪固定部50のレゾルバ27側には、全周に亘って、軸受11の外輪（回転輪）23の外径よりも縮径して内側に突出する鏝部51が形成されている。また、外輪固定部50のモータ部9側には、軸受11の外輪（回転輪）23の外径よりも拡径された溝部52が形成されている。

[0038] 鏝部51は、外輪（回転輪）23の軸方向一端面（レゾルバ27側端面）23a側に延在する。鏝部51は、この鏝部51の内周面51bが外輪（回転輪）23の内周面よりも外側に位置し、かつ、外輪（回転輪）23の面取部よりも内側に位置するように形成することが好ましい。これによれば、鏝部51で軸受11の外輪（回転輪）23を確実に支持することができる。

[0039] また、溝部52には、外径方向に膨らもうとするばね力をもつ外輪押え（回転輪押え部材）53が装着され、この外輪押え53は、外輪（回転輪）23の軸方向他端面（モータ部9側端面）23b側に延在する。溝部52の外径は軸受11の外輪（回転輪）23の最外径より少し大きく、軸受11自体の許容荷重が外輪押え53に加わっても外れないようになっている。なお、外輪押え53としては、例えば、C型止め輪であっても良いし、ばねリングを用いることもできる。

[0040] また、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5に形成された外輪固定部50との間の隙間には充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）が充填され、この充填剤が固化することにより軸受11とロータフランジ5とが固定される。

[0041] このように、軸受11の外輪（回転輪）23は、外輪固定部50の軸方向の上下（両端）に設けられた鏝部51と外輪押え53とによって軸方向に挟持され、軸受11と外輪固定部50との間の隙間に充填された充填剤が固化

して固定される。

[0042] 次に、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 の支持構造について説明する。ロータフランジ 5 と軸受 1 1 の外輪（回転輪） 2 3 とが固定された後、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 をハウジングインナ 3 と内輪押え 2 9 とで挟持し、複数個のボルト 3 5 b で締結することで、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 が軸方向に固定されて支持される。なお、本実施形態では、ハウジングインナ 3 と内輪押え 2 9 とを挿通固定するボルト 3 5 b は、レゾルバステータ 3 5 を内輪押え 2 9 に固定するためのボルト 3 5 a とは異なる別の部品としている。

[0043] 内輪押え 2 9 の外径は、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 の内径よりも拡径されている。内輪押え 2 9 の外縁部は、内輪（固定輪） 2 1 の軸方向一端面（レゾルバ 2 7 側端面） 2 1 a 側に延在する。内輪押え 2 9 は、この内輪押え 2 9 の外縁部が内輪（固定輪） 2 1 の外周面よりも内側に位置し、かつ、内輪（固定輪） 2 1 の面取部よりも外側に位置するように形成することが好ましい。これによれば、内輪押え 2 9 で軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 を確実に支持することができる。

[0044] また、ハウジングインナ 3 の外周面には、上端部から軸受 1 1 の軸方向高さに相当する幅の内輪固定部 6 0 が全周に亘って形成されており、この内輪固定部 6 0 のモータ部 9 側には、全周に亘って、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 の内径よりも拡径して外側に突出する鰐部 6 1 が形成されている。

[0045] 鰐部 6 1 は、内輪（固定輪） 2 1 の軸方向他端面（モータ部 9 側端面） 2 1 b 側に延在する。鰐部 6 1 は、この鰐部 6 1 の外周面 6 1 b が内輪（固定輪） 2 1 の外周面よりも内側に位置し、かつ、内輪（固定輪） 2 1 の面取部よりも外側に位置するように形成することが好ましい。これによれば、鰐部 6 1 で軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 を確実に支持することができる。

[0046] また、軸受 1 1 の内輪（固定輪） 2 1 とハウジングインナ 3 に形成された内輪固定部 6 0 との間の隙間には充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）が充填され、この充填剤が固化することにより軸受 1 1 とハウジングインナ 3

とが固定される。

[0047] このように、軸受 11 の内輪（固定輪）21 は、内輪押え 29 と内輪固定部 60 の軸方向の下端に設けられた鏝部 61 とによって軸方向に挟持され、軸受 11 と内輪固定部 60 との間隙間に充填された充填剤が固化して固定される。

[0048] ところで、本実施形態に係る DD モータ 10 は、ハウジングインナ 3 や内輪押え 29 を始めとする回転しない構成部に対し、出力軸としてのロータフランジ 5 を高い回転精度で回転させるためには、軸受 11 とロータフランジ 5 とで構成される構造体の径方向幅の精度を高める必要がある。また、ハウジングインナ 3 やレゾルバステータ 35 に対し、ロータフランジ 5 の回転を高い精度で検知するためには、ロータフランジ 5 に取り付けられたレゾルバロータ 33 の径方向幅の精度を高める必要がある。

[0049] 次に、ロータフランジ 5 に対する軸受 11 の固定手法及びロータフランジ 5 に対するレゾルバロータ 33 の固定手法、について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、本実施形態に係る DD モータ 10 のロータフランジ 5 に対する軸受 11 の固定手法について説明する図である。

[0050] 軸受 11 やロータフランジ 5、ハウジングインナ 3、内輪押え 29 等、DD モータ 10 を構成する構成部には高い寸法精度が要求されるが、各部品を組み合わせた際に各部品の寸法公差を許容するためにマージンが必要となる。このマージンにより、各部品を組み合わせた際に各部品間の嵌合面に隙間が生じる。特に、軸受 11 とロータフランジ 5 との間の嵌合面、つまり、軸受 11 の外輪（回転輪）23 とロータフランジ 5 に形成された外輪固定部 50 との間に隙間（例えば、 $20\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ ）が生じ、その隙間が周方向でばらついた場合には、DD モータ 10 の回転精度に影響を及ぼすこととなる。このため、本実施形態では、図 3 に示すように、治具 300 を用いてロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面と軸受 11 の内輪（固定輪）21 の内周面との間の径方向幅 A 及びロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ 33 の内周面との間の径方向幅 W1 を規定する。

[0051] 具体的には、ロータフランジ5に形成された外輪固定部50に軸受11の外輪（回転輪）23を嵌め込み、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5に形成された外輪固定部50との隙間に充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）を充填し、外輪押え53を取り付けて、軸受11の外輪（回転輪）23を外輪押え53とロータフランジ5の鏝部51とで軸方向に挟持する。そして、ロータフランジ5に形成されたレゾルバロータ固定部5aにレゾルバロータ33をボルト33aで仮固定する。その状態で、治具300を用いてロータフランジ5の出力軸側端部の外周面と軸受11の内輪（固定輪）21の内周面との間の径方向幅A及びロータフランジ5の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ33の内周面との間の径方向幅W1を規定し、軸受11の外輪23とロータフランジ5に形成された外輪固定部50との隙間に充填した充填剤が固化するまで固定しておくとともに、レゾルバロータ33をボルト33aで固定する。

[0052] 図4は、本実施形態に係る治具300の形状の一例を示す図である。図4に示す例では、治具300は、ロータフランジ5が嵌め込まれる円環状の溝部301が構成されている。この溝部301は、回転軸Sを中心とする半径R1の外周側壁面302と半径R1よりも小さい半径R2の内周側壁面304とを有し、外周側壁面302がロータフランジ5の出力軸側端部の外周面に接し、底部303がロータフランジ5の出力軸側端部の軸方向端面に接するように構成されている。また、溝部301は、溝部301の外周側壁面302と内周側壁面304との径方向距離、つまり、溝部301の径方向幅W1が、ロータフランジ5の出力軸側端部の径方向幅W2よりも大きくなるように構成されている（ $W1 > W2$ ）。

[0053] また、治具300は、軸受11の内輪（固定輪）21を嵌め込む円柱状の凸部305がモータ部9側に突出して構成されている。この凸部305は、回転軸Sを中心とする半径R3の外周壁面306を有し、溝部301の底部303から出力軸側端部までの高さH1が、ロータフランジ5の出力軸側端部の軸方向端面から軸受11の出力軸側端面までの高さH2よりも大きくな

るように構成され ($H1 > H2$)、外周壁面 306 が軸受 11 の内輪 (固定輪) 21 の内周面に接するように構成されている。但し、凸部 305 の高さ $H1$ とロータフランジ 5 の出力軸側端部の軸方向端面から軸受 11 の出力軸側の端面までの高さ $H2$ との差が小さい場合、凸部 305 の外周壁面 306 と軸受 11 の内輪 (固定輪) 21 の内周面とが接する面積が小さくなり、軸受 11 の軸心が回転軸 S に対して傾いて固定される可能性がある。このため、凸部 305 の高さ $H1$ は、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の軸方向端面から軸受 11 のモータ部 9 側の端面までの高さ $H3$ 以上となるように構成されているのがより好ましい ($H1 \geq H3$)。

[0054] また、治具 300 の溝部 301 の内周側壁面 304 の高さ $H4$ は、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の軸方向端面からレゾルバロータ固定部 5a までの高さ $H5$ 以上、且つ、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の軸方向端面から軸受 11 の出力軸側の端面までの高さ $H2$ 未満となるように構成され ($H5 \leq H4 < H2$)、内周側壁面 304 がレゾルバロータ 33 の内周面に接するように構成されている。

[0055] 上記のように構成された治具 300 を用いることで、(溝部 301 の外周側壁面 302 の半径 $R1$) - (凸部 305 の外周壁面 306 の半径 $R3$) = (ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面と軸受 11 の内輪 (固定輪) 21 の内周面との間の径方向幅 A) を規定することができる。

[0056] さらに、上記のように構成された治具 300 を用いることで、(溝部 301 の外周側壁面 302 の半径 $R1$) - (溝部 301 の内周側壁面 304 の半径 $R2$) = (ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ 33 の内周面との間の径方向幅 $W1$) を規定することができる。

[0057] なお、治具 300 は、図 3 及び図 4 に示すような DD モータ 10 の回転軸 S を中心として全周に亘る形状でなくてもよく、例えば、少なくとも回転軸 S から放射状に延びる 3 方向 (例えば、周方向に 120° ずつずれた 3 方向) において、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面と軸受 11 の内輪 (固定輪) 21 の内周面との間の径方向幅 A 及びロータフランジ 5 の出力軸側

端部の外周面とレゾルバロータ 33 の内周面との間の径方向幅 W1 を規定できるような形状であってもよい。また、治具 300 は中空構造であってもよいし、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面と軸受 11 の内輪（固定輪） 21 の内周面との間の径方向幅 A 及びロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ 33 の内周面との間の径方向幅 W1 を規定できるものであればその素材も問わない。

[0058] そして、軸受 11 の外輪（回転輪） 23 とロータフランジ 5 に形成された外輪固定部 50 との隙間に充填された充填剤が固化することによって、軸受 11 とロータフランジ 5 とが固定された後に、治具 300 を外す。

[0059] このようにすれば、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面と軸受 11 の内輪（固定輪） 21 の内周面との間の径方向幅のばらつきを抑制することができ、DDモータ 10 の回転精度を高めることができる。また、ロータフランジ 5 の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ 33 の内周面との間の径方向幅のばらつきも抑制することができるので DDモータ 10 の回転検出の精度を高めることができる。

[0060] ここで、本実施形態に係る DDモータ 10 では、ハウジングインナ 3 及び内輪押え 29 を DDモータ 10 の固定部を構成する構造体として定義し、ロータフランジ 5 を DDモータ 10 の回転部を構成する構造体として定義する。

[0061] 例えば、回転部を構成する構造体が下部のロータフランジ部材と上部の外輪押え部材とで構成され、外輪押え部材とロータフランジ部材とで軸受の外輪（回転輪）を挟持する構造のものでは、外輪押え部材とロータフランジ部材とを、複数のボルト等を挿通して固定する必要がある。このような構成では、軸受の外輪（回転輪）を外輪押え部材とロータフランジ部材とで挟持してボルトを締結することで軸受を固定するが、このような構成では、DDモータを構成する部品点数が多くなり、各部品の寸法公差を許容するためのマージンにより、DDモータを組み上げた際の寸法精度が低下する可能性がある。

[0062] 本実施形態では、上述したように、DDモータ10の回転部を構成する構造体であるロータフランジ5は、回転軸Sの軸方向（図1では上下方向）に切れ目のない一体構造であり、回転軸Sの軸方向に、下端部から上端部まで全周に亘って連続する略円筒状に構成されている。このため、DDモータ10を組み上げた際の寸法精度の低下を抑制することができ、ロータフランジ5の出力軸側端部と軸受11の内輪（固定輪）21の内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制されることで、ステータ（固定子）13とロータ（回転子）15との隙間、つまりモータギャップの回転変動が抑制され、延いては、コギングトルクを抑制することができる。また、DDモータ10を構成するための部品点数が少なくなることから、DDモータ10のコストや製造コストを低減することができる。さらに、ロータフランジ5の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ33の内周面との間の径方向幅のばらつきも抑制することができるのでDDモータ10の回転検出の精度を高めることができる。

[0063] また、本実施形態では、上述したように、ハウジング7内に単一のレゾルバ27だけが配置された構成であるため、DDモータ10の軸方向の高さ寸法を低減することができ、それに伴い、ロータフランジ5の軸方向の高さ寸法を低減することができる。これにより、ロータフランジ5の材料の使用量を低減することができ、DDモータ10の低コスト化に寄与することができる。

[0064] 次に、上述したDDモータ10の本実施形態に係る製造方法について、図5から図10を参照して説明する。図5は、本実施形態に係るDDモータ10の製造手順の一例を示す図である。図6は、本実施形態に係るDDモータ10の製造方法における第1工程を示す図である。図7は、本実施形態に係るDDモータ10の製造方法における第2工程を示す図である。図8は、本実施形態に係るDDモータ10の製造方法における第3工程を示す図である。図9は、本実施形態に係るDDモータ10の製造方法における第4工程を示す図である。図10は、本実施形態に係るDDモータ10の製造方法にお

ける第5工程を示す図である。

[0065] 第1工程では、図6に示すように、ロータ15を構成する複数の永久磁石がロータフランジ5の内周面の軸方向所定位置に張り付けられ固定される。本実施形態では、各永久磁石は、周方向（ロータフランジ5の回転方向）に所定間隔（例えば、等間隔）で同心状に配置され固定される（図5のステップS T 1 0 1）。この永久磁石のロータフランジ5への固定手段は、例えば接着剤等の既知の固定手段で良く、この固定手段により本発明が限定されるものではない。なお、本実施形態では、永久磁石がロータフランジ5の内周面に張り付けられ固定された例を示しているが、永久磁石がロータフランジ5内に埋め込まれ周方向に同心状に配置されていても良い。また、レゾルバロータ33がボルト33aによりロータフランジ5の内周面に形成されたレゾルバロータ固定部5aに位置調整が可能なように仮止めされる。

[0066] 第2工程では、図7に示すように、第1工程においてロータ15を固定したロータフランジ5の出力軸方向端部が軸方向に治具300の溝部301に嵌め込まれ、ロータフランジ5に仮止めされたレゾルバロータ33の内周面が、治具300の溝部301の内周側壁面304に嵌め込まれ、軸受11が軸方向に治具300の凸部305に嵌め込まれる。そして、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5の外輪固定部50との間に形成された隙間に充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）が充填され、外輪押え53がロータフランジ5に形成された溝部52に取り付けられて、軸受11の外輪（回転輪）23が外輪押え53とロータフランジ5の鏝部51とで軸方向に挟持される（図5のステップS T 1 0 2）。そして、レゾルバロータ33のボルト33aを本締めして固定する。そのために、治具300には、ボルト33aを回す工具が通る為の複数の貫通孔307が設けられている。

[0067] なお、上記説明では、ロータフランジ5の出力軸方向端部を治具300の溝部301に嵌め込み、軸受11を治具300の凸部305に嵌め込む例を記載したが、予めロータフランジ5に軸受11を組み込んだ状態で、治具300の溝部301にロータフランジ5の出力軸方向端部を嵌め込み、治具3

00の凸部305に軸受11を嵌め込んでも良い。また、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5の外輪固定部50との間に形成された隙間に充填剤を充填する例を記載したが、予め軸受11の外輪（回転輪）23あるいはロータフランジ5の外輪固定部50に接着剤を塗布しておき、ロータフランジ5と軸受11とを組み合わせるようにしても良い。但し、この場合には、ロータフランジ5と軸受11とを組み合わせた際に、何れかのエッジで予め塗布した接着剤が削がれ、ロータフランジ5と軸受11との隙間が十分に接着剤で満たされないことが考えられる。このため、治具300にロータフランジ5と軸受11とが組み込まれた状態で、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5の外輪固定部50との間に形成された隙間に充填剤を充填するのが好ましい。

[0068] また、上記説明では、レゾルバロータ33をロータフランジに仮止めした状態で治具300を嵌め込む例を記載したが、レゾルバロータ33を溝部301の内周側壁面304に嵌め込んだ状態で、治具300をハウジングロータ5に嵌め込んだ後に、レゾルバロータ33をロータフランジ5に固定してもよい。但し、この場合には、固定のためのボルト33aを挿入しやすくするために、治具300の貫通孔307はボルト33aが十分に通過可能な大きさであることが好ましい。

その後、軸受11とロータフランジ5との隙間に充填された充填剤が固化することによって、軸受11とロータフランジ5とが固定された後に、治具300が外される。なお、治具300を外すタイミングは、後述する第4工程の前であればいつでも良い。

[0069] 第3工程では、図8に示すように、ステータ13を構成する複数個のモータコア17がハウジングインナ3の外周面の軸方向所定位置に張り付けられ固定される。本実施形態では、各モータコア17は、周方向（ロータフランジ5の回転方向）に所定間隔（例えば、等間隔）で同心状に配置され固定される（図5のステップST103）。各モータコア17には、素線が多重に巻回されてなるステータコイル19が固定されている。このモータコア17

のハウジングインナ３への固定手段、及びステータコイル１９のモータコア１７への固定手段は、例えば接着剤等の既知の固定手段で良く、これらの固定手段により本発明が限定されるものではない。

[0070] 第４工程では、図９に示すように、軸受１１の内輪（固定輪）２１にハウジングインナ３の外周面に形成された内輪固定部６０が挿入される（図５のステップＳＴ１０４）。そして、軸受１１の内輪（固定輪）２１とハウジングインナ３に形成された内輪固定部６０との隙間に充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）が充填される。

[0071] 第５工程では、図１０に示すように、軸受１１の内輪（固定輪）２１がハウジングインナ３と内輪押え２９とで挟持され、複数個のボルト３５ｂで締結されることで、軸受１１の内輪（固定輪）２１が軸方向に固定されて支持される（図５のステップＳＴ１０５）。その後、軸受１１とハウジングインナ３との隙間に充填された充填剤が固化することによって、軸受１１とハウジングインナ３とが固定される。

[0072] なお、上記説明では、軸受１１とハウジングインナ３との隙間に充填剤を充填する例を記載したが、軸受１１とハウジングインナ３との固定手段はこれに限らず、他の既知の固定手段を用いても良い。また、軸受１１の内輪（固定輪）２１をハウジングインナ３と内輪押え２９とで挟持し、複数個のボルト３５ｂで締結することで十分な固定強度が得られる場合には、充填剤や他の固定手段を併用しなくても良い。

[0073] ここで、本実施形態では、第２工程においてロータフランジ５の出力軸側端部の外周面と軸受１１の内輪（固定輪）２１の内周面との間の径方向幅のばらつきが抑制されているので、軸受１１の内輪（固定輪）２１とハウジングインナ３に形成された内輪固定部６０との隙間の間隔にばらつきが生じたとしても、理論的には、ＤＤモータ１０の回転精度に影響しないと言える。

[0074] そして、レゾルバステータ３５がボルト３５ａにより内輪押え２９の外周面に形成されたレゾルバステータ固定部２９ａに一体に取り付けられ、カバー３１、基台１等が取り付けられて、ＤＤモータ１０が完成する（図１参照）。

）。なお、レゾルバステータ 35 の取り付けタイミングは第 5 工程の後に限らず、例えば、第 5 工程の前に、予めレゾルバステータ 35 を内輪押え 29 に取り付けした状態としておいても良い。レゾルバステータ 35 の取り付け手順により本発明が限定されるものではない。

[0075] なお、通常、DDモータの構造体（ロータフランジ、ハウジングインナ、軸受、内輪押え等）は、磁性材料で構成される。これに対し、レゾルバ 27 は、上述したように磁気的なセンシングを行うことでロータフランジ 5 の回転角度位置を検出するものであるので、モータ部 9 からの磁気の回り込みによりロータフランジ 5 の回転角度位置の検出精度に悪影響を及ぼす可能性がある。

[0076] ここで、例えば、固定部を構成する構造体が 1 つのハウジングインナ部材で構成されているものでは、磁性材料で構成されたハウジングインナ部材を介してモータ部からの磁気の回り込みによる影響を回避するために、他の非磁性材料で構成された取付部材等を介してレゾルバステータをハウジングインナ部材に取り付ける必要がある。

[0077] 本実施形態では、上述したように、ハウジングインナ 3 と、そのハウジングインナ 3 と共に軸受 11 を挟持する非磁性材料で構成された内輪押え 29 とで固定部を構成し、さらに、ハウジングインナ 3 と内輪押え 29 とを挿通固定するボルト 35 b は、レゾルバステータ 35 を内輪押え 29 に固定するためのボルト 35 a とは異なる別の部品としている。すなわち、磁性材料で構成されたハウジングインナ 3 とレゾルバステータ 35 とが導通しない構造である。

[0078] これにより、モータ部 9 からの磁気の回り込みによるロータフランジ 5 の回転角度位置の検出精度への影響を抑制することができ、ロータフランジ 5 の回転角度位置の検出精度を高めることができる。また、レゾルバステータ 35 と内輪押え 29 との間に他の部品を介する必要がないので、レゾルバステータ 35 の取り付け位置のばらつきを抑制することができ、ロータフランジ 5 の回転角度位置の検出精度をより高めることができる。また、ロータフ

ランジ５が１ピース構造であることと併せて、ＤＤモータ１０を構成する部品点数を削減できるので、ＤＤモータ１０のコストや生産コストをより低減することができる。

[0079] 図１１は、本実施形態に係るＤＤモータ１０を用いた検査装置１００の概略構成図である。ＤＤモータ１０のロータフランジ５の上端には、円板上のテーブル８０が連結され、ロータフランジ５の動作によって、テーブル８０が回転する。このテーブル８０の縁部には、等間隔をあけて検査対象物（搬送物）８１が配置される。この構成では、検査対象物８１は、ＤＤモータ１０の運転により、テーブル８０と共に回転して搬送されるため、ＤＤモータ１０とテーブル８０とを備えて搬送装置を構成する。また、テーブル８０の縁部の上方には、テーブル８０と共に回転（搬送）される検査対象物８１を個々に観察するカメラ（検査部）８２が配置されている。そして、このカメラ８２で撮影することにより、撮影画像に基づき、検査対象物８１の検査を行うことができる。この構成によれば、検査対象物８１をカメラ８２の下方に移動する際の位置精度を高めると共に、検査装置１００の小型化を実現できる。

[0080] 図１２は、本実施形態に係るＤＤモータ１０を用いた工作機械１０１の概略構成図である。ＤＤモータ１０のロータフランジ５の上端には、円板上のテーブル８０が連結され、ロータフランジ５の動作によって、テーブル８０が回転する。このテーブル８０の縁部には、等間隔をあけて加工対象物（対象物）９１が配置される。また、テーブル８０の縁部には、例えば、加工対象物９１に新たな部品９２，９３を積載する加工を施す積載ロボット（加工部）が配置され、テーブル８０の回転に合わせて、加工対象物９１に加工を施すことができる。この構成によれば、加工対象物９１を積載ロボットの位置まで移動する際の位置精度を高めると共に、工作機械１０１の小型化を実現できる。

[0081] 以上、説明したように、本実施形態によれば、ＤＤモータ１０は、ステータ１３と該ステータ１３に対して回転可能なロータ１５とを有するモータ部

9と、ステータ13が固定されるハウジングインナ（第1ハウジング）3と、ハウジングインナ（第1ハウジング）3の外側に配置され、ロータ15が固定されるロータフランジ（第2ハウジング）5と、ハウジングインナ（第1ハウジング）3に対してロータフランジ（第2ハウジング）5を回転自在に支持する軸受11と、ハウジングインナ（第1ハウジング）3と共に軸受11の内輪（固定輪）21を軸方向に挟持する内輪押え（固定輪押え部材）29と、モータ部9の回転状態を検出するためのレゾルバ27と、を備える。このDDモータ10を製造する際に、ロータフランジ（第2ハウジング）5に形成された外輪固定部50に軸受11の外輪（回転輪）23を嵌め込み、軸受11の外輪（回転輪）23とロータフランジ5に形成された外輪固定部50との隙間に充填剤（例えば、モールド剤、接着剤）を充填し、外輪押え53を取り付けて、軸受11の外輪（回転輪）23を外輪押え53とロータフランジ5の鏝部51とで軸方向に挟持した状態で、治具300を用いてロータフランジ5の出力軸側端部の外周面と軸受11の内輪（固定輪）21の内周面との間の径方向幅Aを規定し、軸受11の外輪23とロータフランジ5に形成された外輪固定部50との隙間に充填した充填剤が固化するまで固定しておく。これにより、ロータフランジ5の出力軸側端部の外周面と軸受11の内輪（固定輪）21の内周面との間の径方向幅のばらつきを抑制することができ、DDモータ10の回転精度を高めることができる。

[0082] また、本実施形態によれば、レゾルバ27は、レゾルバロータ33とそのレゾルバロータ33に対向して配置されるレゾルバステータ35とを含み、治具300を用いてロータフランジ5の出力軸側端部の外周面とレゾルバロータ33の内周面との間の径方向幅W1を規定し、レゾルバロータ33をロータフランジ（第2ハウジング）5に直接固定し、レゾルバステータ35を内輪押え（固定輪押え部材）29に直接固定する構成である。このため、レゾルバロータ33及びレゾルバステータ35の位置ばらつきによるロータフランジ（第2ハウジング）5の回転角度位置の検出精度への影響を抑制することができ、モータ部9の回転状態を高精度に検出することができる。また

、ＤＤモータ１０を構成する部品点数の増加を抑制することができ、ＤＤモータ１０のコストや生産コストの削減を図ることができる。

[0083] また、本実施形態によれば、内輪押え（固定輪押え部材）２９を非磁性材料で構成することにより、レゾルバステータ３５へのモータ部９からの磁気の回り込みによるロータフランジ（第２ハウジング）５の回転角度位置の検出精度への影響をも抑制することができ、モータ部９の回転状態をより高精度に検出することができる。

[0084] また、本実施形態によれば、レゾルバ２７は、ステータ１３に対するロータ１５の相対変位を検出するインクリメンタル方式の単一のレゾルバである。このため、ハウジング７の軸方向の高さ寸法を低減でき、ＤＤモータ１０の軸方向への小型化を図ることができる。

[0085] また、本実施形態によれば、モータ部９への電源投入時に力率が０となる位置を検出する力率検出部４１と、力率が０となる位置とレゾルバ２７から出力されるレゾルバ信号とにより、該モータ部９の転流を制御する転流制御部４３とを備える。この構成により、モータ電流の転流タイミングを検出する際にアブソリュートレゾルバが不要となる。このため、アブソリュートレゾルバとインクリメンタルレゾルバの２種類の回転検出器を搭載させる必要がなく、単一のレゾルバ構成とすることができる。したがって、モータ部９の回転状態を高精度に検出できると共に、ＤＤモータ１０の軸方向の高さを抑えることができる。

[0086] また、本実施形態によれば、モータ部９、軸受１１、及び、レゾルバ２７は、軸受１１の軸方向に並んで配置される。これにより、回転軸Ｓを中心とした径方向への大型化が抑制され、ＤＤモータ１０の設置面積（いわゆるフットプリント）の低減を図ることができる。

[0087] また、本実施形態によれば、ロータフランジ（第２ハウジング）５は、軸受１１の外輪（回転輪）２３の軸方向一端面２３ａ側に延在する鰐部５１と、外輪（回転輪）２３の軸方向他端面２３ｂ側に配置される外輪押え（回転輪押え部材）５３とを備える。この構成により、万が一、軸受１１とロータ

フランジ（第2ハウジング）5に形成された外輪固定部50との間の隙間に充填された充填剤の接着力が低下した場合でも、ロータフランジ（第2ハウジング）5が外れることを防止することができる。

[0088] また、本実施形態によれば、ロータフランジ（第2ハウジング）5は、略円筒形状に形成され、かつ、軸方向に切れ目のない一体構造である。この構造により、ロータフランジ（第2ハウジング）5が軸方向に大型化することを抑制しつつ、軸受11を支持することができ、DDモータ10の小型化を図ることができる。

[0089] 以上、実施形態を説明したが、前述した内容により実施形態が限定されるものではない。なお、本実施形態では、単一の軸受11を備える構成を説明しているが、複数の軸受を組み合わせる構成（軸受と軸受の間に間座を設けるような場合も含む）でも同様の効果を得ることができる。

符号の説明

- [0090]
- 3 ハウジングインナ（第1ハウジング）
 - 5 ロータフランジ（第2ハウジング）
 - 7 ハウジング
 - 9 モータ部
 - 10 DDモータ
 - 11 軸受
 - 13 ステータ（固定子）
 - 15 ロータ（回転子）
 - 20 制御ユニット
 - 21 内輪（固定輪）
 - 21 a 内輪（固定輪）の軸方向一端面（一方の軸方向端面）
 - 21 b 内輪（固定輪）の軸方向他端面（他方の軸方向端面）
 - 23 外輪（回転輪）
 - 23 a 外輪（回転輪）の軸方向一端面（一方の軸方向端面）
 - 23 b 外輪（回転輪）の軸方向他端面（他方の軸方向端面）

- 2 5 転動体
- 2 7 レゾルバ（回転検出器）
- 2 9 内輪押え（固定輪押え部材）
- 3 3 レゾルバロータ
- 3 5 レゾルバステータ
- 4 1 力率検出部
- 4 3 転流制御部
- 5 1 鰐部（ロータフランジ）
- 5 2 溝部
- 5 3 外輪押え（回転輪押え部材）
- 6 0 内輪固定部
- 6 1 鰐部（ハウジングインナ）
- 8 0 テーブル
- 8 1 検査対象物（搬送物）
- 8 2 カメラ（検査部）
- 9 1 加工対象物（対象物）
- 1 0 0 検査装置
- 1 0 1 工作機械
- 2 0 0 被回転体
- 2 0 0 a インロー穴（被回転体）
- 3 0 0 治具
- 3 0 1 溝部（治具）
- 3 0 2 外周側壁面（溝部）
- 3 0 3 底部（溝部）
- 3 0 4 内周側壁面（溝部）
- 3 0 5 凸部（治具）
- 3 0 6 外周壁面（凸部）
- 3 0 7 貫通孔

S 回転軸

請求の範囲

[請求項1]

固定子と該固定子に対して回転可能な回転子とを有するモータ部と、前記固定子が固定される第1ハウジングと、前記第1ハウジングの外側に配置され、前記回転子が固定される第2ハウジングと、前記第1ハウジングに対して前記第2ハウジングを回転自在に支持する軸受と、前記第1ハウジングと共に前記軸受の固定輪を軸方向に挟持する固定輪押え部材と、前記モータ部の回転状態を検出するための回転検出器と、を備えるダイレクトドライブモータの製造方法であって、

前記第2ハウジングの軸方向所定位置に前記回転子を構成する複数個の永久磁石を周方向に所定間隔で同心状に配置し固定する工程と、

前記第2ハウジングに前記軸受の回転輪を嵌め込み、前記軸受の回転輪と前記第2ハウジングとの隙間に充填剤を充填し、前記第2ハウジングの外周面と前記軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅が規定された治具で固定する工程と、

前記第1ハウジングの外周面の軸方向所定位置に前記固定子を構成する複数個のモータコアを周方向に所定間隔で同心状に配置し固定する工程と、

前記軸受の固定輪に前記第1ハウジングを挿入する工程と、

前記軸受の固定輪を前記第1ハウジングと前記固定輪押え部材とで挟持し、前記軸受の固定輪を軸方向に固定する工程と、

を有するダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項2]

前記ダイレクトドライブモータは、前記回転検出器がレゾルバロータと該レゾルバロータに対向して配置されるレゾルバステータとを含み、

前記レゾルバロータを前記第2ハウジングに直接固定する工程と、

前記レゾルバステータを前記固定輪押え部材に直接固定する工程と、

、

をさらに有する請求項1に記載のダイレクトドライブモータの製造

方法。

[請求項3] 前記第2ハウジングに前記レゾルバロータを嵌め込み、前記第2ハウジングの外周面と前記レゾルバロータの内周面との間の径方向幅が規定された治具で固定する工程をさらに有する請求項2に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項4] 固定子と該固定子に対して回転可能な回転子とを有するモータ部と、前記固定子が固定される第1ハウジングと、前記第1ハウジングの外側に配置され、前記回転子が固定される第2ハウジングと、前記第1ハウジングに対して前記第2ハウジングを回転自在に支持する軸受と、前記第1ハウジングと共に前記軸受の固定輪を軸方向に挟持する固定輪押え部材と、前記モータ部の回転状態を検出するための回転検出器と、を備えるダイレクトドライブモータの製造方法で用いられる治具であって、

前記第2ハウジングが嵌め込まれる円環状の溝部と、

前記軸受の固定輪を嵌め込む円柱状の凸部と、

を含み、

前記円環状の溝部は、

前記モータ部の回転軸を中心とする外周側壁面と、

前記外周側壁面よりも半径が大きい内周側壁面と、

を有し、

当該円環状の溝部の径方向幅が前記第2ハウジングの出力軸側端部の径方向幅よりも大きく、前記外周側壁面が前記第2ハウジングの出力軸側端部の外周面に接し、当該円環状の溝部の底部が前記第2ハウジングの出力軸側端部の軸方向端面に接するように構成され、

前記円柱状の凸部は、

前記モータ部の回転軸を中心とする外周壁面を有し、

前記円環状の溝部の底面から当該円柱状の凸部の出力軸側端部までの高さが前記第2ハウジングの出力軸側端部の軸方向端面から前記軸

受の出力軸側端面までの高さよりも大きく、前記外周壁面が前記軸受の固定輪の内周面に接するように構成され、

前記円環状の溝部の前記内周側壁面と前記円柱状の凸部の前記外周壁面との間の径方向距離によって、前記第2ハウジングの外周面と前記軸受の固定輪の内周面との間の径方向幅を規定する治具。

[請求項5] 前記ダイレクトドライブモータは、前記回転検出器がレゾルバロータと該レゾルバロータに対向して配置されるレゾルバステータとを含み、

前記円環状の溝部の前記内周側壁面と前記外周側壁面との間の径方向距離によって、前記第2ハウジングの外周面と前記レゾルバロータの内周面との間の径方向幅を規定する請求項4に記載の治具。

[請求項6] 前記ダイレクトドライブモータは、前記固定輪押え部材が非磁性材料で構成されている請求項1に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項7] 前記ダイレクトドライブモータは、前記回転検出器が前記固定子に対する前記回転子の相対変位を検出するインクリメンタル方式の単一のレゾルバである請求項1に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項8] 前記ダイレクトドライブモータは、
前記モータ部への電源投入時に力率が0となる位置を検出する力率検出部と、

前記力率が0となる位置と前記レゾルバから出力されるインクリメンタル情報とにより、該モータ部の転流を制御する転流制御部と、
を備える請求項7に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項9] 前記ダイレクトドライブモータは、前記モータ部、前記軸受、及び、前記回転検出器が前記軸受の軸方向に並んで配置される請求項1に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

[請求項10] 前記ダイレクトドライブモータは、前記第2ハウジングが前記軸受

の回転輪の一方の軸方向端面側に延在する鍔部と、該回転輪の他方の軸方向端面側に配置される回転輪押え部材と、を備えた請求項 1 に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

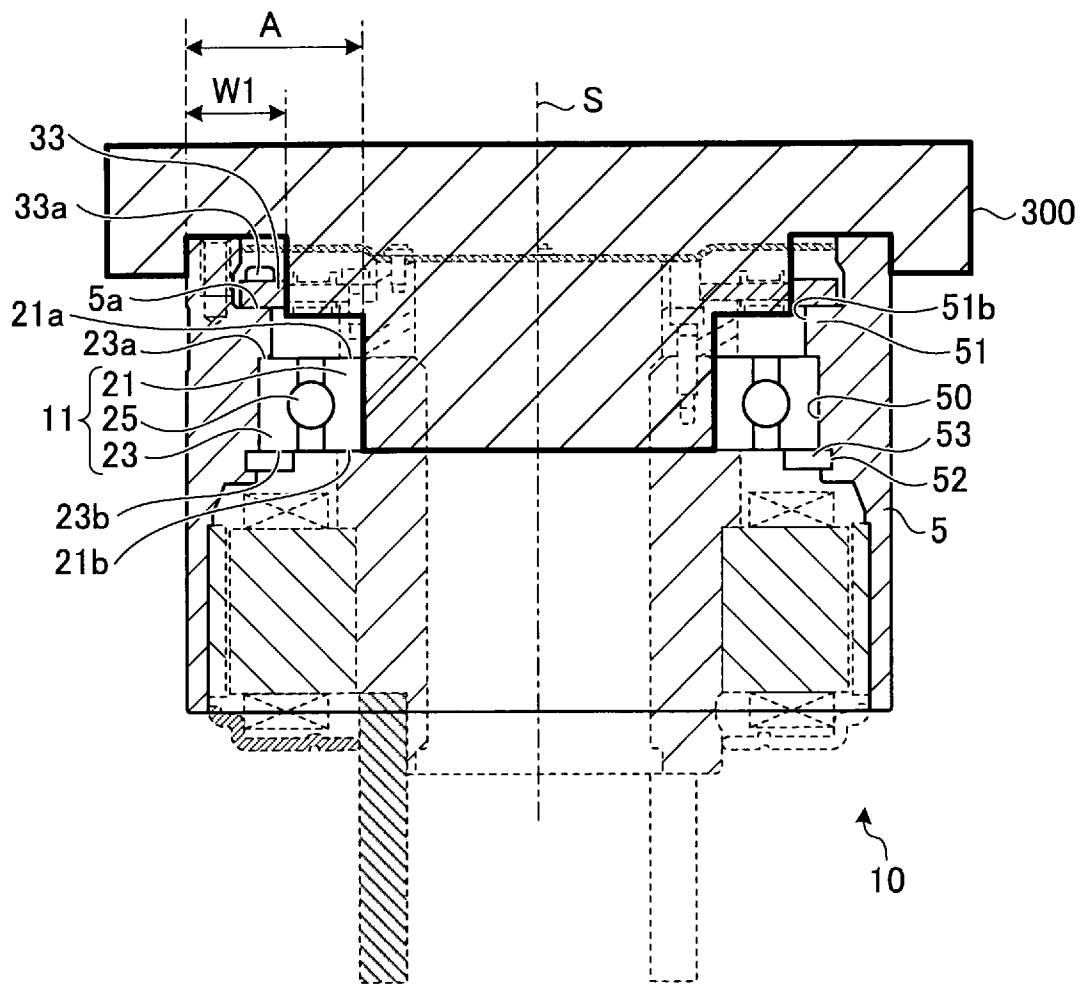
[請求項11] 前記ダイレクトドライブモータは、前記第 2 ハウジングが略円筒形状に形成され、かつ、前記軸方向に切れ目のない一体構造である請求項 1 に記載のダイレクトドライブモータの製造方法。

```

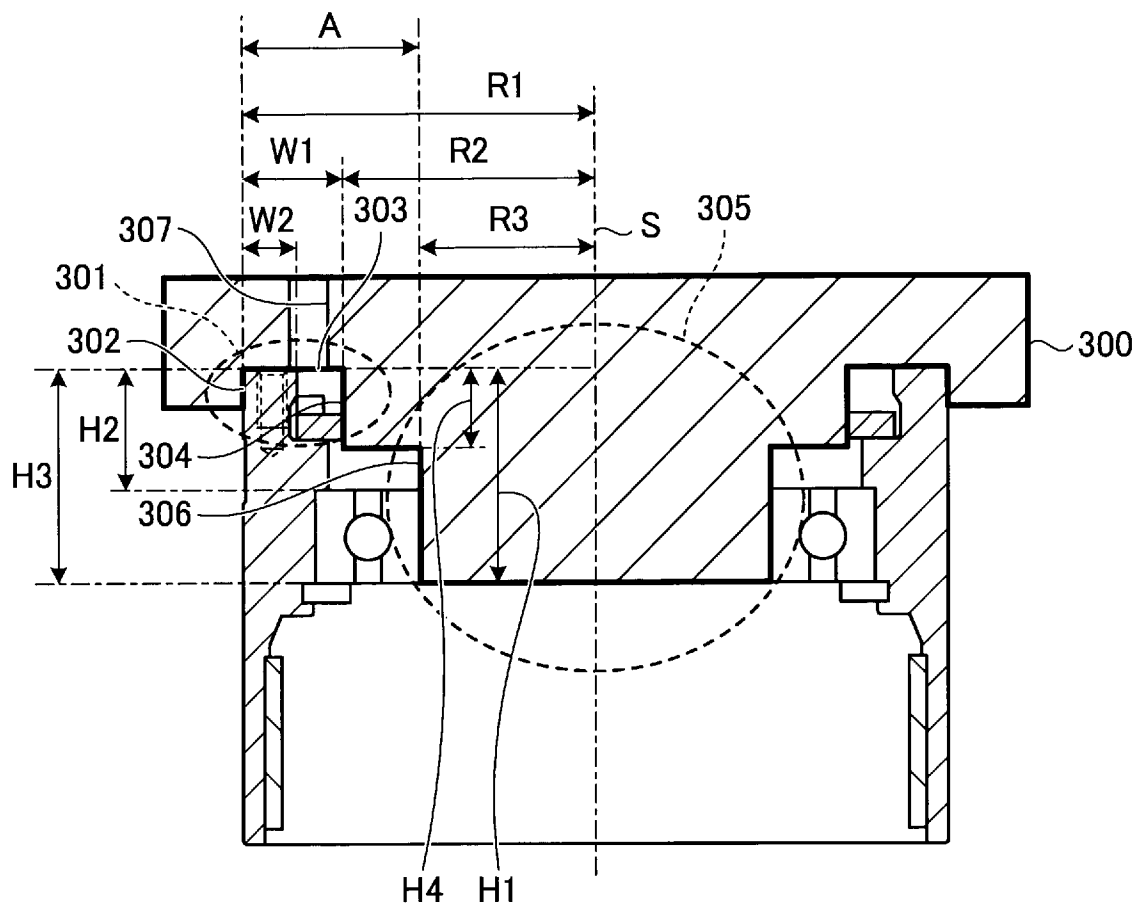
graph LR
    subgraph 10 [10]
        direction TB
        R[レゾルバ  
(回転検出器) 27(35)]
        M[モータ部 9(19)]
    end
    subgraph 20 [20]
        direction TB
        PD[力率検出部 41]
        CC[転流制御部 43]
    end
    R --> PD
    R --> CC
    PD --> CC
    CC --> M

```

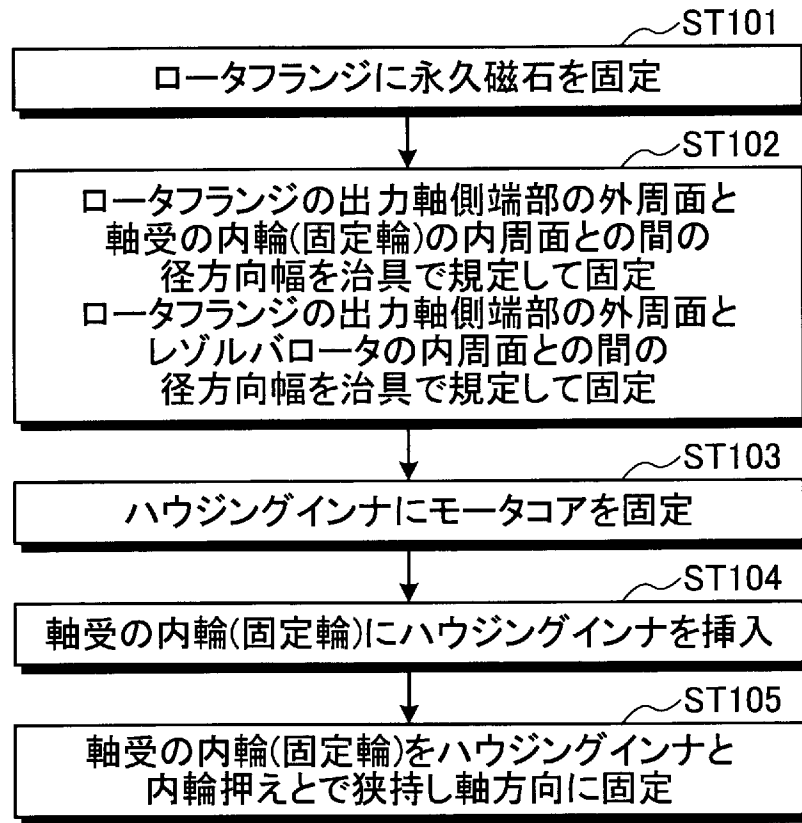
[図3]



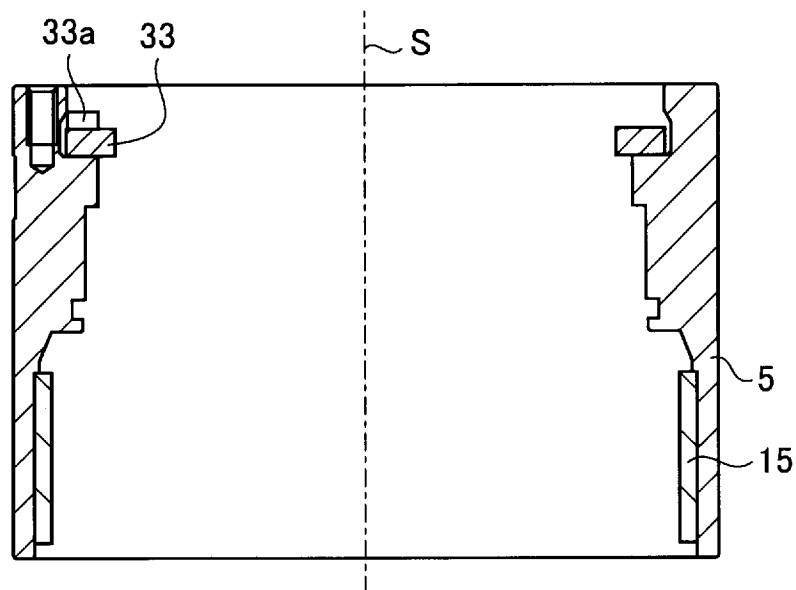
[図4]



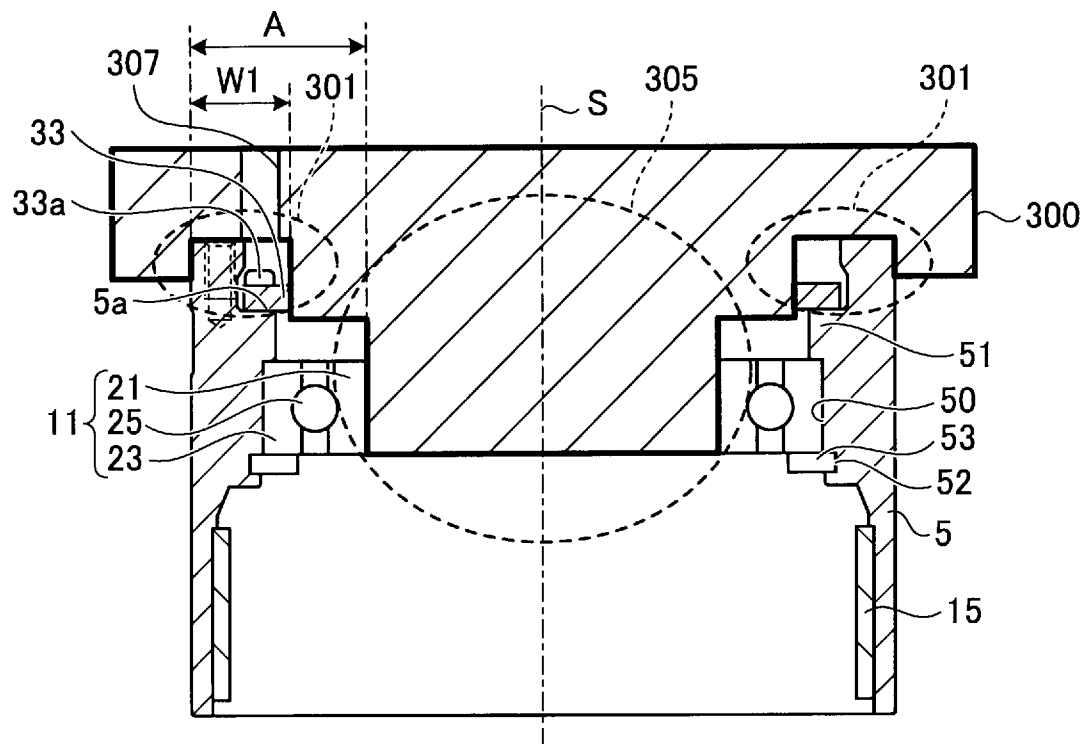
[図5]



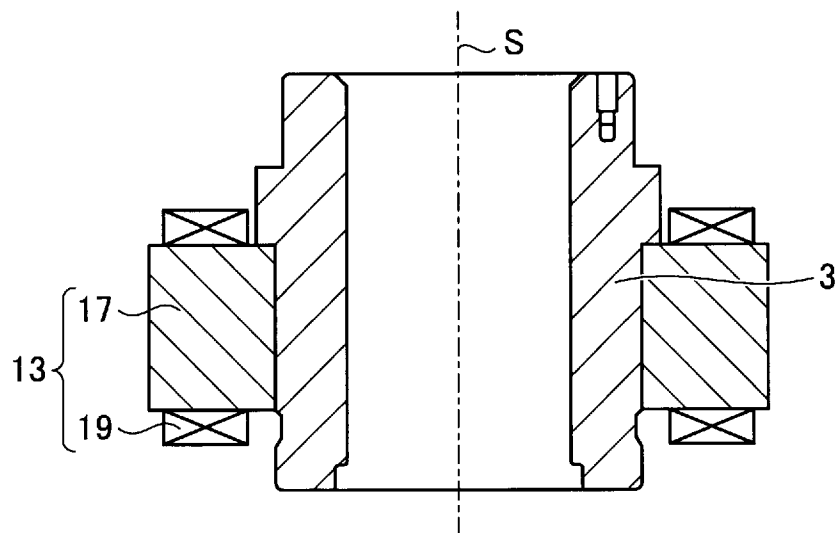
[図6]



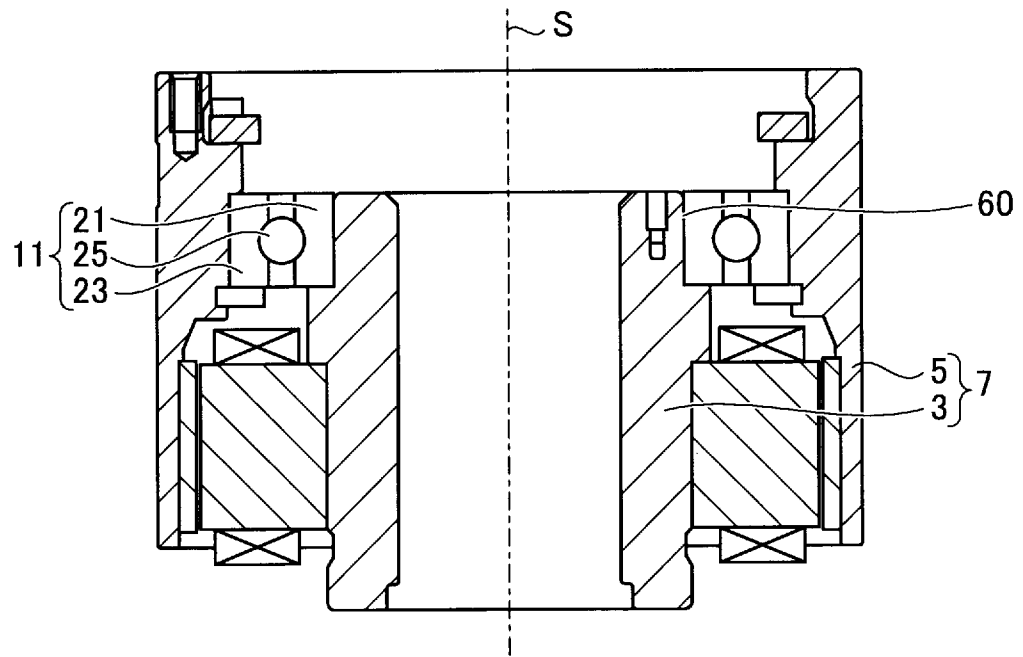
[図7]



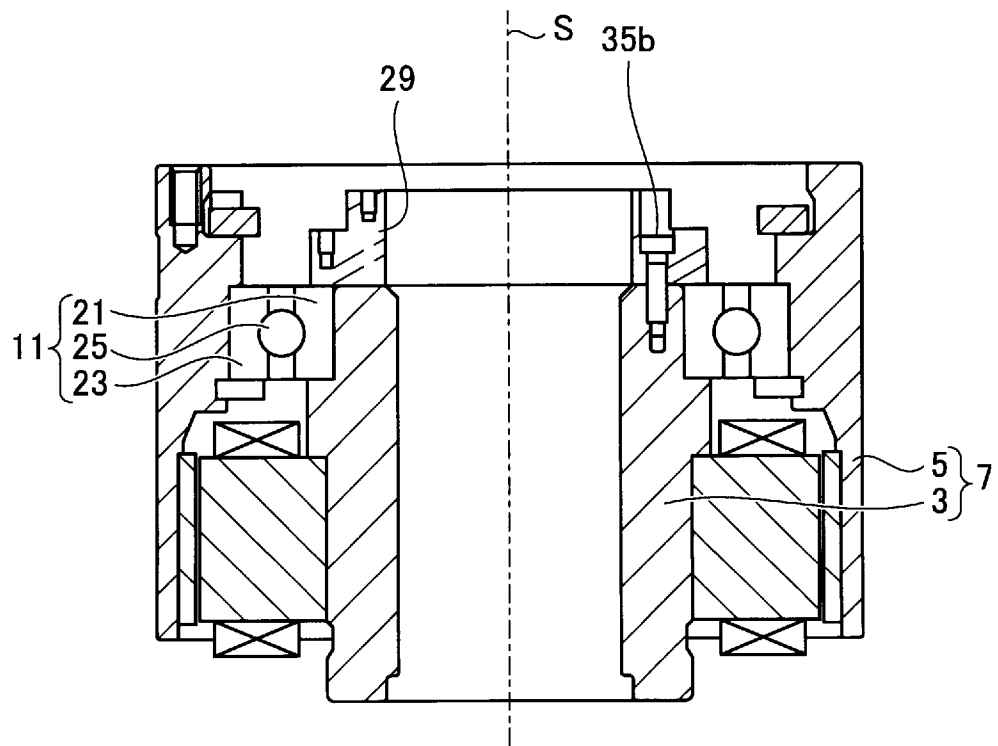
[図8]



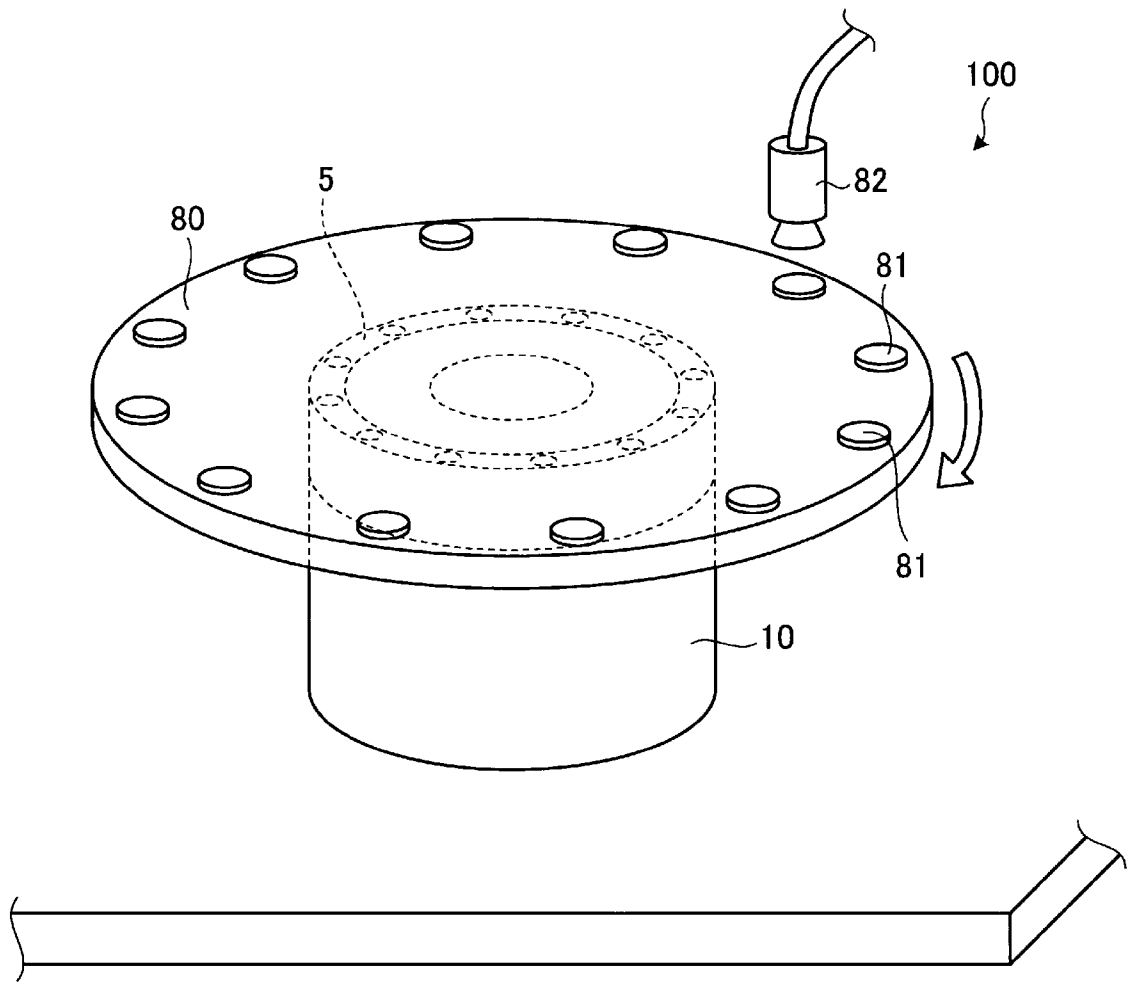
[図9]



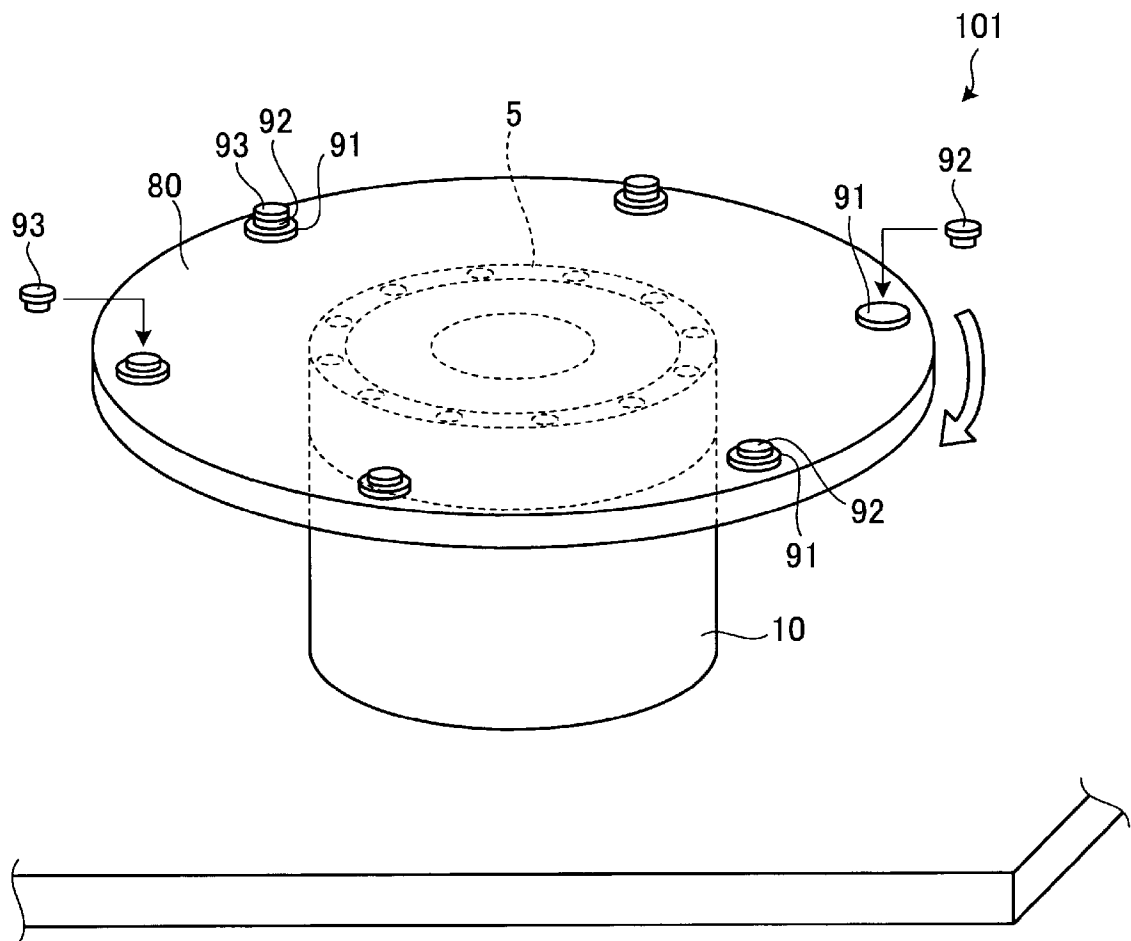
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K15/02(2006.01)i, H02K11/00(2006.01)i, H02K21/22(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)

H02K15/02, H02K11/00, H02K21/22

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2008-180362 A (NSK Ltd.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text; all drawings & JP 2012-82970 A & JP 2012-132567 A	1-11
Y	JP 2002-315278 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 October 2002 (25.10.2002), entire text; all drawings & US 2002/0181151 A1 & EP 1246182 A2 & KR 10-2003-0009086 A & CN 1379393 A	1-11
Y	JP 2-254601 A (Sharp Corp.), 15 October 1990 (15.10.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-11



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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 September 2015 (25.09.15)

Date of mailing of the international search report
06 October 2015 (06.10.15)

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/JP2015/070847

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 2012-178926 A (NSK Ltd.), 13 September 2012 (13.09.2012), entire text; all drawings (Family: none)	2-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02K15/02(2006.01)i, H02K11/00(2006.01)i, H02K21/22(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（I P C）） Int.Cl. H02K15/02, H02K11/00, H02K21/22			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2008-180362 A (日本精工株式会社) 2008.08.07, 全文, 全図 & JP 2012-82970 A & JP 2012-132567 A	1-11	
Y	JP 2002-315278 A (松下電器産業株式会社) 2002.10.25, 全文, 全図 & US 2002/0181151 A1 & EP 1246182 A2 & KR 10-2003-0009086 A & CN 1379393 A	1-11	
Y	JP 2-254601 A (シャープ株式会社) 1990.10.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11	
☒ 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 2 5 . 0 9 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 0 6 . 1 0 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 下原 浩嗣 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7	3 V 9 1 7 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2012-178926 A (日本精工株式会社) 2012.09.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-11