

(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
2021年8月5日(05.08.2021)



(10) 国際公開番号

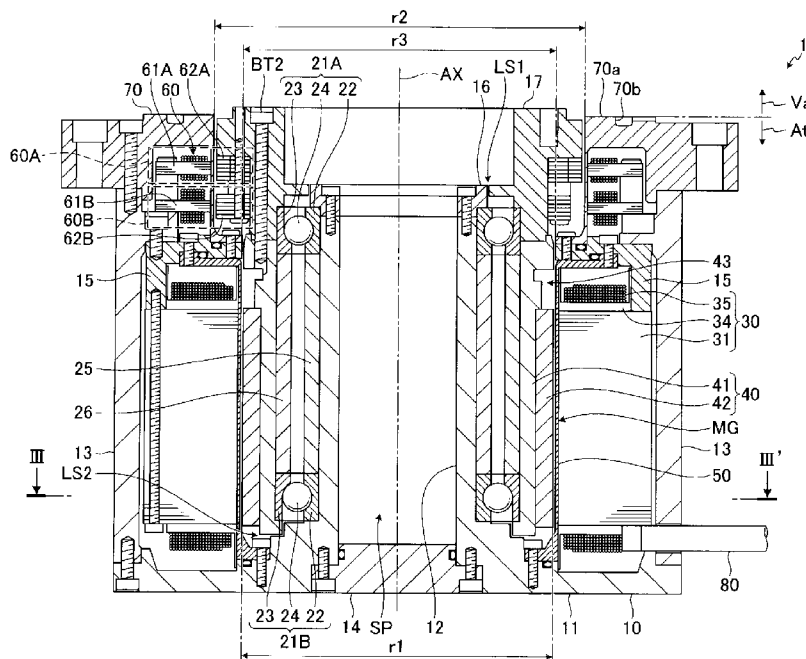
WO 2021/153540 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 5/10 (2006.01) H02K 5/173 (2006.01)
H02K 5/128 (2006.01) H02K 11/225 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/002569
- (22) 国際出願日: 2021年1月26日(26.01.2021)
- (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 2020-010994 2020年1月27日(27.01.2020) 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: 田口 俊文 (TAGUCHI, Toshifumi); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 渡辺 逸男 (WATANABE, Hayao); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 丸山 正幸 (MARUYAMA, Masayuki); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 福山 健一 (FUKUYAMA, Kenichi); 〒2518501 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が

(54) Title: MOTOR

(54) 発明の名称: モータ

[図2]



(57) Abstract: A motor that has: a housing that includes a housing base and a housing shaft provided in the housing base and extending along a rotation shaft; a motor stator disposed on the outside of the housing shaft in the radial direction; a motor rotor provided between the motor stator and the housing shaft; a bearing provided on the inside, in the radial direction, of the motor rotor and supporting the motor rotor so as to be rotatable around the housing shaft; a sealing structure that is provided on the opposite side to the housing base in the axial direction of the motor rotor and seals between



WO 2021/153540 A1

関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, 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, 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))

the motor rotor and the housing shaft; and a resolver that detects rotation of the motor rotor. The resolver is provided on the opposite side to the housing base, further on the outside in the radial direction than the bearing and further in the axial direction than the motor stator, along the rotation shaft.

(57) 要約 : モータは、ハウジングベースと、ハウジングベースに設けられ、回転中心軸に沿った方向に延在するハウジング軸部と、を含むハウジングと、ハウジング軸部の径方向外側に配置されたモータステータと、モータステータとハウジング軸部との間に設けられたモータロータと、モータロータの径方向内側に設けられ、モータロータをハウジング軸部に回転可能に支持する軸受と、モータロータの軸方向でハウジングベースと反対側に設けられ、モータロータとハウジング軸部との間を密封するシール構造と、モータロータの回転を検出するレゾルバと、を有し、レゾルバは、軸受よりも径方向外側であって、かつ、回転中心軸に沿った方向で、モータステータよりも軸方向でハウジングベースと反対側に設けられる。

明 細 書

発明の名称： モータ

技術分野

[0001] 本発明は、モータに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1から特許文献3には、真空雰囲気等で用いられるモータが記載されている。特許文献1から特許文献3に記載されているモータでは、モータロータとモータステータとの間に隔壁が設けられる。隔壁により、モータロータが配置された空間と、モータステータが配置された空間とが遮断される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-311649号公報

特許文献2：特許第4445075号公報

特許文献3：特開2001-339920号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、半導体製造工程等において、モータが真空かつ高温の環境で使用される場合では、モータからの発塵や発ガスを抑制することが要求される。特許文献1に記載されているモータは、いわゆるアウターロータ型であり、モータロータが真空雰囲気側（チャンバ内）に設けられる。このため、モータロータからの発塵や発ガスが真空雰囲気側に流出する可能性がある。

[0005] 特許文献2、3のモータでは、モータロータ又はモータロータに連結された出力軸の外周に軸受が設けられている。このため、軸受が真空雰囲気側に曝されて、軸受からの発塵が真空側に流出する可能性がある。

[0006] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、発塵の外部への流出を抑制することができるモータ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

- [0007] 上記の目的を達成するため、本発明の一態様に係るモータは、ハウジングベースと、前記ハウジングベースに設けられ、回転中心軸に沿った方向に延在するハウジング軸部と、を含むハウジングと、前記ハウジング軸部の径方向外側に配置されたモータステータと、前記モータステータと前記ハウジング軸部との間に設けられたモータロータと、前記モータロータの径方向内側に設けられ、前記モータロータを前記ハウジング軸部に回転可能に支持する軸受と、前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ（例えば、実施形態における出力軸17側）、前記モータロータと前記ハウジング軸部との間を密封するシール構造と、前記モータロータの回転を検出するレゾルバと、を有し、前記レゾルバは、前記軸受よりも径方向外側であって、かつ、前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータよりも軸方向で前記ハウジングベースと反対側（例えば、実施形態における出力軸17側）に設けられる。
- [0008] これによれば、軸受は、モータロータの径方向の内側に設けられる。モータロータの出力軸側は、使用時に蓋等で封止されるため、軸受での発塵が外部の、例えば真空雰囲気側へ流出することを抑制できる。また、軸受の摩耗により発生した金属粉がモータ内部に回り込んだ場合でも、モータステータに金属粉が吸着される。したがって、モータは、内部で発生した発塵が外部に流出することを抑制することができる。また、レゾルバ側に金属粉が流出することが抑制されるので、レゾルバの検出精度の低下を抑制することができる。
- [0009] モータの望ましい態様として、前記モータステータと前記モータロータとの間に設けられ、前記モータステータの配置された空間と前記モータロータの配置された空間とを区分するモータ隔壁を有する。これによれば、モータ隔壁により、モータステータが配置された大気雰囲気側の気体が、モータロータが配置された真空雰囲気側に流出することを抑制することができる。
- [0010] モータの望ましい態様として、前記レゾルバは、前記モータロータに連結

されたレゾルバロータと、前記レゾルバロータの径方向外側に設けられ、励磁コイルを有するレゾルバステータと、を有し、前記レゾルバロータと前記レゾルバステータとの間にレゾルバ隔壁が設けられる。これによれば、レゾルバ隔壁により、レゾルバロータが配置された空間とレゾルバステータが配置された空間とが区分され、レゾルバステータが配置された大気側の気体が、レゾルバロータが配置された真空雰囲気側に流出することを抑制することができる。また、角度検出器としてレゾルバが用いられ、モータ内に電子的な素子が配置されない。このため、モータが高温環境下で使用される場合であっても、良好に角度を検出できる。

[0011] モータの望ましい態様として、前記モータロータの外径は、前記レゾルバロータの外径よりも小さい。これによれば、モータロータ及びレゾルバロータを含む回転構造体を、出力軸側から一体に引き抜くことができるので、軸受の交換やメンテナンスが容易である。

[0012] モータの望ましい態様として、前記軸受は、無潤滑であり、前記ハウジング軸部に設けられた内輪と、前記モータロータに設けられた外輪と、前記内輪と前記外輪との間に設けられた転動体と、を有し、前記内輪、前記外輪及び前記転動体のうち、少なくとも前記転動体はセラミックス製である。これによれば、軸受の転動体からの、摩耗による発塵や、高温環境下での発ガスを抑制することができる。

[0013] モータの望ましい態様として、前記軸受は、無潤滑であり、前記ハウジング軸部に設けられた内輪と、前記モータロータに設けられた外輪と、前記内輪と前記外輪との間に設けられた転動体と、を有し、前記内輪及び前記外輪は、磁性のある鉄系部材が使用される。これによれば、軸受の摩耗による発塵がモータ内部に回り込んだ場合でも、良好にモータステータやモータロータの永久磁石に金属粉が吸着される。

[0014] モータの望ましい態様として、前記中心軸に沿った方向で、前記モータステータと前記レゾルバとの間に磁性体から構成される連結部が配置されている。これによれば、連結部は、モータステータから発生する磁力（磁界）を

シールドすることができるので、レゾルバの検出精度を向上させることができる。また、連結部は、摩耗により発生した金属粉を吸着することができる。

[0015] モータの望ましい態様として、前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側（例えば、実施形態における出力軸17側）に設けられ、前記軸受の外輪に固定される外輪押さえ部と、前記ハウジング軸部の軸方向で前記ハウジングベースと反対側（例えば、実施形態における出力軸17側）に設けられ、前記軸受の内輪に固定される内輪押さえ部と、を有し、前記シール構造は、前記外輪押さえ部と前記内輪押さえ部とで形成されたラビリンス構造を有する。これによれば、軸受の摩耗等で発生するモータからの発塵が、シール構造で遮蔽され、外部に流出することを抑制することができる。

[0016] モータの望ましい態様として、前記モータステータは、前記モータロータの配置された空間よりも大気側の空間に配置される。これによれば、モータステータがモータロータと同じ空間、例えば真空雰囲気配置された場合に比べて、モータステータの冷却効率を高めることができる。

[0017] モータの望ましい態様として、前記モータロータは、サマリウムコバルト永久磁石を含む。これによれば、モータが高温環境で使用された場合であっても減磁しないので、良好にモータロータを回転駆動させることができる。

[0018] モータの望ましい態様として、前記レゾルバの検出信号に基づいて、前記モータステータの励磁コイルに駆動電流を供給するモータ制御回路を備える。これによれば、モータ制御回路は、レゾルバの検出信号に基づいて、回転トルクや速度リップルを常時監視することができる。これにより、例えば軸受の異常の発生等を早期に発見することができ、あるいは、軸受の交換時期を把握することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、発塵の外部への流出を抑制することができるモータを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図1は、実施形態に係るモータの使用状態を説明する説明図である。
- [図2]図2は、実施形態に係るモータを模式的に示す断面図である。
- [図3]図3は、図2の「| | | - | | |」断面図である。
- [図4]図4は、実施形態に係るモータが有する第1軸受を拡大して示す断面図である。
- [図5]図5は、実施形態に係るモータが有するモータステータ、モータロータ及びモータ隔壁を拡大して示す断面図である。
- [図6]図6は、実施形態に係るモータが有するレゾルバ及びレゾルバ隔壁を拡大して示す断面図である。
- [図7]図7は、実施形態に係るモータが有するインクリメンタルレゾルバの構成を模式的に示す断面図である。
- [図8]図8は、モータ制御回路が有する信号処理回路の構成例を示すブロック図である。
- [図9]図9は、インクリメンタルレゾルバ及びアブソリュートレゾルバの駆動方法を説明するためのフローチャート図である。
- [図10]図10は、第1変形例に係るモータを模式的に示す断面図である。
- [図11]図11は、第2変形例に係るモータの一部を模式的に示す平面図である。
- [図12]図12は、モータ巻線が設けられたモータの一部を模式的に示す平面図である。
- [図13]図13は、第3変形例に係るモータの、第1軸受を拡大して示す断面図である。
- [図14]図14は、第4変形例に係るモータの、第1軸受を拡大して示す断面図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、下記の発明を実施するための形態（以下、実施形態という）により本発明が限定される

ものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、下記実施形態で開示した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0022] 図1は、実施形態に係るモータの使用状態を説明する説明図である。図1に示すように、モータ1が使用される製造装置の一例として、例えば半導体製造装置100について説明する。半導体製造装置100は、チャンバ101と、モータ1と、モータ制御回路90と、制御装置99と、搬送装置110と、を含む。モータ1は、回転中心軸AXを中心に出力軸17（図2参照）を回転駆動する。搬送テーブル111を含む搬送装置110は、チャンバ101の内部に配置されており、開口102を介してモータ1と連結される。半導体製造装置100は、モータ1の駆動により搬送テーブル111を回転させる。半導体製造装置100は、真空雰囲気Vaにあるワーク（被搬送物）120を搬送テーブル111に搭載して移動させる。ワーク120は、例えば、半導体基板、工作物又は工具等である。

[0023] モータ1は、ギヤ、ベルト又はローラ等の伝達機構を介在させることなく搬送テーブル111及びワーク120に回転力をダイレクトに伝達し、ワーク120を回転させることができる。モータ1は、いわゆるダイレクトドライブモータである。なお、本実施形態において、軸方向とは、回転中心軸AXに沿った方向である。

[0024] 制御装置99は、入力回路と、中央演算処理装置であるCPU（Central Processing Unit）と、記憶装置であるメモリと、出力回路（いずれも不図示）とを含む。制御装置99は、メモリに記憶されたプログラムに応じて、モータ1を制御するモータ回転指令iを生成し、モータ制御回路90に出力する。

[0025] 制御装置99からモータ回転指令iが入力されたとき、モータ制御回路90は、CPU（Central Processing Unit）91から3相アンプ（以下、AMP（Amplifier）92と表す）に駆動信号を出力し、AMP92からモータ1

に駆動電流 M_i が供給される。モータ1は、駆動電流 M_i により回転駆動し、搬送テーブル111を回転させる。これにより、搬送テーブル111に搭載されたワーク120を移動させるようになっている。なお、搬送装置110は、搬送テーブル111に加え、ウエハ搬送用のアーム等の他の部材を有していてもよく、ワーク120に応じた構成を適宜採用することができる。

[0026] 搬送テーブル111が回転すると、回転角度を検出したレゾルバ60（図2参照）等の角度検出器から検出信号（レゾルバ信号） S_r が出力される。モータ制御回路90は、検出信号 S_r をレゾルバデジタル変換器（以下、RDC (Resolver to Digital Converter) 93と表す）でデジタル変換する。RDC93からの検出信号 S_r のデジタル情報に基づいて、CPU91はワーク120が指令位置に到達したか否かを判断し、指令位置に到達する場合、AMP92への駆動信号を停止する。

[0027] また、モータ制御回路90は、レゾルバ60の検出信号 S_r に基づいて、回転トルクや速度リップルを常時監視することができる。これにより、モータ制御回路90は、例えば図2に示す第1軸受21A及び第2軸受21Bの異常の発生等を早期に発見することができ、あるいは、第1軸受21A及び第2軸受21Bの交換時期を把握することができる。

[0028] 一般に、半導体製造装置100は、半導体の集積度が高まり、それに伴って同時にICのパターン幅の微細化による高密度化が進められている。この微細化に対応できるウエハ（半導体部品）を製造するために、ウエハ品質に対する高度の均一性が要求されている。その要求に応えるためには、真空雰囲気 V_a における不純物ガス濃度の一層の低減が重要である。このため、チャンバ101の取り付け孔（開口102）に配置されるモータ1においては、真空雰囲気 V_a の空間と外部の大気雰囲気 A_t とを離隔することも必要となる。

[0029] なお、本実施形態では、チャンバ101内を真空雰囲気 V_a としている。ただし、チャンバ101内は、真空環境に限定されず、例えば、減圧環境や、窒素ガス、希ガスなどのプロセスガス充填環境等、大気雰囲気 A_t と異なる。

る雰囲気としてもよい。また、チャンバ101内は、半導体製造に使用される拡散炉等の真空かつ高温の環境も適用可能である。また、本実施形態で「大気側」とは、「真空側」（真空雰囲気Va）よりも高圧の空間である。又は、「大気側」とは、「真空側」（真空雰囲気Va）よりもプロセスガスの比率が低い空間であってもよい。

[0030] 図2は、実施形態に係るモータを模式的に示す断面図である。図3は、図2の「111-111'」断面図である。なお、図2は、回転中心軸AXを含む仮想平面でモータ1を切断した場合の断面図である。以下の説明では、回転中心軸AXに沿った方向で、出力軸17側（真空雰囲気Va側）に向かう方向を「上側」又は単に「上」と表す場合がある。また、回転中心軸AXに沿った方向で、ハウジングベース11側（大気雰囲気At側）に向かう方向を「下側」又は単に「下」と表す場合がある。

[0031] 図2から図14の各構成要素の寸法は、理解を容易にするために強調して模式的に示している。例えば、モータ隔壁50は、実際よりも厚く図示している。また、隙間G0及び第1隙間G1から第4隙間G4の大きさは、実際よりも大きく示しているが、隙間G0及び第1隙間G1から第4隙間G4は、いずれも微小隙間に形成されている。

[0032] 図2に示すように、モータ1は、ハウジング10と、モータステータ30と、モータロータ40と、第1軸受21Aと、第2軸受21Bと、レゾルバ60と、モータ隔壁50と、レゾルバ隔壁70と、連結部15と、出力軸17と、を有する。なお、図2及び図3では、各構成要素の全体的な配置関係を説明し、各構成要素間の詳細な接続構造や、シール構造については後述する。

[0033] ハウジング10は、ハウジングベース11と、ハウジング軸部12と、ハウジングアウト13と、蓋部14と、を含む。ハウジングベース11は、回転中心軸AXと交差する方向に延在する平板状の部材であり、回転中心軸AXと重なる位置に開口が設けられた環状に形成される。ハウジング軸部12及びハウジングアウト13は、それぞれ、回転中心軸AXに沿った方向（以

下、軸方向と表す)に延在する筒状の部材である。ハウジング軸部12の下端は、ハウジングベース11の内周縁側に連結され、ハウジングアウト13の下端は、ハウジングベース11の外周縁側に連結される。つまり、ハウジングアウト13は、径方向で、ハウジング軸部12の径方向外側に対向して配置される。

[0034] 蓋部14は、ハウジングベース11の開口を覆って設けられる。蓋部14により、ハウジング軸部12の内部空間SPが大気雰囲気Atと遮断され、内部空間SPへの異物の流入が抑制される。

[0035] ハウジングベース11、ハウジング軸部12及び蓋部14は、その一部が真空中に曝されるため、オーステナイト系ステンレス、アルミ合金等、真空中での放出ガスが少なく、かつ放出ガスの成分が既知の真空用材料を用いることができる。また、適用する真空度によっては、電解研磨、平滑化処理、酸化被膜などの表面処理が施されることで、表面積を低減させ、溶存気体の放出を低減させることがより好ましい。ハウジングアウト13は、本実施形態では、大気雰囲気Atに曝され、真空中に曝されないため、鋳鉄、低炭素鋼など一般的な構造用材料を用いてもよく、もちろん、ステンレス鋼を用いてもよい。この構造により、モータ1は、構造用材料の使用の比率を高め、構造用材料よりも高価な、真空用材料の使用量を減らすことができる。

[0036] モータステータ30と、モータロータ40と、第1軸受21Aと、第2軸受21Bと、モータ隔壁50と、連結部15とは、ハウジング軸部12とハウジングアウト13との間に組み込まれる。

[0037] モータステータ30は、ハウジング軸部12及びモータロータ40の径方向外側に配置され、静止状態に維持される。具体的には、連結部15は、モータステータ30の上側(レゾルバ60側)を覆って設けられ、モータステータ30は、連結部15を介してハウジングアウト13に固定される。モータステータ30の固定方法として、例えば、モータステータ30のステータコア31は、ハウジング10(ハウジングアウト13)に対してボルトで締結される。これにより、非回転部品であるモータステータ30は、ハウジン

グベース 11 に対して位置決め固定される。また、モータロータ 40 は、モータステータ 30 とハウジング軸部 12 との間に設けられる。第 1 軸受 21 A 及び第 2 軸受 21 B は、モータロータ 40 を、ハウジング軸部 12 に回転可能に支持する。すなわち、モータロータ 40 は、モータステータ 30 に対して回転可能に配置される。

[0038] 図 3 に示すように、モータステータ 30、モータロータ 40、第 1 軸受 21 A (図 3 では図示されない) 及び第 2 軸受 21 B は、いずれも環状の構造体であり、回転中心軸 A X を中心に同心円状に配置される。ハウジング軸部 12 から、径方向外側に向かって、軸受 (第 1 軸受 21 A 及び第 2 軸受 21 B)、モータロータ 40、モータ隔壁 50、モータステータ 30、ハウジングアウタ 13 の順に配置される。すなわち、モータ 1 は、いわゆるインナーロータ型であり、モータロータ 40 がモータステータ 30 よりも回転中心軸 A X 側に位置する。言い換えると、モータロータ 40 が真空雰囲気 V a 側に配置され、モータステータ 30 が大気雰囲気 A t 側に配置される。

[0039] モータステータ 30 は、電磁鋼板を重ね合わせて形成され、ステータコア 31 と、インシュレータ 34 (図 2 参照) と、励磁コイル 35 (図 2 参照) とを含む。モータステータ 30 は、例えば、接着鋼板又は型内かしめにて形成される。これにより、ステータコア 31 の加工が容易であり、かつ、モータステータ 30 の良好な磁気特性が得られる。ステータコア 31 は、バックヨーク 32 とティース 33 とを有する。バックヨーク 32 は、環状の部材であり、ハウジングアウタ 13 の内周面と空間を有して対向して配置される。ティース 33 は、バックヨーク 32 に周方向に複数配置され、等間隔で並ぶ。ティース 33 は、それぞれ、バックヨーク 32 から径方向内側に突出する。モータステータ 30 は、このような一体コアに限られず、複数の分割されたステータコア 31 が配置される分割コアであってもよい。励磁コイル 35 は、インシュレータ 34 を介してステータコア 31 のティース 33 にそれぞれ巻きつけられる。モータステータ 30 には、電源からの電力を供給するための配線が接続されており、この配線を通じて励磁コイル 35 に対してモータ

タ制御回路90から駆動電流 M_i が供給されるようになっている。

[0040] 図2に示す励磁コイル35を構成するモータ巻線及びインシュレータ34（絶縁材）は、いずれも耐熱性を有する材料で形成される。モータ巻線及びインシュレータ34（絶縁材）は、例えば200℃以上の耐熱性を有する。これにより、モータ1は、高温環境下で良好に動作することができる。モータ巻線は、例えばポリイミドからなるコーティングが施される。また、インシュレータ34の材料は、例えば、絶縁紙、又は樹脂材料、又は絶縁紙と樹脂材料との組み合わせで構成される。

[0041] モータロータ40は、ロータヨーク41、マグネット42及び空間43（図2参照）を含む。ロータヨーク41は、円筒状の部材であり、ロータヨーク41の外径はステータコア31の内径よりも小さい。モータロータ40は、モータステータ30の径方向の内側に、磁気ギャップMGとなる隙間を有して環状に設けられる。ロータヨーク41は、強磁性体の低炭素鋼で形成され、表面にニッケルめっきを施すことが好ましい。ニッケルめっきを施すことで、ロータヨーク41は錆を防ぐことができ、アウトガスを低減することができる。

[0042] 図3に示すように、複数のマグネット42は、ロータヨーク41の外周に沿って貼り付けられる。すなわち、モータステータ30（ステータコア31）は、モータ隔壁50を介して、マグネット42の径方向外側に配置される。回転運動するモータロータ40と、非回転部品であるモータステータ30とが非接触に配置されるので、異物の発生を抑制することができる。マグネット42は、S極及びN極がロータヨーク41の周方向に交互に等間隔で配置される。モータロータ40の極数は、例えば20極である。なお、モータロータ40の極数及びモータステータ30のスロット数は、20極18スロットの構成に限られず、必要に応じて適宜変更できる。

[0043] 本実施形態では、マグネット42は、サマリウムコバルト永久磁石を用いることが好ましい。これによれば、モータ1が高温環境で使用された場合であっても減磁しないので、良好にモータロータ40を回転駆動させることが

できる。なお、これに限定されず、マグネット42は、ネオジム系磁石等、他の材料を用いてもよい。

[0044] 図2に示す空間43は、マグネット42の端面での磁気の回り込みを防止する空間である。空間43を形成するロータヨーク41の段差寸法Y（図4参照）は、マグネット42の厚さ寸法X（図4参照）の $1/3$ 以上 $1/2$ 以下程度が望ましい。この範囲を超えると、モータロータ40のマグネット42の上端面で磁気の回り込みが発生し、ステータコア31の方に磁気が回らず、出力トルクが低下する。

[0045] モータ隔壁50は、モータステータ30とモータロータ40との間の磁気ギャップMGに設けられ、モータロータ40の配置された空間（真空雰囲気Va側）とモータステータ30の配置された空間（大気雰囲気At側）とを区分する。モータ隔壁50の詳細な構成については後述する。

[0046] ロータヨーク41の上端には、出力軸17が連結される。出力軸17は、ロータヨーク41とともに回転し、モータ1の回転力を、外部（例えば、搬送テーブル111）に伝達する。

[0047] 第1軸受21A及び第2軸受21Bは、ハウジング軸部12の外周と、ロータヨーク41の内周との間に設けられる。第1軸受21A及び第2軸受21Bは、グリース等の潤滑剤を封入しない無潤滑軸受である。第1軸受21A及び第2軸受21Bは、それぞれアンギュラ玉軸受であり、背面組合せで配列される。第1軸受21A及び第2軸受21Bは、それぞれ、内輪22、外輪23及び転動体24を有する転がり軸受である。転動体24は、内輪22と外輪23との間に設けられる。回転中心軸AXに沿った方向で、第1軸受21Aは出力軸17側に配置され、第2軸受21Bは、ハウジングベース11側に配置される。第1軸受21Aの内輪22及び第2軸受21Bの内輪22は、ハウジング軸部12に固定される。第1軸受21Aの外輪23及び第2軸受21Bの外輪23は、モータロータ40のロータヨーク41に固定される。

[0048] 第1軸受21Aの内輪22と、第2軸受21Bの内輪22との間に内輪間

座25が設けられる。第1軸受21Aの外輪23と、第2軸受21Bの外輪23との間に外輪間座26が設けられる。これにより、軸方向での第1軸受21Aと第2軸受21Bとの位置が規定される。ハウジング軸部12の上端（軸方向でハウジングベース11と反対側の端部）には、内輪押さえ部16が連結され、内輪押さえ部16により、第1軸受21Aの内輪22の上端の位置が固定される。出力軸17は、外輪押さえ部を兼用しており、出力軸17により第1軸受21Aの外輪23の上端の位置が固定される。

[0049] 第2軸受21Bの内輪22の下端は、ハウジングベース11に固定される。また、第2軸受21Bの外輪23の下端は、ロータヨーク41に固定される。このような構成により、第1軸受21A、間座（内輪間座25及び外輪間座26）及び第2軸受21Bは、軸方向で隙間（がた）が生じないように位置決めされて、定位置予圧方式の回転支持構造が形成される。第1軸受21A及び第2軸受21Bは、内輪間座25及び外輪間座26により定位置予圧が付与されるので、後述する定圧予圧に比べて剛性を向上させることができる。また、第1軸受21A及び第2軸受21Bは、背面組合せで配列されるので、モーメント荷重に対する剛性を向上させることができる。

[0050] モータロータ40の出力軸17側（軸方向でハウジングベース11と反対側）で、モータロータ40とハウジング軸部12との間を非接触で密封する第1シール構造LS1が設けられる。より具体的には、第1シール構造LS1は、第1軸受21Aの出力軸17側で、出力軸17と内輪押さえ部16との間に形成された微小隙間で構成される。また、第2軸受21Bのハウジングベース11側で、モータロータ40とハウジング軸部12との間を非接触で密封する第2シール構造LS2が設けられる。これにより、第1軸受21A及び第2軸受21Bの出力軸17側及びハウジングベース11側は、それぞれ、第1シール構造LS1及び第2シール構造LS2で密封される。モータ1は、第1シール構造LS1及び第2シール構造LS2により、第1軸受21A及び第2軸受21Bの摩耗による発塵が真空雰囲気Va側に流出することを抑制することができる。

- [0051] 第1軸受21A及び第2軸受21Bの内輪22、外輪23及び転動体24のうち、少なくとも転動体24はセラミックス製である。例えば、転動体24の材料は、窒化ケイ素、ジルコニア、アルミナ等が用いられる。これによれば、第1軸受21A及び第2軸受21Bの転動体24からの、摩耗による発塵や、高温環境下での発ガスを抑制することができる。
- [0052] また、第1軸受21A及び第2軸受21Bの内輪22及び外輪23は、磁性のある鉄系部材が使用される。磁性のある鉄系部材は、例えばマルテンサイト系ステンレス鋼である。これによれば、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）の摩耗による発塵（金属粉）がモータ1の内部に回り込んだ場合でも、モータロータ40のマグネット42や（モータステータ30の磁力（磁界）が壁部51（後述の図5参照）越しに作用する）モータ隔壁50に吸着される。
- [0053] レゾルバ60は、第1軸受21A及び第2軸受21Bよりも径方向外側であって、かつ、軸方向で、モータステータ30よりも出力軸17側に設けられる。レゾルバ60はモータロータ40の回転を検出する角度検出器である。
- [0054] レゾルバ60は、インクリメンタルレゾルバ60A及びアブソリュートレゾルバ60Bを備える。インクリメンタルレゾルバ60Aは、差動型であり、高分解能で相対角度を検出する検出器である。アブソリュートレゾルバ60Bは、出力軸17の1回転の絶対角度を検出する検出器である。回転中心軸に沿った方向で、モータステータ30、アブソリュートレゾルバ60B、インクリメンタルレゾルバ60Aの順に配置される。このような配置により、アブソリュートレゾルバ60Bは、インクリメンタルレゾルバ60Aの磁気シールドとして機能し、モータステータ30から発生する磁力（磁界）がインクリメンタルレゾルバ60A側に達することを抑制することができる。
- [0055] インクリメンタルレゾルバ60Aは、レゾルバステータ61Aと、レゾルバロータ62Aを備えている。アブソリュートレゾルバ60Bは、レゾルバステータ61Bと、レゾルバロータ62Bを備えている。レゾルバロータ6

2 A、6 2 Bは、例えば、低炭素鋼で形成される。レゾルバロータ6 2 A、6 2 Bは、レゾルバステータ6 1 A、6 1 Bと所定のギャップを隔てて対向配置され、レゾルバステータ6 1 A、6 1 Bに対して回転可能となっている。具体的には、レゾルバステータ6 1 A、6 1 Bは、ハウジングアウト1 3に固定される。これにより、レゾルバステータ6 1 A、6 1 Bは、モータステータ3 0及びハウジングベース1 1に対して位置決め固定され、静止状態に維持される。また、レゾルバロータ6 2 A、6 2 Bは、出力軸1 7の外周に固定されている。レゾルバロータ6 2 A、6 2 Bは、モータロータ4 0とともに回転する。

[0056] レゾルバロータ6 2 A、6 2 Bとレゾルバステータ6 1 A、6 1 Bとの間にレゾルバ隔壁7 0が設けられる。レゾルバ隔壁7 0は、レゾルバステータ6 1 A、6 1 Bを覆って設けられる。また、レゾルバ隔壁7 0は、チャンバ1 0 1（図1参照）との取付構造を兼用しており、ハウジングアウト1 3よりも径方向外側に張り出した部分で、チャンバ1 0 1に固定される。レゾルバ隔壁7 0の隔壁上面7 0 aには溝部7 0 bが設けられる。溝部7 0 bは、回転中心軸A Xを中心とした環状に形成される。溝部7 0 bにはめ込まれたリング等の密封部材（不図示）により、隔壁上面7 0 aとチャンバ1 0 1との間がシールされる。

[0057] 以上のような構成により、モータステータ3 0は、モータロータ4 0よりも大気雰囲気A t側に配置される。また、軸受（第1軸受2 1 A及び第2軸受2 1 B）は、モータロータ4 0の径方向の内側に設けられる。より詳細には、ロータヨーク4 1はマグネット4 2の径方向内側に配置され、軸受（第1軸受2 1 A及び第2軸受2 1 B）は、ロータヨーク4 1の径方向内側に配置される。また、レゾルバ6 0は、軸方向でモータステータ3 0よりも出力軸1 7側に設けられる。軸方向でモータロータ4 0の出力軸1 7側は、使用時に蓋等で封止されるため、軸受での発塵が外部（真空雰囲気V a側）へ流出することを抑制できる。また、軸受の摩耗により発生した金属粉がモータ1の内部に回り込んだ場合でも、マグネット4 2や、（モータステータ3 0

の磁力（磁界）が壁部51越しに作用する）モータ隔壁50に金属粉が吸着される。したがって、モータ1は、内部で発生した発塵が外部に流出することを抑制することができる。

[0058] また、ハウジング10には、外部と繋がる排気ポート80が設けられる。これにより、モータステータ30が配置された空間の気体を、外部に排気することができる。また、モータステータ30の冷却効率を高めることができる。また、図2に示すようにモータロータ40の外径は、レゾルバロータ62A、62Bの外径よりも小さい。このため、内輪押さえ部16をハウジング軸部12から外すのみで、モータロータ40及びレゾルバロータ62A、62Bを含む回転構造体を、出力軸17側から一体に引き抜くことができる。このため、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）の交換やメンテナンスが容易である。

[0059] より詳細には、レゾルバ隔壁70の内径 r_2 は、マグネット42（磁石）の外径 r_1 よりも大きい。また、連結部15の内径 r_3 は、マグネット42（磁石）の外径 r_1 よりも大きい。なお、マグネット42（磁石）の外径 r_1 とは、周方向に配列された複数のマグネット42（磁石）の外周を繋いで形成される仮想円の直径を示す。また、レゾルバ隔壁70の内径 r_2 とは、径方向で、レゾルバステータ61A、61Bとレゾルバロータ62A、62Bとの間に配置される内側壁部71（図6参照）の内径 r_2 である。連結部15の内径 r_3 は、連結天板部15aの内周面15c（図5参照）の内径 r_3 である。また、ロータヨーク41はマグネット42の径方向内側に配置され、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）は、ロータヨーク41の径方向内側に配置される。このような構成により、レゾルバ隔壁70、モータ隔壁50、連結部15及びレゾルバステータ61A、61B等の非回転部品を分解することなく、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）、モータロータ40及びレゾルバロータ62A、62Bを含む回転構造体を、出力軸17側から一体に引き抜くことができる。

[0060] 次に、モータ1の各構成要素の詳細な構造を説明する。図4は、実施形態

に係るモータが有する第1軸受を拡大して示す断面図である。図4に示すように、内輪押さえ部16は、ボルトBT1によりハウジング軸部12の上端に固定される。内輪押さえ部16は、内部空間SPに繋がる開口を有する環状の部材である。ただし、内輪押さえ部16は、内部空間SPを覆う平板状であってもよい。内輪押さえ部16の外周には、ハウジング軸部12よりも径方向外側に張り出した部分で段差部16aが形成される。第1軸受21Aの内輪22の上端は、段差部16aに接する。第1軸受21Aの内輪22の下端は、内輪間座25に接する。第1軸受21Aの内輪22は、軸方向で段差部16aと内輪間座25とに挟まれて位置決めされる。

[0061] ここで、径方向で、第1軸受21Aの内輪22とハウジング軸部12との間に第4隙間G4が形成される。また、内輪間座25及び第2軸受21Bの内輪22（図5参照）とハウジング軸部12との間にも第4隙間G4が形成される。第4隙間G4は、例えば、0.10mm以上0.15mm以下程度である。これにより、モータ1が高温環境下で使用される場合であっても、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）とハウジング軸部12との熱膨張係数の違いによる軸ずれを抑制することができる。

[0062] 出力軸17は、ボルトBT2によりモータロータ40のロータヨーク41の上端に固定される。ロータヨーク41の上端（軸方向でハウジングベース11と反対側の端部）には、軸方向に突出する突出部41dが設けられる。突出部41dはロータヨーク41の外周に沿って設けられた環状の部材であり、ロータヨーク41の径方向での幅よりも小さい幅を有して形成される。出力軸17は、突出部41dの径方向内側に固定される。すなわち、出力軸17とロータヨーク41とは、いわゆるインロー結合により固定される。このため、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）の交換やメンテナンスの際に、出力軸17の位置決めを容易に行うことができる。また、出力軸17は、ロータヨーク41及び突出部41dよりも大きい熱膨張係数を有する材料が用いられることが好ましい。これにより、モータ1が高温環境下で使用される場合に、出力軸17の位置ずれを抑制することができる。

- [0063] 出力軸17は、ロータヨーク41の内周面よりも径方向内側に張り出した部分で段差部17bが形成される。第1軸受21Aの外輪23の上端は、段差部17bに接する。第1軸受21Aの外輪23の下端は、外輪間座26に接する。第1軸受21Aの外輪23は、軸方向で段差部17bと外輪間座26とに挟まれて位置決めされる。
- [0064] 出力軸17は、さらにフランジ部17aを有する。フランジ部17aは、出力軸17の内周面から径方向内側に延在する環状の部材である。フランジ部17aは、第1軸受21Aの内輪22と外輪23との間の空間を覆うように設けられる。また、フランジ部17aの内周面は、内輪押さえ部16の外周面と隙間G0を有して対向して配置され、これにより第1シール構造LS1が形成される。第1シール構造LS1を構成する隙間G0は、例えば0.05mm以上0.15mm以下程度で形成される。第1シール構造LS1は、ラビリンス構造を採用することが好ましい。ラビリンス構造は、どのような構成であってもよいが、例えば、内輪押さえ部16のフランジ部17aと対向する位置に溝部が形成され、隙間G0が断面視で略C型に形成されていてもよい。
- [0065] また、出力軸17は、レゾルバロータ62A、62Bの支持構造も兼用する。つまり、出力軸17は、モータロータ40よりも径方向外側に張り出した張出部17dを有し、モータロータ40に固定される部分と、張出部17dとで段差部17cが形成される。レゾルバロータ62A、62Bは、段差部17cに組み込まれ、ボルトBT3で固定される。このような構造で、レゾルバロータ62A、62Bは、出力軸17及びモータロータ40と一体に回転する。
- [0066] 図5は、実施形態に係るモータが有するモータステータ、モータロータ及びモータ隔壁を拡大して示す断面図である。ハウジング10の蓋部14は、ハウジングベース11にボルトBT4で固定される。蓋部14は、ハウジング軸部12の内部空間SPに突出する凸部が形成され、Oリング等の密封部材SL1により、凸部の外周とハウジング軸部12の内周との間がシールさ

れる。

[0067] ハウジングアウト 13 は、ハウジングベース 11 の外縁側にボルト B T 5 で固定される。ハウジングベース 11 の上面には、ハウジング軸部 12 とハウジングアウト 13 との間で、複数の段差部 11 a、11 b、11 c、11 d、11 e が形成される。ハウジング軸部 12 から径方向外側に向かって段差部 11 a、11 b、11 c、11 d、11 e の順に設けられ、段差部 11 a、11 b、11 c、11 d、11 e の順に上面の高さが低くなる。

[0068] 段差部 11 a の上面に第 2 軸受 21 B の内輪 22 の下端が接する。第 2 軸受 21 B の内輪 22 の上端は、内輪間座 25 に接する。第 2 軸受 21 B の内輪 22 は、段差部 11 a と内輪間座 25 とに挟まれて軸方向の位置が固定される。ロータヨーク 41 の下端側には、内周面から径方向内側に突出するフランジ部 41 a が形成される。フランジ部 41 a の上面に第 2 軸受 21 B の外輪 23 の下端が接する。第 2 軸受 21 B の外輪 23 の上端は、外輪間座 26 に接する。第 2 軸受 21 B の外輪 23 は、フランジ部 41 a と外輪間座 26 とに挟まれて軸方向の位置が固定される。また、ハウジングベース 11 には、段差部 11 b、11 c が形成されているので、第 2 軸受 21 B の外輪 23 及びロータヨーク 41 の下端側は、ハウジングベース 11 と非接触に設けられる。第 2 シール構造 L S 2 は、ハウジングベース 11 の段差部 11 b、11 c と、ロータヨーク 41 の下端側との間に形成された微小隙間で構成される。第 2 シール構造 L S 2 を構成する微小隙間は、例えば 0.05 mm 以上 0.15 mm 以下程度で形成される。第 2 シール構造 L S 2 は、ラビリンス構造を採用することが好ましい。また、ロータヨーク 41 の外周に形成された段差部 41 b に、マグネット 42 の上端が接して位置決めされる。

[0069] 次に、モータ隔壁 50 の詳細な構成について説明する。図 5 に示すように、モータ隔壁 50 は、壁部 51 と、天板部 52 と、フランジ部 53 とを有する。モータ隔壁 50 は、モータロータ 40 の配置された空間（真空雰囲気 V a 側）に、モータステータ 30 の配置された空間（大気雰囲気 A t 側）の気体が流通しないように密閉する隔壁である。

- [0070] 具体的には、モータ隔壁50の壁部51は、軸方向に延在する筒状の部材であり、ステータコア31と、ロータヨーク41に固定されたマグネット42との間に配置される。壁部51は、マグネット42の外周と、第1隙間G1を有して対向する。言い換えると、第1隙間G1は、径方向でモータ隔壁50とモータロータ40との間に形成される隙間である。壁部51の径方向での厚さは、ステータコア31と、ロータヨーク41に固定されたマグネット42との間の隙間の長さの40%以上80%以下である。これにより、モータ隔壁50の強度を向上させることができ、モータ隔壁50の変形を抑制することができる。また、モータ隔壁50と、回転部品であるモータロータ40との接触を抑制することができる。
- [0071] 天板部52は、壁部51の上端側に連結され、径方向外側に延在して設けられる。天板部52は、モータステータ30の少なくとも一部を覆って設けられる。すなわち、天板部52は、軸方向で、ステータコア31、インシュレータ34及び励磁コイル35よりも出力軸17側に配置される。
- [0072] 連結部15は、天板部52の上面及び径方向外側を覆って設けられる。具体的には、連結部15は、連結天板部15a及び連結壁部15bを有する。連結壁部15bは、筒状の部材であり、軸方向に沿って延在し、ハウジングアウト13の内周面と、インシュレータ34及び天板部52の外周面との間に配置される。連結天板部15aは、連結壁部15bの上端側に連結され、径方向内側に延在する。連結天板部15aは、モータ隔壁50の天板部52と重なって設けられる。
- [0073] ハウジングアウト13の内周面には、径方向内側に延在するフランジ部13aが設けられる。連結壁部15bの上端は、フランジ部13aの下面にボルトBT6で固定される。また、モータステータ30のステータコア31は、連結壁部15bの下端にボルトBT7で固定される。このような構成で、モータステータ30は、連結部15を介して、ハウジング10のハウジングアウト13に固定される。
- [0074] 連結天板部15aの内周面15c側の一部は、天板部52と重なって設け

られる。天板部52は、連結天板部15aにボルトBT8により固定される。これにより、天板部52は、連結部15を介してハウジングアウト13に固定される。また、連結天板部15aの下面と、天板部52の上面との間は、Oリング等の密封部材SL3によりシールされる。

[0075] また、連結天板部15aの内周面15cは、ロータヨーク41の外周面41cと、第3隙間G3を有して対向して設けられる。第3隙間G3の大きさは、第1隙間G1の大きさよりも小さい。これにより、第1軸受21A及び第2軸受21Bの摩耗による発塵が、第3隙間G3を通過してレゾルバ60側に流出することを抑制できる。また、上述したように、連結部15がハウジングアウト13に固定されて位置決めされ、これにより、モータロータ40のロータヨーク41と、連結部15との間隔（第3隙間G3）を所定の範囲に確保することができる。

[0076] モータ隔壁50のフランジ部53は、壁部51の下端側に連結され、径方向内側に延在して設けられる。フランジ部53は、ハウジングベース11の段差部11dの上面にボルトBT9により固定される。フランジ部53の下面と、段差部11dの上面との間は、Oリング等の密封部材SL2によりシールされる。このような構成により、モータ隔壁50と、ハウジングベース11と、ハウジングアウト13と、連結部15とで囲まれた空間が密閉される。モータステータ30は、モータ隔壁50と、ハウジングベース11と、ハウジングアウト13と、連結部15とで囲まれた空間に設けられる。モータロータ40及び軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）は、モータ隔壁50と、ハウジングベース11と、ハウジング軸部12と、出力軸17とで囲まれた空間に設けられる。したがって、各構成部品の位置決め精度と、モータ1の剛性を高めることができる。

[0077] モータ隔壁50には非磁性体が用いられる。モータ隔壁50の材質として、例えばオーステナイト系ステンレスが適している。このため、壁部51越しにモータロータ40を駆動する際の磁力（磁界）の低下を抑制することができる。モータ隔壁50は、例えば非磁性ステンレス鋼板に深絞り加工を施

すことで、円筒形状とした一体成形品として形成できる。壁部51は、天板部52及びフランジ部53よりも薄く形成される。具体的には、天板部52及びフランジ部53が数mmの肉厚であるのに対し、壁部51は0.2mm以上0.5mm以下の肉厚まで引き延ばしている。これにより、モータ隔壁50の剛性及び気密性を確保しつつ、モータロータ40を駆動する際の磁氣的な損失を抑制することができる。また、第1隙間G1が小さいので、モータステータ30とモータロータ40との磁氣的結合を向上させることができ、モータロータ40を良好に回転駆動させることができる。

[0078] また、連結部15は、磁性体から構成される。連結部15は、軟磁性体であり、例えば、炭素濃度0.48%以下の低炭素鋼で形成される。低炭素鋼は、例えば、JIS規格で規定されたS45C等が例示される。このため、連結部15はシールドとして機能し、モータステータ30から発生した磁力（磁界）がレゾルバ60側に達することを抑制することができる。なお、連結部15の一部（連結天板部15aの内周面15c）は、真空雰囲気Va側に曝されるので、モータロータ40のロータヨーク41と同様の材料を用いることが好ましい。

[0079] より詳細には、径方向で、連結部15の内周面15cと、ロータヨーク41の外周面41cとの第3隙間G3は、0.1mm以上0.4mm以下程度である。また、連結部15の内周面15cと、ロータヨーク41の外周面41cとの第3隙間G3の、回転中心軸に沿った方向での長さは、1mm以上4mm以下程度である。さらに、連結部15のロータヨーク41と対向する部分の厚さtは、1mm以上である。ここで、厚さtは、連結部15の、ボルトBT10（図6参照）よりも径方向内側（ロータヨーク41側）での厚さである。

[0080] このような構成により、モータステータ30から発生した磁力（磁界）が、ロータヨーク41、第3隙間G3及び連結部15を通してモータステータ30側に戻る磁気回路が形成される。これにより、励磁コイル35を流れる駆動電流Miにより発生する磁力（磁界）が、モータロータ40を伝搬しレ

ゾルバ60側に達することを抑制することができる。この結果、モータ1は、レゾルバ60の位置情報の誤検出を抑制することができる。

[0081] 以上のような構成により、第1軸受21A及び第2軸受21Bの摩耗により金属粉が発生した場合でも、第1軸受21Aの出力軸側に設けられた第1シール構造LS1（図4参照）及び第2軸受21Bのハウジングベース11側に設けられた第2シール構造LS2（図5参照）により、金属粉が真空雰囲気Va側に流出することを抑制できる。また、金属粉が第2軸受21Bの下側（ハウジングベース11側）からモータ1の内部に回り込んだ場合でも、（モータステータ30から発生した磁力（磁界）が壁部51（図5参照）越しに作用する）モータ隔壁50に吸着されたり、（モータステータ30から発生した磁力（磁界）が作用する）連結部15に吸着されたりするため、外部に流出することを抑制することができる。

[0082] 次に、レゾルバ60の構成について説明する。図6は、実施形態に係るモータが有するレゾルバ及びレゾルバ隔壁を拡大して示す断面図である。図6に示すように、レゾルバステータ61A、61Bは、ハウジングアウト13のフランジ部13aの上面に、ボルトBT12により固定される。

[0083] レゾルバステータ61A、61Bは、複数のステータ磁極が円周方向に等間隔に形成された環状の積層鉄心を有し、各ステータ磁極にレゾルバコイルが巻回されている。各レゾルバコイルには、検出信号（レゾルバ信号）Srが出力される配線が接続されている。

[0084] レゾルバロータ62A、62Bは、中空環状の積層鉄心により構成されており、出力軸17の外側の段差部17cに固定されている。レゾルバ60の配設位置は、軸方向でモータステータ30よりも出力軸17側であればよく、モータロータ40（出力軸17）の回転を検出することが可能であれば特に限定されない。

[0085] モータ1を制御するモータ制御回路90（図1参照）は、レゾルバ60の検出信号Srに基づいて、モータステータ30の励磁コイル35に駆動電流Miを供給する。具体的には、モータロータ40が回転すると、モータロー

タ40とともに出力軸17が回転し、連動してレゾルバロータ62A、62Bも回転する。これにより、レゾルバロータ62A、62Bと、レゾルバステータ61A、61Bとの間のリラクタンスが連続的に変化する。レゾルバステータ61A、61Bは、リラクタンスの変化を検出し、RDC93によって検出信号Srをデジタル信号に変換する。モータ1を制御するモータ制御回路90のCPU91は、RDC93の電気信号に基づいて、単位時間当たりのレゾルバロータ62A、62Bと連動する出力軸17及びモータロータ40の位置や回転角度を演算処理することができる。その結果、モータ制御回路90は、出力軸17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）を計測することが可能となる。

[0086] レゾルバ隔壁70は、内側壁部71と、レゾルバ天板部72と、取付部73と、フランジ部74とを有する。内側壁部71は、軸方向に延在する筒状の部材であり、径方向で、レゾルバステータ61A、61Bとレゾルバロータ62A、62Bとの間に設けられる。

[0087] レゾルバ天板部72は、内側壁部71の上端に連結され、径方向外側に延在する。レゾルバ天板部72は、レゾルバステータ61A、61Bを覆って設けられる。また、レゾルバ天板部72の上面が、上述した隔壁上面70aとなる。取付部73は、レゾルバ天板部72よりも径方向外側に設けられ、レゾルバ天板部72よりも肉厚に形成される。取付部73は、ボルトBT1により、ハウジングアウト13の上端に固定される。また、上述したように、取付部73は、ボルト等の固定部材により、チャンバ101の外壁に固定される。

[0088] フランジ部74は、内側壁部71の下端に連結され、径方向内側に延在する。フランジ部74は、連結部15の上面に重なって設けられ、ボルトBT10により連結部15に固定される。フランジ部74の下面と、連結部15の上面との間は、リング等の密封部材SL4によりシールされる。

[0089] このような構成により、レゾルバ隔壁70は、レゾルバロータ62A、62Bの配置された空間（真空雰囲気Va側）に、レゾルバステータ61A、

61Bの配置された空間（大気雰囲気At側）の気体が流通しないように密閉することができる。すなわち、レゾルバステータ61A、61Bは、レゾルバ隔壁70と、ハウジングアウト13と、連結部15とで囲まれた空間に設けられる。レゾルバロータ62A、62Bは、レゾルバ隔壁70と、出力軸17との間の空間に設けられる。

[0090] 内側壁部71の外周面71aは、出力軸17の張出部17dの外周面と、第2隙間G2を有して対向して設けられる。言い換えると、第2隙間G2は、径方向でレゾルバ隔壁70とレゾルバロータ62A、62Bとの間に形成される隙間である。第2隙間G2は、第1隙間G1よりも大きく、かつ、第3隙間G3よりも大きい。

[0091] これにより、第1軸受21A及び第2軸受21Bの摩耗により金属粉が発生した場合でも、金属粉が第3隙間G3を通過する際に（モータステータ30から発生した磁力（磁界）が作用する）連結部15に吸着され、レゾルバ60側に流出することを抑制することができる。また、第2隙間G2が大きく形成されるので、メンテナンス等において、回転部（モータロータ40、レゾルバロータ62A、62B、出力軸17、第1軸受21A及び第2軸受21B）を、出力軸17側に容易に取り外すことができる。

[0092] 次に、差動型のインクリメンタルレゾルバ60Aの詳細な構成について説明する。図7は、実施形態に係るモータが有するインクリメンタルレゾルバの構成を模式的に示す断面図である。図8は、モータ制御回路が有する信号処理回路の構成例を示すブロック図である。

[0093] 図7に示すように、インクリメンタルレゾルバ60Aのレゾルバステータ61Aは、径方向内側に突出するN相、例えば3相18極の凸極A11-A16、B11-B16、C11-C16（第1の磁極）が所定間隔を有して設けられる。複数の凸極A11-A16、B11-B16、C11-C16のそれぞれの凸極の中間位置に3相18極の凸極A21-A26、B21-B26、C21-C26（第2の磁極）が、設けられる。これら複数の凸極は、A11、C21、B11、A21、C11、B21、A12、C22・

・ ・の順に周方向に沿って配列される。各凸極 A 1 1 - C 2 6 には、内周面側の端面に 3 つの歯 T S 1、T S 2、T S 3 が設けられるとともに、中央部に 1 つの励磁巻線 L A 1 1 - L C 2 6 が巻回されている。そのため、180 度の位置の凸極は互いに同相となる。

[0094] レゾルバロータ 6 2 A の外周面には、複数のスロット歯 T R が形成されている。ここで、レゾルバロータ 6 2 A のスロット歯 T R のピッチは、例えば、レゾルバロータ 6 2 A の隣接する 3 つの歯 T R がレゾルバステータ 6 1 A の凸極 A 1 1 の歯 T S 1、T S 2、T S 3 と一致しているものとする、隣接する凸極 C 2 1 の歯 T S 1、T S 2、T S 3 はレゾルバロータ 6 2 A のスロット歯 T R に対して 1 / 3 6 ピッチ分機械的位相ずれを生じるように形成されている。

[0095] 各凸極 A 1 1 - C 2 6 の励磁巻線 L A 1 1 - L C 2 6 は、図示は省略するが、励磁巻線 L A 1 1 - L A 1 6 が直列に接続され、励磁巻線 L B 1 1 - L B 1 6 が直列に接続され、励磁巻線 L C 1 1 - L C 1 6 が直列に接続される。また、励磁巻線 L A 2 1 - L A 2 6 が直列に接続され、励磁巻線 L B 2 1 - L B 2 6 が直列に接続され、励磁巻線 L C 2 1 - L C 2 6 が直列に接続される。

[0096] 図 8 に示すように、インクリメンタルレゾルバ 6 0 A から、レゾルバ信号 f a 1、f a 2、f b 1、f b 2、f c 1、f c 2 が、差動増幅回路 9 5 に出力される。レゾルバ信号 f a 1、f a 2、f b 1、f b 2、f c 1、f c 2 は、それぞれ、直列接続された励磁巻線 L A 1 1 - L A 1 6、L A 2 1 - L A 2 6、L B 1 1 - L B 1 6、L B 2 1 - L B 2 6、L C 1 1 - L C 1 6、L C 2 1 - L C 2 6 からの出力信号である。

[0097] より具体的には、レゾルバ信号 f a 1、f a 2、f b 1、f b 2、f c 1、f c 2 は、下記の式 (1) から式 (6) で表される。

$$f a 1 = A 0 + A 1 \cos \theta + A 2 \cos 2 \theta + A 3 \cos 3 \theta + A 4 \cos 4 \theta \quad \dots \quad (1)$$

$$f b 1 = A 0 + A 1 \cos (\theta - 120^\circ) + A 2 \cos 2 (\theta - 120^\circ)$$

$$\begin{aligned} & \cdot \cdot \cdot \quad (2) \\ & f_{c1} = A_0 + A_1 \cos(\theta + 120^\circ) + A_2 \cos 2(\theta + 120^\circ) \\ & \cdot \cdot \cdot \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \cdot \cdot \quad (4) \\ & f_{a2} = A_0 + A_1 \cos(\theta + 180^\circ) + A_2 \cos 2(\theta + 180^\circ) \\ & \cdot \cdot \cdot \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \cdot \cdot \quad (6) \\ & f_{b2} = A_0 + A_1 \cos(\theta - 300^\circ) + A_2 \cos 2(\theta - 300^\circ) \\ & \cdot \cdot \cdot \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \cdot \cdot \quad (8) \\ & f_{c2} = A_0 + A_1 \cos(\theta + 300^\circ) + A_2 \cos 2(\theta + 300^\circ) \\ & \cdot \cdot \cdot \quad (9) \end{aligned}$$

[0098] レゾルバ信号 f_{a1} 、 f_{a2} 、 f_{b1} 、 f_{b2} 、 f_{c1} 、 f_{c2} が、差動増幅回路95に供給されるので、差動増幅回路95の出力信号 d_a 、 d_b 、 d_c は、下記の式(7)、(8)、(9)で表される。ただし、出力信号 d_a は、レゾルバ信号 f_{a1} と、レゾルバ信号 f_{a2} との差分として出力される信号である。出力信号 d_b は、レゾルバ信号 f_{b1} と、レゾルバ信号 f_{b2} との差分として出力される信号である。出力信号 d_c は、レゾルバ信号 f_{c1} と、レゾルバ信号 f_{c2} との差分として出力される信号である。

$$d_a = 2A_1 \cos \theta + 2A_3 \cos 3\theta \quad \cdot \cdot \cdot \quad (7)$$

$$\begin{aligned} d_b &= 2A_1 \cos(\theta - 120^\circ) + 2A_3 \cos 3(\theta - 120^\circ) \\ &\cdot \cdot \cdot \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_c &= 2A_1 \cos(\theta + 120^\circ) + 2A_3 \cos 3(\theta + 120^\circ) \\ &\cdot \cdot \cdot \quad (9) \end{aligned}$$

[0099] 差動増幅回路95の3相の出力信号 d_a 、 d_b 、 d_c は、相変換回路96に供給される。相変換回路96は、出力信号 d_a 、 d_b 、 d_c を、下記の式

(10)、(11)で表される、3次高調波歪を打ち消した2相交流信号 $f_c(\theta)$ および $f_s(\theta)$ に変換する。

$$f_c(\theta) = 3A_1 \cos \theta / 2 = \sin \omega t \times \cos \theta \quad \dots \quad (10)$$

$$f_s(\theta) = 3A_1 \sin \theta / 2 = \sin \omega t \times \sin \theta \quad \dots \quad (11)$$

[0100] これら2相交流信号 $f_c(\theta)$ 、 $f_s(\theta)$ が信号処理回路(RDC93)に供給される。RDC93では、初期状態でカウンタ93fが零にクリアされており、これによってデジタル回転角度 ϕ が「0」にセットされる。

[0101] そのため、乗算器93aの乗算出力は $\sin \omega t \times \sin \theta$ となり、乗算器93bの乗算出力は「0」となる。減算器93cの減算出力すなわち $V \sin \omega t \times \sin(\theta - \phi)$ は $V \sin \omega t \times \sin \theta$ となり、これが同期整流器93dに供給される。同期整流器93dで励磁電圧成分が除去された出力 $V \sin \theta$ が出力され、これが速度検出信号としてCPU91(図1参照)に出力される。また、同期整流器93dの出力 $V \sin \theta$ は、電圧制御発振器93eに供給されて電圧に応じたパルス信号に変換され、これがカウンタ93fに供給される。これにより、カウンタ93fのカウント値(デジタル回転角度 ϕ)が位相角 θ と等しい値となる。

[0102] この状態で、レゾルバロータ62Aが同一方向に回転を継続すると、減算器93cの出力が位相角 θ のデジタル回転角度 ϕ に対する増加分だけ増加し、これに応じて同期整流器93dの出力も位相角 θ の増加分だけ増加することから、カウンタ93fのカウント値が位相角 θ の増加分だけカウントアップされて、レゾルバロータ62Aの回転に応じた現在のデジタル回転角度 ϕ が出力される。

[0103] そして、CPU91により、インクリメンタルレゾルバ60Aからの速度検出信号等に基づいて回転速度や位置決めの制御が行われる。このように、インクリメンタルレゾルバ60Aとして差動型レゾルバが採用されているので、モータステータ30から発生する磁力(磁界)による誤検出を抑制する

ことができる。

[0104] 次に、モータ1のCPU91が有するレゾルバ60（インクリメンタルレゾルバ60A及びアブソリュートレゾルバ60B）の動作シーケンスの一例について説明する。図9は、インクリメンタルレゾルバ及びアブソリュートレゾルバの駆動方法を説明するためのフローチャート図である。

[0105] 図9に示すように、モータ1の電源投入時に、CPU91は、まずアブソリュートレゾルバ60Bを励磁する（ステップST1）。これにより、CPU91は、アブソリュートレゾルバ60Bからの絶対角度情報に基づいて、電源投入時のモータロータ40の角度（位置）を確定することができる。

[0106] 次に、CPU91は、アブソリュートレゾルバ60Bの励磁を停止し（ステップST2）、インクリメンタルレゾルバ60Aを励磁する（ステップST3）。これにより、CPU91は、上述したように、インクリメンタルレゾルバ60Aからのレゾルバ信号fa1、fa2、fb1、fb2、fc1、fc2に基づいて、精密な位置を検出することができる。

[0107] CPU91は、インクリメンタルレゾルバ60Aからの位置情報、速度検出信号等に基づいてモータ1を駆動し（ステップST4）、回転速度や位置決め制御を実行する。アブソリュートレゾルバ60Bは、モータ1の駆動時には、モータステータ30から発生する磁力（磁界）を遮蔽するシールドとして機能し、モータステータ30から発生する磁力（磁界）がインクリメンタルレゾルバ60A側に達することを抑制することができる。

[0108] なお、上述したモータ1の各構成要素の形状や構成はあくまで一例であり、適宜変更してもよい。例えば、レゾルバ隔壁70は一体に形成される場合に限定されず、複数に分割されていてもよい。また、各構成要素の固定構造やシール構造も適宜変更してもよい。

[0109] 以上説明したように、本実施形態のモータ1は、ハウジング10と、モータステータ30と、モータロータ40と、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）と、シール構造LSと、レゾルバ60と、を有する。ハウジング10は、ハウジングベース11と、ハウジングベース11に設けられ、回転

中心軸 A X に沿った方向に延在するハウジング軸部 1 2 と、を含む。モータステータ 3 0 は、ハウジング軸部 1 2 の径方向外側に配置される。モータロータ 4 0 は、モータステータ 3 0 とハウジング軸部 1 2 との間に設けられる。軸受は、モータロータ 4 0 の径方向内側に設けられ、モータロータ 4 0 をハウジング軸部 1 2 に回転可能に支持する。シール構造 L S は、モータロータ 4 0 の出力軸 1 7 側で、モータロータ 4 0 とハウジング軸部 1 2 との間を密封する。レゾルバ 6 0 は、モータロータ 4 0 の回転を検出する。レゾルバ 6 0 は、軸受よりも径方向外側であって、かつ、回転中心軸 A X に沿った方向で、モータステータ 3 0 よりも出力軸 1 7 側に設けられる。

[0110] これによれば、軸受は、モータロータ 4 0 の径方向内側に設けられる。モータロータ 4 0 の出力軸 1 7 側は、使用時に蓋等で封止されるため、軸受での発塵が外部の、例えば真空雰囲気 V a 側へ流出することを抑制できる。また、軸受の摩耗により発生した発塵（金属粉）がモータ 1 内部に回り込んだ場合でも、（モータステータ 3 0 の磁力（磁界）により）モータ隔壁 5 0 に金属粉が吸着される。したがって、モータ 1 は、内部で発生した発塵が外部に流出することを抑制することができる。また、レゾルバ 6 0 側に金属粉が流出することが抑制されるので、レゾルバ 6 0 の検出精度の低下を抑制することができる。

[0111] また、モータ 1 は、モータステータ 3 0 とモータロータ 4 0 との間に設けられ、モータステータ 3 0 の配置された空間とモータロータ 4 0 の配置された空間とを区分するモータ隔壁 5 0 を有する。これによれば、モータ隔壁 5 0 により、モータステータ 3 0 が配置された大気雰囲気側の気体が、モータロータ 4 0 が配置された真空雰囲気側に流出することを抑制することができる。

[0112] また、モータ 1 において、レゾルバ 6 0 は、モータロータ 4 0 に連結されたレゾルバロータ 6 2 A、6 2 B と、レゾルバロータ 6 2 A、6 2 B の径方向外側に設けられ、励磁コイルを有するレゾルバステータ 6 1 A、6 1 B と、を有し、レゾルバロータ 6 2 A、6 2 B とレゾルバステータ 6 1 A、6 1

Bとの間にレゾルバ隔壁70が設けられる。これによれば、レゾルバ隔壁70により、レゾルバロータ62A、62Bが配置された空間とレゾルバステータ61A、61Bが配置された空間とが区分され、レゾルバステータ61A、61Bが配置された大気側の気体が、レゾルバロータ62A、62Bが配置された真空雰囲気側に流出することを抑制することができる。また、角度検出器としてレゾルバ60が用いられ、モータ1内に電子的な素子が配置されない。このため、モータ1が高温環境下で使用される場合であっても、良好に角度を検出できる。

[0113] また、モータ1において、モータロータ40の外径は、レゾルバロータ62A、62Bの外径よりも小さい。これによれば、モータロータ40及びレゾルバロータ62A、62Bを含む回転構造体を、出力軸17側から一体に引き抜くことができるので、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）の交換やメンテナンスが容易である。

[0114] また、モータ1において、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）は、無潤滑であり、ハウジング軸部12に設けられた内輪22と、モータロータ40に設けられた外輪23と、内輪22と外輪23との間に設けられた転動体24と、を有し、内輪22、外輪23及び転動体24のうち、少なくとも転動体24はセラミックス製である。これによれば、軸受の転動体24からの、摩耗による発塵や、高温環境下での発ガスを抑制することができる。

[0115] また、モータ1において、軸受（第1軸受21A及び第2軸受21B）は、無潤滑であり、ハウジング軸部12に設けられた内輪22と、モータロータ40に設けられた外輪23と、内輪22と外輪23との間に設けられた転動体24と、を有し、内輪22及び外輪23は、磁性のある鉄系部材が使用される。これによれば、軸受の摩耗による発塵がモータ1の内部に回り込んだ場合でも、良好にモータステータ30やモータロータ40の永久磁石に金属粉が吸着される。

[0116] また、モータ1において、回転中心軸AXに沿った方向で、モータステータ30とレゾルバ60との間に磁性体から構成される連結部15が配置され

ている。これによれば、連結部15は、モータステータ30から発生する磁力（磁界）をシールドすることができるので、レゾルバ60の検出精度を向上させることができる。また、連結部15は、摩耗により発生した金属粉を吸着することができる。

[0117] また、モータ1は、モータロータ40の出力軸17側に設けられ、軸受の外輪23に固定される外輪押さえ部（段差部17b）と、ハウジング軸部12の出力軸17側に設けられ、軸受の内輪22に固定される内輪押さえ部16と、を有し、シール構造LSは、外輪押さえ部と内輪押さえ部16とで形成されたラビリンス構造を有する。これによれば、軸受の摩耗等で発生するモータ1からの発塵が、シール構造LSで遮蔽され、外部に流出することを抑制することができる。

[0118] また、モータ1において、モータステータ30は、モータロータ40の配置された空間よりも大気側の空間に配置される。これによれば、モータステータ30がモータロータ40と同じ空間、例えば真空雰囲気Vaに配置された場合に比べて、モータステータ30の冷却効率を高めることができる。

[0119] また、モータ1において、モータロータ40は、サマリウムコバルト永久磁石を含む。これによれば、モータ1が高温環境で使用された場合であってもマグネット42が減磁しないので、良好にモータロータ40を回転駆動させることができる。

[0120] また、モータ1において、レゾルバ60の検出信号Srに基づいて、モータステータ30の励磁コイル35に駆動電流Miを供給するモータ制御回路90を備える。これによれば、モータ制御回路90は、レゾルバ60の検出信号Srに基づいて、回転トルクや速度リップルを常時監視することができる。これにより、例えば軸受の異常の発生等を早期に発見することができ、あるいは、軸受の交換時期を把握することができる。

[0121] （第1変形例）

図10は、第1変形例に係るモータを模式的に示す断面図である。図10に示すように、第1変形例に係るモータ1Aは、上述した実施形態と比べて

、ハウジング10のハウジング軸部12Aが中実の柱状である構成が異なる。すなわち、ハウジング軸部12Aの内部には内部空間SPが形成されていない。これにより、第1変形例に係るモータ1Aは、ハウジング10の構成を簡易にすることができる。また、内輪押さえ部16Aも開口を有さない円板状とすることができる。また、本変形例では、内部空間SPを密封するための蓋部14（図2参照）を設ける必要がない。このため、内部空間SPと大気雰囲気Atとの間のシール構造（図5の密封部材SL1参照）も省略することができる。

[0122]（第2変形例）

図11は、第2変形例に係るモータの一部を模式的に示す平面図である。図12は、モータ巻線が設けられたモータの一部を模式的に示す平面図である。図11は、モータ1Bの一部、具体的には、モータステータ30A及びモータロータ40を模式的に示す平面図である。

[0123] 図11に示すように、モータステータ30Aは、ステータコア31Aと、インシュレータ34（図12参照）と、モータ巻線35a（励磁コイル35）（図12参照）とを含む。ステータコア31Aは、バックヨーク32Aとティース33A（突極）とを有する。バックヨーク32Aは、環状の部材であり、ティース33Aは、バックヨーク32Aに周方向に複数配置され、等間隔で並ぶ。ティース33Aは、それぞれ、バックヨーク32Aの内周面から径方向内側に突出して、ストレート形状に形成される。すなわち、ティース33Aは、延在方向の端部で、周方向に突出する部分を有さず、延在方向に沿って一定の幅を有して形成される。

[0124] 励磁コイル35は、インシュレータ34を介してステータコア31Aのティース33Aにそれぞれ巻きつけられる。第2変形例では、ティース33Aは、ストレート形状に形成されるので、モータ巻線35aは、あらかじめ外部で巻き回され励磁コイル35として形成された状態で、ティース33Aに挿入される。これにより、ティース33Aにモータ巻線35aを巻き回して励磁コイル35を形成する場合に比べて、モータ巻線35aの巻数（占積率

)を向上させることができ、この結果、モータ巻線35aに流れる駆動電流 M_i によるモータ1Bの温度上昇を抑制することができる。

[0125] (第3変形例)

図13は、第3変形例に係るモータの、第1軸受を拡大して示す断面図である。図13に示すように、第3変形例に係るモータ1Cにおいて、上述した実施形態、第1変形例及び第2変形例と比べて、第1軸受21Aが、予圧ばね18により定圧予圧が付与される定圧予圧方式の回転支持構造が形成される構成が異なる。

[0126] 第1軸受21Aの外輪23は、外輪間座26により位置決めされ、内輪22は、予圧ばね18により定圧予圧が付与される。つまり、第3変形例では、内輪間座25(図4参照)が設けられていない。より詳細には、内輪押さえ部16Aは、第1軸受21Aの内輪22の内周側及び上側を覆うように設けられる。内輪押さえ部16Aのフランジ部16Aaは、径方向内側に突出して設けられ、ボルトBT1によりハウジング軸部12に固定される。

[0127] 重畳部16Acは、第1軸受21Aの内輪22のハウジングベース11と反対側に設けられる。重畳部16Acは、第1軸受21Aの内輪22の上側、及び、内輪22と外輪23との隙間を覆って配置される。重畳部16Acには、下側(内輪22側)に開口する溝部16Abが設けられる。予圧ばね18は、溝部16Ab内に配置される。溝部16Abは、周方向に沿って環状に形成され、予圧ばね18は、内輪22に沿って周方向に複数配置される。また、予圧ばね18と内輪22との間にプレート19が設けられる。プレート19は、重畳部16Ac(溝部16Ab)と対向する環状の部材であり、プレート19の上面と、重畳部16Acの下面とは、非接触に配置される。

[0128] このような構成により、予圧ばね18は、第1軸受21Aに定圧予圧を付与することができる。したがって、モータ1Cが高温環境下で使用される場合であっても、定位置予圧に比べて予圧の変化を抑制することができる。

[0129] なお、第3変形例では、重畳部16Acの上面及び外周面と、出力軸17

の内周面及びフランジ部17aとの間の微小隙間により第1シール構造LS1が構成される。なお、図13に示す予圧ばね18は、圧縮コイルばねである。ただしこれに限定されず、予圧ばね18は、定圧予圧を付与できる構成であればよく、他の種類のばねであってもよい。また、予圧ばね18を保持する内輪押さえ部16Aの構成もあくまで一例であり、適宜変更することができる。

[0130] (第4変形例)

図14は、第4変形例に係るモータの、第1軸受を拡大して示す断面図である。図14に示すように、第4変形例に係るモータ1Dは、上述した第3変形例と同様に、予圧ばね18により定圧予圧が付与される定圧予圧方式の回転支持構造が形成される。第4変形例では、第3変形例に対して、外輪間座26が受け部26aを有する構成が異なる。受け部26aは、外輪間座26の内周面から径方向内側に突出し、外輪23と内輪22との隙間を覆って設けられる。受け部26aの第1軸受21Aと対向する面には、溝部26bが形成される。受け部26a及び溝部26bは、第1軸受21Aと重畳して環状に形成される。

[0131] これにより、第4変形例のモータ1Dは、第1軸受21Aの摩耗により発生した発塵が、受け部26aに溜められるので、発塵が第1シール構造LS1及び第2シール構造LS2の外部に流出しすることを抑制できる。

[0132] さらに、本実施形態のモータ1は、以下の態様をとることができる。

(1-1) 前記モータステータは、電磁鋼板を重ね合わせて形成され、バックヨークと突極とを有するステータコアと、前記突極に設けられ、耐熱性を有するモータ巻線と、
を有し、

前記モータロータは、磁性体で形成されるロータヨークと、前記ロータヨークに設けられる複数のマグネットと、を有し、

前記モータ隔壁は、非磁性体で構成される。

(1-2) 前記ステータコアは、前記モータ隔壁を介して複数の前記マグネ

ットの径方向外側に配置される。

(1-3) 前記ステータコアは、接着鋼板又は型内かしめで形成される。

(1-4) 前記突極は、前記バックヨークの内周面から径方向内側に突出してストレート形状に形成される。

(1-5) 前記ステータコアは、前記ハウジングに対してボルトで締結される。

(1-6) 前記ハウジングは、前記ハウジング軸部の径方向外側に設けられる筒状のハウジングアウトを有し、

前記モータステータは、前記ハウジングアウトの内周面と空間を有して対向して配置される。

(1-7) 前記ステータコアと前記モータ巻線とを絶縁する絶縁材を有し、

前記モータ巻線及び前記絶縁材は、200℃以上の耐熱性を有する。

(1-8) 前記モータ隔壁の厚さは、前記マグネットと前記ステータコアとの間の隙間の40%以上80%以下である。

(1-9) 前記モータ隔壁は、オーステナイト系ステンレス鋼で形成される。

(1-10) 前記マグネットは、サマリウムコバルト永久磁石である。

[0133] (2-1) 前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータと前記レゾルバとの間に磁性体から構成される連結部が配置されており、

前記連結部は、前記モータロータの径方向外側に配置され、かつ、前記モータステータの前記レゾルバ側を覆って設けられ、前記モータステータに固定される。

(2-2) 前記連結部は、炭素濃度0.45%以下の低炭素鋼で形成される。

(2-3) 前記モータロータと前記連結部との間隔の、径方向での長さは、0.1mm以上0.4mm以下であり、

前記モータロータと前記連結部との間隔の、前記回転中心軸に沿った方向での長さは、1mm以上4mm以下である。

(2-4) 前記ハウジングは、前記ハウジング軸部の径方向外側に設けられ、筒状のハウジングアウトを有し、

前記モータステータは、前記ハウジングアウトの内周面と空間を有して対向して配置され、

前記ハウジングアウトは非磁性体で形成され、前記連結部は、前記ハウジングアウトに固定される。

[0134] (3-1) 前記レゾルバは、差動型のインクリメンタルレゾルバを含む。

(3-2) 前記レゾルバは、さらにアブソリュートレゾルバを含み、

前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータ、前記アブソリュートレゾルバ、前記インクリメンタルレゾルバの順に配置される。

(3-3) 前記アブソリュートレゾルバ及び前記インクリメンタルレゾルバは、それぞれ、励磁コイルを有するレゾルバステータと、前記レゾルバステータの径方向内側に設けられたレゾルバロータと、を有し、

前記アブソリュートレゾルバの前記レゾルバロータは、低炭素鋼で形成される。

(3-4) 前記アブソリュートレゾルバ及び前記インクリメンタルレゾルバは、それぞれ、励磁コイルを有するレゾルバステータと、前記レゾルバステータの径方向内側に設けられたレゾルバロータと、を有し、

前記インクリメンタルレゾルバの前記レゾルバロータは、低炭素鋼で形成され、複数の凸極を有して構成される。

(3-5) 前記レゾルバは、励磁コイルを有するレゾルバステータと、前記レゾルバステータの径方向内側に設けられたレゾルバロータと、を有し、

前記レゾルバロータと前記レゾルバステータとの間に、非磁性体で形成されるレゾルバ隔壁が設けられる。

[0135] (4-1) 前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記軸受の外輪に固定される外輪押さえ部と、

前記ハウジング軸部の軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記軸受の内輪に固定される内輪押さえ部と、を有し、

前記レゾルバは、前記モータロータに連結されたレゾルバロータと、前記レゾルバロータの径方向外側に設けられ、励磁コイルを有するレゾルバステータと、を有し、前記軸受よりも径方向外側であって、かつ、前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータよりも軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、

前記モータロータの外径は、前記レゾルバロータの外径よりも小さい。

(4-2) 前記モータロータは、ロータヨーク及び前記ロータヨークの外周に沿って設けられた複数の磁石を有し、

前記レゾルバ隔壁の内径は、前記磁石の外径よりも大きい。

(4-3) 前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータと前記レゾルバとの間に設けられ、磁性体から構成される連結部を有し、

前記モータロータは、ロータヨーク及び前記ロータヨークの外周に沿って設けられた複数の磁石を有し、

前記連結部の内径は、前記磁石の外径よりも大きい。

(4-4) 前記軸受は、前記ロータヨークの径方向内側に配置される。

(4-5) 径方向で、前記軸受と前記ハウジング軸部との間に隙間が形成される。

(4-6) 前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられる出力軸を有し、

前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側の端部には、軸方向に突出する突出部が設けられ、

前記出力軸は、前記突出部の径方向内側に固定される。

(4-7) 前記連結部は、前記モータロータの径方向外側に配置され、かつ、前記モータステータの前記レゾルバ側を覆って設けられ、前記モータステータに固定される。

[0136] (5-1) 前記モータロータの軸方向で、前記軸受の前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記モータロータと前記ハウジング軸部との間を密封する第1シール構造と、

前記モーターロータの軸方向で、前記軸受の前記ハウジングベース側に設けられ、前記モーターロータと前記ハウジングベースとの間を密封する第2シール構造と、

前記モーターロータの回転を検出するレゾルバと、を有し、

前記レゾルバは、前記軸受よりも径方向外側であって、かつ、前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータよりも軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、

前記軸受は、無潤滑であり、前記ハウジング軸部に設けられた内輪と、前記モーターロータに設けられた外輪と、前記内輪と前記外輪との間に設けられた転動体と、を有する。

(5-2) 前記軸受の前記内輪、前記外輪及び前記転動体のうち、少なくとも前記転動体はセラミックス製である。

(5-3) 前記軸受の前記内輪及び前記外輪は、磁性を有するステンレス鋼で形成される。

(5-4) 前記モーターロータは、ロータヨーク及び前記ロータヨークの外周に沿って設けられた複数の磁石を有し、

前記ロータヨークは、複数の前記磁石の径方向内側に配置され、

前記軸受は、前記ロータヨークの径方向内側に配置される。

(5-5) 前記軸受は、背面組合せで配列された複数のアンギュラ玉軸受を有する。

(5-6) 前記第1シール構造及び前記第2シール構造の少なくとも一方は、0.05mm以上0.15mm以下の隙間で形成されたラビリンス構造を有する。

(5-7) 前記軸受は、前記軸方向に沿って配列された第1軸受及び第2軸受を有し、

前記第1軸受の内輪と前記第2軸受の内輪との間に設けられた内輪間座と、

前記第1軸受の外輪と前記第2軸受の外輪との間に設けられた外輪間座と

、を有する。

(5-8) 前記軸受の内輪の、前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記ハウジング軸部に固定される内輪押さえ部と、

前記内輪押さえ部と前記軸受との間に設けられ、前記軸受に定圧予圧を付与する予圧ばねと、を有する。

(5-9) 前記軸受は、前記軸方向に沿って配列された第1軸受及び第2軸受を有し、

前記第1軸受の外輪と前記第2軸受の外輪との間に設けられた外輪間座と、

前記外輪間座の内周面から径方向内側に突出し、前記外輪と前記内輪との隙間を覆って設けられる受け部と、を有する。

符号の説明

- [0137] 1、1A、1B、1C、1D モータ
- 10 ハウジング
 - 11 ハウジングベース
 - 12 ハウジング軸部
 - 15 連結部
 - 17 出力軸
 - 21A 第1軸受
 - 21B 第2軸受
 - 22 内輪
 - 23 外輪
 - 24 転動体
 - 30 モータステータ
 - 40 モータロータ
 - 41 ロータヨーク
 - 50 モータ隔壁
 - 60 レゾルバ

6 0 A インクリメンタルレゾルバ
6 0 B アブソリュートレゾルバ
6 1 A、6 1 B レゾルバステータ
6 2 A、6 2 B レゾルバロータ
7 0 レゾルバ隔壁
9 0 モータ制御回路
1 0 0 半導体製造装置
1 0 1 チャンバ
1 1 1 搬送テーブル
A t 大気雰囲気
V a 真空雰囲気

請求の範囲

- [請求項1] ハウジングベースと、前記ハウジングベースに設けられ、回転中心軸に沿った方向に延在するハウジング軸部と、を含むハウジングと、前記ハウジング軸部の径方向外側に配置されたモータステータと、前記モータステータと前記ハウジング軸部との間に設けられたモータロータと、
- 前記モータロータの径方向内側に設けられ、前記モータロータを前記ハウジング軸部に回転可能に支持する軸受と、
- 前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記モータロータと前記ハウジング軸部との間を密封するシール構造と、
- 前記モータロータの回転を検出するレゾルバと、を有し、
- 前記レゾルバは、前記軸受よりも径方向外側であって、かつ、前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータよりも軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられる
- モータ。
- [請求項2] 前記モータステータと前記モータロータとの間に設けられ、前記モータステータの配置された空間と前記モータロータの配置された空間とを区分するモータ隔壁を有する
- 請求項1に記載のモータ。
- [請求項3] 前記レゾルバは、前記モータロータに連結されたレゾルバロータと、前記レゾルバロータの径方向外側に設けられ、励磁コイルを有するレゾルバステータと、を有し、
- 前記レゾルバロータと前記レゾルバステータとの間にレゾルバ隔壁が設けられる
- 請求項2に記載のモータ。
- [請求項4] 前記モータロータの外径は、前記レゾルバロータの外径よりも小さい

請求項3に記載のモータ。

[請求項5] 前記軸受は、無潤滑であり、前記ハウジング軸部に設けられた内輪と、前記モータロータに設けられた外輪と、前記内輪と前記外輪との間に設けられた転動体と、を有し、

前記内輪、前記外輪及び前記転動体のうち、少なくとも前記転動体はセラミックス製である

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項6] 前記軸受は、無潤滑であり、前記ハウジング軸部に設けられた内輪と、前記モータロータに設けられた外輪と、前記内輪と前記外輪との間に設けられた転動体と、を有し、

前記内輪及び前記外輪は、磁性のある鉄系部材が使用される

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項7] 前記回転中心軸に沿った方向で、前記モータステータと前記レゾルバとの間に磁性体から構成される連結部が配置されている

請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項8] 前記モータロータの軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記軸受の外輪に固定される外輪押さえ部と、前記ハウジング軸部の軸方向で前記ハウジングベースと反対側に設けられ、前記軸受の内輪に固定される内輪押さえ部と、を有し、

前記シール構造は、前記外輪押さえ部と前記内輪押さえ部とで形成されたラビリンス構造を有する

請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項9] 前記モータステータは、前記モータロータの配置された空間よりも大気側の空間に配置される

請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項10] 前記モータロータは、サマリウムコバルト永久磁石を含む

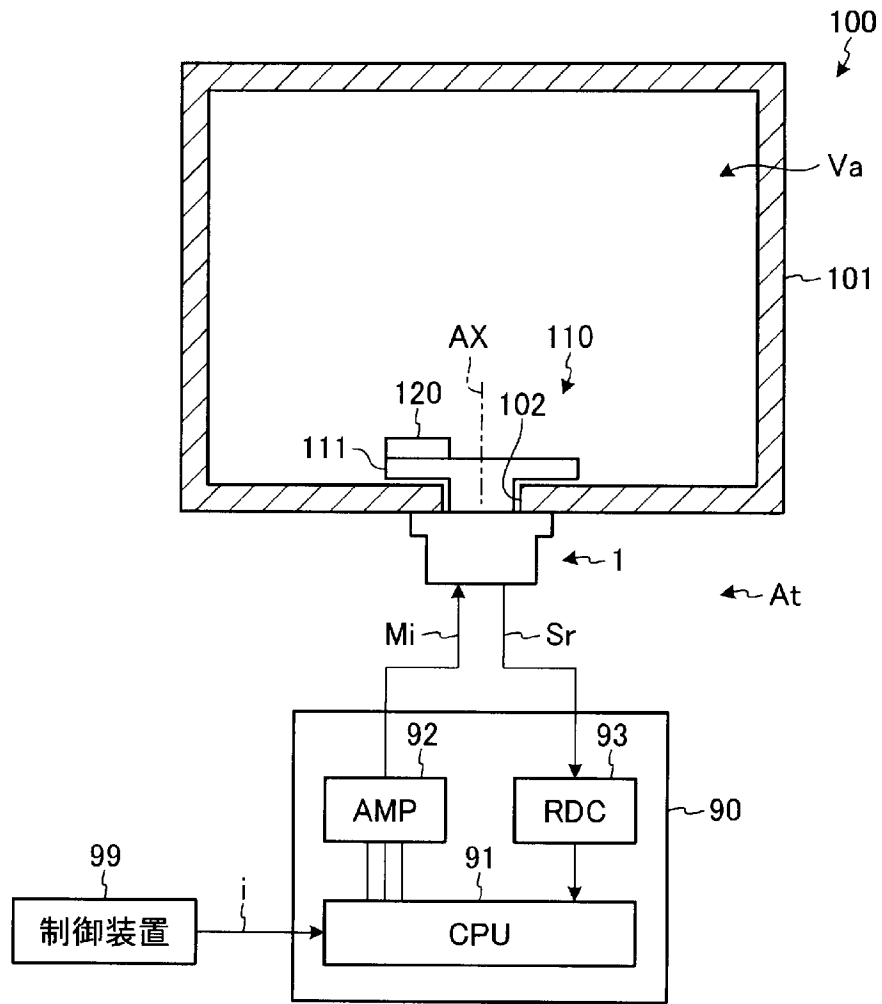
請求項1から請求項9のいずれか1項に記載のモータ。

[請求項11] 前記レゾルバの検出信号に基づいて、前記モータステータの励磁コ

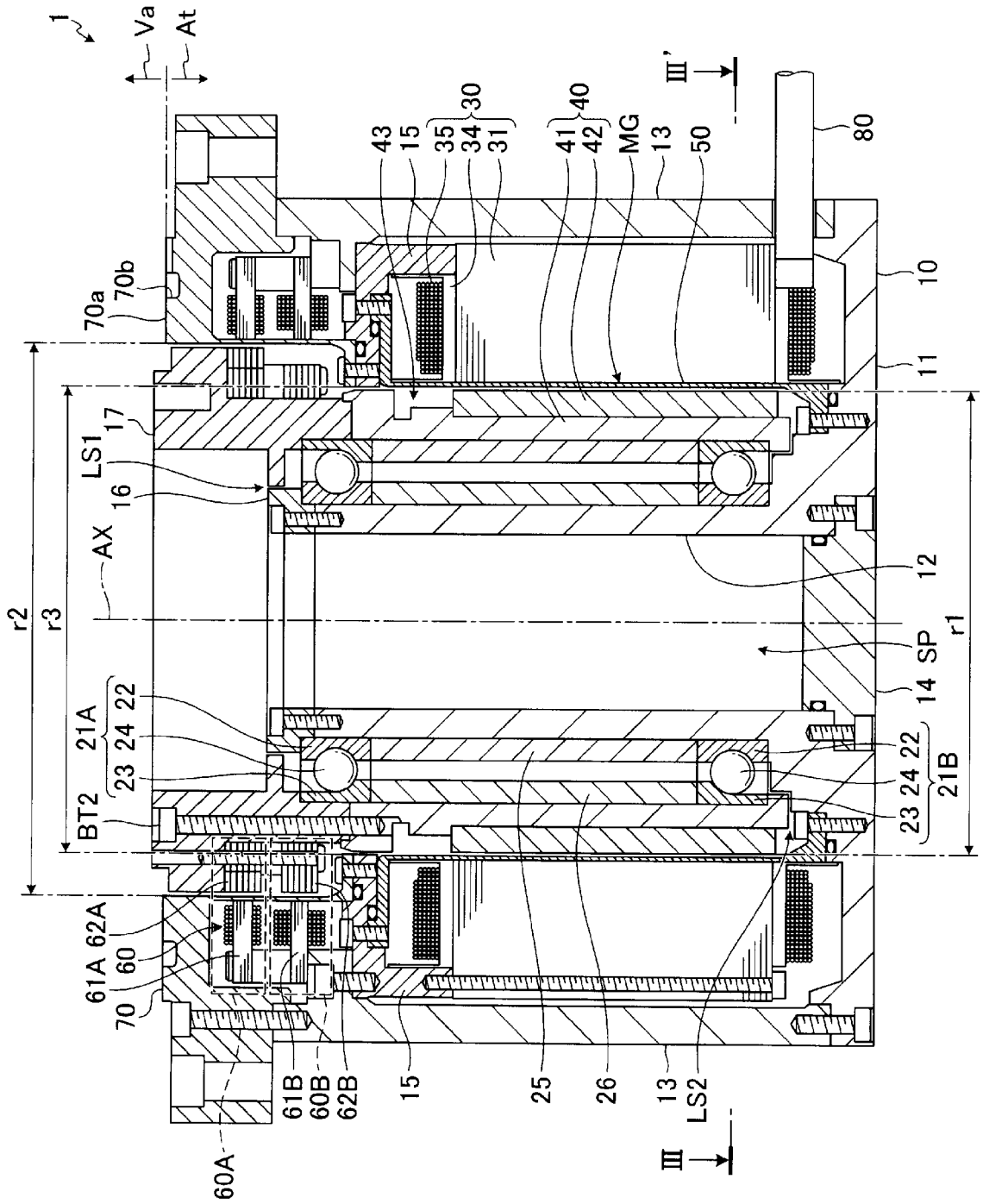
イルに駆動電流を供給するモータ制御回路を備える

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載のモータ。

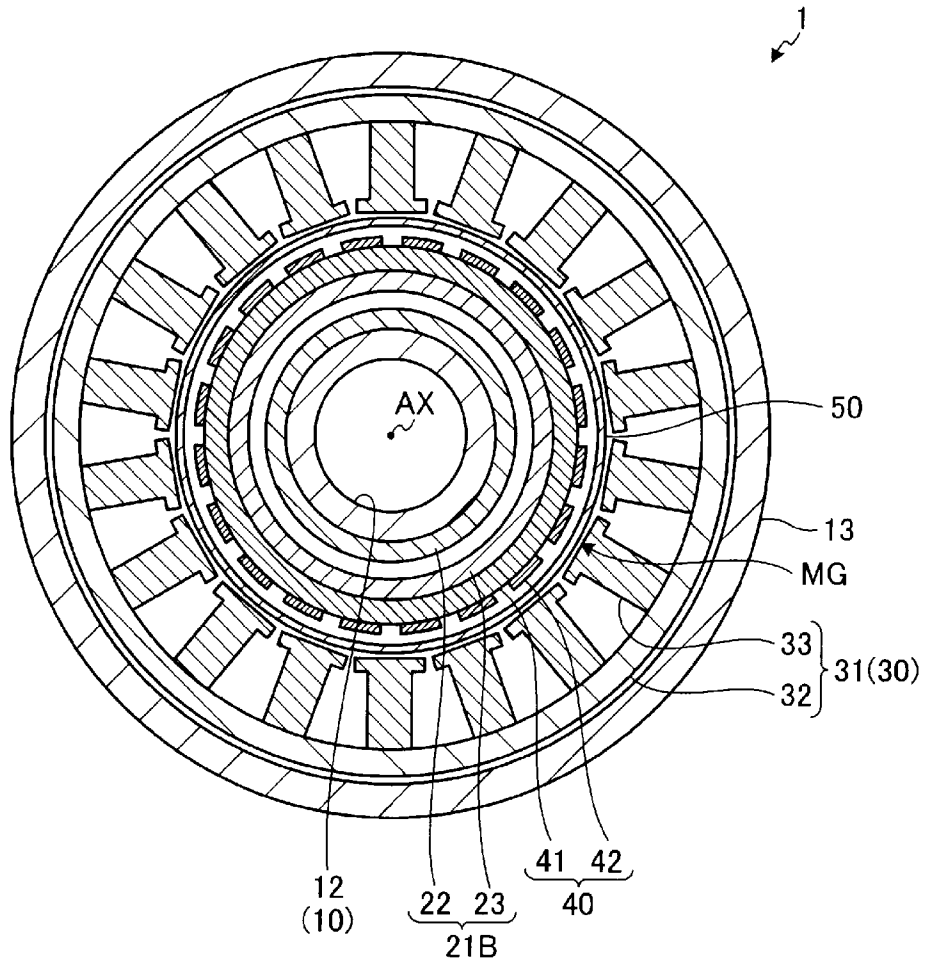
[図1]



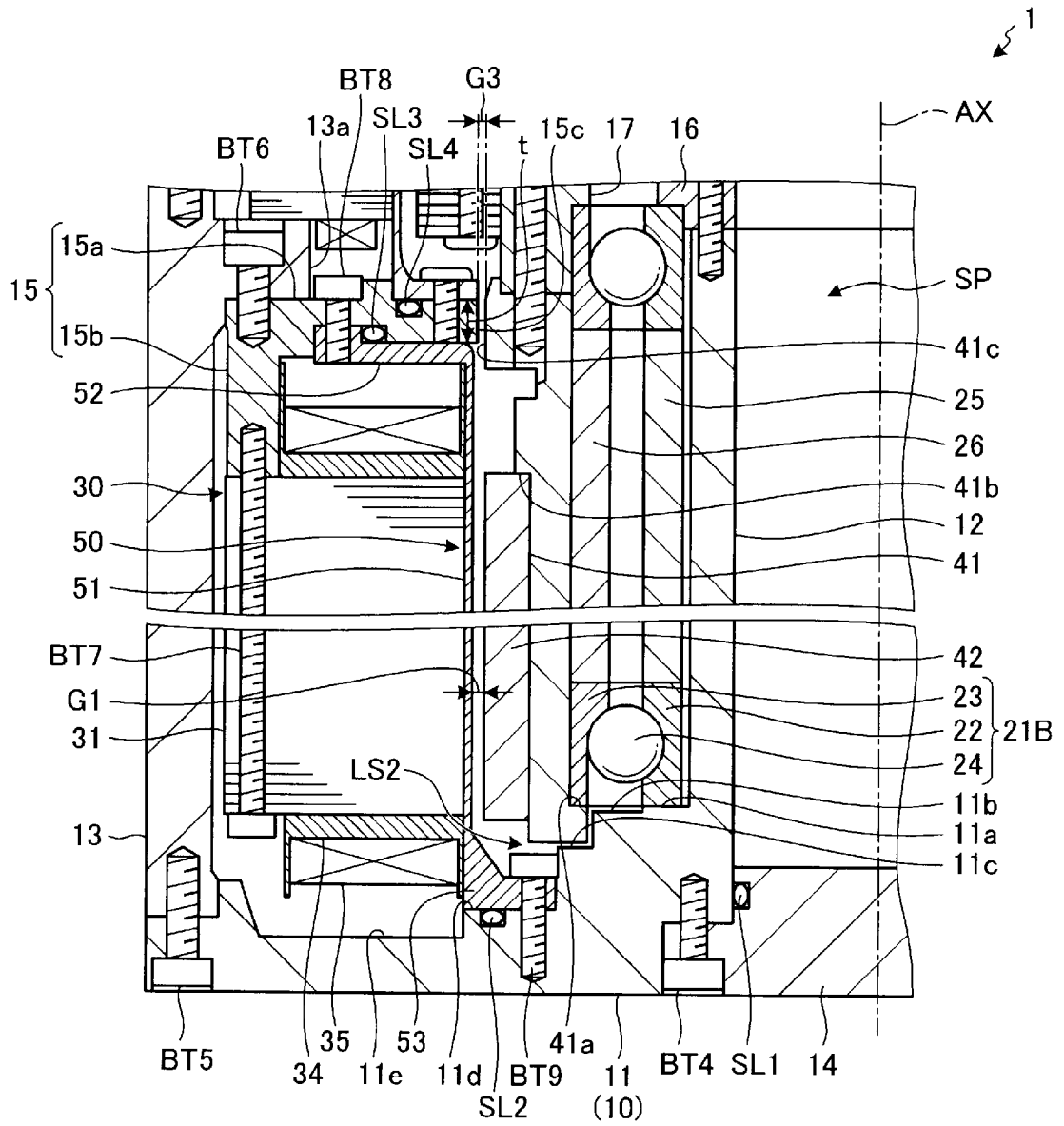
[図2]



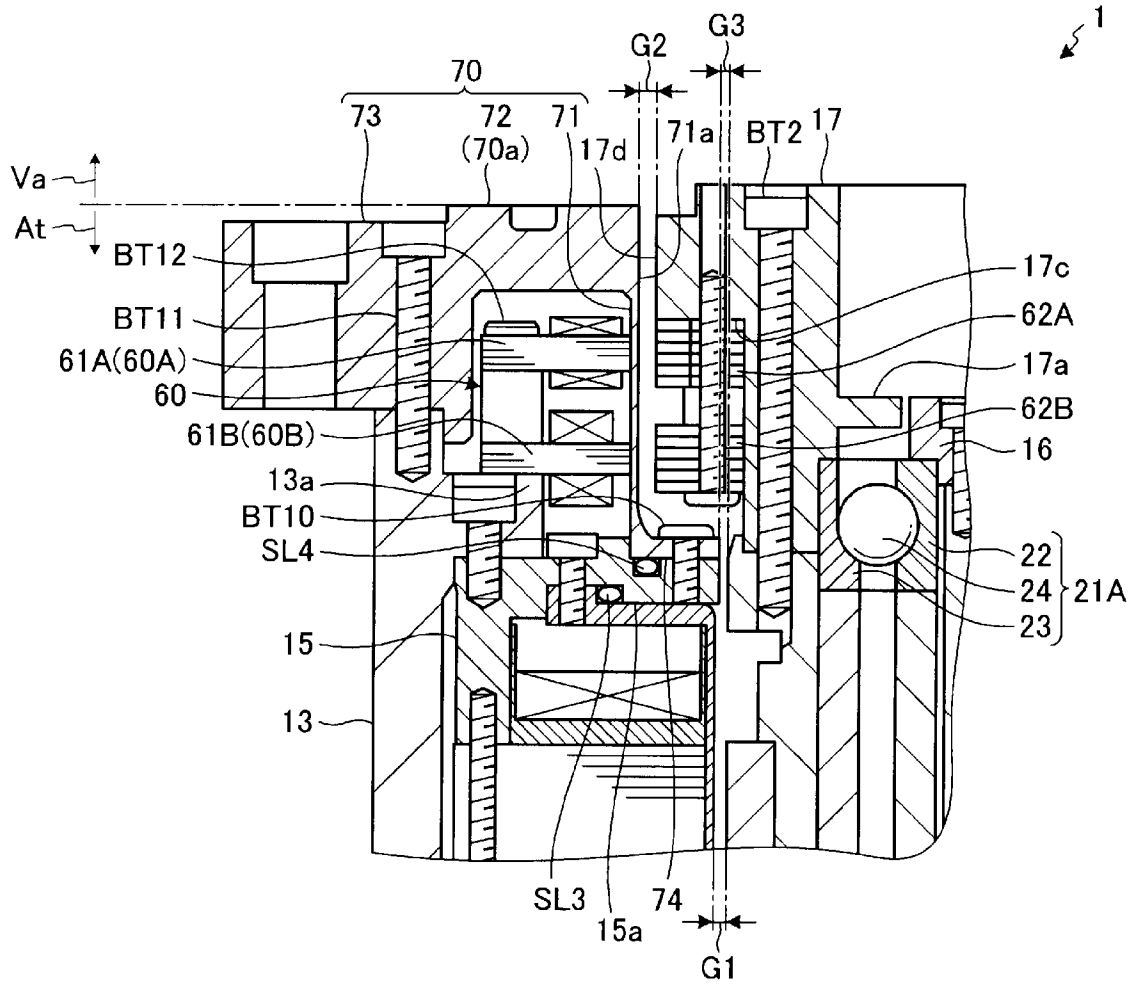
[図3]



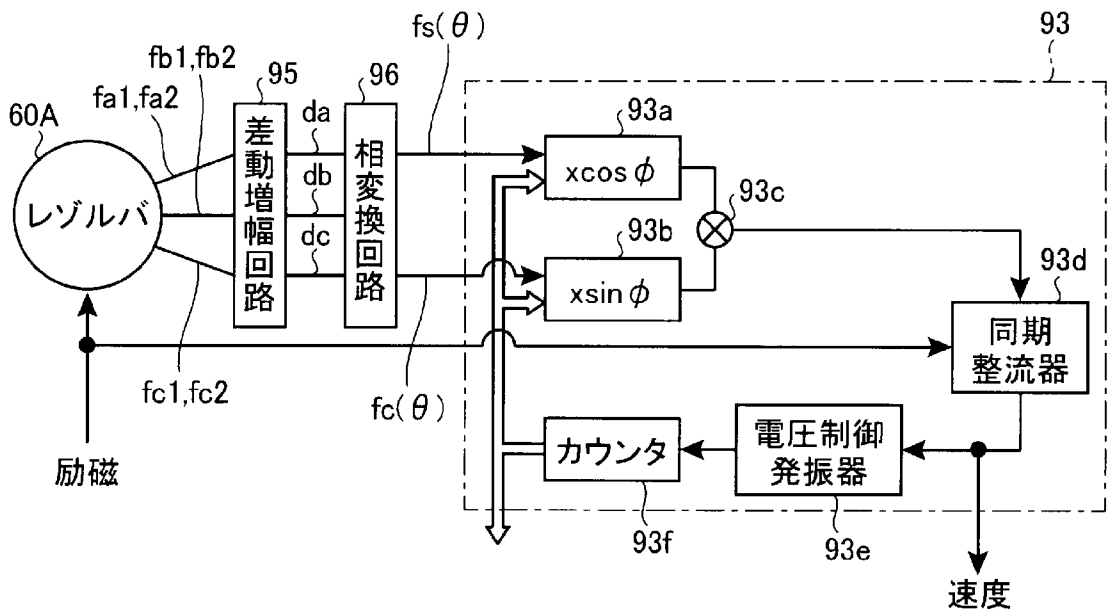
[図5]



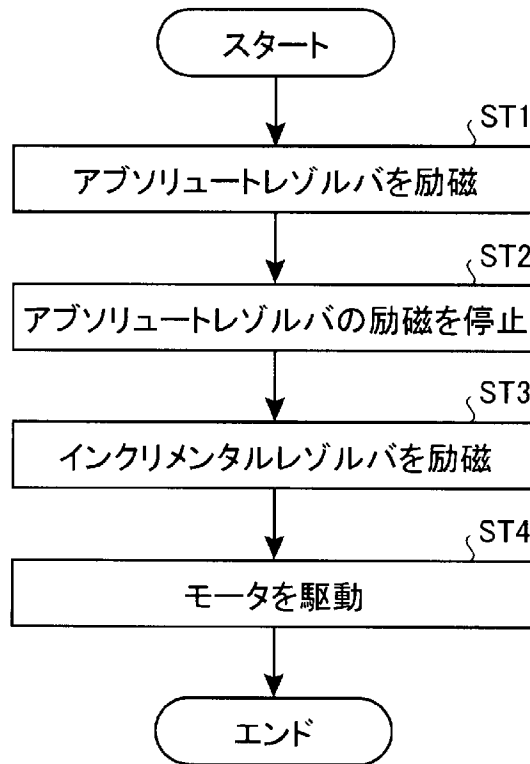
[図6]



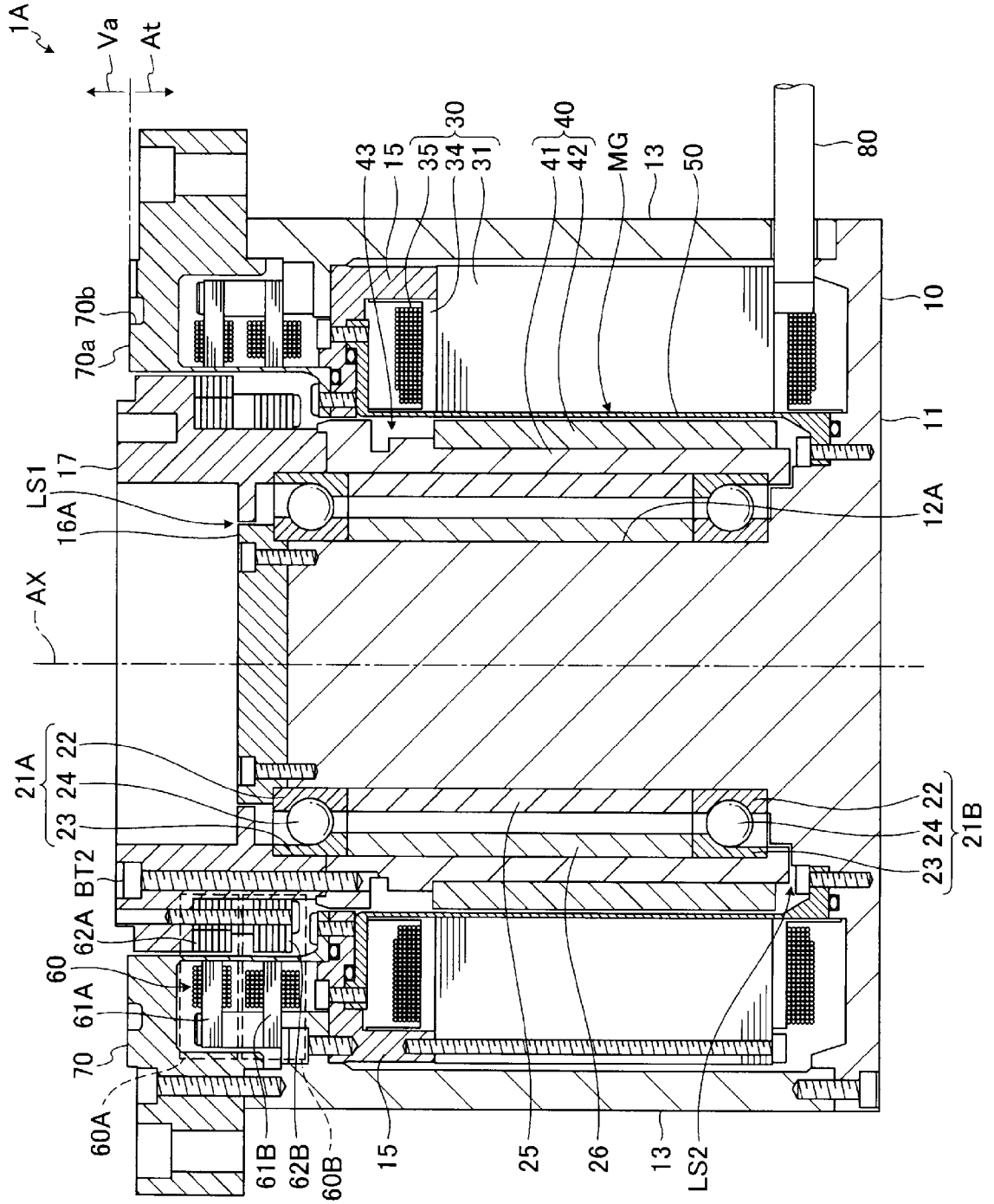
[図8]



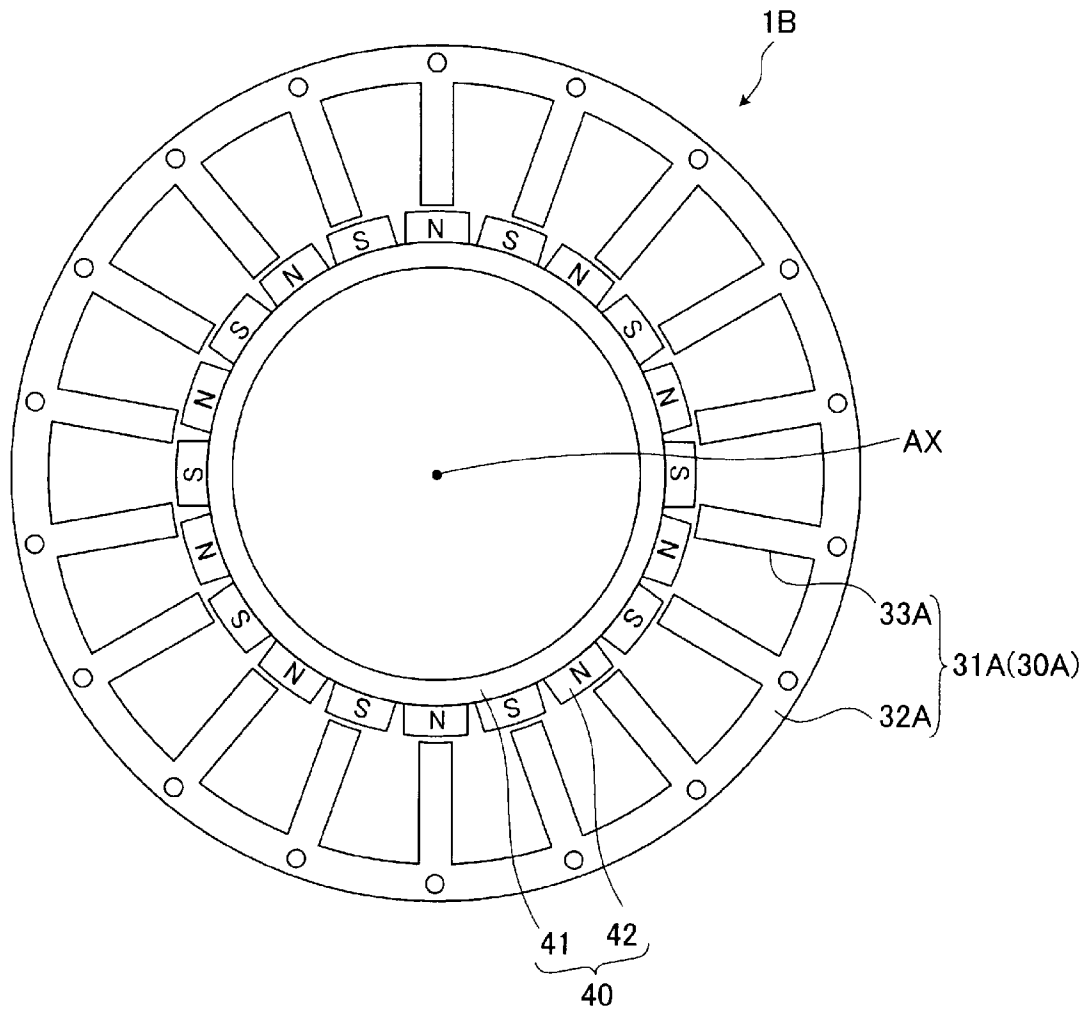
[図9]



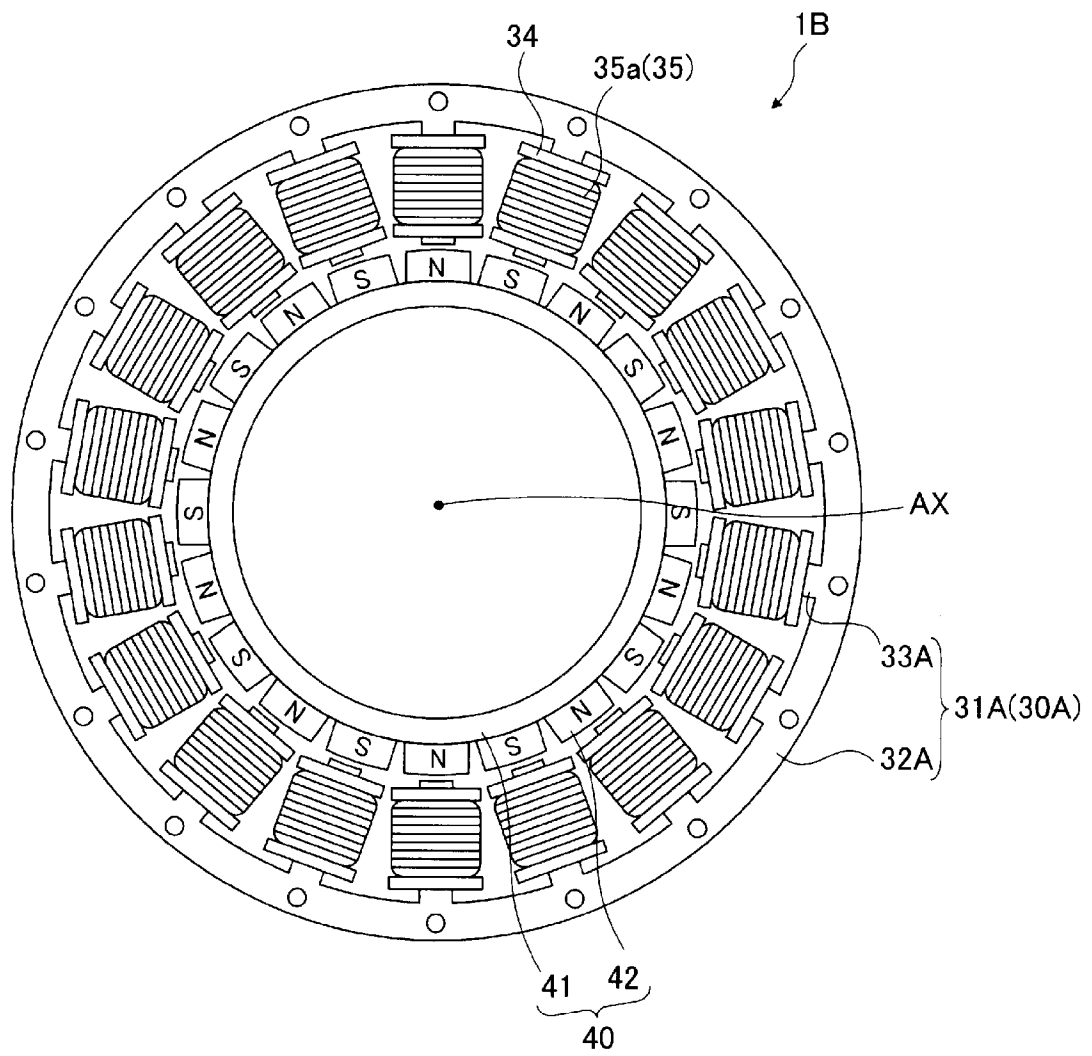
[10]



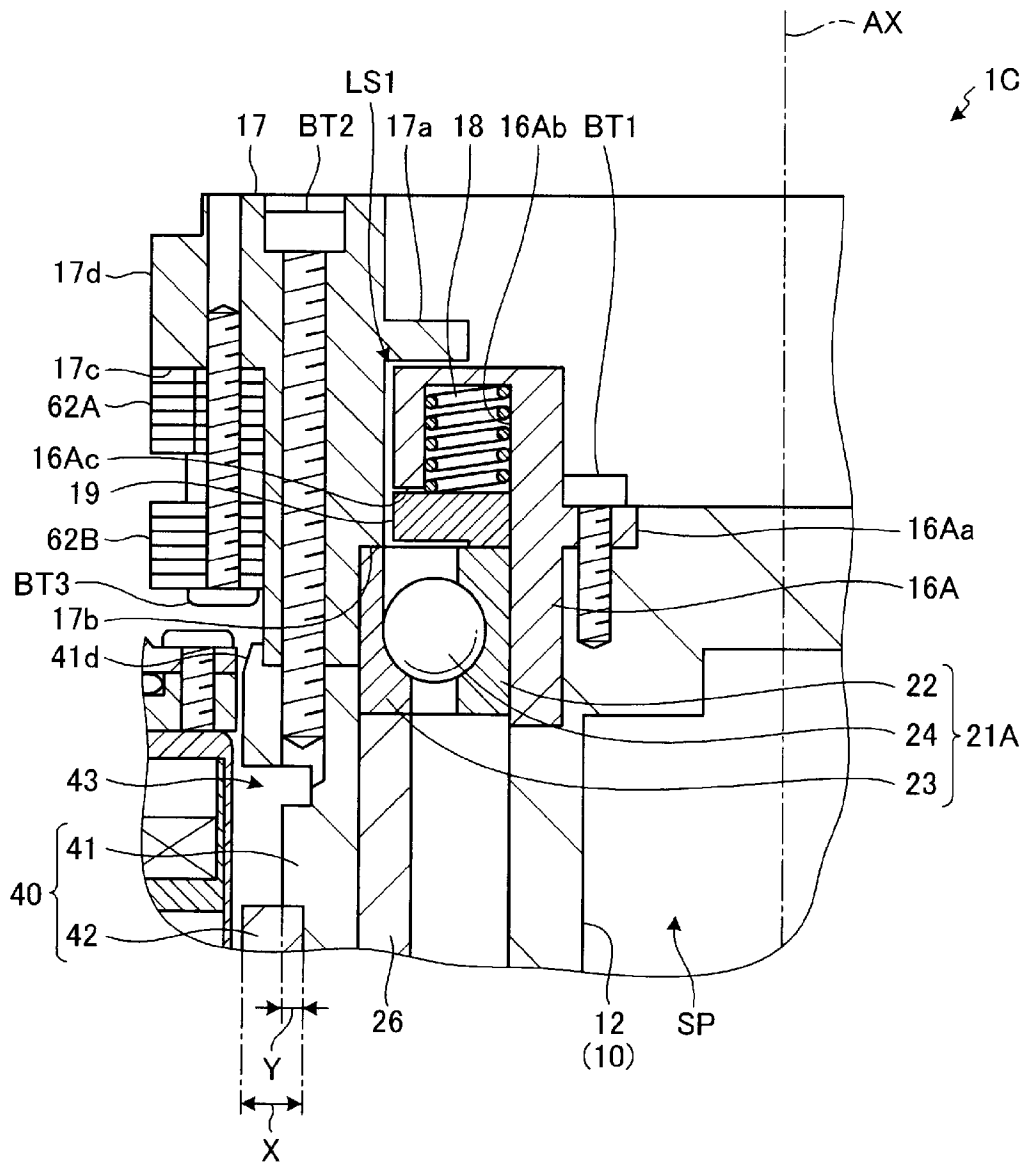
[図11]



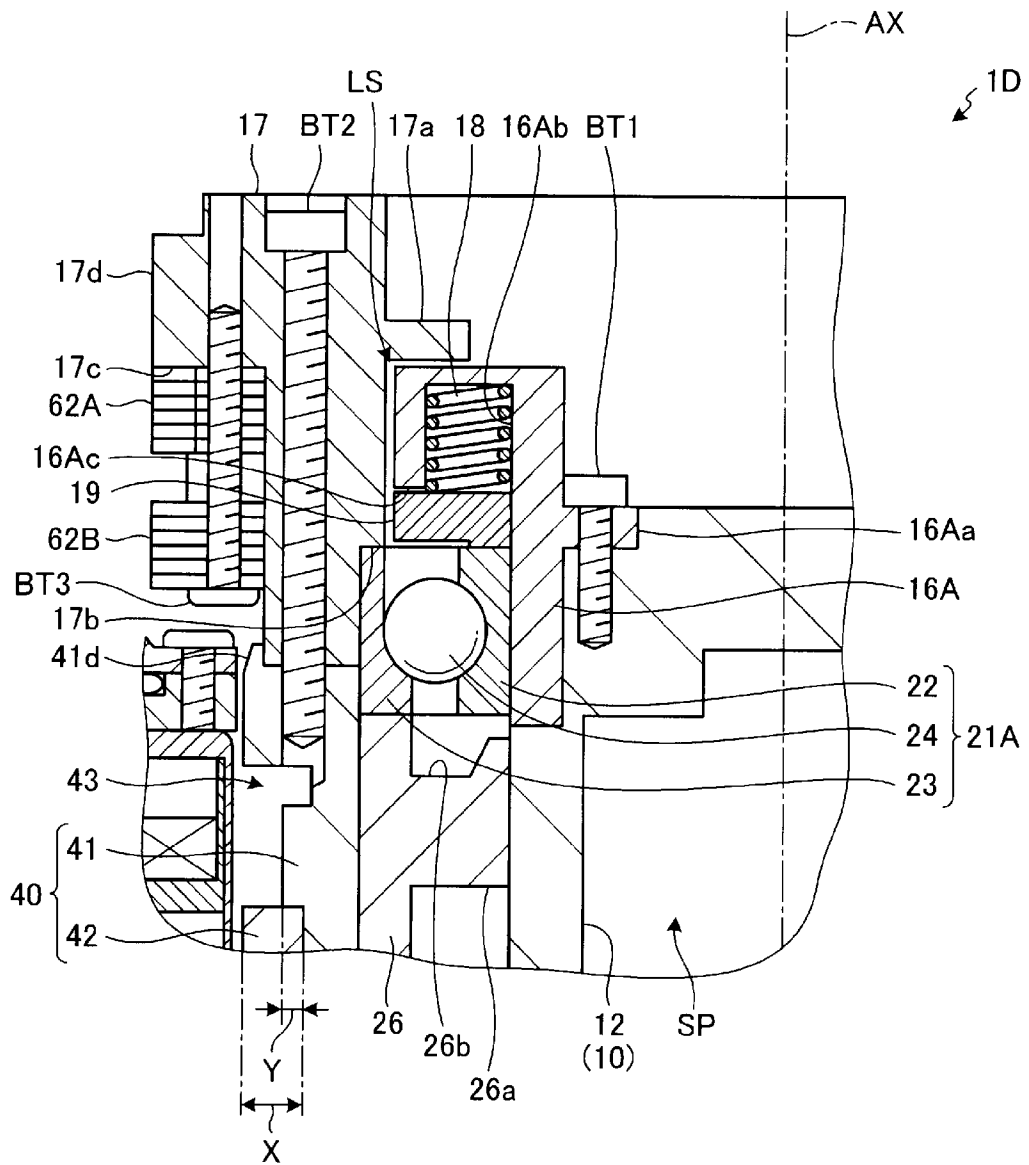
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/002569

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K 5/10(2006.01)i; H02K 5/128(2006.01)i; H02K 5/173(2006.01)i; H02K 11/225(2016.01)i FI: H02K5/10 Z; H02K5/128; H02K11/225; H02K5/173 A 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) H02K5/10; H02K5/128; H02K5/173; H02K11/225 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width:10%; padding: 5px;">Category*</th> <th style="width:70%; padding: 5px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%; padding: 5px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center" style="padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">JP 2014-14209 A (NSK LTD.) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraphs [0014]-[0021], [0045]-[0049], fig. 4</td> <td align="center" style="padding: 5px;">1-11</td> </tr> <tr> <td align="center" style="padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">JP 2013-230031 A (NSK LTD.) 07 November 2013 (2013-11-07) paragraphs [0036], [0044], fig. 3</td> <td align="center" style="padding: 5px;">1-11</td> </tr> <tr> <td align="center" style="padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">JP 2000-32701 A (NSK LTD.) 28 January 2000 (2000-01-28) paragraph [0017], fig. 1</td> <td align="center" style="padding: 5px;">2-11</td> </tr> <tr> <td align="center" style="padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">JP 2009-516808 A (OMEGA-KEMIX PRIVATE LIMITED) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraphs [0021]-[0022]</td> <td align="center" style="padding: 5px;">5-11</td> </tr> </tbody> </table>		Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2014-14209 A (NSK LTD.) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraphs [0014]-[0021], [0045]-[0049], fig. 4	1-11	Y	JP 2013-230031 A (NSK LTD.) 07 November 2013 (2013-11-07) paragraphs [0036], [0044], fig. 3	1-11	Y	JP 2000-32701 A (NSK LTD.) 28 January 2000 (2000-01-28) paragraph [0017], fig. 1	2-11	Y	JP 2009-516808 A (OMEGA-KEMIX PRIVATE LIMITED) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraphs [0021]-[0022]	5-11
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.														
Y	JP 2014-14209 A (NSK LTD.) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraphs [0014]-[0021], [0045]-[0049], fig. 4	1-11														
Y	JP 2013-230031 A (NSK LTD.) 07 November 2013 (2013-11-07) paragraphs [0036], [0044], fig. 3	1-11														
Y	JP 2000-32701 A (NSK LTD.) 28 January 2000 (2000-01-28) paragraph [0017], fig. 1	2-11														
Y	JP 2009-516808 A (OMEGA-KEMIX PRIVATE LIMITED) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraphs [0021]-[0022]	5-11														
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;"> "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>		* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family													
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family															
Date of the actual completion of the international search 01 April 2021 (01.04.2021)	Date of mailing of the international search report 13 April 2021 (13.04.2021)															
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/JP2021/002569

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 2000-322820 A (NIDEC CORPORATION) 24 November 2000 (2000-11-24) paragraphs [0013]-[0014], [0021], [0036], fig. 1-2	6-11
Y	WO 2014/188672 A1 (NSK LTD.) 27 November 2014 (2014-11-27) paragraph [0029], fig. 2	7-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/002569

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-14209 A	23 Jan. 2014	(Family: none)	
JP 2013-230031 A	07 Nov. 2013	(Family: none)	
JP 2000-32701 A	28 Jan. 2000	(Family: none)	
JP 2009-516808 A	23 Apr. 2009	US 2009/0261531 A1 paragraphs [0021]- [0022] WO 2007/052287 A2 CN 101427039 A KR 10-1102104 B1 JP 5143737 B2	
JP 2000-322820 A	24 Nov. 2000	(Family: none)	
WO 2014/188672 A1	27 Nov. 2014	US 2016/0118855 A1 paragraph [0048], fig. 2 CN 104380580 A KR 10-2016-0000464 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 5/10(2006.01)i; H02K 5/128(2006.01)i; H02K 5/173(2006.01)i; H02K 11/225(2016.01)i FI: H02K5/10 Z; H02K5/128; H02K11/225; H02K5/173 A</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02K5/10; H02K5/128; H02K5/173; H02K11/225</p>										
<p>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</p> <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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021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 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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 2014-14209 A（日本精工株式会社）23.01.2014（2014 - 01 - 23） 段落[0014]-[0021], [0045]-[0049], 図4	1-11								
Y	JP 2013-230031 A（日本精工株式会社）07.11.2013（2013 - 11 - 07） 段落[0036], [0044], 図3	1-11								
Y	JP 2000-32701 A（日本精工株式会社）28.01.2000（2000 - 01 - 28） 段落[0017], 図1	2-11								
Y	JP 2009-516808 A（オメガーケミックス プライベート リミテッド）23.04.2009 （2009 - 04 - 23） 段落[0021]- [0022]	5-11								
Y	JP 2000-322820 A（日本電産株式会社）24.11.2000（2000 - 11 - 24） 段落[0013]-[0014], [0021], [0036], 図1-2	6-11								
Y	WO 2014/188672 A1（日本精工株式会社）27.11.2014（2014 - 11 - 27） 段落[0029], 図2	7-11								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p>									
国際調査を完了した日	<p>国際調査報告の発送日</p>									
01.04.2021	13.04.2021									
名称及びあて先	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p>									
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	大島 等志 3V 1175 電話番号 03-3581-1101 内線 3357									

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/JP2021/002569

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-14209 A	23.01.2014	(ファミリーなし)	
JP 2013-230031 A	07.11.2013	(ファミリーなし)	
JP 2000-32701 A	28.01.2000	(ファミリーなし)	
JP 2009-516808 A	23.04.2009	US 2009/0261531 A1 段落[0021]- [0022]	
		WO 2007/052287 A2	
		CN 101427039 A	
		KR 10-1102104 B1	
		JP 5143737 B2	
JP 2000-322820 A	24.11.2000	(ファミリーなし)	
WO 2014/188672 A1	27.11.2014	US 2016/0118855 A1 段落[0048], 図2	
		CN 104380580 A	
		KR 10-2016-0000464 A	