

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-254605

(P2006-254605A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 49/10 (2006.01)	H02K 49/10 A	5H605
H02K 5/04 (2006.01)	H02K 5/04	5H649

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-68345 (P2005-68345)
 (22) 出願日 平成17年3月11日 (2005.3.11)

(71) 出願人 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
 (74) 代理人 100107272
 弁理士 田村 敬二郎
 (74) 代理人 100109140
 弁理士 小林 研一
 (72) 発明者 董 立誠
 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
 (72) 発明者 遠藤 茂
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイレクトドライブモータ及びモータシステム

(57) 【要約】

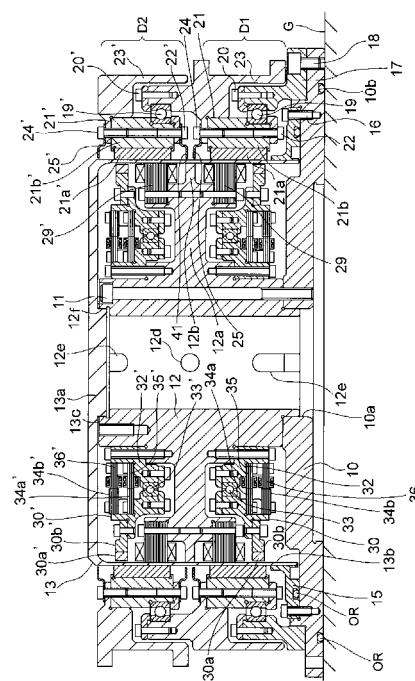
【課題】

雰囲気汚染を回避しながらも、高いトルクを発生できるダイレクトドライブモータ及びそれを備えたモータシステムを提供する。

【解決手段】

隔壁13の底部13aが本体12に嵌合し半径方向に拘束されており、又底部13aの剛性が円筒部13bの剛性より高くなっているため、円筒部13bの同軸度が悪い場合でも、本体12に対して位置決めされた底部13aとホルダ15とによって、円筒部13bの同軸度が確保され、回転する第1外側ロータ21と第2外側ロータ21'との干渉が回避される。又、円筒部13bの剛性を確保する必要はないので、その肉厚を薄くでき、それにより第1外側ロータ21と第1ステータ29とのエアギャップ、及び第2外側ロータ21'と第2ステータ29'とのエアギャップを小さく抑えることができ、モータの定格トルクを増大させることができ、高精度な駆動を実現できる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気外の雰囲気中で用いられるダイレクトドライブモータにおいて、ハウジングと、前記ハウジングから延在し、大気側と大気外側を隔絶する隔壁と、前記隔壁に対して大気外側に配置された外側ロータと、前記隔壁に対して大気側に配置されたステータ及び前記隔壁に対して大気側に配置され、前記外側ロータと共に連れ回る内側ロータと、前記内側ロータの回転位置を検出する検出器と、を有しており、前記ハウジングは、前記ハウジングに対して取り付けられる取り付け部と、前記取り付け部から前記外側ロータと前記ステータ及び前記内側ロータとの間を延在する円筒部と、前記円筒部に接続された底部とを有し、前記底部は、前記ハウジングに対して位置決めされていることを特徴とするダイレクトドライブモータ。

【請求項 2】

前記底部と前記ハウジングの一方には凸部が設けられ、その他方には凹部が設けられ、前記凸部と前記凹部とを係合することによって、前記底部は、前記ハウジングに対して位置決めされていることを特徴とする請求項 1 に記載のダイレクトドライブモータ。

【請求項 3】

前記底部と前記ハウジングとは、軸線方向には相対移動可能だが、軸線直交方向には移動不能に係合していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のダイレクトドライブモータ。

【請求項 4】

前記円筒部の剛性は、前記底部の剛性より低いことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のダイレクトドライブモータ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のダイレクトドライブモータを複数個同軸的に連結してなるモータシステムにおいて、前記ハウジングと前記隔壁は、各ダイレクトドライブモータに共通に用いられることを特徴とするモータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大気外の雰囲気例えば真空中で用いられる複数のダイレクトドライブモータ及びそれを用いたモータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば半導体製造装置等においては、不純物を極力排除するために真空槽内の超高真空雰囲気中で被加工物に対する加工作業が行われる。その場合に使用されるアクチュエータとして、例えば被加工物位置決め装置の駆動モータにあっては、駆動軸の軸受に一般的なグリースなどのように揮発成分を含有する潤滑剤を用いることはできないから、金や銀などの軟質金属を軸受の内外輪にプレーティングすることで潤滑性を高めている。また、駆動モータのコイル絶縁材、配線被覆材及び積層磁極の接着剤なども、耐熱性に優れ放出ガスの少ない安定した材料が選定されるという実情がある。

【0003】

特に近年、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、ウエハの低圧ガス処理室における不純物ガス濃度の一層の低減が重要である。また、要求通りに微細加工を行うためには、極めて高精度の位置決め装置が必要である。こうした見地から上記従来のアクチュエータを検討すると、以下のような種々の問題点が指摘される。

【0004】

10

20

30

40

50

すなわち、超真空雰囲気具备了真空槽内で用いる駆動モータの場合、たとえ駆動モータのコイル絶縁材や配線被覆等に、耐熱性に優れ放出ガスの少ない安定した材料が選定されても、それが有機系の絶縁材料である限り、ミクロ的には多孔質であって表面には無数の穴を有している。これを一旦大気にさらすと、その表面の穴にガスや水分子等を取り込んで吸蔵してしまう。それらの吸蔵不純分子を真空排気で除去する脱ガスに長時間を要してしまい、生産効率の低下は避けがたい。さらには、真空中においては空気の対流による放熱があり得ないから、コイル温度の局所的な上昇を生じた場合に、その部分の抵抗が増大して発熱が加速され、コイル絶縁皮膜の焼損を招き易い。これに対して、コイル絶縁材に無機材料を用いると共に、配線はステンレス管のシース電線を用いることで吸着不純分子を低減することが考えられる。しかしその場合はコストが非常に高くなるのみならず、コイル巻線スペース内に占める銅などの導体の比率が減少して電気抵抗が増加し、その結果、モータの容量低下を来す恐れがある。

10

【0005】

このような問題に対し、真空封止体の内側にステータを配置し、その外側に出力部材を配置して、出力部材即ちロータを用いてフロッグレグアームを駆動するダイレクトドライブモータが特許文献1に記載されている。特許文献1のダイレクトドライブモータによれば、ステータに付随するコイル絶縁材や配線被覆などは、大気圧に維持された真空封止体の内側に配置するので、それらを真空槽内に配置した場合における吸蔵不純分子の排出の問題や、発熱の問題を回避できる。

【特許文献1】特開2000-69741号公報

20

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところで、ステータとロータとの間に形成される磁気カップリングは、それらの間隔即ちエアギャップを狭くすると、各極毎の磁束量を稼ぐことができ、回転方向に対する強力な磁気吸引力を得ることができるので、伝達トルクを高めることができる。つまり、磁気カップリングのエアギャップは狭いほうが望ましい。よって、ステータとロータとが隔壁により隔てられている場合、狭いエアギャップを確保すべく、隔壁を非常に薄くすることが好ましい。

【0007】

30

ところが、上記の如く隔壁を薄壁にした場合は、その剛性が低下するので隔壁両端部相互の同軸度を精度良く加工することが困難となる。かかる場合、隔壁をハウジングに取り付けると傾きなどが生じやすくなり、ロータと隔壁との干渉を防ぐには、同軸度の下限を考慮してエアギャップを広げざるを得ないという問題がある。一方、同軸度を高めるためには隔壁の剛性を高める必要があるが、それによりエアギャップが広がるという問題がある。

【0008】

更に、磁気カップリングにおいて、一般的に、そのねじればね剛性を高めるために、多極化することで相対角度に対する磁気吸引力を急峻に変化させている。つまり、磁気カップリングの極数は各極毎の磁束密度を低下させない範囲で多い方が好ましい。

40

【0009】

ところが、上記の如く多極化した場合は、磁気カップリングの回転速度に応じて隔壁を通過する磁束の変化回数が多くなるので、隔壁に発生する渦電流損失が増大し、発熱も増大する。このとき、隔壁の偏肉により渦電流損失に差が生じるので、隔壁の周方向に温度分布が生じ、例え両端部相互の同軸度が高かったとしても、隔壁が傾いてしまうという問題がある。よって、ロータと隔壁との干渉を防ぐには、最大の温度変化を考慮してエアギャップを広げざるを得ないという問題がある。

【0010】

以上の不具合を避けるため、隔壁におけるハウジングとの取り付け面とは反対側の底部を何らかの部材を介してハウジングと締結して傾かないようにする手法も検討できるが、

50

渦電流損失によって生じる発熱や、連結部材との温度差、連結部材との寸法誤差などによる隔壁への軸方向引張圧縮応力に基づく法線方向への変形を防具ことが困難であり、更にモータシステムの運転、停止および真空装置の稼動にともなうヒートサイクルにより、隔壁に繰り返し応力が加えられた際には、疲労破壊などが生じる恐れもあった。

【0011】

本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、雰囲気汚染を回避しながらも、高いトルクを発生できるダイレクトドライブモータ及びそれを用いたモータシステム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】

【0012】

本発明のダイレクトドライブモータは、ハウジングと、前記ハウジングから延在し、大気側と大気外側を隔絶する隔壁と、前記隔壁に対して大気外側に配置された外側ロータと、前記隔壁に対して大気側に配置されたステータ及び前記隔壁に対して大気側に配置され、前記外側ロータと共に連れ回る内側ロータと、前記内側ロータの回転位置を検出する検出器と、を有しており、前記ハウジングは、前記ハウジングに対して取り付けられる取り付け部と、前記取り付け部から前記外側ロータと前記ステータ及び前記内側ロータとの間を延在する円筒部と、前記円筒部に接続された底部とを有し、前記底部は、前記ハウジングに対して位置決めされていることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0013】

本発明のダイレクトドライブモータは、ハウジングと、前記ハウジングから延在し、大気側と大気外側を隔絶する隔壁と、前記隔壁に対して大気外側に配置された外側ロータと、前記隔壁に対して大気側に配置されたステータ及び前記隔壁に対して大気側に配置され、前記外側ロータと共に連れ回る内側ロータと、前記内側ロータの回転位置を検出する検出器と、を有しており、前記ステータは、前記外側ロータを駆動し、前記内側ロータは前記外側ロータと共に連れ回るため、前記検出器を前記隔壁の内側に置くことで、その配線被覆の吸蔵不純分子が前記隔壁外の雰囲気を汚染することが防止される。しかも、前記ハウジングは、前記ハウジングに対して取り付けられる取り付け部と、前記取り付け部から前記外側ロータと前記ステータ及び前記内側ロータとの間を延在する円筒部と、前記円筒部に接続された底部とを有し、前記底部は、前記ハウジングに対して位置決めされているため、前記円筒部を薄くして剛性を低くした場合でも、前記底部によって前記隔壁を精度良く位置決めできるので、ロータとの干渉を抑制できる。又、前記円筒部を薄くすれば、外側ロータとステータとのエアギャップをより小さくできるため、供給電力を増大することなく外側ロータに発生するトルクを増大することができる。

30

【0014】

更に、前記底部と前記ハウジングの一方には凸部が設けられ、その他方には凹部が設けられ、前記凸部と前記凹部とを係合することによって、前記底部は、前記ハウジングに対して位置決めされていると、精度の良い位置決めができる。この場合、前記凸部を円柱とし、前記凹部を円筒孔とすれば、低コストで精度良い形状を形成でき、且つ嵌め合いによって高精度な位置決めを実現できる。

40

【0015】

前記底部と前記ハウジングとは、軸線方向には相対移動可能だが、軸線直交方向には移動不能に係合していると、前記ハウジングと前記隔壁との間に寸法誤差が生じていたり、或いは前記円筒部が温度変化によって伸縮したような場合でも、前記ハウジングに対して前記底部の相対移動が許容され、前記円筒部の内部応力増大を抑えて変形を抑制できるため、ロータ干渉を極力回避できる。又、ダイレクトドライブモータの稼動・停止に伴うヒートサイクルに起因して隔壁に生じる繰り返し応力も抑制できる。

50

【0016】

前記円筒部の剛性は、前記底部の剛性より低いと、前記円筒部が傾いていた場合でも、位置決めされた前記底部に従って適正な形状に変形しやすくなるので好ましい。

【0017】

請求項1～4のいずれかに記載のダイレクトドライブモータを複数個同軸的に連結してなるモータシステムにおいて、前記ハウジングと前記隔壁は、各ダイレクトドライブモータに共通に用いられると好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本実施の形態にかかるダイレクトドライブモータを用いたフロッグレッグアーム式搬送装置の斜視図である。図1において、2つのダイレクトドライブモータD1、D2を直列に連結している。下方のダイレクトドライブモータD1のロータには、第1アームA1が連結され、第1アームA1の先端には第1リンクL1が枢動可能に連結されている。一方、上方のダイレクトドライブモータD2のロータには、第2アームA2が連結され、第2アームA2の先端には第2リンクL2が枢動可能に連結されている。リンクL1、L2は、ウエハWを載置するテーブルTに、それぞれ枢動可能に連結されている。

10

【0019】

図1より明らかであるが、ダイレクトドライブモータD1、D2のロータがそれぞれ同方向に回転すれば、テーブルTも同方向に回転し、かかるロータが逆方向に回転すれば、テーブルTは、ダイレクトドライブモータD1、D2に接近もしくは離隔するようになっている。従って、ダイレクトドライブモータD1、D2を任意の角度で回転させれば、テーブルTが届く範囲内で、任意の2次元位置にウエハWを搬送させることができる。

20

【0020】

このように例えば半導体製造装置における真空槽内に配置されるウエハ搬送アーム、例えばスカラ型や図に示すフロッグレッグ型のように複数のアームを備えた装置では、特に複数の回転モータが必要となる。真空環境では外界との接触表面積を極力小さくすると同時に、スペースを有効に活用するためにモータ等の取付穴はなるべく少なくする必要がある。また、ウエハWを水平にまっすぐに、振動を極力少なくして搬送するためには、アームの先端に作用するモーメントをロータ支持部で強固に保持する必要がある。そこで、ダイレクトドライブモータD1、D2を複数、ハウジング部分で同軸に連結し、連結部分はシールで密に接合（溶接、Oリング、金属ガasket、等による密な接合）して、モータロータの配設された空間とハウジング外部空間とを離隔することも必要となる。

30

【0021】

また、ウエハWを水平にまっすぐに、振動を少なく搬送するためにはアームA1、A2の先端に作用するモーメントを、ロータ支持部で強固に保持する必要がある。更に、又、真空環境での複数軸のアーム駆動の際には、電源投入時に現在のアームの回転位置を認識しないと真空槽の壁や、真空槽のシャッタにアームA1、A2等をぶつけてしまう可能性がある。このような要求に応じることができるダイレクトドライブモータを同軸に連結したモータシステムについて説明する。

40

【0022】

本実施の形態は、表面磁石型の32極36スロットアウターロータ式ブラシレスタイプのダイレクトドライブモータを用いる。32極36スロットというスロットコンビネーションは、コギング力は小さいが径方向に磁気吸引力が発生し回転時の振動は大きいことが一般的に知られている8極9スロットというスロットコンビネーションの4倍の構成である。2ⁿ倍（nは整数）にしたことにより、径方向の磁気吸引力は相殺されるので、固定子と回転子の真円度や同軸度および機構部品の剛性を高めることなく回転時の振動を小さくでき、かつ、本来的にコギングが小さい構成であるので、非常に滑らかな回転が得られる。一方、このような非常に多極なモータとすることにより、機械角の周期に対する電気角の周期が多いので、位置決め制御性が良い。よって、本発明の如く、減速器を用いずに

50

ロボット装置を駆動するようなダイレクトドライブモータには好適である。また、総磁束量を下げることなく固定子連結部の肉厚と突極幅、および回転子のヨーク肉厚を狭くできるので、本発明の如く、薄型かつ大径幅狭のダイレクトドライブモータには好適である。

【0023】

図2は、図1の構成をII-II線で切断して矢印方向に見た図である。図2を参照して、2軸のモータシステムの内部構造について詳細に説明する。まず、ダイレクトドライブモータD1について説明する。定盤Gに据え付けた円板10の中央開口10aに嵌合しボルト11により相互に固定された中空円筒状の本体12は、その上端にカップ状の隔壁13を取り付けている。本体12の中央は、ステータへの配線などを通すために用いることができる。本体12、円板10によりハウジングを構成する。

10

【0024】

隔壁13は、ダイレクトドライブモータD1、D2に共通に用いられる。隔壁13は、非磁性体であるステンレス製であり、本体12に嵌合される肉厚の底部13aと、その周縁から軸線方向にダイレクトドライブモータD1、D2を貫くようにして延在する薄肉の円筒部13bと、取り付け部であるホルダ15とからなる。底部13aの下面には同軸に円筒部(凸部)13cが形成されている。本体12の上部には、同軸に円筒孔(凹部)12fが形成されており、円筒部13cを円筒孔12fに係合させることによって、底部13aは本体12に対して位置決めされる。このとき、円筒部13cと円筒孔12fとの嵌め合いは、すきま嵌めであると、円筒孔12fに対して円筒部13cは、軸線方向に移動可能であるが、半径方向に移動不能に拘束されることとなる。一方、ホルダ15の外周部

20

【0025】

円筒部13bの下端は、TIG溶接にて封止可能にホルダ15に接合され、ホルダ15は、円板10にボルト16により固定されている。ここで、円筒部13bとホルダ15の溶接部を略同一厚さとすることにより、片側への部品にのみ熱が逃げることが抑制し、嵌合部を均一に溶接できる構造となっている。ホルダ15と円板10の接触面には、シール部材を詰め込む溝加工が施してあり、シール部材ORを溝に詰め込んだ後にホルダ15と円板10をボルト16により締結することにより、締結部分を大気側から分離隔離している。

30

【0026】

更に、隔壁13とホルダ15とは気密的に接合され、且つホルダ15と円板10、及び円板10と定盤Gとは、それぞれO-リングORによって気密されている。従って、円板10と、隔壁13とで囲われる内部空間は、その外部から気密されている。尚、隔壁13は必ずしも非磁性体である必要はない。又、O-リングORを用いて気密する代わりに、電子ビーム溶接やレーザービーム溶接などで部材間を気密しても良い。

【0027】

円板10の外周上面において、軸受ホルダ17がボルト18により固定されている。軸受ホルダ17には、真空中で用いられる4点接触式玉軸受19の外輪が嵌合的に取り付けられ、ボルト20により固定されている。一方、軸受19の内輪は、第1外側ロータ21の外周に嵌合し、ボルト22により固定されている。すなわち、第1外側ロータ21は、隔壁13に対して回転自在に支持されており、またアームA1(図1)を支持する円筒状部材23を、ボルト24によって固定している。ここで、ボルト24は、半径方向内方に延在する磁気シールド板25を、円筒状部材23に共締めしている。

40

【0028】

円板10および軸受ホルダ17は、耐食性が高いオーステナイト系ステンレスを材料としており、円板10は、チャンパである定盤Gとの嵌合固定およびシール装置を兼ねてお

50

り、その下面に、O - リングORを詰め込む溝10bが設けられている。

【0029】

磁気シールド板25は、磁性体であるSPCC鋼板をプレス成型加工後に、防錆および耐食性を高めるためにニッケルめっきを施している。その効果については後述する。

【0030】

軸受19は、ラジアル、アキシアル、モーメント荷重を1個の軸受で負荷できる4点接触玉軸受である。この形式の軸受を用いることにより、ダイレクトドライブモータD1の軸受は1個で済むため、本発明の2軸同軸モータシステムを薄型化できる。軸受19は、内外輪とも耐食性が高くかつ焼入れによる硬化が得られるマルテンサイト系ステンレスを材料とし、転動体はセラミックボール、潤滑剤は真空であっても固化しない真空用のグリスを用いている。

10

【0031】

尚、軸受19は内輪と外輪に金や銀などの軟質金属をプレーティングして、真空中でもアウトガス放出のない金属潤滑としたものを用いてもよく、また4点接触式玉軸受であるので、アームA1からの第1外側ロータ21がチルトする方向のモーメントを受けることができるが、4点接触式に限らず、クロスローラ、クロスボール、クロステーパ軸受も用いることができ、予圧状態で用いても良いし、潤滑性向上のためフッ素系被膜処理(DFO)を行っても良い。

【0032】

第1外側ロータ21は、永久磁石21aと、磁路を形成するため磁性体から成る円環状のヨーク21bと、永久磁石21aとヨーク21bを機械的に締結するための非磁性体からなるくさび(不図示)によって構成されている。永久磁石21aは、32極の構成でN極、S極の磁石が各16個交互に磁性金属からなり、極ごとに分割されたセグメント形式であり、その個々の形状は扇形である。内径と外径の円弧中心は同一であるが、円周方向端面の接線交点を永久磁石21a寄りとする事で、くさびをヨーク21b外径側からねじで締め上げる事により永久磁石21aをヨーク21bに締結している。このような構成とすることにより、接着剤など、アウトガスを発生する固定部材を用いることなく永久磁石を締結できる。永久磁石21aはエネルギー積の高いネオジウム(Nd - Fe - B)系磁石であり、耐食性を高めるためにニッケルコーティングを施してある。ヨーク21bは高い磁性を有する低炭素鋼を材料とし、加工成型後に、防錆および耐食性を高め、かつ軸受交換時の磨耗を防ぐためにニッケルめっきを施している。

20

30

【0033】

また、第1外側ロータ21は、軸受19の内輪と円筒状部材23を嵌合固定する面を有している。4点接触玉軸受19は非常に薄肉の軸受であり、組みつけられる部材の精度や線膨張係数の差異により回転精度や摩擦トルクが大きな影響を受ける。よって本実施の形態の場合は、回転輪である軸受19の内輪を、加工精度を出しやすくかつ線膨張係数が軸受の軌道輪材質と略同一であるヨーク21bに締め込み嵌めあるいは中間嵌めとし、固定輪である軸受19の外輪を、オーステナイト系ステンレス製の軸受ホルダやアルミニウム製のボスにすきま嵌めとすることで、軸受19の回転精度の低下や温度上昇による摩擦トルクの上昇を防ぐ構成となっている。

40

【0034】

隔壁13の半径方向内側において、第1外側ロータ21の内周面に対向するようにして、第1ステータ29が配置されている。第1ステータ29は、本体12の中央で半径方向に延在したフランジ部12aの円筒状に変形した下部に取り付けられており、電磁鋼板の積層材で形成され、各突極には絶縁処理としてボビンを嵌め込んだ後にモータコイルが集中巻されている。第1ステータ29の外径は隔壁13の内径と略同一もしくは小さい寸法としている。

【0035】

第1ステータ29の半径方向内側に、第1内側ロータ30が配置されている。第1内側ロータ30は、本体12の外周面にボルト固定されたレゾルバホルダ32に対して、玉軸

50

受 3 3 により回転自在に支持されている。第 1 内側ロータ 3 0 の外周面には、バックヨーク 3 0 b を介して永久磁石 3 0 a が取り付けられている。永久磁石 3 0 a は、第 1 外側ロータ 2 1 の永久磁石 2 1 a と同様に 3 2 極の構成で N 極、S 極の磁石が各 1 6 個交互に磁性金属からなっている。従って、第 1 内側ロータ 3 0 は、第 1 ステータ 2 9 によって駆動される第 1 外側ロータ 2 1 に同期して連れ回されるようになっている。

【0036】

第 1 内側ロータ 3 0 を回転自在に支持する軸受 3 3 は、ラジアル、アキシアル、モーメント荷重を 1 個の軸受で負荷できる 4 点接触玉軸受である。この形式の軸受を用いることにより、1 個の軸受で済むため、ダイレクトドライブモータ D 1 を薄型化できる。隔壁 1 3 の内部は大気環境であるため、一般的な軸受鋼と鉱油を基油としたグリス潤滑を用いた軸受を適用できる。

10

【0037】

隔壁 1 3 内部は大気環境であるため、永久磁石 3 0 a はバックヨーク 3 0 b に接着固定してある。永久磁石 3 0 a はエネルギー積の高いネオジウム (Nd - Fe - B) 系磁石であり、錆による減磁を防ぐためにニッケルコーティングを施してある。ヨーク 3 0 b は高い磁性を有する低炭素鋼を材料とし、加工成形後に防錆のためにクロメートめっきを施している。

【0038】

第 1 内側ロータ 3 0 の内周には、回転角度を計測する検出器として、レゾルバロータ 3 4 a 及び 3 4 b を組みつけており、それに対向する形で、レゾルバホルダ 3 2 の外周に、レゾルバステータ 3 5 , 3 6 を取り付けられているが、本実施の形態では、高分解能のインクリメンタルレゾルバステータ 3 5 と、1 回転のいずれの位置にロータがあるかを検出できるアブソリュートレゾルバステータ 3 6 とを 2 層に配置している。このため電源投入時にも、アブソリュートレゾルバロータ 3 4 b の回転角度がわかり、原点復帰が不要であり、また、コイルに対する磁石の電気的位相角度がわかるため、ダイレクトドライブモータ D 1 の駆動電流制御に使用する回転角度検出が、極検出センサを用いることなく可能となっている。

20

【0039】

レゾルバホルダ 3 2 と第 1 内側ロータ 3 0 は、モータの界磁およびモータコイルからの電磁ノイズが角度検出器であるレゾルバステータ 3 5 , 3 6 に伝達されないように、磁性体である炭素鋼を材料とし、加工成型後に防錆のためにクロメートめっきを施している。

30

【0040】

本実施の形態に用いている高分解能の可変リラクタンス形レゾルバにおいて、インクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a は、一定のピッチを有する複数のスロット歯列を有し、インクリメンタルレゾルバステータ 3 5 の外周面には、回転軸と平行に各磁極でインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a に対して位相をずらした歯が設けられており、コイルが各磁極に巻回されている。第 1 内側ロータ 3 0 と一体でインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a が回転すると、インクリメンタルレゾルバステータ 3 5 の磁極との間のリラクタンスが変化し、インクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a の 1 回転でリラクタンス変化の基本波成分が n 周期となるようにして、そのリラクタンス変化を検出して、図 3 に例を示すレゾルバ制御回路によりデジタル化し、位置信号として利用することでインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a 即ち第 1 内側ロータ 3 0 の回転角度 (又は回転速度) を検出するようになっている。レゾルバロータ 3 4 a、3 4 b と、レゾルバステータ 3 5 , 3 6 とで検出器を構成する。

40

【0041】

本実施の形態によれば、第 1 外側ロータ 2 1 に対して、磁気カップリング作用により第 1 内側ロータ 3 0 が同速で回転し、すなわち連れ回るので、第 1 外側ロータ 2 1 の回転角を隔壁 1 3 越しに検出することができる。また、本実施の形態では、モータを形成する部品やハウジングを用いることなくレゾルバ単体で軸受 3 3 を有しており、従ってハウジングに組み込む前に、レゾルバ単体での偏芯調整やレゾルバコイルの位置調整などの精度調

50

整が行えるので、ハウジングや両フランジに調整用の穴や切り欠きを別途設ける必要がない。又、第1外側ロータ21と回転自在に支持する軸受装置19の回転輪を、加工精度が出しやすくかつ線膨張係数が軸受装置19の駆動輪と略同一であるロータヨーク21bに嵌合することで、回転精度の向上と温度変化による摩擦トルクの変動防止を図ることができる。

【0042】

次に、ダイレクトドライブモータD2について説明するが、ここでは本体12がハウジングを構成する。上述したダイレクトドライブモータD1の円筒状部材23は、ダイレクトドライブモータD2に重合する位置まで上方に延在しており、その内周面に、真空中で用いられる4点接触式玉軸受19'の外輪が嵌合的に取り付けられ、ボルト20'により固定されている。一方、軸受19'の内輪は、第2外側ロータ21'の外周に嵌合し、ボルト22'により固定されている。ここで、ボルト22'、半径方向内方に延在する磁気シールド板41を共締めしている。第2外側ロータ21'は、隔壁13に対して回転自在に支持されており、またアームA2(図1)を支持するリング状部材23'を、ボルト24'によって固定している。更に、ボルト24'は、半径方向内方に延在する磁気シールド板25'を、リング状部材23'に共締めしている。

10

【0043】

磁気シールド板41, 25'は、磁性体であるSPCC鋼板をプレス成型加工後に、防錆および耐食性を高めるためにニッケルめっきを施している。磁気シールド板41, 25'は、第1外側ロータ21及び第2外側ロータ21'の間に介在して磁氣的シールドを形成し、それらからの磁束漏れによるお互いの連れ回しを防止している。即ち、磁気シールド板25'は、非磁性体であるリング状部材23'挟んでヨーク21b'に締結しており、それにより不要な磁気回路を生成することを防いでいる。この磁気シールド板41, 25'により、ロータ相互の磁気干渉を防ぐことができるので、2軸同軸モータシステムでありながら全体の軸長を抑えた構成が可能である。磁気シールド板41は外部からの異物吸引を防止している。

20

【0044】

軸受19'は、ラジアル、アキシアル、モーメント荷重を1個の軸受で負荷できる4点接触玉軸受である。この形式の軸受を用いることにより、ダイレクトドライブモータD2の軸受は1個で済むため、本発明の2軸同軸モータを薄型化できる。内外輪とも耐食性が高くかつ焼入れによる硬化が得られるマルテンサイト系ステンレスを材料とし。転動体はセラミックボール、潤滑剤は真空であっても固化しない真空用のグリスを用いている。

30

【0045】

尚、軸受19'は内輪と外輪に金や銀などの軟質金属をプレーティングして、真空中でもアウトガス放出のない金属潤滑としたものを用いてもよく、また4点接触式玉軸受であるので、アームA1からの第1外側ロータ21'がチルトする方向のモーメントを受けることができるが、4点接触式に限らず、クロスローラ、クロスボール、クロステーパ軸受も用いることができ、予圧状態で用いても良いし、潤滑性向上のためフッ素系被膜処理(DFO)を行っても良い。

【0046】

第2外側ロータ21'は、永久磁石21a'と、磁路を形成するため磁性体から成る円環状のヨーク21b'と、永久磁石21a'とヨーク21b'を機械的に締結するための非磁性体からなるくさび(不図示)によって構成されている。永久磁石21a'は、32極の構成でN極、S極の磁石が各16個交互に磁性金属からなり、極ごとに分割されたセグメント形式であり、その個々の形状は扇形である。内径と外径の円弧中心は同一であるが、円周方向端面の接線交点を永久磁石21a'寄りとするので、くさびをヨーク21b'外径側からねじで締め上げることにより永久磁石21a'をヨーク21b'に締結している。このような構成とすることにより、接着剤など、アウトガスを発生する固定部材を用いることなく永久磁石を締結できる。永久磁石21a'はエネルギー積の高いネオジウム(Nd-Fe-B)系磁石であり、耐食性を高めるためにニッケルコーティングを施

40

50

してある。ヨーク 21b' は高い磁性を有する低炭素鋼を材料とし、加工成型後に、防錆および耐食性を高め、かつ軸受交換時の磨耗を防ぐためにニッケルめっきを施している。

【0047】

また、第2外側ロータ21' は、軸受19' の内輪とリング状部材23' を嵌合固定する面を有している。4点接触玉軸受19' は非常に薄肉の軸受であり、組みつけられる部材の精度や線膨張係数の差異により回転精度や摩擦トルクが大きな影響を受ける。よって本実施の形態の場合は、軸受19' の内輪を、加工精度を出しやすくかつ線膨張係数が軸受の軌道輪材質と略同一であるヨーク21b' に締め込み嵌めあるいは中間嵌めとし、軸受19' の外輪を、オーステナイト系ステンレス製の軸受ホルダやアルミニウム製のボスにすきま嵌めとすることで、軸受19' の回転精度の低下や温度上昇による摩擦トルクの上昇を防ぐ構成となっている。

【0048】

隔壁13の半径方向内側において、第2外側ロータ21' の内周面に対向するようにして、第2ステータ29' が配置されている。第2ステータ29' は、本体12の中央で半径方向に延在したフランジ部12aの円筒状に変形した上部に取り付けられており、電磁鋼板の積層材で形成され、各突極には絶縁処理としてボビンを嵌め込んだ後にモータコイルが集中巻されている。第2ステータ29' の外径は隔壁13の内径と略同一もしくは小さい寸法としている。

【0049】

第2ステータ29' の半径方向内側に、第2内側ロータ30' が配置されている。第2内側ロータ30' は、本体12の外周面にボルト固定されたレゾルバホルダ32' に対して、玉軸受33' により回転自在に支持されている。第2内側ロータ30' の外周面には、バックヨーク30b' を介して永久磁石30a' が取り付けられている。永久磁石30a' は、第2外側ロータ21' の永久磁石21a' と同様に32極の構成でN極、S極の磁石が各16個交互に磁性金属からなっている。従って、第2内側ロータ30' は、第2ステータ29' によって第2外側ロータ21' に同期して回転駆動されるようになっている。

【0050】

第1内側ロータ30' を回転自在に支持する軸受33' は、ラジアル、アキシアル、モーメント荷重を1個の軸受で負荷できる4点接触玉軸受である。この形式の軸受を用いることにより、1個の軸受で済むため、ダイレクトドライブモータD2を薄型化できる。隔壁13の内部は大気環境であるため、一般的な軸受鋼と鉱油を基油としたグリス潤滑を用いた軸受を適用できる。

【0051】

隔壁13内部は大気環境であるため、永久磁石30a' はバックヨーク30b' に接着固定してある。永久磁石30a' はエネルギー積の高いネオジウム(Nd-Fe-B)系磁石であり、錆による減磁を防ぐためにニッケルコーティングを施してある。ヨーク30b' は高い磁性を有する低炭素鋼を材料とし、加工成型後に防錆のためにクロメートめっきを施している。

【0052】

第2内側ロータ30' の内周には、回転角度を計測する検出器として、レゾルバロータ34a' 及び34b' を組みつけており、それに対向する形で、レゾルバホルダ32' の外周に、レゾルバステータ35' , 36' を取り付けられているが、本実施の形態では、高分解能のインクリメンタルレゾルバステータ35' と、1回転のいずれの位置にロータがあるかを検出できるアブソリュートレゾルバステータ36' とを2層に配置している。このため電源投入時にも、アブソリュートレゾルバロータ34b' の回転角度がわかり、原点復帰が不要であり、また、コイルに対する磁石の電気的位相角度がわかるため、ダイレクトドライブモータD2の相対回転角度を、極検出センサを用いることなく可能となっている。

【0053】

10

20

30

40

50

レゾルバホルダ 3 2 ' と第 2 内側ロータ 3 0 ' は、モータの界磁およびモータコイルからの電磁ノイズが角度検出器であるレゾルバステータ 3 5 ' , 3 6 ' に伝達されないように、磁性体である炭素鋼を材料とし、加工成型後に防錆のためにクロメートめっきを施している。

【 0 0 5 4 】

本実施の形態によれば、第 2 外側ロータ 2 1 ' に対して、磁気カップリング作用により第 2 内側ロータ 3 0 ' が同速で回転し、すなわち連れ回るので、第 2 外側ロータ 2 1 ' の回転角を隔壁 1 3 越しに検出することができる。また、本実施の形態では、モータを形成する部品やハウジングを用いることなくレゾルバ単体で軸受 3 3 を有しており、従ってハウジングに組み込む前に、レゾルバ単体の偏芯調整やレゾルバコイルの位置調整などの精度調整が行えるので、ハウジングや両フランジに調整用の穴や切り欠きを別途設ける必要がない。又、第 2 外側ロータ 2 1 ' と回転自在に支持する軸受装置 1 9 ' の回転輪を、加工精度が出しやすかつ線膨張係数が軸受装置 1 9 ' の駆動輪と略同一であるロータヨーク 2 1 b ' に嵌合することで、回転精度の向上と温度変化による摩擦トルクの変動防止を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態に用いている高分解能の可変リラクタンス形レゾルバにおいて、インクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a ' は、一定のピッチを有する複数のスロット歯列を有し、インクリメンタルレゾルバステータ 3 5 ' の外周面には、回転軸と平行に各磁極でインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a ' に対して位相をずらした歯が設けられており、コイルが各磁極に巻回されている。第 2 内側ロータ 3 0 ' と一体でインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a ' が回転すると、インクリメンタルレゾルバステータ 3 5 ' の磁極との間のリラクタンスが変化し、インクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a ' の 1 回転でリラクタンス変化の基本波成分が n 周期となるようにして、そのリラクタンス変化を検出して、図 3 に例を示すレゾルバ制御回路によりデジタル化し、位置信号として利用することでインクリメンタルレゾルバロータ 3 4 a ' 即ち第 2 内側ロータ 3 0 ' の回転角度（又は回転速度）を検出するようになっている。レゾルバロータ 3 4 a ' , 3 4 b ' と、レゾルバステータ 3 5 ' , 3 6 ' とで検出器を構成する。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態によれば、第 1 外側ロータ 2 1 と第 2 外側ロータ 2 1 ' との間に、磁気シールド板 2 5 , 4 1 を配置しているので、相互の磁氣的干渉を抑制し、誤駆動や連れ周りなどの不具合を回避している。又、本体 1 2 においてダイレクトドライブモータ D 1 , D 2 の間を延在するフランジ部 1 2 a の外周縁 1 2 b は、磁性体である炭素鋼を材料とし、第 1 ステータ 2 9 と第 2 ステータ 2 9 ' との間に介在し、それらが洩れ磁束の影響を受けることで第 1 外側ロータ 2 1 又は第 2 外側ロータ 2 1 ' に誤った回転方向の推力を発生させないように、互いの磁界を遮蔽する磁気シールドとして機能する。

【 0 0 5 7 】

更に、本実施の形態によれば、隔壁 1 3 の底部 1 3 a が本体 1 2 に嵌合し半径方向に拘束されており、又底部 1 3 a の剛性が円筒部 1 3 b の剛性より高くなっているため、円筒部 1 3 b の同軸度が悪い場合でも、本体 1 2 に対して位置決めされた底部 1 3 a とホルダ 1 5 とによって、円筒部 1 3 b の同軸度が確保され、回転する第 1 外側ロータ 2 1 と第 2 外側ロータ 2 1 ' との干渉が回避される。又、円筒部 1 3 b の剛性を確保する必要はないので、その肉厚を薄くでき、それにより第 1 外側ロータ 2 1 と第 1 ステータ 2 9 とのエアギャップ、及び第 2 外側ロータ 2 1 ' と第 2 ステータ 2 9 ' とのエアギャップを小さく抑えることができ、モータの定格トルクを増大させることができ、高精度な駆動を実現できる。

【 0 0 5 8 】

更に、底部 1 3 a は、本体 1 2 に対して軸線方向に移動可能に支持されているので、寸法誤差によって相対位置を変えることができ、或いは円筒部 1 3 b の温度変化に応じて伸縮することが許容され、それにより円筒部 1 3 b の内部応力の発生を抑えて変形が抑制さ

10

20

30

40

50

れ、回転する第1外側ロータ21と第2外側ロータ21'及び第1内側ロータ30と第2内側ロータ30'との干渉を極力回避できる。又、ダイレクトドライブモータD1、D2の稼動・停止に伴うヒートサイクルに起因して隔壁13に生じる繰り返し応力も抑制できるので、密封状態を長時間にわたって維持できる。

【0059】

尚、フランジ部12aを中心として第1ステータ29と第2ステータ29'を上下に配置し、その半径方向内側にレゾルバを配置している。また、本体12は中空構造となっており、フランジ部12aには中央に連通する径方向の通し穴12dが少なくとも1つ設けてあり、ここを介してモータ配線を本体12の中央に引き出す構造となっている。一方、本体12の両端部にはそれぞれ少なくとも1つの切り欠き12e、12e'が設けてあり、これらを介してレゾルバの配線を本体12の中央に引き出す構造となっている。このような構造とすることで、ハウジング側から順に、ダイレクトモータD1のレゾルバ、ステータ29、ダイレクトモータD2のステータ29'、そのレゾルバの順で配置することが可能となり、2軸でありながら容易にステータとレゾルバの角度調整が行える。そこで、基準となる外側ロータを回転駆動する設備を別に用意しておけば、その設備にステータとレゾルバを組み込んだ本体12をセットすることにより、高精度にステータに対するレゾルバの角度調整ができるので、コンミテーションずれによる角度位置決め精度の低下を防ぎ、かつ、本発明の2軸同軸モータに対する駆動制御回路の互換性を高めることができる。

10

【0060】

図4は、ダイレクトドライブモータD1、D2の駆動回路を示すブロック図である。外部のコンピュータからモータ回転指令が入力されたとき、ダイレクトドライブモータD1用のモータ制御回路DMC1及びダイレクトドライブモータD2用のモータ制御回路DMC2は、それぞれ、そのCPUから3層アンプ(AMP)に駆動信号を出力し、3層アンプ(AMP)からダイレクトドライブモータD1、D2に駆動電流が供給される。それによりダイレクトドライブモータD1、D2の外側ロータ21、21'が独立して回転し、アームA1、A2(図1)を移動させるようになっている。外側ロータ21、21'が回転すると、上述のようにして回転角度を検出したレゾルバステータ35、36、35'、36'からレゾルバ信号が出力されるので、それをレゾルバデジタル変換器(RDC)でデジタル変換した後に入力したCPUは、外側ロータ21、21'が指令位置に到達したか否かを判断し、指令位置に到達すれば、3層アンプ(AMP)への駆動信号を停止することで外側ロータ21、21'の回転を停止させる。これにより外側ロータ21、21'のサーボ制御が可能となる。

20

30

【0061】

真空環境での複数軸のアーム駆動の際には、電源投入時に現在のアームA1およびA2の回転位置を認識しないと真空槽の壁や、真空槽のシャッタにアームA1等をぶつけてしまう可能性があるが、本実施の形態では、回転軸の1回転の絶対位置を検出するアブソリュートレゾルバステータ36および36'と、より分解能の細かい回転位置を検出するインクリメンタルレゾルバステータ35および35'からなる可変リラクタンstypeレゾルバを採用しているため、外側ロータ21、21'即ちアームA1、A2の回転位置制御を高精度に行える。

40

【0062】

尚、ここでは内側ロータ30の回転検出にレゾルバを採用したが、検出器を隔壁13の内部の大気側に配置できるため、一般に高精度位置決めを使用するサーボモータにおいては高精度で滑らかに駆動するための位置検出手段として採用されている光学式エンコーダや、磁気抵抗素子を使用した磁気式エンコーダ等も使用できる。

【0063】

以上の実施の形態では、表面磁石型の32極36スロットアウターロータ式ブラシレスモータを用いた例を用いて説明したが、この形式のモータに限定されるものではなく、ブラシレスモータであれば適用できるものであり、他の磁極形式、例えば永久磁石埋め込み型であっても良いし、他のスロットコンビネーションでも良いし、あるいはインナロータ

50

型であっても良い。

【0064】

また、各軸の干渉対策として、軸方向に隣接する軸同士の回転子の極数およびスロット数が異なる構成としても良い。例えば、2軸同軸の場合は、第一軸が32極36スロット、第二軸が24極27スロット、4軸同軸の場合は、第一軸および第三軸が32極36スロット、第二軸および第四軸が24極27スロットといった構成にすれば、各軸の磁界による回転子および磁気カップリング装置への回転方向の推力発生といった相互干渉を防ぐことができる。

【0065】

また、ロータの永久磁石は、ネオジウム(Nd-Fe-B)系磁石を用い、耐食性を高めるためのコーティングとして、ニッケルコーティングを施した例を用いて説明したが、この材質、表面処理に限定されるものではなく、使用される環境などによって適宜変更されるものであり、例えばベークアウト時の温度条件によっては高温減磁しにくいサマリウム・コバルト(Sm-Co)系の磁石を用いるべきであり、超真空中で使用されるのであればアウトガス遮断性の高い窒化チタンコーティングを施すべきである。

10

【0066】

また、ヨークは、低炭素鋼を材料とし、ニッケルめっきを施した例を用いて説明したが、この材質、表面処理に限定されるものではなく、使用される環境などによって適宜変更されるものであり、特に表面処理に関しては、超真空中で使用されるのであればピンホールの少ないカニゼンめっきやクリーンエスめっき、窒化チタンコーティング等を施すべき

20

【0067】

また、永久磁石をヨークに締結する方法は、非磁性のくさびをヨーク外径側からねじで締め上げる例を用いて説明したが、使用される環境などによって適宜変更されるものであり、環境によっては接着でも良いし、他の締結方法でも良い。

【0068】

また、軸受19, 19'は真空用グリス潤滑の4点接触玉軸受を用いた例を説明したが、この形式、材質、潤滑方法に限定されるものではなく、使用される環境、荷重条件、回転速度などによって適宜変更されるものであり、クロスローラ軸受であっても良いし、4軸同軸モータの場合、さらに機械的な剛性を高めるために、別な軸受で支持する構造としても良いし、高速回転する場合など、多点接触軸受を用いることができない場合は各軸の回転子を支持する軸受および別な軸受を深溝玉軸受やアンギュラ軸受として予圧をかける構造としても良いし、超真空中で使用される場合は、軌道輪に金や銀などの軟質金属をプレーティングしたような、ガス放出のない金属潤滑としたものを用いても良い。

30

【0069】

また、磁気カップリングとして機能する内側ロータとして、永久磁石とバックヨークを用いた形式で説明したが、永久磁石とバックヨークの材質および形状はこれに限定されるものではない。例えば、レゾルバの質量と軸受の摩擦トルクによっては、外側ロータと同極数でなくても良いし、同幅でなくても良い。永久磁石を用いない突極でも良い。

【0070】

また、角度検出器としてレゾルバを用いた例で説明したが、製造コストや分解能によって適宜変更されるものであり、例えば光学式のロータリエンコーダでも良い。

40

【0071】

また、角度検出器の回転側を回転自在に支持する軸受33, 33'として、グリス潤滑の4点接触玉軸受を用いた例を説明したが、この形式、潤滑方法に限定されるものではなく、設置スペースや摩擦トルク、回転速度などによって適宜変更されるものであり、高速回転や摩擦トルクの低減など、多点接触軸受を用いることができない場合は、アンギュラ軸受や深溝玉軸受を各軸ごとに2個配置して、予圧をかける構造としても良い。

【0072】

また、その他の隔壁の外、中に配置される構造部品および隔壁の材質、形状、製造方法

50

は、製造コストや使用される環境、荷重条件、構成などによって適宜変更されるものである。

【0073】

以上述べたモータシステムは、各軸のロータや、ステータや、レゾルバに用いた磁気カップリングから漏れる磁束によって、互いのロータや回転検出器に用いた磁気カップリングに回転方向の推力を発生させないように、互いの磁界を遮蔽するための磁気シールドを各軸のロータ間に配設したり、各軸のロータ、ステータ、レゾルバから発生する電磁界によって互いのレゾルバに干渉しないように、互いの電磁界を遮蔽するための磁気シールドを配設したり、軸方向に隣接する軸同士のロータの極数やステータのスロット数を変えたりすることによって、各軸相互に発生する磁氣的干渉を防止しているため、各軸の軸方向長さと、各軸の軸方向距離を短くすることができる。よって、2軸同軸、4軸同軸といった多軸同軸モータシステムでありながら、全体の軸長を抑えた構成が可能である。特に、4軸同軸といった多軸構成のダイレクトドライブモータを用いたシステムにおいては、チャンバ構造を大きく変えることなく高精度な位置決めが出来るフロッグレッグアーム式ロボットを2台設置できるので、装置全体の性能および稼働率を高めることができる。

10

【0074】

以上、本発明を実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定して解釈されるべきではなく、適宜変更・改良が可能であることはもちろんである。例えば、本実施の形態のダイレクトドライブモータは、真空雰囲気に限らず、大気外の雰囲気で使用することができる。例えば、半導体製造工程の場合、真空排気後に真空槽内部にエッチング用の反応性ガスが導入されることがあるが、本実施の形態のダイレクトドライブモータでは、隔壁により内部と外部とが遮蔽されているため、モータコイルや絶縁材等がエッチングされてしまうおそれもない。

20

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本実施の形態にかかるダイレクトドライブモータを用いたフロッグレッグアーム式搬送装置の斜視図である。

【図2】図1の構成をII-II線で切断して矢印方向に見た図である。

【図3】レゾルバ制御回路の例を示す図である。

【図4】モータ制御回路の例を示す図である。

30

【符号の説明】

【0076】

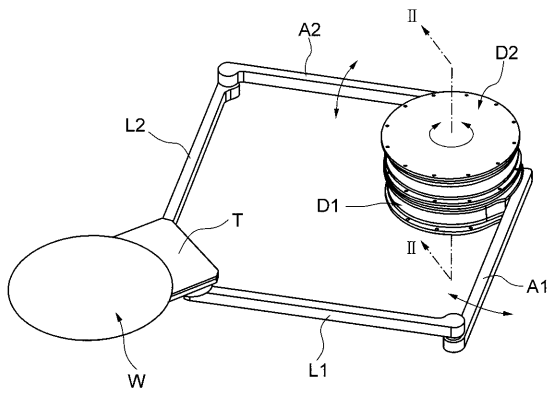
- 10 円板
- 11 ボルト
- 12 本体
- 12a フランジ部
- 12b 外周縁
- 12d 穴
- 12e 欠き
- 13 隔壁
- 13a 円板部
- 13b 円筒部
- 13c 円筒部（凸部）
- 15 ホルダ
- 16 ボルト
- 17、17' 軸受ホルダ
- 18、18' ボルト
- 19、19' 4点接触玉軸受
- 20、20' ボルト
- 21、21' 外側ロータ

40

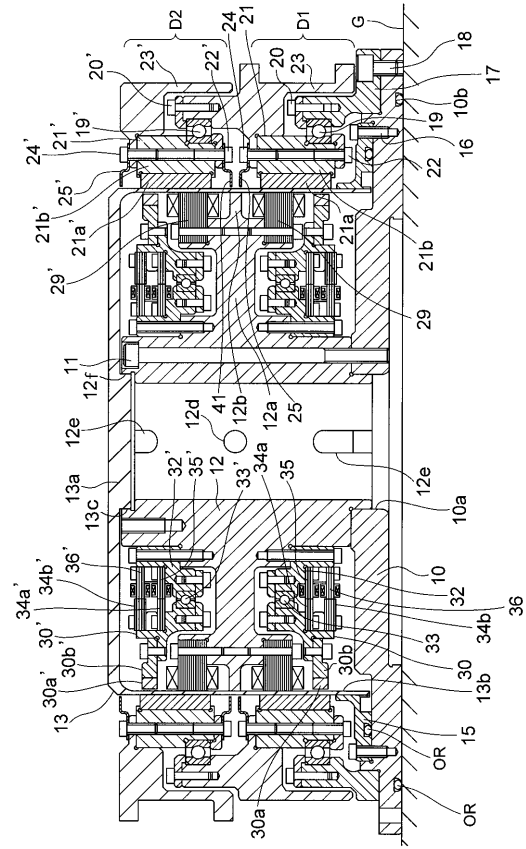
50

2 1 a、2 1 a ' 永久磁石	
2 1 b、2 1 b ' ヨーク	
2 2、2 2 ' ボルト	
2 3 ' リング状部材	
2 3 円筒状部材	
2 4、2 4 ' ボルト	
2 5、2 5 ' 磁気シールド板	
2 9、2 9 ' ステータ	
3 0、3 0 ' 内側ロータ	
3 0 a、3 0 a ' 永久磁石	10
3 0 b、3 0 b ' バックヨーク	
3 2、3 2 ' レゾルバホルダ	
3 3、3 3 ' 軸受	
3 4 a、3 4 a ' インクリメンタルレゾルバロータ	
3 4 b、3 4 b ' アブソリュートレゾルバロータ	
3 5、3 5 ' インクリメンタルレゾルバステータ	
3 6、3 6 ' アブソリュートレゾルバステータ	
4 1 磁気シールド板	
A 1 , A 2 アーム	
D 1 , D 2 ダイレクトドライブモータ	20
D M C 1 モータ制御回路	
D M C 2 モータ制御回路	
G 定盤	
L 1 , L 2 リンク	
O R O - リング	
T テーブル	

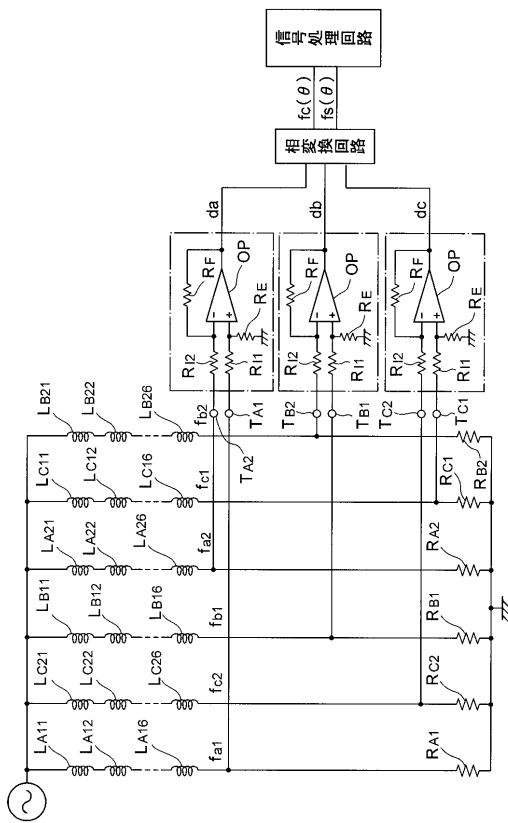
【図 1】



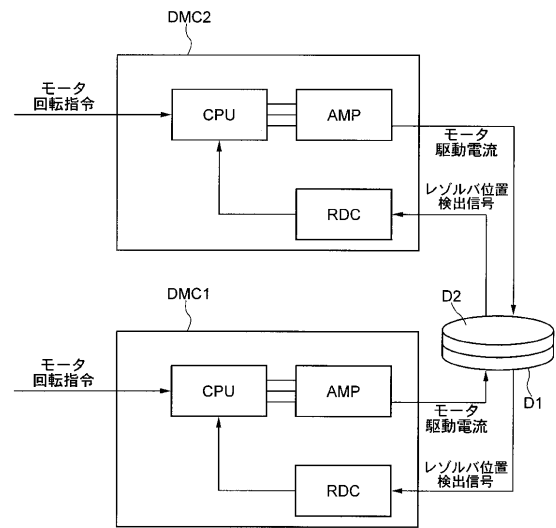
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 和田 利昌

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

Fターム(参考) 5H605 AA03 AA15 BB05 BB17 CC01 CC04 CC10 DD01 DD36 EB07
EB10 FF01 GG02 GG04 GG06 GG10
5H649 AA02 BB02 GG08 GG16 HH05 HH16 JK04