

(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2006-174526
(P2006-174526A)

(43) 公開日 平成18年6月29日(2006.6.29)

| | | |
|-----------------------------|--------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| H02K 29/08 (2006.01) | H02K 29/08 | 3D033 |
| B62D 5/04 (2006.01) | B62D 5/04 | 3D233 |
| H02K 15/03 (2006.01) | H02K 15/03 C | 5H019 |
| | H02K 15/03 G | 5H622 |

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-359358 (P2004-359358)
(22) 出願日 平成16年12月13日 (2004.12.13)

(71) 出願人 000232302
日本電産株式会社
京都府京都市南区久世殿城町338番地
(74) 代理人 100110847
弁理士 松阪 正弘
(72) 発明者 片岡 央
京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
(72) 発明者 中西 慶太
京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
Fターム(参考) 3D033 CA03 CA20
3D233 CA03 CA20
5H019 AA02 BB01 BB05 BB15 BB19
BB23 CC03 DD07 EE14
最終頁に続く

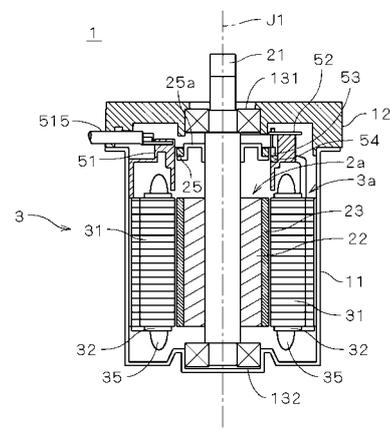
(54) 【発明の名称】 モータ

(57) 【要約】

【課題】 電動式のモータにおいて界磁用磁石の位置の検出精度を向上する。

【解決手段】 モータ1では、ロータヨーク22、界磁用磁石23等を主要部としてロータ部2aが構成され、電機子3、回路基板52等を主要部としてハウジング11内に固定されたステータ部3aが構成され、シャフト21およびボール軸受131、132が、ロータ部2aをステータ部3aに対して中心軸J1を中心に相対的に回転可能に支持する軸受機構の役割を果たす。モータ1では、円環状のセンサ用磁石25がシャフト21に取り付けられ、センサ用磁石25の位置を検出するセンサである3つのホールセンサ53が回路基板52に実装される。センサ用磁石25としてラジアル異方性を有するネオジム-鉄-ボロン系希土類磁石が用いられることにより、ホールセンサ53によるセンサ用磁石25を介しての界磁用磁石23の位置の検出精度を向上することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動式のモータであって、
電機子を有するステータ部と、
前記電機子との間で所定の中心軸を中心とするトルクを発生する界磁用磁石を有するロータ部と、
前記中心軸を中心に前記ロータ部を前記ステータ部に対して回転可能に支持する軸受機構と、
を備え、

前記ロータ部が、略円環状の希土類異方性磁石であって、前記中心軸を中心として前記界磁用磁石に対応付けられて多極着磁されたセンサ用磁石を備え、 10

前記ステータ部が、前記センサ用磁石と対向して配置され、前記センサ用磁石の位置を検出するセンサを備えることを特徴とするモータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のモータであって、
前記センサ用磁石が、ラジアル異方性を有することを特徴とするモータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のモータであって、
前記センサが、前記センサ用磁石の外周面と対向して配置されることを特徴とするモータ。 20

【請求項 4】

請求項 3 に記載のモータであって、
前記センサ用磁石の径が、前記界磁用磁石の径に等しいことを特徴とするモータ。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のモータであって、
前記センサが、前記センサ用磁石の前記中心軸に垂直な一方の主面と対向して配置されることを特徴とするモータ。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のモータであって、
前記センサ用磁石が、熱間押出により異方性が付与されつつ成形された磁石材料を着磁したものであることを特徴とするモータ。 30

【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のモータであって、
前記センサ用磁石が、磁界中にて成形されることにより異方性が付与された後に焼結された磁石材料を着磁したものであることを特徴とするモータ。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のモータであって、
前記センサ用磁石が、ネオジウムを含有することを特徴とするモータ。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のモータであって、
前記センサがホールセンサであることを特徴とするモータ。 40

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のモータであって、
車両の運転操作を補助するシステムに利用されることを特徴とするモータ。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のモータであって、
自動車のパワーステアリングにおいて操舵を直接補助することを特徴とするモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動式のモータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、電動式のモータでは、ホールセンサ等のセンサにより、回転トルクを発生させるための界磁用磁石とは別に設けられたセンサ用磁石による磁界の変化を検出することにより、界磁用磁石の磁極の位置を間接的に検出し、センサからの出力に基づいて駆動電流の切替を行うことによりロータを回転させる。

【0003】

例えば、特許文献1では、ブラシレスDCモータにおいて、薄板状の複数の磁石が周方向に等間隔に設けられた磁石保持リングを、回転子の一方の端面に固定してセンサ用磁石として利用する技術が開示されている。特許文献1のモータでは、ネオジウム-鉄-ボロン系の粉末状磁石を混入したアクリル系樹脂からなる磁石（いわゆる、ネオジボンド磁石）が、回転軸の長手方向に着磁されてセンサ用磁石として利用され、ホールセンサはセンサ用磁石の回転子とは反対側に配置される。ネオジボンド磁石は、フェライト磁石等比べて表面磁束密度が高いため、界磁用磁石の位置を精度良く検出することができる。

10

【0004】

また、特許文献2では、金型成形された略円筒状のネオジ鉄系プラスチックマグネット（ネオジボンド磁石）である第二永久磁石（センサ用磁石）を回転子の一方の端部に取り付け、ホールセンサを第二永久磁石の回転子とは反対側に設け、ホールセンサを含む制御回路部と回転子等を含むモータ部とを隔壁により隔離することにより、制御回路部への熱

20

【特許文献1】特開2000-156963号公報

【特許文献2】特開2002-252958号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、このようなネオジボンド磁石は等方性磁石であるため、着磁時に磁力線が磁石内を通るため、N極とS極との界面近傍まで強く磁化することが困難である。このため、界磁用磁石の位置の検出の高精度化に限界があった。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、界磁用磁石の位置の検出精度を向上することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の発明は、電動式のモータであって、電機子を有するステータ部と、前記電機子との間で所定の中心軸を中心とするトルクを発生する界磁用磁石を有するロータ部と、前記中心軸を中心に前記ロータ部を前記ステータ部に対して回転可能に支持する軸受機構とを備え、前記ロータ部が、略円環状の希土類異方性磁石であって、前記中心軸を中心として前記界磁用磁石に対応付けられて多極着磁されたセンサ用磁石を備え、前記ステータ部が、前記センサ用磁石と対向して配置され、前記センサ用磁石の位置を検出するセンサを備える。

40

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のモータであって、前記センサ用磁石が、ラジアル異方性を有する。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のモータであって、前記センサが、前記センサ用磁石の外周面と対向して配置される。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載のモータであって、前記センサ用磁石の径が、前記界磁用磁石の径に等しい。

50

【0011】

請求項5に記載の発明は、請求項1に記載のモータであって、前記センサが、前記センサ用磁石の前記中心軸に垂直な一方の主面と対向して配置される。

【0012】

請求項6に記載の発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載のモータであって、前記センサ用磁石が、熱間押出により異方性が付与されつつ成形された磁石材料を着磁したものである。

【0013】

請求項7に記載の発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載のモータであって、前記センサ用磁石が、磁界中にて成形されることにより異方性が付与された後に焼結された磁石材料を着磁したものである。

10

【0014】

請求項8に記載の発明は、請求項1ないし7のいずれかに記載のモータであって、前記センサ用磁石が、ネオジウムを含有する。

【0015】

請求項9に記載の発明は、請求項1ないし8のいずれかに記載のモータであって、前記センサがホールセンサである。

【0016】

請求項10に記載の発明は、請求項1ないし9のいずれかに記載のモータであって、車両の運転操作を補助するシステムに利用される。

20

【0017】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載のモータであって、自動車のパワーステアリングにおいて操舵を直接補助する。

【発明の効果】

【0018】

本発明では、界磁用磁石の位置の検出精度を向上することができる。請求項2の発明では、界磁用磁石の位置の検出精度をより向上することができる。請求項3の発明では、界磁用磁石の位置の検出精度の更なる向上が実現できる。

【0019】

請求項4の発明では、センサ用磁石および界磁用磁石の着磁位置を精度良く一致させることができる。請求項5の発明では、センサの取り付けを簡素化することができる。

30

【0020】

請求項6の発明では、磁石材料に容易に異方性を付与することができる。請求項7の発明では、磁界の特性を変更することにより、磁石材料に付与する異方性の特性を容易に変更することができる。請求項9の発明では、モータの製造コストを削減することができる。

【0021】

請求項10および11の発明では、車両の運転操作を円滑に補助することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1は本発明の第1の実施の形態に係る電動式のモータ1の縦断面図である。モータ1はいわゆる3相のブラシレスモータとなっており、例えば、自動車のパワーステアリングにおいて操舵を直接補助する駆動源として利用される。なお、断面の細部における平行斜線の図示を省略している。モータ1は図1中において上側が開口する円筒状のハウジング11と、ハウジング11の開口を塞ぐとともに中央に開口が形成されたカバー部12とに覆われ、カバー部12の開口およびハウジング11の底面にはそれぞれボール軸受131、132が取り付けられ、ボール軸受131、132により、シャフト21が回転可能に支持される。

40

【0023】

シャフト21にはハウジング11内において磁性材からなる円柱状のロータヨーク22

50

が取り付けられ、ロータヨーク 22 の外周面には多極着磁された円筒状の界磁用磁石 23 が固定される。一方、ハウジング 11 の内周面には電機子 3 が界磁用磁石 23 に対向して取り付けられる。電機子 3 は、電機子 3 の中心軸 J1 がシャフト 21 の中心軸と合致するように配置される。電機子 3 は、磁性材のコアの環状部の内周面から先端を中心軸 J1 に向けて中心軸 J1 を中心に放射状に配置される（すなわち、ハウジング 11 の内周面からシャフト 21 および界磁用磁石 23 に向かって伸びる）複数のティース 31、複数のティース 31 を覆うインシュレータ 32、および、複数のティース 31 にインシュレータ 32 上から多層に導線を巻回することにより設けられたコイル 35 を備える。コイル 35 は、ティース 31 およびインシュレータ 32 の外周に上下方向（中心軸 J1 方向）に向かって導線が巻かれて形成されている。

10

【0024】

中心軸 J1 の伸びる方向に関して電機子 3 のカバー部 12 側には、電機子 3 のコイル 35 へ駆動用の電流を供給するための複数の金属板からなる配線部材を樹脂によりモールドしたブスパー 51 が取り付けられ、ブスパー 51 には、外部へと伸びる配線 515 と共に各コイル 35 の導線が接続される。ブスパー 51 のカバー部 12 側にはホールセンサ 53 等が実装される回路基板 52 が取り付けられる。

【0025】

モータ 1 では、ロータヨーク 22、界磁用磁石 23 等を主要部としてロータ部 2a が構成され、電機子 3、ブスパー 51、回路基板 52 等を主要部としてハウジング 11 内に固定されたステータ部 3a が構成され、ボール軸受 131、132 が、ロータ部 2a をステータ部 3a に対して中心軸 J1 を中心に相対的に回転可能に支持する軸受機構の役割を果たす。そして、ブスパー 51 を介して電機子 3 に駆動電流が供給されることにより、電機子 3 と界磁用磁石 23 との間で中心軸 J1 を中心とするトルクが発生し、ロータ部 2a が回転する。

20

【0026】

シャフト 21 において界磁用磁石 23 のカバー部 12 側には、界磁用磁石 23 の径と等しい径を有する円環状のセンサ用磁石 25 が、磁性材からなるフランジ 25a を介して取り付けられてロータ部 2a の一部を構成する。ロータ部 2a では、フランジ 25a がセンサ用磁石 25 の下側（すなわち、界磁用磁石 23 および電機子 3 に面する側）を覆うため、センサ用磁石 25 と界磁用磁石 23 および電機子 3 との間の磁界の干渉を防止することができる。一方、回路基板 52 のブスパー 51 側には、種々の電子部品が実装されるとともに、センサ用磁石 25 の位置を検出するセンサである 3 つのホールセンサ 53 が下方に向かって突出するように実装されており、ホールセンサ 53 はセンサホルダ 54 に保持される。なお、センサ用磁石 25 の位置とは、センサ用磁石 25 の磁極のホールセンサ 53 に対する相対的な位置を意味する（界磁用磁石 23 の位置についても同様）。

30

【0027】

センサ用磁石 25 は多極着磁されており、複数の磁極の着磁位置および幅（すなわち、中心軸 J1 を中心としての角度）は、界磁用磁石 23 の複数の磁極の着磁位置および幅と一致する。ホールセンサ 53 は、センサ用磁石 25 の外周面（すなわち、中心軸 J1 とは反対側の側面）と対向して配置され、センサ用磁石 25 の位置がホールセンサ 53 により検出されることにより、界磁用磁石 23 の位置が間接的に検出される。そして、検出結果に基づいて電機子 3 への駆動電流が制御される。なお、センサ用磁石 25 および界磁用磁石 23 のそれぞれの磁極の着磁位置および幅は必ずしも一致していなくてもよく、両磁石の磁極の着磁位置と幅との関係が明確にされていればよい。換言すれば、センサ用磁石 25 は、中心軸 J1 を中心として界磁用磁石 23 に対応付けられて多極着磁されていればよい。

40

【0028】

センサ用磁石 25 および界磁用磁石 23 としては、同一材料にて製造された希土類磁石、好ましくは、ネオジウム（Nd）を含有するネオジウム-鉄（Fe）-ボロン（B）系希土類磁石が利用され、両磁石はラジアル異方性（すなわち、中心軸 J1 を中心とする放

50

射状の磁場配向)を有する。

【0029】

センサ用磁石25および界磁用磁石23の製造方法について説明すると、まず、ネオジウム、鉄およびボロンを主成分とする磁石材料が準備され、常温にてプレスされた後に高温下にて再度プレスすることにより押し固められる。続いて、円筒の金型内の磁石材料に対して金型の内径より径が小さい円柱状の部材を押し込む熱間後方押出により、磁石材料がラジアル異方性を付与されつつ円筒状に成形され、加工されてセンサ用磁石25および界磁用磁石23となる部材(すなわち、両磁石の元になる部材であり、以下、「元部材」という。)が得られる。円筒状の元部材の内周面は高精度に成形されているため、押出成形後の加工が不要となる。

10

【0030】

次に、円筒状の元部材が中心軸に垂直に所定の長さに切断されてセンサ用磁石25となる部材(以下、「第1元部材」という。)、および、界磁用磁石23となる部材(以下、「第2元部材」という。)が製造され、必要に応じて機械加工および表面処理が行われる。その後、第1元部材および第2元部材がそれぞれ、フランジおよびロータヨーク22を介してシャフト21に取り付けられ、単一の着磁ヨークにより同時に多極着磁されることにより、複数の磁極の着磁位置および幅が一致するセンサ用磁石25および界磁用磁石23が製造される。また、単一の元部材からセンサ用磁石25および界磁用磁石23が製造されることにより両磁石の径が等しくなるが、両磁石のそれぞれの元部材を同時に容易に着磁することができる。その結果、センサ用磁石25および界磁用磁石23の各磁極の着磁位置および幅を精度良く一致させることができる。

20

【0031】

図2は、モータ1のコイル35を流れる駆動電流を示す図であり、線61~63は3相のコイル35にそれぞれ流れる駆動電流を示す。モータ1では、回転するセンサ用磁石25の位置がホールセンサ53により検出され、センサ用磁石25のN極とS極との界面がホールセンサ53の前を通過する際に、図2に示すように、各相に流れる駆動電流が切り替えられ、いわゆる矩形波駆動が行われる。

【0032】

図3は、センサ用磁石25の外周面における位置と表面磁束密度との関係を示す図である。外周面における位置は、円環状のセンサ用磁石25において、所定の基準位置からの中心軸J1を中心とする角度により表され、図3では、隣接する1つのN極(図中の横軸の上側の部分)および1つのS極(図中の横軸の下側の部分)における表面磁束密度が示されている。図3中における実線71は、センサ用磁石25の表面磁束密度を示し、破線72は、等方性の磁石材料をセンサ用磁石25と同様に多極着磁した場合の表面磁束密度を比較のために示している。また、2本の一点鎖線73はホールセンサ53の検出限界を示し、2本の一点鎖線73に挟まれる範囲がホールセンサ53の不感帯を示す。二点鎖線74は、N極とS極との界面に対応する。

30

【0033】

図3に示すように、ホールセンサ53は不感帯を有するため、等方性磁石がセンサ用磁石として用いられた場合、N極からS極への変化(すなわち、ホールセンサ53の位置における界面の通過)の検出は、図3中の点721(線72と線74との交点であり、実際の界面の位置に相当する。)ではなく、点722(線72と下側の線73との交点)において行われる。これに対し、ラジアル異方性のセンサ用磁石25では、1つの磁極において界面近傍まで強く磁化されて表面磁束密度分布が台形波状となっており、界面近傍における表面磁束密度の変化の程度が等方性磁石に比べて大きくなるため、界面の検出が点723(線71と下側の線73との交点)において行われ、実際の界面の通過と界面検出とのずれ(以下、単に「検出ずれ」という。)は、等方性磁石が用いられる場合に比べて小さくなる。

40

【0034】

図4は、駆動電流がコイル35に流れることによりロータ部2aが回転して発生するト

50

ルクを示す図である。図4中の実線81は、ラジアル異方性のセンサ用磁石25を有するモータ1のトルクを示し、破線82は、等方性磁石がセンサ用磁石として用いられたと仮定した場合のトルクを示す。モータ1では、上述のように界面の検出が実際の界面の位置とずれるため、矩形波である駆動電流の切替のタイミングが僅かに遅れ、図4に示すように、駆動電流の切替時にトルクが減少する現象（いわゆる、トルクリップル）が発生するが、等方性磁石がセンサ用磁石として用いられた場合に比べて検出ずれが小さいため、トルクの減少が抑制される。

【0035】

以上説明したように、モータ1では、センサ用磁石25としてラジアル異方性を有する希土類磁石が用いられることにより、隣接する磁極の界面近傍においてホールセンサ53の不感帯に入るセンサ用磁石25の幅が等方性磁石に比べて小さくなり、ホールセンサ53によるセンサ用磁石25を介しての界磁用磁石23の位置の検出精度を向上することができる。その結果、電機子3の駆動電流の制御を精度良く行い、駆動電流の切替時におけるトルクの変動を抑制し、モータ1の駆動効率を向上することができる。そして、このモータ1がパワーステアリングの駆動源として利用されることにより、操舵時のフィーリングが良好となり、ステアリングの操作を円滑に補助することができる。

10

【0036】

モータ1では、ホールセンサ53が、センサ用磁石25の異方性の方向に配置されてセンサ用磁石25の表面磁束密度が大きい面に対向するため、センサ用磁石25の位置を精度良く検出することができる。また、モータ1では、ラジアル方向（すなわち、軸方向に垂直な方向）がアキシャル方向（すなわち、軸方向）に比べて高精度に設計されているため、ホールセンサ53がセンサ用磁石25の外周面と対向して配置されることにより、界磁用磁石23の位置の検出精度の更なる向上が実現できる。このように、モータ1では、安価なホールセンサ53をセンサとして使用しつつ界磁用磁石23の位置を精度良く検出することができるため、モータ1の製造コストを削減することができる。

20

【0037】

図5は、本発明の第2の実施の形態に係るモータ1aの縦断面図である。モータ1aでは、ホールセンサ53が回路基板52に面実装され、センサ用磁石25の中心軸J1に垂直な上側の主面と対向して配置される（すなわち、アキシャル方向に配置される）ことを除いて、他の構成は図1と実質的に同様であり、以下、同符号を付す。

30

【0038】

モータ1aでは、センサ用磁石25は、中心軸J1に平行な磁場配向（いわゆる、アキシャル異方性）を有する。また、センサ用磁石25は、第1の実施の形態と同様の方法により製造されたネオジウム-鉄-ボロン系希土類磁石であり、中心軸J1を中心として界磁用磁石23に対応付けられて多極着磁されている。

【0039】

モータ1aでは、ホールセンサ53を回路基板52に面実装することができ、回路基板52に対するホールセンサ53の取り付けを簡素化することができる。また、ホールセンサ53が、センサ用磁石25の異方性の方向に配置されてセンサ用磁石25の表面磁束密度が大きい面に対向するため、センサ用磁石25の位置を精度良く検出することができる。

40

【0040】

モータ1aでは、センサ用磁石25としてアキシャル異方性を有する希土類磁石が用いられることにより、第1の実施の形態と同様に、隣接する磁極の界面近傍における表面磁束密度の変化の程度が等方性磁石に比べて大きくなるため、界面近傍においてホールセンサ53の不感帯に入るセンサ用磁石25の幅が等方性磁石に比べて小さくなり、ホールセンサ53によるセンサ用磁石25を介しての界磁用磁石23の位置の検出精度を向上することができる。その結果、電機子3の駆動電流の制御を精度良く行い、駆動電流の切替時におけるトルクの変動を抑制し、モータ1aの駆動効率を向上することができる。

【0041】

50

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

【0042】

上記実施の形態に係るモータでは、機械的強度が高く破損しにくい点、機械加工が容易である点、また、比較的安価である点等を考慮すると、センサ用磁石25としてネオジウム-鉄-ボロン系の希土類異方性磁石が用いられることが好ましいが、これ以外の希土類異方性磁石、例えば、サマリウム(Sm)-コバルト(Co)系の希土類異方性磁石が用いられてもよい。

【0043】

また、磁界を強くして、すなわち、磁束密度を向上して位置検出の精度を向上させるという観点からは、磁石材料を樹脂等により固めたいわゆるボンド磁石に比べて、磁石材料の含有割合が高くなる上述の方法により製造された磁石がセンサ用磁石25として利用されることがより好ましい。また、ボンド磁石であっても、希土類異方性磁石であれば適用することができる。なお、希土類異方性磁石の製法は限定されない。

10

【0044】

モータの製造コスト削減の観点からは、センサ用磁石25の位置を検出するセンサとして、安価なホールセンサが利用されることが好ましいが、必要に応じて、高価ではあるが高解像度を有するレゾルバ等、ホールセンサ以外の他のセンサが利用されてもよい。

【0045】

上記実施の形態に係るモータはインナーロータ型であるが、アウターロータ型であってもよく、また、自動車の電動パワーステアリング以外に、電動ブレーキシステムや電磁サスペンション、トランスミッションシステムに利用されてもよい。また、モータは、自動車以外の車両の運転操作を直接補助する様々なシステムに利用されてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】第1の実施の形態に係るモータの縦断面図である。

【図2】モータの駆動電流を示す図である。

【図3】センサ用磁石の外周面における位置と表面磁束密度との関係を示す図である。

【図4】モータのトルクを示す図である。

【図5】第2の実施の形態に係るモータの縦断面図である。

30

【符号の説明】

【0047】

1, 1a モータ

2a ロータ部

3a ステータ部

3 電機子

21 シャフト

23 界磁用磁石

25 センサ用磁石

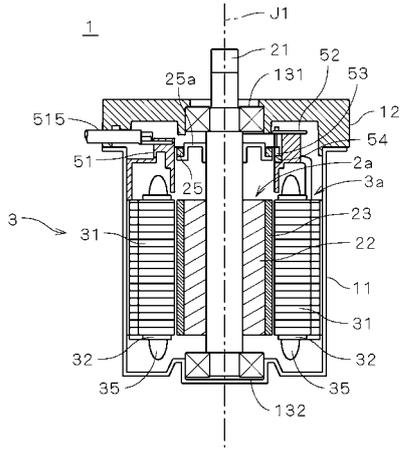
53 ホールセンサ

131, 132 ボール軸受

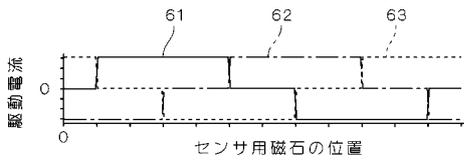
J1 中心軸

40

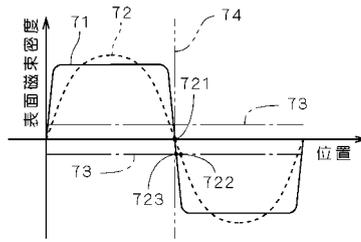
【図1】



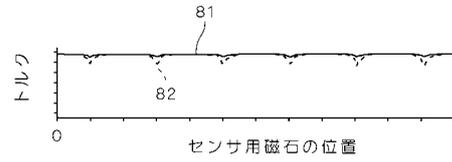
【図2】



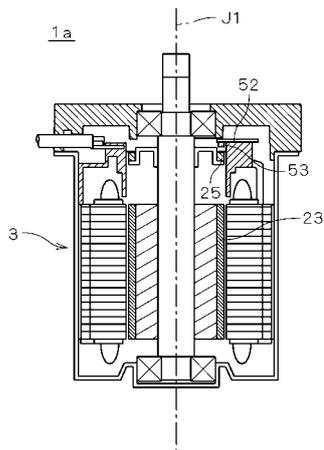
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H622 CA01 CA07 CA10 CB05 DD02 PP01 QA03 QA04 QB05