

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4478537号
(P4478537)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int. Cl. F I
 HO2K 29/08 (2006.01) HO2K 29/08
 HO2K 21/24 (2006.01) HO2K 21/24 M

請求項の数 3 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2004-257061 (P2004-257061)	(73) 特許権者	000004329
(22) 出願日	平成16年9月3日(2004.9.3)		日本ビクター株式会社
(65) 公開番号	特開2006-74938 (P2006-74938A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(43) 公開日	平成18年3月16日(2006.3.16)	(73) 特許権者	508100033
審査請求日	平成18年12月27日(2006.12.27)		アルファナテクノロジー株式会社
			静岡県藤枝市花倉430番地1
		(74) 代理人	100105924
			弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	細野 寿一
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
		(72) 発明者	熊谷 吉樹
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸と、

前記回転軸と一体に回転し、駆動用マグネットと回転検出用マグネットとを固着して成るロータヨークと、

前記駆動用マグネットと対向するよう配置した複数の駆動用コイルと、

前記回転検出用マグネットの磁束を検出する磁気センサとを備えたブラシレスモータであって、

前記駆動用マグネットは円環状であって等しい着磁ピッチ角度で着磁された複数の磁極を有し、

前記複数の駆動用コイルは、前記回転軸を中心として略同心状に所定の取付けピッチ角度で配置されており、

前記所定の取付けピッチ角度を、前記着磁ピッチ角度の略4/3倍にすると共に、前記磁気センサを、前記ロータヨークの回転中に前記駆動用マグネットからの磁束が前記複数の駆動用コイルからの磁束に対して逆位相となる位置に配置して成ることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項2】

前記複数の駆動用コイルは3相で通電され、

各駆動用コイルは、通電タイミングの中心において前記駆動用マグネットの磁極の境界がその駆動用コイルの中心を通過するように通電されることを特徴とする請求項1に記載

のブラシレスモータ。

【請求項 3】

回転軸と、

前記回転軸と一体に回転し、駆動用マグネットと回転検出用マグネットとを固着して成るロータヨークと、

前記駆動用マグネットと対向するよう配置した複数の駆動用コイルと、

前記回転検出用マグネットの磁束を検出する磁気センサとを備えたブラシレスモータであって、

前記駆動用マグネットは円環状であって等しい着磁ピッチ角度で着磁された複数の磁極を有し、

前記複数の駆動用コイルは、その中心線が前記回転軸を通るようその回転軸を中心として略同心状に所定の取付けピッチ角度で配置されており、

前記所定の取付けピッチ角度を前記着磁ピッチ角度の略 4 / 3 倍とし、

前記複数の駆動用コイル中の一つの駆動用コイルであって、前記回転軸の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている前記一つの駆動用コイルの前記中心線に対して、前記磁気センサの前記回転軸を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記所定の取付けピッチ角度の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるように前記磁気センサを配置して成ることを特徴とするブラシレスモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3相構造のブラシレスモータにおいて、ステータ基板側に取り付けた複数の駆動用コイルと、ロータヨークに固着されて複数極に着磁した円環状の駆動用マグネットとを僅かな隙間を隔てて互いに対向させてロータヨークを回転軸と一体に回転自在に支持し、且つ、FGパルス又は1回転パルスを得るために駆動用マグネットとは異なる極数で着磁したマグネットをロータヨークに固着すると共に、このマグネットと対向して磁気センサをステータ基板に取り付けた際に、駆動用コイル及び駆動用マグネットからの各磁束の影響を受けない位置に磁気センサを取り付けたブラシレスモータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、3相構造のブラシレスモータは各種の電子機器に採用されており、例えばVTRのキャプスタンモータとか、磁気ディスクドライブ用モータなどに多用されている。

【0003】

この種のブラシレスモータの従来例として、始動時におけるモータの起動時間を短縮する目的で構成されたものがある（例えば、特許文献1）。

【特許文献1】特開平8-322287号公報。

【0004】

図13は従来 of ブラシレスモータを示した断面図、

図14は従来 of ブラシレスモータにおいて、駆動用マグネットに対して駆動用コイルとFGセンサの位置を示した模式図、

図15はFGセンサに適用されるMR素子のパターンの一例を示した図、

図16はFGセンサに適用されるMR素子の等価回路を示した図である。

【0005】

図13に示した従来 of ブラシレスモータ100は、上記した特許文献1（特開平8-322287号公報）に開示されており、ここでは特許文献1を参照して簡略に説明する。

【0006】

図13に示した如く、従来 of ブラシレスモータ100は、固定側のステータと回転側のロータとからなり、キャプスタンモータとして構成されている。

【0007】

10

20

30

40

50

上記した固定側のステータは、ステータ基板 101 上に一对のベアリング 102 を上下に嵌着したベアリングホルダ 103 が取り付けられていると共に、ステータ基板 101 上に複数個の駆動用コイル 104 がベアリングホルダ 103 の外周側で一对のベアリング 102 内に挿通される回転軸 106 に対して略同心的な一つの円周に沿って取り付けられ、更に、一つの駆動用コイル 104 の外側で後述する FG 用マグネット 110 と対向して FG センサ 105 が取り付けられている。

【0008】

一方、回転側のロータは、ベアリングホルダ 103 に嵌着した一对のベアリング 102 内に回転軸 106 が挿通されており、この回転軸 106 の上端に固着させたプッシング 107 にカップ状のロータヨーク 108 が取り付けられて、回転軸 106 と一体にロータヨーク 108 が回転可能になっていると共に、ロータヨーク 108 の内周壁面に沿って複数極に着磁した円環状の駆動用マグネット 109 が固着され、更に、FG パルス（回転速度信号）を得るためにロータヨーク 108 の外周壁面に沿って駆動用マグネット 109 とは異なる極数で多極に着磁した円環状の FG 用マグネット 110 が固着されて、ロータヨーク 108 と一体に駆動用マグネット 109 及び FG 用マグネット 110 が回転可能となっている。

10

【0009】

そして、ステータ基板 101 上に取り付けられた複数個の駆動用コイル 104 と、ロータヨーク 108 の内周壁面に沿って固着させた円環状の駆動用マグネット 109 とが上下方向に僅かな隙間を隔てて互いに対向することで、ブラシレスモータ 100 の回転駆動力が得られるようになっている。

20

【0010】

この際、ロータヨーク 108 の内周壁面に沿って固着させた円環状の駆動用マグネット 109 は、N 極と S 極とが等間隔で交互に繰り返して回転軸 106 を中心にして扇形状に例えば 8 極（4 極対）に着磁されており、駆動用マグネット 109 中で N 極と S 極からなる一对の磁極は図 14 に示したように電気角で示すと $360^\circ (= 2 \text{ [rad]})$ となっている。尚、電気角とは隣接する一对の磁極（N 極と S 極）を 2 [rad] で表す方法である。

【0011】

また、図 14 に示したように、複数個の駆動用コイル 104 は、U 相、V 相、W 相の 3 相からなり、これらの各相で 3 相結線されていると共に、隣接する駆動用コイル 104 の取り付けピッチ角度を電気角で示すと $240^\circ (= 4 / 3 \text{ [rad]})$ に設定されている。

30

【0012】

更に、ロータヨーク 108 の外周壁面に沿って固着された FG 用マグネット 110 は多極に着磁されており、この FG 用マグネット 110 に対して FG センサ 105 が対向している。ここで使用されている FG センサ 105 は、一般に MR 素子と呼ばれているもので、外部から磁気加わることにより抵抗値が変化する素材を、例えば、図 15 に示すパターンで配置したものであり、等価的には図 16 に示され、磁界の強さに応じて各抵抗値が変化するので、Vcc - GND 間に一定の電位差を与えると、出力 P1 と出力 P2 に外部磁界に応じた出力が得られるものである。このようにして、FG 用マグネット 110 からの磁束を FG センサ 105 で検出して、出力 P1 と出力 P2 の電位差を取ることで、1 回転につき多数個の FG パルスが得られるようになっている。ここで、MR 素子のパターンが図 15 に示すように複雑になっていたり、出力 P1 と出力 P2 の電位差を取ったりしているのは、FG 用マグネット 110 以外からの磁束による影響をキャンセルして出力しないようにしたり、FG 着磁が局部的に異常となった場合の影響を少なくするためである。

40

【0013】

ここでは、FG センサ（MR 素子）105 の出力 P1 と出力 P2 の電位差を取って多数個の FG パルスを得ると共に、ブラシレスモータ 100 の始動時に、FG センサ 105 に

50

鎖交する駆動用マグネット109からの漏れ磁束を検出し、その検出信号を起動時に通電するコイルを決める起動信号として用いるために、図14に示したように、FGセンサ105は、U相コイルセンターから電気角で $15^\circ + 180^\circ \times N1$ （但し、 $N1$ ：整数）の位置、あるいは、W相コイルセンターから電気角で $75^\circ + 180^\circ \times N2$ （但し、 $N2$ ：整数）の位置に設定し、FGセンサ（MR素子）105の出力P1と出力P2の和を取ることにより、駆動用マグネット109の磁極の位置を検知して、始動時には適切な駆動用コイル104に通電することにより、必ず正転方向に動き出して逆起電力が得られ、ブラシレスモータ100の起動時間を大幅に短縮できる旨が開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0014】

ところで、従来のブラシレスモータ100では、FGセンサ105を前記した取り付け位置に設定することで、FGセンサ105に鎖交する駆動用マグネット109からの漏れ磁束を積極的に利用して、始動時の起動を改善しているものの、FGセンサ105本来の性能を犠牲してしまうことになる。

【0015】

即ち、FGセンサ105は、本来、FG用マグネット110からの磁束を検出して1回転につき多数個のFGパルスを得るものであるが、下記するように、駆動用マグネット109や駆動用コイル104からの漏れ磁束があると、FGパルスの信号特性に悪影響を及ぼす。

20

【0016】

ここで、FGセンサ105として使用するMR素子は、前述の通り、外部磁界の影響を受けないように工夫されてはいる。しかしながら、駆動用マグネット109や駆動用コイル104からの漏れ磁束は、FG着磁よりは周期が長いものの、ブラシレスモータ100の回転により磁極の極性と大きさが変化し、それに加え、MR素子（FGセンサ105）中で磁束を検出している部分は、図15に示すように、一箇所ではなく幅を持っており、前述の外部磁界の影響をキャンセルするのは、MR素子内部で異なった位置にある部分同士である。従って、特に駆動用マグネット109と駆動用コイル104からの漏れ磁束の変化の大きい部分が、MR素子（FGセンサ105）に対向する位置に来た場合、本来キャンセルすべきMR素子のパターンに、異なった磁界が加わるため、うまくキャンセルできなく、MR素子の出力であるFGパルスにエラーが発生する。

30

【0017】

このようにFGパルスにエラーが発生すると、ブラシレスモータ100の回転速度制御が不安定となる問題点が生じてしまう。

【0018】

そこで、小型3相構造のブラシレスモータにおいて、ステータ基板側に取り付けられた複数個の駆動用コイルと、ロータヨークに固着されて複数極に着磁した円環状の駆動用マグネットとを僅かな隙間を隔てて互いに対向させてロータヨークを回転軸と一体に回転自在に支持し、且つ、FGパルス又は1回転パルスを得るために駆動用マグネットとは異なる極数で着磁したマグネットをロータヨークに固着すると共に、このマグネットと対向して磁気センサをステータ基板に取り付けた際に、FGパルス又は1回転パルスを磁気センサで良好に検出できるブラシレスモータが望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

請求項1記載の発明は、回転軸と、前記回転軸と一体に回転し、駆動用マグネットと回転検出用マグネットとを固着して成るロータヨークと、

前記駆動用マグネットと対向するよう配置した複数の駆動用コイルと、

前記回転検出用マグネットの磁束を検出する磁気センサとを備えたブラシレスモータであって、

50

前記駆動用マグネットは円環状であって等しい着磁ピッチ角度で着磁された複数の磁極を有し、

前記複数の駆動用コイルは、前記回転軸を中心として略同心状に所定の取付けピッチ角度で配置されており、

前記所定の取付けピッチ角度を、前記着磁ピッチ角度の略4/3倍にすると共に、前記磁気センサを、前記駆動用マグネットからの磁束と前記駆動用コイルからの磁束とが互いに打ち消し合う位置に配置して成ることを特徴とするブラシレスモータである。

【0020】

また、請求項2記載の発明は、回転軸と、

前記回転軸と一体に回転し、駆動用マグネットと回転検出用マグネットとを固着して成るロータヨークと、

前記駆動用マグネットと対向するよう配置した複数の駆動用コイルと、

前記回転検出用マグネットの磁束を検出する磁気センサとを備えたブラシレスモータであって、

前記駆動用マグネットは円環状であって等しい着磁ピッチ角度で着磁された複数の磁極を有し、

前記複数の駆動用コイルは、その中心線が前記回転軸を通るようその回転軸を中心として略同心状に所定の取付けピッチ角度で配置されており、

前記所定の取付けピッチ角度を前記着磁ピッチ角度の略4/3倍とし、

前記複数の駆動用コイル中の一つの駆動用コイルであって、前記回転軸の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている前記一つの駆動用コイルの前記中心線に対して、前記磁気センサの前記回転軸を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記所定の取付けピッチ角度の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるように前記磁気センサを配置して成ることを特徴とするブラシレスモータである。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係るブラシレスモータによると、ステータ基板側に取り付けた複数の駆動用コイルと、ロータヨークに固着されて複数極に着磁した円環状の駆動用マグネットとを僅かな隙間を隔てて互いに対向させてロータヨークを回転軸と一体に回転自在に支持し、且つ、FGパルス又は1回転パルスを得るために駆動用マグネットとは異なる極数で着磁した回転検出用マグネットをロータヨークに固着すると共に、この回転検出用マグネットと対向して磁気センサをステータ基板に取り付けた際に、隣接する駆動用コイルの取付けピッチ角度を駆動用マグネット中の一つの磁極の着磁ピッチ角度の略4/3倍に設定し、且つ、磁気センサで検出される駆動用マグネットからの磁束と駆動用コイルからの磁束とが互いに打ち消し合う位置に磁気センサを取り付けたため、磁気センサは駆動用コイル及び駆動用マグネットからの各磁束の影響を受けないために、上記した回転検出用マグネットからの磁束を確実に検出して性能の良いFGパルス又は1回転パルスが得られるために、ブラシレスモータの品質及び信頼性向上に寄与できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に本発明に係るブラシレスモータの一実施例を図1乃至図12を参照して、実施例1、実施例2の順に詳細に説明する。

【実施例1】

【0023】

図1は本発明に係る実施例1のブラシレスモータの全体構成を説明するために、軸中心の一方側を断面して示した半断面図、

図2は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、フレキシブルプリント配線基板側を示した平面図、

図3は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、駆動用マグネットの着磁状態を示した平面図、

10

20

30

40

50

図4は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、駆動用コイルと駆動用マグネットとの関係を模式的に示した図、

図5は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、U相、V相、W相からなる駆動用コイルの3相スター結線を示した図、

図6は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、(a)はMR素子とFG用マグネットの着磁状態とを示した斜視図であり、(b)はFGパルスを示した波形図、

図7は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、FGパルス検出用のMR素子の取り付け角度を説明するための図、

図8は本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、MR素子の取り付け位置によるエンコーダエラーの実測データを示した図である。

10

【0024】

図1に示した如く、本発明に係る実施例1のブラシレスモータ10は、固定側のステータと回転側のロータとからなり、例えばVTRで用いられるキャプスタンモータとして構成されている。

【0025】

上記した固定側のステータは、鉄系軟磁性体からなる平板状のモータベース11の上面上に、一对のベアリング12を上下に嵌着したベアリングホルダ13が垂直に取り付けられている。

【0026】

また、モータベース11の下面に貼着したフレキシブルプリント配線基板14には、図2に示した如く、複数個(例えば6個)の駆動用コイル15がベアリングホルダ13に嵌着した一对のベアリング12内に挿通される回転軸18に対して略同心的な一つの円周に沿って取り付けられ、更に、一つの駆動用コイル15の外側で後述するFG用マグネット22と対向してFGパルス検出用の磁気センサとしてMR素子16が1個取り付けられており、このFGパルス検出用のMR素子16は、先に従来技術で図15及び図16を用いて説明したと略同様な構造に形成されている。また、駆動用コイル15が配置されていないコイル間の隙間に、コイル切替え用のホール素子17が3個取り付けられている。この際、モータベース11とこの下面に貼着したフレキシブルプリント配線基板14とでステータ基板が構成されている。

20

【0027】

図1に戻り、回転側のロータは、ベアリングホルダ13に嵌着した一对のベアリング12内に回転軸18が挿通されており、この回転軸18の下端に固着させたブッシング19にカップ状のロータヨーク20が取り付けられて、回転軸18と一体にロータヨーク20が回転可能になっていると共に、ロータヨーク20の内周壁面に沿って複数極{例えば10極(5極対)}に着磁した円環状の駆動用マグネット21が固着され、更に、FGパルス(回転速度信号)を得るためにロータヨーク20の外周壁面に沿って駆動用マグネット21とは異なる極数で多極{例えば294極(147極対)}に着磁した円環状のFG用マグネット22が固着されて、ロータヨーク20と一体に駆動用マグネット21及びFG用マグネット22が回転可能となっている。この際、上記したFG用マグネット22は回転検出用マグネットとして機能している。

30

40

【0028】

また、回転軸18の上部には、上方のベアリング12からのオイルが下方に伝わらないようにオイル止め23が嵌め込まれている。

【0029】

そして、フレキシブルプリント配線基板14に取り付けた6個の駆動用コイル15と、ロータヨーク20の内周壁面に沿って固着させた円環状の駆動用マグネット21とが上下方向に僅かな隙間を隔てて互いに対向することで、ブラシレスモータ10の回転駆動力が得られるようになっている。

【0030】

ここで、図3に示した如く、ロータヨーク20の内周壁面に沿って固着させた円環状の

50

駆動用マグネット 21 は、N 極と S 極とが等間隔で交互に繰り返して回転軸 18 を中心にして扇形状に例えば 10 極 (5 極対) に着磁されており、図 4 に示した如く、駆動用マグネット 21 中の一つの磁極 (N 極又は S 極) の着磁ピッチ角度を P_m [rad] とする。この際、駆動用マグネット 21 の一つの磁極 (N 極又は S 極) の着磁ピッチ角度を幾何学的な機械角で示すと $360^\circ / 10 = 36^\circ$ となり、一方、駆動用マグネット 21 の一つの磁極 (N 極又は S 極) の着磁ピッチ角度を電気角で示すと $180^\circ (= \text{[rad]})$ となる。尚、前述したと同様に、電気角とは隣接する一对の磁極 (N 極と S 極) を 2 [rad] で表す方法である。

【0031】

一方、図 4 に示した如く、フレキシブルプリント配線基板 14 に取り付けられた 6 個の駆動用コイル 15 は、U 相、V 相、W 相からなる 3 相を組みとして、この組みが図 2 に示したように 2 組繰り返し配置されている。そして、隣接する駆動用コイル 15 の取り付けピッチ角度 P_c [rad] を例えば各コイルの中心間で図示すると、 P_c [rad] = 略 $(4/3) \times P_m$ [rad] に設定されており、これを言い換えると、隣接する駆動用コイル 15 の取り付けピッチ角度は駆動用マグネット 21 の一つの磁極 (N 極又は S 極) の着磁ピッチ角度 P_m [rad] の略 $4/3$ 倍となっているので、駆動用マグネット 21 の 2 極対に対して駆動用コイル 15 が 3 個配置されることになる。従って、駆動用コイル 15 の取り付けピッチ角度を機械角で示すと 48° となり、電気角で示すと $240^\circ (= 4/3)$ となる。

【0032】

この際、図 5 に示したように、6 個の駆動用コイル 15 は、2 個の U 相同士と、2 個の V 相同士と、2 個の W 相同士とをそれぞれ直列に結線した上で、U 相、V 相、W 相が 3 相スター結線されている。

【0033】

次に、図 6 (a) に示した如く、ロータヨーク 20 の外周壁面に沿って固着した FG 用マグネット 22 は、N 極と S 極とが交互に繰り返して多極に着磁されており、この実施例 1 では例えば 294 極 (147 極対) に着磁されている。そして、FG 用マグネット 22 からの磁束をフレキシブルプリント配線基板 14 に取り付けられた MR 素子 16 で検出することで、図 6 (b) に示したように 1 回転につき多数個の FG パルスが得られる。

【0034】

また、駆動用コイル 15 が配置されていないコイル間の隙間に取り付けられた 3 個のホール素子 17 (図 2) は、駆動用マグネット 21 からの磁束を検出して、U 相、V 相、W 相の駆動用コイル 15 への電流切替えを行っている。

【0035】

ここで、実施例 1 の要部となる FG パルス検出用の MR 素子 (磁気センサ) 16 の取り付け角度について図 7 を用いて説明する。

【0036】

まず、図 7 - 1 は、ロータヨーク 20 の内周壁面に沿って駆動用マグネット 21 を固着させたロータ側を通常時の回転方向として図中左方向に角速度 [rad/sec] で回転させた時に、駆動用マグネット 21 に対向してステータ側のフレキシブルプリント配線基板 14 に取り付けられた U 相、V 相、W 相からなる 3 相の駆動用コイル 15 がある状態であり、且つ、ロータヨーク 20 の外周壁面に沿って固着させた FG 用マグネット 22 (図 1) と対向した MR 素子 16 を仮に駆動用マグネット 21 と複数の駆動用コイル 15 との間に図示して 3 者の関係を示している。

【0037】

より具体的には、3 相の駆動用コイル 15 がある状態とは、複数個 (例えば 6 個) の駆動用コイル 15 のうちで、ロータの回転方向に対して後ろ側に駆動用コイル 15 を隣接していない駆動用コイル 15 を除いて (図 2 中で 3 個のホール素子 17 の右側に位置する駆動用コイル 15 を除いて) 一つの駆動用コイル 15 を選定した際、回転軸 18 (図 1) の中心と一つの駆動用コイル 15 の中心とを結ぶ仮想線上に駆動用マグネット 21 中の S 極

10

20

30

40

50

とN極との境界を仮に一致させて、この仮想線上をMR素子16への取り付け基準線として仮に設定すると共に、前述したと同様に、駆動用マグネット21の一つの磁極(N極又はS極)の着磁ピッチ角度を P_m [rad]、隣接する駆動用コイル15の取り付けピッチ角度を P_c [rad] = $(4/3) \times P_m$ [rad]とそれぞれ設定した場合に、FGパルス検出用のMR素子16の中心に対する取り付け角度を上記した取り付け基準線を起点としてロータの回転方向に対して反対方向に例えば $P_c/4$ [rad] = $P_m/3$ [rad]の間隔ずつ仮にずらして、起点となるa位置、b位置、c位置、d位置、e位置にそれぞれ配置した場合を示している。

【0038】

この際、一つの駆動用コイル15としてここではU相の駆動用コイル15を選定した場合について以下説明するが、これに限ることなく、ロータの回転方向に対して後ろ側に駆動用コイル15を隣接していない駆動用コイル15(図2中で3個のホール素子17の右側に位置する駆動用コイル15)を除けば、一つの駆動用コイル15はV相又はW相であっても良いものである。これを言い換えると、複数の駆動用コイル15のうちで一つの駆動用コイルは、回転軸18の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されていれば良いものである。

【0039】

即ち、一つの駆動用コイル15として例えばU相の駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度を可変する場合に、MR素子16の中心をU相の駆動用コイル15の中心と一致させた起点上のa位置、この起点位置aから右に $P_c/4$ [rad] = $P_m/3$ [rad]だけ隔てたb位置、このb位置から右に $P_c/4$ [rad] = $P_m/3$ [rad]だけ隔てたc位置、このc位置から右に $P_c/4$ [rad] = $P_m/3$ [rad]だけ隔てたd位置、このd位置から右に $P_c/4$ [rad] = $P_m/3$ [rad]だけ隔てたe位置にそれぞれ仮に設定して、各位置に取り付けたMR素子16が受ける駆動用マグネット21からの磁束及び駆動用コイル15からの磁束をシミュレーションした。

【0040】

この際、e位置はV相の駆動用コイル15の中心と一致するので、このe位置は起点上のa位置と等価の特性となるため、以下の説明ではe位置についての説明を省略する。

【0041】

そして、図7-2.に示したように、U相、V相、W相からなる駆動用コイル15を矩形波で3相両方向120°通電した。

【0042】

ここで、図7-3.から図7-6.までは、MR素子16の各取り付けピッチ角度(各取り付け位置)によりMR素子16で検出される駆動用コイル15及び駆動用マグネット21からの各磁束をシミュレーションにより図示しており、ここではMR素子16が本来検出するFG用マグネット22(図1)からのFGパルス(回転速度信号)の図示を省略している。

【0043】

まず、図7-3.に示したように、MR素子16を起点位置aに設置した場合には、U相の駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度は0 [rad]となり、この起点位置aでMR素子16は、3相のうちでU相の駆動用コイル15からの磁束のみと、駆動用マグネット21からの磁束とを検出する。

【0044】

次に、図7-4.(b)に示したように、MR素子16をb位置に設置した場合には、U相の駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度は $P_c/4$ [rad]となり、このb位置でMR素子16は、3相のうちでU相の駆動用コイル15からの大きな磁束と、U相に対して位相が異なるV相の駆動用コイル15からの僅かな磁束と、駆動用マグネット21からの磁束とを検出する。この際、図7-4.(b')に示したように、U相からの磁束とV相からの磁束とを加算することで、MR素子16は(U相

10

20

30

40

50

+ V相)の両コイルからの磁束を受けることになり、この(U相+V相)の両コイルからの磁束は駆動用マグネット21からの磁束に対して逆位相になるので、両者は互いに打ち消し合うことになり、MR素子16が検出する駆動用コイル15及び駆動用マグネット21からの各磁束の合計が非常に小さくなっている。そして、後述するように、MR素子16をb位置に設置した場合には、MR素子16で駆動用コイル15及び駆動用マグネット21からの各磁束を検出しないために、MR素子16はFG用マグネット22(図1)からの磁束を確実に検出できるので、性能の良いFGパルスを得ることができる。

【0045】

次に、図7-5.(c)に示したように、MR素子16をc位置に設置した場合には、U相の駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度は $P_c / 2$ [rad]となり、このb位置でMR素子16は、3相のうちでU相の駆動用コイル15及びV相の駆動用コイル15から大きさが同じで位相の異なる各磁束と、駆動用マグネット21からの磁束とを検出する。この際、図7-5.(c')に示したように、U相からの磁束とV相からの磁束とを加算することで、MR素子16は(U相+V相)の両コイルからの磁束を受けることになり、ここではMR素子16が検出する駆動用コイル15及び駆動用マグネット21からの各磁束は上記した図7-4.(b')の場合よりも増加してしまう。

【0046】

次に、図7-6.(d)に示したように、MR素子16をd位置に設置した場合には、U相の駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度は $3 \times P_c / 4$ [rad]となり、このd位置でMR素子16は、3相のうちでU相の駆動用コイル15からの僅かな磁束と、U相に対して位相が異なるV相の駆動用コイル15からの大きな磁束と、駆動用マグネット21からの磁束とを検出する。この際、図7-6.(d')に示したように、U相からの磁束とV相からの磁束とを加算することで、MR素子16は(U相+V相)の両コイルからの磁束を受けることになり、この(U相+V相)の両コイルからの磁束は駆動用コイル15からの磁束に対して同位相になるので、両者は加算し合うことになり、MR素子16が検出する駆動用コイル15及び駆動用マグネット21からの各磁束の合計が非常に大きくなっている。

【0047】

上記のシミュレーション結果をより精度上げて確かめるために、回転速度センサであるMR素子(磁気センサ)16の検出エラーを示すエンコーダーエラーの実測すると、図8に示す通りとなり、エンコーダーエラーの値は、一つの駆動用コイル15の中心からMR素子16の中心までの取り付け角度($\times P_c$ [rad])に対してMR素子16の位置が駆動用コイル15の取り付けピッチ角度 P_c [rad]の0.25倍(= $P_c / 4$ [rad])である時が最も少ないことがわかる。但し、0.25倍で鋭いピークを持つものではなく、 0.25 ± 0.1 倍の範囲内ではエンコーダーエラーの値で0.02 [%]程度の差しかなく、ほぼ同等の効果をもつ。

【0048】

また、本発明に係る実施例1のブラシレスモータ10では、エンコーダーエラーは0.35 [%]以下が要求されているため、実使用においては、MR素子16の位置が駆動用コイル15の取り付けピッチ角度 P_c [rad]の 0.25 ± 0.1 倍の範囲内であれば良いものである。

【0049】

即ち、先に示した図2において、隣接する駆動用コイル15の取り付けピッチ角度 P_c [rad]を駆動用マグネット21中の一つの磁極の着磁ピッチ角度の略4/3倍に設定すると共に、複数の駆動用コイル15中の一つの駆動用コイルであって、回転軸18の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている一つの駆動用コイルの回転軸18を通る中心線に対して、FGパルス検出用のMR素子(磁気センサ)16の回転軸18を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記取り付けピッチ角度 P_c [rad]の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるようにMR素子(磁気センサ)16を配置し

10

20

30

40

50

ている。

【 0 0 5 0 】

上記により、F Gパルス検出用のM R素子（磁気センサ）1 6は、駆動用コイル1 5及び駆動用マグネット2 1からの各磁束の影響を受けないために、F G用マグネット2 2からの磁束を確実に検出して性能の良いF Gパルスが得られるために、F Gパルスエラーが発生することが全くなり、これによりブラシレスモータ1 0の回転速度制御が安定となり、ブラシレスモータ1 0の品質及び信頼性向上に寄与できる。

【 0 0 5 1 】

次に、本発明に係る実施例1のブラシレスモータ1 0を一部変形させた変形例について図9及び図1 0を用いて簡略に説明する。

10

【 0 0 5 2 】

図9は本発明に係る実施例1のブラシレスモータを一部変形させた変形例のブラシレスモータの全体構成を説明するために、軸中心の一方側を断面して示した半断面図、図1 0は実施例1を一部変形させた変形例のブラシレスモータにおいて、(a)は1回転パルス検出用のホール素子と1回転パルス発生用マグネットとを示した斜視図であり、(b)は1回転パルスを示した波形図である。

【 0 0 5 3 】

ここでは説明の便宜上、先に実施例1で示した構成部材と同一の構成部材に対して同一の符号を付して図示し、且つ、実施例1と異なる構成部材に対して新たな符号を付して、実施例1に対して異なる点についてのみ説明する。

20

【 0 0 5 4 】

図9及び図1 0 (a)に示した如く、実施例1を一部変形させた変形例のブラシレスモータ1 0'では、先に説明した実施例1のブラシレスモータ1 0に対してカップ状のロータヨーク2 0の外周壁面に、多極に着磁したF G用マグネット2 2 (図1)に代えて1回転パルス発生用マグネット2 5が幅狭く固着されている点が異なっている。この際、1回転パルス発生用マグネット2 5は、ロータヨーク2 0の内周壁面に沿って固着した円環状の駆動用マグネット2 1の極数 {例えば1 0極 (5極対)}とは異なる極数で表裏にN極、S極が単極対に着磁されており、回転検出用マグネットとして機能している。

【 0 0 5 5 】

そして、ロータヨーク2 0の外周壁面に固着した1回転パルス発生用マグネット2 5に対向して、フレキシブルプリント配線基板1 4上に磁気センサとして1回転パルス検出用のホール素子2 6が1個取り付けられているので、ロータヨーク2 0が1回転するごとにホール素子2 6により図1 0 (b)に示したような1回転パルスが得られる。

30

【 0 0 5 6 】

この際、先に実施例1で図2を用いて説明した場合と同じ技術的思想により、隣接する駆動用コイル1 5の取り付けピッチ角度 $P_c [rad]$ を駆動用マグネット2 1中の一つの磁極の着磁ピッチ角度の略4 / 3倍に設定すると共に、複数の駆動用コイル1 5中の一つの駆動用コイルであって、回転軸1 8の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている一つの駆動用コイルの回転軸1 8を通る中心線に対して、1回転パルス検出用のホール素子（磁気センサ）2 6の回転軸1 8を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記取り付けピッチ角度 $P_c [rad]$ の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるようにホール素子（磁気センサ）2 6を配置している。

40

【 0 0 5 7 】

これにより、実施例1を一部変形させた変形例のブラシレスモータ1 0'においても、1回転パルス検出用のホール素子（磁気センサ）2 6は、駆動用コイル1 5及び駆動用マグネット2 1からの各磁束の影響を受けないために、1回転パルス発生用マグネット2 5からの磁束を確実に検出して性能の良い1回転パルスが得られる。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 8 】

図1 1は本発明に係る実施例2のブラシレスモータの全体構成を説明するための断面図

50

である。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 に示した如く、本発明に係る実施例 2 のブラシレスモータ 3 0 は、固定側のステータと回転側のロータとからなり、例えば磁気ディスクドライブ用モータとして構成されている。

【 0 0 6 0 】

上記した固定側のステータは、基台となるステータ基板 3 1 の上面上にオイルレス軸受け 3 2 を嵌着したベアリングホルダ 3 3 が垂直に取り付けられ、且つ、ベアリングホルダ 3 3 の外周に沿って複数個（例えば 6 個）の駆動用コイル 3 4 が等間隔（例えば 6 0 ° の間隔）で取り付けられている。この際、複数個（例えば 6 個）の駆動用コイル 3 4 は、オイルレス軸受け 3 2 内に挿通される回転軸 3 7 に対して略同心的な一つの円周に沿ってステータ基板 3 1 側に取り付けられることになる。

10

【 0 0 6 1 】

また、ステータ基板 3 1 上には、一つの駆動用コイル 3 4 の外側で後述する F G 用マグネット 4 3 に対向して F G パルス検出用の磁気センサとして M R 素子 3 5 が 1 個取り付けられていると共に、駆動用コイル 3 4 同士の間にはコイル切替え用のホール素子 3 6 が 1 個ずつ 3 箇所に取り付けられているものの、ここでは図示の都合上、ホール素子 3 6 は 1 個のみ図示している。

【 0 0 6 2 】

一方、ロータ側では、ベアリングホルダ 3 3 に嵌着されたオイルレス軸受け 3 2 内に回転軸 3 7 が挿通されており、この回転軸 3 7 の上端側にターンテーブル 3 8 が圧入され、回転軸 3 7 と一体にターンテーブル 3 8 が回転可能となっている。この際、ターンテーブル 3 8 は、回転軸 3 7 が圧入され且つ磁気ディスク D を搭載するために円板状に形成したフランジ部 3 8 a と、磁気ディスク D の中心孔 D a が嵌合するためにフランジ部 3 8 a の上方でこのフランジ部 3 8 a より小径に形成された軸部 3 8 b とで一体的に構成されている。

20

【 0 0 6 3 】

また、回転軸 3 7 の下端側は、ステータ基板 3 1 の裏面にネジ 3 9 を介して取り付けられたカップ状のホルダー部材 4 0 に支持されている。

【 0 0 6 4 】

また、ターンテーブル 3 8 のフランジ部 3 8 a の下面には、円筒形状のロータヨーク 4 1 がターンテーブル 3 8 と同心で一体的に取り付けられていると共に、ロータヨーク 4 1 の内周壁面に沿って複数極 { 例えば 8 極 (4 極対) } に着磁した円環状の駆動用マグネット 4 2 が固着され、更に、F G パルスを得るためにロータヨーク 4 1 の外周壁面に沿って駆動用マグネット 4 1 とは異なる極数で多極 { 例えば 2 9 4 極 (1 4 7 極対) } に着磁した円環状の F G 用マグネット 4 3 が固着されて、ロータヨーク 4 1 と一体に駆動用マグネット 4 2 及び F G 用マグネット 4 3 が回転可能となっている。この際、F G 用マグネット 4 3 は回転検出用マグネットとして機能している。

30

【 0 0 6 5 】

そして、ステータ基板 3 1 側に取り付けた 6 個の駆動用コイル 3 4 と、ロータヨーク 4 1 の内周壁面に沿って固着させた円環状の駆動用マグネット 4 2 とが径方向に僅かな隙間を隔てて互いに対向することで、ブラシレスモータ 3 0 の回転駆動力が得られるようになっている。

40

【 0 0 6 6 】

この実施例 2 では、ステータ基板 3 1 側に取り付けた 6 個の駆動用コイル 3 4 が平板状に設けられておらず、且つ、6 個の駆動用コイル 3 4 が全て等間隔に配置されている点と、駆動用マグネット 4 2 の着磁極数とが実施例 1 と異なっているものの、先に実施例 1 で図 2 を用いて説明した技術的思想をそのまま採用している。これに伴って、複数の駆動用コイル 3 4 のうちで一つの駆動用コイルは、回転軸 3 7 の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが必ず隣接配置されているものである。

50

【 0 0 6 7 】

そして、隣接する駆動用コイル 3 4 の取り付けピッチ角度 P_c [r a d] を駆動用マグネット 4 2 中の一つの磁極の着磁ピッチ角度の略 4 / 3 倍に設定すると共に、複数の駆動用コイル 3 4 中の一つの駆動用コイルであって、回転軸 3 7 の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている一つの駆動用コイルの回転軸 3 7 を通る中心線に対して、FG パルス検出用の MR 素子 (磁気センサ) 3 5 の回転軸 3 7 を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記取り付けピッチ角度 P_c [r a d] の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるように MR 素子 (磁気センサ) 3 5 を配置しているので、MR 素子 (磁気センサ) 3 5 は駆動用コイル 3 4 及び駆動用マグネット 4 2 からの各磁束の影響を受けないために、FG 用マグネット 4 3 からの磁束を確実に検出して性能の良い FG パルスが得られる。

10

【 0 0 6 8 】

次に、本発明に係る実施例 2 のブラシレスモータ 3 0 を一部変形させた変形例について図 1 2 を用いて簡略に説明する。

【 0 0 6 9 】

図 1 2 は本発明に係る実施例 2 のブラシレスモータを一部変形させた変形例のブラシレスモータの全体構成を説明するための断面図である。

【 0 0 7 0 】

ここでは説明の便宜上、先に実施例 2 で示した構成部材と同一の構成部材に対して同一の符号を付して図示し、且つ、実施例 2 と異なる構成部材に対して新たな符号を付して、実施例 2 に対して異なる点についてのみ説明する。

20

【 0 0 7 1 】

図 1 2 に示した如く、実施例 2 を一部変形させた変形例のブラシレスモータ 3 0 ' では、先に説明した実施例 2 のブラシレスモータ 3 0 に対して円筒形状のロータヨーク 4 1 の外周壁面に、多極に着磁した FG 用マグネット 4 3 (図 1 1) に代えて 1 回転パルス発生用マグネット 4 5 が幅狭く固着されている点が異なっている。この際、1 回転パルス発生用マグネット 4 5 は、ロータヨーク 4 1 の内周壁面に沿って固着した円環状の駆動用マグネット 4 2 の極数 { 例えば 8 極 (4 極対) } とは異なる極数で表裏に N 極, S 極が単極対に着磁されており、回転検出用マグネットとして機能している。

30

【 0 0 7 2 】

そして、ロータヨーク 4 1 の外周壁面に固着した 1 回転パルス発生用マグネット 4 5 に対向して、ステータ基板 3 1 上に磁気センサとして 1 回転パルス検出用のコイル素子 4 6 が 1 個取り付けられているので、ロータヨーク 4 1 が 1 回転するごとにコイル素子 4 6 により 1 回転パルスが得られる。

【 0 0 7 3 】

この際、先に実施例 2 で説明した場合と同じ技術的思想により、隣接する駆動用コイル 3 4 の取り付けピッチ角度 P_c [r a d] を駆動用マグネット 4 2 中の一つの磁極の着磁ピッチ角度の略 4 / 3 倍に設定すると共に、複数の駆動用コイル 3 4 中の一つの駆動用コイルであって、回転軸 3 7 の回転方向に対して逆回転方向側に他の駆動用コイルが隣接配置されている一つの駆動用コイルの回転軸 3 7 を通る中心線に対して、1 回転パルス検出用のコイル素子 (磁気センサ) 4 6 の回転軸 3 7 を通る中心線が、前記逆回転方向に向けて前記取り付けピッチ角度 P_c [r a d] の 0.25 ± 0.1 倍の角度範囲にあるようにコイル素子 (磁気センサ) 4 6 を配置しているので、1 回転パルス検出用のコイル素子 (磁気センサ) 4 6 は駆動用コイル 3 4 及び駆動用マグネット 4 2 からの各磁束の影響を受けないために、1 回転パルス発生用マグネット 4 5 からの磁束を確実に検出して性能の良い 1 回転パルスが得られる。

40

【 0 0 7 4 】

以上詳述した本発明に係る実施例 1, 2 のブラシレスモータ 1 0, 3 0 及び実施例 1, 2 を一部変形させた変形例のブラシレスモータ 1 0 ', 3 0 ' では、3 相両方向 1 2 0 ° 通電とした場合であるが、各駆動用コイルへの通電タイミングの中心が変わらない限り、

50

通電角の大小、例えば180°通電の場合でも良く、また、各駆動用コイルへの駆動を矩形波駆動から台形波駆動や正弦波駆動に変えた場合においても、各駆動用コイルからの磁束変化を示す波形の形状は変化するものの、その位相は変わらないため、同一の効果を示すものである。

【0075】

また、駆動用マグネットの着磁極数を10極（5極対）、駆動用コイルのコイル数を6個、もしくは、駆動用マグネットの着磁極数を8極（4極対）、駆動用コイルのコイル数を6個として説明したが、図7を用いた説明でわかる通り、複数の駆動用コイルが駆動用マグネットの着磁ピッチ角度の略4/3倍の取り付けピッチ角度で取り付けられているブラシレスモータであれば、実施例1, 2の技術的思想が適用できるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】本発明に係る実施例1のブラシレスモータの全体構成を説明するために、軸中心の一方側を断面して示した半断面図である。

【図2】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、フレキシブルプリント配線基板側を示した平面図である。

【図3】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、駆動用マグネットの着磁状態を示した平面図である。

【図4】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、駆動用コイルと駆動用マグネットとの関係を模式的に示した図である。

20

【図5】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、U相、V相、W相からなる駆動用コイルの3相スター結線を示した図である。

【図6】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、(a)はMR素子とFG用マグネットの着磁状態とを示した斜視図であり、(b)はFGパルスを示した波形図である。

【図7】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、FGパルス検出用のMR素子の取り付け角度を説明するための図である。

【図8】本発明に係る実施例1のブラシレスモータにおいて、MR素子の取り付け位置によるエンコーダエラーの実測データを示した図である。

【図9】本発明に係る実施例1のブラシレスモータを一部変形させた変形例のブラシレスモータの全体構成を説明するために、軸中心の一方側を断面して示した半断面図である。

30

【図10】実施例1を一部変形させた変形例のブラシレスモータにおいて、(a)は1回転パルス検出用のホール素子と1回転パルス発生用マグネットとを示した斜視図であり、(b)は1回転パルスを示した波形図である。

【図11】本発明に係る実施例2のブラシレスモータの全体構成を説明するための断面図である。

【図12】本発明に係る実施例2のブラシレスモータを一部変形させた変形例のブラシレスモータの全体構成を説明するための断面図である。

【図13】従来のブラシレスモータを示した断面図である。

【図14】従来のブラシレスモータにおいて、駆動用マグネットに対して駆動用コイルとFGセンサの位置を示した模式図である。

40

【図15】FGセンサに適用されるMR素子のパターンの一例を示した図である。

【図16】FGセンサに適用されるMR素子の等価回路を示した図である。

【符号の説明】

【0077】

10 ... 実施例1のブラシレスモータ、

10' ... 実施例1を一部変形させた変形例のブラシレスモータ、

11 ... モータベース、12 ... 一對のベアリング、13 ... ベアリングホルダ、

14 ... フレキシブルプリント配線基板、15 ... 駆動用コイル、

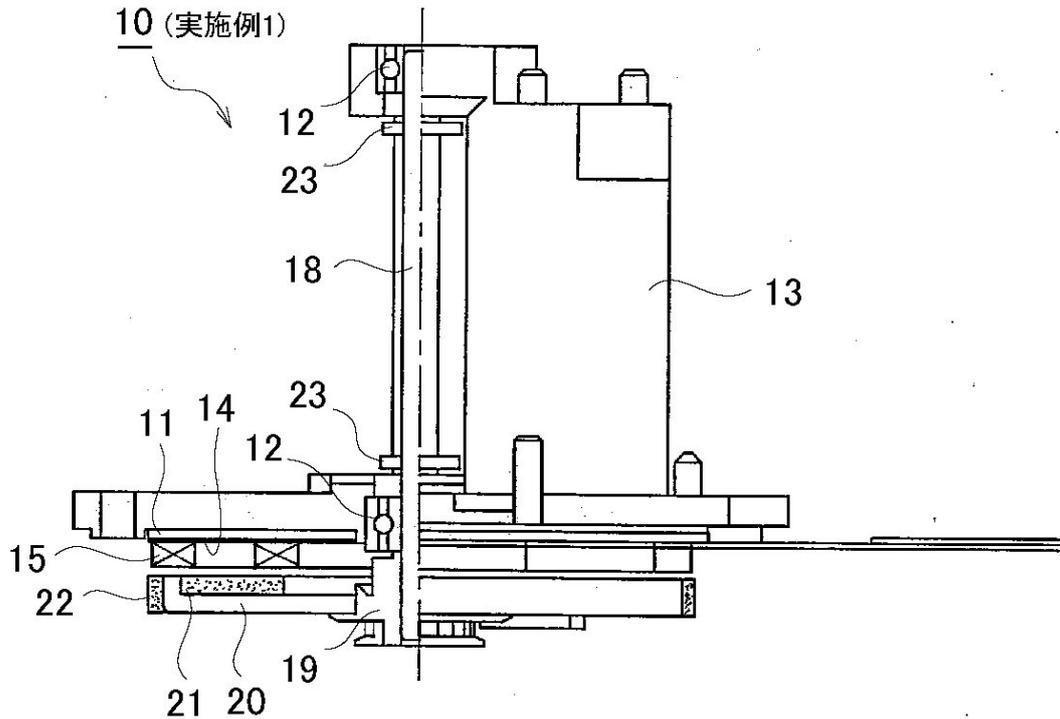
16 ... FGパルス検出用の磁気センサ(MR素子)、17 ... ホール素子、

50

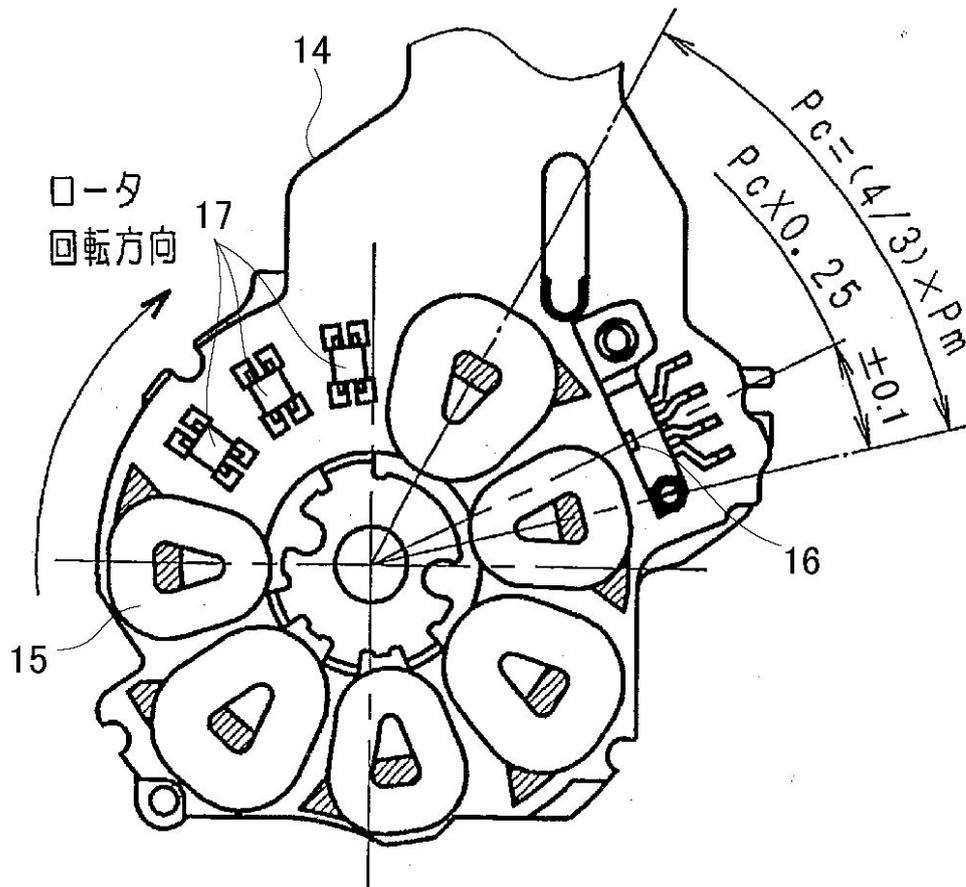
- 18 ... 回転軸、19 ... ブッシング、20 ... ロータヨーク、
 21 ... 駆動用マグネット、22 ... F G用マグネット、23 ... オイル止め、
 25 ... 1回転パルス発生用マグネット、
 26 ... 1回転パルス検出用の磁気センサ(ホール素子)、
 30 ... 実施例2のブラシレスモータ、
 30' ... 実施例2を一部変形させた変形例のブラシレスモータ、
 31 ... ステータ基板、32 ... オイルレス軸受け、33 ... ベアリングホルダ、
 34 ... 駆動用コイル、
 35 ... F Gパルス検出用の磁気センサ(MR素子)、36 ... ホール素子、
 37 ... 回転軸、38 ... ターンテーブル、39 ... ネジ、40 ... ホルダー部材、
 41 ... ロータヨーク、42 ... 駆動用マグネット、43 ... F G用マグネット、
 45 ... 1回転パルス発生用マグネット、
 46 ... 1回転パルス検出用の磁気センサ(コイル素子)、
 $Pc [rad]$... 駆動用コイルの取り付けピッチ角度、
 $Pm [rad]$... 駆動用マグネット中の一つの磁極(N極又はS極)の着磁ピッチ角度

10

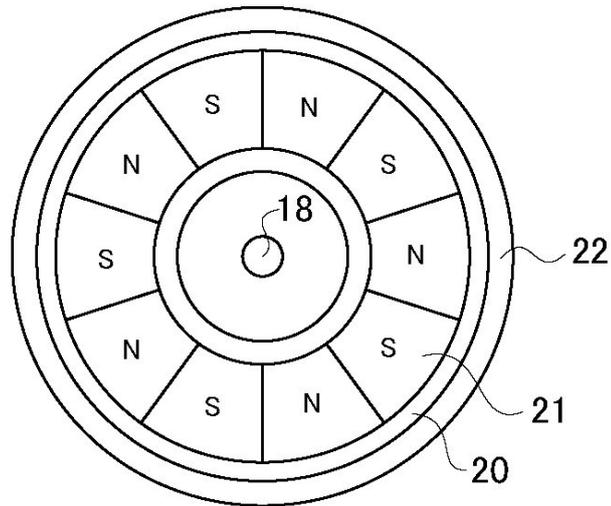
【図1】



【図2】

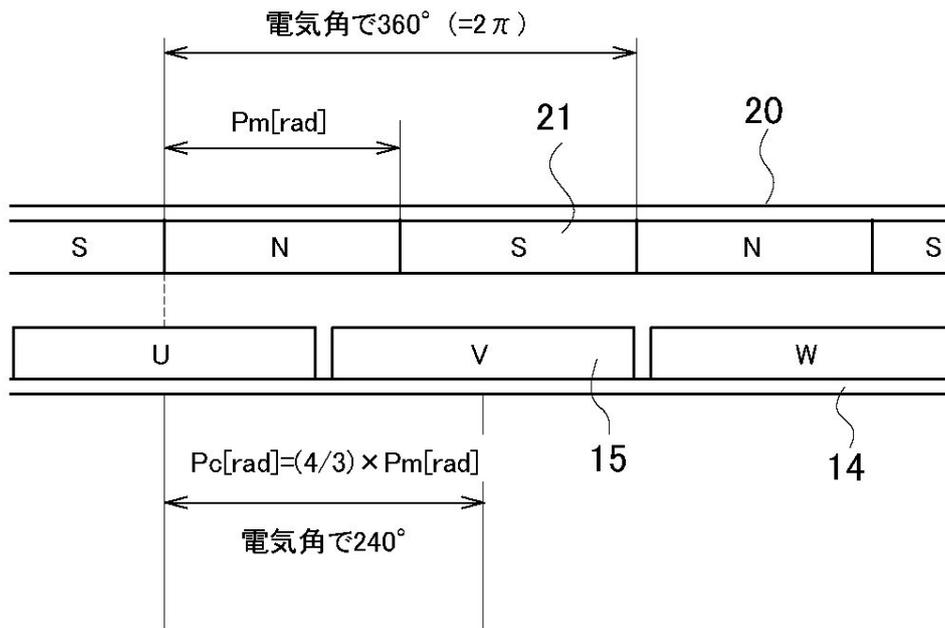


【図3】

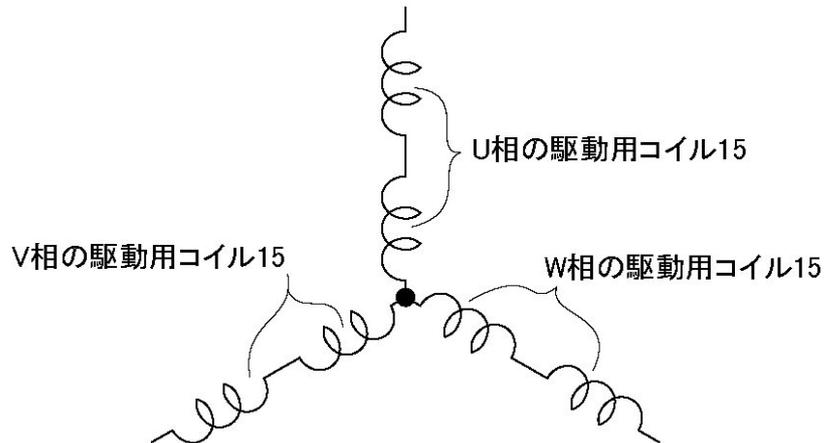


駆動用マグネットの着磁状態

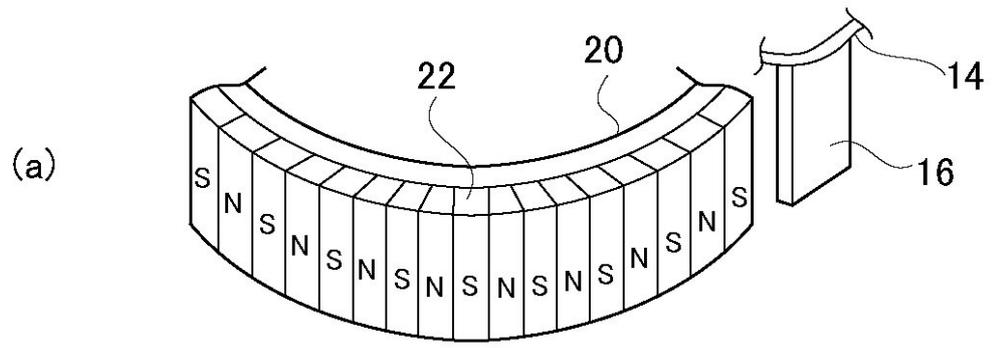
【図4】



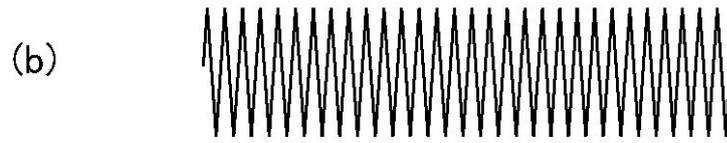
【図5】



【図6】

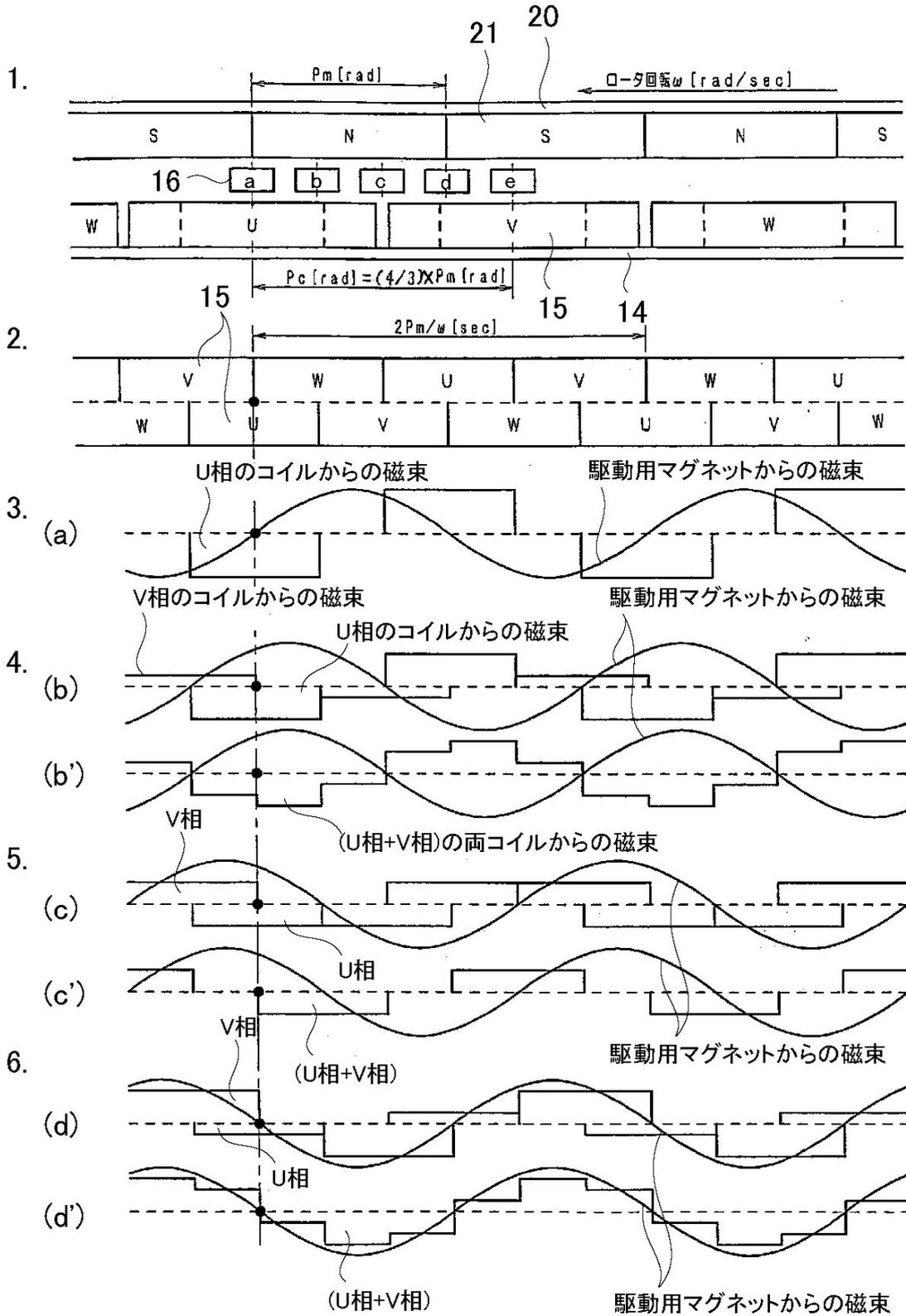


FG用マグネットの着磁状態

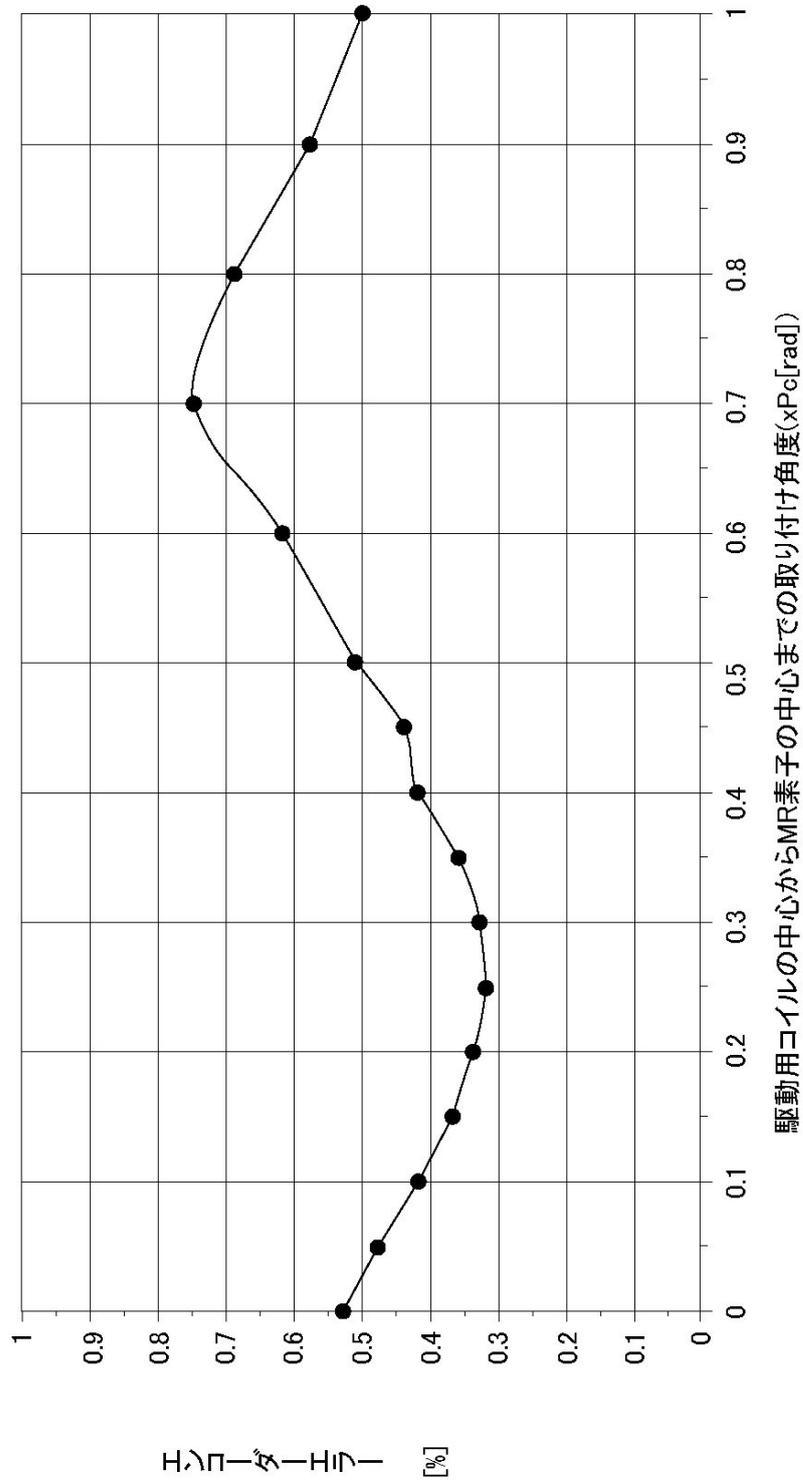


FGパルス

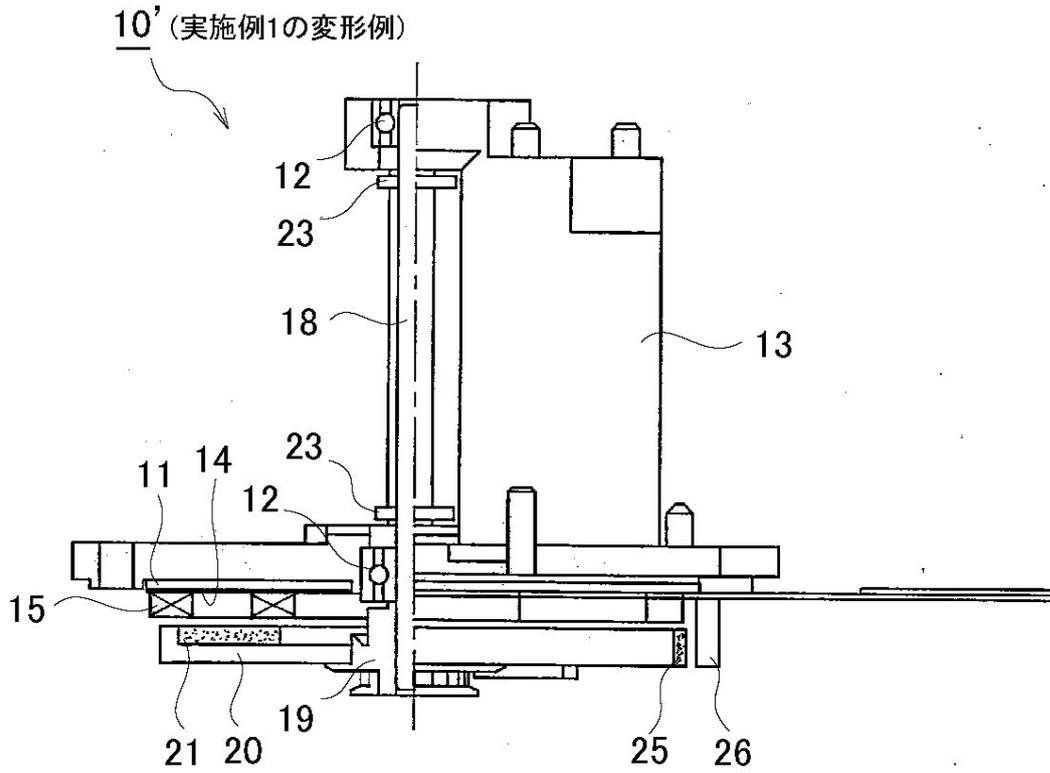
【図7】



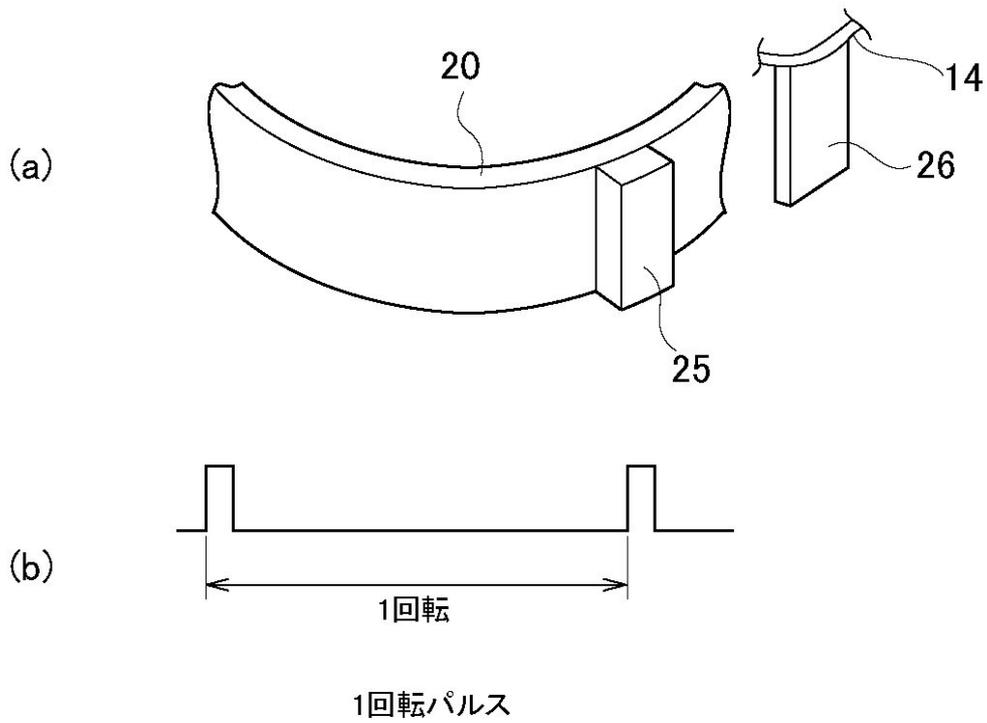
【 図 8 】



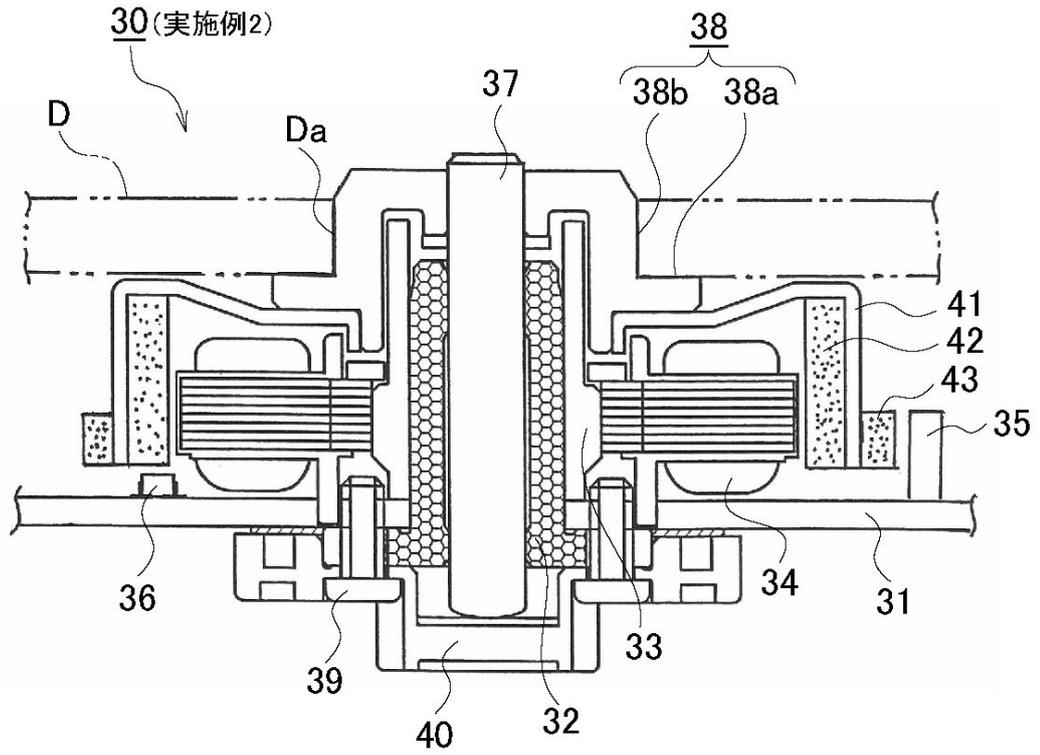
【図9】



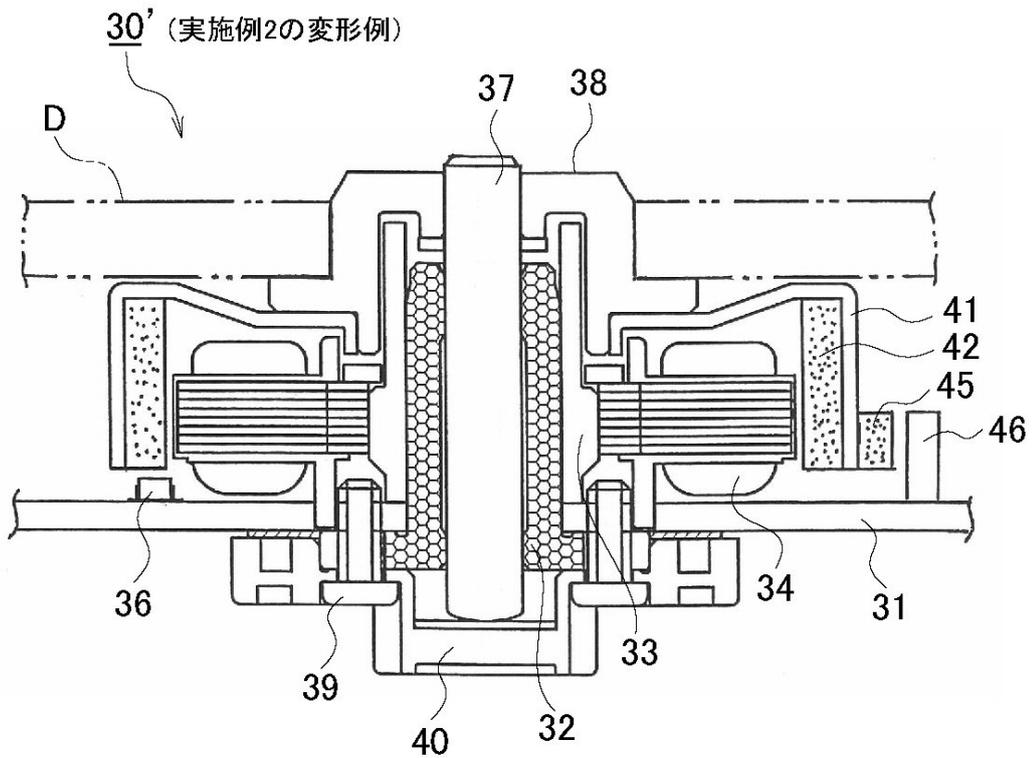
【図10】



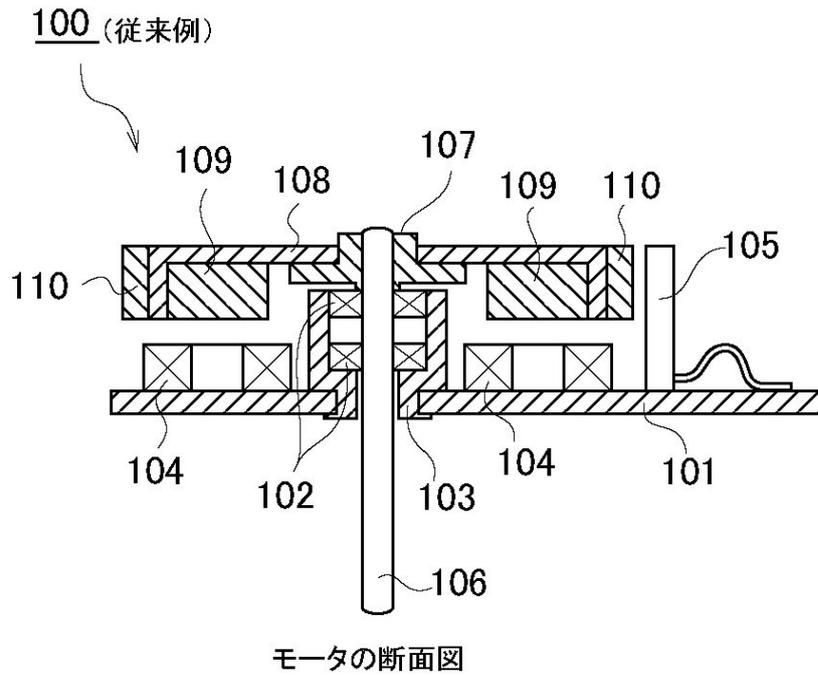
【図11】



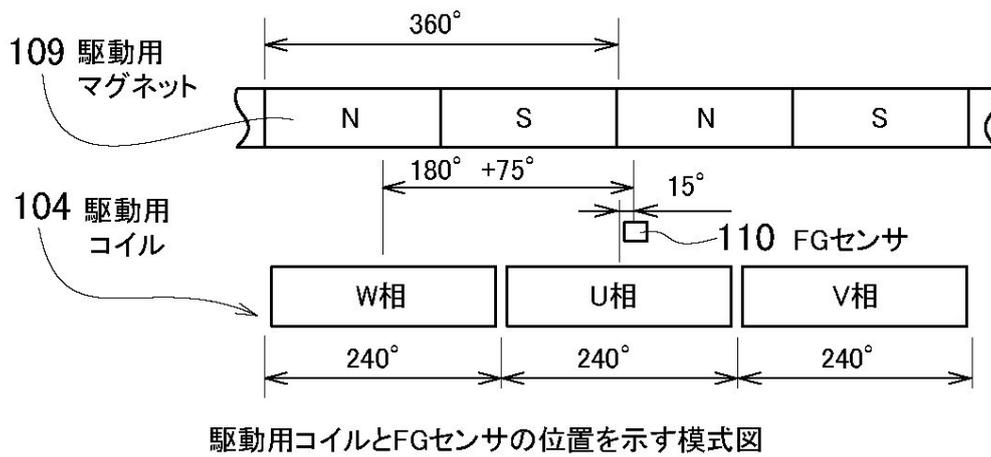
【図12】



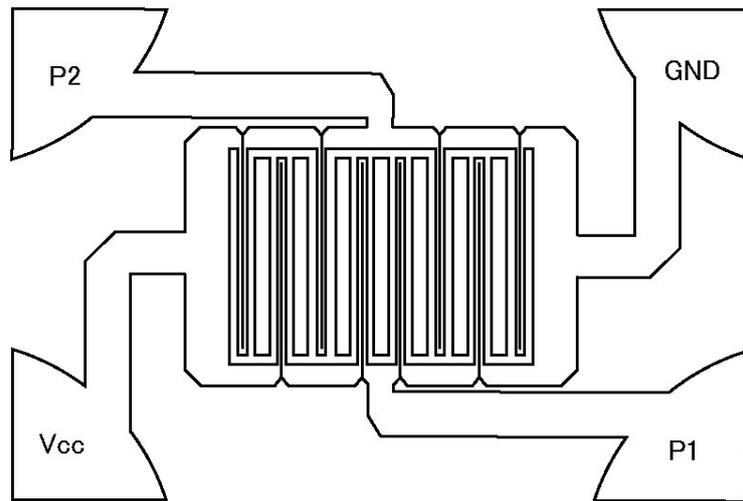
【図13】



【図14】

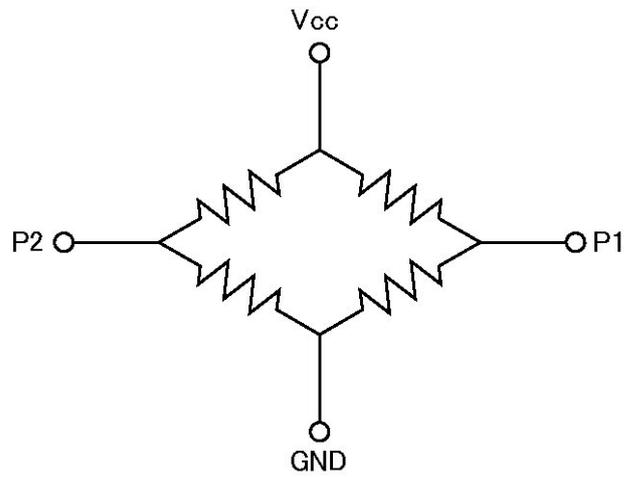


【図15】



MR素子のパターン図

【図16】



180度の位相差を持つMR素子の等価回路図

フロントページの続き

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開平10-014191(JP,A)
特開2000-227614(JP,A)
特開平05-135374(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 29/08
H02K 21/24