

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7006107号
(P7006107)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

| | | | | |
|------------------------|---------|-------|---------|--|
| (51)国際特許分類 | F I | | | |
| G 0 1 D 5/245(2006.01) | G 0 1 D | 5/245 | 1 1 0 M | |
| | G 0 1 D | 5/245 | 1 1 0 B | |

請求項の数 4 (全21頁)

| | | | |
|----------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2017-194298(P2017-194298) | (73)特許権者 | 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 |
| (22)出願日 | 平成29年10月4日(2017.10.4) | (74)代理人 | 110000567 特許業務法人 サトー国際特許事務所 |
| (65)公開番号 | 特開2019-66415(P2019-66415A) | (72)発明者 | 村田 雄一郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内 |
| (43)公開日 | 平成31年4月25日(2019.4.25) | 審査官 | 吉田 久 |
| 審査請求日 | 令和2年9月9日(2020.9.9) | | |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータ(2)を制御するモータ制御装置(1、71)であって、
前記モータが有するロータ(28)の回転と同期して回転するセンサマグネット(12、61、73)と、前記センサマグネットの回転によって発生する周期的な磁気信号をデジタル信号に変換する第1センサ素子(13)および第2センサ素子(14)と、を備えるセンシング部(10、72)と、
前記第1センサ素子および前記第2センサ素子の各出力信号に基づいて前記モータを制御するドライバ部(11)と、
を備え、
前記センサマグネットは、前記ロータの周方向に沿って複数個の磁極(43n、43s、45n、45s)が配列された環状の第1着磁帯(44)および第2着磁帯(46)を備え、
前記第1着磁帯および前記第2着磁帯は、互いの磁極の配列が周方向に所定角度だけずれるように同心状に配置されており、
前記第1センサ素子および前記第2センサ素子は、前記ロータの径方向に並んで配置されており、
前記センサマグネットは、前記第1着磁帯が形成された第1リング(41)と、前記第2着磁帯が形成された第2リング(42)と、を備え、
前記第1リングの前記第2リングと接する側の側面部には凸部(41b)が設けられ、

前記第 2 リングの前記第 1 リングと接する側の側面部には、前記凸部を挿入可能な凹部（4 2 b）が設けられ、

前記凹部に前記凸部が挿入されることにより前記第 1 リングと前記第 2 リングとが組み付けられ、前記第 1 着磁帯および前記第 2 着磁帯が同心状に配置されており、

前記凹部の周方向の長さは、前記凸部の周方向の長さよりも長くなっており、

前記凹部に前記凸部が挿入された際に前記第 1 着磁帯および前記第 2 着磁帯の各磁極の間で作用する磁力により前記第 1 リングおよび前記第 2 リングが相対的に回転するように前記凹部および前記凸部が配置されているモータ制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 センサ素子および前記第 2 センサ素子は、1 つのパッケージ（4 7）に収容された半導体集積回路（4 8）により構成されている請求項 1 に記載のモータ制御装置。

10

【請求項 3】

前記第 1 センサ素子は、前記第 1 着磁帯と対向する位置であり且つ前記第 1 着磁帯の径方向の中心より内側に配置され、

前記第 2 センサ素子は、前記第 2 着磁帯と対向する位置であり且つ前記第 2 着磁帯の径方向の中心より外側に配置されている請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記ドライバ部は、前記第 1 センサ素子の出力信号および前記第 2 センサ素子の出力信号の各信号レベルが同一である場合の時間を計測し、その計測時間および前記第 1 センサ素子の出力信号および前記第 2 センサ素子の出力信号の各信号レベルに基づいて前記モータの回転角度を推定する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のモータ制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、モータを制御するモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

内燃機関の可変バルブタイミング制御装置などは、モータ回転角センサを備え、そのセンサから出力されるセンサ信号に基づいてモータの回転角度を算出し、その算出結果などに基づいてモータの制御を行うようになっている。このようなモータ回転角センサとしては、ホール素子を採用することができる。

30

【0 0 0 3】

現状、このような構成では、回転角度の検出精度を良好にするため、2 つまたは 3 つのセンサが用いられる。それらセンサは、例えば特許文献 1 に記載されているように、互いに電気角で 1 2 0 ° 異なるようにモータのロータ近くに設けられるとともに回路基板上に搭載されている（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【文献】特開 2 0 1 6 - 2 2 0 3 2 2 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

上記した従来構成では、各センサ同士の間は他の回路素子を実装することができないデッドスペースとなっており、回路基板に対するセンサの実装部分の占有面積が大きい。その結果、従来構成では、上記装置の小型化が困難になるといった問題が生じる。

【0 0 0 6】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、モータの回転角度の検出精度を良好に維持しつつ、回路基板に対するセンサの実装部分の占有面積を小さく抑えることができるモータ制御装置を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載のモータ制御装置(1、71)は、モータ(2)を制御するものであって、センシング部(10、72)およびドライバ部(11)を備える。センシング部は、モータが有するロータ(28)の回転と同期して回転するセンサマグネット(12、61、73)と、センサマグネットの回転によって発生する周期的な磁気信号をデジタル信号に変換する第1センサ素子(13)および第2センサ素子(14)と、を備える。ドライバ部は、第1センサ素子および第2センサ素子の各出力信号に基づいてモータを制御する。

【0008】

上記構成において、センサマグネットは、ロータの周方向に沿って複数個の磁極(43n、43s、45n、45s)が配列された環状の第1着磁帯(44)および第2着磁帯(46)を備え、第1着磁帯および第2着磁帯は、互いの磁極の配列が周方向に所定角度だけずれるように同心状に配置されており、第1センサ素子および第2センサ素子は、ロータの径方向に並んで配置されている。センサマグネットは、第1着磁帯が形成された第1リング(41)と、第2着磁帯が形成された第2リング(42)と、を備える。第1リングの第2リングと接する側の側面部には凸部(41b)が設けられ、第2リングの第1リングと接する側の側面部には、凸部を挿入可能な凹部(42b)が設けられる。凹部に凸部が挿入されることにより第1リングと第2リングとが組み付けられ、第1着磁帯および第2着磁帯が同心状に配置されている。凹部の周方向の長さは、凸部の周方向の長さよりも長くなっている。凹部に凸部が挿入された際に第1着磁帯および第2着磁帯の各磁極の間で作用する磁力により第1リングおよび第2リングが相対的に回転するように凹部および凸部が配置されている。

【0009】

このような構成によれば、第1センサ素子および第2センサ素子について、例えば互いに電気角で120°異ならせるために、互いにある程度離れた位置に配置する必要がなくなる。そのため、第1センサ素子および第2センサ素子を互いに近付けた配置とすることが可能となり、それらの間におけるデッドスペースを小さい面積に抑えることができる。また、この場合、センサマグネット側の構成について上述した工夫が加えられていることから、モータの回転角度の検出精度は、従来構成と同等となる。したがって、上記構成によれば、モータの回転角度の検出精度を良好に維持しつつ、回路基板に対するセンサの実装部分の占有面積を小さく抑えることができるという優れた効果が得られる。

【0010】

請求項2に記載のモータ制御装置では、第1センサ素子および第2センサ素子は、1つのパッケージに収容された半導体集積回路により構成されている。このような構成によれば、回路基板に対するセンサの実装部分の占有面積を一層小さく抑えることができるとともに、次のような効果が得られる。すなわち、従来構成では、各センサ間の位置ずれが生じると、回転角度の検出精度が低下することとなる。そのため、従来構成では、各センサ間の位置ずれ精度の管理が必要となり、製造時の工数やコストが増加するといった問題も生じる。これに対し、上記構成のように第1センサ素子および第2センサ素子を1チップ化することが可能となれば、各センサ素子の配置のばらつきに起因する位置ずれの問題が生じるおそれなくなる。したがって、上記構成によれば、各センサ素子間の位置ずれ精度を管理するための検査工程などを省くことが可能となり、製造時の工数やコストの増加を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係るモータ制御装置の構成を模式的に示す図

【図2】第1実施形態に係るモータの具体構成を模式的に示す図

【図3】第1実施形態に係るセンシング部の具体構成を模式的に示す図

【図4】第1実施形態に係るセンサICの具体構成を模式的に示す図

【図5】第1実施形態に係るセンサマグネットにおいて他の箇所比べてZ軸方向の磁力

10

20

30

40

50

が弱くなる箇所を説明するための図

【図 6】第 1 実施形態に係るセンサ I C の具体的な配置箇所を示す図

【図 7】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの具体構成を模式的に示す図その 1

【図 8】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの具体構成を模式的に示す図その 2

【図 9】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの具体構成を模式的に示す図その 3

【図 10】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの具体構成を模式的に示す図その 4

【図 11】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの組み付け時の磁力による動作を説明するための図その 1

【図 12】第 1 実施形態に係る 2 つのリングの組み付け時の磁力による動作を説明するための図

10

【図 13】第 1 実施形態に係る正転時におけるセンサ信号を模式的に示す図

【図 14】第 1 実施形態に係る逆転時におけるセンサ信号を模式的に示す図

【図 15】第 2 実施形態に係る着磁前におけるリングを模式的に示す図

【図 16】第 2 実施形態に係るマスク工程におけるリングを模式的に示す図

【図 17】第 2 実施形態に係る第 1 着磁工程におけるリングを模式的に示す図

【図 18】第 2 実施形態に係るマスク回転工程におけるリングを模式的に示す図

【図 19】第 2 実施形態に係る第 2 着磁工程におけるリングを模式的に示す図

【図 20】第 2 実施形態に係る完成状態のセンサマグネットを模式的に示す図

【図 21】第 3 実施形態に係るモータ制御装置の構成を模式的に示す図

【図 22】第 3 実施形態に係るセンシング部の具体構成を模式的に示す図

20

【図 23】第 3 実施形態に係るセンサ I C の具体構成を模式的に示す図

【図 24】第 3 実施形態に係るセンサ I C の具体的な配置箇所を示す図

【図 25】第 3 実施形態に係る第 1 着磁工程におけるリングを模式的に示す図

【図 26】第 3 実施形態に係る第 2 着磁工程におけるリングを模式的に示す図

【図 27】第 3 実施形態に係る完成状態のセンサマグネットを模式的に示す図

【図 28】第 3 実施形態に係る正転時におけるセンサ信号を模式的に示す図

【図 29】第 3 実施形態に係る逆転時におけるセンサ信号を模式的に示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、複数の実施形態について図面を参照して説明する。なお、各実施形態において実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

30

(第 1 実施形態)

以下、第 1 実施形態について図 1 ~ 図 14 を参照して説明する。

【0013】

<全体構成>

図 1 に示すモータ制御装置 1 は、車両に搭載されるモータ 2 を駆動する。なお、図 1 には、モータ制御装置 1 およびモータ 2 の他に、内燃機関 3、バルブタイミング変換部 4、カム角センサ 5 およびクランク角センサ 6 も図示されている。

【0014】

モータ制御装置 1 は、モータ 2 の回転を制御することにより、内燃機関 3 のカムシャフト 7 およびクランクシャフト 8 の位相差を制御する。モータ 2 は、バルブタイミング変換部 4 を介して内燃機関 3 と機械的に連結されている。本実施形態では、モータ 2 は、永久磁石形同期モータであり、詳細は後述するが、ロータと、そのロータの周りに設けられたステータとを備えたインナーロータ型の構成となっている。

40

【0015】

モータ制御装置 1 は、エンジン ECU 9、センシング部 10 およびドライバ部 11 などを備えている。エンジン ECU 9 は、ドライバ部 11 に対し、モータ 2 の目標回転数を含む指令信号を出力する。エンジン ECU 9 には、カムシャフト 7 の回転角度を検出するカム角センサ 5 およびクランクシャフト 8 の回転角度を検出するクランク角センサ 6 から出力される各検出信号が入力されている。ドライバ部 11 は、エンジン ECU 9 に対し、モータ

50

タ 2 の実回転数を含む回転数信号、モータ 2 の回転方向を含む回転方向信号およびドライバ部 1 1 の検査結果を含む検査信号を出力する。

【 0 0 1 6 】

エンジン E C U 9 は、車両の走行状態を示す各種センサ信号、内燃機関 3 の回転数、ドライバ部 1 1 から出力される回転数信号に基づいてモータ 2 の目標回転数を決定する。なお、上記車両の走行状態を示す各種センサ信号としては、例えばユーザのアクセル踏込量を示すアクセル開度センサ、内燃機関 3 の吸入空気量を計測するエアフロメータなどから出力されるセンサ信号などが挙げられる。

【 0 0 1 7 】

センシング部 1 0 は、モータ 2 が有するロータの回転と同期して回転するセンサマグネット 1 2 と、センサマグネット 1 2 の回転によって発生する周期的な磁気信号をデジタル信号に変換する第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 とを備えている。第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 の各出力信号（デジタル信号）は、モータ 2 の回転角度に対応するセンサ信号に相当し、ドライバ部 1 1 に与えられる。

10

【 0 0 1 8 】

ドライバ部 1 1 は、ドライバ 1 5 と、6 つのスイッチング素子が 3 相フルブリッジの回路形態となるように接続されたインバータ 1 6 と、を備えている。ドライバ 1 5 は、エンジン E C U 9 から与えられる指令信号およびセンシング部 1 0 から与えられるセンサ信号に基づいてインバータ 1 6 の動作を制御することにより、モータ 2 の駆動を制御する。

【 0 0 1 9 】

<モータ 2 の具体構成>

モータ 2 の具体的な構成としては、例えば図 2 に示すような構成を採用することができる。なお、センシング部 1 0 のセンサマグネット 1 2 は、モータ 2 の内部に設けられるため、図 2 では、モータ 2 の構成要素の他に、センサマグネット 1 2 も図示されている。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 に示す構成において、ヨークハウジング 2 1（以下、ヨーク 2 1 と省略する）は、有底円筒状をなしている。ヨーク 2 1 の底部 2 1 a の径方向の中央部には、ヨーク 2 1 の外側に向かって軸方向に延出された円筒状の軸受収容部（図示略）が設けられている。その軸受収容部の内部には、円環状をなすボールベアリングである軸受 2 2 が収容されている。

【 0 0 2 1 】

ヨーク 2 1 の開口部 2 1 b には、ヨーク 2 1 の径方向外側に延出され鏢状をなすフランジ部 2 1 c が形成されている。フランジ部 2 1 c には、周方向の複数箇所（本実施形態では 3 箇所）に径方向外側に突出したヨーク側取付部 2 1 d が形成されている。ヨーク側取付部 2 1 d は、モータ 2 を外部、つまり車両におけるモータ 2 の取付け場所に固定するためのものである。各ヨーク側取付部 2 1 d には、図示しない固定用のねじが挿通される取付孔 2 1 e が形成されている。

30

【 0 0 2 2 】

ヨーク 2 1 の内周面には、円筒状をなすステータ 2 3 が固定される。ステータ 2 3 は、径方向に延びる複数（本実施形態では 1 2 個）のティース 2 4 a を有するステータコア 2 4 と、各ティース 2 4 a にインシュレータ 2 5 を介して巻回された巻線 2 6 と、を有する。ステータ 2 3 の内側には、円柱状をなすシャフト 2 7 が回転可能に配置される。シャフト 2 7 は、ヨーク 2 1 の径方向の中央部に配置され、その先端側の部分が軸受 2 2 にて回転可能に支持される。

40

【 0 0 2 3 】

シャフト 2 7 には、円盤状をなすロータ 2 8 が一体回転可能に外嵌固定される。シャフト 2 7 に固定されたロータ 2 8 は、ステータ 2 3 と径方向に対向する。ロータ 2 8 は、シャフト 2 7 に一体回転可能に外嵌されたロータコア 2 8 a と、ロータコア 2 8 a により保持された永久磁石 2 8 b と、を有する。ロータ 2 8 の回路部 3 1 側の面には、センサマグネット 1 2 が、例えば接着により取り付けられている。センサマグネット 1 2 は、径方向に直交し且つ周方向に直交する軸方向（以下、Z 方向と称す）に磁力を発するようになって

50

いる。

【 0 0 2 4 】

回路部 3 1 は、ヨーク 2 1 の開口部 2 1 b を閉塞するベース部材 3 2 と、ベース部材 3 2 に固定されるカバー部材 3 3 と、ベース部材 3 2 に配置された回路基板 3 4 と、を有する。図示は省略されているが、回路基板 3 4 のロータ 2 8 側の面には、第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 などの回路素子が実装されている。第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 は、センサマグネット 1 2 が発する Z 方向の磁力を受けることができるように、センサマグネット 1 2 と対向して配置されている。

【 0 0 2 5 】

< センシング部 1 0 の具体構成 >

センシング部 1 0 の具体的な構成としては、例えば図 3 に示すような構成を採用することができる。図 3 に示す構成において、センサマグネット 1 2 は、同心状に配置された第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 を備えている。この場合、第 1 リング 4 1 が径方向の内側に配置されるとともに、第 2 リング 4 2 が径方向の外側に配置されている。第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 は、例えば接着により、互いに固定されている。

【 0 0 2 6 】

第 1 リング 4 1 には、ロータ 2 8 の周方向に沿って複数個の磁極 4 3 n、4 3 s が交互に配列された環状の第 1 着磁帯 4 4 が形成されている。第 2 リング 4 2 には、ロータ 2 8 の周方向に沿って複数個の磁極 4 5 n、4 5 s が配列された環状の第 2 着磁帯 4 6 が形成されている。なお、磁極 4 3 n、4 5 n は N 極であり、磁極 4 3 s、4 5 s は S 極である。また、以下の説明において、磁極 4 3 n、4 3 s および磁極 4 5 n、4 5 s について、極性を区別する必要が無い場合には、それぞれ磁極 4 3 および磁極 4 5 と総称する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、第 1 着磁帯 4 4 の磁極 4 3 の数および第 2 着磁帯 4 6 の磁極 4 5 の数は、いずれも 8 個となっている。第 1 着磁帯 4 4 および第 2 着磁帯 4 6 は、互いの磁極 4 3、4 5 の配列が周方向に所定角度だけずれるように同心状に配置されている。本実施形態では、上記所定角度は、電気角で 120°であり、また機械角で 30°となっている。

【 0 0 2 8 】

第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 は、ロータ 2 8 の径方向に並んで配置されている。第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ 1 4 は、いずれもホール素子であり、1 つのパッケージ 4 7 に収容された半導体集積回路 4 8 により構成されている。なお、以下では、半導体集積回路 4 8 のことをセンサ IC 4 8 と呼ぶ。

【 0 0 2 9 】

< センサ IC 4 8 の具体構成 >

センサ IC 4 8 の具体的な構成としては、例えば図 4 に示すような構成を採用することができる。図 4 に示すように、センサ IC 4 8 は、第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 が形成されたセンサチップ 4 9 と、センサチップ 4 9 を支持するとともに外部配線との接続を行うリードフレーム 5 0 と、センサチップ 4 9 などを封止する樹脂モールド 5 1 と、を備えている。

【 0 0 3 0 】

図 4 に示す構成では、第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 は、例えば横方向（図 4 における左右方向）の寸法が 0.3 mm であり、縦方向（図 4 における上下方向）の寸法が 0.3 mm である。センサチップ 4 9 は、例えば横方向の寸法が 1 mm であり、縦方向の寸法が 5 mm である。リードフレーム 5 0 は、例えば横方向の寸法が 1.4 mm であり、縦方向の寸法が 5.4 mm である。樹脂モールド 5 1 は、例えば横方向の寸法が 2.4 mm であり、縦方向の寸法が 6.4 mm である。

【 0 0 3 1 】

このような構成のセンサ IC 4 8 が回路基板 3 4 に実装される場合、回路基板 3 4 において、その実装部分が専有する面積、つまり基板専有部 5 2 は、横方向の寸法が 5.4 mm となり、縦方向の 9.4 mm となる。したがって、この場合、センサ IC 4 8 の基板専有

10

20

30

40

50

部 5 2 の面積としては、 50.76 mm^2 となる。

【 0 0 3 2 】

< センサ I C 4 8 の配置 >

図 5 に示すように、センサマグネット 1 2 において、S 極および N 極が接する箇所（図 5 において太い実線で示す箇所）では、他の箇所に比べて Z 方向の磁力が弱くなる。この点を考慮し、本実施形態では、センサ I C 4 8 の配置、つまり第 1 センサ素子 1 3 および第 2 センサ素子 1 4 の配置に工夫が加えられている。

【 0 0 3 3 】

具体的には、センサ I C 4 8 は、図 6 に示すような配置となっている。これにより、第 1 センサ素子 1 3 は、第 1 着磁帯 4 4 と対向する位置であり、且つ第 1 着磁帯 4 4 の径方向の中心より第 1 リング 4 1 の外側、つまり径方向の内側に配置される。また、第 2 センサ素子 1 4 は、第 2 着磁帯 4 6 と対向する位置であり、且つ第 2 着磁帯 4 6 の径方向の中心より第 2 リング 4 2 の外側、つまり径方向の外側に配置される。

10

【 0 0 3 4 】

< 第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 の具体構成 >

第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 の具体的な構成としては、例えば図 7 に示すような構成を採用することができる。図 7 に示す構成では、第 1 リング 4 1 の第 2 リング 4 2 と接する側（径方向の外側）の側面部 4 1 a には、径方向の外側に突出する凸部 4 1 b が 2 つ設けられている。なお、2 つの凸部 4 1 b 同士は、径方向において対向する位置に設けられている。

20

【 0 0 3 5 】

第 2 リング 4 2 の第 1 リング 4 1 と接する側（径方向の内側）の側面部 4 2 a には、径方向の外側に凹む凹部 4 2 b が設けられている。なお、2 つの凹部 4 2 b 同士は、径方向において対向する位置に設けられている。凹部 4 2 b は、凸部 4 1 b を挿入可能な形状となっている。

【 0 0 3 6 】

この場合、凹部 4 2 b は、第 2 リング 4 2 の表面（図 7 中の上面）まで延びる挿入部 4 2 c と、挿入部 4 2 c の軸方向の下側から周方向に沿って延びる固定部 4 2 d と、から構成されている。このような構成により、凹部 4 2 b の軸方向における下側の部位の周方向の長さは、凸部 4 1 b の周方向の長さよりも長くなっている。

30

【 0 0 3 7 】

上記構成によれば、凹部 4 2 b に凸部 4 1 b が挿入されることにより、第 1 リング 4 1 と第 2 リング 4 2 とが組み付けられ、第 1 着磁帯 4 4 および第 2 着磁帯 4 6 が同心状に配置されることになる。具体的には、図 8 および図 9 に示すように、最初に凹部 4 2 b の挿入部 4 2 c から凸部 4 1 b が挿入される。その後、凸部 4 1 b が凹部 4 2 b の固定部 4 2 d へと移動するように、第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 が周方向に相対的に回転されることにより、図 10 に示すように、第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 が組み付けられる。

【 0 0 3 8 】

さらに、この場合、凹部 4 2 b に凸部 4 1 b が挿入された際に第 1 着磁帯 4 4 および第 2 着磁帯 4 6 の各磁極 4 3、4 5 の間で作用する磁力により第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 が相対的に回転するように凹部 4 2 b および凸部 4 1 b が配置されている。具体的には、図 11 に示すように、第 1 リング 4 1 の凸部 4 1 b が第 2 リング 4 2 の挿入部 4 2 c に位置する状態では、磁極 4 3 および 4 5 の配列が、周方向に前述した所定角度（電気角で 120° 、且つ機械角で 30° ）よりも大きい角度だけずれている。

40

【 0 0 3 9 】

これにより、磁極 4 3、4 5 の間で作用する磁力による反発力によって、凸部 4 1 b が固定部 4 2 d へと移動するように第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 が相対的に回転する。その結果、図 12 に示すように、凸部 4 1 b が固定部 4 2 d に突き当たる（ぶつかる）形となり、これにより第 1 リング 4 1 および第 2 リング 4 2 の周方向の位置が拘束（固定

50

)される。

【0040】

< センサ信号について >

上記構成によれば、第1センサ素子13および第2センサ素子14から出力される各センサ信号は、図13および図14に示すように、2つのセンサ素子を互いに電気角で120°異ならせて配置した従来の構成（例えば、特開2016-220322号公報の構成）と同様の信号となる。なお、図13は、モータ2が一方方向へ回転している正回転時の各センサ信号を示し、図14は、モータ2が他方向へ回転している逆回転時の各センサ信号を示している。また、図13および図14では、第1センサ素子13および第2センサ素子14から出力される各センサ信号は、実線で示している。

10

【0041】

したがって、上記構成においても、特開2016-220322号公報に開示された手法と同様の手法を適用することができる。詳細な説明は省略するが、この場合、ドライバ部11は、第1センサ素子13の出力信号および第2センサ素子14の出力信号の各信号レベルが同一である場合の時間を計測し、その計測時間および第1センサ素子の出力信号および第2センサ素子の出力信号の各信号レベルに基づいてモータ2の回転角度を推定すればよい。このようにすれば、2つのセンサ素子13およびセンサ素子14を用いてモータ2の回転角度を検出する構成であっても、モータ2の回転角度を精度良く検出することができる。

【0042】

以上説明した本実施形態によれば、次のような効果が得られる。

20

本実施形態のモータ制御装置1において、センサマグネット12は、ロータ28の周方向に沿って8個の磁極43、45が配列された環状の第1着磁帯44および第2着磁帯46を備えている。第1着磁帯44および第2着磁帯46は、互いの磁極43、45の配列が周方向に所定角度だけずれるように同心状に配置されており、第1センサ素子13および第2センサ素子14は、ロータ28の径方向に並んで配置されている。

【0043】

このような構成によれば、第1センサ素子13および第2センサ素子14について、従来の構成のように例えば互いに電気角で120°異ならせるために、互いにある程度離れた位置に配置する必要がなくなる。そのため、第1センサ素子13および第2センサ素子14を互いに近付けた配置とすることが可能となり、それらにおけるデッドスペースを小さい面積に抑えることができる。また、この場合、センサマグネット12側の構成について上述した工夫が加えられていることから、モータ2の回転角度の検出精度は、従来の構成と同等となる。したがって、上記構成によれば、モータ2の回転角度の検出精度を良好に維持しつつ、回路基板34に対するセンサ素子13およびセンサ素子14の実装部分の占有面積を小さく抑えることができるという優れた効果が得られる。

30

【0044】

また、モータ制御装置1では、第1センサ素子13および第2センサ素子14は、1つのパッケージ47に収容されたセンサIC48により構成されている。このような構成によれば、回路基板34に対するセンサIC48の実装部分の占有面積を一層小さく抑えることができるとともに、次のような効果が得られる。

40

【0045】

すなわち、従来構成では、各センサ間の位置ずれが生じると、回転角度の検出精度が低下することとなる。そのため、従来構成では、各センサ間の位置ずれ精度の管理が必要となり、製造時の工数やコストが増加するといった問題も生じる。これに対し、上記構成のように第1センサ素子13および第2センサ素子14を1チップ化することが可能となれば、第1センサ素子13および第2センサ素子14の配置のばらつきに起因する位置ずれの問題が生じるおそれなくなる。したがって、上記構成によれば、第1センサ素子13および第2センサ素子14間の位置ずれ精度を管理するための検査工程などを省くことが可能となり、製造時の工数やコストの増加を抑えることができる。

50

【 0 0 4 6 】

センサIC 48の基板専有面積を小さくするためには、可能な限りチップサイズを縮小することが望ましいが、チップサイズを縮小し過ぎると、センサマグネット12においてZ軸方向の磁力が比較的弱い箇所に対向する位置に第1センサ素子13および第2センサ素子14が配置されるおそれがある。このような配置になった場合、モータ2の回転角度の誤検出が生じる可能性がある。

【 0 0 4 7 】

そこで、本実施形態では、第1センサ素子13が第1着磁帯44と対向する位置であり且つ第1着磁帯44の径方向の中心より径方向の内側に配置されるとともに、第2センサ素子14が第2着磁帯46と対向する位置であり且つ第2着磁帯46の径方向の中心より径方向の外側に配置されるように、センサIC 48が配置されている。このようにすれば、センサマグネット12においてZ軸方向の磁力が比較的弱い箇所に対向する位置に第1センサ素子13および第2センサ素子14が配置されることがなくなり、その結果、モータ2の回転角度の誤検出の発生を防止することができる。

10

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、センサマグネット12は、第1リング41および第2リング42から構成されている。このような構成では、第1リング41および第2リング42が組み付けられる際、同極性の磁極43、45同士が隣接する箇所があり、それら同極性の磁極43、45間で作用する磁力による反発力の影響により、第1リング41および第2リング42の位置が定まらない、という事態が発生するおそれがある。

20

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施形態では、第2リング42の凹部42bに第1リング41の凸部41bが挿入された際に第1着磁帯44および第2着磁帯46の各磁極43、45の間で作用する磁力により第1リング41および第2リング42が相対的に回転するように凹部42bおよび凸部41bを配置した。

【 0 0 5 0 】

このようにすれば、磁極43、45の間で作用する磁力による反発力によって、凸部41bが固定部42dへと移動するように第1リング41および第2リング42が相対的に回転して凸部41bが固定部42dに突き当たり、第1リング41および第2リング42の周方向の位置が拘束される。したがって、上記構成によれば、第1リング41および第2リング42の位置が定まらないといった問題の発生を防止し、その組み付け作業を容易にすることができる。

30

【 0 0 5 1 】

(第2実施形態)

以下、第2実施形態について図15～図20を参照して説明する。

第1実施形態では、センサマグネット12は、2つのリング(第1リング41および第2リング42)により構成されていた。このような構成では、「2つのリングを作成」「2つのリングのそれぞれに着磁」「2つのリングを組み付け」「2つのリングを接着固定」といった各工程を経てセンサマグネット12が製造されることになり、製造時にかける工数が比較的多いという点において改善の余地があった。

40

【 0 0 5 2 】

そこで、本実施形態のセンサマグネット61は、図20に示すように、第1着磁帯44および第2着磁帯46のそれぞれが着磁のパターンにより形成された1つのリング62を備えた構成となっている。以下、このようなセンサマグネット61の製造工程について図15～図20を参照して説明する。なお、図15～図20において、上側の図はリング62を上側、つまり回路部31側の表面を示す平面図であり、下側の図はリング62などの断面を示す図である。

【 0 0 5 3 】

<センサマグネット61の製造工程>

図15に示すように、センサマグネット61を製造する際に用いられる1つのリング62

50

は、第1実施形態の第1リング41および第2リング42が組み付けられた状態と同様の形状をなしている。続いて、図16に示すように、リング62の各表面(図16の上下両面)に、着磁マスク63(磁気シールド)が配置される。着磁マスク63は、リング62の上面において第1着磁帯44の磁極43nとなる箇所および第2着磁帯46の磁極45nとなる箇所を覆う形状となっている。

【0054】

次に、図17に示すように、リング62の上面側がS極になるとともに下面側がN極となるような磁界が発生され、第1の着磁が行われる。なお、このような着磁は、一般的な着磁装置などを用いて行うことができる。これにより、リング62の上面側に、第1着磁帯44の磁極43sおよび第2着磁帯46の磁極45sが形成される。続いて、着磁マスク63が45度回転される。これにより、図18に示すように、着磁マスク63によって、リング62の上面における第1着磁帯44の磁極43sおよび第2着磁帯46の磁極45sが覆われる。

10

【0055】

次に、図19に示すように、リング62の上面側がN極になるとともに下面側がS極となるような磁界が発生され、第2の着磁が行われる。これにより、リング62の上面側に、第1着磁帯44の磁極43nおよび第2着磁帯46の磁極45nが形成される。このような各工程が実行された結果、図20に示すように、第1着磁帯44および第2着磁帯46のそれぞれが着磁のパターンにより形成された1つのリング62からなるセンサマグネット61の完成品が出来上がる。

20

【0056】

以上説明した本実施形態によっても、第1実施形態と同様の効果が得られる。さらに、本実施形態では、センサマグネット61は、第1実施形態のセンサマグネット12と同様の第1着磁帯44および第2着磁帯46が形成された1つのリング61により構成されている。そのため、センサマグネット61を製造する際、第1実施形態で必要であった2つのリングを組み付ける工程を省くことが可能となる。したがって、本実施形態によれば、センサマグネット61の製造が容易になるとともに、その製造時の工数やコストを低減することができるという効果が得られる。

【0057】

(第3実施形態)

以下、第3実施形態について図21~図29を参照して説明する。

30

<全体構成>

図21に示すように、本実施形態のモータ制御装置71のセンシング部72は、第1実施形態のセンシング部10に対し、センサマグネット12に代えてセンサマグネット73を備えている点、第3センサ素子74が追加されている点などが異なる。

【0058】

第3センサ素子74は、第1センサ素子13および第2センサ素子14と同様、センサマグネット73の回転によって発生する周期的な磁気信号をデジタル信号に変換する。第3センサ素子74の出力信号(デジタル信号)は、モータ2の回転角度に対応するセンサ信号に相当し、ドライバ部11に与えられる。

40

【0059】

<センサマグネット73の具体構成>

センサマグネット73の具体的な構成としては、例えば図22に示すような構成を採用することができる。図22に示す構成において、センサマグネット73は、1つのリング75を備えた構成となっている。そのリング75には、着磁のパターンにより、第1着磁帯44および第2着磁帯46に加え、周方向に沿って複数個の磁極76n、76sが交互に配列された環状の第3着磁帯77が形成されている。なお、磁極76nはN極であり、磁極76sはS極である。また、以下の説明において、磁極76n、76sについては、極性を区別する必要が無い場合には、磁極76と総称する。

【0060】

50

本実施形態では、第3着磁帯77の磁極76の数は、8個となっている。第1着磁帯44、第2着磁帯46および第3着磁帯77は、互いの磁極43、45、76の配列が周方向に所定角度だけずれるように同心状に配置されている。この場合、径方向の最も外側に第2着磁帯46が配置されるとともに、径方向の最も内側に第3着磁帯77が配置される。本実施形態では、上記所定角度は、電気角で120°であり、また機械角で30°となっている。

【0061】

第1センサ素子13、第2センサ素子14および第3センサ素子74は、ロータ28の径方向に並んで配置されている。この場合、径方向の最も外側に第2センサ素子14が配置されるとともに、径方向の最も内側に第3センサ素子74が配置される。第1センサ素子13、第2センサ14および第3センサ素子74は、いずれもホール素子であり、1つのパッケージ78に収容された半導体集積回路79により構成されている。なお、以下では、半導体集積回路79のことをセンサIC79とも呼ぶ。

10

【0062】

<センサIC79の具体構成>

センサIC79の具体的な構成としては、例えば図23に示すような構成を採用することができる。図23に示すように、センサIC79は、第1センサ素子13、第2センサ素子14および第3センサ素子74が形成されたセンサチップ80と、センサチップ80を支持するとともに外部配線との接続を行うリードフレーム81と、センサチップ80などを封止する樹脂モールド82と、を備えている。

20

【0063】

図23に示す構成では、第1センサ素子13、第2センサ素子14および第3センサ素子74は、例えば横方向(図23における左右方向)の寸法が0.3mmであり、縦方向(図23における上下方向)の寸法が0.3mmである。センサチップ80は、例えば横方向の寸法が1mmであり、縦方向の寸法が9.3mmである。リードフレーム81は、例えば横方向の寸法が1.4mmであり、縦方向の寸法が9.7mmである。樹脂モールド82は、例えば横方向の寸法が2.4mmであり、縦方向の寸法が10.7mmである。

【0064】

このような構成のセンサIC79が回路基板34に実装される場合、回路基板34において、その実装部分が専有する面積、つまり基板専有部83は、横方向の寸法が5.4mmとなり、縦方向の13.7mmとなる。したがって、この場合、センサIC79の基板専有部83の面積としては、73.98mm²となる。

30

【0065】

<センサIC79の配置>

センサIC79は、図24に示すような配置となっている。これにより、第1センサ素子13は、第1着磁帯44と対向する位置であり、且つ第1着磁帯44の径方向のほぼ中心に配置される。また、第2センサ素子14は、第2着磁帯46と対向する位置であり、且つ第2着磁帯46の径方向の中心よりリング75の外側、つまり径方向の外側に配置される。また、第3センサ素子74は、第3着磁帯77と対向する位置であり、且つ第3着磁帯77の径方向の中心よりリング75の外側、つまり径方向の内側に配置される。

40

【0066】

<センサマグネット73の製造工程>

本実施形態のセンサマグネット73は、第1着磁帯44、第2着磁帯46および第3着磁帯77のそれぞれが着磁のパターンにより形成された1つのリング75を備える構成であるため、第2実施形態のセンサマグネット61と同様の方法で製造することができる。

【0067】

すなわち、図25に示すように、リング75の各表面(図25の上下両面)に、着磁マスク84(磁気シールド)が配置される。着磁マスク84は、リング75の上面において第1着磁帯44の磁極43nとなる箇所、第2着磁帯46の磁極45nとなる箇所および第3着磁帯77の磁極76nとなる箇所を覆う形状となっている。

50

【 0 0 6 8 】

このように着磁マスク 8 4 が配置された状態で、リング 7 5 の上面側が S 極になるとともに下面側が N 極となるような磁界が発生され、第 1 の着磁が行われる。なお、このような着磁は、一般的な着磁装置などを用いて行うことができる。これにより、リング 7 5 の上面側に、第 1 着磁帯 4 4 の磁極 4 3 s、第 2 着磁帯 4 6 の磁極 4 5 s および第 3 着磁帯 7 7 の磁極 7 6 s が形成される。

【 0 0 6 9 】

続いて、着磁マスク 8 4 が 4 5 度回転される。これにより、図 2 6 に示すように、着磁マスク 8 4 によって、リング 7 5 の上面における第 1 着磁帯 4 4 の磁極 4 3 s、第 2 着磁帯 4 6 の磁極 4 5 s および第 3 着磁帯 7 7 の磁極 7 6 s が覆われる。このように着磁マスク 8 4 が配置された状態で、リング 7 5 の上面側が N 極になるとともに下面側が S 極となるような磁界が発生され、第 2 の着磁が行われる。

【 0 0 7 0 】

これにより、リング 7 5 の上面側に、第 1 着磁帯 4 4 の磁極 4 3 n、第 2 着磁帯 4 6 の磁極 4 5 n および第 3 着磁帯 7 7 の磁極 7 6 n が形成される。このような各工程が実行された結果、図 2 7 に示すように、第 1 着磁帯 4 4、第 2 着磁帯 4 6 および第 3 着磁帯 7 7 のそれぞれが着磁のパターンにより形成された 1 つのリング 7 5 からなるセンサマグネット 7 3 の完成品が出来上がる。

【 0 0 7 1 】

< センサ信号について >

上記構成によれば、第 1 センサ素子 1 3、第 2 センサ素子 1 4 および第 3 センサ素子 7 4 から出力される各センサ信号は、図 2 8 および図 2 9 に示すように、3 つのセンサ素子を互いに電気角で 1 2 0 ° 異ならせて配置した従来の構成と同様の信号となる。なお、図 2 8 は、モータ 2 が一方向へ回転している正回転時の各センサ信号を示し、図 2 9 は、モータ 2 が他方向へ回転している逆回転時の各センサ信号を示している。また、図 2 8 および図 2 9 では、第 1 センサ素子 1 3、第 2 センサ素子 1 4 および第 3 センサ素子 7 4 から出力される各センサ信号は、実線で示している。したがって、上記構成によれば、3 つのセンサ素子を互いに電気角で 1 2 0 ° 異ならせた配置した従来の構成と同様、一般的な検出手法でもって、モータ 2 の回転角度を精度良く検出することができる。

【 0 0 7 2 】

以上説明した本実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。なお、本実施形態では、第 1 センサ素子 1 3、第 2 センサ素子 1 4 および第 3 センサ素子 7 4 という 3 つのセンサ素子が必要となる分だけ、センサ IC 7 9 の回路基板 3 4 に対する占有面積が大きくなる。しかし、本実施形態によれば、第 1 実施形態のように、モータ 2 の回転角度を検出する際に時間計測を行う必要がなく、その分だけ、モータ制御装置 7 1 における処理負荷を軽減することができるという効果が得られる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施形態では、第 2 センサ素子 1 4 が第 2 着磁帯 4 6 の径方向の中心より径方向の外側に配置されるとともに、第 3 センサ素子 7 4 が第 3 着磁帯 7 7 の径方向の中心より径方向の内側に配置されるようにセンサ IC 7 9 が配置されている。ただし、この場合、第 1 センサ素子 1 3 は、第 1 着磁帯 4 4 の径方向のほぼ中心に配置せざるを得ない。そこで、特に第 1 着磁帯 4 4 の径方向の幅寸法を出来る限り大きくするとよい。このようにすれば、センサマグネット 7 3 において Z 軸方向の磁力が比較的弱い箇所に対向する位置に第 1 センサ素子 1 3、第 2 センサ素子 1 4 および第 3 センサ素子 7 4 が配置されることがなくなり、その結果、モータ 2 の回転角度の誤検出の発生を防止することができる。

【 0 0 7 4 】

(その他の実施形態)

なお、本発明は上記し且つ図面に記載した各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で任意に変形、組み合わせ、あるいは拡張することができる。上記各実施形態で示した数値などは例示であり、それに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

モータ制御装置 1、71 が制御するモータとしては、インナーロータ型のモータ 2 に限らず、アウターロータ型のモータであってもよい。

【0075】

第 1 および第 2 実施形態における第 1 センサ素子 13 および第 2 センサ素子 14 は、半導体集積回路 48 として構成されるものに限らずともよく、ディスクリート部品として構成されていてもよい。また、第 3 実施形態における第 1 センサ素子 13、第 2 センサ素子 14 および第 3 センサ素子 74 は、半導体集積回路 79 として構成されるものに限らずともよく、ディスクリート部品として構成されていてもよい。

【0076】

第 3 実施形態のセンサマグネット 73 は、第 1 着磁帯 44 が形成されたリング、第 2 着磁帯 46 が形成されたリングおよび第 3 着磁帯 77 が形成されたリングを備えた構成、つまり 3 つのリングを備えた構成であってもよい。

10

【0077】

第 1 リング 41 および第 2 リング 42 の具体的な構成は、適宜変更することができる。例えば、第 1 リング 41 の側面部 41a に凹部 42b と同様の凹部を設け、第 2 リング 42 の側面部 42a に凸部 41b と同様の凸部を設けた構成としてもよい。このような構成であっても、第 1 実施形態で説明した方法によって第 1 リング 41 および第 2 リング 42 を組み付けることができる。

【0078】

第 1 センサ素子 13、第 2 センサ素子 14 および第 3 センサ素子 74 は、センサマグネット 12、61、73 が発する Z 方向の磁力を受けることができる位置に設ければよく、それらの配置は適宜変更することができる。

20

【0079】

本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

【符号の説明】

【0080】

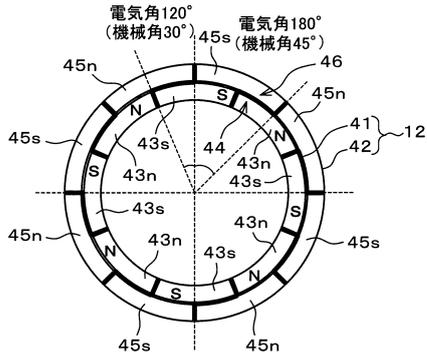
1、71 ... モータ制御装置、2 ... モータ、10、72 ... センシング部、11 ... ドライバ部、12、61、73 ... センサマグネット、13 ... 第 1 センサ素子、14 ... 第 2 センサ素子、28 ... ロータ、41 ... 第 1 リング、41b ... 凸部、42 ... 第 2 リング、42b ... 凹部、43n、43s、45n、45s、76n、76s ... 磁極、44 ... 第 1 着磁帯、46 ... 第 2 着磁帯、47、78 ... パッケージ、48、79 ... センサ IC、62、75 ... リング、74 ... 第 3 センサ素子、77 ... 第 3 着磁帯。

30

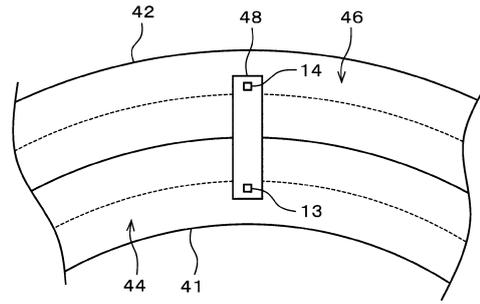
40

50

【図5】



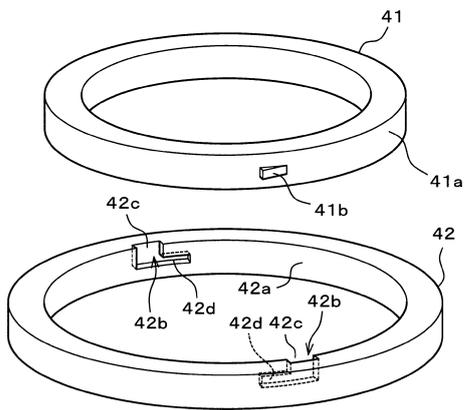
【図6】



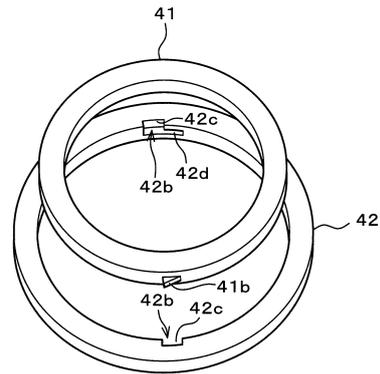
10

20

【図7】



【図8】

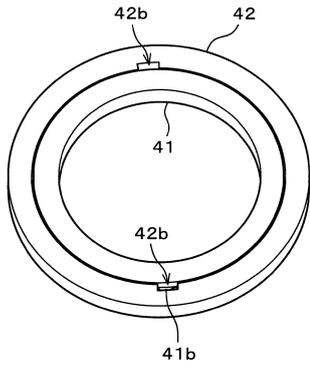


30

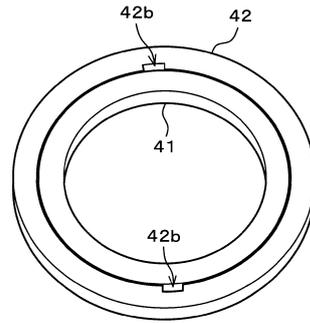
40

50

【図 9】

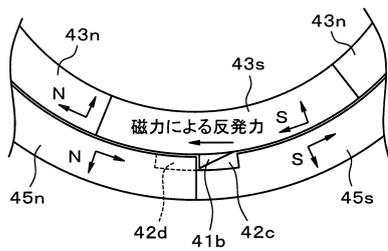


【図 10】

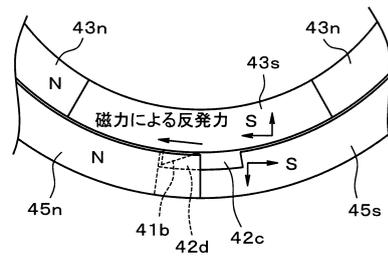


10

【図 11】

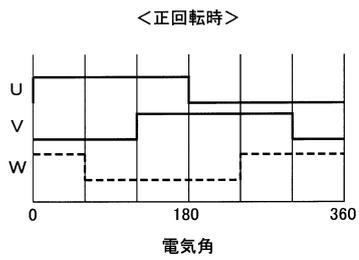


【図 12】

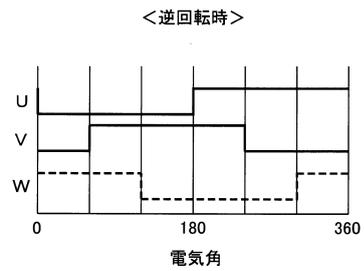


20

【図 13】



【図 14】

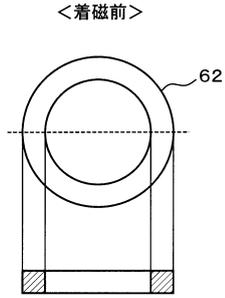


30

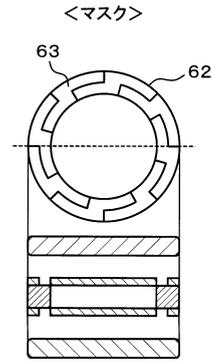
40

50

【図15】

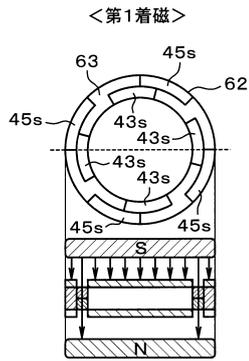


【図16】

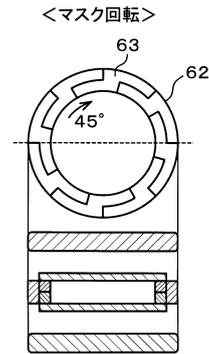


10

【図17】

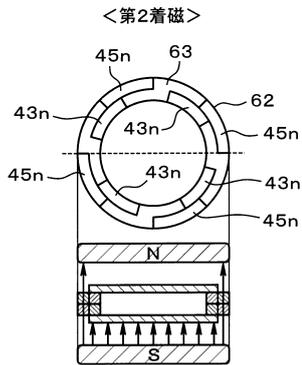


【図18】

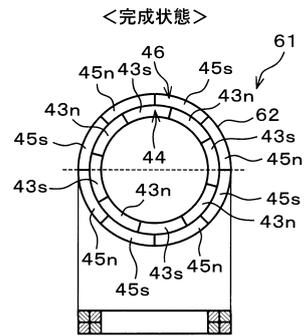


20

【図19】



【図20】

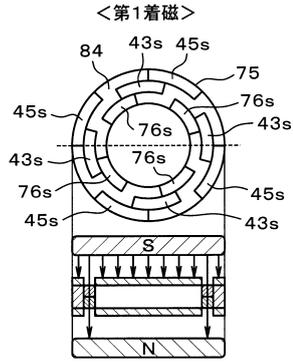


30

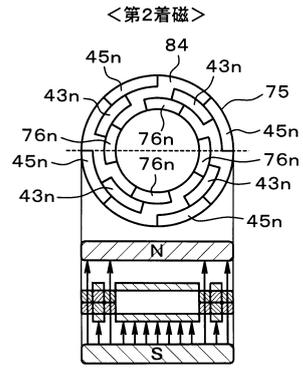
40

50

【図 25】

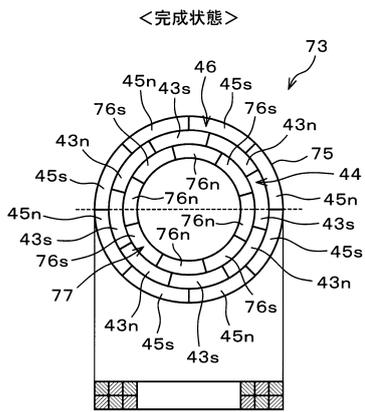


【図 26】

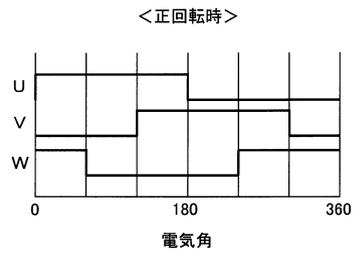


10

【図 27】



【図 28】



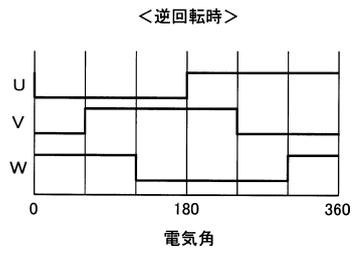
20

30

40

50

【 図 2 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-174605(JP,A)
特開昭59-204709(JP,A)
特開2016-220322(JP,A)
特開2009-192263(JP,A)
特開2011-27719(JP,A)
特開平6-324061(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01D 5/00 - 5/38
G01P 3/00 - 3/80
H02P 6/00 - 6/34
H02K 11/00 - 11/40、
29/00 - 29/14