(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7588306号
(P7588306)

(45)発行日　令和6年11月22日(2024.11.22)

(24)登録日　令和6年11月14日(2024.11.14)

(51)国際特許分類

		FI		
G01D	*5/244(2006.01)*	G01D	5/244	E
G01D	*5/245(2006.01)*	G01D	5/245	W

請求項の数　11　（全30頁）

(21)出願番号　特願2022-516852(P2022-516852)
(86)(22)出願日　令和3年2月8日(2021.2.8)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/004505
(87)国際公開番号　WO2021/215076
(87)国際公開日　令和3年10月28日(2021.10.28)
審査請求日　令和5年12月6日(2023.12.6)
(31)優先権主張番号　特願2020-74890(P2020-74890)
(32)優先日　令和2年4月20日(2020.4.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　314012076
パナソニックＩＰマネジメント株式会社
大阪府門真市元町２２番６号
(74)代理人　100106116
弁理士　鎌田 健司
(74)代理人　100151378
弁理士　宮村 憲浩
(74)代理人　100157484
弁理士　廣田 智之
(72)発明者　田中 優紀
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニックインダストリー株式会社内
審査官　細見 斉子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　回転検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転軸とともに回転し、前記回転軸の回転方向に第１位相差を持って配置される第１磁石および第２磁石と、前記第１磁石および前記第２磁石が前記回転軸とともに回転することによる磁界の変化によって発電する１以上の発電素子と、前記１以上の発電素子が発電した電力に基づいて動作し、前記第１磁石によって発生する磁界および前記第２磁石によって発生する磁界を検出する複数の磁気センサとを備え、

前記第１磁石は、第１のＮ極と、前記第１のＮ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第１のＳ極とを有し、

前記第２磁石は、第２のＳ極と、前記第２のＳ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第２のＮ極とを有する、

回転検出器において、

前記１以上の発電素子のいずれが発電したかを示す発電情報と前記複数の磁気センサの検出結果とを含む検出情報を用いて、前記回転軸の回転位置および回転方向の少なくとも一方を判定する情報処理部と、

前記回転軸の回転位置および回転方向の前記少なくとも一方を記憶する記憶部と、をさらに備え、

前記情報処理部は、前記検出情報を用いて前記回転軸の回転位置を判定し、前記回転軸の回転位置と前記発電情報とを関連付けて前記記憶部に記憶させる、

回転検出器。

【請求項２】
回転軸とともに回転し、前記回転軸の回転方向に第１位相差を持って配置される第１磁石および第２磁石と、前記第１磁石および前記第２磁石が前記回転軸とともに回転することによる磁界の変化によって発電する１以上の発電素子と、前記１以上の発電素子が発電した電力に基づいて動作し、前記第１磁石によって発生する磁界および前記第２磁石によって発生する磁界を検出する複数の磁気センサとを備え、
前記第１磁石は、第１のＮ極と、前記第１のＮ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第１のＳ極とを有し、
前記第２磁石は、第２のＳ極と、前記第２のＳ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第２のＮ極とを有する、
回転検出器において、
前記回転軸の軸方向と直交する方向に延び、かつ前記回転軸の軸方向の一端部と間隔を空けて配置される基板をさらに備え、
前記複数の磁気センサは、前記基板の前記回転軸側の主面に配置され、前記１以上の発電素子は、前記基板の前記回転軸とは反対側の主面に配置される、
回転検出器。
【請求項３】
前記１以上の発電素子は、前記回転軸の回転方向に互いに第２位相差を持って配置される第１発電素子および第２発電素子を有する、
請求項１または２に記載の回転検出器。
【請求項４】
前記第１位相差と前記第２位相差とは異なる、
請求項３に記載の回転検出器。
【請求項５】
前記複数の磁気センサは、前記回転軸の回転方向に位相差を持って配置され、前記回転軸の軸方向から見たときに前記１以上の発電素子と重ならない、
請求項１または２に記載の回転検出器。
【請求項６】
前記情報処理部は、前記１以上の発電素子のいずれかが発電する度に、前記検出情報を用いて前記回転軸の回転位置を判定し、
判定した前記回転軸の回転位置を前記記憶部に記憶させ、
今回判定した前記回転軸の回転位置と、前記記憶部に記憶されている前回判定した前記回転軸の回転位置とに基づいて、前記回転軸の回転数の算出に用いるカウント値を更新する、
請求項１に記載の回転検出器。
【請求項７】
前記情報処理部は、
前記記憶部に記憶されている前回判定した前記回転軸の回転位置から、今回判定した前記回転軸の回転位置への変位が、予め定められた所定の変位以外の変位である場合、エラーと判定し、
前記エラーに関するエラー情報を前記記憶部に記憶させる、
請求項６に記載の回転検出器。
【請求項８】
電源からの電力に基づいて動作する発光素子および受光素子を有し、
前記回転軸の回転位置を検出する光学式センサをさらに備え、
前記光学式センサが前記電源から電力の供給を受けていない無給電状態から前記電源から電力の供給を受けている給電状態になった場合、前記情報処理部は、前記記憶部に記憶されている最新の前記回転軸の回転位置と、前記光学式センサによって検出された前記回転軸の回転位置とに基づいて、前記回転軸の回転位置を判定する、
請求項６または７に記載の回転検出器。

【請求項９】
前記情報処理部は、前記検出情報を用いて判定した前記回転軸の回転位置と、前記光学式センサによって検出された前記回転軸の回転位置との差異が所定の値よりも大きい場合、エラーと判定する、
請求項８に記載の回転検出器。
【請求項１０】
カウンターウェイトをさらに備え、
前記カウンターウェイトは、前記第１磁石と前記第２磁石と前記カウンターウェイトとによる重心の位置が、前記回転軸の軸心上に位置するように配置される、
請求項１または２に記載の回転検出器。
【請求項１１】
前記カウンターウェイトは、磁性材料を５０％以上含む部材である、請求項１０に記載の回転検出器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、回転検出器に関する。本開示は、特に回転軸の回転を検出する回転検出器に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、モータの回転軸の回転を検出する回転検出器が知られている。たとえば、特許文献１には、シャフトに設けられた円板形状の磁石と、磁性ワイヤおよびピックアップコイルで構成される３つの発電部とを備え、３つの発電部は、磁石の端面側に構成された仮想的な三角形の複数の辺にそれぞれ配置されている回転検出器が開示されている。
【０００３】
しかしながら、特許文献１の回転検出器は、３つ以上の発電部が必要であり、小型化が困難である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】日本国特許第６３３６２３２号公報
【発明の概要】
【０００５】
そこで、本開示は、容易に小型化できる回転検出器を提供することを目的とする。
【０００６】
本開示の一態様に係る回転検出器は、回転軸とともに回転し、前記回転軸の回転方向に互いに第１位相差を持って配置される第１磁石および第２磁石と、前記第１磁石および前記第２磁石が前記回転軸とともに回転することによる磁界の変化によって発電する１以上の発電素子と、前記１以上の発電素子が発電した電力に基づいて動作し、前記第１磁石によって発生する磁界および前記第２磁石によって発生する磁界を検出する複数の磁気センサとを備え、前記第１磁石は、第１のＮ極と、前記第１のＮ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第１のＳ極とを有し、前記第２磁石は、第２のＳ極と、前記第２のＳ極よりも前記回転軸の径方向の内方に配置される第２のＮ極とを有する。
【０００７】
本開示の一態様に係る回転検出器によれば、容易に小型化できる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】図１は、実施の形態１に係る回転検出器を備えるモータを示す図である。
【図２】図１の回転検出器の基板及び回転板を示す図である。
【図３】図３は、図１の回転検出器の機能構成を示すブロック図である。

【図４】図４は、回転軸が反時計回りに回転した場合における、図１の回転検出器の判定動作を説明するための図である。
【図５】図５は、回転軸が時計回りに回転した場合における、図１の回転検出器の判定動作を説明するための図である。
【図６】図６は、各回転位置における１以上の発電素子および第１～第４磁気センサの状態を示す表を示す図である。
【図７】図７は、予め定められた回転軸の回転位置の所定の変位を示す表を示す図である。
【図８】図８は、実施の形態２に係る回転検出器を示す図である。
【図９】図９は、実施の形態２に係る回転検出器の変形例を示す図である。
【図１０】図１０は、実施の形態３に係る回転検出器を示す図である。
【図１１】図１１は、実施の形態３に係る回転検出器の変形例を示す図である。
【図１２】図１２は、実施の形態４に係る回転検出器の回転板を示す図である。
【図１３】図１３は、実施の形態５に係る回転検出器の回転板を示す図である。
【図１４】図１４は、第１磁石および第２磁石の配置の他の例を示す図である。
【図１５】図１５は、１以上の発電素子の配置の他の例を示す図である。
【図１６】図１６は、複数の磁気センサの配置の他の例を示す図である。
【図１７】図１７は、他の実施の形態に係る回転検出器を示す図である。
【図１８】図１８は、その他の実施の形態に係る回転検出器を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本開示の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、並びに、工程及び工程の順序等は、一例であって本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。
【００１０】
また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。
【００１１】
［実施の形態１］
（回転検出器の構成）
以下、実施の形態１に係る回転検出器１４について、図面を参照しながら説明する。
【００１２】
図１は、実施の形態１に係る回転検出器１４を備えるモータ１を示す図である。図２は、図１の回転検出器１４の基板１８及び回転板１６を示す図である。図２において、（ａ）は、図１の回転検出器１４の基板１８を示し、（ｂ）は、図１の回転検出器１４の回転板１６を示す。なお、図１では、ケース１２を断面で示している。図１および図２を参照して、実施の形態１に係る回転検出器１４、および回転検出器１４を備えるモータ１の構成について説明する。
【００１３】
図１に示すように、モータ１は、本体４と、回転子６と、固定子８と、回転軸１０と、ケース１２と、回転検出器１４とを備える。なお、回転軸１０の軸方向とは、図１の矢印Ｘで示す方向である。回転軸１０の径方向とは、図２の矢印Ｙで示す方向である。回転軸１０の周方向とは、図２の矢印Ｚで示す方向である。回転軸１０の径方向及び周方向は、軸方向と直交する。
【００１４】
回転子６および固定子８は、本体４に収容されている。回転子６は、固定子８に対して回転する。

【００１５】
回転軸１０は、円柱状等の棒状である。回転軸１０は、回転子６に固定されている。回転軸１０は、回転軸１０の軸心Ａ回りに回転する。たとえば、回転軸１０は、モータ１に電力が供給されると、当該電力に基づいて、回転子６とともに軸心Ａを回転中心として回転する。回転軸１０の回転方向は、回転軸１０の周方向と一致する（図２の矢印Ｚを参照）。回転軸１０の軸方向の一端部には、回転検出器１４が設けられている。回転軸１０の軸方向の他端部には、回転軸１０の回転によって回転駆動される負荷（図示せず）等が取り付けられる。たとえば、回転軸１０は、鉄等の磁性体金属によって形成されている。
【００１６】
ケース１２は、回転軸１０の軸方向の一端部、および回転検出器１４を覆うように、本体４に取り付けられている。たとえば、ケース１２は、鉄等の磁性体金属によって形成されている。
【００１７】
回転検出器１４は、回転軸１０の回転を検出する。具体的には、回転検出器１４は、回転軸１０の回転位置、回転軸１０の回転方向、および回転軸１０の回転数等を検出する。たとえば、回転検出器１４は、アブソリュートエンコーダである。回転検出器１４は、上述したように、回転軸１０の軸方向の一端部に設けられている。図１および図２に示すように、回転検出器１４は、回転板１６と、基板１８と、第１磁石２０と、第２磁石２２と、後述する１以上の発電素子（２４，２６）と、後述する複数の磁気センサ（４６，４８，５０，５２）と、制御回路３６とを有する。
【００１８】
回転板１６は、回転軸１０の軸方向に直交する方向に延びる。具体的には、回転板１６は、回転軸１０の軸方向に直交する方向に延びる主面を有する円板状である。回転板１６は、回転軸１０の軸方向から見たとき円形である。回転板１６は、回転軸１０の軸方向の一端部に取り付けられている。回転板１６の軸心と回転軸１０の軸心Ａとは、一致している。回転板１６は、回転軸１０とともに回転する。
【００１９】
基板１８は、回転軸１０の軸方向に直交する方向に延びる。具体的には、基板１８は、回転軸１０の軸方向に直交する方向に延びる主面を有する円板状である。基板１８は、回転軸１０の軸方向から見たとき円形である。基板１８は、回転軸１０の軸方向において、回転軸１０の一端部および回転板１６と間隔を空けて配置され、回転板１６と対向している。基板１８の軸心と回転軸１０の軸心Ａとは、一致している。基板１８は、ケース１２の内面に固定されており、回転軸１０とともに回転しない。
【００２０】
第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の回転方向において、互いに第１位相差を持って配置されている。第１位相差は、９０°である。第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の回転方向において、９０°ずれた位置に配置されている。ここでは、第１位相差は、回転軸１０の径方向に延びかつ第１磁石２０の幅方向の中心を通る中心線Ｂと、回転軸１０の径方向に延びかつ第２磁石２２の幅方向の中心を通る中心線Ｃとがなす角度である。言い換えると、ここでは、第１位相差は、第１磁石２０の磁極が並ぶ方向（回転軸１０の径方向）に直交する方向における第１磁石２０の中心を通り、かつ回転軸１０の径方向に延びる中心線Ｂと、第２磁石２２の磁極が並ぶ方向（回転軸１０の径方向）に直交する方向における第２磁石２２の中心を通り、かつ回転軸１０の径方向に延びる中心線Ｃとがなす角度である。
【００２１】
第１磁石２０は、回転軸１０の径方向に延びかつ棒状の磁石である。第１磁石２０は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。第１磁石２０は、Ｎ極と、当該Ｎ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＳ極とを有する。このように、第１磁石２０は、回転軸１０の径方向にＮ極とＳ極とが並ぶように、配置されている。第１磁石２０は、回転軸１０が回転すると、回転板１６、第２磁石２２、および回転軸１０とともに回転

する。
【００２２】
第２磁石２２は、回転軸１０の径方向に延びかつ棒状の磁石である。第２磁石２２は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。第２磁石２２は、上述したように第１磁石２０と第１位相差を持って配置されている。第２磁石２２は、回転軸１０の回転方向において、第１磁石２０と間隔を空けて配置されている。第２磁石２２は、回転軸１０方向に第１磁石２０と並んで配置されている。第２磁石２２は、Ｓ極と、当該Ｓ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＮ極とを有する。このように、第２磁石２２は、回転軸１０の径方向にＮ極とＳ極とが並ぶように、配置されている。第２磁石２２は、回転軸１０が回転すると、回転板１６、第１磁石２０、および回転軸１０とともに回転する。
【００２３】
１以上の発電素子は、第１発電素子２４と、第２発電素子２６とを有する。第１発電素子２４および第２発電素子２６は、第１磁石２０および第２磁石２２が回転軸１０とともに回転することによる磁界の変化によって、発電する。第１発電素子２４および第２発電素子２６は、回転軸１０の回転方向において、互いに第２位相差を持って配置されている。第２位相差は、１８０°であり、第１発電素子２４および第２発電素子２６は、回転軸１０の回転方向において、１８０°ずれた位置に配置されている。ここでは、第２位相差は、回転軸１０の径方向に延びかつ第１感磁部３８（後述）の中心（軸心）を通る中心線Ｄと、回転軸１０の径方向に延びかつ第２感磁部４２（後述）の中心（軸心）を通る中心線Ｅとがなす角度である。第２位相差と第１位相差とは異なっている。
【００２４】
第１発電素子２４は、回転軸１０の径方向に延び、基板１８の回転軸１０とは反対側（回転板１６とは反対側）の主面に配置されている。第１発電素子２４は、第１感磁部３８と、第１感磁部３８に巻回される第１コイル４０とを有する。第１感磁部３８は、回転軸１０の径方向に延びる磁性体である。第１感磁部３８は、基板１８の回転板１６とは反対側に位置している。たとえば、第１感磁部３８は、大バルクハウゼン効果を発現させる磁性体であり、回転軸１０の径方向に延びるウィーガントワイヤである。ウィーガントワイヤは、所定値以上の磁界がウィーガントワイヤの長手方向に沿って印加されると、磁化方向が長手方向の一方に向かうように揃う磁性体である。ウィーガントワイヤの長手方向に沿って流れる磁束の向きが変化すると、ウィーガントワイヤの磁化方向が跳躍的に反転し、ウィーガントワイヤに巻回されているコイルの両端に電圧パルスが誘起される。このようにして、第１発電素子２４は、発電する。
【００２５】
第２発電素子２６は、回転軸１０の径方向に延び、基板１８の回転軸１０とは反対側（回転板１６とは反対側）の主面に配置されている。第２発電素子２６は、第２感磁部４２と、第２感磁部４２に巻回される第２コイル４４とを有する。第２感磁部４２は、回転軸１０の径方向に延びる磁性体である。第２感磁部４２は、基板１８の回転板１６とは反対側に位置している。たとえば、第２感磁部４２は、大バルクハウゼン効果（ｌａｒｇｅ Ｂａｒｋｈａｕｓｅｎ ｅｆｆｅｃｔ）を発現させる磁性体であり、回転軸１０の径方向に延びるウィーガントワイヤ（Ｗｉｅｇａｎｄ ｗｉｒｅ）である。第２発電素子２６は、第１発電素子２４と同じように発電する。
【００２６】
複数の磁気センサは、第１磁気センサ４６と、第２磁気センサ４８と、第３磁気センサ５０と、第４磁気センサ５２とを有する。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の各々は、第１発電素子２４が発電した場合、第１発電素子２４からの電力に基づいて動作し、第１磁石２０によって発生する磁界および第２磁石２２によって発生する磁界を検出する。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の各々は、第２発電素子２６が発電した場合、第２発電素子２６からの電力に基づいて動作し、第１磁石２０によって発生する磁界および第２磁石２２によって発生する磁界を検出する。

【００２７】
第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、基板１８の回転軸１０側（回転板１６側）の主面に配置されている。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、回転軸１０の回転方向に位相差を持って配置されている。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、回転軸１０の回転方向に並んで配置されている。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、回転軸１０の軸方向から見たとき、第１発電素子２４および第２発電素子２６と重ならない。具体的には、第１磁気センサ４６は、第１感磁部３８と１２０°の位相差を持って配置されており、第２感磁部４２と６０°の位相差を持って配置されている。第２磁気センサ４８は、第１感磁部３８と６０°の位相差を持って配置されており、第２感磁部４２と１２０°の位相差を持って配置されており、第１磁気センサ４６と６０°の位相差を持って配置されている。第３磁気センサ５０は、第１感磁部３８と６０°の位相差を持って配置されており、第２感磁部４２と１２０°の位相差を持って配置されており、第１磁気センサ４６と１８０°の位相差を持って配置されている。第４磁気センサ５２は、第１感磁部３８と１２０°の位相差を持って配置されており、第２感磁部４２と６０°の位相差を持って配置されており、第１磁気センサ４６と１２０°の位相差を持って配置されている。
【００２８】
制御回路３６は、基板１８の回転軸１０側（回転板１６側）の主面の中央に配置されている。制御回路３６は、第１発電素子２４等と電気的に接続されている。制御回路３６の詳細については、後述する。
【００２９】
図３は、図１の回転検出器１４の機能構成を示すブロック図である。図３を参照して、回転検出器１４の機能構成について説明する。
【００３０】
制御回路３６は、全波整流部５４と、電圧レギュレータ５６と、断線診断部５８と、逆流防止スイッチ６０とを有する。
【００３１】
全波整流部５４は、第１発電素子２４に接続されており、第１発電素子２４で発電された電圧パルスを整流する。
【００３２】
電圧レギュレータ５６は、グランド電位を基準電位とし、全波整流部５４の出力電圧で充電されたキャパシタの端子間電圧を入力電圧として、一定の電圧を出力する。電圧レギュレータ５６の出力電圧は、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、第４磁気センサ５２、および情報処理部８２（後述）等に供給される（図３の黒いひし形を参照）。電圧レギュレータ５６から電圧が出力されるのは、第１発電素子２４が発電して電圧パルスを発生させている期間である。すなわち、第１発電素子２４が発電して電圧パルスを発生させている期間において、電圧レギュレータ５６からの電圧が第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、第４磁気センサ５２、および情報処理部８２等に供給され、これらが動作する。たとえば、電圧レギュレータ５６は、ＬＤＯ（Ｌｏｗ　Ｄｒｏｐ　Ｏｕｔ）レギュレータである。
【００３３】
断線診断部５８は、全波整流部５４の入力端子に接続され、断線の有無を診断する。
【００３４】
逆流防止スイッチ６０は、全波整流部５４と電圧レギュレータ５６との間に直列に接続され、電圧レギュレータ５６から全波整流部５４に電流が流れることを防止する。
【００３５】
制御回路３６は、全波整流部６２と、電圧レギュレータ６４と、断線診断部６６と、逆流防止スイッチ６８とをさらに有する。

【００３６】
全波整流部６２は、第２発電素子２６に接続されており、第２発電素子２６で発電された電圧パルスを整流する。
【００３７】
電圧レギュレータ６４は、グランド電位を基準電位とし、全波整流部６２の出力電圧で充電されたキャパシタの端子間電圧を入力電圧として、一定の電圧を出力する。電圧レギュレータ６４の出力電圧は、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、第４磁気センサ５２、および情報処理部８２（後述）等に供給される（図３の黒いひし形を参照）。電圧レギュレータ６４から電圧が出力されるのは、第２発電素子２６が発電して電圧パルスを発生させている期間である。すなわち、第２発電素子２６が発電して電圧パルスを発生させている期間において、電圧レギュレータ６４からの電圧が第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、第４磁気センサ５２、および情報処理部８２等に供給され、これらが動作する。たとえば、電圧レギュレータ６４は、ＬＤＯ（Ｌｏｗ　Ｄｒｏｐ　Ｏｕｔ）レギュレータである。
【００３８】
断線診断部６６は、全波整流部６２の入力端子に接続され、断線の有無を診断する。
【００３９】
逆流防止スイッチ６８は、全波整流部６２と電圧レギュレータ６４との間に直列に接続され、電圧レギュレータ６４から全波整流部６２に電流が流れることを防止する。
【００４０】
制御回路３６は、コンパレータ７０，７２，７４，７６，７８，８０と、情報処理部８２と、記憶部８４と、通信部８６とをさらに有する。
【００４１】
コンパレータ７０は、第１磁気センサ４６の検出信号を受信して所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。コンパレータ７２は、第２磁気センサ４８の検出信号を受け取って所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。コンパレータ７４は、第３磁気センサ５０の検出信号を受け取って所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。コンパレータ７６は、第４磁気センサ５２の検出信号を受け取って所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。
【００４２】
コンパレータ７８は、電圧レギュレータ５６の出力電圧を受け取って所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。コンパレータ８０は、電圧レギュレータ６４の出力電圧を受け取って所定の電圧値と比較し、比較結果である出力電圧を、情報処理部８２に出力する。
【００４３】
情報処理部８２は、１以上の発電素子のいずれが発電したかを示す発電情報と第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２の検出結果とを含む検出情報を用いて、回転軸１０の回転位置および回転方向の少なくとも一方を判定し、判定結果を記憶部８４に記憶させればよい。好ましくは、情報処理部８２は、回転軸１０の回転位置および回転方向の両方を判定し、判定結果を記憶部８４に記憶させる。情報処理部８２は、コンパレータ７８，８０からの出力電圧に基づいて、１以上の発電素子のいずれが発電したか、すなわち第１発電素子２４および第２発電素子２６のいずれが発電したかを判定する。情報処理部８２は、コンパレータ７０，７２，７４，７６からの出力電圧に基づいて、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２のそれぞれの検出結果を判定する。
【００４４】
情報処理部８２は、１以上の発電素子のいずれかが発電を行う度に、検出情報を用いて回転軸１０の回転位置を判定する。情報処理部８２は、判定した回転軸１０の回転位置を記憶部８４に記憶させる。情報処理部８２は、今回判定した回転軸１０の回転位置と、記憶部８４に記憶されている前回判定した回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０

の回転数の算出に用いるカウント値を更新し、カウント値を記憶部８４に記憶させる。詳細は後述するが、情報処理部８２は、回転軸１０が反時計回りに１回転する度に、カウント値をインクリメントする。一方、情報処理部８２は、回転軸１０が時計回りに１回転する度に、カウント値をデクリメントする。このように、情報処理部８２は、カウント値を更新することによって、回転軸１０の回転数を算出する。なお、時計回りとは、回転軸１０の軸方向において、基板１８の回転板１６とは反対側から見たときの時計回りを意味する。反時計回りとは、回転軸１０の軸方向において、基板１８の回転板１６とは反対側から見たときの反時計回りを意味する。以下の説明においても同様である。

【００４５】

また、情報処理部８２は、回転軸１０の回転位置と発電情報とを関連付けて、記憶部８４に記憶させる。これによって、第１発電素子２４および第２発電素子２６が発電したときの回転軸１０の回転位置がわかる。

【００４６】

記憶部８４は、回転軸１０の回転位置および回転方向等を記憶する。たとえば、記憶部８４は、ＦＲＡＭ（Ｆｅｒｒｏｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ、登録商標）等の不揮発性メモリによって構成される。

【００４７】

通信部８６は、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ、特定用途向け集積回路）と有線または無線で通信可能に接続されている。

【００４８】

以上、実施の形態１に係る回転検出器１４、および回転検出器１４を備えるモータ１の構成について説明した。

【００４９】

（回転検出器の判定動作）

次に、実施の形態１に係る回転検出器１４の判定動作の一例について説明する。

【００５０】

図４は、回転軸１０が反時計回りに回転した場合における、図１の回転検出器１４の判定動作を説明するための図であって、（ａ）は、矢印Ｆが位置Ｉに位置している状態、（ｂ）は、矢印Ｆが位置ＩＩに位置している状態、（ｃ）は、矢印Ｆが位置ＩＩＩに位置している状態、（ｄ）は、矢印Ｆが位置ＩＶに位置している状態を示す。図５は、回転軸１０が時計回りに回転した場合における、図１の回転検出器１４の判定動作を説明するための図であって、（ａ）は、矢印Ｆが位置Ⅴに位置している状態、（ｂ）は、矢印Ｆが位置ＶＩに位置している状態、（ｃ）は、矢印Ｆが位置ＶＩＩに位置している状態、（ｄ）は、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置している状態を示す。図６は、各回転位置における１以上の発電素子および第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２の状態を示す表を示す図である。図６において、ＣＣＷ（Ｃｏｕｎｔｅｒ ＣｌｏｃｋＷｉｓｅ）は、反時計回りを示し、ＣＷ（ＣｌｏｃｋＷｉｓｅ）は、時計回りを示している。図７は、予め定められた回転軸１０の回転位置の所定の変位を示す表を示す図である。

【００５１】

なお、以下の説明では、図４および図５に示すように、回転軸１０の回転方向における第１磁石２０と第２磁石２２との中間の位置を、仮想的な矢印Ｆで示して説明する。具体的には、矢印Ｆは、回転軸１０の回転方向において、第１磁石２０と４５°の位相差を持った位置にあり、第２磁石２２と４５°の位相差を持った位置にある。

【００５２】

基板１８の軸心（径方向の中心）から見たときに第１発電素子２４が配置されている方向（図２のＤ参照）を、回転軸１０の回転方向における０°（３６０°）とし、３３０°の位置を位置Ｉとし、２４０°の位置を位置ＩＩとし、１５０°の位置を位置ＩＩＩとし、６０°の位置を位置ＩＶとして説明する。３０°の位置を位置Ⅴとし、１２０°の位置を位置ＶＩとし、２１０°の位置を位置ＶＩＩとし、３００°の位置を位置ＶＩＩＩとし

て説明する。

【００５３】

第１発電素子２４が、Ｎ極がＳ極よりも外側に位置している第１磁石２０によって磁化されている状態、および第２発電素子２６が、Ｎ極がＳ極よりも外側に位置している第１磁石２０によって磁化されている状態を、ＨＩＧＨ状態として説明する。第１発電素子２４が、Ｓ極がＮ極よりも外側に位置している第２磁石２２によって磁化されている状態、および第２発電素子２６が、Ｓ極がＮ極よりも外側に位置している第２磁石２２によって磁化されている状態を、ＬＯＷ状態として説明する。第１発電素子２４および第２発電素子２６は、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移した場合、およびＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移した場合に、発電する。図６では、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移して発電する場合を●で示し、ＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移して発電する場合を〇で示す。

【００５４】

また、第１磁石２０または第２磁石２２が第１磁気センサ４６の近傍に位置している場合、第１磁気センサ４６は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁石２０および第２磁石２２が第１磁気センサ４６の近傍に位置していない場合、第１磁気センサ４６は、ｌｏｗレベルの信号を出力するとして説明する。同様に、第１磁石２０または第２磁石２２が第２磁気センサ４８の近傍に位置している場合、第２磁気センサ４８は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁石２０および第２磁石２２が第２磁気センサ４８の近傍に位置していない場合、第２磁気センサ４８は、ｌｏｗレベルの信号を出力するとして説明する。第１磁石２０または第２磁石２２が第３磁気センサ５０の近傍に位置している場合、第３磁気センサ５０は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁石２０および第２磁石２２が第３磁気センサ５０の近傍に位置していない場合、第３磁気センサ５０は、ｌｏｗレベルの信号を出力するとして説明する。第１磁石２０または第２磁石２２が第４磁気センサ５２の近傍に位置している場合、第４磁気センサ５２は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁石２０および第２磁石２２が第４磁気センサ５２の近傍に位置していない場合、第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力するとして説明する。図６では、ＨＩＧＨ状態、ＬＯＷ状態、ｈｉｇｈレベル及びｌｏｗレベルを、それぞれＨ、Ｌ、ｈ、及びｌと表示している。

【００５５】

まず、図４を参照して、回転軸１０が反時計回りに回転する場合について説明する。この場合、矢印Ｆが、位置Ⅰ、位置ⅠⅠ、位置ⅠⅠⅠ、および位置ⅠＶに位置したときに、第１発電素子２４および第２発電素子２６の一方が発電する。

【００５６】

たとえば、矢印Ｆが０°の位置に位置しており、第１発電素子２４がＨＩＧＨ状態であり、第２発電素子２６がＬＯＷ状態である場合から、回転軸１０が反時計回りに回転する場合について説明する。

【００５７】

図４の（ａ）に示すように、矢印Ｆが位置Ⅰに位置すると、第１発電素子２４の近傍に第２磁石２２が位置し、第１発電素子２４が第２磁石２２によって磁化される。これによって、第１発電素子２４は、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移し、発電する。一方、第２発電素子２６は、ＬＯＷ状態のままであり、発電しない。なお、ここでは、回転軸１０の軸方向から見たときに、回転軸１０の回転方向において、第１感磁部３８を中心とする３０°の範囲内に、第１磁石２０の少なくとも一部が位置している場合、第１発電素子２４の近傍に第１磁石２０が位置しているとして説明する。第１感磁部３８を中心とする３０°の範囲内に、第２磁石２２の少なくとも一部が位置している場合、第１発電素子２４の近傍に第２磁石２２が位置しているとして説明する。第２発電素子２６についても同様である。

【００５８】

第１発電素子２４が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第１発電素子２４からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置Ⅰに位置してい

るとき、第３磁気センサ５０の近傍には第１磁石２０が位置している。したがって、第３磁気センサ５０は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。なお、ここでは、回転軸１０の軸方向から見たときに、回転軸１０の回転方向において、第３磁気センサ５０を中心とする３０°の範囲内に、第１磁石２０の少なくとも一部が位置している場合、第３磁気センサ５０の近傍に第１磁石２０が位置しているとして説明する。第３磁気センサ５０を中心とする３０°の範囲内に、第２磁石２２の少なくとも一部が位置している場合、第３磁気センサ５０の近傍に第２磁石２２が位置しているとして説明する。第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２についても同様である。

【００５９】

図６に示すように、矢印Ｆが位置Ｉに位置すると、第１発電素子２４は発電し、第２発電素子２６は発電せず、第３磁気センサ５０はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第１発電素子２４が発電しており、第２発電素子２６が発電しておらず、第３磁気センサ５０がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置Ｉの近傍に位置していると判定する。

【００６０】

回転軸１０がさらに反時計回りに回転し、図４の（ｂ）に示すように、矢印Ｆが位置ＩＩに位置すると、第２発電素子２６の近傍に第１磁石２０が位置し、第２発電素子２６が第１磁石２０によって磁化される。これによって、第２発電素子２６は、ＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移し、発電する。一方、第１発電素子２４は、ＬＯＷ状態のままであり、発電しない。

【００６１】

第２発電素子２６が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第２発電素子２６からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＩＩに位置しているとき、第３磁気センサ５０の近傍には第２磁石２２が位置している。したがって、第３磁気センサ５０は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００６２】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＩＩに位置すると、第２発電素子２６は発電し、第１発電素子２４は発電せず、第３磁気センサ５０はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第２発電素子２６が発電しており、第１発電素子２４が発電しておらず、第３磁気センサ５０がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＩＩの近傍に位置していると判定する。

【００６３】

回転軸１０がさらに反時計回りに回転し、図４の（ｃ）に示すように、矢印Ｆが位置ＩＩＩに位置すると、第２発電素子２６の近傍に第２磁石２２が位置し、第２発電素子２６が第２磁石２２によって磁化される。これによって、第２発電素子２６は、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移し、発電する。一方、第１発電素子２４は、ＬＯＷ状態のままであり、発電しない。

【００６４】

第２発電素子２６が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第２発電素子２６からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＩＩＩに位置し

ているとき、第１磁気センサ４６の近傍には第１磁石２０が位置している。したがって、第１磁気センサ４６は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００６５】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＩＩＩに位置すると、第２発電素子２６は発電し、第１発電素子２４は発電せず、第１磁気センサ４６はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第２発電素子２６が発電しており、第１発電素子２４が発電しておらず、第１磁気センサ４６がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＩＩＩの近傍に位置していると判定する。

【００６６】

回転軸１０がさらに反時計回りに回転し、図４の（ｄ）に示すように、矢印Ｆが位置ＩＶに位置すると、第１発電素子２４の近傍に第１磁石２０が位置し、第１発電素子２４が第１磁石２０によって磁化される。これによって、第１発電素子２４は、ＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移し、発電する。一方、第２発電素子２６は、ＬＯＷ状態のままであり、発電しない。

【００６７】

第１発電素子２４が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第１発電素子２４からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＩＶに位置しているとき、第１磁気センサ４６の近傍には第２磁石２２が位置している。したがって、第１磁気センサ４６は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００６８】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＩＶに位置すると、第１発電素子２４は発電し、第２発電素子２６は発電せず、第１磁気センサ４６はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第１発電素子２４が発電しており、第２発電素子２６が発電しておらず、第１磁気センサ４６がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＩＶの近傍に位置していると判定する。

【００６９】

回転軸１０がさらに反時計回りに回転し、図４の（ａ）に示すように、矢印Ｆが位置Ｉに再度位置すると、上述したように、第１発電素子２４が発電し、第２発電素子２６が発電せず、第３磁気センサ５０がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００７０】

情報処理部８２は、矢印Ｆが位置ＩＶから位置Ｉに変位した場合には、回転数のカウント値をインクリメントする。具体的には、情報処理部８２は、現在の回転数のカウント値に１を加算する。これによって、カウント値の初期値が０であった場合、カウント値が１となり、回転軸１０が反時計回りに１回転したことがわかる。情報処理部８２は、回転軸１０がさらに反時計回りに１回転した場合には、さらに１を加算し、カウント値は、２となる。これによって、回転軸１０が反時計回りに２回転したことがわかる。

【００７１】

図５を参照して、回転軸１０が時計回りに回転する場合について説明する。この場合、矢印Ｆが、位置Ｖ、位置ＶＩ、位置ＶＩＩ、および位置ＶＩＩＩに位置したときに、第１

発電素子２４および第２発電素子２６の一方が発電する。

【００７２】

たとえば、矢印Ｆが０°の位置に位置しており、第１発電素子２４がＬＯＷ状態であり、第２発電素子２６がＨＩＧＨ状態である場合から、回転軸１０が時計回りに回転する場合について説明する。

【００７３】

図５の（ａ）に示すように、矢印Ｆが位置Ｖに位置すると、第１発電素子２４の近傍に第１磁石２０が位置し、第１発電素子２４が第１磁石２０によって磁化される。これによって、第１発電素子２４は、ＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移し、発電する。一方、第２発電素子２６は、ＨＩＧＨ状態のままであり、発電しない。

【００７４】

第１発電素子２４が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第１発電素子２４からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置Ｖに位置しているとき、第２磁気センサ４８の近傍には第２磁石２２が位置している。したがって、第２磁気センサ４８は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００７５】

図６に示すように、矢印Ｆが位置Ｖに位置すると、第１発電素子２４は発電し、第２発電素子２６は発電せず、第２磁気センサ４８はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第１発電素子２４が発電しており、第２発電素子２６が発電しておらず、第２磁気センサ４８がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置Ｖの近傍に位置していると判定する。

【００７６】

回転軸１０がさらに時計回りに回転し、図５の（ｂ）に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩに位置すると、第２発電素子２６の近傍に第２磁石２２が位置し、第２発電素子２６が第２磁石２２によって磁化される。これによって、第２発電素子２６は、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移し、発電する。一方、第１発電素子２４は、ＨＩＧＨ状態のままであり、発電しない。

【００７７】

第２発電素子２６が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６～５２は、第２発電素子２６からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＶＩに位置しているとき、第２磁気センサ４８の近傍には第１磁石２０が位置している。したがって、第２磁気センサ４８は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００７８】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩに位置すると、第２発電素子２６は発電し、第１発電素子２４は発電せず、第２磁気センサ４８はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第２発電素子２６が発電しており、第１発電素子２４が発電しておらず、第２磁気センサ４８がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＶＩの近傍に位置していると判定する。

【００７９】

回転軸１０がさらに時計回りに回転し、図５の（ｃ）に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩ

Ｉに位置すると、第２発電素子２６の近傍に第１磁石２０が位置し、第２発電素子２６が第１磁石２０によって磁化される。これによって、第２発電素子２６は、ＬＯＷ状態からＨＩＧＨ状態に遷移し、発電する。一方、第１発電素子２４は、ＨＩＧＨ状態のままであり、発電しない。

【００８０】

第２発電素子２６が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第２発電素子２６からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＶＩＩに位置しているとき、第４磁気センサ５２の近傍には第２磁石２２が位置している。したがって、第４磁気センサ５２は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００８１】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩＩに位置すると、第２発電素子２６は発電し、第１発電素子２４は発電せず、第４磁気センサ５２はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第２発電素子２６が発電しており、第１発電素子２４が発電しておらず、第４磁気センサ５２がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＶＩＩの近傍に位置していると判定する。

【００８２】

回転軸１０がさらに時計回りに回転し、図５の（ｄ）に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置すると、第１発電素子２４の近傍に第２磁石２２が位置し、第１発電素子２４が第２磁石２２によって磁化される。これによって、第１発電素子２４は、ＨＩＧＨ状態からＬＯＷ状態に遷移し、発電する。一方、第２発電素子２６は、ＨＩＧＨ状態のままであり、発電しない。

【００８３】

第１発電素子２４が発電することによって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、第１発電素子２４からの電力に基づいて動作する。矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置しているとき、第４磁気センサ５２の近傍には第１磁石２０が位置している。したがって、第４磁気センサ５２は、ｈｉｇｈレベルの信号を出力する。一方、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０の近傍には第１磁石２０および第２磁石２２が位置しておらず、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０は、ｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００８４】

図６に示すように、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置すると、第１発電素子２４は発電し、第２発電素子２６は発電せず、第４磁気センサ５２はｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０はｌｏｗレベルの信号を出力する。したがって、情報処理部８２は、第１発電素子２４が発電しており、第２発電素子２６が発電しておらず、第４磁気センサ５２がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０がｌｏｗレベルの信号を出力している場合、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩの近傍に位置していると判定する。

【００８５】

回転軸１０がさらに時計回りに回転し、図５の（ａ）に示すように、矢印Ｆが位置Ｖに再度位置すると、上述したように、第１発電素子２４が発電し、第２発電素子２６が発電せず、第２磁気センサ４８がｈｉｇｈレベルの信号を出力し、第１磁気センサ４６、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２がｌｏｗレベルの信号を出力する。

【００８６】

情報処理部８２は、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩから位置Ｖに変位した場合には、回転数のカウント値をデクリメントする。具体的には、情報処理部８２は、現在のカウント値から１

を減算する。これによって、カウント値の初期値が０であった場合、カウント値が－１となり、回転軸１０が時計回りに１回転したことがわかる。情報処理部８２は、回転軸１０がさらに時計回りに１回転した場合には、さらに１を減算し、カウント値は、－２となる。これによって、回転軸１０が時計回りに２回転したことがわかる。

【００８７】

上述したように、情報処理部８２は、第１発電素子２４および第２発電素子２６のうちのいずれの発電素子が発電しているか、および第１磁気センサ４６、第２磁気センサ４８、第３磁気センサ５０、および第４磁気センサ５２の検出結果に基づいて、矢印Ｆの位置すなわち回転軸１０の回転位置、および回転方向を判定する。

【００８８】

次に、回転軸１０の回転位置の変位が、予め定められた所定の変位以外の変位である場合にエラーと判定する判定動作について説明する。

【００８９】

図７は、予め定められた回転軸１０の回転位置の所定の変位を示す表を示す図である。言い換えると、図７には、回転軸１０がとり得る変位が予め定められている。図７に示す表において、今回回転位置とは、今回判定した回転軸１０の回転位置を示しており、変位後の回転位置を示している。前回回転位置とは、記憶部８４に記憶されている前回判定した回転位置であり、変位前の回転位置を示している。前回第１発電とは、変位後の回転位置に位置する前に、第１発電素子２４が最後に発電したときの回転位置を示している。前回第２発電とは、変位後の回転位置に位置する前に、第２発電素子２６が最後に発電したときの回転位置を示す。

【００９０】

図７に示すように、今回回転位置が位置Ｖとなり、前回回転位置が位置ＶＩＩＩとなり、前回第１発電の回転位置が位置ＶＩＩＩとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＶＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆの位置が位置ＶＩＩＩから位置Ｖに変位しているので、カウントがデクリメントされる。矢印Ｆの位置がこのように変位した場合、矢印Ｆが、位置ＶＩＩ、位置ＶＩＩＩ、および位置Ｖの順番に通過したことがわかり、回転軸１０が反時計回りに回転していたことがわかる。

【００９１】

また、今回回転位置が位置Ｉとなり、前回回転位置が位置ＩＶとなり、前回第１発電の回転位置が位置ＩＶとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＩＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆの位置が位置ＩＶから位置Ｉに変位しているので、カウントがインクリメントされる。矢印Ｆの位置がこのように変位した場合、矢印Ｆが、位置ＩＩＩ、位置ＩＶ、および位置Ｉの順番に通過したことがわかり、回転軸１０が時計回りに回転していたことがわかる。

【００９２】

また、今回回転位置が位置Ｉとなり、前回回転位置が位置Ｖとなり、前回第１発電の回転位置が位置Ｖとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＶＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆが位置Ｉに位置しているので、カウントがインクリメントされる。矢印Ｆの位置がこのように変位した場合、矢印Ｆが位置ＶＩＩ、位置ＶＩＩＩ、位置Ｖ、および位置Ｉの順番に通過したことがわかり、回転軸１０が時計回りに回転した後、反転して反時計回りに回転していたことがわかる。

【００９３】

また、今回回転位置が位置Ｉとなり、前回回転位置が位置Ｖとなり、前回第１発電の回転位置が位置Ｖとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＩＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆが位置Ｉに位置しているので、カウントがインクリメントされる。矢印Ｆの位置がこのように変位した場合、矢印Ｆが位置ＩＩＩ、位置ＩＶ、位置Ｉ、位置Ｖ、および位置Ｉの順番に通過したことがわかり、回転軸１０が反時計回りに回転した後、反転して時計回りに回転し、さらに反転して反時計回りに回転していたことがわかる。

【００９４】

また、今回回転位置が位置Ｖとなり、前回回転位置が位置ＶＩＩとなり、前回第１発電の回転が位置Ｉとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＶＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆが位置Ｖに位置しているので、カウントがデクリメントされる。矢印Ｆの位置がこのように変位した場合、矢印Ｆが位置Ｉ、位置ＩＩ、位置ＩＩＩ、位置ＶＩＩ、位置ＶＩＩＩ、および位置Ｖの順番に通過したことがわかり、回転軸１０が反時計回りに回転した後、反転して時計回りに回転していたことがわかる。

【００９５】

また、今回回転位置が位置Ｖとなり、前回回転位置が位置ＶＩＩとなり、前回第１発電の回転位置が位置ＩＶとなり、前回第２発電の回転位置が位置ＶＩＩとなる変位が定められている。この場合、矢印Ｆが位置Ｖに位置しているので、カウントがデクリメントされる。矢印Ｆがこのように変位した場合、矢印Ｆが位置ＩＶ、位置ＶＩ、位置ＶＩＩ、位置ＶＩＩＩ、および位置Ｖの順番に通過したことがわかる。本来、このように矢印Ｆが変位した場合には、第１発電素子２４は、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置したときに発電するはずであるが、前回第１発電の回転位置が位置ＩＶであることから、矢印Ｆが位置ＶＩＩＩに位置した際に第１発電素子２４が発電していなかったことすなわちＲＵＮＴが発生していたことがわかる。

【００９６】

上述したように、図７に示す表には、回転軸１０の回転位置の所定の変位が定められている。たとえば、情報処理部８２は、今回回転位置が位置Ｉであり、前回回転位置が位置ＶＩＩＩであると判定した場合、位置ＶＩＩＩから位置Ｉへの変位は、図７に示す図表にはない。したがって、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている前回判定した回転軸１０の回転位置から、今回判定した回転軸１０の回転位置への変位が、予め定められた所定の変位以外の変位であり、エラーと判定する。情報処理部８２は、当該エラーに関するエラー情報を記憶部８４に記憶させる。

【００９７】

以上、実施の形態１に係る回転検出器１４について説明した。

【００９８】

以上、本実施の形態における回転検出器１４は、回転軸１０とともに回転し、回転軸１０の回転方向に第１位相差を持って配置される第１磁石２０および第２磁石２２と、第１磁石２０および第２磁石２２が回転軸１０とともに回転することによる磁界の変化によって発電する１以上の発電素子と、１以上の発電素子が発電した電力に基づいて動作し、第１磁石２０によって発生する磁界および第２磁石２２によって発生する磁界を検出する第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２とを備え、第１磁石２０は、Ｎ極と、当該Ｎ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＳ極とを有し、第２磁石２２は、Ｓ極と、当該Ｓ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＮ極とを有する。

【００９９】

これによれば、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の回転方向に互いに第１位相差を持って配置され、第１磁石２０は、Ｎ極と、Ｎ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＳ極とを有し、第２磁石２２は、Ｓ極と、Ｓ極よりも回転軸１０の径方向の内方に配置されるＮ極とを有する。また、１以上の発電素子は、第１磁石２０および第２磁石２２が回転軸１０とともに回転することによる磁界の変化によって発電し、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、１以上の発電素子が発電した電力に基づいて動作し、第１磁石２０によって発生する磁界および第２磁石２２によって発生する磁界を検出する。このように、少なくとも１個の発電素子によって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２を動作させ、回転軸１０の回転位置等を検出できるので、回転検出器１４を容易に小型化できる。

【０１００】

また、本実施の形態における回転検出器１４において、１以上の発電素子は、回転軸１０の回転方向に互いに第２位相差を持って配置される第１発電素子２４および第２発電素子２６を有する。

【０１０１】
これによれば、第１磁石２０および第２磁石２２が回転軸１０とともに回転することによる発電の回数を増やせる。よって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２が動作する回数を増やせる。これによって、回転軸１０の回転の検出の精度が低下することを抑制できる。
【０１０２】
また、本実施の形態における回転検出器１４において、第１位相差と第２位相差とは異なる。
【０１０３】
これによれば、第１磁石２０および第２磁石２２が回転軸１０とともに回転することによる発電の回数をさらに増やせる。よって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２が動作する回数をさらに増やせる。これによって、回転軸１０の回転の検出の精度が低下することをさらに抑制できる。
【０１０４】
また、本実施の形態における回転検出器１４において、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、回転軸１０の回転方向に位相差を持って配置され、回転軸１０の軸方向から見たときに１以上の発電素子と重ならない。
【０１０５】
これによれば、回転軸１０の回転の検出の精度が低下することをさらに抑制できる。
【０１０６】
また、本実施の形態における回転検出器１４は、１以上の発電素子のいずれが発電したかを示す発電情報と第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２の検出結果とを含む検出情報を用いて、回転軸１０の回転位置および回転方向を判定する情報処理部８２と、回転軸１０の回転位置および回転方向を記憶する記憶部８４とをさらに備える。
【０１０７】
これによれば、回転軸１０の回転位置（位置Ｉ～ＶＩＩＩなどの１回転内におけるセグメント）および回転方向を一意的に決定でき、検出した回転位置および回転方向を記憶しておくことができる。
【０１０８】
また、本実施の形態における回転検出器１４において、情報処理部８２は、１以上の発電素子のいずれかが発電する度に、検出情報を用いて回転軸１０の回転位置を判定し、判定した回転軸１０の回転位置を記憶部８４に記憶させ、今回判定した回転軸１０の回転位置と、記憶部８４に記憶されている前回判定した回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転数の算出に用いるカウント値を更新する。
【０１０９】
これによれば、今回判定した回転軸１０の回転位置と、前回判定した回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転数の算出に用いるカウント値を更新することによって、回転軸１０の回転数を算出できる。
【０１１０】
また、本実施の形態における回転検出器１４において、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている前回判定した回転軸１０の回転位置から、今回判定した回転軸１０の回転位置への変位が、予め定められた所定の変位以外の変位である場合、エラーと判定し、当該エラーに関するエラー情報を記憶部８４に記憶させる。
【０１１１】
これによれば、前回判定した回転軸１０の回転位置から、今回判定した回転軸１０の回転位置への変位が、予め定められた所定の変位以外の変位である場合、エラーと判定される。したがって、１以上の発電素子が正常に発電せず回転位置の判定が行われなったこと等の異常を検出できる。
【０１１２】
また、本実施の形態における回転検出器１４において、情報処理部８２は、検出情報を

用いて回転軸１０の回転位置を判定し、回転軸１０の回転位置と発電情報とを関連付けて記憶部８４に記憶させる。

【０１１３】

これによれば、１以上の発電素子が発電したときの回転軸１０の回転位置を記憶しておくことができる。

【０１１４】

また、本実施の形態における回転検出器１４において、回転軸１０の軸方向と直交する方向に延び、かつ回転軸１０の軸方向の一端部と間隔を空けて配置される基板１８をさらに備え、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、基板１８の回転軸１０側の主面に配置され、１以上の発電素子は、基板１８の回転軸１０とは反対側の主面に配置される。

【０１１５】

これによれば、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２を、回転軸１０とともに回転する第１磁石２０および第２磁石２２の近くに配置し易くなる。したがって、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２によって、第１磁石２０および第２磁石２２による磁界を検出し易くなる。

【０１１６】

［実施の形態２］

次に、実施の形態２について説明する。

【０１１７】

図８は、実施の形態２に係る回転検出器１４ａを示す図である。なお、図８では、制御回路３６等の図示を省略し、反射パターン９２を断面で示す。回転検出器１４ａは、反射型の光学式センサ８８をさらに有している点において、回転検出器１４と主に異なる。以下の説明では、回転検出器１４との相違点を中心に説明する。

【０１１８】

図８に示すように、回転検出器１４ａは、反射型の光学式センサ８８をさらに有している。光学式センサ８８は、受発光素子９０と、反射パターン９２とを有し、回転軸１０の回転位置を検出する光学式のエンコーダである。

【０１１９】

受発光素子９０は、基板１８の回転板１６側の主面に配置されており、外部の電源（図示せず）からの電力に基づいて動作する。受発光素子９０は、回転軸１０の径方向において、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２よりも外方に配置されている。受発光素子９０は、回転軸１０の軸方向において、反射パターン９２と対向しており、反射パターン９２に向かって光を発する。受発光素子９０は、反射パターン９２によって反射した光を受光する。反射パターン９２によって反射する光は、回転軸１０の回転位置に応じて変化する。光学式センサ８８は、反射パターン９２によって反射される光に基づいて、回転軸１０の回転位置を検出する。この実施の形態では、受発光素子９０が、発光素子および受光素子に相当する。

【０１２０】

反射パターン９２は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。反射パターン９２は、回転軸１０の回転方向に沿って配置され、環状である。たとえば、反射パターン９２は、光を反射し易い反射領域と、光を反射し難い非反射領域とを有する。たとえば、反射領域および非反射領域は、回転軸１０の回転方向に交互に配置されている。

【０１２１】

第１磁石２０および第２磁石２２は、回転板１６の基板１８とは反対側の主面に配置されている。第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の軸方向から見たとき、反射パターン９２と重なるように配置されている。

【０１２２】

情報処理部８２は、光学式センサ８８が外部の電源から電力の供給を受けていない無給電状態から外部の電源から電力の供給を受けている給電状態になった場合、記憶部８４に

記憶されている最新の回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転位置を判定する。

【０１２３】

たとえば、無給電状態で、第１発電素子２４または第２発電素子２６が発電し、回転軸１０の回転位置が判定され、判定された回転軸１０の回転位置が記憶部８４に記憶された後、第１発電素子２４および第２発電素子２６が発電しない範囲で回転軸１０が回転し、給電状態になった場合を考える。この場合、記憶部８４に記憶されている最新の回転位置は、第１発電素子２４および第２発電素子２６が発電しない範囲で回転軸１０が回転する前の位置である。したがって、光学式センサ８８によって検出される回転位置と、記憶部８４に記憶されている最新の回転位置とに、差異が生じる。したがって、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている最新の回転位置を、光学式センサ８８によって検出された回転位置に基づいて更新し、記憶部８４に記憶されている最新の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転位置とを一致させる。このように、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている最新の回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転位置を判定し、判定結果に応じて記憶部８４に記憶されている最新の回転位置を更新する。

【０１２４】

給電状態では、情報処理部８２が検出情報に基づいて判定した回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転位置とは実質的に一致するはずである。情報処理部８２は、給電状態において、検出情報に基づいて判定した回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転位置との差異が、所定の値よりも大きい場合には、エラーと判定する。

【０１２５】

図９は、実施の形態２に係る回転検出器１４ａの変形例を示す図である。図９に示すように、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されていてもよい。この場合、たとえば、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の径方向において、反射パターン９２よりも内方に配置される。なお、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の径方向において、反射パターン９２よりも外方に配置されてもよい。

【０１２６】

以上、実施の形態２に係る回転検出器１４ａについて説明した。

【０１２７】

以上、本実施の形態における回転検出器１４ａは、電源からの電力に基づいて駆動する受発光素子９０を有し、回転軸１０の回転位置を検出する光学式センサ８８をさらに備え、光学式センサ８８が電源から電力の供給を受けていない無給電状態から電源から電力の供給を受けている給電状態になった場合、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている最新の回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転位置を判定する。

【０１２８】

これによれば、情報処理部８２は、記憶部８４に記憶されている最新の回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転位置を判定する。したがって、回転軸１０の回転位置をより精度よく検出できる。

【０１２９】

また、本実施の形態における回転検出器１４ａにおいて、情報処理部８２は、検出情報を用いて判定した回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置との差異が所定の値よりも大きい場合、エラーと判定する。

【０１３０】

これによれば、情報処理部８２が判定した回転軸１０の回転位置と、光学式センサ８８によって検出された回転軸１０の回転位置との差異が所定の値よりも大きい場合、エラー

と判定される。したがって、エラーと判定された場合、情報処理部８２による判定および光学式センサ８８による検出のいずれかが誤っていると推定できる。

【０１３１】

［実施の形態３］

次に、実施の形態３について説明する。

【０１３２】

図１０は、実施の形態３に係る回転検出器１４ｂを示す図である。なお、図１０では、制御回路３６等の図示を省略し、透過パターン１０２を断面で示す。回転検出器１４ｂは、透過型の光学式センサ９４をさらに有している点において、回転検出器１４と主に異なる。以下の説明では、回転検出器１４との相違点を中心に説明する。

【０１３３】

図１０に示すように、回転検出器１４ｂは、透過型の光学式センサ９４をさらに有している。光学式センサ９４は、基板９６と、発光素子９８と、受光素子１００と、透過パターン１０２とを有し、回転軸１０の回転位置を検出する光学式のエンコーダである。

【０１３４】

基板９６は、回転軸１０の軸方向において、回転板１６の基板１８とは反対側に配置されており、回転板１６と間隔を空けて対向している。基板９６は、コネクタ１０４を介して基板１８と電気的に接続されている。

【０１３５】

発光素子９８は、基板９６の回転板１６側の主面に配置されている。発光素子９８は、回転軸１０の軸方向において、透過パターン１０２と対向しており、透過パターン１０２に向かって光を発する。なお、回転板１６は、発光素子９８からの光を透過する。

【０１３６】

受光素子１００は、基板１８の回転板１６側の主面に配置されている。受光素子１００は、回転軸１０の径方向において、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２よりも外方に配置されている。受光素子１００は、回転軸１０の軸方向において、透過パターン１０２と対向している。受光素子１００は、発光素子９８から出射されかつ透過パターン１０２によって透過された光を受光する。透過パターン１０２によって透過される光は、回転軸１０の回転位置に応じて変化する。光学式センサ９４は、透過パターン１０２によって透過される光に基づいて、回転軸１０の回転位置を検出する。

【０１３７】

透過パターン１０２は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。透過パターン１０２は、回転軸１０の回転方向に沿って配置され、環状である。たとえば、透過パターン１０２は、光を透過させる複数のスリット（図示せず）を有する。たとえば、複数のスリットは、回転軸１０の回転方向に並んで配置されている。

【０１３８】

第１磁石２０および第２磁石２２は、回転板１６の基板１８とは反対側の主面に配置されている。

【０１３９】

情報処理部８２は、回転検出器１４ａの場合と同様に、光学式センサ９４が外部の電源から電力の供給を受けていない無給電状態から外部の電源から電力の供給を受けている給電状態になった場合、記憶部８４に記憶されている最新の回転軸１０の回転位置と、光学式センサ９４によって検出された回転軸１０の回転位置とに基づいて、回転軸１０の回転位置を判定する。

【０１４０】

また、情報処理部８２は、回転検出器１４ａの場合と同様に、給電状態において、検出情報に基づいて判定した回転軸１０の回転位置と、光学式センサ９４によって検出された回転位置との差異が、所定の値よりも大きい場合には、エラーと判定する。

【０１４１】

図１１は、実施の形態３に係る回転検出器１４ｂの変形例を示す図である。図１１に示

すように、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転板１６の基板１８側の主面に配置されていてもよい。この場合、たとえば、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の径方向において、透過パターン１０２よりも内方に配置される。なお、第１磁石２０および第２磁石２２は、回転軸１０の径方向において、透過パターン１０２よりも外方に配置されてもよい。

【０１４２】

以上、実施の形態３に係る回転検出器１４ｂについて説明した。

【０１４３】

回転検出器１４ｂによれば、回転検出器１４ａと同様の作用効果を奏する。

【０１４４】

［実施の形態４］

次に、実施の形態４について説明する。

【０１４５】

図１２は、実施の形態４に係る回転検出器１４ｃの回転板１６を示す図である。回転検出器１４ｃは、第１カウンターウェイト１０６と、第２カウンターウェイト１０８とをさらに有する点において、回転検出器１４と主に異なる。以下の説明では、回転検出器１４との相違点を中心に説明する。

【０１４６】

図１２に示すように、回転検出器１４ｃは、第１カウンターウェイト１０６と、第２カウンターウェイト１０８とをさらに有する。第１カウンターウェイト１０６、第２カウンターウェイト１０８、第１磁石２０、および第２磁石２２は、相互に同じ重さである。第１カウンターウェイト１０６および第２カウンターウェイト１０８は、第１カウンターウェイト１０６と第２カウンターウェイト１０８と第１磁石２０と第２磁石２２とによる重心の位置が、回転軸１０の軸心Ａ上に位置するように配置されている。具体的には、第１カウンターウェイト１０６は、第１磁石２０と１８０°の位相差を持ち、かつ第２磁石２２と９０°の位相差を持って、回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。第２カウンターウェイト１０８は、第１磁石２０と９０°の位相差を持ち、かつ第２磁石２２と１８０°の位相差を持って回転板１６の基板１８側の主面に配置されている。

【０１４７】

以上、実施の形態４に係る回転検出器１４ｃについて説明した。

【０１４８】

以上、本実施の形態における回転検出器１４ｃは、第１カウンターウェイト１０６および第２カウンターウェイト１０８をさらに備える。第１カウンターウェイト１０６および第２カウンターウェイト１０８は、第１磁石２０と第２磁石２２と第１カウンターウェイト１０６と第２カウンターウェイト１０８とによる重心の位置が、回転軸１０の軸心Ａ上に位置するように配置される。

【０１４９】

これによれば、第１磁石２０と第２磁石２２と第１カウンターウェイト１０６と第２カウンターウェイト１０８とによる重心の位置が、回転軸１０の軸心Ａ上に位置するので、回転軸１０の回転のバランスが悪くなることを抑制できる。

【０１５０】

［実施の形態５］

次に、実施の形態５について説明する。

【０１５１】

図１３は、実施の形態５に係る回転検出器１４ｄの回転板１６を示す図である。回転検出器１４ｄは、第１カウンターウェイト１０６の代わりに第１カウンターウェイト１１０を有し、第２カウンターウェイト１０８の代わりに第２カウンターウェイト１１２を有している点において、回転検出器１４ｃと主に異なる。以下の説明では、回転検出器１４ｃとの相違点を中心に説明する。

【０１５２】

図１３に示すように、回転検出器１４ｄは、第１カウンターウェイト１０６に代えて第１カウンターウェイト１１０を有し、第２カウンターウェイト１０８に代えて第２カウンターウェイト１１２を有する。第１カウンターウェイト１１０および第２カウンターウェイト１１２は、磁性材料を主成分とし、５０％以上含む部材である。ここでは、第１カウンターウェイト１１０は、Ｎ極と、Ｎ極よりも回転軸１０の径方向の内方に位置するＳ極とを有する磁石である。また、ここでは、第２カウンターウェイト１１２は、Ｓ極と、Ｓ極よりも回転軸１０の径方向の内方に位置するＮ極とを有する磁石である。

【０１５３】

以上、実施の形態５に係る回転検出器１４ｄについて説明した。

【０１５４】

以上、本実施の形態における回転検出器１４ｄにおいて、第１カウンターウェイト１１０および第２カウンターウェイト１１２は、磁性材料を５０％以上含む部材である。

【０１５５】

これによれば、第１感磁部３８（ウィーガントワイヤ）に巻回されている第１コイル４０の両端に誘起される電圧パルスが発生する角度間隔を均一化させるなど角度間隔を調整することができる。同様に、第２感磁部４２（ウィーガントワイヤ）に巻回されている第２コイル４４の両端に誘起される電圧パルスが発生する角度間隔を均一化させるなど角度間隔を調整することができる。

【０１５６】

なお、本実施の形態における回転検出器１４ｄにおいて、第１カウンターウェイト１１０および第２カウンターウェイト１１２は、磁石でなくてもよく、磁性材料を主成分とする部材であればよい。

【０１５７】

これによれば、回転軸１０の回転のバランスが悪くなることを抑制できるとともに、１以上の発電素子の発電の回数を増やせる。これによって、回転軸１０の回転の検出の精度が低下することを抑制できる。

【０１５８】

［他の実施の形態等］

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態１から実施の形態５について説明した。しかしながら、本開示による技術は、これらに限定されず、本開示の趣旨を逸脱しない限り、適宜、変更、置き換え、付加、省略等を行った実施の形態または変形例にも適用可能である。

【０１５９】

上述した実施の形態では、第１磁石２０と第２磁石２２との第１位相差が、９０°である場合について説明したが、これに限定されない。図１４は、第１磁石および第２磁石の配置の他の例を示す図であって、（ａ）は、第１位相差が４５°である配置、（ｂ）は第１位相差が１３０°である配置、（ｃ）は第１位相差が１８０°である配置を示す。たとえば、図１４の（ａ）に示すように、第１位相差は、９０°より小さくてもよく、４５°であってもよい。第１位相差は、９０°より大きくてもよく、図１４の（ｂ）に示すように１３０°であってもよいし、図１４の（ｃ）に示すように１８０°であってもよい。

【０１６０】

上述した実施の形態では、回転検出器１４～１４ｄが、第１発電素子２４および第２発電素子２６を有し、第１発電素子２４と第２発電素子２６との第２位相差が、１８０°である場合について説明したが、これに限定されない。図１５は、１以上の発電素子の配置の他の例を示す図であって、（ａ）は、第２位相差が９０°である配置、（ｂ）は、第２位相差が１２０°である配置、（ｃ）は、第２位相差が１５０°である配置、（ｄ）は、第２位相差が６０°である配置、（ｅ）は、第２発電素子２６を有しない配置を示す。たとえば、第２位相差は、図１５の（ａ）に示すように、９０°であってもよく、図１５の（ｂ）に示すように、１２０°であってもよい。第２位相差は、図１５の（ｃ）に示すように、１５０°であってもよく、図１５の（ｄ）に示すように、６０°であってもよい。

図１５の（ｅ）に示すように、回転検出器は、第２発電素子２６を有していなくてもよい。発電素子が１個の場合、情報処理部は、発電情報を用いず、複数の磁気センサの検出結果に基づいて、回転軸の回転位置および回転方向を判定してもよい。

【０１６１】

上述した実施の形態では、回転検出器１４、１４ａ、～１４ｄが、第１発電素子２４、第２発電素子２６、および第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２を有する場合について説明したが、これに限定されない。図１６は、複数の磁気センサの配置の他の例を示す図であって、（ａ）は、回転検出器が、第４磁気センサ５２を有しない配置、（ｂ）は、回転検出器が、第１磁気センサ４６および第４磁気センサ５２を有しない配置、（ｃ）は、回転検出器が、第３発電素子１１６をさらに有する配置を示す。たとえば、図１６の（ａ）に示すように、回転検出器は、第４磁気センサ５２を有していなくてもよい。図１６の（ｂ）に示すように、回転検出器は、第１磁気センサ４６および第４磁気センサ５２を有していなくてもよい。図１６の（ｃ）に示すように、回転検出器は、第１発電素子２４と１３５°の位相差を持ち、かつ第２発電素子２６と４５°の位相差を持つ位置に配置される第３発電素子１１６をさらに有していてもよい。

【０１６２】

図１７は、他の実施の形態に係る回転検出器を示す図である。図１７に示すように、回転検出器は、第２発電素子２６、第２磁気センサ４８、および第３磁気センサ５０を有しておらず、第１磁石２０と第２磁石２２との第１位相差が１３０°であってもよい。

【０１６３】

上述した実施の形態では、第１発電素子２４および第２発電素子２６が、基板１８の回転板１６とは反対側の主面に配置され、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２および制御回路３６が、基板１８の回転板１６側の主面に配置される場合について説明したが、これに限定されない。図１８は、その他の実施の形態に係る回転検出器を示す図であって、（ａ）は、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２が基板１８の回転板１６とは反対側の主面に配置された構成、（ｂ）は、第１発電素子２４および第２発電素子２６は、基板１８の回転板１６側の主面に配置された構成を示す。たとえば、図１８の（ａ）に示すように、第１～第４磁気センサ４６，４８，５０，５２は、基板１８の回転板１６とは反対側の主面に配置されてもよい。図１８の（ｂ）に示すように、第１発電素子２４および第２発電素子２６は、基板１８の回転板１６側の主面に配置され、制御回路３６は、基板１８の回転板１６とは反対側の主面に配置されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【０１６４】

本開示に係る回転検出器は、負荷を回転駆動させるモータの回転軸等の回転検出に利用可能である。

【符号の説明】

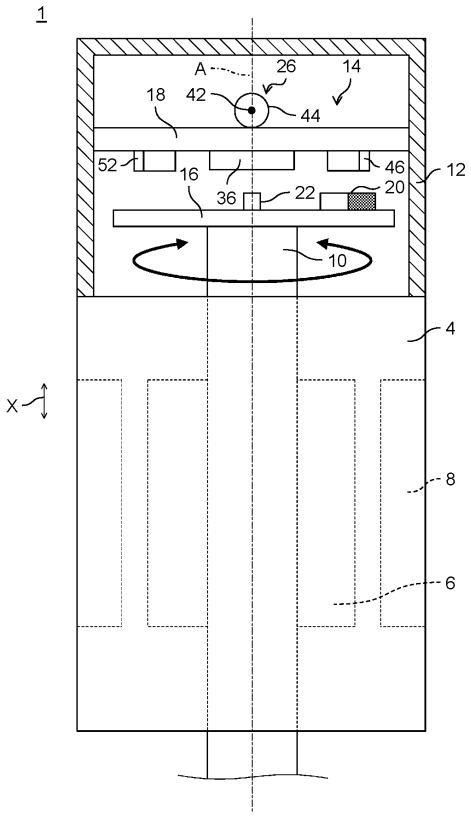
【０１６５】

１　モータ
４　本体
６　回転子
８　固定子
１０　回転軸
１２　ケース
１４，１４ａ，１４ｂ，１４ｃ，１４ｄ　回転検出器
１６　回転板
１８　基板
２０　第１磁石
２２　第２磁石
２４　第１発電素子
２６　第２発電素子

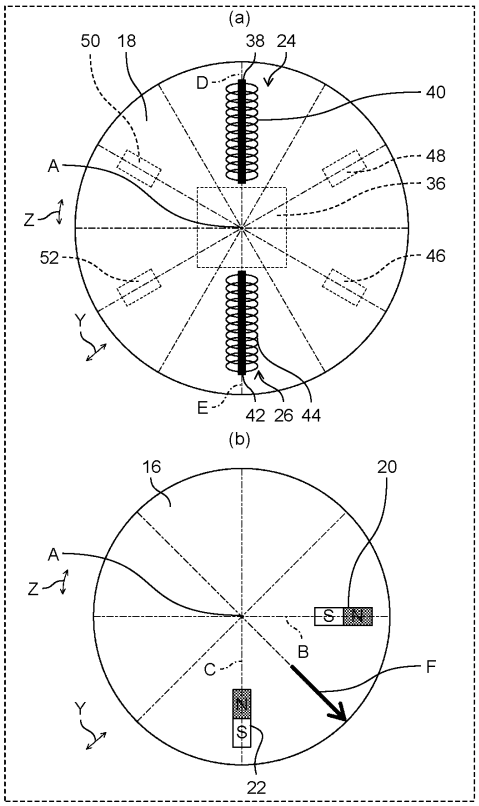
３６　制御回路
３８　第１感磁部
４０　第１コイル
４２　第２感磁部
４４　第２コイル
４６　第１磁気センサ
４８　第２磁気センサ
５０　第３磁気センサ
５２　第４磁気センサ
５４　全波整流部
５６　電圧レギュレータ
５８　断線診断部
６０　逆流防止スイッチ
６２　全波整流部
６４　電圧レギュレータ
６６　断線診断部
６８　逆流防止スイッチ
７０，７２，７４，７６，７８，８０　コンパレータ
８２　情報処理部
８４　記憶部
８６　通信部
８８，９４　光学式センサ
９０　受発光素子
９２　反射パターン
９６　基板
９８　発光素子
１００　受光素子
１０２　透過パターン
１０４　コネクタ
１０６，１１０　第１カウンターウェイト
１０８，１１２　第２カウンターウェイト

【図面】

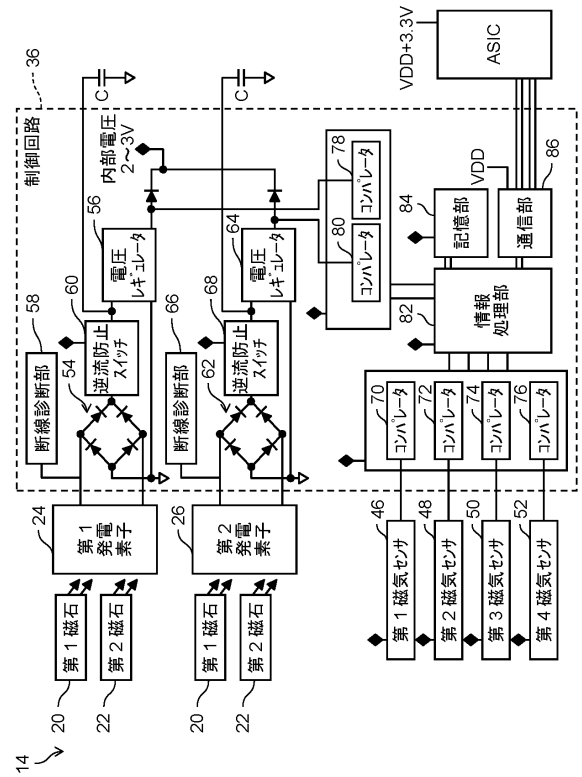
【図１】


1
A
26
14
18
42
44
52
16
46
12
36
22
20
10
4
X
8
6

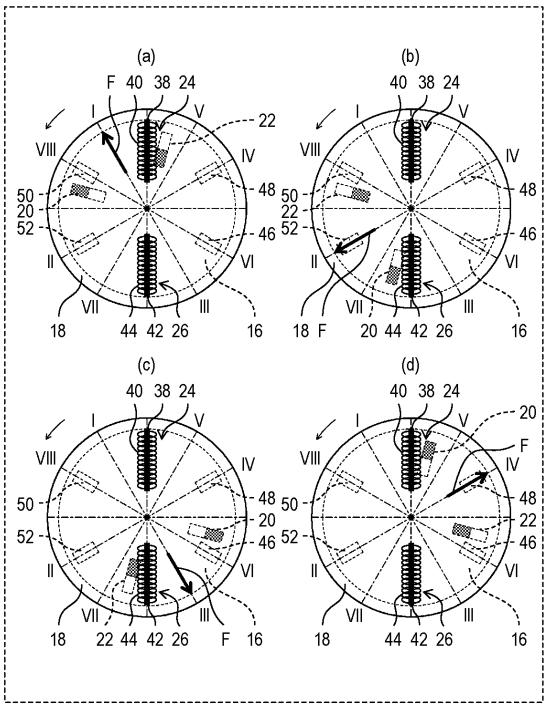
【図２】


(a)
50
18
38
24
D
40
A
48
36
Z
52
46
Y
E
42
26
44
(b)
16
20
A
Z
S
N
B
C
F
Y
S
N
22

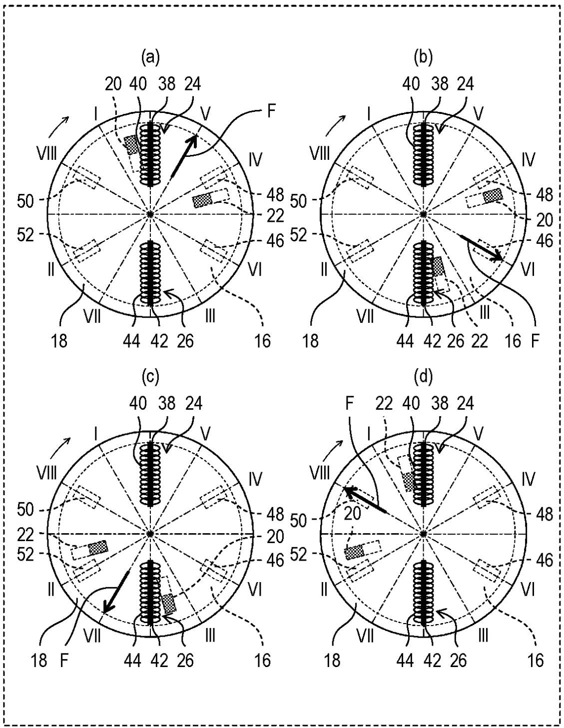
【図３】


VDD+3.3V
ASIC
36
制御回路
C
C
内部電圧
2～3V
78
コンパレータ
80
コンパレータ
84
VDD
記憶部
通信部
86
56
電圧レギュレータ
64
電圧レギュレータ
60
逆流防止スイッチ
68
逆流防止スイッチ
58
断線診断部
54
66
断線診断部
62
82
情報処理部
70
コンパレータ
72
コンパレータ
74
コンパレータ
76
コンパレータ
24
第１発電素子
26
第２発電素子
46
第１磁気センサ
48
第２磁気センサ
50
第３磁気センサ
52
第４磁気センサ
第１磁石
第２磁石
第１磁石
第２磁石
20
22
20
22
14

【図４】


(a)
F
40
38
24
I
V
22
VIII
IV
50
48
20
52
46
II
VI
VII
III
18
44
42
26
16
(b)
40
38
24
I
V
VIII
IV
50
48
22
52
46
II
VI
VII
III
18
F
20
44
42
26
16
(c)
40
38
24
I
V
VIII
IV
50
48
20
52
46
II
VI
VII
III
18
22
44
42
26
F
16
(d)
40
38
24
20
I
V
F
VIII
IV
50
48
22
52
46
II
VI
VII
III
18
44
42
26
16

【図５】



【図６】

CCW 方向回転時

回転位置（矢印Fの位置）	回転方向	回転角度[°]	第１発電素子	第２発電素子	第１磁気センサ	第３磁気センサ	第２磁気センサ	第４磁気センサ	カウント
	←	360 0	H	L	l	h	h	l	
	←	15	H	L	l	l	h	l	
	←	30	H	L	l	l	h	l	
	←	45	H	L	h	l	h	l	
IV	←	60	○	L	h	l	l	l	0
	←	75	L	L	h	l	l	l	
	←	90	L	L	h	l	h	l	
	←	105	L	L	l	l	h	l	
	←	120	L	L	l	l	h	l	
	←	135	L	L	h	l	h	l	
III	←	150	L	●	h	l	l	l	0
	←	165	L	H	h	l	l	l	
	←	180	L	H	h	l	l	h	
	←	195	L	H	l	l	l	h	
	←	210	L	H	l	l	l	h	
	←	225	L	H	l	h	l	h	
II	←	240	L	○	l	h	l	l	0
	←	255	L	L	l	h	l	l	
	←	270	L	L	l	h	l	h	
	←	285	L	L	l	l	l	h	
	←	300	L	L	l	l	l	h	
	←	315	L	L	l	h	l	h	
I	←	330	●	L	l	h	l	l	+1
	←	345	H	L	l	h	l	l	
	←	360 0	H	L	l	h	h	l	

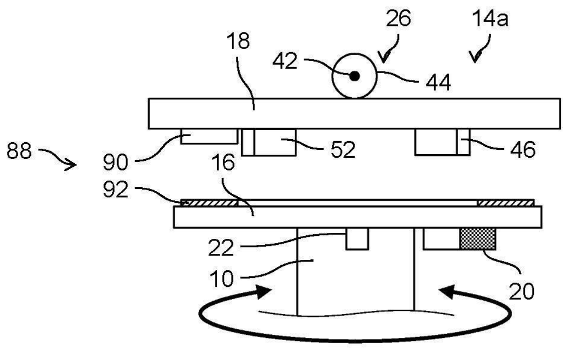
CW 方向回転時

回転位置（矢印Fの位置）	回転方向	回転角度[°]	第１発電素子	第２発電素子	第１磁気センサ	第３磁気センサ	第２磁気センサ	第４磁気センサ	カウント
	→	360 0	L	H	l	h	h	l	
	→	15	L	H	l	l	h	l	
V	→	30	○	H	l	l	h	l	-1
	→	45	H	H	h	l	h	l	
	→	60	H	H	h	l	l	l	
	→	75	H	H	h	l	l	l	
	→	90	H	H	h	l	h	l	
	→	105	H	H	l	l	h	l	
VI	→	120	H	●	l	l	h	l	0
	→	135	H	L	h	l	h	l	
	→	150	H	L	h	l	l	l	
	→	165	H	L	h	l	l	l	
	→	180	H	L	h	l	l	h	
	→	195	H	L	l	l	l	h	
VII	→	210	H	○	l	l	l	h	0
	→	225	H	H	l	h	l	h	
	→	240	H	H	l	h	l	l	
	→	255	H	H	l	h	l	l	
	→	270	H	H	l	h	l	h	
	→	285	H	H	l	l	l	h	
VIII	→	300	●	H	l	l	l	h	0
	→	315	L	H	l	h	l	h	
	→	330	L	H	l	h	l	l	
	→	345	L	H	l	h	l	l	
	→	360 0	L	H	l	h	h	l	

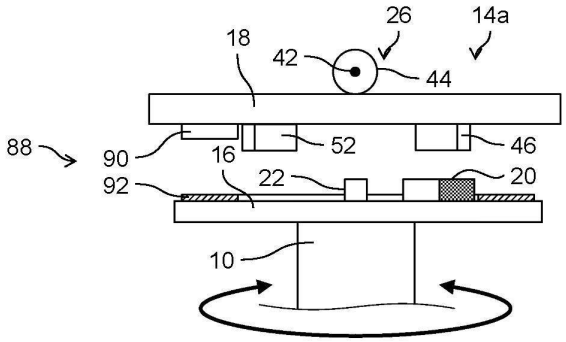
【図７】

前回第１発電	前回第２発電	前回回転位置	今回回転位置	カウント
VIII	VII	VIII	V	-1
V	VII	V	VI	0
V	VI	VI	VII	0
V	VII	VII	VIII	0
IV	III	IV	I	+1
I	III	I	II	0
I	II	II	III	0
I	III	III	IV	0
I	VII	VII	III	0
I	III	III	VII	0
V	VII	VII	III	0
V	III	III	VII	0
V	VII	V	I	+1
V	III	V	I	+1
I	VII	I	V	-1
I	III	I	V	-1
V	VI	VI	I	+1
IV	III	IV	VII	0
VIII	VII	VIII	III	0
I	II	II	V	-1
I	V	I	III	0
V	III	III	I	+1
V	III	V	VII	0
I	VII	VII	V	-1
V	VII	V	V	0
V	III	V	V	0
I	VII	I	I	0
I	III	I	I	0
I	III	III	III	0
V	III	III	III	0
I	VII	VII	VII	0
V	VII	VII	VII	0
V	VII	V	III	+1
V	VII	VII	I	+1
I	III	I	VII	-1
I	III	III	V	-1
V	III	V	II	+1
I	VII	I	VI	-1
I	VII	VII	IV	0
V	III	III	VIII	0
I	VI	I	III	0
VIII	III	III	I	+1
IV	VII	VII	V	-1
V	II	V	VII	0

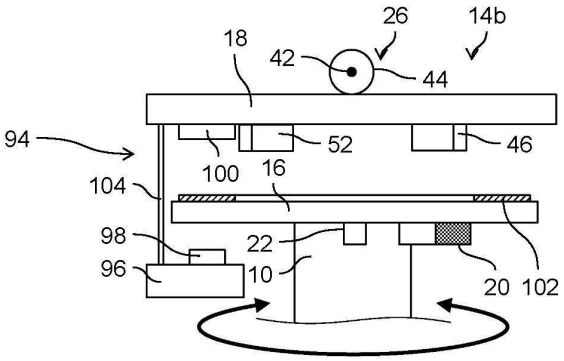
【図８】



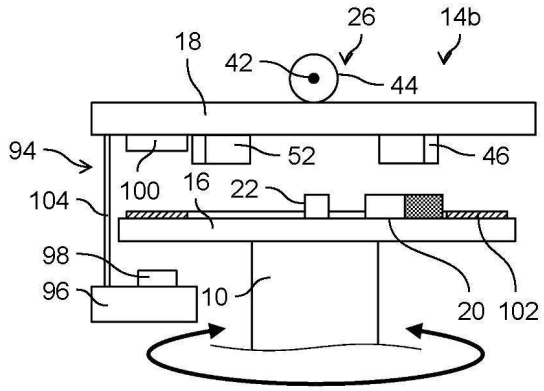
【図９】



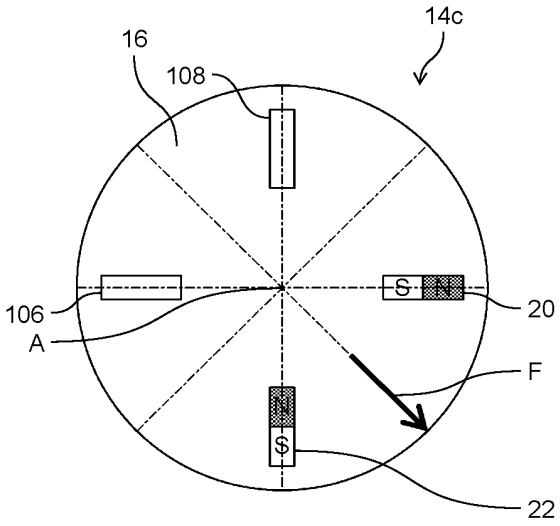
【図１０】



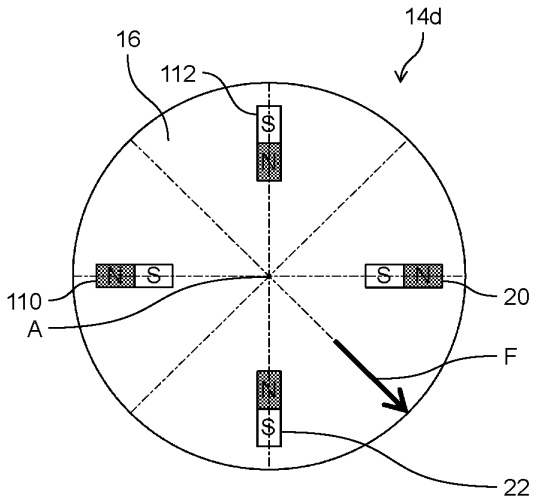
【図１１】



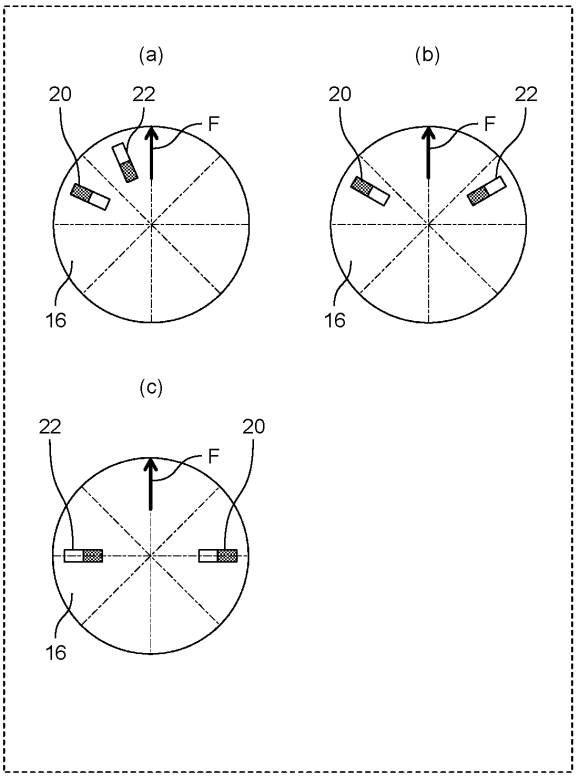
【図１２】



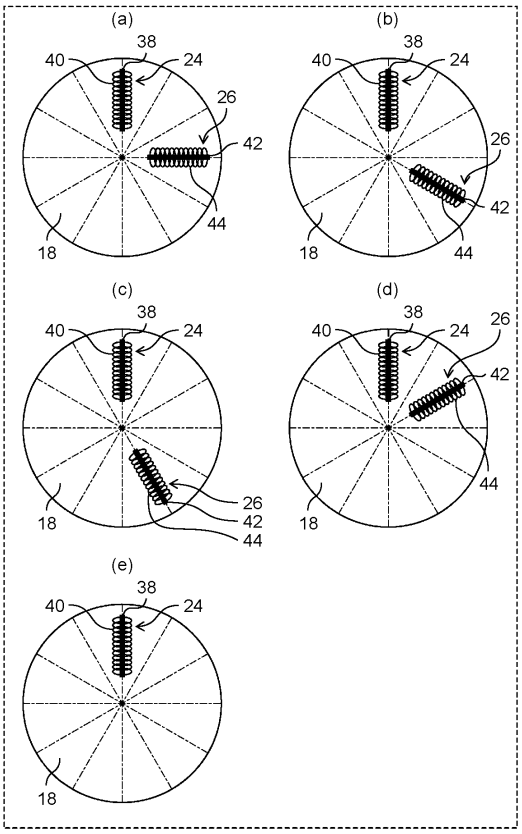
【図１３】



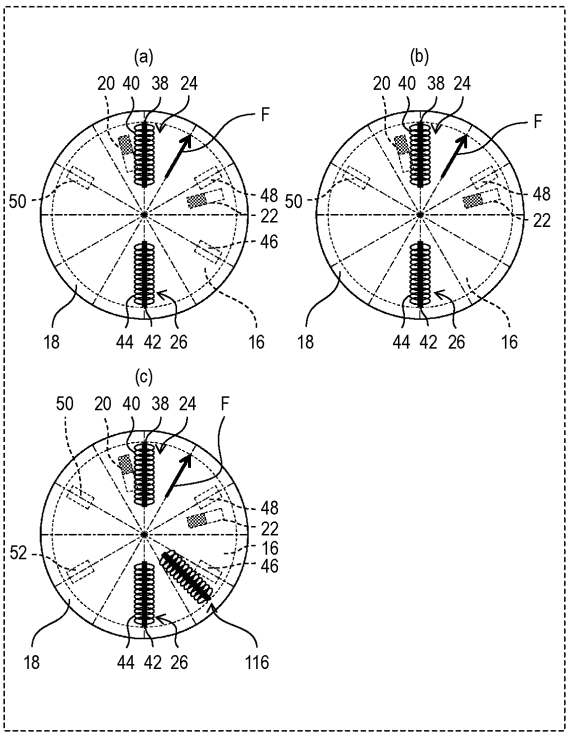
【図１４】



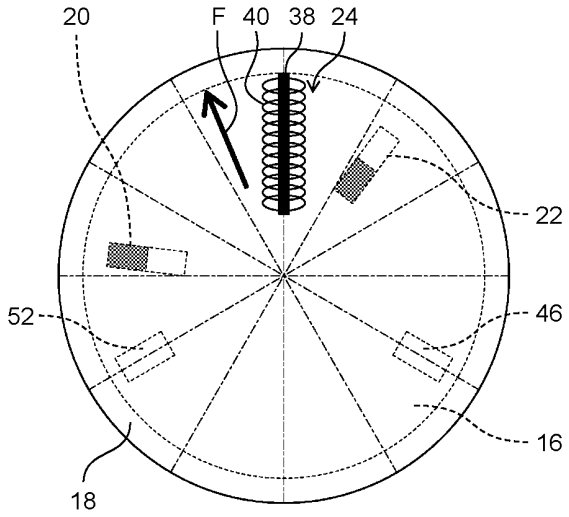
【図１５】



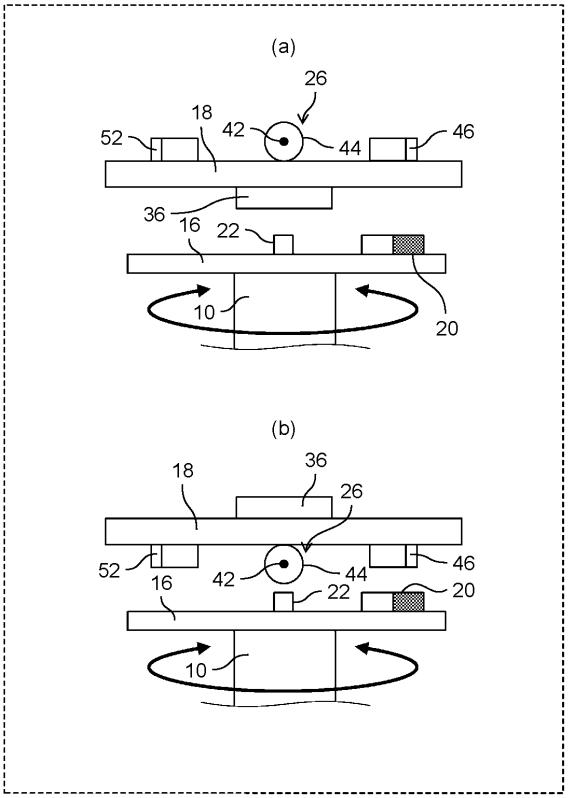
【図１６】



【図１７】


20
F
40
38
24
22
52
46
16
18

【図１８】


(a)
26
18
42
52
44
46
36
16
22
10
20
(b)
18
36
26
52
42
44
46
16
22
20
10

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２０１９／１８８５９（WO，Ａ１）
国際公開第２０１３／１５７２７９（WO，Ａ１）
特開２０１８－１８９４２６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／０９４０４２（WO，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２００９０１９７１９（ＤＥ，Ａ１）
特開２０１２－２２５９１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｄ ５／１２－ ５／２５２
Ｇ０１Ｂ ７／００－ ７／３４