(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-200101
(P2019-200101A)
(43)公開日　令和1年11月21日(2019.11.21)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G01D | 5/245 | (2006.01) | G01D | 5/245 | W | 2F077 |
| G01D | 5/12 | (2006.01) | G01D | 5/12 | A | |

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 18 頁）

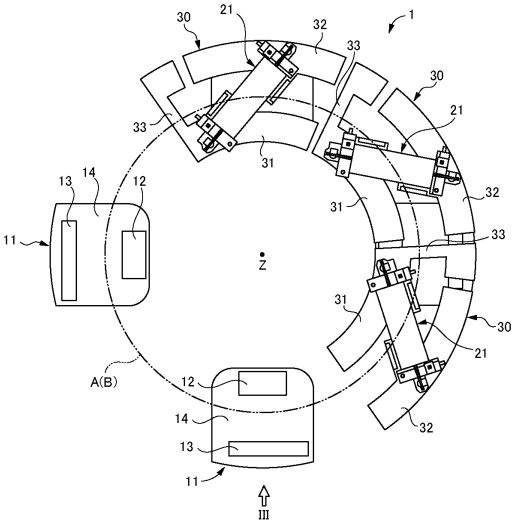
(21)出願番号　特願2018-94070(P2018-94070)
(22)出願日　平成30年5月15日(2018.5.15)

(71)出願人　390005049
ヒロセ電機株式会社
東京都品川区大崎５丁目５番２３号
(74)代理人　100111202
弁理士　北村　周彦
(74)代理人　100139365
弁理士　中嶋　武雄
(72)発明者　春日　敦史
東京都品川区大崎５丁目５番２３号　ヒロセ電機株式会社内

Ｆターム(参考)　2F077 NN02　NN17　PP13　VV02

(54)【発明の名称】回転検出装置

(57)【要約】
【課題】回転検出装置の小型化を図る。
【解決手段】４つの磁界形成部１１は、基準軸Ｚ上の点を中心とする円Ａに沿って間隔を置いて配置され、各磁界形成部１１の２つの磁極は円Ａの径方向に並んでいる。３つの磁界検出部２１は、磁界形成部１１が配置された領域の上方に、基準軸Ｚ上の点を中心とする円Ｂにおいて中心角が１８０度以下の円弧上に間隔をおいて配置され、各磁界検出部２１の磁性線材の軸線が円Ｂを含む平面上を伸長しかつ円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置されている。３つの磁束制御部３０は３つの磁界検出部２１の下方にそれぞれ配置され、各磁束制御部３０は、磁界検出部２１の一部を覆う磁性部材３１、３２を有し、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束が、磁界検出部２１の磁性線材をその軸線方向に通るように、当該磁束の方向を変化させる。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
いずれか一方が他方に対して基準軸を回転軸として回転する第１の部分および第２の部分を有する被検出体に設けられる回転検出装置であって、
前記被検出体の前記第１の部分に設けられ、磁界を形成する少なくとも４つの磁界形成部と、
前記被検出体の前記第２の部分に設けられ、磁界を検出する少なくとも３つの磁界検出部と、
前記被検出体の前記第２の部分に設けられ、前記各磁界形成部が形成する磁界における磁束の方向を制御する少なくとも３つの磁束制御部とを備え、
前記少なくとも４つの磁界形成部は、前記基準軸の軸方向一側の領域に、前記基準軸上の点を中心とし前記基準軸と直交する所定長の半径を有する円Ａに沿って間隔を置いて配置され、
前記各磁界形成部において、前記磁界を形成する相反する２つの磁極は前記円Ａの径方向に並び、
前記少なくとも３つの磁界検出部は、前記基準軸の軸方向他側に位置する領域に、前記基準軸上の点を中心とし、前記基準軸と直交する前記所定長の半径を有する円Ｂにおいて中心角が１８０度以下の円弧上に間隔をおいて配置され、
前記各磁界検出部は、磁性線材および前記磁性線材の周囲に設けられたコイルを有し、前記磁性線材の軸線が前記円Ｂを含む平面上を伸長しかつ前記円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置され、
前記少なくとも３つの磁束制御部は、前記基準軸の軸方向一側の領域と前記基準軸の軸方向他側の領域との間において前記少なくとも３つの磁界検出部とそれぞれ対応する位置に配置され、
前記各磁束制御部は、対応する前記磁界検出部の一部を覆う磁性部材を有し、前記磁界形成部により形成される磁界の磁束が、対応する前記磁界検出部の前記磁性線材をその軸線方向に通るように、当該磁束の方向を変化させることを特徴とする回転検出装置。
【請求項２】
前記各磁界形成部は２つの磁石を有し、前記２つの磁石は、前記基準軸の軸方向他側を向いた端部の磁極が互いに異なるように前記円Ａの径方向に並んで配置されていることを特徴とする請求項１に記載の回転検出装置。
【請求項３】
前記磁性線材は大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材であることを特徴とする請求項１または２に記載の回転検出装置。
【請求項４】
前記磁性部材は軟質磁性材料により形成されていることを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載の回転検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、磁気を用いて被検出体の回転を検出する回転検出装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
大バルクハウゼン効果を利用した磁気センサと磁石とを用いた回転検出装置は知られている。この種の回転検出装置では、例えば、磁気センサを支持体に固定し、支持体に対して回転する回転体に磁石を固定し、回転体が回転することによって生じる磁界の変化を磁気センサにより検出する。磁気センサは、大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材の周囲にコイルを巻回することにより形成される。大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材は、外部磁界が変化すると磁化方向が瞬時に反転する性質を有している。磁性線材の磁化方向が反転したときにコイルに流れる電流を検出信号として取り出し、その検出信号に基づい

て回転体の回転を検出する。下記の特許文献１、２および３には、このような回転検出装置の例がそれぞれ記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００１－１９４１８２号公報
【特許文献２】特許第５８８９１４４号公報
【特許文献３】国際公開２０１６／００２４３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、磁性線材は細長い形状を有しているため、それを搭載した磁気センサも細長い形状となる。そのため、磁気センサの配置の仕方如何によっては回転検出装置が大型化してしまうことがある。また、磁性線材により磁界の変化を検出することができるようにするためには、回転体の回転時に磁石が磁気センサに接近したときに、磁石により形成された磁界の磁束が磁性線材をその軸線方向に通るようにすることが必要であり、このような磁界が形成されるように、磁気センサおよび磁石の配置を決めなければならない。
【０００５】
特許文献１に記載された回転検出装置では、同文献の図１に示されているように、磁気センサおよび棒磁石が、回転体の回転軸と同じ方向となるように、それぞれ立てて配置されている。この構成では、回転検出装置が縦長となり、回転検出装置の小型化が困難である。
【０００６】
また、特許文献２に記載された回転検出装置では、同文献の図１に示されているように、磁気センサが回転体の回転軸に直交する平面上に寝かせて配置されている。また、磁石も、回転軸に直交する平面上に配置されている。また、同文献の図４に示されているように、３つの磁気センサが、回転体が回転したときの磁石の回転の軌跡である円の接線方向に対し、磁性線材の軸線方向が平行となるように配置されている。この回転検出装置では、３つの磁気センサが円板状の支持体の面の略全域を用いて効率良く配置されており、これにより、回転検出装置の小型化が図られている。
【０００７】
しかしながら、特許文献２に記載された回転検出装置の構成において、磁気センサの個数を増加させた場合には、磁気センサを配置する支持体の面の面積を大きくしなければならなくなり、回転検出装置の小型化が困難になる。また、磁気センサを配置することができる面の形状や面積は、回転検出装置を取り付ける被検出装置の構成等に基づいて制約を受けることがある。例えば、磁気センサを配置することができる面が直径の小さい円板の面の外周側の一部、あるいはリング状の部材の軸方向の端面の一部に制限された場合、磁気センサの個数が３つであったしても、それらの磁気センサを、磁石の回転の軌跡の円の接線方向に平行となるように配置することが難しくなる。すなわち、このように磁気センサを配置しようとすると、隣り合う磁気センサの端部同士が接触してしまい、磁気センサを配置することができなくなるおそれがある。また、磁気センサを配置できたとしても、磁気センサのコイルから検出信号を取り出すためのケーブル等を磁気センサに接続するスペースを確保することが困難になるおそれがある。
【０００８】
本発明は例えば上述したような問題に鑑みなされたものであり、本発明の課題は小型な回転検出装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記課題を解決するために、本発明の回転検出装置は、いずれか一方が他方に対して基準軸を回転軸として回転する第１の部分および第２の部分を有する被検出体に設けられる

回転検出装置であって、前記被検出体の前記第１の部分に設けられ、磁界を形成する少なくとも４つの磁界形成部と、前記被検出体の前記第２の部分に設けられ、磁界を検出する少なくとも３つの磁界検出部と、前記被検出体の前記第２の部分に設けられ、前記各磁界形成部が形成する磁界における磁束の方向を制御する少なくとも３つの磁束制御部とを備え、前記少なくとも４つの磁界形成部は、前記基準軸の軸方向一側の領域に、前記基準軸上の点を中心とし前記基準軸と直交する所定長の半径を有する円Ａに沿って間隔を置いて配置され、前記各磁界形成部において、前記磁界を形成する相反する２つの磁極は前記円Ａの径方向に並び、前記少なくとも３つの磁界検出部は、前記基準軸の軸方向他側に位置する領域に、前記基準軸上の点を中心とし、前記基準軸と直交する前記所定長の半径を有する円Ｂにおいて中心角が１８０度以下の円弧上に間隔をおいて配置され、前記各磁界検出部は、磁性線材および前記磁性線材の周囲に設けられたコイルを有し、前記磁性線材の軸線が前記円Ｂを含む平面上を伸長しかつ前記円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置され、前記少なくとも３つの磁束制御部は、前記基準軸の軸方向一側の領域と前記基準軸の軸方向他側の領域との間において前記少なくとも３つの磁界検出部とそれぞれ対応する位置に配置され、前記各磁束制御部は、対応する前記磁界検出部の一部を覆う磁性部材を有し、前記磁界形成部により形成される磁界の磁束が、対応する前記磁界検出部の前記磁性線材をその軸線方向に通るように、当該磁束の方向を変化させることを特徴とする。

【００１０】

このような構成を有する本発明の回転検出装置において、磁界形成部、磁界検出部および磁束制御部の配置関係は次の通りである。すなわち、少なくとも４つの磁界形成部は、基準軸（被検出体の第１の部分または第２の部分の回転軸）の軸方向一側の領域に、基準軸上の点を中心とし、基準軸と直交する所定長の半径を有する円Ａに沿って間隔を置いて配置されている。また、少なくとも３つの磁界検出部は、基準軸の軸方向他側に位置する領域に、基準軸上の点を中心とし、基準軸と直交する上記所定長の半径を有する円Ｂにおいて中心角が１８０度以下の円弧上に沿って間隔をおいて配置されている。円Ａと円Ｂとの半径はいずれも同一の所定長であるので、例えば被検出体の第１の部分が第２の部分に対して回転する構成である場合には、各磁界形成部が、基準軸の軸方向において各磁界検出部の一側を通過し、一方、被検出体の第２の部分が第１の部分に対して回転する構成である場合には、各磁界検出部が基準軸の軸方向において各磁界形成部の他側を通過する。また、複数の磁束制御部は、基準軸の軸方向一側の領域と基準軸の軸方向他側の領域との間において複数の磁界検出部とそれぞれ対応する位置に配置されている。したがって、被検出体の第１の部分が第２の部分に対して回転する構成である場合には、各磁界形成部が、基準軸の軸方向において各磁束制御部の一側を通過し、一方、被検出体の第２の部分が第１の部分に対して回転する構成である場合には、各磁束制御部が、磁界検出部と共に、基準軸の軸方向において各磁界形成部の他側を通過する。

【００１１】

さて、磁界形成部が有する磁石は、その相反する２つの磁極が円Ａの径方向に並ぶように配置されている。このため、被検出体の第１の部分または第２の部分の回転時に、磁界形成部がいずれの磁界検出部および磁束制御部からも離れているときには、磁界形成部により形成される磁界の磁束は円Ａの径方向を向いている。一方、磁界形成部と磁界検出部とが基準軸の軸方向において互いに対向したときには、磁界形成部と磁界検出部との間に位置する磁束制御部により、磁界形成部により形成された磁界の磁束の方向が、磁界検出部の磁性線材をその軸線方向に通るように変えられる。これにより、磁界形成部により形成された磁界の磁束が磁性線材に集中し、磁性線材を軸線方向に通る磁束の量が多くなる。したがって、磁界形成部と磁界検出部との対向時には、磁性線材の磁化方向の反転が確実に生じる。よって、磁界形成部と磁界検出部との接近を高精度に検出することができ、回転検出の精度を高めることができる。

【００１２】

また、磁界形成部の個数を少なくとも４つとし、磁界検出部の個数を少なくとも３とす

ることで、例えば、上記特許文献３に記載された回転検出処理を適用することができ、回転検出精度を高めることができる。

【００１３】

また、少なくとも３つの磁界検出部は、基準軸上の点を中心とし、基準軸と直交する所定長の半径を有する円Ｂにおいて、中心角が１８０度以下の円弧上に配置されている。したがって、回転検出装置を取り付ける被検出装置の構成上の都合等により、例えば、磁気センサを配置し得る領域が、円板状の支持体の軸方向の端面の外周側の一部、またはリング状の支持体の軸方向の端面の一部に制限された場合でも、そのような制限された領域に少なくとも３つの磁界検出部を配置することができ、高精度な回転検出を行うことができる回転検出装置を構築することができる。また、磁気センサを配置し得る領域として、円板状の支持体の軸方向の端面の全周、またはリング状の支持体の軸方向の端面の全周を確保することができる場合には、より多くの磁界検出部を支持体に配置することができる。したがって、回転検出装置における磁界検出部の個数を増加させることができる。

【００１４】

また、各磁界検出部は円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置されているので、少なくとも３つの磁界検出部を、磁界検出部の端部同士を接触させることなく各磁界検出部を詰めて並べることができる。したがって、少なくとも３つの磁界検出部を配置する領域が、半径が小さく、中心角が１８０度以下の円弧状の領域に制限された場合でも、少なくとも３つの磁界検出部を適切な間隔を空けて配置することができる。よって、小型の回転検出装置を実現することができる。

【００１５】

また、上記本発明の回転検出装置において、前記各磁界形成部は２つの磁石を有し、前記２つの磁石は、前記基準軸の軸方向他側を向いた端部の磁極が互いに異なるように前記円Ａの径方向に並んで配置されている構成としてもよい。

【００１６】

このような構成を有する本発明の回転検出装置によれば、円Ａの径方向の磁界を形成することができる。

【００１７】

また、上記本発明の回転検出装置において、前記磁性線材は大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材である構成としてもよい。

【００１８】

このような構成を有する本発明の回転検出装置によれば、外部磁界の方向の変化に応じて磁化方向が急激に反転する性質を有する磁性線材を用いることにより、磁界形成部と磁界検出部との接近を高精度に検出することでき、回転検出の精度を高めることができる。また、外部電源を用いずに回転検出を行うことができる。

【００１９】

また、上記本発明の回転検出装置において、前記磁性部材は軟質磁性材料により形成されている構成としてもよい。

【００２０】

このような構成を有する回転検出装置によれば、磁界形成部と磁束検出部とが基準軸の軸方向において互いに対向したときに、磁界形成部により形成される磁界の磁束を磁性部材により磁性線材に集中させることができ、磁性線材をその軸線方向に通る磁束の量を増やすことができる。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、回転検出装置の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の実施形態の回転検出装置を示す斜視図である。

【図２】本発明の実施形態の回転検出装置を図１中の矢示ＩＩ方向から見た説明図である

。
【図３】本発明の実施形態の回転検出装置を図２中の矢示ＩＩＩ方向から見た説明図である。
【図４】図２中の回転検出装置における４つの磁界形成部を示す説明図である。
【図５】図４中の磁界形成部の１つを拡大して示す説明図である。
【図６】図２中の回転検出装置における３つの磁界検出部を示す説明図である。
【図７】図６中の磁界検出部の１つを拡大して示す説明図である。
【図８】図２中の回転検出装置における３つの磁束制御部を示す説明図である。
【図９】図８中の磁束制御部の１つを拡大して示す説明図である。
【図１０】本発明の実施形態の回転検出装置において、磁界形成部が磁界検出部、第１の磁性部材および第２の磁性部材の下方に位置している状態を示す説明図である。
【図１１】図１０中の矢示ＸＩ－ＸＩ方向から見た磁界形成部、磁界検出部、第１の磁性部材および第２の磁性部材を模式的に示す説明図である。
【図１２】本発明の実施形態の回転検出装置において、磁界形成部が第３の磁性部材の下方に位置している状態を示す説明図である。
【図１３】図１２中の矢示ＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ方向から見た磁界形成部および第３の磁性部材を模式的に示す説明図である。
【図１４】本発明の実施形態の回転検出装置におけるコギング抑制作用を示す説明図である。
【図１５】本発明の実施形態の回転検出装置におけるコギング抑制作用を示す説明図である。
【図１６】本発明の実施形態の回転検出装置の変形例を示す説明図である。
【図１７】本発明の実施形態の回転検出装置における磁束制御部の変形例を示す説明図である。
【図１８】本発明の実施形態の回転検出装置における磁界形成部および磁束制御部の変形例を示す説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
（回転検出装置）
図１は本発明の実施形態の回転検出装置１を示している。図２は回転検出装置１を図１中の矢示ＩＩ方向から見た状態を示し、図３は回転検出装置１を図２中の矢示ＩＩＩ方向から見た状態を示している。回転検出装置１は、例えばモータ等の被検出体の回転を検出する装置である。図１中の基準軸Ｚは被検出体の回転軸である。回転検出装置１の構成を説明するに当たり、説明の便宜上、矢印ｄが指し示す、基準軸Ｚの一側の方向を下とし、矢印ｕが指し示す、基準軸Ｚの他側の方向を上とする。
【００２４】
図１に示すように、回転検出装置１は、４つの磁界形成部１１、３つの磁界検出部２１、および３つの磁束制御部３０を備えている。図３に示すように、４つの磁界形成部１１は被検出体の第１の部分５１に固定されている。また、３つの磁界検出部２１および３つの磁束制御部３０は被検出体の第２の部分５２に固定されている。被検出体において、第１の部分５１は、第２の部分５２に対して基準軸Ｚを回転軸として回転する。したがって、各磁界形成部１１は、各磁界検出部２１および各磁束制御部３０に対して回転する。被検出体がモータである場合、例えば、第１の部分５１はモータの出力軸と共に回転する支持台であり、第２の部分５２はモータの筐体等に固定された支持台である。
【００２５】
（磁界形成部）
図４は４つの磁界形成部１１を示している。４つの磁界形成部１１は、基準軸Ｚの軸方向一側の領域、すなわち、本実施形態では回転検出装置１における下側の領域に配置されている。また、４つの磁界形成部１１は、図４に示すように、基準軸Ｚ上の点を中心とし、基準軸Ｚと直交する所定長の半径を有する円Ａに沿って９０度間隔に配置されている。

【００２６】
各磁界形成部１１において、磁界を形成する相反する２つの磁極は円Ａの径方向に並んでいる。具体的には、各磁界形成部１１は２つの磁石１２、１３を有し、２つの磁石１２、１３は、上方を向いた端部の磁極が互いに異なるように円Ａの径方向に並んで配置されている。また、２つの磁石１２、１３は支持板１４に固定されている。以下、２つの磁石１２、１３のうち、内周側に配置されている磁石を内周側磁石１２といい、外周側に配置されている磁石を外周側磁石１３という。
【００２７】
各磁界形成部１１は、内周側磁石１２と外周側磁石１３とにより、円Ａの径方向の磁界を形成する。また、４つの磁界形成部１１のうち、２つの磁界形成部１１において、内周側磁石１２はその上方を向いた端部の磁極がＮ極となるように配置され、外周側磁石１３はその上方を向いた端部の磁極がＳ極となるように配置されている。すなわち、これら２つの磁界形成部１１は、円Ａの径方向外向きの磁界を形成する。一方、４つの磁界形成部１１のうち、残りの２つの磁界形成部１１において、内周側磁石１２はその上方を向いた端部の磁極がＳ極となるように配置され、外周側磁石１３はその上方を向いた端部の磁極がＮ極となるように配置されている。すなわち、これら２つの磁界形成部１１は、円Ａの径方向内向きの磁界を形成する。径方向外向きの磁界を形成する磁界形成部１１と、径方向内向きの磁界を形成する磁界形成部１１とは円Ａの周方向に交互に配置されている。
【００２８】
図５は４つの磁界形成部１１のうちの１つを拡大して示している。図５に示すように、各磁界形成部１１において、内周側磁石１２および外周側磁石１３はそれぞれ、板状に形成され、上方を向いた端面の形状が四角形である。
【００２９】
また、各磁界形成部１１において、内周側磁石１２および外周側磁石１３のそれぞれの形状および配置は、各磁界形成部１１により形成される磁界の方向が正確に径方向となるように設定されている。すなわち、周方向において、外周側磁石１３の一側の端部１３Ａが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の一側の端部１２Ａに接する直線Ｌ１を超えているが、超えている量は僅かである。また、周方向において、外周側磁石１３の他側の端部１３Ｂが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の他側の端部１２Ｂに接する直線Ｌ２に接近している。また、この結果、円Ａの接線方向において、外周側磁石１３の長さが内周側磁石１２の長さよりも長くなっている。
【００３０】
また、各磁界形成部１１により形成される磁界の磁束密度を高めるために、各磁界形成部１１において、内周側磁石１２の上方を向いた端面の面積と、外周側磁石１３の上方を向いた端面の面積とが互いに略等しくなるように、内周側磁石１２および外周側磁石１３のそれぞれの形状が設定されている。
【００３１】
また、各磁界形成部１１において、内周側磁石１２および外周側磁石１３のそれぞれの形状および配置は、被検出体の第１の部分５１が第２の部分５２に対して回転したときに、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが、磁束制御部３０を構成する磁性部材３１、３２、３３の下方に同時に到達しないように、または磁性部材３１、３２、３３の下方から同時に離脱しないように設定されている。すなわち、周方向において、外周側磁石１３の一側の端部１３Ａおよび他側の端部１３Ｂがそれぞれ直線Ｌ１、Ｌ２に接していない。この構成により、後述するように、被検出体の第１の部分５１の回転におけるコギングを抑制することができる。
【００３２】
（磁界検出部）
図６は３つの磁界検出部２１を示し、図７は３つの磁界検出部２１のうちの１つを拡大して示している。図７に示すように、各磁界検出部２１は、磁性線材２２、コイル２３、ボビン２４および一対の接続部材２５を有している。コイル２３は磁性線材２２の周囲に

設けられている。具体的には、磁性線材２２はボビン２４内に収容されている。コイル２３は、ボビン２４の外周側に巻線を巻回することにより形成されている。一対の接続部材２５はボビン２４の両端側にそれぞれ設けられている。各接続部材２５は導電材料により形成され、各接続部材２５の一端部には巻線の端部が接続されている。また、各接続部材２５の他端部には、磁界検出部２１から検出信号を取り出すための回路基板やケーブル等が接続される。

【００３３】

磁性線材２２は大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材である。磁性線材２２は、例えば、鉄およびコバルトを含む半硬質磁性材料により形成され、直径が例えばおよそ０．１ｍｍ～１ｍｍで、長さが例えばおよそ３０ｍｍの線材である。磁性線材２２は、例えば、上記半硬質磁性材料を線引きし、方向を変えながら複数回捻ることにより形成されている。磁性線材２２は、磁化が容易な方向が当該磁性線材２２の軸線方向である一軸異方性を有している。また、磁性線材２２において、その外周側部分よりも中心側部分の方が保磁力が大きい。磁性線材２は外部磁界の方向の変化に応じて磁性線材２２（その外周側部分）の磁化方向が急反転する性質を有している。

【００３４】

３つの磁界検出部２１は、基準軸Ｚの軸方向他側、すなわち、回転検出装置１における上側の領域に配置されている。３つの磁界検出部２１は、図１に示すように、４つの磁界形成部１１が配置されている領域の上方に配置されている。また、３つの磁界検出部２１は、図６に示すように、基準軸Ｚ上の点を中心とし、基準軸Ｚと直交する所定長の半径を有する円Ｂに沿って６０度間隔に配置されている。円Ｂの半径の長さは上記円Ａの半径の長さと同じである。また、３つの磁界検出部２１は、円Ｂにおいて中心角が１８０度以下の円弧上に配置されている。

【００３５】

また、各磁界検出部２１は、磁性線材２２の軸線Ｗが円Ｂを含む平面上を伸長し、かつ円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置されている。なお、図６において、Ｌ３が円Ｂの径方向を示す直線であり、Ｌ４が円Ｂの接線方向を示す直線である。各磁界検出部２１は、磁性線材２２の軸線Ｗが円Ｂの接線方向に対して例えば３０度～６０度程度傾斜するように配置することが好ましい。本実施形態において、各磁界検出部２１は、磁性線材２２の軸線Ｗが円Ｂの接線方向に対しておよそ４５度傾斜するように配置されている。

【００３６】

（磁束制御部）

図８は３つの磁束制御部３０を示している。３つの磁束制御部３０は、基準軸Ｚの軸方向一側の領域と軸方向他側の領域との間、すなわち、図１に示すように、各磁界形成部１１が配置された領域と、各磁界検出部２１が配置された領域との間に配置されている。また、３つの磁束制御部３０は、３つの磁界検出部２１とそれぞれ上下方向において対応する位置に配置されている。すなわち、３つの磁束制御部３０は３つの磁界検出部２１の下方にそれぞれ配置されている。各磁束制御部３０は、磁界形成部１１が形成する磁界における磁束の方向を制御するヨークとしての機能を有している。具体的には、各磁束制御部３０は、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束が磁界検出部２１の磁性線材２２をその軸線方向に通るように当該磁束の方向を変化させる機能を有している。

【００３７】

図９は３つの磁束制御部３０のうちの１つを拡大して示している。図９に示すように、各磁束制御部３０は、内周側に配置された第１の磁性部材３１と、外周側に配置された第２の磁性部材３２と、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の周方向一側に配置され、第１の磁性部材３１に接続された第３の磁性部材３３とを有している。これら磁性部材３１、３２、３３はそれぞれ、例えば、純鉄、ケイ素鋼、パーロマイ、アモルファス金属等の軟質磁性材料により形成されている。

【００３８】

第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の形状および配置について詳説する。図９において、各磁界形成部１１が配置された領域と、各磁界検出部２１が配置された領域との間に位置し、基準軸Ｚと直交する平面をＫとする。また、平面Ｋが基準軸Ｚと交わる点をＰ０とする。また、平面Ｋ内において、磁界検出部２１の磁性線材２２の内周側端部と対応する点をＰ１とし、磁性線材２２の外周側端部と対応する点をＰ２とし、点Ｐ０を中心として点Ｐ１を通る円をＣとし、点Ｐ０を中心として点Ｐ２を通る円をＤとする。また、平面Ｋ内において、点Ｐ２を通る円Ｄの半径と円Ｃとが交わる点をＰ３とし、点Ｐ１を通る円Ｄの半径と円Ｄとが交わる点をＰ４とする。この場合、第１の磁性部材３１は、点Ｐ１および点Ｐ３を通る円Ｃの円弧に沿って伸長している。また、第２の磁性部材３２は、点Ｐ２および点Ｐ４を通る円Ｄの円弧に沿って伸長している。

【００３９】

第１の磁性部材３１には第２の磁性部材３２に向かって伸長する第１の伸長部４１が形成されている。また、第２の磁性部材３２には第１の磁性部材３１に向かって伸長する第２の伸長部４２が形成されている。第１の伸長部４１および第２の伸長部４２はそれぞれ磁性線材２２の軸線Ｗに沿って伸長している。また、第１の伸長部４１の伸長側端部と第２の伸長部４２の伸長側端部とは、磁性線材２２の軸線方向中央に対応する位置において間隙を介して互いに対向している。また、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２のそれぞれの伸長側端面４１Ａ、４２Ａは磁性線材２２の軸線Ｗに対して垂直である。

【００４０】

また、平面Ｋ内において第１の伸長部４１の伸長側端部に対応する点をＰ５とし、平面Ｋ内において第２の伸長部４２の伸長側端部に対応する点をＰ６としたとき、第１の磁性部材３１は、平面Ｋ上において点Ｐ１、点Ｐ３および点Ｐ５を含むように拡がる板状に形成され、第２の磁性部材３２は、平面Ｋ上において点Ｐ２、点Ｐ４および点Ｐ６を含むように拡がる板状に形成されている。図１に示すように、第１の磁性部材３１は、対応する磁界検出部２１の伸長方向一側（内周側）の部分を下方から覆っており、第２の磁性部材３２は、対応する磁界検出部２１の伸長方向他側（外周側）の部分を下方から覆っている。

【００４１】

また、図９に示すように、第１の磁性部材３１の第１の伸長部４１において、その付け根の部分（点Ｐ１辺り）から突出側端部（点Ｐ５）を見たときに左側に位置する縁部には、上方に立ち上がる立ち上がり部４５が形成されている。これと同様に、第２の磁性部材３２の第２の伸長部４２にも立ち上がり部４５が形成されている。

【００４２】

第３の磁性部材３３は、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の双方の周方向一側に、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の双方と隣接して配置され、円Ｃと円Ｄとの間を径方向に伸長している。また、第３の磁性部材３３の内周側端部は第１の磁性部材３１に接続され、第３の磁性部材３３の外周側端部は第２の磁性部材３２から離れている。

【００４３】

（回転検出装置の動作）

被検出体の第１の部分５１が第２の部分５２に対して基準軸Ｚを回転軸として時計回り方向または反時計回り方向に回転すると、４つの磁界形成部１１が、３つの磁界検出部２１および３つの磁束制御部３０に対して基準軸Ｚの周りを回転する。被検出体の第１の部分５１には、径方向外向きの磁界を形成する磁界形成部１１と、径方向内向きの磁界を形成する磁界形成部１１とが周方向に交互に配置されているので、例えば、被検出体の第１の部分５１が時計回り方向および反時計回り方向のうちのいずれか一方の方向に一定の速度で回転を続けた場合、各磁束制御部３０には径方向において向きが周期的に反転する交番磁界がかかる。すなわち、磁界形成部１１が磁束制御部３０の下方を通過する度に、磁束制御部３０にかかる磁界の方向が径方向外向きから径方向内向きへ変化し、または径方向内向きから径方向外向きへ変化する。磁束制御部３０にかかった磁界における磁束の方向は、磁束制御部３０により、径方向から、磁界検出部２１の磁性線材２２の軸線方向に

変えられる。したがって、磁界形成部１１が磁束制御部３０の下方を通過する度に、磁界検出部２１の磁性線材２２を通る磁束の方向は、軸線方向における一側から他側へ向かう方向から、軸線方向における他側から一側へ向かう方向へ変化し、または軸線方向における他側から一側へ向かう方向から、軸線方向における一側から他側へ向かう方向へ変化する。このような磁性線材２２を通る磁束の方向の変化に応じ、磁性線材２２の磁化方向が反転し、コイル２３に電流が流れる。３つの磁界検出部２１のそれぞれのコイル２３に流れる電流は、それぞれ検出信号として、回転検出装置１の外部に設けられた演算処理回路に入力される。これら３つの検出信号に基づいて演算処理回路により被検出体の第１の部分５１の回転数がカウントされる。なお、回転数をカウントする処理には、上記特許文献３に記載された回転検出処理を用いることができる。

【００４４】

（第１および第２の磁性部材の作用）

第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の作用について図９、図１０および図１１を用いて説明する。図１０は、磁界形成部１１が磁界検出部２１、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の下方に位置している状態を示している。図１１は、図１０中の矢示ＸＩ－ＸＩ方向から見た磁界形成部１１、磁界検出部２１、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２を模式的に示している。

【００４５】

被検出体の第１の部分５１が第２の部分５２に対して回転し、図１０に示すように、磁界形成部１１が磁界検出部２１の下方へ移動し、両者が上下方向に対向したとき、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが互い最も接近する。また、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向に対向したとき、磁界形成部１１の内周側磁石１２が第１の磁性部材３１と上下方向において対向し、磁界形成部１１の外周側磁石１３が第２の磁性部材３２と上下方向において対向する。このとき、例えば、内周側磁石１２の上方を向いた端部がＮ極であり、外周側磁石１３の上方を向いた端部がＳ極である場合には、磁界形成部１１により形成された磁界における多くの磁束は、図１１中の矢印ＭＦが示す通り、内周側磁石１２から、第１の磁性部材３１に形成された第１の伸長部４１を通り、磁界検出部２１の磁性線材２２の軸線方向一側（内周側）の部分に入る。続いて、当該磁束は、磁性線材２２をその軸線方向に通り、磁性線材２２の軸線方向他側（外周側）の部分から、第２の磁性部材３２に形成された第２の伸長部４２を通り、外周側磁石１３に至る。また、内周側磁石１２がＳ極であり、外周側磁石１３がＮ極である場合には、磁界形成部１１により形成された磁界における多くの磁束は上記磁束の経路を逆方向に通る。このように、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束の方向が、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２によって、円Ａの径方向から磁界検出部２１の磁性線材２２の軸線方向に変えられる。この結果、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束が磁性線材２２に集中し易くなり、磁性線材２２をその軸線方向に通る磁束の量を多くすることができる。したがって、磁界形成部１１と磁界検出部２１との対向時に磁性線材２２の磁化方向の反転を確実にかつ顕著に生じさせることができる。よって、磁界形成部１１と磁界検出部２１との接近を高精度に検出することができ、回転検出の精度を高めることができる。

【００４６】

また、図９に示すように、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２はそれぞれ磁性線材２２の軸線Ｗに沿って伸長している。この構成により、図１０に示すように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向において互いに対向したとき、第１の伸長部４１を通る磁束の方向および第２の伸長部４２を通る磁束の方向をそれぞれ、磁性線材２２の軸線方向と一致させることができる。これにより、第１の伸長部４１から磁性線材２２に出入りする磁束の量、および第２の伸長部４２から磁性線材２２に出入りする磁束の量をそれぞれ増やすことができる。このように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが互いに対向したときに、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束が磁性線材２２に集中する度合いを高めることができる。

【００４７】

また、図９に示すように、第１の伸長部４１の伸長側端部と第２の伸長部４２の伸長側端部とは、磁性線材２２の軸線方向中央に対応する位置において間隙を介して互いに対向している。この構成により、図１０に示すように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向において互いに対向したとき、磁界形成部１１により形成された磁界における多くの磁束を、第１の伸長部４１から磁性線材２２の軸線方向中央部分を軸線方向に通って第２の伸長部４２に至るように、または第２の伸長部４２から磁性線材２２の軸線方向中央部分を軸線方向に通って第１の伸長部４１に至るように導くことができる。このように、磁界形成部１１により形成された磁界における多く磁束を、検出感度が高い（磁化方向の反転が顕著に生ずる）磁性線材２２の軸線方向中央部に通すことができるので、磁界形成部１１と磁界検出部２１との接近を高精度に検出することができ、回転検出の精度を高めることができる。

【００４８】

また、図９に示すように、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２のそれぞれの伸長側端面４１Ａ、４２Ａは磁性線材２２の軸線Ｗに対して垂直である。この構成により、図１０に示すように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向において互いに対向したときに、磁界形成部１１により形成された磁界の磁束は、第１の伸長部４１の伸長側端面４１Ａから当該伸長側端面４１Ａに対して垂直な方向に進出し、または第１の伸長部４１の伸長側端面４１Ａに当該伸長側端面４１Ａに対して垂直な方向に進入する。同様に、磁界形成部１１により形成された磁界の磁束は、第２の伸長部４２の伸長側端面４２Ａから当該伸長側端面４２Ａに対して垂直な方向に進出し、または第２の伸長部４２の伸長側端面４２Ａに当該伸長側端面４２Ａに対して垂直な方向に進入する。したがって、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２のそれぞれの伸長側端面４１Ａ、４２Ａが磁性線材２２の軸線Ｗに対して垂直である場合には、磁界形成部１１により形成された磁界の磁束は、第１の伸長部４１の伸長側端面４１Ａから磁性線材２２の軸線方向に進出し、または第１の伸長部４１の伸長側端面４１Ａに磁性線材２２の軸線方向に進入する。同様に、磁界形成部１１により形成された磁界の磁束は、第２の伸長部４２の伸長側端面４２Ａから磁性線材２２の軸線方向に進出し、または第２の伸長部４２の伸長側端面４２Ａに磁性線材２２の軸線方向に進入する。よって、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが互いに対向したときに、第１の伸長部４１から進出し、磁性線材２２を軸線方向に通り、第２の伸長部４２に進入する磁束の量を増やすことができ、かつ、第２の伸長部４２から進出し、磁性線材２２を軸線方向に通り、第１の伸長部４１に進入する磁束の量を増やすことができる。

【００４９】

第１の磁性部材３１は、平面Ｋ上において点Ｐ１、点Ｐ３および点Ｐ５を含むように拡がる板状に形成され、第２の磁性部材３２は、平面Ｋ上において点Ｐ２、点Ｐ４および点Ｐ６を含むように拡がる板状に形成されている。この構成により、第１の磁性部材３１により磁界検出部２１の伸長方向一側（内周側）から伸長方向中央にかけての部分を下方から広く覆うことができ、また、第２の磁性部材３２により磁界検出部２１の伸長方向他側（外周側）から伸長方向中央にかけての部分を下方から広く覆うことができる。したがって、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向において互いに対向したときに、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束を磁性線材２２に集中させる効果を高めることができ、磁性線材２２をその軸線方向に通る磁束の量を一層増やすことができる。

【００５０】

また、図９に示すように、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２のそれぞれには立ち上がり部４５が形成されている。これら立ち上がり部４５は磁界検出部２１の一部を側方から覆っている。この構成により、図１０に示すように磁界形成部１１と磁界検出部２１とが上下方向において互いに対向したとき、磁界形成部１１により形成された磁界の磁束が立ち上がり部４５を介して磁性線材２２に出入りするようになる。したがって、第１の伸長部４１および第２の伸長部４２から磁性線材２２にそれぞれ出入りする磁束の経路を増やすことができ、磁性線材４２を通る磁束を多くすることができる。

【００５１】
（第３の磁性部材の作用）
第３の磁性部材３３の作用について図１２および図１３を用いて説明する。図１２は、磁界形成部１１が第３の磁性部材３３の下方に位置している状態を示している。図１３は、図１２中の矢示ＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ方向から見た磁界形成部１１および第３の磁性部材３３を模式的に示している。第３の磁性部材３３は、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の双方の周方向一側に第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２の双方と隣接して配置されている。第３の磁性部材３３がこのような位置に配置されているので、図１２に示すように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが互いに接近しつつあるが、まだ対向していないときに、磁界形成部１１の内周側磁石１２および外周側磁石１３が第３の磁性部材３３の内周側端部と外周側端部とに上下方向において対向する。第３の磁性部材３３は円Ｃと円Ｄとの間を径方向に伸長しているので、内周側磁石１２および外周側磁石１３が第３の磁性部材３３の内周側端部と外周側端部とに上下方向において対向したとき、図１３に示すように、第３の磁性部材３３により、内周側磁石１２と外周側磁石１３との間を短絡するが如き磁気回路が形成される。これにより、磁界形成部１１により形成される磁界の多くの磁束が第３の磁性部材３３を通る。また、第３の磁性部材３３は、第２の磁性部材３２から分離しているので、第３の磁性部材３３から第１の磁性部材３１または第２の磁性部材３２を介して磁性線材２２へ向かう磁束は極少量である。このように、磁界形成部１１と磁界検出部２１とが互いに接近しつつあるが対向していないときに、磁界形成部１１により形成される磁界の磁束を第３の磁性部材３３に集中させることにより、第１の磁性部材３１または第２の磁性部材３２を介して磁性線材２２へ導かれる磁束の量を減らすことができる。したがって、磁性線材２２の磁化方向が反転するタイミングのばらつきを抑制することができ、磁界形成部１１と磁界検出部２１との接近を高精度に検出することができ、回転検出の精度を高めることができる。
【００５２】
また、第３の磁性部材３３の内周側端部は第１の磁性部材３１に接続されているので、第１の磁性部材３１と第３の磁性部材３３とを一体化することができ、部品点数を減らすことができる。
【００５３】
（コギング抑制作用）
回転検出装置１におけるコギング抑制作用について、図５、図１４および図１５を用いて説明する。図１４および図１５は、磁界形成部１１と、磁束制御部３０を構成する磁性部材３１、３２、３３との間の距離が小さくなった状態を示している。図５に示すように、各磁界形成部１１において、外周側磁石１３の周方向一側の端部１３Ａが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の周方向一側の端部１２Ａに接する直線Ｌ１に接していない。また、各磁界形成部１１において、外周側磁石１３の周方向他側の端部１３Ｂが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の周方向他側の端部１２Ｂに接する直線Ｌ２に接していない。これにより、被検出体の第１の部分５１が回転したときに、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが磁束制御部３０を構成する磁性部材３１、３２、３３の下方に同時に到達しない。また、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが磁束制御部３０を構成する磁性部材３１、３２、３３の下方から同時に離脱しない。
【００５４】
被検出体の第１の部分５１の回転時に、図１４に示すように、磁界形成部１１と第３の磁性部材３３との間の距離が小さくなり、内周側磁石１２と第３の磁性部材３３との間の距離、および外周側磁石１３と第３の磁性部材３３との間の距離がそれぞれ小さくなったとき、内周側磁石１２と第３の磁性部材３３との間の磁力により内周側磁石１２が第３の磁性部材３３に吸引され、かつ外周側磁石１３と第３の磁性部材３３との間の磁力により外周側磁石１３が第３の磁性部材３３に吸引される。第３の磁性部材３３が内周側磁石１２を吸引する力は、内周側磁石１２と第３の磁性部材３３との間の距離が小さくなるに従って大きくなる。また、第３の磁性部材３３が外周側磁石１３を吸引する力は、外周側磁

石１３と第３の磁性部材３３との間の距離が小さくなるに従って大きくなる。仮に、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが、第３の磁性部材３３の下方に同時に到達し、または第３の磁性部材３３の下方から同時に離脱したとすると、第３の磁性部材３３が内周側磁石１２を吸引する力と第３の磁性部材３３が外周側磁石１３を吸引する力とが合わさって、大きな吸引力が生ずる。それゆえ、被検出体の第１の部分５１の回転に生じるコギングの程度が大きくなる。しかしながら、本発明の実施形態の回転検出装置１においては、被検出体の第１の部分５１が回転したときに、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが、第３の磁性部材３３の下方に同時に到達せず、また、第３の磁性部材３３の下方から同時に離脱しない。したがって、磁界形成部１１と第３の磁性部材３３との間の距離が小さくなることによって生ずる吸引力を小さくすることができ、よって、被検出体の第１の部分５１の回転に生じるコギングの程度を小さくすることができる。

【００５５】

同様に、本発明の実施形態の回転検出装置１においては、被検出体の第１の部分５１が回転したときに、図１５に示すように、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２のそれぞれの下方に同時に到達せず、また、内周側磁石１２と外周側磁石１３とが第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２のそれぞれの下方から同時に離脱しない。したがって、磁界形成部１１と、第１の磁性部材３１および第２の磁性部材３２との間の距離が小さくなることにより生ずる吸引力を小さくすることができ、よって、被検出体の第１の部分５１の回転に生じるコギングの程度を小さくすることができる。

【００５６】

（回転検出装置の小型化）

また、３つの磁界検出部２１は、基準軸Ｚ上の点を中心とし、基準軸Ｚと直交する所定長の半径を有する円Ｂにおいて、中心角が１８０度以下の円弧上に配置されている。したがって、回転検出装置１を取り付ける被検出体の構成上の都合等により、例えば、磁界検出部２１を配置し得る領域が、円板状の支持体の軸方向の端面の外周側の一部、またはリング状の支持体の軸方向の端面の一部に制限された場合でも、そのような制限された領域に３つの磁界検出部２１を配置することができ、高精度な回転検出を行うことができる回転検出装置１を構築することができる。また、磁界検出部２１を配置し得る領域として、円板状の支持体の軸方向の端面の全周、またはリング状の支持体の軸方向の端面の全周を確保することができる場合には、例えば、図１６に示す回転検出装置６１のように、磁界検出部２１の個数を増加させることができる。

【００５７】

また、各磁界検出部２１は円Ｂの径方向および接線方向の双方に対して傾斜するように配置されているので、３つの磁界検出部２１を、磁界検出部２１の端部同士を接触させることなく詰めて並べることができる。したがって、３つの磁界検出部２１を配置する領域が、半径が小さく、中心角が１８０度以下の円弧状の領域に制限された場合でも、３つの磁界検出部２１を適切な間隔を開けて配置することができる。よって、小型の回転検出装置１を実現することができる。

【００５８】

また、本発明の実施形態の回転検出装置１によれば、モータにおいて、その出力軸と共に回転する部分に各磁界形成部１１を取り付け、モータの筐体等、回転しない部分に各磁界検出部２１および各磁束制御部３０を取り付けることで、モータの出力軸の回転数を高精度にカウントすることができる。また、回転検出装置１と、モータの出力軸の回転角度を検出することができる角度センサ（例えば光学式の回転位置センサ）とをモータに取り付けることで、モータの出力軸の回転角度および回転数を検出することができるエンコーダを形成することができる。

【００５９】

なお、磁束制御部３０の磁性部材は実施形態のものに限定されない。例えば、図１７（１）に示す磁束制御部７５のように、第３の磁性部材７８が、外周側に配置された第２の

磁性部材７７に接続され、内周側に配置された第１の磁性部材７６から分離しているものでもよい。また、図１７（２）に示す磁束制御部８０のように、第３の磁性部材８３が第１の磁性部材８１および第２の磁性部材８２の双方から分離しているものでもよい。また、図１７（３）に示す磁束制御部８５のように、一対の第３の磁性部材８８が第１の磁性部材８６および第２の磁性部材８７の周方向両側に設けられたものでもよい。

【００６０】

また、上記実施形態では、各磁界形成部１１において、外周側磁石１３の周方向一側の端部１３Ａが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の周方向一側の端部１２Ａに接する直線Ｌ１に接しておらず、かつ、外周側磁石１３の周方向他側の端部１３Ｂが、円Ａの中心を通りかつ内周側磁石１２の周方向他側の端部１２Ｂに接する直線Ｌ２に接していない構成としたが、本発明はこれに限らない。例えば、図１８に示すように、各磁界形成部９１において、外周側磁石９３の周方向一側の端部９３Ａ、および内周側磁石９２の周方向一側の端部９２Ａが円Ａの中心を通る直線Ｌ１にそれぞれ接し、外周側磁石９３の周方向他側の端部９３Ｂ、および内周側磁石９２の周方向他側の端部９２Ｂが円Ａの中心を通る直線Ｌ２にそれぞれ接する構成とし、各磁束制御部１００において、第３の磁性部材１０３の外周端側の周方向一側の端部１０３Ａが、円Ａの中心を通りかつ第３の磁性部材１０３の内周端側の周方向一側の端部１０３Ｂに接する直線Ｌ５に接せず、また、第２の磁性部材１０２の周方向他側の端部１０２Ａが、円Ａの中心を通りかつ第１の磁性部材１０１の周方向他側の端部１０１Ａに接する直線Ｌ６に接しない構成としてもよい。このような構成でも、被検出体の第１の部分５１の回転時に、各磁界形成部９１における内周側磁石９２および外周側磁石９３が、磁束制御部１００を構成する磁性部材１０１、１０２、１０３の下方に同時に到達すること、または磁束制御部１００を構成する磁性部材１０１、１０２、１０３の下方から同時に離脱することを防止することができ、第１の部分５１の回転に生ずるコギングを小さくすることができる。

【００６１】

また、上記実施形態において、第１の磁性部材３１は点Ｐ１および点Ｐ３を通る円Ｃの円弧に沿って伸長しているが、第１の磁性部材３１の形状を、点Ｐ１および点Ｐ３を通って直線状に伸長する形状としてもよい。また、第１の磁性部材３１の形状を、点Ｐ１と、円Ｃ上における点Ｐ１と点Ｐ３との中間の点と、点Ｐ３とを通るくの字型の形状としてもよい。また、第１の磁性部材３１の形状を、点Ｐ１と、点Ｐ１から点Ｐ３までの円Ｃの円弧上に位置する２つ以上の点と、点Ｐ３とを順次直線で結んだ形状（多角形の周の一部の形状）としてもよい。また、上記実施形態において、第２の磁性部材３２は点Ｐ２および点Ｐ４を通る円Ｄの円弧に沿って伸長しているが、第２の磁性部材３２の形状も上述したような直線状、くの字型、または多角形の周の一部の形状としてもよい。

【００６２】

また、上記実施形態では、各磁界形成部１１において、支持板１４上に内周側磁石１２および外周側磁石１３を設けたが、これに代え、１本の棒状の磁石をその伸長方向が円Ａの径方向となるように支持板１４上に設けてもよい。また、各磁界検出部２１の磁性線材２２は、実施形態に記載した磁性線材に限定されず、大バルクハウゼン効果を生ずる他の磁性線材を用いることができる。例えば、磁性線材において、その中心側部分よりも外周側部分の方が保磁力が大きい、大バルクハウゼン効果を生ずる磁性線材を用いてもよい。また、磁界形成部１１の配置間隔は９０度に限定されない。また、磁界検出部２１の配置間隔は６０度に限定されない。また、磁界形成部１１の個数は５つ以上でもよく、磁界検出部２１の個数は４つ以上でもよい。

【００６３】

また、上記実施形態では、第１の部分５１が第２の部分５２に対して回転する被検出体において、各磁界形成部１１を第１の部分５１に設け、各磁界検出部２１および各磁束制御部３０を第２の部分５２に設け、各磁界形成部１１が各磁界検出部２１および各磁束制御部３０に対して回転する場合を例にあげたが、本発明はこれに限らない。第２の部分５２が第１の部分５１に対して回転する被検出体において、各磁界形成部１１を第１の部分

５１に設け、各磁界検出部２１および各磁束制御部３０を第２の部分５２に設け、各磁界検出部２１および各磁束制御部３０が各磁界形成部１１に対して回転するようにしてもよい。

【００６４】

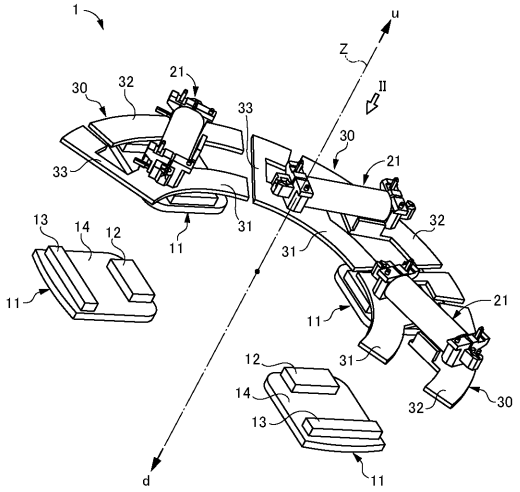
また、本発明は、請求の範囲および明細書全体から読み取ることのできる発明の要旨または思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う回転検出装置もまた本発明の技術思想に含まれる。

【符号の説明】

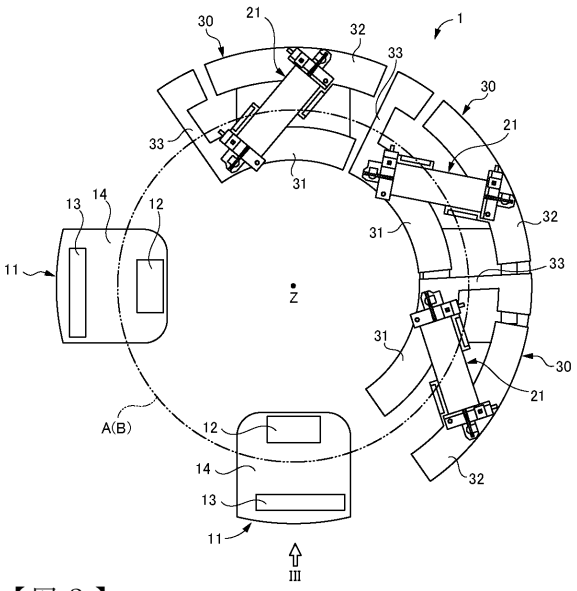
【００６５】

１、６１　回転検出装置
１１、９１　磁界形成部
１２、９２　内周側磁石
１２Ａ、１２Ｂ　端面
１３、９３　外周側磁石
１３Ａ、１３Ｂ　端面
２１　磁界検出部
２２　磁性線材
２３　コイル
３０、７０、７５、８０、８５、１００　磁束制御部
３１、７１、７６、８１、８６、１０１　第１の磁性部材
３２、７２、７７、８２、８７、１０２　第２の磁性部材
３３、７８、８３、８８、１０３　第３の磁性部材
４１　第１の伸長部
４１Ａ　伸長側端面
４２　第２の伸長部
４２Ａ　伸長側端面
５１　第１の部分
５２　第２の部分

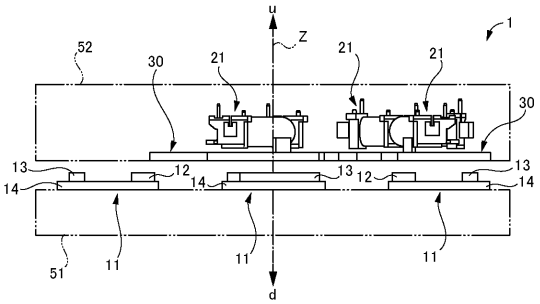
【図１】



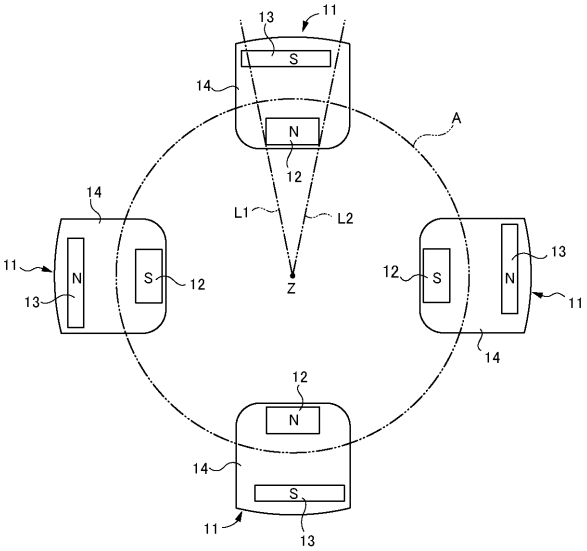

【図２】



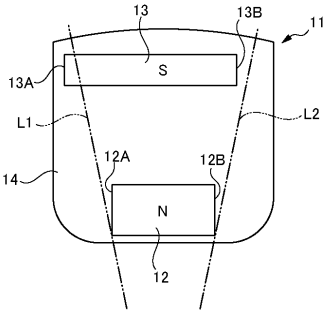

【図３】



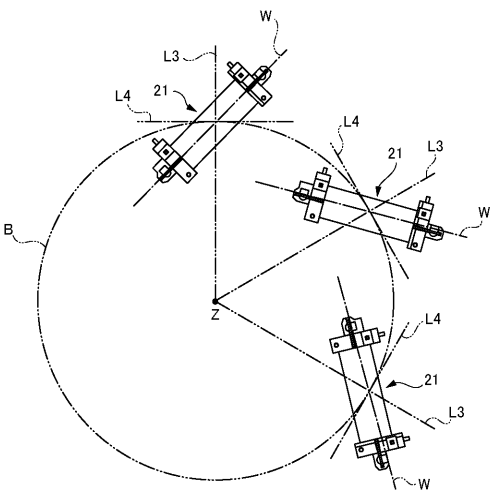

【図４】



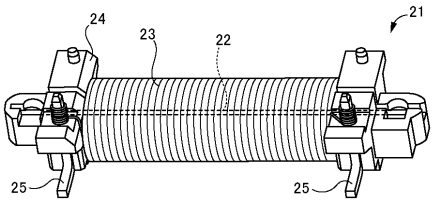

【図５】



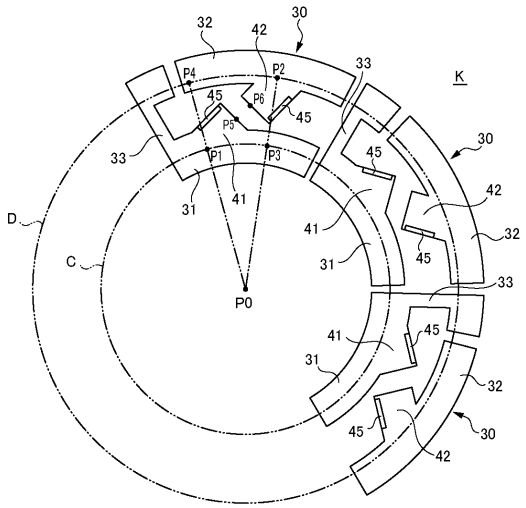

【図６】



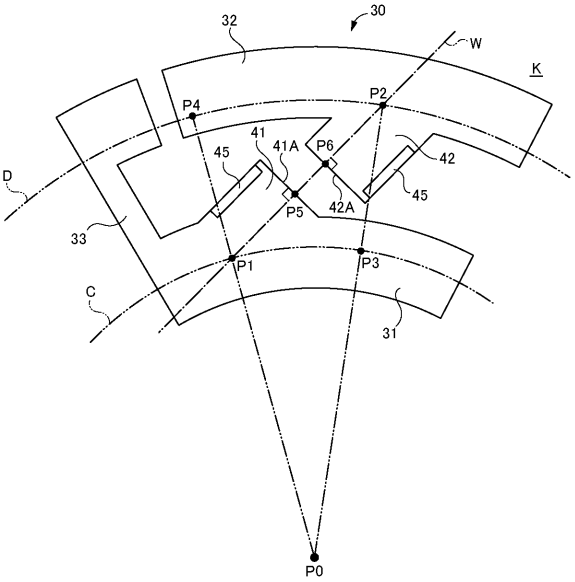
【図７】



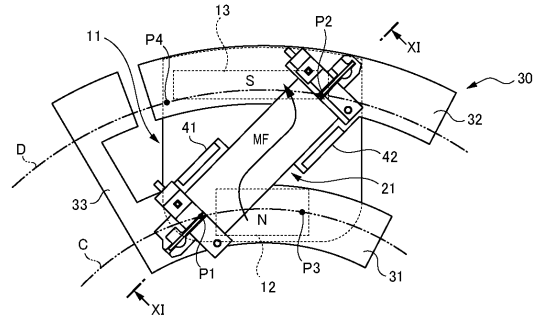

【図８】



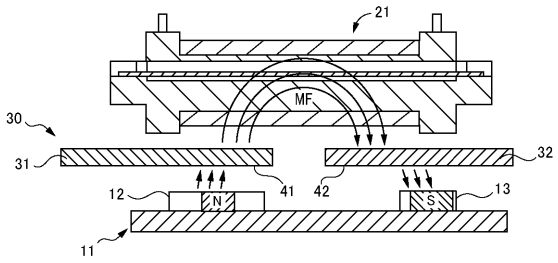

【図９】



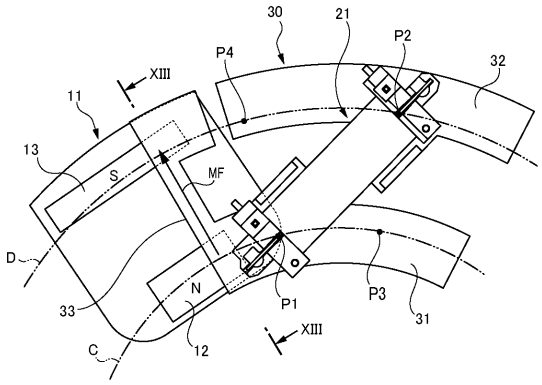

【図１０】



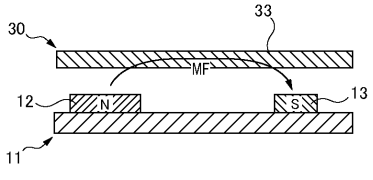

【図１１】



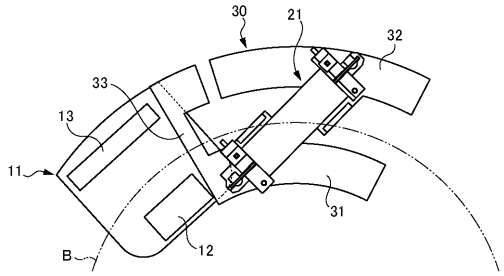

【図１２】



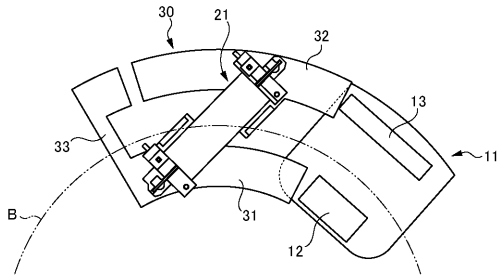

【図１３】



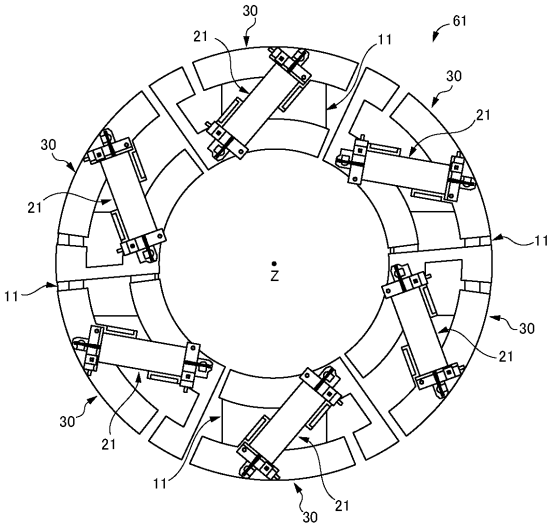
【図１４】



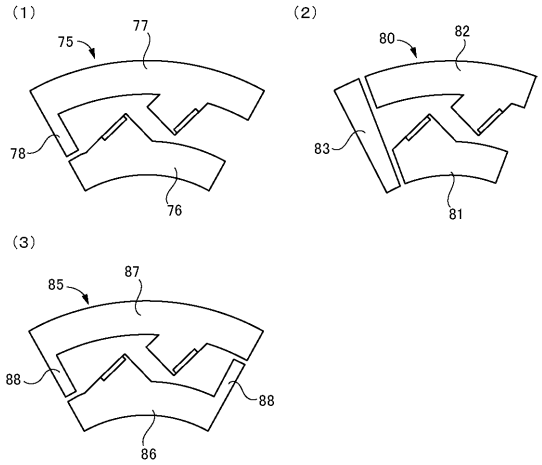

【図１５】




【図１６】




【図１７】




【図１８】

