

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5895774号  
(P5895774)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月11日 (2016. 3. 11)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 D 5/245 (2006. 01)

G O 1 D 5/245 W

G O 1 D 5/347 (2006. 01)

G O 1 D 5/347 I 1 O C

H O 2 K 11/21 (2016. 01)

H O 2 K 11/00 C

請求項の数 12 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2012-193707 (P2012-193707)  
 (22) 出願日 平成24年9月4日 (2012. 9. 4)  
 (65) 公開番号 特開2014-48251 (P2014-48251A)  
 (43) 公開日 平成26年3月17日 (2014. 3. 17)  
 審査請求日 平成27年8月25日 (2015. 8. 25)

(73) 特許権者 000006622  
 株式会社安川電機  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 (74) 代理人 100111202  
 弁理士 北村 周彦  
 (72) 発明者 吉富 史朗  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 株式会社安川電機内  
 (72) 発明者 室北 幾磨  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 株式会社安川電機内  
 (72) 発明者 有永 雄司  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
 株式会社安川電機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シャフトを軸線周りに回転させるモータ本体と、

前記シャフトの回転を検出する回転検出装置と、

前記シャフトの回転位置を検出する光学式の回転位置検出センサとを備え、

前記回転検出装置は、

前記軸線の周囲に前記軸線方向に互いに離間して設けられ、いずれか一方が前記シャフトの回転に伴って前記軸線を回転軸として回転する第1の支持体および第2の支持体と、

前記第1の支持体に固定され、前記第2の支持体に臨み、前記軸線の周囲に周方向にそれぞれ離間して配置され、極性が互いに異なり、前記第1の支持体と前記第2の支持体との間の領域に磁界を形成する少なくとも一対の磁界形成部と、

長さ方向において磁化の方向が変化する棒状、ワイヤ状または長板状の磁性素子にコイルを巻回することにより形成され、前記第2の支持体に固定され、前記第1の支持体に臨み、前記軸線上の点を中心とし前記少なくとも一対の磁界形成部のそれぞれと重なり合う円周の接線と前記磁性素子の長さ方向とが平行となるように配置され、前記磁界形成部により形成された磁界を検出する少なくとも1つの磁界検出部と、

磁性材料により形成され、前記第2の支持体に固定され、前記磁界検出部の長さ方向一端部において前記第1の支持体に臨む部分を覆う第1の磁性部材と、

磁性材料により形成され、前記第2の支持体に固定され、前記磁界検出部の長さ方向他端部において前記第1の支持体に臨む部分を覆う第2の磁性部材とを備え、

10

20

前記第 1 の磁性部材と前記第 2 の磁性部材とは、前記磁界検出部の長さ方向中間部に向けて互いに接近する方向に伸長し、前記磁界検出部の長さ方向中間部において間隙を介して互いに対向し、

前記回転位置検出センサは、

前記シャフトと共に回転する第 1 または第 2 の支持体に形成されるパターンを検出することにより前記シャフトの回転位置を検出することを特徴とするモータ。

【請求項 2】

前記回転位置検出センサは、

前記パターンとして第 1 または第 2 の支持体に形成される反射パターンと、

前記反射パターンへ光を照射し、前記反射パターンによる反射光を受光する光センサとを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のモータ。

10

【請求項 3】

前記反射パターンは、前記第 1 の支持体において前記磁界形成部が配置されている面の反対側の面、または前記第 2 の支持体において前記磁界検出部が配置されている面の反対側の面に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記第 1 の支持体は前記第 2 の支持体よりも前記モータ本体に接近した位置に配置されると共に前記シャフトの回転に伴って回転し、

前記反射パターンは、前記第 1 の支持体のうち前記モータ本体側に向いた面に形成されていることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のモータ。

20

【請求項 5】

前記第 1 の磁性部材は、前記磁界検出部の長さ方向一端部に対応する位置から前記第 2 の支持体の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、前記第 2 の支持体において前記磁界検出部の長さ方向一端部よりも内周側および外周側の領域をそれぞれ覆い、

前記第 2 の磁性部材は、前記磁界検出部の長さ方向他端部に対応する位置から前記第 2 の支持体の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、前記第 2 の支持体において前記磁界検出部の長さ方向他端部よりも内周側および外周側の領域をそれぞれ覆っていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のモータ。

【請求項 6】

前記磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において互いに対向している前記第 1 の磁性部材の端面および前記第 2 の磁性部材の端面は、前記軸線に対して垂直でかつ前記磁界検出部の長さ方向に対して垂直な方向にそれぞれ伸長していることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のモータ。

30

【請求項 7】

前記第 1 の磁性部材において前記軸線側に向いた端面は、前記磁界検出部の長さ方向と平行な方向に伸長し、前記第 2 の磁性部材において前記軸線側に向いた端面は、前記磁界検出部の長さ方向と平行な方向に伸長していることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のモータ。

【請求項 8】

前記第 1 の磁性部材は前記磁界検出部の長さ方向一端部の端面を覆い、前記第 2 の磁性部材は前記磁界検出部の長さ方向他端部の端面を覆うことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のモータ。

40

【請求項 9】

各磁界形成部は永久磁石であり、各磁界形成部の周方向または前記円周の接線方向の寸法は、前記磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において互いに対向している前記第 1 の磁性部材の端面と前記第 2 の磁性部材の端面との間の距離よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のモータ。

【請求項 10】

前記磁性素子は大バルクハウゼン素子であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のモータ。

50

## 【請求項 1 1】

前記第 2 の支持体には前記軸線の全周を囲むように少なくとも 3 つの前記磁界検出部が設けられ、

前記各磁界検出部に前記第 1 の磁性部材および前記第 2 の磁性部材が設けられ、

前記複数の第 1 の磁性部材および前記複数の第 2 の磁性部材のうち周方向に互いに隣り合う各対の第 1 の磁性部材と第 2 の磁性部材とが互いに接近し、これにより形成された前記複数の第 1 の磁性部材および前記複数の第 2 の磁性部材の連続的な配列が、前記第 2 の支持体との間に前記各磁界検出部を介在させつつ、前記第 2 の支持体において前記第 1 の支持体に望む部分内の外周側を略全周に亘って覆っていることを特徴とする請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載のモータ。

10

## 【請求項 1 2】

前記磁界検出部の検出結果を記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶された情報に基づいて前記シャフトの回転数を検出する回転数検出部とを備え、

前記記憶部は前記磁界検出部に隣接して配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載のモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、磁気を用いてシャフトの回転を検出する回転検出装置を備えたモータに関する。

20

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

モータに搭載し、モータのシャフトの回転検出を行うことが可能な回転検出装置として、磁気を利用した回転検出装置が知られている。

## 【0 0 0 3】

例えば、特許文献 1 の図 7 に記載された回転検出装置（回転検知用の磁気センサ）は、大バルクハウゼンジャンプを起こし得るワイヤ状磁性素子（1 0）の周りに検出コイル（1 1）を巻回してなる検出素子を設け、モータのシャフト等の被検出物に接続される回転中心軸（2 1）を有するドラム状基体（2 0）に、極性を交互に変えた複数の永久磁石（3 1 ないし 3 6）を等間隔に並べて配置することにより構成されている。この回転検出装置において、ドラム状基体（2 0）が回転すると、永久磁石（3 1 ないし 3 6）がワイヤ状磁性素子（1 0）の近傍を順次通過し、これにより、ワイヤ状磁性素子（1 0）に交番磁界が付与される。この結果、ワイヤ状磁性素子の磁化の方向が順次切り換えられ、ドラム状基体（2 0）の回転状態を示すパルス信号が検出コイル（1 1）から出力される。

30

## 【0 0 0 4】

ところが、特許文献 1 の図 7 に記載された回転検出装置では、ワイヤ状磁性素子（1 0）が、ドラム状基体（2 0）の回転軸と平行な方向に伸長している。このため、当該回転検出装置の回転軸方向の寸法が大きくなってしまい、このような回転検出装置をモータに搭載した場合には、モータが大型化してしまうという不都合がある。

40

## 【0 0 0 5】

これに対し、下記の特許文献 2 の図 1 に記載されている回転検出装置（回転センサ）は、バルクハウゼン効果を有するアモルファス磁性体製の鉄芯（2 1）にコイル線（2 2）を巻回することにより形成されたセンサコイル（2）と、所定の回転方向に回転する回転板（2 0 0）に取り付けられた永久磁石（1）とを備え、センサコイル（2）は、鉄芯（2 1）の軸方向が回転板（2 0 0）の回転方向の接線方向と平行となるように配置されている。したがって、特許文献 2 の図 1 に記載されている回転検出装置によれば、特許文献 1 の図 7 に記載されている回転検出装置よりも、回転軸方向の寸法を小さくすることができる。したがって、このような回転検出装置をモータに搭載することにより、モータの小型化を図ることができる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-194182号公報

【特許文献2】特開2000-161989号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献2の図1に記載されているように、永久磁石(1)が取り付けられた回転板(200)の回転方向の接線方向と鉄芯(21)(磁性素子)の長さ方向とが平行となるようにセンサコイル(2)(磁界検出部)を配置した回転検出装置には、次のような問題が生じ得る。

10

【0008】

例えば、特許文献2の図2(a)に記載されているように、回転板(200)の回転により、N極の永久磁石(1)と、センサコイル(2)の一端(2a)側とが互いに接近したときには、永久磁石(1)により形成された磁界が、センサコイル(2)の一端(2a)側から他端(2b)側に向かって鉄芯(21)を通過するので、鉄芯(21)は一の方向に磁化される。また、特許文献2の図2(b)に記載されているように、回転板(200)の回転により、N極の永久磁石(1)と、センサコイル(2)の他端(2b)側とが互いに接近したときには、永久磁石(1)により形成された磁界が、センサコイル(2)の他端(2b)側から一端(2a)側に向かって鉄芯(21)を通過するので、鉄芯(21)は上記一の方向とは反対の方向に磁化される。そして、鉄芯(21)の磁化の方向の変化に応じたパルス信号がセンサコイル(2)のコイル線(22)から出力される。

20

【0009】

このように、回転板(200)が回転する間、永久磁石(1)とセンサコイル(2)の一端(2a)側とが互いに接近した場合と、永久磁石(1)とセンサコイル(2)の他端(2b)側とが互いに接近した場合に限り、鉄芯(21)の磁化の方向が変化するのであれば、回転板(200)の回転状態を精度良く検出することができる。ところが、これら以外の場合に鉄芯(21)の磁化の方向が変化することがある。

【0010】

30

すなわち、回転板(200)の回転により、永久磁石(1)とセンサコイル(2)の長さ方向中間部とが互いに接近したとき、鉄芯(21)の磁化の状態が不安定になり、鉄芯(21)の磁化の方向が変化することがある。この磁化方向の変化は、永久磁石(1)とセンサコイル(2)の長さ方向中間部とが互いに接近したときに常に生じるのではなく、生じるときと生じないときがあり、この磁化方向の変化が生じるか否かを予測することは困難である。

【0011】

このような鉄芯(21)の磁化方向の予測困難な変化が生じる原因は、永久磁石(1)により鉄芯(21)に付与される磁界の方向が、鉄芯(21)の中間部から一端部にかけての部分と中間部から他端部にかけての部分とで異なるからであると考えられる。鉄芯(21)に付与される磁界の方向が、鉄芯(21)の中間部から一端部にかけての部分と中間部から他端部にかけての部分とで異なると、鉄芯(21)において磁化の方向が部分的に変化することとなる。このため、コイル線(22)から出力されるパルス信号の出力レベルが低くなる。また、大バルクハウゼン効果の発現が不確定的になるため、パルス信号の出力レベルにばらつきが生じる。このような低くばらついたパルス信号を後段の検出回路で正確に検出することは困難であり、結果的に、鉄芯(21)における磁化の方向の変化を正確に把握することができない。

40

【0012】

このように磁化の方向の予測困難な変化が生じると、回転板(200)の回転状態を精度良く検出することが困難になる。それゆえ、このような回転検出装置を搭載し、当該回

50

転検出装置によりシャフトの回転を検出する構成を備えたモータにおいて、シャフトの回転状態を精度良く検出することは困難である。

【 0 0 1 3 】

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、回転検出装置において、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化の方向の予測困難な変化を防止してシャフトの回転の検出精度を良くすることができると共に、回転検出装置の回転軸方向の寸法を小さくすることで小型化を図ることができるモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上記課題を解決するために、本発明の第1のモータは、シャフトを軸線周りに回転させるモータ本体と、前記シャフトの回転を検出する回転検出装置とを備え、前記回転検出装置は、前記軸線の周囲に前記軸線方向に互いに離間して設けられ、いずれか一方が前記シャフトの回転に伴って前記軸線を回転軸として回転する第1の支持体および第2の支持体と、前記第1の支持体に固定され、前記第2の支持体に臨み、前記軸線の周囲に周方向にそれぞれ離間して配置され、極性が互いに異なり、前記第1の支持体と前記第2の支持体との間の領域に磁界を形成する少なくとも一对の磁界形成部と、長さ方向において磁化の方向が変化する棒状、ワイヤ状または長板状の磁性素子にコイルを巻回することにより形成され、前記第2の支持体に固定され、前記第1の支持体に臨み、前記軸線上の点を中心とし前記少なくとも一对の磁界形成部のそれぞれと重なり合う円周の接線と前記磁性素子の長さ方向とが平行となるように配置され、前記磁界形成部により形成された磁界を検出する少なくとも1つの磁界検出部と、磁性材料により形成され、前記第2の支持体に固定され、前記磁界検出部の長さ方向一端部において前記第1の支持体に臨む部分を覆う第1の磁性部材と、磁性材料により形成され、前記第2の支持体に固定され、前記磁界検出部の長さ方向他端部において前記第1の支持体に臨む部分を覆う第2の磁性部材とを備え、前記第1の磁性部材と前記第2の磁性部材とは、前記磁界検出部の長さ方向中間部に向けて互いに接近する方向に伸長し、前記磁界検出部の長さ方向中間部において間隙を介して互いに対向していることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明の第1のモータが有する回転検出装置において、第1の支持体には、例えば、N極の第1の磁界形成部とS極の第2の磁界形成部とが軸線の周囲に周方向にそれぞれ離間して配置されている。これにより、第1の支持体と第2の支持体との間の領域には、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界が形成される。第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方が回転すると、相対的にみて、磁界検出部は、このような磁界が形成された領域中を周方向に移動する。

【 0 0 1 6 】

第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1の磁界形成部と磁界検出部の長さ方向一端部とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の長さ方向他端部とが互いに接近すると、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界により、磁界検出部の磁性素子はその一端部から他端部に向いた方向に磁化される。また、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1の磁界形成部と磁界検出部の長さ方向他端部とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の長さ方向一端部とが互いに接近すると、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界により、磁界検出部の磁性素子はその他端部から一端部に向いた方向に磁化される。このように、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方が回転するのに伴って磁性素子の磁化の方向が変化するので、磁性素子の磁化の方向の変化に基づき、第1の支持体または第2の支持体の回転状態を検出することができる。

【 0 0 1 7 】

ここで、磁界検出部の長さ方向一端部は第1の磁性部材により覆われ、長さ方向他端部は第2の磁性部材により覆われている。また、第1の磁性部材と第2の磁性部材とは磁界検出部の長さ方向中間部において互いに接近しているものの、互いに接触はしていない。

このような第1の磁性部材および第2の磁性部材により、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界が次のように誘導される。

【0018】

第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1の磁界形成部と磁界検出部の一端部とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の他端部とが互いに接近したとき、第1の磁界形成部と磁界検出部の一端部との間には第1の磁性部材が介在し、第2の磁界形成部と磁界検出部の他端部との間には第2の磁性部材が介在する。したがって、第1の磁界形成部および第2の磁界形成部により形成される磁束の大部分は、まず、第1の磁界形成部から、磁界検出部の一端部ではなく、第1の磁性部材に進入する。第1の磁性部材に進入した磁束は、第2の磁性部材側に向かって第1の磁性部材中を進行する。磁界検出部の長さ方向中間部において第1の磁性部材と第2の磁性部材とは互いに離れているので、第1の磁性部材中を進行した磁束は、第2の磁性部材に接近するも、第2の磁性部材へは直接進入せず、磁界検出部の中間部においてやや一端部寄りの部分に進入する。磁界検出部の中間部においてやや一端部寄りの部分に進入した磁束は、磁界検出部中をその他端側へ向かって進行し、磁界検出部の長さ方向のちょうど中間を通過し、磁界検出部の中間部においてやや他端部寄りの部分に到達する。磁界検出部の中間部においてやや他端部寄りの部分に到達した磁束は、磁界検出部から離脱して第2の磁性部材に進入する。第2の磁性部材に進入した磁束は、第2の磁界形成部に向かって第2の磁性部材中を進行し、そして、この磁束は第2の磁性部材から第2の磁界形成部に到達する。

10

【0019】

一方、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1の磁界形成部と磁界検出部の他端部とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の一端部とが互いに接近したときには、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界は、上述した磁界の経路と同様の経路を逆方向に辿る。すなわち、第1の磁界形成部および第2の磁界形成部により形成される磁束の大部分は、第1の磁界形成部から、第2の磁性部材、磁界検出部の中間部および第1の磁性部材を順次進行して第2の磁界形成部に到達する。

20

【0020】

このように第1の磁性部材および第2の磁性部材によって磁界が誘導されることにより、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁束の大部分は、磁界検出部のうち、その中間部を通過する。この結果、第1の磁界形成部と磁界検出部の一端部（または他端部）とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の他端部（または一端部）とが互いに接近すると、磁界検出部の中間部の磁束密度が高くなる。一方、第1の磁界形成部および第2の磁界形成部が磁界検出部の一端部および他端部からそれぞれ離れると、磁界検出部の中間部の磁束密度が低くなる。これに対し、第1の磁界形成部および第2の磁界形成部が磁界検出部のそれぞれの端部に接近するか、離れるかにかかわらず、磁界検出部の一端部および他端部の磁束密度の変化は、磁界検出部の中間部の磁束密度の変化と比較して大幅に小さい。したがって、第1の磁界形成部と磁界検出部の一端部（または他端部）とが互いに接近し、かつ第2の磁界形成部と磁界検出部の他端部（または一端部）とが互いに接近した場合に限り磁性素子の磁化方向を変化させることができ、それ以外の場合に磁性素子の磁化方向の変化が生じることを防止することができる。

30

40

【0021】

よって、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化の方向の予測困難な変化を防止してシャフトの回転の検出精度を良くすることができる。また、回転検出装置の回転軸方向の寸法を小さくすることができるので、モータの小型化を図ることができる。

【0022】

また、本発明の第2のモータは、上述した本発明の第1のモータにおいて、前記第1の磁性部材は、前記磁界検出部の長さ方向一端部に対応する位置から前記第2の支持体の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、前記第2の支持体において前記磁界検出部の長さ方向一端部よりも内周側および外周側の領域をそれぞれ覆い、前記第2の磁性部材は

50

、前記磁界検出部の長さ方向他端部に対応する位置から前記第2の支持体の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、前記第2の支持体において前記磁界検出部の長さ方向他端部よりも内周側および外周側の領域をそれぞれ覆っていることを特徴とする。

【0023】

本発明の第2のモータが有する回転検出装置において、第1の磁性部材が、磁界検出部の一端部を含む広い領域を覆っており、第2の磁性部材が、磁界検出部の他端部を含む広い領域を覆っている。したがって、第1および第2の磁界形成部が磁界検出部の両端部にそれぞれ接近しているときには、磁界形成部により形成された磁界を磁界検出部の中間部に誘導する効果を高めることができ、一方、第1または第2の磁界形成部が磁界検出部の端部に接近していないときには、磁界形成部により形成された磁界が磁界検出部に進入することを防止することができる。したがって、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化の方向の予測困難な変化を防止することができる。

10

【0024】

また、本発明の第3のモータは、上述した第1または第2のモータにおいて、前記磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において互いに対向している前記第1の磁性部材の端面および前記第2の磁性部材の端面は、前記軸線に対して垂直でかつ前記磁界検出部の長さ方向に対して垂直な方向にそれぞれ伸長していることを特徴とする。

【0025】

本発明の第3のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1および第2の磁界形成部が磁界検出部の一端部および他端部にそれぞれ接近したとき、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界の拡散を抑制し、当該磁界を磁界検出部の長さ方向と平行な方向に進行させることができる。特に、磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において第2の磁性部材の端面と対向している第1の磁性部材の端面から第1の磁性部材の外部に向かって磁界が進行するとき、あるいは、磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において第1の磁性部材の端面と対向している第2の磁性部材の端面から第2の磁性部材の外部に向かって磁界が進行するとき、磁界の拡散を抑制することができる。これにより、磁界検出部の中間部を磁束密度の高い安定した状態にすることができる。したがって、各磁界形成部と磁界検出部の端部との接近、離間によって生じる、磁界検出部の中間部の磁束密度の変化を大きくし、かつ安定化させることができる。

20

30

【0026】

また、本発明の第4のモータは、上述した第1ないし第3のいずれかのモータにおいて、前記第1の磁性部材において前記軸線側に向いた端面は、前記磁界検出部の長さ方向と平行な方向に伸長し、前記第2の磁性部材において前記軸線側に向いた端面は、前記磁界検出部の長さ方向と平行な方向に伸長していることを特徴とする。

【0027】

本発明の第4のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1および第2の磁界形成部が磁界検出部の一端部および他端部にそれぞれ接近したとき、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界の拡散を抑制し、当該磁界を磁界検出部の長さ方向と平行な方向に進行させることができる。特に、第1または第2の磁性部材において軸線側に向いた端面から磁界がその外部へ拡散することを抑制することができる。これにより、磁界検出部の中間部を磁束密度の高い安定した状態にすることができる。したがって、各磁界形成部と磁界検出部の端部との接近、離間によって生じる、磁界検出部の中間部の磁束密度の変化を大きくし、かつ安定化させることができる。

40

【0028】

また、本発明の第5のモータは、上述した第1ないし第4のいずれかのモータにおいて、前記第1の磁性部材は前記磁界検出部の長さ方向一端部の端面を覆い、前記第2の磁性部材は前記磁界検出部の長さ方向他端部の端面を覆うことを特徴とする。

【0029】

50

本発明の第5のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、第1および第2の磁界形成部が磁界検出部の両端部にそれぞれ接近しているときには、これら一对の磁界形成部により形成された磁界を、磁界検出部の中間部だけでなく、磁界検出部の一端部および他端部にも誘導することができる。これにより、磁界検出部の中間部だけでなく両端部の磁束密度をも高めることができ、磁界検出部全体の磁化の方向を、一对の磁界形成部により形成された磁界の方向と一致するように揃えることができる。したがって、コイルから出力される電気信号（検出信号）の出力レベルを大きくすることができ、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化方向の変化を高精度に検出することが可能になる。一方、第1または第2の磁界形成部が磁界検出部の端部に接近していないときには、磁界形成部により形成された磁界が磁界検出部に進入することを防止することができる。したがって、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化方向の予測困難な変化を防止することができる。

10

#### 【0030】

また、本発明の第6のモータは、上述した第1ないし第5のいずれかのモータにおいて、各磁界形成部は永久磁石であり、各磁界形成部の周方向または前記円周の接線方向の寸法は、前記磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において互いに対向している前記第1の磁性部材の端面と前記第2の磁性部材の端面との間の距離よりも大きいことを特徴とする。

#### 【0031】

本発明の第6のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、第1の支持体および第2の支持体のいずれか一方の回転により、第1または第2の磁界形成部が磁界検出部の中間部に接近したとき、磁界形成部により形成された磁界が磁界検出部に進入することを抑制することができる。すなわち、各磁界形成部の周方向または前記円周の接線方向の寸法が、磁界検出部の長さ方向中間部に対応する位置において互いに対向している第1の磁性部材の端面と第2の磁性部材の端面との間の距離よりも大きいので、例えば、第1の磁界形成部が磁界検出部の中間部に接近したとき、第1の磁界形成部と磁界検出部の中間部との間の距離よりも、第1の磁界形成部と第1または第2の磁性部材との間の距離の方が近くなる。したがって、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界の大部分は、第1または第2の磁性部材に進入する。この結果、当該磁界は磁界検出部にはほとんど進入しない。同様に、第2の磁界形成部が磁界検出部の中間部に接近したときには、第1の磁界形成部から第2の磁界形成部に向かう磁界の大部分が、第1または第2の磁性部材に進入する。この結果、当該磁界は磁界検出部にはほとんど進入しない。したがって、第1または第2の磁界形成部が磁界検出部の中間部に接近したときに、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化方向が変化することを防止することができる。

20

30

#### 【0032】

また、本発明の第7のモータは、上述した第1ないし第6のいずれかのモータにおいて、前記磁性素子は大バルクハウゼン素子であることを特徴とする。

#### 【0033】

本発明の第7のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、第1および第2の磁界検出部により磁性素子に磁界が付与されると、磁性素子の磁化方向が急激に反転し、これにより生じる起電力により、鋭く立ち上がるパルス状の電気信号がコイルに流れる。したがって、磁性素子の磁化方向の変化に対応したパルス信号を検出信号として取得することができ、第1の支持体または第2の支持体の回転状態を高精度にまたは容易に検出することが可能になる。

40

#### 【0034】

また、本発明の第8のモータは、上述した第1ないし第7のいずれかのモータにおいて、前記第2の支持体には前記軸線の全周を囲むように少なくとも3つの前記磁界検出部が設けられ、前記各磁界検出部に前記第1の磁性部材および前記第2の磁性部材が設けられ、前記複数の第1の磁性部材および前記複数の第2の磁性部材のうち周方向に互いに隣り合う各対の第1の磁性部材と第2の磁性部材とが互いに接近し、これにより形成された前

50



記複数の第１の磁性部材および前記複数の第２の磁性部材の連続的な配列が、前記第２の支持体との間に前記各磁界検出部を介在させつつ、前記第２の支持体において前記第１の支持体に望む部分内の外周側を略全周に亘って覆っていることを特徴とする。

【００３５】

本発明の第８のモータによれば、当該モータが有する回転検出装置において、複数の第１の磁性部材および複数の第２の磁性部材の連続的な配列によって第２の支持体において第１の支持体に望む部分の外周側を略全周に亘って覆うことにより、磁界形成部と磁界検出部との間に生じる磁力を抑え、または当該磁力を周方向に均一化することができ、これにより、第１の支持体または第２の支持体が回転する際にコギングの発生を抑えることができる。

10

【００３６】

また、本発明の第９のモータは、上述した第１ないし第８のいずれかのモータにおいて、前記磁界検出部の検出結果を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された情報に基づいて前記シャフトの回転数を検出する回転数検出部とを備え、前記記憶部は前記磁界検出部に隣接して配置されていることを特徴とする。

【００３７】

本発明の第９のモータによれば、回転検出装置において、記憶部を磁界検出部に隣接して配置したことにより、磁界検出部の検出結果を記憶部に記憶する際、磁界検出部の検出結果を記憶部に伝えるのに必要な電力を低減させることができる。

【００３８】

20

また、本発明の第１０のモータは、上述した第１ないし第９のいずれかのモータにおいて、前記シャフトの回転位置を検出する光学式の回転位置検出センサを備え、前記回転位置検出センサは、前記シャフトと共に回転する第１または第２の支持体に形成される反射パターンと、前記反射パターンへ光を照射し、前記反射パターンによる反射光を受光する光センサとを備えていることを特徴とする。

【００３９】

本発明の第１０のモータによれば、光学式の回転位置検出センサによってシャフトの回転位置を検出する構成としたことにより、モータ本体からの漏れ磁束に対する影響を受けず、精度の良く、シャフトの回転位置を検出することができる。

【００４０】

30

また、本発明の第１１のモータは、上述した第１０のモータにおいて、前記反射パターンは、前記第１の支持体において前記磁界形成部が配置されている面の反対側の面、または前記第２の支持体において前記磁界検出部が配置されている面の反対側の面に形成されていることを特徴とする。

【００４１】

本発明の第１１のモータが有する回転検出装置において、反射パターンを第１の支持体に形成した場合には、磁界形成部および反射パターンの双方を第１の支持体に設けることができ、第１の支持体を磁界形成部と反射パターンとの共用の部材とすることができる。また、反射パターンを第２の支持体に形成した場合には、磁界検出部および反射パターンの双方を第２の支持体に設けることができ、第２の支持体を磁界検出部と反射パターンとの共用の部材とすることができる。これにより、回転検出装置のサイズを小さくすることができ、モータを小型化することができる。

40

【００４２】

また、反射パターンを第１の支持体に形成した場合には、磁界形成部と回転位置検出センサとを第１の支持体によって互いに分離することができる。また、反射パターンを第２の支持体に形成した場合には、磁界検出部と回転位置検出センサとを第２の支持体によって互いに分離することができる。このように、回転位置検出センサを、磁界形成部または磁界検出部から分離させることにより、磁界検出部により形成される磁界が回転位置検出センサに与える影響を抑制することができる。

【００４３】

50

また、本発明の第 12 のモータは、上述した第 10 または第 11 のモータにおいて、前記第 1 の支持体は前記第 2 の支持体よりも前記モータ本体に接近した位置に配置されると共に前記シャフトの回転に伴って回転し、前記反射パターンは、前記第 1 の支持体のうち前記モータ本体側に向いた面に形成されていることを特徴とする。

【0044】

本発明の第 12 のモータにおいて、第 1 の支持体を第 2 の支持体よりもモータ本体に接近した位置に配置すると共に、反射パターンを第 1 の支持体のうちモータ本体側に向いた面に形成することにより、モータ本体、回転位置検出センサ、第 1 の支持体、磁界形成部、磁界検出部および第 2 の支持体が、この順序で配置されることとなる。このような配置によれば、磁界形成部および磁界検出部を備えた磁氣的構成とモータ本体との間に回転位置検出センサが介在するため、上記磁氣的構成とモータ本体とが互いに離れた位置に配置される。したがって、モータ本体からの漏れ磁束が上記磁氣的構成に与える影響を抑制することができる。

10

【発明の効果】

【0045】

本発明によれば、モータに搭載された回転検出装置において、磁界検出部を構成する磁性素子の磁化の方向の予測困難な変化を防止してシャフトの回転の検出精度を良くすることができると共に、当該回転検出装置の回転軸方向の寸法を小さくすることでモータの小型化を図ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】本発明の実施形態によるモータを含むモータシステムを示す説明図である。

【図 2】本発明の実施形態によるモータを示す説明図である。

【図 3】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置を示す説明図である。

【図 4】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置の第 1 の支持体および磁石を図 3 中の矢示 I V - I V 方向から見た説明図である。

【図 5】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置の第 2 の支持体、磁界検出部および磁性部材を図 3 中の矢示 V - V 方向から見た説明図である。

【図 6】図 5 中の構造体から磁性部材を取り除いた状態を示す説明図である。

【図 7】図 5 中の第 2 の支持体の一部および磁界検出部等を拡大して示す説明図である。

30

【図 8】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置の動作を示す説明図である。

【図 9】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置における磁界の経路を示す説明図である。

【図 10】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置の動作を示す説明図である。

【図 11】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置における磁界の経路を示す説明図である。

【図 12】本発明の実施形態によるモータにおける回転検出装置の動作を示す説明図である。

40

【図 13】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、1つの磁性素子の長さ方向の位置と当該磁性素子の磁束密度との関係を示す特性線図である。

【図 14】比較例による回転検出装置において、1つの磁性素子の長さ方向の位置と当該磁性素子の磁束密度との関係を示す特性線図である。

【図 15】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材等を進行する磁界を示す説明図である。

【図 16】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、モータ本体の回転量を検出する信号処理に関する構成を示す説明図である。

【図 17】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置における第 1 の支持体および反射ディスクを示す説明図である。

50

【図 18】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材の側板部を取り除いた変形例を示す説明図である。

【図 19】図 18 中の回転検出装置において、1つの磁性素子の長さ方向の位置と当該磁性素子の磁束密度との関係を示す特性線図である。

【図 20】本発明のモータにおける回転検出装置の他の実施形態を示す説明図である。

【図 21】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁石の変形例を示す説明図である。

【図 22】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、第 1 の支持体および磁石の変形例を示す説明図である。

【図 23】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、第 1 の支持体および磁石のさらなる変形例を示す説明図である。 10

【図 24】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材の変形例を示す説明図である。

【図 25】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材の他の変形例を示す説明図である。

【図 26】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材のさらなる他の変形例を示す説明図である。

【図 27】本発明の実施形態によるモータの回転検出装置において、磁性部材のさらなる他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】

20

【0047】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0048】

(モータシステムおよびモータ)

図 1 は本発明の実施形態によるモータを含むモータシステムを示している。図 1 において、モータシステム 201 は、本発明の実施形態によるモータ 210 と、制御装置 220 とを備えている。さらに、モータ 210 は、モータ本体 211 と、回転検出装置 1 とを備えている。

【0049】

モータ本体 211 はシャフト 213 を備えている。モータ本体 211 は、軸線 A を回転軸とし、シャフト 213 を当該回転軸周りに回転させることにより、回転力を出力する。なお、本実施形態においてモータ本体 211 は、動力源として電気を使用する電動式モータであるが、モータ本体はこれに限定されるものではなく、例えば、油圧式モータ、エア式モータ、蒸気式モータ等の他の動力源を使用したモータであってもよい。

30

【0050】

回転検出装置 1 は、モータ本体 211 の回転力を出力する負荷装置側の反対側に配置され、シャフト 213 に連結されている。そして、回転検出装置 1 は、シャフト 213 の回転位置（回転角度）および回転数を検出することにより、モータ本体 211 の回転量  $x$  を検出し、その回転量  $x$  を表す位置データを出力する。なお、回転検出装置 1 は、モータ本体 211 の回転量  $x$  に加え、モータ本体 211 の回転速度  $v$  およびモータ本体 211 の回転加速度  $a$  の少なくとも一方を検出することもできるが、本実施形態では回転量  $x$  のみを検出する場合を例にあげる。

40

【0051】

制御装置 220 は、不図示の上位制御装置から上位制御指令を取得し、かかる上位制御指令に応じてモータ本体 211 を制御する。制御装置 220 は、回転検出装置 1 から出力される位置データを取得し、かかる位置データに基づいて、モータ本体 211 の回転が上位制御指令に応じた回転となるように、モータ本体 211 の回転を制御する。モータ本体 211 として電動式モータが使用される本実施形態では、制御装置 220 は、位置データに基づいて、モータ本体 211 に制御信号として印加する電流又は電圧等を制御することにより、モータ本体 211 の回転を制御する。なお、モータ本体 211 が、油圧式、エア 50

式、蒸気式などの他の動力源を使用する場合には、制御装置 220 は、それらの動力源の供給を制御することにより、モータ本体 211 の回転を制御することが可能である。

【0052】

図 2 はモータ 210 の構成を示している。図 2 に示すように、モータ 210 は、モータ本体 211 と回転検出装置 1 とを備え、モータ本体 211 の反負荷側に回転検出装置 1 が取り付けられている。モータ本体 211 は、シャフト 213 と、フレーム 215 と、ブラケット 216 と、軸受 217A、217B と、固定子 218 と、回転子 219 とを備えている。

【0053】

フレーム 215 は、筒状に形成されており、内周面に固定子 218 の外周が固着され、一端側で軸受 217A を保持している。ブラケット 216 は、略円盤状に形成され、外周部がフレーム 215 の他方端に取り付けられ、内周部で軸受 217B を保持している。これら軸受 217A、217B によって、シャフト 213 が軸線 A 周りを回転可能となるように保持されている。

【0054】

固定子 218 は、固定子コアと固定子巻線とを備えており、フレーム 215 に固定されている。かかる固定子 218 の内周側には空隙を介して回転子 219 が対向配置され、固定子 218 の固定子巻線に電流を流すことにより固定子 218 の内側に回転磁界が発生する。回転子 219 は、回転子コアおよび複数の永久磁石を備え、固定子 218 の内側に生じた回転磁界と回転子 219 の永久磁石が発生する磁界との相互作用により回転子が回転し、この回転子 219 の回転に伴ってシャフト 213 が軸線 A 周りに回転する。

【0055】

( 回転検出装置 )

図 3 は回転検出装置 1 を示している。図 3 において、回転検出装置 1 は、シャフト 213 の回転状態、例えば回転数および回転方向を検出することができる装置である。

【0056】

回転検出装置 1 のハウジング 2 は、ベース部 233、バックヨーク 234 および蓋部材 235 を備えている。ベース部 233 は中央部にシャフト 213 を挿通する開孔を有し、負荷側がブラケット 216 に取り付けられている。バックヨーク 234 は、金属などの磁性材料からなる円筒状の部材であり、ベース部 233 の反負荷側の外周部に一端が取り付けられている。バックヨーク 234 によって、回転検出装置 1 における耐磁気ノイズ性の向上が図られ、これにより、モータ本体 211 からの漏れ磁束等に起因する回転検出装置 1 の誤動作を抑制することができる。蓋部材 235 は、バックヨーク 234 の他端に取り付けられている。

【0057】

ハウジング 2 内、すなわち、ベース部 233、バックヨーク 234 および蓋部材 235 によって形成される空間内には、第 1 の支持体 11 および第 2 の支持体 12 が収容されている。例えばハウジング 2 は有蓋円筒状に形成され、第 1 の支持体 11 および第 2 の支持体 12 はそれぞれ例えば円盤状に形成されている。ハウジング 2 内において、第 1 の支持体 11 および第 2 の支持体 12 は、軸線 A がそれぞれの中心を貫くように相互に位置が定められている。また、第 1 の支持体 11 および第 2 の支持体 12 は、軸線 A の伸長方向、すなわち軸線方向に互いに離間するように配置されている。第 1 の支持体 11 の面 11A は、軸線 A に対して垂直であり、第 2 の支持体 12 に臨んでいる。また、第 2 の支持体 12 の面 12A は、軸線 A に対して垂直であり、第 1 の支持体 11 に臨んでいる。また、第 1 の支持体 11 は軸線 A を回転軸として回転することができる。一方、第 2 の支持体 12 はハウジング 2 に固定されており、回転しない。また、ハウジング 2 内には、ベース部 233 の開孔を介してシャフト 213 が進入している。シャフト 213 の端部はハウジング 2 内において第 1 の支持体 11 に例えばボルト 236 により固定されている。これにより、シャフト 213 が回転すると、これに伴って、第 1 の支持体 11 がハウジング 2 内で回転する。

## 【0058】

図4は、回転検出装置1の第1の支持体11および第1の支持体11に設けられた4つの磁石を図3中の矢示IV-IV方向から見た図である。図4に示すように、第1の支持体11には4つの磁界形成部としての磁石21、22、23、24が設けられている。各磁石21、22、23、24は例えば板状の永久磁石である。磁石21、22、23、24は第1の支持体11の面11Aに固定されている。面11A上において、磁石21、22、23、24は、軸線Aの周囲に周方向にそれぞれ離間して配置されている。磁石21、22、23、24は、例えば周方向に等しい間隔をもって並べられている。磁石21、22、23、24は、例えば90度ごとに配置されている。磁石21、22、23、24は、周方向に極性が交互に異なるように配置されている。例えば、磁石21、22、23、24において第2の支持体12に臨む側の極性がそれぞれN極、S極、N極、S極となるように配置されている。磁石21、22、23、24は、第1の支持体11と第2の支持体12との間の領域に磁界を形成する。また、図4中の二点鎖線は、軸線A上の点を中心とし、4つの磁石21、22、23、24のそれぞれと重なり合う円周Rを示している。第1の支持体11が回転すると、磁石21、22、23、24の回転の軌跡が円周Rと一致する。また、図4に示すように、磁石21の周方向の寸法D1（磁石21の中心と重なり合う円周R上の点に接する接線の方における磁石21の寸法D1）は所定の値に設定されている。同様に、各磁石22、23、24の周方向の寸法も、磁石21の寸法D1と同じ値に設定されている。

10

## 【0059】

20

図5は、回転検出装置1の第2の支持体12、第2の支持体12に設けられた3つの磁界検出部、および各磁界検出部の各端部を覆う磁性部材を図3中の矢示V-V方向から見た図である。図6は、図5に示す構造体から磁性部材を取り除いた状態を示している。図7は、図5中の第2の支持体12の一部、1つの磁界検出部、当該磁界検出部を覆う一対の磁性部材等を拡大して示している。

## 【0060】

図6に示すように、第2の支持体12には3つの磁界検出部31、32、33が設けられている。各磁界検出部31、32、33は、後述するワイヤ状、棒状または長板状の磁性素子35の周囲にコイル36を巻回することにより形成されている。磁界検出部31、32、33は、第2の支持体12の面12Aに固定されている。面12A上において、磁界検出部31、32、33は、軸線Aの周囲に周方向にそれぞれ離間して配置されている。磁界検出部31、32、33は、例えば周方向に等しい間隔をもって並べられている。磁界検出部31、32、33は、例えば120度ごとに配置されている。また、磁界検出部31は、磁性素子35の長さ方向が円周Rの接線（軸線A上の点および磁性素子35の長さ方向中間の点を通る直線と円周Rとが交わる点に接する接線）と平行となるように位置が定められている。同様に、各磁界検出部32、33も、磁性素子35の長さ方向が円周Rの接線と平行となるように位置が定められている。また、各磁界検出部31、32、33は、磁性素子35の一端部および他端部が円周Rと重なるように位置が定められている。また、各磁界検出部31、32、33は、磁性素子35の一端と軸線Aとの間の距離と、磁性素子35の他端と軸線Aとの間の距離とが互いに等しくなるように配置されている。また、各磁界検出部31、32、33は、磁石21、22、23、24により形成された磁界を検出する。

30

40

## 【0061】

各磁界検出部31、32、33は磁性素子35として複合磁気ワイヤを採用している。一般に、複合磁気ワイヤは、細いワイヤ状の強磁性体である。複合磁気ワイヤは、その外周部は比較的小さな外部磁界の付与によって磁化の方向が変化するのに対し、中心部は比較的大きな外部磁界を付与しなければ磁化の方向が変化しないといった独特な磁気特性を有する一軸異方性の複合磁性体である。複合磁気ワイヤの長さ方向と平行な一方向に、複合磁気ワイヤの中心部の磁化の方向を反転させるのに十分な比較的大きな外部磁界を付与すると、複合磁気ワイヤの中心部の磁化の方向と外周部の磁化の方向とが同じ方向に揃

50

う。その後、複合磁気ワイヤの長さ方向と平行であり、上記一の方法とは逆である他の方向に、複合磁気ワイヤの外周部の磁化の方向だけを反転させることができる程度の比較的小さな外部磁界を付与すると、複合磁気ワイヤの中心部の磁化の方向は変化せず、外周部の磁化の方向だけが反転する。この結果、複合磁気ワイヤは、その中心部と外周部とで磁化の方向が異なる状態となり、この状態は外部磁界を取り除いても維持される。

【0062】

ここで、中心部が上記一の方法に磁化され、外周部が上記他の方向に磁化された状態の複合磁気ワイヤに、上記一の方法に外部磁界を付与する。このとき、外部磁界の強さを始めは小さくし、その後、外部磁界の強さを徐々に増加させる。すると、外部磁界の強さがある強度を超えたときに、大バルクハウゼン効果が生じ、複合磁気ワイヤの外周部の磁化の方向が上記他の方向から上記一の方法へ急激に反転する。そして、複合磁気ワイヤの磁化方向の急激な反転により生じる起電力により、例えば正の方向に鋭く立ち上がるパルス状の電気信号が、複合磁気ワイヤに巻回されたコイルから出力される。

10

【0063】

また、中心部および外周部がいずれも上記一の方法に磁化された状態の複合磁気ワイヤに、上記他の方向に外部磁界を付与する。このときも、外部磁界の強さを始めは小さくし、その後、外部磁界の強さを徐々に増加させる。すると、外部磁界の強さがある強度を超えたときに、複合磁気ワイヤの外周部の磁化の方向が上記一の方法から上記他の方向へ急激に反転する。そして、複合磁気ワイヤの磁化方向の急激な反転により生じる起電力により、例えば負の方向に鋭く立ち上がるパルス状の電気信号が、複合磁気ワイヤに巻回されたコイルから出力される。

20

【0064】

このような複合磁気ワイヤを磁性素子35として採用している各磁界検出部31、32、33において、磁性素子35に外部磁界が付与され、これにより磁性素子35の外周部の磁化方向が変化すると、当該磁性素子35に巻回されたコイル36からパルス状の電気信号（以下、これを「検出パルス」という。）が出力される。回転検出装置1において、磁性素子35に付与される外部磁界に相当するものは、磁石21と磁石22とにより形成される磁界、磁石22と磁石23とにより形成される磁界、磁石23と磁石24とにより形成される磁界、および磁石24と磁石21とにより形成される磁界である。いずれか1つの磁性素子35に着目すると、第1の支持体11が回転することにより、これら4つの磁界が当該磁性素子35に順次付与される。また、これら4つの磁界は、磁性素子35の中心部および外周部の双方の磁化方向を変化させることができるような大きな磁界ではなく、磁性素子35の外周部の磁化方向のみを変化させることができる程度の大きさの磁界である。当該磁性素子35と磁石21、22、23、24との位置関係から、当該磁性素子35に付与される磁界が切り替わるごとに磁界の方向が切り替わるので、当該磁界が切り替わるごとに、当該磁性素子35の外周部の磁化方向が変化し、これに伴い当該磁性素子35に巻回されたコイル36から検出パルスが出力される。

30

【0065】

また、回転検出装置1において、磁石21、22、23、24は例えば90度間隔で配置されているのに対し、磁界検出部31、32、33は例えば120度間隔で配置されている。したがって、第1の支持体11が回転する間に、磁界検出部31、32、33から検出パルスが出力されるタイミングが重なり合うことがない。磁界検出部31、32、33からそれぞれ異なるタイミングで出力される検出パルスを用いて所定の処理を行うことにより、シャフト213の回転数および回転方向を検出することができる。

40

【0066】

また、図5に示すように、磁界検出部31の一端部および他端部は磁性部材41、42によりそれぞれ覆われている。また、磁界検出部32の一端部および他端部は磁性部材43、44によりそれぞれ覆われている。さらに、磁界検出部33の一端部および他端部は磁性部材45、46によりそれぞれ覆われている。

【0067】

50

ここで、磁性部材 4 1、4 2 について具体的に説明する。図 7 に示すように、磁性部材 4 1、4 2 は、例えば鉄等の磁性材料により形成され、第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 上に配置され、第 2 の支持体 1 2 に固定されている。また、磁界検出部 3 1 と磁性部材 4 1、4 2 とは互いに接触していない。また、磁性部材 4 1 は他の磁性部材 4 2 ないし 4 6 のいずれとも接触しておらず、磁性部材 4 2 は他の磁性部材 4 1 および 4 3 ないし 4 6 のいずれとも接触していない。

【0068】

磁性部材 4 1 は平板部 4 1 A と側板部 4 1 B とから形成されている。平板部 4 1 A は磁界検出部 3 1 の一端部の上方において、第 1 の支持体 1 1 の面 1 1 A または第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 A と平行に拡がっている。平板部 4 1 A は、磁界検出部 3 1 の長さ方向一端部において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分を覆っている。さらに、平板部 4 1 A は磁界検出部 3 1 の長さ方向一端部に対応する位置から第 2 の支持体 1 2 の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、第 2 の支持体 1 2 において磁界検出部 3 1 の長さ方向一端部よりも内周側および外周側の領域をもそれぞれ広く覆っている。

10

【0069】

側板部 4 1 B は、平板部 4 1 A の一端部を第 2 の支持体 1 2 に向けて折り曲げることににより形成されている。側板部 4 1 B は、磁界検出部 3 1 の長さ方向一端部の端面（図 7 中の左端面）を覆っている。側板部 4 1 B は第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 A または平板部 4 1 A に対して垂直である。また、側板部 4 1 B の下端部が第 2 の支持体 1 2 に固定されており、これにより磁性部材 4 1 全体が第 2 の支持体 1 2 に固定されている。

20

【0070】

磁性部材 4 2 は、基準線 B を基準に磁性部材 4 1 と線対称の形状を有している。磁性部材 4 2 は、磁性部材 4 1 と同様に、平板部 4 2 A と側板部 4 2 B とから形成されている。平板部 4 2 A は、磁界検出部 3 1 の長さ方向他端部において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分を覆っている。さらに、平板部 4 2 A は磁界検出部 3 1 の長さ方向他端部に対応する位置から第 2 の支持体 1 2 の内周側および外周側に向けてそれぞれ拡がり、第 2 の支持体 1 2 において磁界検出部 3 1 の長さ方向他端部よりも内周側および外周側の領域をもそれぞれ広く覆っている。側板部 4 2 B は、磁界検出部 3 1 の長さ方向他端部の端面（図 7 中の右端面）を覆っている。また、側板部 4 2 B の下端部が第 2 の支持体 1 2 に固定されており、これにより磁性部材 4 2 全体が第 2 の支持体 1 2 に固定されている。

30

【0071】

また、磁性部材 4 1 と磁性部材 4 2 とは、磁界検出部 3 1 の長さ方向中間部に向けて互いに接近する方向に伸長し、磁性部材 4 1 の対向端面 4 1 C と磁性部材 4 2 の対向端面 4 2 C とは、磁界検出部 3 1 の長さ方向中間部において間隙を介して互いに対向している。対向端面 4 1 C、4 2 C は、軸線 A に対して垂直でかつ磁界検出部 3 1 の長さ方向に対して垂直な方向にそれぞれ伸長している。また、対向端面 4 1 C、4 2 C は、第 2 の支持体 1 2 の内周側から磁界検出部 3 1 の長さ方向中間部に対応する位置を通過して第 2 の支持体 1 2 の外周側へ互いの離間距離を一定に保ちつつ伸長している。図 7 に示すように、対向端面 4 1 C と対向端面 4 2 C との間の距離 D 2 は所定の値に設定されている。後述するように、各磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 の周方向の寸法 D 1 が、対向端面 4 1 C と対向端面 4 2 C との間の距離 D 2 よりも大きくなるように、寸法 D 1 および距離 D 2 が設定されている。

40

【0072】

また、磁性部材 4 1 において軸線 A 側に向いた内周側端面 4 1 D は、磁界検出部 3 1 の長さ方向と平行な方向に伸長している。同様に、磁性部材 4 2 において軸線 A 側に向いた内周側端面 4 2 D は、磁界検出部 3 1 の長さ方向と平行な方向に伸長している。一方、磁性部材 4 1 の外周側端面 4 1 E および磁性部材 4 2 の外周側端面 4 2 E は、第 2 の支持体 1 2 の周縁に沿って円弧状に伸張している。

【0073】

また、図 7 に示すように、磁界検出部 3 1 において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分のうち

50

、大部分が磁性部材 4 1、4 2 により覆われており、第 1 の支持体 1 1 に向かって露出している部分はわずかである。磁界検出部 3 1 において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分のうち、磁性部材 4 1 および磁性部材 4 2 により覆われている部分の面積の方が露出している部分の面積よりも大きい。

【 0 0 7 4 】

磁性部材 4 3、4 4 の構成および磁性部材 4 3、4 4 と磁界検出部 3 2 との位置関係等は、磁性部材 4 1、4 2 の構成および磁性部材 4 1、4 2 と磁界検出部 3 1 との位置関係等と同じである。また、磁性部材 4 5、4 6 の構成および磁性部材 4 5、4 6 と磁界検出部 3 3 との位置関係等も、磁性部材 4 1、4 2 の構成および磁性部材 4 1、4 2 と磁界検出部 3 1 との位置関係等と同じである。

10

【 0 0 7 5 】

また、図 5 に示すように、磁性部材 4 1 ないし 4 6 のうち周方向に互いに隣り合う各対の磁性部材 ( 4 1 と 4 2、4 2 と 4 3、4 3 と 4 4、4 4 と 4 5、4 5 と 4 6、4 6 と 4 1 ) は互いに接近し、これにより形成された磁性部材 4 1 ないし 4 6 の連続的な配列が、第 2 の支持体 1 2 との間に磁界検出部 3 1、3 2、3 3 を介在させつつ、第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 A 内の外周側上方を略全周に亘って覆っている。すなわち、磁性部材 4 1 ないし 4 6 の平板部 4 1 A ないし 4 6 A の表面を含む平面において、磁性部材 4 1 ないし 4 6 のうち互いに隣り合う各対の磁性部材間の間隙に対応する領域の面積は、各磁性部材 4 1 ないし 4 6 の平板部 4 1 A ないし 4 6 A の表面の面積と比較して大幅に小さい。このような磁性部材 4 1 ないし 4 6 の連続的な配列により、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 と磁界形成部 3 1、3 2、3 3 との間に生じる磁力を抑え、または当該磁力を周方向に均一化することができる。これにより、第 1 の支持体 1 1 が回転する際にコギングの発生を抑えることができる。

20

【 0 0 7 6 】

図 8 ないし図 1 2 は回転検出装置 1 の動作を示している。これらの図のうち、図 8、図 1 0 および図 1 2 は、図 3 中の矢示 V I I I - V I I I 方向から見た回転検出装置 1 であるが、説明の便宜上、ハウジング 2、シャフト 2 1 3 および第 1 の支持体 1 1 を図示していない。

【 0 0 7 7 】

まず、図 8 および図 1 2 を参照しながら、回転検出装置 1 の基本的な動作について説明する。シャフト 2 1 3 の回転に伴い、第 1 の支持体 1 1 と共に磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 が時計回りまたは反時計回りに回転すると、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 によって第 1 の支持体 1 1 と第 2 の支持体 1 2 との間に形成された磁界がこれに伴って回転する。磁界検出部 3 1、3 2、3 3 は、このように回転する磁界の中で静止しているので、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 に付与される磁界の極性が回転に伴って変化する。これにより、各磁界検出部 3 1、3 2、3 3 において、磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が変化し、コイル 3 6 から検出パルスが出力される。この検出パルスに基づいてシャフト 2 1 3 の回転数および回転方向を検出することができる。

30

【 0 0 7 8 】

ここで、磁界検出部 3 1 に着目し、この動作を具体的に説明する。例えば磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 がその他端部から一端部に向いた方向に磁化された状態であるときに、第 1 の支持体 1 1 が反時計回りに回転したとする。これにより、図 8 に示すように、N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ S 極の磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近すると、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁界により、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が反転する。この結果、当該磁性素子 3 5 の磁化方向がその一端部から他端部に向いた方向となる。そして、当該磁性素子 3 5 の磁化方向の反転により、当該磁性素子 3 5 に巻回されたコイル 3 6 から例えば正の方向に鋭く立ち上がる検出パルスが出力される。

40

【 0 0 7 9 】

引き続き、第 1 の支持体 1 1 の反時計回りの回転が継続し、図 1 2 に示すように、S 極

50



の磁石 2 4 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近すると、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁界により、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が反転する。この結果、当該磁性素子 3 5 の磁化方向がその他端部から一端部に向いた方向となる。そして、当該磁性素子 3 5 の磁化方向の反転により、当該磁性素子 3 5 に巻回されたコイル 3 6 から例えば負の方向に鋭く立ち上がる検出パルスが出力される。

【 0 0 8 0 】

引き続き、第 1 の支持体 1 1 が回転を続け、N 極の磁石 2 3 が磁界検出部 3 1 の一端側に接近し、かつ S 極の磁石 2 4 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近したときには、磁石 2 3 から磁石 2 4 に向かう磁界により、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の磁化方向がその一端部から他端部に向いた方向となり、コイル 3 6 から例えば正の方向に鋭く立ち上がる検出パルスが出力される。さらに、第 1 の支持体 1 1 が回転を続け、S 極の磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の一端側に接近し、かつ N 極の磁石 2 3 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近したときには、磁石 2 3 から磁石 2 2 に向かう磁界により、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の磁化方向がその他端部から一端部に向いた方向となり、コイル 3 6 から例えば負の方向に鋭く立ち上がる検出パルスが出力される。磁界検出部 3 2、3 3 も磁界検出部 3 1 と同様に動作する。

【 0 0 8 1 】

次に、図 8 ないし図 1 2 を参照しながら、磁性部材 4 1 ないし 4 6 による磁界誘導機能について説明する。すなわち、磁性部材 4 1、4 2 は、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 により磁界検出部 3 1 に付与される磁界を誘導し、所定の磁路を形成する機能を有する。また、磁性部材 4 3、4 4 は、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 により磁界検出部 3 2 に付与される磁界を誘導し、所定の磁路を形成する機能を有する。また、磁性部材 4 5、4 6 は、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 により磁界検出部 3 3 に付与される磁界を誘導し、所定の磁路を形成する機能を有する。

【 0 0 8 2 】

ここで、磁性部材 4 1、4 2 の磁界検出部 3 1 に対する磁界誘導機能について具体的に説明する。図 8 に示すように、第 1 の支持体 1 1 が例えば反時計回りに回転し、N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ S 極の磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近したとする。このとき、図 9 に示すように、磁石 2 1 と磁界検出部 3 1 の一端部との間には磁性部材 4 1 が介在し、一方、磁石 2 2 と磁界検出部 3 1 の他端部との間には磁性部材 4 2 が介在する。したがって、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁束の大部分は、まず、磁石 2 1 から、磁界検出部 3 1 の一端部ではなく、磁性部材 4 1 に進入する。磁性部材 4 1 に進入した磁束は、磁性部材 4 2 側に向かって磁性部材 4 1 の平板部 4 1 A 中を進行する。磁界検出部 3 1 の長さ方向中間部において磁性部材 4 1 と磁性部材 4 2 とは互いに離れているので、磁性部材 4 1 の平板部 4 1 A 中を進行した磁束は、磁性部材 4 2 に接近するも、磁性部材 4 2 へは直接進入せず、磁界検出部 3 1 の中間部においてやや一端部寄りの部分に進入する。磁界検出部 3 1 の中間部においてやや一端部寄りの部分に進入した磁束は、磁界検出部 3 1 中をその他端側へ向かって進行し、磁界検出部 3 1 の長さ方向のちょうど中間を通過し、磁界検出部 3 1 の中間部においてやや他端部寄りの部分に到達する。磁界検出部 3 1 の中間部においてやや他端部寄りの部分に到達した磁束は、磁界検出部 3 1 から離脱して磁性部材 4 2 に進入する。磁性部材 4 2 に進入した磁束は、磁石 2 2 に向かって磁性部材 4 2 の平板部 4 2 A 中を進行し、そして、この磁束は磁性部材 4 2 から磁石 2 2 に到達する。

【 0 0 8 3 】

このように、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近したときには、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁界が磁性部材 4 1、4 2 により誘導され、図 9 中の黒い実線の矢示で示すような磁路が形成される。この結果、当該磁界の大部分が磁界検出部 3 1 の中間部に付与されるので、磁界検出部 3 1 の中間部の磁束密度が、磁界検出部 3 1 の一端部または他端部の磁束密度と比較して高くなる。

## 【 0 0 8 4 】

また、磁界検出部 3 1 の一端部および他端部において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分を含む広い領域が磁性部材 4 1、4 2 の平板部 4 1 A、4 2 A により覆われており、さらに、磁界検出部 3 1 の一端面（左端面）および他端面（右端面）が磁性部材 4 1、4 2 の側板部 4 1 B、4 2 B により覆われている。これにより、N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ S 極の磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近した場合、磁界検出部 3 1 の周囲であって磁性部材 4 1、4 2 により覆われた内側の空間には、図 9 中の黒い破線の矢印で示すように、磁界検出部 3 1 の一端側から他端側に向かう磁界が形成される。この磁界は、磁性素子 3 5 の中間部だけでなく、磁性素子 3 5 の一端部および他端部にも付与される。もっとも、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁束のうち、その大部分は図 9 中の黒い実線の矢印で示す磁路を進行するので、図 9 中の黒い破線の矢印で示した磁界の強度は、図 9 中の黒い実線の矢印で示した磁界の強度よりも小さい。したがって、図 9 中の黒い破線の矢印で示した磁界が磁界検出部 3 1 に付与されることにより、磁界検出部 3 1 の中間部の磁束密度が一端部または他端部の磁束密度よりも高い状態が保持されたまま、磁界検出部 3 1 の磁束密度が全体的に増加する。

10

## 【 0 0 8 5 】

以上のような磁界が磁界検出部 3 1 に付与されることにより、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の外周部は、図 9 中の白い矢印が示す方向、すなわち磁性素子 3 5 の一端部から他端部に向かう方向に磁化される。したがって、当該磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が当該磁性素子 3 5 の他端部から一端部に向いた方向であった場合には、当該磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が反転し、当該磁性素子 3 5 に巻回されたコイル 3 6 から例えば正の方向に鋭く立ち上がった検出パルスが出力される。

20

## 【 0 0 8 6 】

続いて、図 1 0 に示すように、第 1 の支持体 1 1 が反時計回りにさらに 4 5 度回転し、N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、図 1 1 に示すように、磁石 2 1 と磁界検出部 3 1 との間の距離よりも、磁石 2 1 と磁性部材 4 1 との間の距離の方が短いので、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁束の大部分は、磁石 2 1 から、磁界検出部 3 1 の中間部ではなく、磁性部材 4 1 に進入する。磁性部材 4 1 に進入した磁束は、磁石 2 4 側に向かって磁性部材 4 1 中を進行する。これにより、磁束が磁界検出部 3 1 に進入することを抑制することができる。また、図 1 0 に示すように、磁性部材 4 1 と磁性部材 4 6 とは間隙を介して互いに離間しているので、磁性部材 4 1 を進行した磁束の大部分は磁性部材 4 6 へ進入しない。

30

## 【 0 0 8 7 】

また、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、図 1 1 に示すように、磁石 2 1 と磁界検出部 3 1 との間の距離よりも、磁石 2 1 と磁性部材 4 2 との間の距離の方が短いので、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁束の大部分は、磁石 2 1 から、磁界検出部 3 1 の中間部ではなく、磁性部材 4 2 に進入する。磁性部材 4 2 に進入した磁束は、磁石 2 2 側に向かって磁性部材 4 2 中を進行する。これにより、磁束が磁界検出部 3 1 に進入することを抑制することができる。また、図 1 0 に示すように、磁性部材 4 2 と磁性部材 4 3 とは間隙を介して互いに離間しているので、磁性部材 4 2 を進行した磁束の大部分は磁性部材 4 3 へ進入しない。

40

## 【 0 0 8 8 】

ここで、磁石 2 1 の周方向の寸法 D 1（図 4 参照）は、磁性部材 4 1 の対向端面 4 1 C と磁性部材 4 2 の対向端面 4 2 C との間の距離 D 2（図 7 参照）よりも大きくなるように設定されている。したがって、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、磁石 2 1 と磁性部材 4 1 との間の距離、および磁石 2 1 と磁性部材 4 2 との間の距離のそれぞれが、磁石 2 1 と磁界検出部 3 1 との間の距離よりも確実に短くなる。これにより、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときに、磁石 2 1 から磁石 2 4、2 2 にそれぞれ向かう磁束の大部分が磁性部材 4 1、4 2 に進入することが保証され、当該磁束の磁界検出部 3 1 への進入を効果的に抑制または防止することができる。

50

## 【 0 0 8 9 】

また、磁界検出部 3 1 の一端部および他端部において第 1 の支持体 1 1 に臨む部分を含む広い領域が磁性部材 4 1、4 2 の平板部 4 1 A、4 2 A により覆われており、さらに、磁界検出部 3 1 の一端面（左端面）および他端面（右端面）が磁性部材 4 1、4 2 の側板部 4 1 B、4 2 B により覆われている。これにより、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときに、磁石 2 1 から磁石 2 4、2 2 にそれぞれ向かう磁束の磁界検出部 3 1 への進入を抑制する効果を高めることができる。

## 【 0 0 9 0 】

さらに、磁石 2 1 が磁性部材 4 1 と磁性部材 4 2 とのちょうど中間に位置したときには、磁性部材 4 1 を進行する磁束と、磁性部材 4 2 を進行する磁束とが、図 1 1 に示すように左右対称になる。このため、磁界検出部 3 1 の周囲であって磁性部材 4 1、4 2 により覆われた内側の空間において、磁石 2 1 から磁石 2 2 へ向かう磁界と、磁石 2 1 から磁石 2 4 へ向かう磁界とが互いに打ち消し合い、磁界がほぼ零になる。

## 【 0 0 9 1 】

このように、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、磁石 2 1 から磁石 2 4、2 2 に向かう磁界が、磁性部材 4 1、4 2 により、磁界検出部 3 1 を避けるように誘導される。この結果、当該磁界における磁束の大部分は磁界検出部 3 1 には進入しない。したがって、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向は変化しない。図 1 1 中の白い矢印が示す方向は、図 9 中の白い矢印が示す方向と同じであり、これは磁性素子 3 5 の磁化方向が変化していないことを示している。よって、当該磁性素子 3 5 に巻回されたコイル 3 6 から検出パルスが出力されることはない。

## 【 0 0 9 2 】

続いて、図 1 2 に示すように、第 1 の支持体 1 1 が反時計回りにさらに 4 5 度回転し、S 極の磁石 2 4 が磁界検出部 3 1 の一端部に接近し、かつ N 極の磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の他端部に接近したときには、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁界は、磁性部材 4 1、4 2 により誘導され、図 9 中の黒い実線の矢印および黒い破線の矢印で示す磁界の経路と同様の経路を逆方向に辿る。すなわち、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁束の大部分は、磁石 2 1 から、磁性部材 4 2、磁界検出部 3 1 の中間部および磁性部材 4 1 を順次進行して磁石 2 1 に到達する。この結果、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁界の大部分が磁界検出部 3 1 の中間部に付与されるので、磁界検出部 3 1 の中間部の磁束密度が、磁界検出部 3 1 の一端部または他端部の磁束密度と比較して高くなる。さらに、磁界検出部 3 1 の周囲であって磁性部材 4 1、4 2 により覆われた内側の空間には、磁界検出部 3 1 の他端側から一端側に向かう比較的強度の小さい磁界が形成される。この結果、磁界検出部 3 1 の中間部の磁束密度が一端部または他端部の磁束密度よりも高い状態が保持されたまま、磁界検出部 3 1 の磁束密度が全体的に増加する。

## 【 0 0 9 3 】

このような磁界が磁界検出部 3 1 に付与されることにより、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の外周部は、磁性素子 3 5 の他端部から一端部に向かう方向に磁化される。したがって、当該磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が当該磁性素子 3 5 の一端部から他端部に向いた方向であった場合には、当該磁性素子 3 5 の外周部の磁化方向が反転し、当該磁性素子 3 5 に巻回されたコイル 3 6 から例えば負の方向に鋭く立ち上がった検出パルスが出力される。

## 【 0 0 9 4 】

以上より、磁性部材 4 1、4 2 の磁界誘導機能によれば、互いに極性の異なる磁石が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときには、これらの磁石により形成される磁束が、磁界検出部 3 1 の一端部および他端部よりも中間部を通過するように磁界を誘導することができる。また、磁石が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、この磁石により形成される磁束が磁界検出部 3 1 に進入するのを抑制することができる。

## 【 0 0 9 5 】

これにより、互いに極性の異なる一対の磁石が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部に

それぞれ接近したときには、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の主に中間部の磁束密度を高くすることができる。一方、磁石が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の磁束密度をその全体に亘って低くすることができる。したがって、互いに極性の異なる磁石が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときに限り、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の磁束密度を高くすることができる。それゆえ、互いに極性の異なる磁石が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときに限り、磁性素子 3 5 の磁化方向を変化させることができる。すなわち、互いに極性の異なる磁石が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近していない期間に、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の磁化方向が変化することを防止することができる。

【 0 0 9 6 】

10

図 1 3 は、第 1 の支持体 1 1 が反時計回りに 0 度から 9 0 度回転した間における、磁界検出部 3 1 の磁性素子 3 5 の長さ方向の位置と当該磁性素子 3 5 の磁束密度との関係を示している。図 1 3 において、磁性素子 3 5 の長さ方向位置 0 mm が磁性素子 3 5 の一端位置に相当し、磁性素子 3 5 の長さ方向位置 1 0 mm が磁性素子 3 5 の中間位置に相当し、磁性素子 3 5 の長さ方向位置 2 0 mm が磁性素子 3 5 の他端位置に相当する。また、第 1 の支持体 1 1 の反時計回りの回転角度を示し、例えば、磁石 2 1、2 2 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときの第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 0 度 (  $= 0^\circ$  ) である ( 図 8 参照 )。この場合、第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 4 5 度 (  $= 45^\circ$  ) となったとき、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近する ( 図 1 0 参照 )。また、第 1 の支持体の回転角度が 9 0 度 (  $= 90^\circ$  ) となったとき、磁石 2 4、2 1 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近する ( 図 1 2 参照 )。

20

【 0 0 9 7 】

第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 0 度のときには、図 1 3 中の実線の特性線で示すように、磁性素子 3 5 の中間部の磁束密度が正の方向に最大になっている。これは、磁石 2 1、2 2 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときには、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁界が磁性部材 4 1、4 2 により誘導され、その磁束の大部分が、磁界検出部 3 1 の中間部を通過することを意味する。また、第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 0 度のときには、図 1 3 中の実線の特性線で示すように、磁性素子 3 5 の一端部および他端部の磁束密度も、第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 0 度でないと比較して正の方向に増加している。これは、磁石 2 1、2 2 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部にそれぞれ接近したときには、磁界検出部 3 1 の周囲であって磁性部材 4 1、4 2 により覆われた内側の空間に、磁界検出部 3 1 の一端側から他端側に向かう磁界が形成され、当該磁界が磁性素子 3 5 に付与されることを意味する。

30

【 0 0 9 8 】

また、第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 0 度から 4 5 度に向かって変化する間、図 1 3 中の二点鎖線の特性線で示すように、磁性素子 3 5 の磁束密度が 0 に向かって変化している。これは、磁石 2 1 および磁石 2 2 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部からそれぞれ離れるに連れて、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁束が磁界検出部 3 1 の中間部を通過する程度が小さくなっていくことを意味する。また同時に、これは、磁界検出部 3 1 の周囲であって磁性部材 4 1、4 2 により覆われた内側の空間に形成される、磁界検出部 3 1 の一端側から他端側に向かう磁界の強度が小さくなっていくことを意味する。

40

【 0 0 9 9 】

また、第 1 の支持体 1 1 の回転角度が 4 5 度になったときには、図 1 3 中の一点鎖線の特性線で示すように、磁性素子 3 5 の長さ方向のすべての位置において磁束密度がほぼ 0 になっている。これは、磁石 2 1 が磁界検出部 3 1 の中間部に接近したときには、磁石 2 1 から磁石 2 2 に向かう磁束も、磁石 2 1 から磁石 2 4 に向かう磁束も、磁性部材 4 1、4 2 により、磁界検出部 3 1 を回避するように誘導され、この結果、これらの磁束が磁界検出部 3 1 の中間部に進入していないことを意味する。また、磁性部材 4 1、4 2 が磁界検出部 3 1 の一端部および他端部を広い範囲で覆っているために、磁界検出部 3 1 への磁界進入抑制効果が高められていることを意味する。

50

## 【0100】

さらに、第1の支持体11の回転角度が45度から90度に向かって変化する間、図13中の破線の特性線で示すように、磁性素子35の中間部の磁束密度が負の方向に増加している。これは、磁石24および磁石21が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ近づくに連れて、磁石21から磁石24に向かう磁束が磁界検出部31の中間部を通過する程度が大きくなっていくことを意味する。これと同時に、これは、磁界検出部31の周囲であって磁性部材41、42により覆われた内側の空間に形成される、磁界検出部31の他端側から一端側に向かう磁界の強度が大きくなっていくことを意味する。

## 【0101】

また、第1の支持体11の回転角度が90度のときには、図13中の点線の特性線で示すように、磁性素子35の中間部の磁束密度が負の方向に最大となっている。これは、磁石24、21が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したときには、磁石21から磁石24に向かう磁界が磁性部材41、42により誘導され、その磁束の大部分が、磁界検出部31の中間部を通過することを意味する。また、第1の支持体11の回転角度が0度のときには、図13中の点線の特性線で示すように、磁性素子35の一端部および他端部の磁束密度も、第1の支持体11の回転角度が0度でないときと比較して負の方向に増加している。これは、磁石24、21が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したときには、磁界検出部31の周囲であって磁性部材41、42により覆われた内側の空間に、磁界検出部31の他端側から一端側に向かう磁界が形成され、当該磁界が磁性素子35に付与されることを意味する。

## 【0102】

第1の支持体11の回転により磁性素子35の磁束密度が図13に示すように変化する場合、磁性素子35の特性を、その磁束密度が例えばおよそ正の方向に0.005テスラを超えたとき、または負の方向に-0.005テスラを超えたときに外周部の磁化方向が反転するように設定する。これにより、第1の支持体11の回転角度が0度または90度のときには磁性素子35の磁化方向が確実に反転し、これによりコイル36から十分な出力レベルを有する検出パルスが確実に出力され、一方、第1の支持体11の回転角度が45度のときには磁性素子35の磁化方向が常に反転せず、これによりコイル36から検出パルスが出力されることが確実に阻止される回転検出装置1を実現することができる。すなわち、磁性素子35の磁化方向の予測困難な変化を防止し、第1の支持体11（シャフト213）の回転状態を高精度に検出することができる回転検出装置1を実現することができる。

## 【0103】

なお、図13では、磁性素子35の磁束密度の変化の幅が-0.008テスラから0.008テスラの範囲内であるが、磁性素子35の磁束密度の変化の幅は、磁石21、22、23、24、各磁性素子35等の磁気的特性等に応じて異なる。

## 【0104】

ここで、図14は、比較例として、回転検出装置1から磁性部材41ないし46を取り除いた回転検出装置を用い、第1の支持体11が反時計回りに0度から90度回転した間における、磁界検出部31の磁性素子35の長さ方向の位置と当該磁性素子35の磁束密度との関係を調べた結果を示している。この比較例の回転検出装置では、磁界検出部31が磁性部材41、42に覆われておらず、上述したような磁性部材41、42による磁界の誘導は行われない。この場合、第1の支持体11の回転角度が45度となり、磁石21が磁界検出部31の中間部に接近したときには、図14中の一点鎖線の特性線で示すように、磁性素子35において長さ方向位置5mm付近の磁束密度が0.005テスラとなり、長さ方向位置15mm付近の磁束密度が-0.005テスラとなった。このように、磁性部材を設けない場合には、磁石が磁界検出部の中間部に接近したときに、磁性素子の一端部においてはその磁束密度が正（負）の方向に顕著に大きくなり、他端部においてはその磁束密度が負（正）の方向に顕著に大きくなる。このため、磁石が磁界検出部の中間部に接近したときに、磁性素子の磁化方向が反転することがあり、しかも、反転するか否か

は予測が困難である。この結果、予測していないタイミングで検出パルスが出力されることがあり、それゆえ、第1の支持体11（シャフト213）の回転状態を高精度に検出することは難しい。

【0105】

これに対し、磁性部材41ないし46を備えた回転検出装置1では、図13に示す通り、第1の支持体11の回転角度が45度のときには、磁性素子35の長さ方向のすべての位置において、磁束密度がほぼ0である。このように、第1の支持体11の回転角度が45度のときの磁性素子35の磁束密度に着目して図13と図14とを比較すると、磁性部材41ないし46を設けることにより、第1の支持体11（シャフト213）の回転状態の検出精度を高めることができることが理解できる。

10

【0106】

さらに、磁性部材41、42は磁界誘導機能の性能を高めることができる構成的特徴をいくつか備えている。これらについて図15を参照しながら説明する。図15中の矢印は、磁石21、22が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したときの磁性部材41、42に形成される磁界を模式的に示している。

【0107】

まず、磁性部材41において軸線A側に向いた内周側端面41D、および磁性部材42において軸線A側に向いた内周側端面42Dは、磁界検出部31の長さ方向と平行な方向にそれぞれ伸長している。これにより、磁石21、22が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したとき、磁性部材41中を進行する磁束、および磁性部材42中を進行する磁束は、磁界検出部31の長さ方向とほぼ平行な方向に進行する。これにより、磁性部材41中を進行する磁束、または磁性部材42中を進行する磁束が進行途中で磁界検出部31から離れる方向に拡散するのを抑制することができる。特に、磁性部材41中を進行する磁束が内周側端面41Dから磁性部材41の外部へ拡散するのを抑制することができ、また、磁性部材42中を進行する磁束が内周側端面42Dから磁性部材42の外部へ拡散するのを抑制することができる。したがって、磁石21、22が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したときに、磁石21から磁石22に向かう磁界を磁性部材41、42により磁界検出部31へ誘導する効果を高めることができ、磁界検出部31を磁束密度の高い安定した状態にすることができる。

20

【0108】

次に、磁性部材41の対向端面41Cおよび磁性部材42の対向端面42Cは、軸線Aに対して垂直でかつ磁界検出部31の長さ方向に対して垂直な方向にそれぞれ伸長している。これにより、磁石21、22が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したとき、磁性部材41中を進行する磁束、および磁性部材42中を進行する磁束は、磁界検出部31の長さ方向とほぼ平行な方向に進行する。これにより、磁性部材41中を進行する磁束、または磁性部材42中を進行する磁束が進行途中で磁界検出部31から離れる方向に拡散するのを抑制することができる。特に、磁石21から磁石22に向かう磁界の磁束が磁性部材41中を進行し、対向端面41Cから磁性部材41の外部へ進行するとき、磁束の拡散を効果的に抑制することができる。したがって、磁石21、22が磁界検出部31の一端部および他端部にそれぞれ接近したときに、磁石21から磁石22に向かう磁界を磁性部材41、42により磁界検出部31へ誘導する効果を高めることができ、磁界検出部31を磁束密度の高い安定した状態にすることができる。

30

40

【0109】

以上、磁性部材41、42の磁界検出部31に対する磁界誘導機能について説明したが、磁性部材43、44の磁界検出部32に対する磁界誘導機能、および磁性部材45、46の磁界検出部33に対する磁界誘導機能も、磁性部材41、42の磁界検出部31に対する磁界誘導機能と同様である。磁性部材41ないし46の磁界誘導機能により、磁界検出部31、32、33がそれぞれ有する磁性素子35の磁化方向の予測困難な変化を防止し、シャフト213の回転の検出精度を良くすることができる。

【0110】

50

一方、モータ本体 2 1 1 からは漏れ磁束が生じる。この漏れ磁束は、概ね、軸線 A から放射状に進行する。このため、この漏れ磁束と、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 の磁化方向との互いの位置関係は、ねじれの位置の関係または交差する位置関係となる。したがって、モータ本体 2 1 1 から発生する漏れ磁束が、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 により形成された磁界を磁界検出部 3 1、3 2、3 3 によって検出する動作に与える影響を抑制することができる。よって、当該漏れ磁束により、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 が誤動作することを防止することができる。さらに、この結果、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 をモータ本体 2 1 1 に接近させることができるので、回転検出装置 1 およびモータ本体 2 1 1 からなるモータ 2 1 0 を小型化することができる。

【0 1 1 1】

10

また、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 を設けることによって、回路基板上に実装される多回転検出用の MR 素子やホール素子が不要になる。そのため、それらの実装スペースを基板上に確保する必要がなくなり、回路基板の省スペース化および設計の自由度を高めることができる。

【0 1 1 2】

(回転量の検出)

図 1 6 は、回転検出装置 1 においてモータ本体 2 1 1 の回転量  $x$  を検出する信号処理に関する構成を示している。図 1 7 は第 1 の支持体 1 1 に配置された反射ディスクを示している。

【0 1 1 3】

20

回転検出装置 1 は、シャフト 2 1 3 の回転数および回転位置(絶対位置)をそれぞれ検出し、これらシャフト 2 1 3 の回転数および回転位置に基づいて、モータ本体 2 1 1 の回転量  $x$  を検出する。

【0 1 1 4】

図 1 6 に示すように、シャフト 2 1 3 の回転数は、第 1 の支持体 1 1 の面 1 1 A に設けられた磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 と、第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 A に設けられた磁界検出部 3 1、3 2、3 3 と、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 のそれぞれの端部を覆う磁性部材 4 1 ないし 4 6 と、第 2 の支持体 1 2 に設けられた回転数検出部 2 5 5 (図 5 参照)とにより検出される。以下、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 と、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 と、磁性部材 4 1 ないし 4 6 と、回転数検出部 2 5 5 とを備え、シャフト 2 1 3 の回転数を検出する構成を回転数検出ユニット 2 3 7 (図 2 参照)という。

30

【0 1 1 5】

また、図 1 6 に示すように、シャフト 2 1 3 の回転位置は、第 1 の支持体 1 1 に設けられた反射ディスク 2 4 2 (図 3 参照)と、ハウジング 2 のベース部 2 3 3 に設けられた光検出部 2 3 2 (図 3 参照)とにより検出される。以下、反射ディスク 2 4 2 と、光検出部 2 3 2 とを備え、シャフト 2 1 3 の回転位置を検出する構成を回転位置検出ユニット 2 3 8 (図 2 参照)という。

【0 1 1 6】

これより、回転数検出ユニット 2 3 7 における回転数検出部 2 5 5、並びに回転位置検出ユニット 2 3 8 における反射ディスク 2 4 2 および光検出部 2 3 2 について説明する。

40

【0 1 1 7】

まず、回転数検出ユニット 2 3 7 における回転数検出部 2 5 5 について説明する。回転数検出部 2 5 5 は例えばパッケージ化された集積回路である。図 5 に示すように、回転数検出部 2 5 5 は、第 2 の支持体 1 2 の面 1 2 A 上に配置されている。回転数検出部 2 5 5 は、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 のそれぞれと接近または隣接した位置となるように、面 1 2 A の中央付近に配置されている。

【0 1 1 8】

回転数検出部 2 5 5 は、図 1 6 に示すように、電源切替部 2 7 0 と、波形整形部 2 7 1 と、多回転検出部 2 7 2 と、多回転記憶部 2 7 3 とを備えている。回転数検出部 2 5 5 は、外部から電源電圧  $V_{cc}$  が供給されない場合であっても、磁界検出部 3 1、3 2、3 3

50

から出力される検出パルスから生成される電力に基づいてシャフト 2 1 3 の回転数を検出することができる。

【 0 1 1 9 】

電源切替部 2 7 0 は、外部から電源電圧  $V_{cc}$  が供給される場合、波形整形部 2 7 1、多回転検出部 2 7 2 および多回転記憶部 2 7 3 へ電源電圧  $V_{cc}$  を供給する。一方、外部から電源電圧  $V_{cc}$  が供給されない場合、電源切替部 2 7 0 は、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 から出力される検出パルスから生成した電圧を、波形整形部 2 7 1、多回転検出部 2 7 2 および多回転記憶部 2 7 3 へ供給する。

【 0 1 2 0 】

ここで、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 から出力される検出パルスには、正の方向に立ち上がる検出パルスと、負の方向に立ち上がる検出パルスがある。電源切替部 2 7 0 は、これらの検出パルスのうち、正の方向に立ち上がる検出パルスから電圧を生成し、この電圧を波形整形部 2 7 1、多回転検出部 2 7 2 および多回転記憶部 2 7 3 に供給する。なお、全波整流器等を用い、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 から出力される、負の方向に立ち上がる検出パルスを当該電圧生成に利用することもできる。

【 0 1 2 1 】

波形整形部 2 7 1 は、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 から出力される検出パルスのうち、正の方向に立ち上がる検出パルスを選択し、選択した検出パルスの波形を矩形波となるように整形し、波形整形した検出パルスを多回転検出部 2 7 2 へ出力する。多回転検出部 2 7 2 は波形整形部 2 7 1 から出力された検出パルスに基づき、シャフト 2 1 3 の回転数を検出する。

【 0 1 2 2 】

具体的には、多回転検出部 2 7 2 は、波形整形部 2 7 1 から出力された検出パルスが、磁界検出部 3 1、3 2、3 3 のうちどの磁界検出部から出力された検出パルスによるものを判定し、その結果を多回転記憶部 2 7 3 へ記憶する。例えば、多回転検出部 2 7 2 は、磁界検出部 3 1 に対応する検出パルスの場合には「0 0」のデータを、磁界検出部 3 2 に対応する検出パルスの場合には「0 1」のデータを、磁界検出部 3 3 に対応する検出パルスの場合には「1 0」のデータを、多回転記憶部 2 7 3 へ記憶する。そして、多回転検出部 2 7 2 は、多回転記憶部 2 7 3 に記憶されたデータに基づき、シャフト 2 1 3 の回転数を検出する。多回転検出部 2 7 2 は、シャフト 2 1 3 の回転数を示す情報を位置データ生成部 2 6 2 に出力する。

【 0 1 2 3 】

回転数検出部 2 5 5 は、外部から電源電圧  $V_{cc}$  が供給されない場合でも、消費電力を自己発電できるため、バックアップ用電源（例えば、バッテリー）を省略することができる。

【 0 1 2 4 】

次に、回転位置検出ユニット 2 3 8 における反射ディスク 2 4 2 および光検出部 2 3 2 について説明する。図 3 に示すように、第 1 の支持体 1 1 において、磁石 2 1、2 2、2 3、2 4 が固定された面 1 1 A の反対側の面 1 1 B には、反射ディスク 2 4 2 が固定されている。反射ディスク 2 4 2 は第 1 の支持体 1 1 と共に回転する。図 1 7 に示すように、反射ディスク 2 4 2 は円盤状に形成され、その中心部に孔が形成されている。反射ディスク 2 4 2 は、その中心が軸線 A と一致するように面 1 1 B 上に配置されている。反射ディスク 2 4 2 には、複数の反射スリットを有するスリットアレイ 2 4 3 が反射パターンとして形成されている。

【 0 1 2 5 】

また、図 3 に示すように、光検出部 2 3 2 は、ハウジング 2 のベース部 2 3 3 において、第 1 の支持体 1 1 の面 1 1 B に臨む面に固定されている。光検出部 2 3 2 は、図 1 6 に示すように、光センサ 2 6 0 と、1 回転絶対値検出部 2 6 1 と、位置データ生成部 2 6 2 とを備えている。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50



光センサ 260 は、発光部と受光部とを備えており、第 1 の支持体 11 に設けられた反射ディスク 242 に対して発光部から光を照射する。光センサ 260 は、スリットアレイ 243 による反射光を受光部で受光し、受光状態に応じた信号を出力する。スリットアレイ 243 が有する複数の反射スリットは、反射ディスク 242 の周方向でアブソリュートパターンを有するように、反射ディスク 242 の全周に配置されている。アブソリュートパターンとは、光検出部 232 の受光部が対向する角度内における反射スリットの位置や割合等が、反射ディスク 242 の 1 回転内で一義に定まるようなパターンである。光センサ 260 は、反射ディスク 242 への光の照射に対して反射ディスク 242 の複数の反射スリットから反射される光を受光して反射ディスク 242 の周方向の位置に応じた信号を出力する。

10

#### 【0127】

1 回転絶対値検出部 261 は、光センサ 260 から出力される信号に基づいて、第 1 の支持体 11 の絶対位置、すなわちシャフト 213 の回転位置を検出し、シャフト 213 の回転位置を示す情報を位置データ生成部 262 へ出力する。

#### 【0128】

位置データ生成部 262 は、1 回転絶対値検出部 261 から出力されるシャフト 213 の回転位置を示す情報と、回転数検出部 255 の多回転検出部 272 から出力されるシャフト 213 の回転数を示す情報とを取得する。そして、位置データ生成部 262 は、取得した情報に基づいて、モータ本体 211 の回転量  $x$  を算出する。具体的には、位置データ生成部 262 は、例えば、シャフト 213 の回転数とシャフト 213 の回転位置（回転角

20

#### 【0129】

なお、位置データ生成部 262 は、外部から電源電圧  $V_{cc}$  が供給されている場合、1 回転絶対値検出部 261 から出力されるシャフト 213 の回転位置を示す情報のみに基づいてモータ本体 211 の回転量  $x$  を算出することもできる。一方、外部からの電源電圧  $V_{cc}$  が停止した後、外部からの電源電圧  $V_{cc}$  の供給が開始された場合、1 回転絶対値検出部 261 から出力されるシャフト 213 の回転位置を示す情報と、多回転検出部 272 から出力されるシャフト 213 の回転数を示す情報とに基づいてモータ本体 11 の回転量  $x$  を算出する。

30

#### 【0130】

また、多回転検出部 272 において、シャフト 213 の回転数を検出せずに、多回転記憶部 273 に記憶されたデータを位置データ生成部 262 へ出力するようにしてもよい。この場合、位置データ生成部 262 は、多回転記憶部 273 に記憶されたデータとシャフト 213 の回転位置とに基づいて、シャフト 213 の回転数を演算する。

#### 【0131】

モータ本体 211 の回転量  $x$  を検出する信号処理について以上のような構成を有する回転検出装置 1 においては、回転位置（1 回転絶対値）の検出を光学的構成によって行うことから、モータ本体 211 からの漏れ磁束に対する影響を受けず、精度よく回転位置の検出を行うことができる。

40

#### 【0132】

また、図 2 に示すように、第 1 の支持体 11 の一方側に回転数検出ユニット 237 が形成され、その反対側に回転位置検出ユニット 238 が形成される。これにより、第 1 の支持体 11 を回転数検出と回転位置検出とに共用することができ、省スペース化および小型化を図ることができる。しかも、第 1 の支持体 11 によって回転数検出ユニット 237 と回転位置検出ユニット 238 とを分離することができるため、光検出部 232 や他の回路に対する磁石 21、22、23、24 の磁束による影響を抑制することができる。

#### 【0133】

また、磁界検出部 31、32、33 の検出結果を記憶する多回転記憶部 273 を磁界検出部 31、32、33 に隣接させて配置することにより、磁界検出部 31、32、33 の

50

検出結果を伝える際の電力を低減させることができる。また、電源切替部 270 を磁界検出部 31、32、33 に隣接させて配置することにより、磁界検出部 31、32、33 からの電力供給を効率的に行うことができる。

#### 【0134】

なお、上述した実施形態における回転検出装置 1 では、各磁性部材 41 ないし 46 に側板部 41B ないし 46B を形成する場合を例にあげたが、図 18 に示す回転検出装置 51 のように、側板部のない磁性部材 51、52 を有する構成を採用することもできる。もっとも、各磁性部材に側板部を設ける場合と設けない場合とで、各磁性部材により得られる作用効果が相違する。この作用効果の相違について、図 9、図 13、図 18 および図 19 を参照しながら説明する。図 19 は、図 18 に示す回転検出装置 51 において、第 1 の支持体 11 の回転角度が 0 度の場合と 90 度の場合について、磁界検出部 31 の磁性素子 35 の長さ方向の位置と当該磁性素子 35 の磁束密度との関係を示している。

10

#### 【0135】

図 9 に示すように、磁性部材 41 および 42 は側板部 41B および側板部 42B を有しており、磁界検出部 31 の一端面（左端面）および他端面（右端面）は側板部 41B、42B で覆われている。これにより、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近したときには、図 9 中の黒い破線の矢印で示すように、磁界が側板部 41B から磁界検出部 31 の一端面に進入する一方、磁界が磁界検出部 31 の他端面から側板部 42B へ進出する。したがって、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近したときには、図 13 に示すように、磁性素子 35 の中間部だけでなく、その一端部および他端部の磁束密度も、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近していない場合と比較して増加する。

20

#### 【0136】

一方、図 18 に示すように、磁性部材 51 および 52 は側板部を有しておらず、磁界検出部 31 の一端面（左端面）および他端面（右端面）は側板部により覆われていない。このため、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近したときに、磁界検出部 31 の一端面から進入する磁界、または磁界検出部 31 の他端面から進出する磁界が形成されにくい。この結果、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近したときには、図 19 に示すように、磁性素子 35 の一端部および他端部の磁束密度が増加せず、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近していない場合と同程度である。

30

#### 【0137】

磁性素子 35 の磁化方向の反転を確実に生じさせ、出力レベルが高く安定した検出パルスを得るためには、磁石 21、22 が磁界検出部 31 の一端部および他端部に接近したときに磁性素子 35 の磁束密度が全体的に高くなることが望ましい。この観点から、各磁性部材に側板部を設けることが好ましい。

#### 【0138】

また、上述した実施形態における回転検出装置 1 では、第 1 の支持体 11 には 90 度間隔に 4 つの磁石 21、22、23、24 を設け、第 2 の支持体 12 には 120 度間隔に 3 つの磁界検出部を設けたが本発明はこれに限らない。磁石の個数は 2 個以上であればよく、磁石の配置間隔は限定されず、磁界検出部の個数は限定されず、磁界検出部の配置間隔も限定されない。もっとも、上述したように、第 1 の支持体が回転する間に各磁界検出部から検出パルスが出力されるタイミングが重なり合うことのないように、磁石の配置間隔および磁界検出部の配置間隔を設定することが望ましい。図 20 は、本発明の回転検出装置の他の実施形態として、第 1 の支持体に 2 つの磁石 61、62 を設け、第 2 の支持体 63 に 1 つの磁界検出部 64 を設け、磁界検出部 64 の一端部および他端部を磁性部材 65、66 でそれぞれ覆った回転検出装置 60 を示している。

40

#### 【0139】

また、第 1 の支持体 11 に設ける磁石の形状は、図 21 に示す磁石 71、72、73、74 のように回転方向の接線方向に長い長方形（直方体）としてもよい。また、図 22 に

50

示す第１の支持体８０のように、第１の支持体８０自体を、４つの磁片８１、８２、８３、８４に分割された円盤状の磁石により形成してもよい。また、図２３に示す第１の支持体９０のように、第１の支持体９０自体を、４つの磁片９１、９２、９３、９４に分割されたリング状の磁石により形成してもよい。また、磁石を電磁石により形成することも可能である。

#### 【０１４０】

また、上述した実施形態における回転検出装置１では、各磁界検出部３１、３２、３３の磁性素子３５として複合磁性ワイヤを採用する場合を例にあげたが、他のバルクハウゼン素子を採用することも可能である。

#### 【０１４１】

また、上述した実施形態における回転検出装置１では、磁性部材４１ないし４６等を形成する磁性材料として鉄を例にあげたが、本発明はこれに限らず、他の磁性体ないし強磁性体、例えば、パーマロイ、電磁鋼板等を用いてもよい。

#### 【０１４２】

また、各磁性部材４１ないし４６の形状は、種々の変形が可能である。例えば、図２４に示す磁性部材１０１、１０２のように、対向端面１０１Ｃ（１０２Ｃ）と内周側端面１０１Ｄ（１０２Ｄ）とが交わる角部を一部取り除き、対向端面１０１Ｃ（１０２Ｃ）と内周側端面１０１Ｄ（１０２Ｄ）との間に傾斜面１０１Ｆ（１０２Ｆ）を形成してもよい。また、図２５に示す磁性部材１１１、１１２のように、対向端面１１１Ｃ、１１２Ｃに段部１１１Ｆ、１１２Ｆをそれぞれ形成し、対向端面１１１Ｃと対向端面１１２Ｃとの間の距離を部分的に変化させてもよい。具体的には、磁界検出部３１の中間部と対応する部分では、対向端面１１１Ｃと対向端面１１２Ｃとの間を大きくする。一方、磁石２１、２２、２３、２４が通過する領域に対応する部分（円周Ｒに対応する部分）では、対向端面１１１Ｃと対向端面１１２Ｃとの間を小さくする。また、図２６に示す磁性部材１２１、１２２のように、磁界検出部３１の中間部に対応する部分において対向端面１２１Ｃと対向端面１２２Ｃとが最も接近するように、対向端面１２１Ｃおよび対向端面１２２Ｃとをそれぞれ円弧状に形成してもよい。また、図２７に示す磁性部材１３１、１３２のように、対向端面１３１Ｃおよび対向端面１３２Ｃにおいて、磁石２１、２２、２３、２４が通過する領域に対応する部分（円周Ｒに対応する部分）に、クランク状に屈曲したクランク部１３１Ｆ、１３２Ｆをそれぞれ形成してもよい。

#### 【０１４３】

また、上述した実施形態では、第１の支持体１１およびこれに設けられた磁石２１、２２、２３、２４を回転させる場合を例にあげたが、第２の支持体１２とこれに設けられた磁界検出部３１、３２、３３を回転させる構成を採用することもできる。

#### 【０１４４】

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モータもまた本発明の技術思想に含まれる。

#### 【符号の説明】

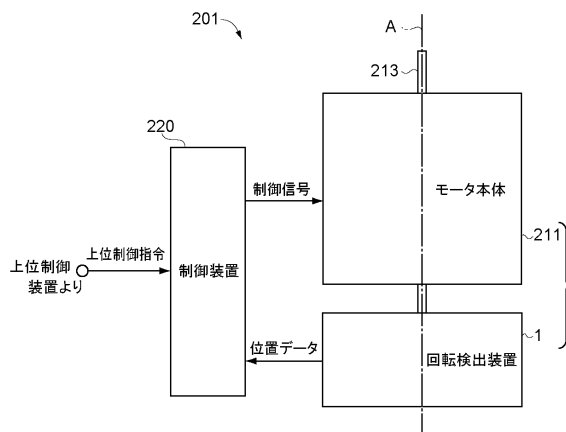
#### 【０１４５】

１、５１ 回転検出装置  
 １１ 第１の支持体  
 １１Ａ、１１Ｂ 面  
 １２ 第２の支持体  
 ２１、２２、２３、２４、６１、６２、７１、７２、７３、７４、８０、９０ 磁石  
 ３１、３２、３３、６４ 磁界検出部  
 ３５ 磁性素子  
 ３６ コイル  
 ４１、４２、４３、４４、４５、４６、６５、６６、１０１、１０２、１１１、１１２、１２１、１２２、１３１、１３２ 磁性部材

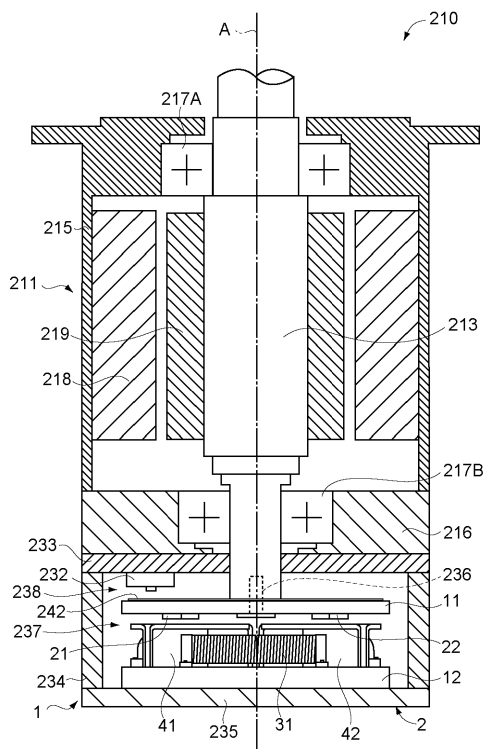
- 4 1 A 4 2 A、4 3 A、4 4 A、4 5 A、4 6 A 平板部  
 4 1 B 4 2 B、4 3 B、4 4 B、4 5 B、4 6 B 側板部  
 4 1 C 4 2 C、4 3 C、4 4 C、4 5 C、4 6 C、1 0 1 C、1 0 2 C、1 1 1 C、  
 1 1 2 C、1 2 1 C、1 2 2 C、1 3 1 C、1 3 2 C 対向端面  
 4 1 D 4 2 D、4 3 D、4 4 D、4 5 D、4 6 D、1 0 1 D、1 0 2 D 内周側端面  
 2 1 0 モータ  
 2 1 1 モータ本体  
 2 1 3 シャフト  
 2 3 7 多回転検出ユニット  
 2 3 8 回転位置検出ユニット (回転位置検出センサ)  
 2 4 2 反射ディスク  
 2 4 3 スリットアレイ (反射パターン)  
 2 6 0 光センサ  
 2 7 2 多回転検出部 (回転数検出部)  
 2 7 3 多回転記憶部 (記憶部)  
 A 軸線  
 R 円周

10

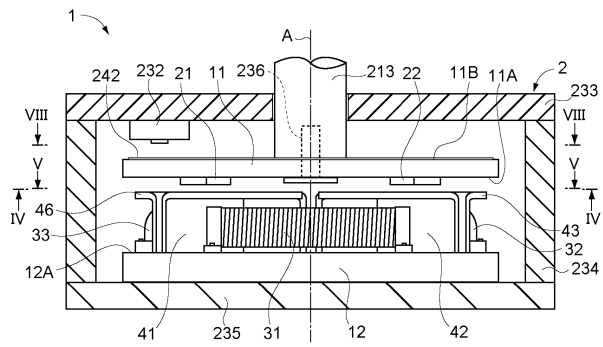
【図 1】



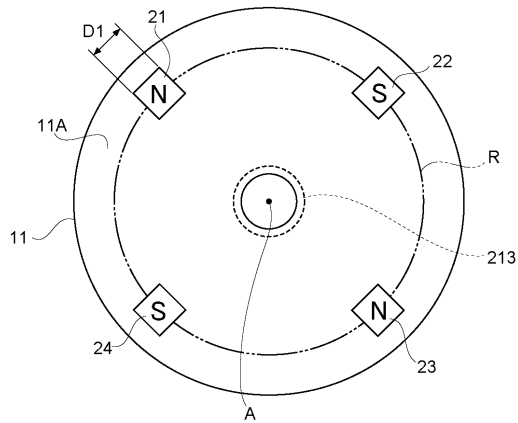
【図 2】



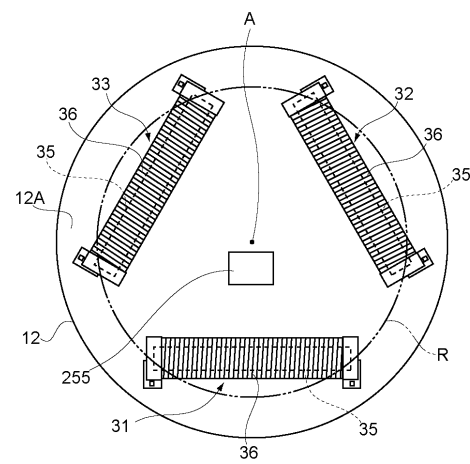
【 図 3 】



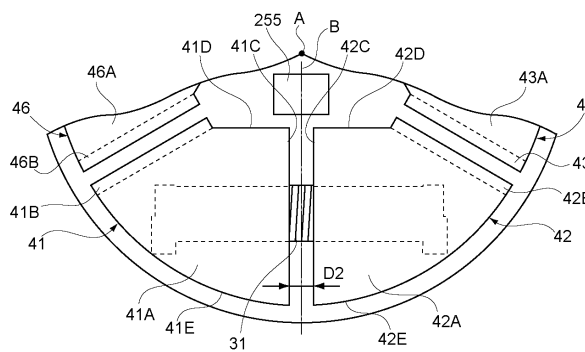
【 図 4 】



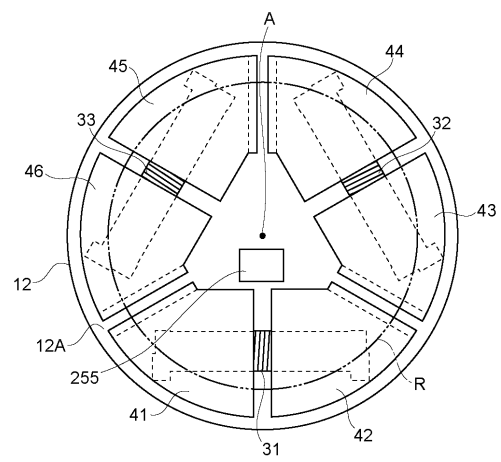
【 図 6 】



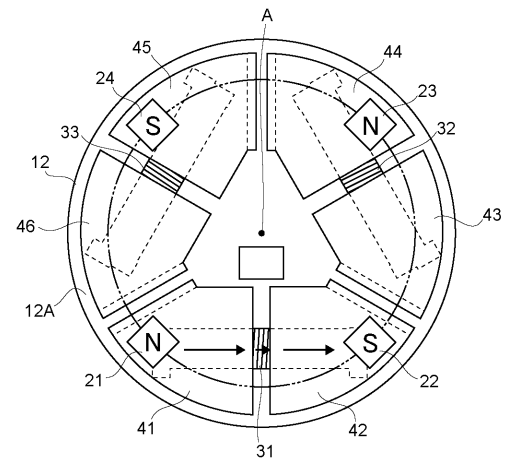
【圖 7】



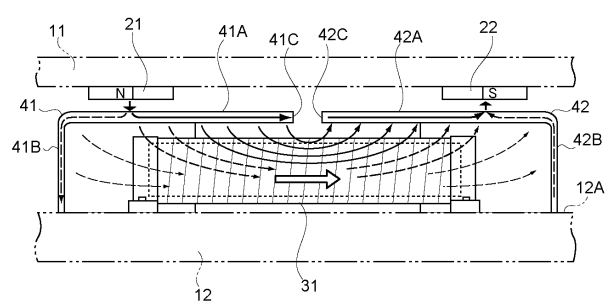
【 図 5 】



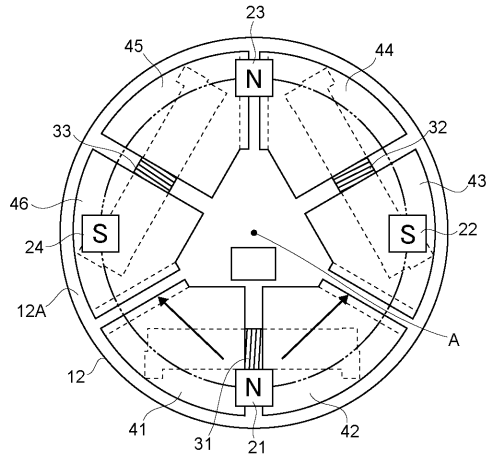
【 図 8 】



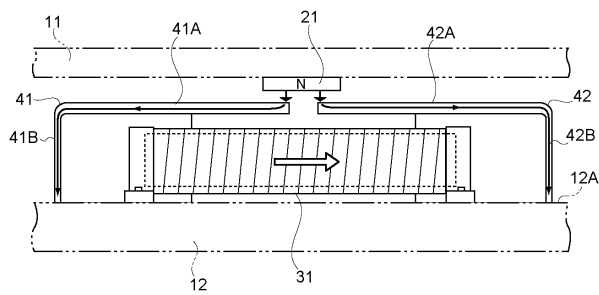
【 図 9 】



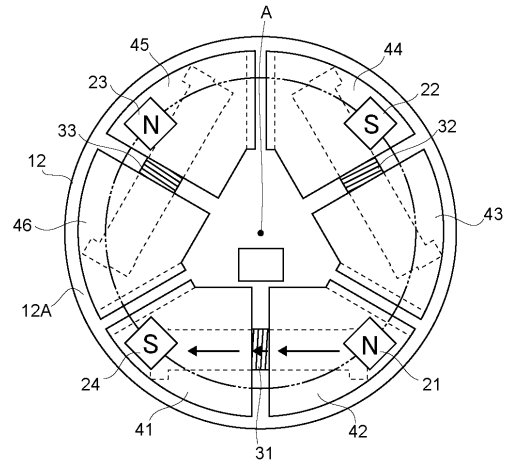
【図10】



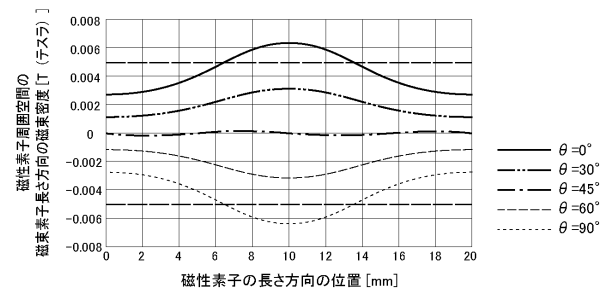
【図11】



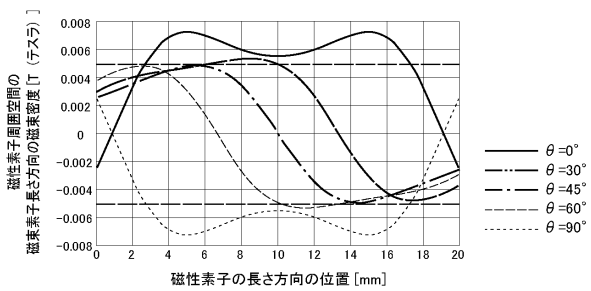
【図12】



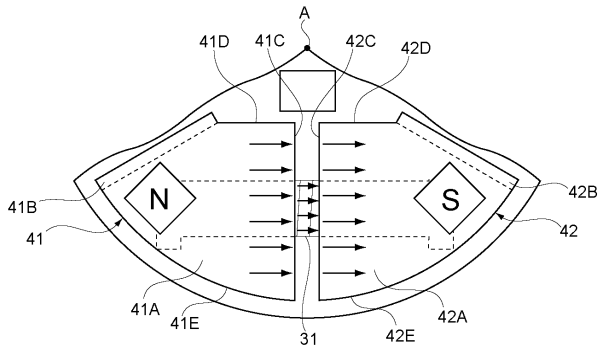
【図13】



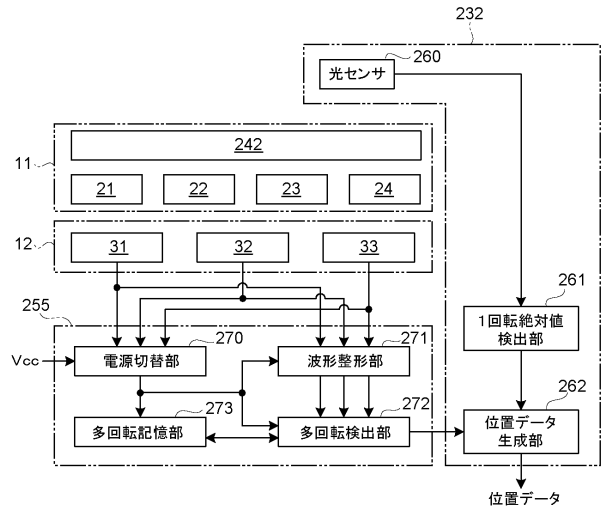
【図14】



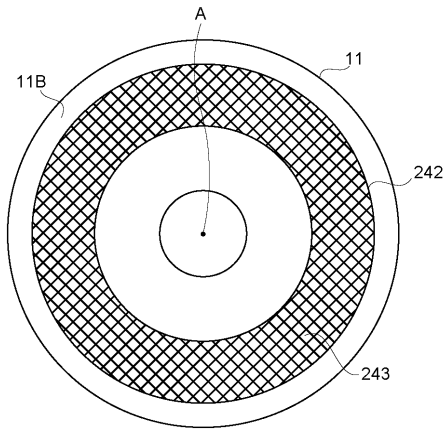
【図15】



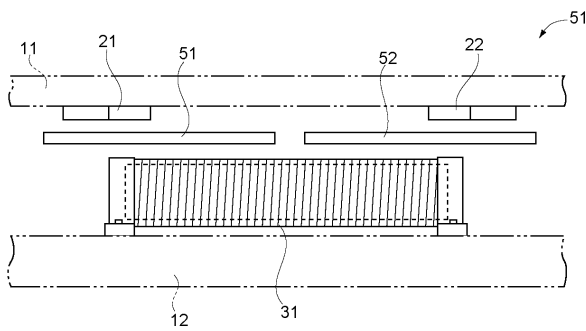
【図16】



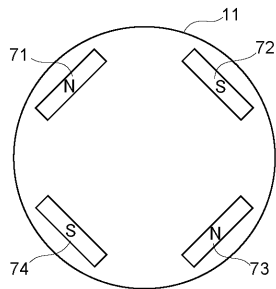
【図 17】



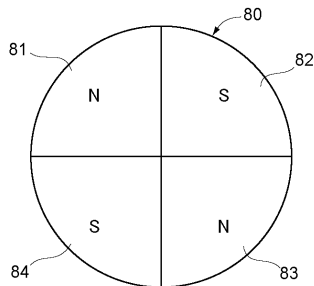
【図 18】



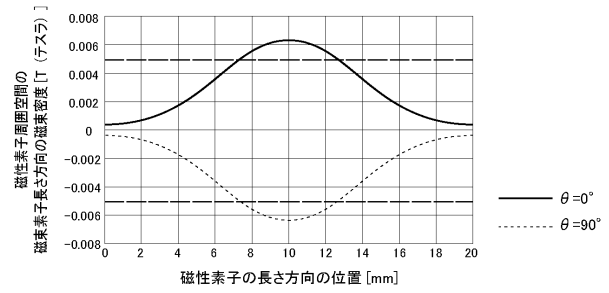
【図 21】



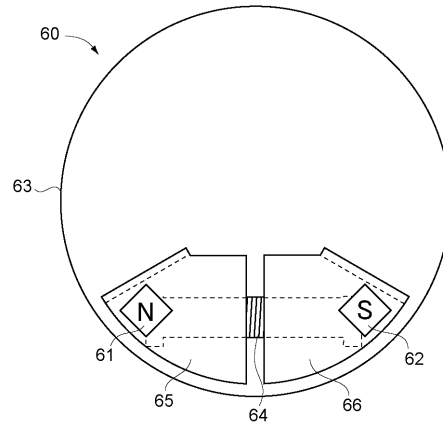
【図 22】



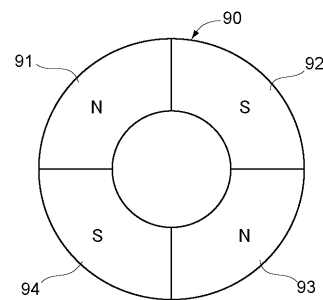
【図 19】



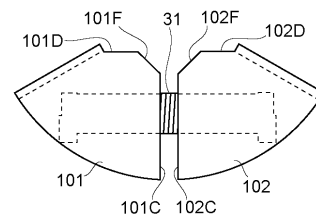
【図 20】



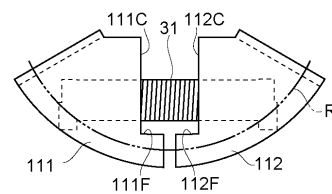
【図 23】



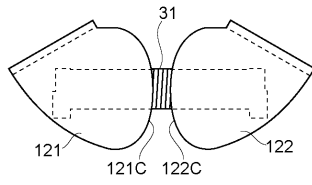
【図 24】



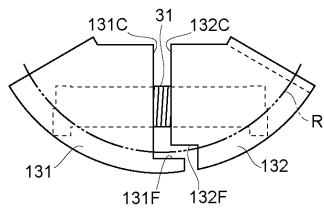
【図 25】



【図 26】



【図 27】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 康  
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
- (72)発明者 村岡 次郎  
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
- (72)発明者 小山 昌二  
東京都品川区大崎 5 丁目 5 番 2 3 号 ヒロセ電機株式会社内

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 4 8 2 5 1 ( J P , A )  
実開昭 5 5 - 7 6 5 3 3 ( J P , U )  
特開 2 0 0 1 - 1 3 3 2 1 0 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 1 D | 5 / 2 4 5 |
| G 0 1 D | 5 / 3 4 7 |
| H 0 2 K | 1 1 / 2 1 |