

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関

国際事務局

(43) 国際公開日

2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/255682 A1

(51) 国際特許分類:

G01D 5/244 (2006.01) H02K 11/215 (2016.01)
G01D 5/245 (2006.01)

大阪府大阪市中央区城見2丁目1
番61号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号 :

PCT/JP2020/021554

(72) 発明者: 揚原 旭生 (AGEHARA Akio). 来嶋
晃太 (KIJIMA Kota).

(22) 国際出願日 :

2020年6月1日(01.06.2020)

(74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.);
〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目
1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (JP).

(25) 国際出願の言語 :

日本語

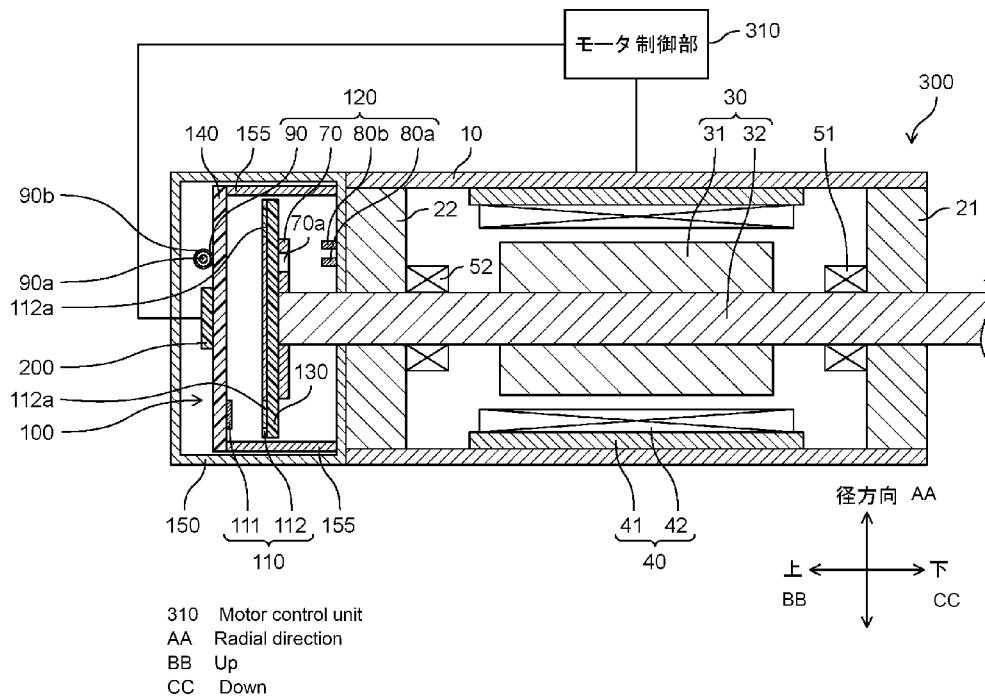
(26) 国際公開の言語 :

日本語

(30) 優先権データ :
特願 2019-115853 2019年6月21日(21.06.2019) JP
特願 2019-173399 2019年9月24日(24.09.2019) JP
(71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会
社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: ROTATION DETECTOR, AND MOTOR COMPRISING SAME

(54) 発明の名称 : 回転検出器及びそれを備えたモータ



(57) Abstract: A rotation detector that detects the amount of rotation of a rotating shaft in a motor, the rotation detector comprising: a magnetism-detecting element configured from a magnetic body and an inductive coil; a magnetism-shielding plate attached to the rotating shaft so as to rotate integrally, the magnetism-shielding plate having a magnetic-flux-transmitting part; and a magnet having a plurality of magnetic poles with mutually different polarities, the magnet being such that the relative position thereof with respect to the magnetism-detecting element does not change. The magnetic body



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

exhibits a high Barkhausen effect when a magnetic field of a prescribed amount or higher is applied. When viewed from a prescribed direction, the magnetism-detecting element, the magnetism-shielding plate, and the magnet are arranged in the stated order with gaps formed between each of the magnetism-detecting element, the magnetism-shielding plate, and the magnet.

- (57) 要約 : モータの回転軸の回転量を検出する回転検出器であって、磁性体と誘導コイルとで構成された磁気検出素子と、回転軸に回転一体に取付けられ、磁束通過部を有する磁気遮蔽板と、磁気検出素子に対して相対位置が変化せず、互いに異なる極性の複数の磁極を有する磁石と、を備えている。磁性体は、所定以上の磁界が印加されると大バルクハウゼン効果を発現する。所定の方向から見て、磁気検出素子と磁気遮蔽板と磁石とは互いに間隔をあけて、磁気検出素子、磁気遮蔽板、磁石の順に配置されている。

明細書

発明の名称：回転検出器及びそれを備えたモータ

技術分野

[0001] 本開示は、回転検出器及びそれを備えたモータに関する。

背景技術

[0002] 従来、モータの回転軸の回転速度または回転角度を検出する回転検出器としてエンコーダが広く用いられている。また、エンコーダで検出された回転速度あるいは回転角度を目標値に近づけるように駆動制御を行うサーボモータが産業用途で広く用いられている。

[0003] 近年、機器の省電力化の観点から、外部電源を使用せずにエンコーダを駆動させる要請が高まりつつある。

[0004] このような、いわゆる、バッテリーレスエンコーダを実現する手法として、大バルクハウゼン効果により磁化反転する磁性体を有する磁気検出素子を用いたエンコーダが、従来、知られている（例えば、特許文献1～3を参照）。磁気検出素子は、内部を流れる磁束の向きが変化すると、その両端に電圧が誘起されるセンサ素子である。誘起された電圧によりエンコーダが駆動される。

[0005] 特許文献1～3に開示される従来の構成では、固定配置された磁気検出素子に対して磁石を回転させることで、磁気検出素子の内部を流れる磁束の向きを変化させていた。

[0006] しかし、この場合、磁石の形状・磁極数、また、回転方向を検出するためには追加されるセンサの配置を工夫する必要がある。これにより、設計コストの増大または設計自由度の減少を招いていた。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：独国特許発明第10259223号明細書

特許文献2：日本国特許第5769879号公報

特許文献3：日本国特許第5964117号公報

発明の概要

- [0008] 本開示はかかる点に鑑みてなされたものである。本開示の目的は、簡便な構成でモータの回転軸の回転量を検出可能な回転検出器及びそれを備えたモータを実現することにある。
- [0009] 上記の目的を達成するために、本開示に係る回転検出器は、モータの回転軸の回転量を検出する回転検出器であって、磁性体と誘導コイルとで構成された磁気検出素子と、回転軸に回転一体に取付けられ、磁束通過部を有する磁気遮蔽板と、磁気検出素子に対して相対位置が変化せず、互いに異なる極性の複数の磁極を有する磁石と、を少なくとも備え、磁性体は、所定以上の磁界が印加されると大バルクハウゼン効果を発現し、所定の方向から見て、磁気検出素子と磁気遮蔽板と磁石とは互いに間隔をあけて、磁気検出素子、磁気遮蔽板、磁石の順に配置されている。
- [0010] この構成によれば、回転検出器内で大きな制約を受けずに磁石及び磁気検出素子を配置でき、回転検出器の設計自由度が向上し、設計コストを低減できる。
- [0011] 本開示に係るモータは、回転軸を有する回転子と、回転子と同軸にかつ回転子と所定の間隔をあけて設けられた固定子と、回転軸に取付けられた回転検出器と、を少なくとも備える。
- [0012] この構成によれば、モータの設計コストを低減できる。さらに、モータの回転状態を確実に制御することができる。
- [0013] 本開示の回転検出器によれば、回転検出器の設計自由度が向上し、設計コストを低減できる。本開示のモータによれば、モータの設計コストを低減できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態1に係るモータの断面模式図である。

[図2]信号処理回路の機能ブロックの概略構成図である。

[図3]別の磁気式エンコーダの断面模式図である。

[図4A]回転軸の回転に伴う磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図4B]回転軸の回転に伴う磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図4C]回転軸の回転に伴う磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図5A]回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す模式図である。

[図5B]回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す他の模式図である。

[図6A]変形例1に係る第1の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図6B]変形例1に係る第1の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図6C]変形例1に係る第1の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図7A]変形例1に係る第2の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図7B]変形例1に係る第2の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図7C]変形例1に係る第2の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図8A]変形例1に係る第3の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図8B]変形例1に係る第3の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図8C]変形例1に係る第3の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。

[図9]実施形態2に係る磁気遮蔽板と磁気検出素子との配置関係を示す模式図である。

[図10A]変形例2に係る磁気遮蔽板と磁石との配置関係を示す模式図である。

[図10B]変形例2に係る別の磁気遮蔽板と磁石との配置関係を示す模式図である。

[図11A]変形例3に係る第1の磁石の磁極配列を示す模式図である。

[図11B]変形例3に係る第2の磁石の磁極配列を示す模式図である。

[図11C]変形例3に係る第3の磁石の磁極配列を示す模式図である。

[図12A]変形例4に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図12B]変形例4に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図13]実施形態3に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図14]実施形態3に係る磁気式エンコーダの斜視図である。

[図15]回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。
。

[図16]実施形態3に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図17]図16に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図18A]実施形態3に係るロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図18B]実施形態3に係る別のロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図19]変形例5に係る第1の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図20]図19に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図21]変形例5に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図22]図21に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図23]変形例5に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図24]図23に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図25]変形例5に係る第4の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図26]図25に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図27]変形例6に係る第1の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図28]図27に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図29]変形例6に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図30]図29に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図31]変形例6に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図32]図31に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図33]変形例7に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図34]図33に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図35]変形例7に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図36]図35に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図37]変形例8に係る第1の磁気式エンコーダの斜視図である。

[図38]変形例8に係る第2の磁気式エンコーダの斜視図である。

[図39]変形例8に係る第3の磁気式エンコーダの斜視図である。

[図40]変形例8に係る第4の磁気式エンコーダの斜視図である。

[図41A]実施形態4に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図41B]図41Aに示す磁気式エンコーダの動作状態を示す模式図である。

[図42A]実施形態4に係るロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図42B]実施形態4に係る別のロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図43]変形例9に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図44]図43に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出

素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図45]変形例9に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

[図46]図45に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図47A]変形例10に係る第1の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図47B]図47Aに示す磁気式エンコーダの動作状態を示す模式図である。

[図48]変形例10に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図49A]変形例10に係るロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図49B]変形例10に係る別のロータリーエンコーダの断面模式図である。

[図50]変形例10に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図51]図50に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図52]変形例11に係る第1の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図53]図52に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図54]変形例11に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図55]図54に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図56]変形例11に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図57]図56に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図58]変形例11に係る第4の磁気式エンコーダを上から見た模式図である

。

[図59]図58に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図60]変形例11に係る第5の磁気式エンコーダを上から見た模式図である
。

[図61]図60に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[図62]変形例11に係る第6の磁気式エンコーダを上から見た模式図である
。

[図63]図62に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本開示、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものでは全くない。

[0016] (実施形態1)

[モータの構成]

図1は、実施形態1に係るモータ300の断面模式図である。なお、図1は、モータ300の構造を模式的に図示しているものであって、実際の形状及び寸法は異なっている。

[0017] モータ300は、モータケース10と、一対のブラケット21、22と、回転子30と、固定子40と、一対の軸受51、52と、ロータリーエンコーダ100とを備えている。なお、以降の説明において、モータケース10の半径方向を径方向と、モータケース10の円周方向を周方向と、回転子30に設けられた回転軸32の軸線方向を軸方向と、それぞれ呼ぶことがある。なお、モータケース10の半径方向は磁気遮蔽板70及び回転板130の半径方向と同じである。また、軸方向において、ロータリーエンコーダ100が設けられた側を上または上側と、その反対側を下または下側とそれぞ

呼ぶことがある。モータ300の各部品または部材において、モータケース10の内部に面した位置にある面を内面と、モータケース10の外部に面した位置にある面を外面とそれぞれ呼ぶことがある。

- [0018] モータケース10は、両端が開口された筒状の金属部材である。モータケース10の内部に回転子30と固定子40と一対の軸受51, 52とが収容されている。なお、モータケース10とブラケット21, 22との当接部分には、Oリング等の弾性体が設けられるようにしてもよい。このようにすることで、モータケース10内の気密を保つことができる。
- [0019] 一対のブラケット21, 22は、モータケース10の両端の開口をそれぞれ覆うように設けられた平板状の金属部材であり、具体的には鉄製の部材である。
- [0020] 回転子30はモータケース10の内部に収容されている。回転子30は、回転子コア31の軸心に回転軸32を有している。また、回転子コア31には、その外周に沿って図示しない複数の磁石が配置されている。互いに隣り合う磁石は磁極の極性が異なっている。モータ300は、回転子コア31の内部に複数の磁石が埋め込まれた、いわゆるIPM (Interior Permanent Magnet) モータである。
- [0021] 回転軸32は、ブラケット21を貫通して、モータケース10の外部に突出するように設けられている。回転軸32には、回転軸32のブラケット21から突出した部分に回転軸32の回転に応じて回転駆動される負荷（図示せず）が連結される。
- [0022] 固定子40は、モータケース10の内部に収容され、かつ回転子30の径方向外側に回転子30と所定の間隔をあけて設けられている。固定子40は、モータケース10の内側面に固定されたヨーク41と、ヨーク41の周方向に沿って所定の間隔をあけて設けられた複数の突極（図示せず）と、複数の突極のそれぞれに巻回された複数のコイル42とで構成されている。
- [0023] 一対の軸受51, 52は、一対のブラケット21, 22の内面にそれぞれ取付けられ、回転軸32を回転可能に支持している。

[0024] ロータリーエンコーダ100は、ブラケット22の上面から外部に突出した回転軸32を取り付けられている。ロータリーエンコーダ100は、光学式エンコーダ110と磁気式エンコーダ120とを有している。ロータリーエンコーダ100の構成については後で詳述する。

[0025] エンコーダケース150は、有底筒状の部品である。エンコーダケース150は、ロータリーエンコーダ100を囲むように、ブラケット22の上面に取付け固定されている。なお、エンコーダケース150の外部からの磁界の影響を防ぐため、エンコーダケース150は、強磁性体金属、例えば、鉄の板材によって形成される。エンコーダケース150は、ロータリーエンコーダ100を機械的に保護するとともに、これらにオイルまたは水分等の液体が付着するのを防止する役割を果たしている。エンコーダケース150の内部には、エンコーダフレーム155に支持された回路基板140が設けられている。エンコーダフレーム155は、後で述べる回転板130の径方向外側に、回転板130を囲むように設けられている。エンコーダフレーム155の下端部はブラケット22に取り付けられている。エンコーダフレーム155の上端部に回路基板140が取り付けられている。

[0026] 次に、モータ300の動作及びその制御について説明する。

[0027] 固定子40に設けられた複数のコイル42は所定の配置関係にある3組に分けられている。それぞれのコイル42の組に互いに電気角で120°の位相差を有する3相の電流が流れ励磁され、固定子40に回転磁界が発生する。この回転磁界と、回転子30に設けられた磁石が発生する磁界との間で相互作用を生じてトルクが発生し、回転軸32が軸受51, 52に支持されて回転する。

[0028] モータ制御部310は、ロータリーエンコーダ100と複数のコイル42のそれぞれとに電気的に接続されている。ロータリーエンコーダ100で検出された回転軸32の回転位置及び回転量に基づいて、複数のコイル42に流れる電流の位相や電流量を補正する。これにより、モータ300の回転状態を所望の状態に制御することができる。また、回転軸32に連結された負

荷（図示せず）の移動量及び軌跡を所望の値に制御できる。

[0029] ここで、「回転量」とは、回転軸32が何回転したかを表わす「回転数」と、後で述べる磁気検出素子90と磁石80a, 80bとの配置に応じて所定の原点位置から回転軸32が回転した角度範囲とを含む情報をいう。また、「回転位置」とは、所定の原点位置から回転軸32が回転した角度のことをいう。「回転位置」は、本実施形態では、1回転以内に原点位置から回転軸32が回転した角度のことをいう。なお、原点位置の情報は、光学式エンコーダの反射パターンに対応して設定された情報がエンコーダまたは制御機器に記録されている。また、原点位置の情報は、磁気式エンコーダ120に設けられた磁気検出素子90の検出信号から大まかに知ることができる。光学式エンコーダの反射パターンに対応して設定された情報がエンコーダまたは制御機器に記録されている。

[0030] [ロータリーエンコーダ及び磁気式エンコーダの構成]

図1に示すように、ロータリーエンコーダ100は、光学式エンコーダ110と、磁気式エンコーダ120と、回路基板140と、信号処理回路200とを有している。ロータリーエンコーダ100は、決められた原点位置を基準として回転位置または回転量を検出するアブソリュートエンコーダである。アブソリュートエンコーダは、一回転内の分解能に応じたすべての回転位置が識別可能である為、原点位置からの回転角が容易に検出できる。

[0031] 光学式エンコーダ110は、回転軸32の回転位置を検出する。なお、光学式エンコーダ110が回転軸32の回転量も併せて検出するようにしてもよい。磁気式エンコーダ120は、磁気検出素子90での検出信号に基づいて回転軸32の回転量を検出する。なお、以降の説明において、光学式エンコーダ110を回転位置検出器110と、ロータリーエンコーダ100を回転検出器100とそれぞれ呼ぶことがある。

[0032] 光学式エンコーダ110は、受発光素子111と、回転板130と、回転板130の上面に配置されたスリット板112とを有する反射形エンコーダである。回転板130は、回転軸32に回転一体に取り付けられている。回

転板 130 は、磁気式エンコーダ 120 と共有される。回転板 130 は、磁束を通過させる材質、例えば、アルミニウム等の非磁性体金属や樹脂等からなる。

[0033] 受発光素子 111 は回路基板 140 の下面に取り付けられている。スリット板 112 には、受発光素子 111 からの光を反射するための反射パターン 112a が設けられている。反射パターン 112a は円環状であり、受発光素子 111 からの光を反射するための複数のマスクパターン（図示せず）が周方向に沿って設けられている。このため、受発光素子 111 が発光すると、その光が回転板 130 の回転に応じて受発光素子 111 に向けて周期的に反射され、受発光素子 111 は時間的に変調された受光信号を発生する。この受光信号を回路基板 140 に取り付けられた信号処理回路 200 で演算処理することにより、回転板 130、ひいては回転軸 32 の回転位置が検出される。

[0034] 磁気式エンコーダ 120 は、2つの磁石 80a, 80b と磁気遮蔽板 70 と磁気検出素子 90 とを有している。また、磁気式エンコーダ 120 は光学式エンコーダ 110 と回転板 130 を共有している。

[0035] 2つの磁石 80a, 80b は、径方向に互いに間隔をあけてブラケット 22 の外面に取付け固定されている。2つの磁石 80a, 80b は、周方向に沿った磁極の向きが互いに異なるように配置されている。また、2つの磁石 80a, 80b は、磁気遮蔽板 70 の外周近くに、回転軸 32 と径方向に間隔をあけて固定配置されている。

[0036] 磁気遮蔽板 70 は、鉄等の磁気を遮蔽する材料からなる円板状の部材である。磁気遮蔽板 70 は、回転板 130 の下面に取付けられて、回転軸 32 に回転一体に構成されている。また、磁気遮蔽板 70 は、磁石 80a, 80b と軸方向に間隔をあけて配置されている。

[0037] 磁気遮蔽板 70 には、その外周部分を一部切り欠くことで磁束通過部 70b（図 4C を参照）が形成されている。また、軸方向に関し、回転軸 32 を挟んで磁束通過部 70b と反対側に磁気遮蔽板 70 を厚さ方向、つまり、軸

方向に貫通する磁束通過部 70a（図4Bを参照）が形成されている。磁気遮蔽板 70 は、回転軸 32 及び回転板 130 とともに回転する場合、磁束通過部 70a, 70b が、それぞれ、磁石 80a, 80b と磁気検出素子 90 との間を通過するように回転板 130 に取付けられている。

[0038] 磁気検出素子 90 は、ウィーガントワイヤ 90a とその周りに設けられた誘導コイル 90b とで構成される。ウィーガントワイヤ 90a は、軸心と外側で透磁率が異なる磁性体である。ウィーガントワイヤ 90a は、所定値以上の磁界が磁気検出素子 90 の長手方向に沿って誘導コイル 90b の内部に印加されると大バルクハウゼン効果を発現し、磁化方向が磁気検出素子 90 の長手方向の一方に向かうように揃う。また、磁気検出素子 90 の長手方向に沿って誘導コイル 90b の内部に流れる磁束の向きが変化すると、ウィーガントワイヤ 90a の磁化方向が跳躍的に反転して誘導コイル 90b の両端に電圧パルスが誘起されるように構成されている。

[0039] 磁気検出素子 90 は、回路基板 140 に実装されている。磁気検出素子 90 は、軸方向に関し、磁気遮蔽板 70 を挟んで磁石 80a, 80b と反対側に固定配置されている。磁気検出素子 90 は、磁気遮蔽板 70 の外周近くに、回転軸 32 と径方向に所定の間隔をあけて固定配置されている。磁気検出素子 90 の長手方向、つまり、磁気検出素子の一端と他端とを結ぶ方向は、磁石 80a, 80b のそれぞれの長手方向に実質的に等しい。2つの磁石 80a, 80b 及び磁気検出素子 90 はそれぞれ固定配置されている。つまり、2つの磁石 80a, 80b は磁気検出素子 90 に対して相対位置が変化せずにエンコーダケース 150 の内部に配置されている。

[0040] 図2は、信号処理回路 200 の機能ブロックの概略構成図である。信号処理回路 200 は、光学式エンコーダ 110 及び磁気式エンコーダ 120 のそれぞれの検出信号に基づいて、回転軸 32 の回転位置及び回転量を算出する。信号処理回路 200 は、回路基板 140 の上面に取り付けられており、受発光素子 111 及び磁気検出素子 90 と電気的に接続されている。

[0041] 図2に示すように、信号処理回路 200 は、受発光素子 111 からの受光

信号を受け取ってこれを演算処理する光学信号処理回路210と、磁気検出素子90の検出信号を受け取ってこれを演算処理する磁気信号処理回路220と、光学信号処理回路210から出力される信号と磁気信号処理回路220から出力される信号とを処理して信号処理回路200の外部に回転位置と回転量を出力するためのインターフェース部であるI/O部224を有している。なお、本願明細書では、光学信号処理回路210の内部構成については図示及び説明を省略する。

- [0042] 信号処理回路200は、ロータリーエンコーダ100の外部に設けられた電源230に電気的に接続されている。通常の動作時には、受発光素子111、光学信号処理回路210及び磁気信号処理回路220のそれぞれの駆動電力は電源230から供給される。
- [0043] 一方、また、電源230から信号処理回路200に電力が供給されない、いわゆる無給電状態となったときには、光学信号処理回路210及び受発光素子111は動作しない。しかし、磁気信号処理回路220は、磁気検出素子90から供給された電力で駆動される。つまり、磁気式エンコーダ120は、磁気検出素子90から供給された電力で駆動される。
- [0044] 光学信号処理回路210は、受発光素子111からの受光信号に基づいて、回転軸32の回転位置を算出する。磁気信号処理回路220は、磁気検出素子90の検出信号に基づいて、回転軸32の回転量を算出する。なお、光学式エンコーダ110が回転軸32の回転位置と回転量の両方を検出する場合は、光学信号処理回路210に図示しない記憶部を設け、これに回転量の情報を記憶するようにしてもよい。
- [0045] 信号処理回路200で算出された回転軸32の回転位置及び回転量に基づいて、前述したように、モータ300に流れる電流の位相及び電流量が補正され、モータ300の回転状態が所望の状態に制御される。
- [0046] 図2に示すように、磁気信号処理回路220は、電圧変換部221と信号処理部222と記憶部223とを少なくとも有している。なお、これら以外の機能ブロック、例えば、光学信号処理回路210とデータを取り交換する

通信部（図示せず）等が設けられていてもよい。

- [0047] 後で詳述するように、磁気遮蔽板 70 の回転に応じて、磁石 80a, 80b で発生した磁束が磁気検出素子 90 に流れると、磁気検出素子 90 の誘導コイル 90b の両端に電圧パルスが誘起される。磁気検出素子 90 から出力された電圧パルスは、電圧変換部 221 に入力されて、所定の電圧に変換される。具体的には、電圧パルスはそれぞれ整流された後、電圧の極性に応じて、それぞれ設けられた図示しないコンデンサに入力される。こうして、コンデンサに電荷が蓄積され、コンデンサの容量に応じた電圧が次段に出力される。なお、電圧変換の手法は、特にこれに限定されず、種々の手法を適用しうる。また、電圧パルスの極性判別方法及び極性に応じた信号の分別手法も適宜、種々の手法を適用しうる。
- [0048] 電圧変換部 221 の出力信号は信号処理部 222 に入力され、磁気検出素子 90 で発生した電圧パルスの発生回数に応じて、回転軸 32 の回転量が算出される。信号処理部 222 の出力信号は、記憶部 223 に保存される。なお、記憶部 223 は、通常、不揮発性メモリにより構成される。
- [0049] なお、前述した一連の信号処理を実行するにあたって、信号処理部 222 及び記憶部 223 の駆動電力は、電圧変換部 221 から供給される。具体的には、磁気検出素子 90 から出力された電圧パルスに応じて電荷が蓄積されたコンデンサが駆動電源となる。つまり、磁気式エンコーダ 120 は、外部電源からの電力供給無しで駆動可能に構成されたバッテリレスのエンコーダである。
- [0050] なお、電圧変換部 221、信号処理部 222、記憶部 223 及び I/O 部 224 は、それぞれ回路基板 140 に実装された単一の電子部品または電子部品の組み合わせで構成されるか、あるいは、IC（集積回路）及び／または LSI（大規模集積回路）の組み合わせで構成される。
- [0051] また、記憶部 223 に保存された回転量の情報を読み出して、光学式エンコーダ 110 で算出された回転位置の情報と合成することにより、回転軸 32 の多回転情報を得ることができる。この合成は I/O 部 224 にて行われ

る。例えば、ある時点における原点位置からの回転位置を θ とし、モータ300の起動時からの回転軸32の回転数をnとすると、回転軸32の積算回転角度に相当する多回転情報Sは、式(1)に示す形で表現できる。

$$[0052] \quad S = \theta + 2\pi n \quad \dots \quad (1)$$

多回転情報Sを記憶部223に保存するようにしてもよい。モータ300がロボットアームの関節軸に用いられるサーボモータである場合は、多回転情報Sに基づいてロボットアームの先端の移動量を算出できる。光学式エンコーダ110が回転軸32の回転位置と回転量の両方を検出する場合は、多回転情報Sは光学式エンコーダ110の検出結果のみから算出してもよい。

[0053] ロータリーエンコーダ100、特に磁気式エンコーダ120の配置は、図1に示した例に特に限定されない。

[0054] 図3は、別の磁気式エンコーダの断面模式図である。図3に示す磁気式エンコーダ60は、以下の点で図1に示す構成と異なる。

[0055] まず、磁気遮蔽板70がボス160に取り付けられている。ボス160はビスねじ(図示せず)により回転軸32に回転一体に取り付けられている。従って、この場合も、磁気遮蔽板70は回転軸32の回転とともに回転する。磁気検出素子90及び信号処理回路200が回路基板140の下面に取り付けられている。

[0056] 磁気式エンコーダ60をこのように構成しても、回転量を前述したように検出することができる。

[0057] なお、図3において、光学式エンコーダ110の図示を省略している。しかし、例えば、磁気遮蔽板70の上方に、前述のスリット板112が配置された回転板130を取り付け、かつ、回路基板140の下面に受発光素子111を取り付けることで、光学式エンコーダ110を構成してもよい。

[0058] [ロータリーエンコーダの回転量検出動作]

図4A～図5Bを用いてロータリーエンコーダの回転量検出動作について説明する。図4A～図4Cは、回転軸の回転に伴う磁気式エンコーダ内の

磁束の流れを示す模式図である。図5 Aは、回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す模式図である。図5 Bは、回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す他の模式図である。

- [0059] 図4 Aは、上から見た磁気式エンコーダ60の内部配置を示す。図4 Bは、下から見た磁気式エンコーダ60の内部配置を示す。図4 Cは、図4 Bに示す状態から磁気遮蔽板70が180度回転した場合の内部配置を示す。説明の便宜上、図4 A、図4 B、図4 C、図5 A、図5 B及び以降に説明する実施形態2及び変形例1に示す各図面は、図3に示す磁気式エンコーダ60の構成に基づいて図示している。また、磁気式エンコーダ60において、磁石80a、80bと磁気遮蔽板70と磁気検出素子90とボス160以外の構成部品の図示を省略している。
- [0060] 図4 A、図4 Bに示すように、磁気遮蔽板70が回転して、磁束通過部70aが磁石80aと磁気検出素子90との間、具体的には、軸方向から見て、磁束通過部70aが磁石80a及び磁気検出素子90と互いに重なり合う位置に移動した場合を考える。
- [0061] 磁束通過部70aは、磁気遮蔽板70の外周側に設けられ、磁気遮蔽板70と軸方向に貫通する開口として構成されている。また、図4 A、図4 Bに示す位置において、磁束通過部70aは、磁石80aがその下方に位置する。一方、磁石80bが磁気遮蔽板70の下方に位置するように磁気遮蔽板70での位置が規定されている。このため、磁石80aで発生した磁束は、N極から、磁束通過部70aを通じて磁気検出素子90の内部を流れ、S極に到達する。つまり、磁気検出素子90の一端から他端に向けて磁束が流れる。従って、磁気検出素子90の誘導コイル90bの両端にパルス状の電圧が誘起され、このときに発生する電圧パルスを正の電圧パルスとする。
- [0062] 磁気遮蔽板70が、図4 A、図4 Bに示す位置から、例えば、時計回り方向に回転すると、磁石80a、80bと磁気検出素子90との間には、磁気遮蔽板70が配置されることになる。これにより、磁石80a、80bで発生した磁束は、磁気遮蔽板70で遮蔽され、磁気検出素子90の内部を流れ

なくなる。この場合、磁気検出素子 90 の誘導コイル 90 b の両端には電圧が誘起されない。

- [0063] 磁気遮蔽板 70 がさらに時計回り方向に回転すると、図 4 C に示すように、回転軸 32 を挟んで、径方向に磁束通過部 70 a と対向して配置された磁束通過部 70 b が、軸方向から見て磁石 80 b 及び磁気検出素子 90 と互いに重なり合う位置に移動する。なお、磁束通過部 70 b は、磁気遮蔽板 70 の外周から内側に向かって形成された切り欠きとして構成されている。また、図 4 C に示す位置において、磁束通過部 70 b は、磁石 80 b がその下方に位置する。一方、磁石 80 a が磁気遮蔽板 70 の下方に位置するように磁気遮蔽板 70 での位置が規定されている。
- [0064] 前述したように、磁石 80 a と磁石 80 b は、周方向に沿った磁極の向きが互いに異なるように配置されている。このため、図 4 C に示す場合には、磁気検出素子 90 の他端から一端に向けて磁束が流れる。従って、磁気検出素子 90 の誘導コイル 90 b の両端には、図 4 B で発生した電圧と逆極性の電圧パルス、つまり、負の電圧パルスが誘起される。
- [0065] このように、回転軸 32 とともに磁気遮蔽板 70 が回転し、磁束通過部 70 a, 70 b が磁石 80 a, 80 b と磁気検出素子 90 との間をそれぞれ通過すると、磁気検出素子 90 に極性の異なる電圧が誘起される。従って、図 5 A に示すように、回転軸 32 が 360 度回転する間に、磁気検出素子 90 から正負両方の電圧パルスが出力される。なお、図 5 A において、期間 A は、前後を含めて、磁束通過部 70 a が図 4 B に示す位置を通過する期間に対応する。期間 B は、前後を含めて、磁束通過部 70 b が図 4 C に示す位置を通過する期間に対応している。図 5 B に示すように、磁気検出素子 90 から出力される電圧パルスの幅 t1, t2 は、磁気検出素子 90 及び磁気信号処理回路 220 に由来し、磁気遮蔽板 70 の回転速度にはあまり影響されない。

[0066] [効果等]

以上説明したように、本実施形態に係るロータリーエンコーダ（回転検出

器) 100は、磁気式エンコーダ60または磁気式エンコーダ120を有している。ロータリーエンコーダ100は、モータ300の回転軸32の回転量を検出する。磁気式エンコーダ60, 120は、磁性体であるウィーガントワイヤ90aと誘導コイル90bとで構成された磁気検出素子90と、回転軸32に回転一体に取付けられる。磁気式エンコーダ60, 120は、磁束通過部70a, 70bを有する磁気遮蔽板70と、2つの磁石80a, 80bと、を少なくとも備えている。

- [0067] 2つの磁石80a, 80bは、磁気検出素子90に対して相対位置が変化しない。2つの磁石80a, 80bは、互いに異なる極性の磁極を有している。つまり、2つの磁石80a, 80bは、N極とS極とをそれぞれ有している。
- [0068] ウィーガントワイヤ90aは、所定以上の磁界が印加されると大バルクハウゼン効果を発現するように構成されている。
- [0069] 所定の方向、この場合は軸方向から見て、磁気検出素子90と磁気遮蔽板70と2つの磁石80a, 80bとは互いに間隔をあけてこの順に配置されている。
- [0070] 本実施形態によれば、磁石80a, 80bと磁気検出素子90との間に、磁束通過部70a, 70bを有し、回転軸32とともに回転可能に構成された磁気遮蔽板70を設けることで、磁石80a, 80bと磁気検出素子90との配置関係に大きな制約を受けない。このことにより、ロータリーエンコーダ100の設計自由度が向上し、設計コストまたは部品コストを低減できる。
- [0071] また、磁気検出素子90に誘起された電圧により、磁気式エンコーダ60, 120を駆動することができる。つまり、ロータリーエンコーダ100を駆動する電源230から何らかの理由で電力が供給されない場合にも、磁気式エンコーダ60, 120を駆動することができる。回転軸32が1回転する間に、磁気検出素子90で複数回の電圧パルスが発生する。このため、磁気式エンコーダ60, 120を駆動するのに必要な発電量を得るのに高価な

磁石を用いずに済む。このことにより、磁気式エンコーダ60, 120、ひいてはロータリーエンコーダ100のコストを低減できる。

[0072] なお、電源230からロータリーエンコーダ100に電力が供給されない場合として、停電または電源230がバッテリーの場合はその消耗等が挙げられる。モータ300が連結された設備を移動させる場合も、モータ300を含めて電力供給を停止するため、ロータリーエンコーダ100に電力が供給されない。

[0073] また、前述したように、ウィーガントワイヤ90aは、所定以上の磁界が加わることで大バルクハウゼン効果を発現してその磁化方向が反転し、誘導コイル90bの両端に電圧パルスが誘起される。このとき、磁化方向の反転速度は、ウィーガントワイヤ90aの磁気的性質に依存し、回転軸32の回転速度には依存しない。

[0074] 従って、磁気検出素子90をウィーガントワイヤ90aと誘導コイル90bとで構成することで、回転軸32の回転速度に依存せず、磁気検出素子90で発生する電圧パルスの大きさを所定の値とすることができます。例えば、回転速度に依存した電磁誘導のみでは十分な発電量が得られない程度の低速回転においても、磁気式エンコーダ60, 120を駆動するのに十分な電力が磁気検出素子90から得られる。

[0075] 磁気検出素子90の両端は、軸方向と直交する平面内に位置している。磁気遮蔽板70は、軸方向と直交する平面内に位置する板状の部材である。2つの磁石80a, 80bの磁極のそれぞれは、軸方向と直交する平面内に配列されている。

[0076] このようにすることで、磁石80a, 80bでそれぞれ発生し、軸方向で上方に向かう磁束が、磁気遮蔽板70の磁束通過部70a, 70bを通過して、磁気検出素子90の内部に確実に流れるようになる。このことにより、回転量を確実に検出できるとともに、磁気式エンコーダ60, 120を駆動するのに十分な電力が磁気検出素子90から得られる。

[0077] なお、磁気遮蔽板70は、磁石80a, 80bで発生し、軸方向に流れる

磁束の通過と遮断を制御するための部材である。よって、磁気遮蔽板70は、必ずしも軸方向と直交する平面内に位置する必要はなく、軸方向と交差する平面内に位置していればよい。

- [0078] また、回転板130の材質を磁気遮蔽板70に用いられる材料よりも軽量なもの、例えば、磁気遮蔽板70を鉄系材料とする場合に、回転板130をアルミ板とすることで、モータ300の負荷を低減できる。
- [0079] また、回転軸32の回転に応じて、磁束通過部70a, 70bが、磁石80a, 80b及び磁気検出素子90と軸方向から見て互いに重なる位置にそれぞれ移動した場合、磁石80a, 80bで発生した磁束が、磁束通過部70a, 70bを通じて磁気検出素子90に流れる。この場合、磁気検出素子90の両端に電圧が誘起される。一方、磁束通過部70a, 70bがこれ以外の位置にある場合、磁石80a, 80bのそれぞれと磁気検出素子90との間には磁気遮蔽板70が存在するため、磁石80a, 80bで発生した磁束は、磁気遮蔽板70で遮蔽されて磁気検出素子90に到達せず、磁気検出素子90の両端に電圧は誘起されない。
- [0080] 従って、磁気検出素子90の両端に発生した電圧をモニターし、電圧パルスの発生回数をカウントすることで、回転軸32の回転量を検出することが可能となる。
- [0081] 磁束通過部70a, 70bは、外周方向に所定の間隔をあけて磁気遮蔽板70に形成されている。互いに隣り合う磁束通過部70a, 70bがそれぞれ磁気検出素子90及び磁石80a, 80bと軸方向から見て互いに重なる位置に移動した場合、一方の磁束通過部70aを通過して磁気検出素子90に流れる磁束の向きと、他方の磁束通過部70bを通過して磁気検出素子90に流れる磁束の向きとは互いに異なる。
- [0082] ロータリーエンコーダ100の磁気式エンコーダ60, 120をこのように構成することで、互いに隣り合う磁束通過部70a, 70bがそれぞれ磁気検出素子90と磁石80a, 80bとの間を通過した場合には、磁気検出素子90の両端には、互いに異なる極性の電圧パルスが発生する。このこと

により、例えば、回転軸32が時計回り方向に回転し続ける場合には、磁気検出素子90の両端に発生した電圧パルスの極性と発生回数に基づいて、回転軸32の回転量を検出することができる。回転軸32が1回転する間に、磁気検出素子90に複数回、電圧が誘起されるが、1回転分の誘起電圧で磁気式エンコーダ60, 120を駆動するのに十分な電力を得ることができる。

- [0083] 2つの磁石80a, 80bは、磁気遮蔽板70の外周近くに、径方向、つまり、磁気遮蔽板70の半径方向に沿って所定の間隔をあけて配置されている。2つの磁石80a, 80bは、互いに隣り合う磁石80a, 80bにおいて、周方向、つまり、磁気遮蔽板70の外周方向に沿った磁極の向きが互いに異なる。
- [0084] 2つの磁石80a, 80bをこのように配置することで、例えば、磁束通過部70a, 70bがそれぞれ磁気検出素子90と磁石80a, 80bとの間を通過した場合に、一方の磁石から発生した磁束のみが磁束通過部を通過するようになる。また、2つの磁石80a, 80bにおいて、磁気遮蔽板70の外周方向に沿った磁極の向きが互いに異なっているため、回転軸32が時計回り方向に回転し続ける場合には、磁気検出素子90の両端に発生した電圧パルスの極性が周期的に変化し、当該極性と発生回数に基づいて、回転軸32の回転量を検出することができる。
- [0085] 磁束通過部70a, 70bは、磁気遮蔽板70の外周から内側に向かうように形成された切り欠き及び磁気遮蔽板70を軸方向に貫通する開口の少なくともいずれかであることが好ましい。
- [0086] このようにすることで、磁束通過部70a, 70bを簡便に形成することができる。また、磁石80a, 80bで発生した磁束を確実に通過させることができる。
- [0087] ロータリーエンコーダ100は、磁気信号処理回路220を有している。磁気信号処理回路220は、電圧変換部221と、信号処理部222と、記憶部223と、I/O部224と、を備えている。電圧変換部221は、磁

気検出素子90の両端に発生した電圧を整流し、所定の電圧に変換する。信号処理部222は、所定の電圧の発生回数に応じて回転軸32の回転量を算出する。記憶部223は、信号処理部222で算出された回転量を保存する。I/O部224は、光学信号処理回路210から出力される信号と磁気信号処理回路220から出力される信号とを処理して信号処理回路200の回転位置と回転量を外部に出力する。この場合、信号処理部222と記憶部223の駆動電力は、電圧変換部221から供給される。

[0088] ロータリーエンコーダ100の磁気式エンコーダ60, 120をこのように構成することで、磁気遮蔽板70の回転に応じて磁気検出素子90の両端に発生した電圧に基づいて、回転軸32の回転量を検出することができる。また、当該回転量を記憶することで、モータ300の回転制御にフィードバックすることができる。さらに、磁気検出素子90の両端に発生した電圧を変換する電圧変換部221から信号処理部222、及び記憶部223に駆動電力が供給されることで、電源230からロータリーエンコーダ100に電力が供給されない場合にも磁気式エンコーダ60, 120を駆動することができる。

[0089] 本実施形態のロータリーエンコーダ100は、回転軸32の回転位置を検出する光学式エンコーダ（光学式回転検出器）110をさらに備えている。

[0090] ロータリーエンコーダ100は外部に設けられた電源230に接続されている。電源230からロータリーエンコーダ100に電力が供給される場合は、ロータリーエンコーダ100は、回転軸32の回転量を検出するとともに光学式エンコーダ110により回転軸32の回転位置を検出する。

[0091] 電源230からロータリーエンコーダ100に電力が供給されない場合は、電圧変換部221から信号処理部222、及び記憶部223に駆動電力を供給することで、ロータリーエンコーダ100は回転軸32の回転量を検出する。

[0092] ロータリーエンコーダ100をこのように構成することで、回転軸32に関する多回転情報Sを得ることができる。また、多回転情報Sに基づいて、

モータ300の回転状態を所望の状態に制御できる。

[0093] さらに、電源230からロータリーエンコーダ100に電力が供給されない場合であっても、磁気検出素子90で発生した電圧パルスに基づいて電圧変換部221から信号処理部222、及び記憶部223に駆動電力を供給することで、磁気式エンコーダ60，120により回転軸32の回転量を検出できる。このことにより、電力供給が再開された場合に、光学式エンコーダ110で検出された回転位置と、それまでに検出されて記憶部223に保存された回転量とに基づいて、多回転情報Sを正しい値に補正することができる。

[0094] 以上のように、本実施の形態のロータリーエンコーダ（回転検出器）100は、モータ300の回転軸32の回転量を検出する回転検出器100であって、ウィーガントワイヤ（磁性体）90aと誘導コイル90bとで構成された磁気検出素子90と、回転軸32に回転一体に取付けられ、磁束通過部70a，70bを有する磁気遮蔽板70と、磁気検出素子90に対して相対位置が変化せず、互いに異なる極性の複数の磁極を有する磁石80a，80bと、を少なくとも備え、ウィーガントワイヤ（磁性体）90aは、所定以上の磁界が印加されると大バルクハウゼン効果を発現し、所定の方向から見て、磁気検出素子90と磁気遮蔽板70と磁石80a，80bとは互いに間隔をあけて、磁気検出素子90、磁気遮蔽板70、磁石80a，80bの順に配置されている。

[0095] これにより、回転検出器内で大きな制約を受けずに磁石及び磁気検出素子を配置でき、回転検出器の設計自由度が向上し、設計コストを低減できる。

[0096] 本実施形態に係るモータ300は、回転軸32を有する回転子30と、回転子30と同軸にかつ回転子30と径方向に所定の間隔をあけて設けられた固定子40と、回転軸32に取付けられたロータリーエンコーダ100と、を少なくとも備えている。

[0097] 本実施形態によれば、ロータリーエンコーダ100、ひいてはモータ300のコストを低減できる。また、モータ300の回転状態を確実に制御する

ことができる。

[0098] <変形例1>

図6A、図6B、図6Cは、変形例1に係る第1の磁気式エンコーダ内で
の磁束の流れを示す模式図をである。

[0099] なお、以降に示す図面を説明するにあたって、実施形態1と同様の箇所に
ついては同一の符号を付して詳細な説明を省略する。また、磁石81a～8
3bと磁気遮蔽板70と磁気検出素子90とボス160以外の構成部品の図
示を省略しているのは、図3と同様である。また、図6A～図8Cのそれぞ
れにおいて、図6A、図7A、図8Aは、下から見た磁気式エンコーダ60
の内部配置を示す。図6B、図7B、図8Bは、上から見た磁気式エンコーダ
60の内部配置を示す。図6C、図7C、図8Cは、図6B、図7B、図
8Bに示す状態から磁気遮蔽板70が180度回転した場合の内部配置をそ
れぞれ示す。

[0100] まず、図6A、図6B、図6Cに示す構成は、磁束通過部70c、70d
がそれぞれ開口である点で、実施形態1に示す構成と異なる。また、磁束通
過部70c、70dは、回転軸32を挟んで径方向に非対称に配置されてい
る。具体的には、磁束通過部70cは磁束通過部70dよりも回転軸32に
近い場所に位置し、かつその長手方向の長さは、磁束通過部70dの長手方
向の長さよりも長い。

[0101] 2つの磁石81a、81bは、軸方向から見て、磁気遮蔽板70の外周方
向に沿って所定の間隔をあけて配置されている。2つの磁石81a、81b
において対向する磁極の極性は互いに異なっている。

[0102] 図6Bに示すように、磁束通過部70dが磁気検出素子90と磁石81a
, 81bとの間を通過する場合、磁束は、磁石81bのN極から磁束通過部
70dを通過して、磁気検出素子90の一端に流れ込む。さらに磁気検出素
子90の内部を通過して、磁気検出素子90の他端から磁石81aのS極に
流れ込む。一方、図6Cに示すように、磁束通過部70cが磁気検出素子9
0と磁石81a、81bとの間を通過する場合、磁束は、磁石81aのN極

から磁束通過部 70c を通過して、磁気検出素子 90 の他端に流れ込む。さらに磁気検出素子 90 の内部を通過して、磁気検出素子 90 の一端から磁石 81b の S 極に流れ込む。

[0103] 図 6A, 図 6B, 図 6C に示す構成によれば、実施形態 1 に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。また、実施形態 1 に示す構成に比べて、2つの磁石 81a, 81b の間隔をあけて配置できるため、磁石 81a, 81b の実装配置が容易となる。

[0104] 図 7A, 図 7B, 図 7C は、変形例 1 に係る第 2 の磁気式エンコーダ内で磁束の流れを示す模式図である。図 7A, 図 7B, 図 7C に示す構成は、磁束通過部 70e, 70e, 70f が磁気遮蔽板 70 の外周方向に沿って所定の間隔を開けて設けられた3つの切り欠きである点で、実施形態 1 に示す構成と異なる。磁束通過部 70f は、他の2つの磁束通過部 70e よりも周方向に広く形成されている。軸方向から見て、磁束通過部 70f の中心と一方の磁束通過部 70e の中心とがなす角度は、磁束通過部 70f の中心と他方の磁束通過部 70e の中心とがなす角度に実質的に等しい。2つの磁石 82a, 82b の配置は、図 6A, 図 6B, 図 6C に示す構成と同様である。しかし、図 6A, 図 6B, 図 6C に示す位置よりも回転軸 32 に近い側に2つの磁石 82a, 82b が配置されている。2つの磁石 82a, 82b はそれぞれ、長手方向が径方向となっている。磁気検出素子 90 も図 6A, 図 6B, 図 6C に示す位置よりも回転軸 32 に近い側に配置されている。

[0105] 図 7B に示すように、2つの磁束通過部 70e が磁気検出素子 90 の両端をそれぞれ通過する場合、磁束は、磁石 82a の N 極から一方の磁束通過部 70e を通過して、磁気検出素子 90 の他端に流れ込む。磁気検出素子 90 の内部を通過して、磁気検出素子 90 の一端から及び他方の磁束通過部 70e へ、さらに磁石 82b の S 極に流れ込む。一方、図 7C に示すように、磁束通過部 70f が磁気検出素子 90 と磁石 82a, 82b との間を通過する場合、磁束は、磁石 82b の N 極から磁束通過部 70f を通過して、磁気検出素子 90 の一端に流れ込む。さらに磁気検出素子 90 の内部を通過して、

磁気検出素子 90 の他端から磁石 82a の S 極に流れ込む。

[0106] 図 7A, 図 7B, 図 7C に示す構成によれば、実施形態 1 に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。また、図 6A, 図 6B, 図 6C に示す構成と同様に、2 つの磁石 82a, 82b の間隔をあけて配置できるため、磁石 82a, 82b の実装配置が容易となる。

[0107] 図 8A, 図 8B, 図 8C は、変形例 1 に係る第 3 の磁気式エンコーダ内での磁束の流れを示す模式図である。なお、図 8A, 図 8B, 図 8C に示すように、磁気遮蔽板 70 に磁束通過部 70g を 1 箇所設け、かつ磁気検出素子 90 を回転軸 32 と同軸に配置するようにしてもよい。この場合も、磁束通過部 70g が磁石 83a, 83b と磁気検出素子 90 との間を通過する際に、磁気検出素子 90 の両端に電圧パルスが誘起され、その発生回数に基づいて回転軸 32 の回転量を検出することができる。

[0108] (実施形態 2)

図 9 は、実施形態 2 に係る磁気遮蔽板と磁気検出素子との配置関係を示す模式図である。説明の便宜上、磁気式エンコーダ 60 における磁気遮蔽板 70 と磁気検出素子 90 以外の構成部品の図示を省略しており、かつ磁気検出素子 90 は一部のみを図示している。

[0109] 図 9 に示す構成は、磁気検出素子 90 が磁気遮蔽板 70 の外周方向に沿って複数配置されている点で、実施形態 1 に示す構成と異なる。なお、図示しないが、磁気遮蔽板 70 を挟んで磁気検出素子 90 と反対側に 2 つの磁石が固定配置されている。図示しない 2 つの磁石の配置は、図 3 に示すのと同様である。すなわち、2 つの磁石は、径方向に互いに間隔をあけてブラケット 22 の外面に取付け固定されている。2 つの磁石は、周方向に沿った磁極の向きが互いに異なるように配置されている。1 つの磁気検出素子 90 の長手方向は、2 つの磁石の長手方向に実質的に等しい。

[0110] また、磁気検出素子 90 の配置個数及び周方向での配置間隔に応じて、磁気遮蔽板 70 に複数の磁束通過部 70h, 70i が形成されている。互いに隣り合う磁束通過部 70h, 70i のうち、一方の磁束通過部 70i は、磁

気遮蔽板70の外周から内側に向かうように形成された切り欠きである。他方の磁束通過部70hは、磁束通過部よりも径方向で内側に形成された開口である。

- [0111] 切り欠きとして構成された磁束通過部70iが磁石と磁気検出素子90との間を通過する場合、径方向で外側に位置する磁石で発生した磁束が磁気検出素子90の内部に流れ、磁気検出素子90の両端に電圧パルスが発生する。一方、開口として構成された磁束通過部70hが磁石と磁気検出素子90との間を通過する場合、径方向で内側に位置する磁石で発生した磁束が磁気検出素子90の内部に流れ、磁気検出素子90の両端に、前述した電圧パルスと逆の極性を有する別の電圧パルスが発生する。
- [0112] 本実施形態によれば、実施形態1に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。また、回転軸32の回転量だけでなく、磁気検出素子90で発生した電圧パルスの極性に基づいて、回転方向の変化も検出することができる。
- [0113] 回転軸32が時計回り方向から反時計回り方向に回転方向を変えるような場合、磁気式エンコーダ60に含まれる磁気検出素子90が1つのみでは、回転方向の変化を検出することができなかった。
- [0114] 一方、本実施形態によれば、磁気遮蔽板70の外周方向に沿って磁気検出素子90を複数配置することで、回転軸32の回転量だけでなく回転方向の変化も検出することができる。なお、回転方向を精度良く判定するためには、互いに隣り合う磁気検出素子90は、周方向に180度離れた位置を避けて配置されるのが好ましい。
- [0115] 本実施形態によれば、回転軸32が1回転する間に、複数の磁気検出素子90のそれぞれで電圧パルスが発生するため、検出されたデータの冗長性が確保される。さらに、磁気式エンコーダ60を駆動する電力の安定性を高められる。
- [0116] なお、互いに極性の異なる磁極の組が、磁気検出素子90の個数よりも多くなるように磁気式エンコーダ60は設計される。

[0117] このようにすることで、1つの磁気検出素子90に関して、回転軸32が1回転する間に極性の異なる電圧パルスをそれぞれ発生させることができ、回転方向の変化を容易に検出できる。

[0118] <変形例2>

図10Aは、変形例2に係る磁気遮蔽板と磁石との配置関係を示す模式図である。図10Bは、変形例2に係る別の磁気遮蔽板と磁石との配置関係を示す模式図である。磁気式エンコーダ60において、磁気遮蔽板71, 72と磁石80a, 80bと回転板130以外の構成部品の図示を省略している。磁石80a, 80bは一部のみを図示している。なお、磁石80a, 80bは、図2に示すのと同様である。

[0119] 図10Aに示すように、磁気遮蔽板71を環状に形成し、かつ互いに内径が異なる部分と互いに外径が異なる部分と交互に設けることで、磁束通過部71a, 71bが形成されるようにしてもよい。この場合、回転板130の表面に磁気遮蔽板71が固定配置される。回転板130が回転軸32に回転一体に連結される。回転軸32とともに回転板130が回転することで、磁束通過部71a, 71bが磁石80a, 80bと磁気検出素子90との間をそれぞれ通過するように移動する。磁束通過部71aが磁石80a, 80bと図示しない磁気検出素子90との間を通過する際、磁石80aで発生した磁束は磁気遮蔽板71に遮蔽される。同様に、磁束通過部71bが磁石80a, 80bと図示しない磁気検出素子90との間を通過する際、磁石80bで発生した磁束は磁気遮蔽板71に遮蔽される。

[0120] 図10Bに示すように、平面視で四角形の磁性体からなる板材を、周方向に所定の間隔をあけて回転板130に貼り付けることで、実質的に環状の磁気遮蔽板72が構成されるようにしてもよい。この場合、互いに隣り合う板材を径方向に所定の間隔だけずらして配置することで磁束通過部72a, 72bが構成される。なお、磁性体からなる板材は、四角形以外の形状でもよく、例えば、橢円形でもよい。

[0121] 図10A, 図10Bに示す磁気遮蔽板71, 72を磁気式エンコーダ60

， 120に適用した場合も、実施形態1， 2に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができます。また、本実施形態によれば、磁気検出素子90への磁束の流れを遮蔽する磁性体を使用する量を減らすことができる。よって、磁気式エンコーダ120、ひいてはロータリーエンコーダ100のコストを低減できる。

[0122] 本変形例によれば、磁気遮蔽板71， 72のトータルの質量を実施形態1等に示す構成に比べて減らすことができる。よって、モータ300の負荷を低減できる。

[0123] 図10Bに示す磁気遮蔽板72は、同じ形状の板材を適宜、回転板130に貼り付けて構成される。このため、設計が容易となる。したがって、磁気遮蔽板72の設計工数及び設計コストが低減できる。

[0124] <変形例3>

図11Aは、変形例3に係る磁石の磁極配列を示す模式図である。図11Bは、変形例3に係る第2の磁石の磁極配列を示す模式図である。図11Cは、変形例3に係る第3の磁石の磁極配列を示す模式図である。なお、説明の便宜上、図11B， 図11Cにおいて、磁極の一部のみを図示し、他は省略している。

[0125] 図11Aに示すように、1つの磁石84にN極、S極の磁極対を2つ形成するようにしてもよい。例えば、図4A～図4Cに示す2つの磁石80a， 80bを、図11Aに示す磁石84に置き換えるてもよい。また、これに限らず、磁石が互いに極性の異なる磁極を複数組有するようにしてもよい。

[0126] また、図10A， 図10Bでは、一対の磁石80a， 80bを磁気遮蔽板70の外周方向に沿って複数配置する例を示したが、図11Bに示すように、磁石85を環状に形成するとともに、回転軸32と同軸に配置するようにしてもよい。この場合、磁石85において、互いに極性の異なる磁極が径方向に沿って交互に配列される。

[0127] また、図11Bに示す構造に対して、図11Cに示すように、半径方向に沿って配列された複数の磁極をさらに有するように磁石86を構成してもよ

い。この場合、径方向で互いに隣り合う磁極は、極性が互いに異なるように配列される。なお、磁石 85, 86 は、回転軸 32 と同軸に配置される。

[0128] 磁気遮蔽板 70 に形成された磁束通過部の形状や配置に応じて、図 11A ~ 図 11C に示す形状の磁石を適宜、磁気式エンコーダ 60, 120 に適用するようにしてもよい。これらの場合も実施形態 1, 2 に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。また、配置される磁石の個数を減らせるため、磁気式エンコーダ 60, 120、ひいてはロータリーエンコーダ 100 の組立工数や組立コストを低減できる。

[0129] なお、単極に着磁された複数の磁石を用いて、図 11A ~ 図 11C に示す磁石 84 ~ 86 を構成するようにしてもよい。その場合、それぞれの磁石が互いに間隔をあけて配置されていてもよい。

[0130] <変形例 4>

図 12A は、変形例 4 に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図 12B は、変形例 4 に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。なお、説明の便宜上、図 12A, 12B において、磁石 80a, 80b, 86 と磁気遮蔽板 70 と磁気検出素子 90 以外の部品の図示を省略する。

[0131] 図 12A, 図 12B に示す本変形例の構成では、磁石 80a の N 極と磁石 80b の S 極とが、つまり互いに極性の異なる磁極が径方向に沿って配列されている。同様に、磁石 80a の S 極と磁石 80b の N 極とが径方向に沿って配列されている。磁石 86 は、周方向に沿って N 極と S 極とが交互に配置されるとともに、径方向で S 極と N 極とが隣り合って配置されている。さらに、磁気検出素子 90 の両端が径方向に沿って配置されている。

[0132] 磁石 80a, 80b, 86 の磁極及び磁気検出素子 90 をこのように配置することで、磁気検出素子 90 の一端から他端に向けて確実に磁束が流れるようにすることができる。これについてさらに説明する。

[0133] 前述したように、ウィーガントワイヤ 90a は、その長手方向に所定以上の磁界が加わることで磁化方向が反転する。一方、実施形態 1 及び実施形態

2に示す例では、磁気検出素子90の両端を結ぶ線、言い換えると、ウィーガントワイヤ90aの長手方向は回転板130の外周の接線方向と平行となるように配置されている。

[0134] このような場合、磁石で発生した磁束は、回転軸32の回転とともにその向きを変えつつ、磁気検出素子90の内部に流れ込む。しかし、磁気検出素子90のサイズまたは磁極間の距離によっては、磁束通過部が磁気検出素子90の下方を通過する期間に、磁気検出素子90の内部の磁界がウィーガントワイヤ90aの磁化方向を反転させるのに必要な強度に達しないことがある。この場合、磁気検出素子90で電圧パルスが発生せず、回転量が正しく検出されないおそれがある。

[0135] 一方、本変形例によれば、ウィーガントワイヤ90aの長手方向と磁束の向きとが回転軸32の回転中も常におおむね一致する。このことにより、磁束通過部70gが磁気検出素子90の下方を通過する期間に、確実にウィーガントワイヤ90aの磁化方向を反転させて、磁気検出素子90で電圧パルスを発生させることができる。よって、検出抜けが起こらずに回転軸32の回転量を確実に検出することができる。

[0136] なお、本変形例では、磁気検出素子90が1個配置される例を示したが、変形例2に示すように、複数個の磁気検出素子90が配置されていてもよい。これに応じて、磁石や磁束通過部の配置や形状や個数が適宜変更されることは言うまでもない。

[0137] (実施形態3)

図13は、実施形態3に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図14は、実施形態3に係る磁気式エンコーダの斜視図である。図15は、回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[0138] なお、説明の便宜上、図13～図15において、磁気検出素子90と磁気遮蔽板73と磁石87a, 87b以外の構成部品の図示を省略する。

[0139] 本実施形態に示す磁気式エンコーダ120は、以下の点で実施形態1に示す構成と異なる。

- [0140] まず、磁気検出素子 90 は、径方向に関し、磁気遮蔽板 73 よりも回転軸 32（図示せず）に近い側に配置されている。径方向から見て、磁気検出素子 90 と、磁気遮蔽板 73 と、磁石 87a または磁石 87b とは互いに間隔をあけてこの順に配置されている。
- [0141] 次に、磁気検出素子 90 は、その両端を結ぶ線が軸方向と平行となるように配置されている。さらに、2つの磁石 87a, 87b が周方向に沿って 90 度以上離れて配置されている。2つの磁石 87a, 87b の S 極と N 極は、軸方向と平行に配列されている。2つの磁石 87a, 87b において、磁極の配列はそれぞれ反対となっている。磁気遮蔽板 73 は、回転軸 32 を囲むように設けられている。磁気遮蔽板 73 は、軸方向に延びる円筒状である。磁気遮蔽板 73 が軸方向に切り欠かれることで、1箇所の磁束通過部 73a が設けられている。
- [0142] 磁気遮蔽板 73 は、図示しない部材によって回転軸 32 に回転一体に取り付けられている。回転軸 32 の回転とともに、図 14 に示すように、磁気遮蔽板 73 が回転することで、磁束通過部 73a が磁気検出素子 90 と磁石 87a, 87bとの間を通過することは、実施形態 1 及び実施形態 2 に示すのと同様である。
- [0143] ただし、本実施形態では、ウィーガントワイヤ 90a の長手方向は軸方向と平行である。この方向に流れる磁束によってウィーガントワイヤ 90a が磁化され、磁気検出素子 90 で電圧パルスが発生する。その結果、図 15 に示すように、回転軸 32 が 1 回転する間に、磁気検出素子 90 には、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ 1 回ずつ発生する。これは、実施形態 1 に示すのと同様である。電圧パルスの発生回数に基づいて、磁気信号処理回路 220 で回転軸 32 の回転量が算出されるのも実施形態 1 に示すのと同様である。
- [0144] 図 16 は、実施形態 3 に係る別の磁気式エンコーダ 120 を上から見た模式図である。図 17 は、図 16 に示す磁気式エンコーダ 120 における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

- [0145] 図16に示す磁気式エンコーダ120は、磁気遮蔽板73に2箇所の磁束通過部73a, 73bが形成されている点で図13, 図14に示す磁気式エンコーダ120と異なる。磁束通過部73a, 73bは周方向に沿って180度離れてそれぞれ設けられている。
- [0146] 磁気式エンコーダ120をこのように構成してもよい。この場合、図17に示すように、回転軸32が1回転する間に、磁気検出素子90には、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ2回ずつ発生する。このことにより、回転量を確実に検出できるとともに磁気式エンコーダを駆動するのに十分な電力を確保できる。また、回転方向の変化を検出できる。また、磁石87a, 87bや磁気検出素子90の配置の自由度が高められる。よって、ロータリーエンコーダ100の設計コストが増加するのを抑制できる。
- [0147] 図18Aは、実施形態3に係るロータリーエンコーダ100の断面模式図である。図18Bは、実施形態3に係る別のロータリーエンコーダ100の断面模式図である。本実施形態に示す磁気式エンコーダ120をロータリーエンコーダ100に組み込むにあたって、その配置は複数考えられる。例えば、図18Aに示すように、モータ300に近い側に磁気式エンコーダ120を、その上方に光学式エンコーダ110をそれぞれ配置してもよい。図18Bに示すように、モータ300に近い側に光学式エンコーダ110を、その上方に磁気式エンコーダ120をそれぞれ配置してもよい。なお、図18A, 図18Bに示す構成において、反射パターン112aを磁気遮蔽板73の径方向内側に配置するようにしてもよい。なお、図18A, 18Bに示す例では、磁気検出素子90と信号処理回路200とは配線170を介して電気的に接続されている。
- [0148] 本実施形態の磁気式エンコーダ120は、磁気検出素子90と磁気遮蔽板73と磁石87a, 87bとが径方向に沿って配置されている。このことにより、径方向に関するこれら部品の配置の自由度が高められる。よって、磁気式エンコーダ120を含むロータリーエンコーダ100のサイズを径方向に小さくすることが可能となる。一方、実施形態1に示す磁気式エンコーダ

120は、磁気検出素子90と磁気遮蔽板70と磁石80a, 80bとが軸方向に沿って配置されている。このことにより、軸方向に関するこれら部品の配置の自由度が高められる。よって、磁気式エンコーダを含むロータリーエンコーダのサイズを軸方向に小さくすることが可能となる。これは実施形態2に示す配置関係を磁気式エンコーダ120に適用した場合にも同様である。

[0149] モータ300の種類または用途によっては、ロータリーエンコーダ100のサイズを軸方向に小型化したい場合または径方向に小型化したい場合等、複数の要請がある。以降に示す変形例を含め、本願明細書に開示されたロータリーエンコーダ100は、このような要請を満たすことができる。

[0150] <変形例5>

図19は、変形例5に係る第1の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図20は、図19に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図21は、変形例5に係る第2の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図22は、図21に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図20, 図22において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子91の出力電圧をそれぞれ示している。図23は、変形例5に係る第3の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図24は、図23に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図25は、変形例5に係る第4の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図26は、図25に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図24, 26において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、中央のグラフは磁気検出素子91の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子92の出力電圧をそれぞれ示している。説明の便宜上、図19, 図21, 図23, 図25において、磁気検出素子90～92

と磁気遮蔽板 7 3 と磁石 8 7 a～8 7 f 以外の構成部品の図示を省略する。

- [0151] 本変形例に係る構成は、磁気検出素子 9 0, 9 1 または磁気検出素子 9 0～9 2 が周方向に沿って互いに間隔をあけて複数配置されている点で、実施形態 3 に示す構成と異なる。1 つの磁気検出素子に対し、磁気遮蔽板 7 3 を挟んで一対の磁石が反対側に配置されている。対となる 2 つの磁石は周方向に互いに間隔をあけて配置されている。従って、図 19, 図 21 に示す例では、2 個の磁気検出素子 9 0, 9 1 及び 4 個の磁石 8 7 a～8 7 d が配置され、図 23, 図 25 に示す例では、3 個の磁気検出素子 9 0～9 2 及び 6 個の磁石 8 7 a～8 7 f が配置されている。対となる 2 つの磁石、例えば、磁石 8 7 a, 8 7 b は軸方向に沿った磁極の配列が互いに逆方向である。なお、図 19, 23 に示す例では、磁気遮蔽板に 1 個所の磁束通過部 7 3 a が、図 21, 25 に示す例では、磁気遮蔽板に 2 個所の磁束通過部 7 3 a, 7 3 b が周方向に 180 度離れて、それぞれ設けられている。
- [0152] 磁気遮蔽板 7 3 が回転して、磁束通過部が 1 つの磁気検出素子の近傍を通過するとき、対となる 2 つの磁石の一方で発生した磁束が、磁気検出素子の内部を通過し、磁気検出素子に電圧パルスが発生する。また、この後に、他方の磁石で発生した磁束が、磁気検出素子の内部を通過し、磁気検出素子に電圧パルスが発生する。2 つの磁石は、軸方向に関し磁極の配列が逆であるため、磁気検出素子に流れる磁束の向きも逆となる。
- [0153] このため、1 つの磁気検出素子において、回転軸 3 2 が 1 回転する間に、互いに極性の異なる 1 組の電圧パルスが磁束通過部の整数倍だけ発生する。
- [0154] 本変形例によれば、変形例 1 に示したのと同様に、回転軸 3 2 の回転量だけでなく回転方向の変化も検出することができる。回転軸 3 2 が 1 回転する間に、複数の磁気検出素子 9 0～9 2 のそれぞれで電圧パルスが発生するため、検出されたデータの冗長性が確保される。さらに、磁気式エンコーダ 1 2 0 を駆動する電力の安定性を高められる。また、磁気検出素子及び磁束通過部の個数を増やすことで、回転量のうち、原点位置から回転軸が回転した角度範囲の情報を細かく取得することができる。よって、モータ 3 0 0 の回

転状態をより精密に制御できる。ロータリーエンコーダ100を駆動する電源230が停止した後に再度復帰した場合、多回転情報Sを精度良く補正することができる。

[0155] なお、1つの磁気検出素子に関し、2つの磁石を互いに磁極の配列方向が逆になるように配置することで、回転軸32が1回転する間に極性の異なる電圧パルスを当該磁気検出素子にそれぞれ発生させることができる。よって、回転方向の変化を容易に検出できる。

[0156] <変形例6>

図27は、変形例6に係る第1の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図28は、図27に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図29は、変形例6に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図30は、図29に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図31は、変形例6に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図32は、図31に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。なお、図30、32において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、中央のグラフは磁気検出素子91の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子92の出力電圧をそれぞれ示している。説明の便宜上、図27、29、31において、磁気検出素子90～92と磁気遮蔽板74と磁石87a～87c及び磁石87g以外の構成部品の図示を省略する。

[0157] 本変形例に係る構成は、磁気遮蔽板741、742が、回転軸32（図示せず）と同軸にかつ径方向に間隔をあけて複数設けられて磁気遮蔽板74を構成している点で、実施形態3に示す構成と異なる。磁気遮蔽板741、742は、回転軸32に回転一体に取り付けられているため、回転軸32の回転中も、それぞれに設けられた磁束通過部741a、742a間の相対位置は変わらない。また、磁束通過部741a、741b、742a、742b間の相対位置も変わらない。

[0158] 磁気検出素子90～92は、径方向に関し、磁気遮蔽板741と磁気遮蔽板742との間に配置されるとともに、磁気遮蔽板741よりも回転軸32に近い側に配置されている。磁気検出素子の個数は、図27、29、31に示す例でそれぞれ1個、3個、3個である。また、磁気検出素子が複数個ある場合、互いに隣り合う磁気検出素子は、周方向に沿って120度離れて配置されている。

[0159] 図27及び図29に示す例では、磁気遮蔽板741、742に磁束通過部741a、742aがそれぞれ形成されている。磁気遮蔽板741に形成された磁束通過部741aと磁気遮蔽板742に形成された磁束通過部742aは、周方向に沿って所定の角度、この場合は180度だけ離れて配置されている。

[0160] 図31に示す例では、磁気遮蔽板741に磁束通過部741a、741bがそれぞれ形成され、磁気遮蔽板742に磁束通過部742a、742bがそれぞれ形成されている。磁気遮蔽板741に形成された磁束通過部741a、741bは、周方向に沿って180度だけ離れて配置されている。磁気遮蔽板742に形成された磁束通過部742a、742bは、周方向に沿って180度だけ離れて配置されている。磁気遮蔽板741、742にそれぞれ形成された磁束通過部741a、742aは、周方向に沿って90度だけ離れて配置されている。磁束通過部741b、742bは、周方向に沿って90度だけ離れて配置されている。

[0161] 径方向で見て、磁石87gは磁気遮蔽板142の内側、具体的には回転軸32の近くに位置し、磁石87a～87cは磁気遮蔽板741の外側に位置する。図29及び図31に示す例では、磁石87a～87cは、軸方向に沿った磁極の配列が互いに同方向である。

[0162] 磁気検出素子の配置、個数に応じて、磁気遮蔽板741の外側に位置する磁石の配置、個数が決定される。例えば、図27に示す例では、磁気検出素子90が1個で、これに対し、磁気遮蔽板741を挟んで径方向で反対側に1個の磁石87aが配置される。磁石87aと磁気検出素子90と磁石87

gとは、上から見て径方向に沿って一直線上に配置される。図29、31に示す例では、磁気遮蔽板741の径方向外側に位置し、互いに隣り合う磁石、例えば、磁石87aと磁石87bは、周方向に沿って120度離れて配置されている。

[0163] 回転軸32の回転とともに、1つの磁気検出素子の近傍を1つの磁束通過部が通過するときは、1つの磁石で発生した磁束が、磁気検出素子の内部に流れ電圧パルスが発生する。径方向で磁気検出素子の内側に位置する磁束通過部を通過する磁束の向きは、外側に位置する磁束通過部を通過する磁束の向きと反対である。このため、回転軸32が1回転する間に、1つの磁気検出素子には、極性の異なる電圧パルスが磁束通過部の個数に応じてそれぞれ発生する。具体的には、それぞれの磁気遮蔽板741、742に1箇所ずつ磁束通過部が設けられる場合は、回転軸32が1回転する間に、1つの磁気検出素子に極性の異なる電圧パルスが1回ずつ発生し、2箇所ずつ設けられる場合には、1つの磁気検出素子に極性の異なる電圧パルスが2回ずつ発生する。また、回転軸32が1回転する間に発生する極性の異なる電圧パルスの組は、磁気検出素子または磁束通過部の個数に応じて増加する。例えば、図29、図31に示すように、磁気検出素子が3個、磁束通過部の個数が計4個の場合、図30、32に示すように、回転軸32が1回転する間に極性の異なる電圧パルスがそれぞれ6回ずつ発生する。但し、電圧パルスが発生するタイミングは複数の磁束通過部間の配置関係によって異なる。

[0164] 本変形例によれば、複数の磁気遮蔽板を同軸に配置し、磁気検出素子及び磁石をこれに応じて配置することで、磁気検出素子の内部に確実に磁束が流れ、電圧パルスが発生する。また、この電圧パルスの発生回数に基づいて回転量を検出できる。

[0165] 複数の磁気検出素子及び磁束通過部を配置し、また、これらの配置関係を本変形例に示すように規定することで、変形例5に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。

[0166] <変形例7>

図33は、変形例7に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。

図34は、図33に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図35は、変形例7に係る別の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図36は、図35に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図34において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子91の出力電圧をそれぞれ示している。図36において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、中央のグラフは磁気検出素子91の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子92の出力電圧をそれぞれ示している。なお、説明の便宜上、図33、図35において、磁気検出素子90～92と磁気遮蔽板75と磁石87a、87b及び磁石87h～87k以外の構成部品の図示を省略する。

[0167] 本変形例に係る構成は、軸方向に互いに間隔をあけて複数の磁気遮蔽板751、752、磁気遮蔽板753が設けられて磁気遮蔽板75が構成されている点で、実施形態3に示す構成と異なる。なお、これらの磁気遮蔽板は、回転軸32に回転一体に取り付けられているため、回転軸32の回転中もそれぞれに設けられた磁束通過部間の相対位置は変わらない。例えば、図33に示す例では、磁気遮蔽板751、752のそれぞれに設けられた磁束通過部751a、752a間の相対位置は変わらない。図35に示す例では、磁気遮蔽板751～753のそれぞれに設けられた磁束通過部751a～753a間の相対位置は変わらない。

[0168] 磁気検出素子は、複数の磁気遮蔽板のそれぞれに対して設けられている。例えば、図33に示す例では、磁気検出素子90、91は、磁気遮蔽板751、752にそれぞれ対応して設けられている。図35に示す例では、磁気検出素子90～92は、磁気遮蔽板751～753にそれぞれ対応して設けられている。磁気検出素子90～92は、径方向に関し、対応する磁気遮蔽板よりも回転軸32に近い側に配置されている。

[0169] 複数の磁気遮蔽板のそれぞれに対応して1箇所ずつ磁束通過部が形成され

ている。複数の磁気遮蔽板のうち、互いに異なる磁気遮蔽板にそれぞれ形成された磁束通過部は、周方向に沿って所定の角度だけ離れて配置されている。例えば、図33に示す例では、磁気遮蔽板751, 752にそれぞれ形成された磁束通過部751a, 752aは、周方向に沿って90度だけ離れて配置されている。図35に示す例では、磁気遮蔽板751～753にそれぞれ形成された磁束通過部751a～753aは、周方向に沿って60度だけ離れて配置されている。また、磁気検出素子90～92は、径方向に関し、対応する磁気遮蔽板よりも回転軸32に近い側に配置されている。

[0170] また、一対の磁石が複数の磁気遮蔽板の径方向外側に互いに間隔をあけて配置されている。例えば、磁気遮蔽板751の径方向外側に設けられた2つの磁石87a, 87bは周方向に沿って180度だけ離れて配置されている。これら2つの磁石87a, 87bは、軸方向に沿った磁極の配列が互いに逆方向である。このような関係は、磁気遮蔽板752の径方向外側に設けられた2つの磁石87h, 87iや磁気遮蔽板753の径方向外側に設けられた2つの磁石87j, 87kにもあてはまる。

[0171] さらに、2つまたは3つの磁石が軸方向に沿って並んで配置されている。例えば、図33に示す例では、磁石87a, 87hが軸方向に沿って並んで配置されている。磁石87b, 87iが軸方向に沿って並んで配置されている。図35に示す例では、磁石87a, 87h, 87jが軸方向に沿って並んで配置されている。磁石87b, 87i, 87kが軸方向に沿って並んで配置されている。軸方向に並ぶ磁石は、軸方向に沿った磁極の配列が同じ方向である。

[0172] 磁気検出素子と磁気遮蔽板と磁石とをこのように配置することで、回転軸32が1回転する間に1つの磁気検出素子において、正極性及び負極性の電圧パルスがそれぞれ1回ずつ発生する。なお、電圧パルスが発生するタイミングが複数の磁束通過部間の配置関係によって異なることは、変形例6に示すのと同様である。

[0173] 本変形例によれば、複数の磁気遮蔽板を軸方向に並べて配置し、磁気検出

素子及び磁石をこれに応じて配置する。これにより、変形例6に示すのと同様に、磁気検出素子の内部に確実に磁束が流れ、電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生回数に基づいて回転量を検出できる。

[0174] 複数の磁気検出素子及び磁束通過部を配置し、また、これらの配置関係を本変形例に示すように規定する。これにより、変形例5、6に示した構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。

[0175] モータ300のサイズの制約が径方向に厳しい一方、軸方向には緩やかである場合、本変形例に示す磁気式エンコーダ120を含むロータリーエンコーダ100を用いることで、モータ300のサイズを大きくすることなく、前述の効果を奏することができる。

[0176] <変形例8>

図37は、変形例8に係る第1の磁気式エンコーダの斜視図である。図38は、変形例8に係る第2の磁気式エンコーダの斜視図である。図39は、変形例8に係る第3の磁気式エンコーダの斜視図である。図40は、変形例8に係る第4の磁気式エンコーダの斜視図である。説明の便宜上、図37～図40において、磁気検出素子90と磁気遮蔽板73、75と磁石88a～88f以外の構成部品の図示を省略する。

[0177] 実施形態3及び変形例5～7に示した磁石87a～87kは、いずれもN極とS極の2極を有する。磁石87a～87kは、軸方向に延びる棒状の磁石である。磁石87a～87kは、1つの磁石の軸方向の長さが1つの磁気検出素子の軸方向の長さとほぼ同じになるように構成されている。しかし、磁石のサイズや配置は特にこれに限定されず、例えば、本変形例に示す構成であってもよい。

[0178] 図37に示すように、磁気検出素子90よりも軸方向に短い一組の磁石を軸方向に並べ、一方の磁石のS極またはN極から他方の磁石のN極またはS極に向けて磁束が流れるようにしてもよい。この磁束が磁気検出素子90の内部に流れることで電圧パルスが発生する。このようにすることで、磁気検出素子90に加えられる磁束量を増加させることができる。このことにより

、電圧パルスの発生抜けが減少し、回転量の検出信頼性が向上する。なお、図37に示す例では、磁石88a, 88cの組、また、磁石88b, 88dの組が前述した関係に当てはまる。磁石88a, 88cの組は、磁石88b, 88dの組と周方向に沿って180度離れて配置されている。

[0179] また、磁気検出素子よりも軸方向に短い磁石を径方向で対向させるようにしてもよい。例えば、図38に示すように、2つの磁石88e, 88fを径方向で対向させる一方、軸方向に外れた位置に配置してもよい。このようにすることで、磁石の配置スペースを削減でき、磁気式エンコーダ120を小型化できる。なお、この場合、2つの磁石88e, 88fのそれぞれで発生した磁束は磁束通過部73aを通って磁気検出素子90の内部に流れる。

[0180] また、実施形態3及び変形例5～7に示した磁束通過部は、いずれも磁気遮蔽板を上端から下端まで軸方向に切り欠くことで形成されている。しかし、磁束通過部の形状は特にこれに限定されず、例えば、本変形例に示す形状であってもよい。

[0181] 図39に示すように、磁気遮蔽板73が上端及び下端のそれぞれから軸方向に沿って途中まで切り欠かれることで、磁束通過部73c, 73dが形成されてもよい。この場合、磁束通過部73c, 73dは軸方向に離間して配置される。また、図40に示すように、軸方向に2つの磁気遮蔽板751, 752を並べ、磁気遮蔽板751に形成された磁束通過部751aと磁気遮蔽板752に形成された磁束通過部752aとが周方向に沿って所定の角度だけ離れて配置されていてもよい。なお、図39に示す例では、磁石88a～88dの配置及び個数は図37に示すのと同様である。このようにすることで、磁気検出素子90に加えられる磁束量を増加させることができる。このことにより、電圧パルスの発生抜けが減少し、回転量の検出信頼性が向上する。また、磁気検出素子90に流れる磁束の経路も図37に示すのと同様である。また、図40に示す例では、磁石88e, 88fの配置や個数は図38に示すのと同様である。このようにすることで、磁石の配置スペースを削減できる。よって、磁気式エンコーダ120を小型化できる。磁気検出素

子 9 0 に流れる磁束の経路も図 3 8 に示すのと同様である。この場合、1 つ の磁石で発生した磁束は 1 つの磁束通過部を通って 1 つの磁気検出素子の 内部に流れる。例えば、磁石 8 8 f で発生した磁束が磁束通過部 7 5 1 a を通 って磁気検出素子 9 0 の内部に流れ、電圧パルスが発生する。

[0182] (実施形態 4)

図 4 1 A は、実施形態 4 に係る磁気式エンコーダ 1 2 0 を上から見た模式 図である。図 4 1 B は、図 4 1 A に示す磁気式エンコーダ 1 2 0 の動作状態 を示す模式図である。なお、説明の便宜上、図 4 1 A, 4 1 B において、磁 気検出素子 9 0 と磁気遮蔽板 7 6 と磁石 8 9 a, 8 9 b 以外の構成部品の図 示を省略する。本実施形態及び後で述べる変形例 9 ~ 1 1 では、磁気検出素 子の軸方向下側に磁石が配置されるため、以降に示す各図面において、磁気 検出素子をウィーガントワイヤと誘導コイルのみで図示する。

[0183] 本実施形態に示す磁気式エンコーダ 1 2 0 は、以下の点で実施形態 1 や実 施形態 3 に示す磁気式エンコーダ 1 2 0 と異なる。

[0184] まず、磁気遮蔽板 7 6 は、軸方向と交差する平面内に位置する円環状でか つ板状の第 2 の部分 7 6 2 と、これに連続して、回転軸 3 2 を囲むように設 けられ、軸方向に延びる円筒状の第 1 の部分 7 6 1 とを有している。第 1 の 部分 7 6 1 は第 2 の部分 7 6 2 の外周縁から軸方向に延びている。

[0185] 第 1 及び第 2 の部分 7 6 1, 7 6 2 に磁束通過部 7 6 1 a, 7 6 2 a がそ れぞれ設けられている。第 1 の部分 7 6 1 では、一部が軸方向に沿って上端 から下端まで切り欠かれることで磁束通過部 7 6 1 a が形成されている。第 2 の部分 7 6 2 では、周方向に沿って約 1 / 4 の部分が切り欠かれることで 磁束通過部 7 6 2 a が形成されている。また、第 1 の部分 7 6 1 に形成され た磁束通過部 7 6 1 a と第 2 の部分 7 6 2 に形成された磁束通過部 7 6 2 a と は、周方向に沿って所定の角度、この場合は 1 8 0 度だけ離れて配置され ている。

[0186] 2 つの棒状の磁石 8 9 a, 8 9 b が配置されている。磁石 8 9 a は、第 1 の部分 7 6 1 を挟んで磁気検出素子 9 0 と反対側、つまり、磁気遮蔽板 7 6

の径方向外側に配置されている。磁石 89b は、第 2 の部分 762 を挟んで磁気検出素子 90 と反対側、つまり、磁気遮蔽板 76 の軸方向下側に配置されている。上から見て、磁石 89b は、第 1 の部分 761 の径方向内側に配置されている。上から見て、2 つの磁石 89a, 89b は互いに平行となるようにかつそれぞれの磁極が軸方向と直交する平面内に位置するように配置されている。ただし、それぞれの磁石において、磁極の配列方向は逆向きである。

[0187] 磁気検出素子 90 は、実施形態 1, 2 と同様に、その両端が軸方向と直交する平面内に配置されており、その長手方向は磁石 89a, 89b の磁極の配列方向とほぼ平行である。

[0188] 回転軸 32 (図示せず) が回転すると、図 41B に示すように、磁石 89b で発生した磁束が第 2 の部分 762 に設けられた磁束通過部 762a を通過して、磁気検出素子 90 の内部に流れ、電圧パルスが発生する。このとき、磁石 89a で発生した磁束は、第 1 の部分 761 で遮蔽され、磁気検出素子 90 に到達しない。さらに回転軸 32 が回転すると、磁石 89a, 89b でそれぞれ発生した磁束は第 1 の部分 761 及び第 2 の部分 762 に遮蔽されて、磁気検出素子 90 に磁束が流れず、電圧パルスは発生しない。さらに回転軸 32 が回転すると、今度は、磁石 89a で発生した磁束が第 1 の部分 761 に設けられた磁束通過部 761a を通過して、磁気検出素子 90 の内部に流れ、電圧パルスが発生する。この電圧パルスは、前に発生した電圧パルスと逆の極性である。このとき、磁石 89b で発生した磁束は、第 2 の部分 762 で遮蔽され、磁気検出素子 90 に到達しない。

[0189] このような動作を繰り返すことにより、磁気検出素子 90 に周期的に電圧パルスが発生する。この電圧パルスの発生回数に基づいて、回転軸 32 の回転量が検出される。

[0190] 本実施形態の磁気式エンコーダ 120 は、磁気検出素子 90 と磁気遮蔽板 76 の第 2 の部分と磁石 89b とが軸方向に沿って互いに間隔をあけて配置されるとともに、磁気検出素子 90 と磁気遮蔽板 76 の第 1 の部分 761 と

磁石 89a とが径方向に沿って互いに間隔をあけて配置されている。

[0191] このことにより、径方向及び軸方向に関するこれらの部品の配置の自由度が高められる。これにより、磁気式エンコーダ 120 を含むロータリーエンコーダ 100 のサイズを径方向及び軸方向に小さくすることが可能となる。ただし、実施形態 1, 2 に示す磁気式エンコーダ 120 に比べて、軸方向に関するこれらの部品の配置の自由度は小さくなる。実施形態 3 に示す磁気式エンコーダ 120 に比べて、径方向に関するこれらの部品の配置の自由度は小さくなる。

[0192] 本実施形態の磁気式エンコーダ 120 を含むロータリーエンコーダ 100 は、ロータリーエンコーダ 100 のサイズを軸方向にも径方向にもある程度小型化したい場合に有用である。

[0193] 図 42A は、実施形態 4 に係るロータリーエンコーダの断面模式図である。図 42B は、実施形態 4 に係る別のロータリーエンコーダの断面模式図である。なお、本実施形態に示す磁気式エンコーダ 120 をロータリーエンコーダ 100 に組み込むにあたって、その配置は複数考えられる。例えば、図 42A に示すように、モータ 300 に近い側に磁気式エンコーダ 120 を、その上方に光学式エンコーダ 110 をそれぞれ配置してもよい。図 42B に示すように、モータ 300 に近い側に光学式エンコーダ 110 を、その上方に磁気式エンコーダ 120 をそれぞれ配置してもよい。なお、図 42A, 図 42B に示す構成において、反射パターン 112a を磁気遮蔽板 76 の第 1 の部分 761 の径方向内側に配置するようにしてもよい。図 42B に示す構成では、磁石 89b は、磁気遮蔽板 76 の軸方向上側に配置される。磁気検出素子 90 と信号処理回路 200 とは配線 170 を介して電気的に接続されている。

[0194] <変形例 9>

図 43 は、変形例 9 に係る磁気式エンコーダ 120 を上から見た模式図である。図 44 は、図 43 に示す磁気式エンコーダ 120 における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図 45 は、変形

例9に係る別の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図46は、図45に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。なお、図44において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子91の出力電圧をそれぞれ示している。説明の便宜上、図43、図45において、磁気検出素子90、91と磁気遮蔽板76と磁石83a、83b、89a、89b以外の構成部品の図示を省略する。

[0195] 図43に示す磁気式エンコーダ120は、磁気検出素子が2つ設けられている点で実施形態4に示すエンコーダと異なる。磁気検出素子90、91のそれぞれに対して、一対の磁石89a、89bが配置されている。一方の磁石89aは、第1の部分761を挟んで磁気検出素子90と反対側に配置されている。他方の磁石89bは、第2の部分762を挟んで磁気検出素子90と反対側に配置されている。磁気検出素子91に対応する磁石89a、89bの配置関係もこれと同様である。上から見て、磁石89bは、第1の部分761の径方向内側に配置されている。上から見て、対となる2つの磁石89a、89bは互いに平行となるようにかつそれぞれの磁極が軸方向と直交する平面内に位置するように配置されている。ただし、それぞれの磁石において、磁極の配列方向は逆向きである。

[0196] 磁気式エンコーダ120をこのように構成してもよい。この場合、図44に示すように、回転軸が1回転する間に、磁気検出素子90、91には、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ1回ずつ発生する。このことにより、回転量を確実に検出できるとともに磁気式エンコーダ120を駆動するのに十分な電力を確保できる。また、磁石89a、89b及び磁気検出素子90、91の配置の自由度が高められる。したがって、ロータリーエンコーダ100の設計コストが増加するのを抑制できる。

[0197] また、複数の磁気検出素子及び磁束通過部を配置し、これらの配置関係を本変形例に示すように規定することで、変形例5に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。

[0198] なお、図45に示すように、磁気遮蔽板73を実施形態3に示すような形状としてもよい。この場合、磁気検出素子90は、軸方向から見て、回転軸32の近くに配置される。また、2つの磁石83a, 83bは互いに平行となるようにかつそれぞれの磁極が軸方向と直交する平面内に位置するように配置されている。ただし、それぞれの磁石において、磁極の配列方向は逆向きである。また、上から見て、2つの磁石83a, 83bは磁気遮蔽板73の径方向外側に配置される。また、周方向に沿って180度離れて配置される。この場合、一方の磁石で発生した磁束が磁気検出素子90を流れときは、他方の磁石で発生した磁束は磁気遮蔽板73で遮蔽される。よって、図46に示すように、回転軸32が1回転する間に、磁気検出素子90に正極性及び負極性の電圧パルスがそれぞれ1回ずつ発生し、この発生回数に基づいて、回転軸32の回転量が検出される。

[0199] <変形例10>

図47Aは、変形例10に係る第1の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図47Bは、図47Aに示す磁気式エンコーダ120の動作状態を示す模式図である。図48は、変形例10に係る第2の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図49Aは、変形例10に係るロータリーエンコーダ100の断面模式図である。図49Bは、変形例10に係る別のロータリーエンコーダ100の断面模式図である。図50は、変形例10に係る第3の磁気式エンコーダ120を上から見た模式図である。図51は、図50に示す磁気式エンコーダ120における回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。

[0200] なお、説明の便宜上、図47A, 図48, 図50において、磁気検出素子90, 91と磁気遮蔽板77と磁石89c～89e以外の構成部品の図示を省略する。また、図49A, 図49Bにおいて、磁気式エンコーダ120の構成は、図48に示すのと同様である。

[0201] 本変形例に示す磁気式エンコーダ120は、以下の点で実施形態4及び変形例9に示す磁気式エンコーダ120と異なる。

- [0202] 磁気遮蔽板 77 は、軸方向と交差する平面内に位置する円環状でかつ板状の第2の部分 772 と、これに連続して、回転軸 32 を囲むように設けられ、軸方向に延びる円筒状の第1の部分 771 とを有している。第1の部分 771 は第2の部分 772 の内周縁から軸方向に延びている。磁石 89d または磁石 89e が磁気遮蔽板 77 の第1の部分 771 の径方向内側に配置されている。磁石 89c が磁気遮蔽板 77 の第1の部分 771 の径方向外側に配置されている。
- [0203] 磁気式エンコーダ 120 をこのように構成してもよく、図 47A 及び図 48 に示す構成では、回転軸 32 が 1 回転する間に、磁気検出素子 90 には、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ 1 回ずつ発生する。このことにより、回転量を確実に検出できるとともに磁気式エンコーダ 120 を駆動するのに十分な電力を確保できる。また、磁石及び磁気検出素子の配置の自由度が高められる。よって、ロータリーエンコーダ 100 の設計コストが増加するのを抑制できる。
- [0204] また、図 50 に示すように、磁気遮蔽板 77 の第1の部分を挟んで 2 つの磁気検出素子 90, 91 を径方向に対向して配置するようにしてもよい。この場合、磁気検出素子 90, 91 のそれぞれに対して、軸方向に間隔を開けて磁石 89c が配置される。
- [0205] このようにすることで、図 51 に示すように、回転軸 32 が 1 回転する間に、磁気検出素子 90, 91 のそれぞれに、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ 1 回ずつ発生する。このことにより、変形例 5 及び変形例 9 に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができる。
- [0206] また、図 48, 50 に示すように、第1の部分 771 の径方向内側に位置する磁石 89e を円環状としてもよい。この場合、磁極は、互いに隣り合う磁極の極性が異なるように、周方向に沿って複数配列される。このようにすることで、磁石 89e と第1の部分 771 との間隔を小さくできる。したがって、磁気式エンコーダ 120、ひいてはロータリーエンコーダ 100 を径方向に小型化できる。

[0207] なお、本変形例に示す磁気式エンコーダ120をロータリーエンコーダ100に組み込むにあたって、その配置は複数考えられる。例えば、図49Aに示すように、モータ300に近い側に磁気式エンコーダ120を、その上方に光学式エンコーダ110をそれぞれ配置してもよい。図49Bに示すように、モータ300に近い側に光学式エンコーダ110を、その上方に磁気式エンコーダ120をそれぞれ配置してもよい。なお、図49A、図49Bに示す構成において、反射パターン112aを磁気遮蔽板77の第1の部分771の径方向内側に配置するようにしてもよい。磁気検出素子90と信号処理回路200とは配線170を介して電気的に接続されている。

[0208] <変形例11>

図52は、変形例11に係る磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図53は、図52に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図54は、変形例11に係る第2の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図55は、図54に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図56は、変形例11に係る第3の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図57は、図56に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図58は、変形例11に係る第4の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図59は、図58に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図60は、変形例11に係る第5の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図61は、図60に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。図62は、変形例11に係る第6の磁気式エンコーダを上から見た模式図である。図63は、図62に示す磁気式エンコーダにおける回転軸の回転角度と磁気検出素子の出力電圧との関係を示す図である。なお、図53、図55、図57、図59、図61、図63において、上側のグラフは磁気検出素子90の出力電圧を、中央のグラフは磁気

検出素子91の出力電圧を、下側のグラフは磁気検出素子92の出力電圧をそれぞれ示している。説明の便宜上、図52、図54、図56、図58、図60、図62において、磁気検出素子90～92と磁気遮蔽板76、77と磁石89a～89c、89e以外の構成部品の図示を省略する。

[0209] 本変形例に係る構成は、磁気検出素子90～92が、周方向に互いに間隔をあけて3つ設けられている点で実施形態4及び変形例9、10に示す構成と異なる。なお、本変形例において、互いに隣り合う磁気検出素子は周方向に120度離れて配置されている。

[0210] また、図52、54、56に示す構成では、1つの磁気検出素子に対し、磁気遮蔽板76の第1の部分761を挟んで径方向外側に磁石89aが配置されている。第2の部分762を挟んで軸方向下側に磁石89bが配置されている。図58、60、62に示す構成では、1つの磁気検出素子に対し、磁気遮蔽板77の第1の部分771を挟んで径方向内側に磁石89eが配置されている。第2の部分772を挟んで軸方向下側に磁石89cが配置されている。磁石89eは図48、50に示すのと同様に円環状で、互いに隣り合う磁極の極性が異なるように周方向に沿って複数の磁極が配列される。

[0211] 図52、58に示す構成では、磁気遮蔽板76の第1の部分761及び第2の部分762に磁束通過部761a、762aがそれぞれ設けられ、これらは、上から見て、径方向で対向して、つまり、周方向に沿って180度離れて配置されている。

[0212] このことにより、図53、59に示すように、回転軸32が1回転する間に、磁気検出素子90～92のそれぞれに、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスが1回ずつ発生する。

[0213] 図54に示す構成では、磁気遮蔽板76の第1の部分761に2つの磁束通過部761a、761bが設けられている。第2の部分762に2つの磁束通過部762a、762bが設けられている。上から見て、2つの磁束通過部761a、761bは径方向で対向して配置されている。2つの磁束通過部762a、762bは径方向で対向して配置されている。第1の部分7

6 1 に設けられた磁束通過部とこれに近接する第 2 の部分 7 6 2 に設けられた磁束通過部とは、周方向に沿って 90 度離れて配置されている。図 6 0 に示す構成では、磁気遮蔽板 7 7 の第 1 の部分 7 7 1 に 2 つの磁束通過部 7 7 1 a, 7 7 1 b が設けられている。第 2 の部分 7 7 2 に 2 つの磁束通過部 7 7 2 a, 7 7 2 b が設けられている。上から見て、2 つの磁束通過部 7 7 1 a, 7 7 1 b は径方向で対向して配置されている。2 つの磁束通過部 7 7 2 a, 7 7 2 b は径方向で対向して配置されている。第 1 の部分 7 7 1 に設けられた磁束通過部とこれに近接する第 2 の部分 7 7 2 に設けられた磁束通過部とは、周方向に沿って 90 度離れて配置されている。

[0214] このようにすることで、図 5 5, 6 1 に示すように、回転軸 3 2 が 1 回転する間に、磁気検出素子 9 0 ~ 9 2 のそれぞれに、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ 2 回ずつ発生する。

[0215] 図 5 6 に示す構成では、磁気遮蔽板 7 6 の第 1 の部分 7 6 1 に 4 つの磁束通過部 7 6 1 a ~ 7 6 1 d が設けられている。第 2 の部分 7 6 2 に 4 つの磁束通過部 7 6 2 a ~ 7 6 2 d が設けられている。上から見て、4 つの磁束通過部 7 6 1 a ~ 7 6 1 d は周方向に沿って 90 度ずつ離れて配置されている。4 つの磁束通過部 7 6 2 a ~ 7 6 2 d は周方向に沿って 90 度ずつ離れて配置されている。また、第 1 の部分 7 6 1 に設けられた磁束通過部とこれに近接する第 2 の部分 7 6 2 に設けられた磁束通過部とは、周方向に沿って 45 度離れて配置されている。図 6 2 に示す構成では、磁気遮蔽板 7 7 の第 1 の部分 7 7 1 に 4 つの磁束通過部 7 7 1 a ~ 7 7 1 d が設けられている。第 2 の部分 7 7 2 に 4 つの磁束通過部 7 7 2 a ~ 7 7 2 d が設けられている。上から見て、4 つの磁束通過部 7 7 1 a ~ 7 7 1 d は周方向に沿って 90 度ずつ離れて配置されている。4 つの磁束通過部 7 7 2 a ~ 7 7 2 d は周方向に沿って 90 度ずつ離れて配置されている。第 1 の部分 7 7 1 に設けられた磁束通過部とこれに近接する第 2 の部分 7 7 2 に設けられた磁束通過部とは、周方向に沿って 45 度離れて配置されている。

[0216] このようにすることで、図 5 7, 図 6 3 に示すように、回転軸 3 2 が 1 回

転する間に、磁気検出素子 90～92 のそれぞれに、正極性の電圧パルスと負極性の電圧パルスがそれぞれ 4 回ずつ発生する。

- [0217] 本変形例によれば、実施形態 4 及び変形例 9, 10 に示す構成が奏するのと同様の効果を奏することができます。つまり、回転量を確実に検出できるとともに磁気式エンコーダ 120 を駆動するのに十分な電力を確保できる。また、磁石や磁気検出素子の配置の自由度が高められる。したがって、ロータリーエンコーダ 100 の設計コストが増加するのを抑制できる。
- [0218] 3 つの磁気検出素子 90～92 を配置することで、変形例 5 に示す構成が奏するのと同様の効果をさらに高められる。つまり、回転軸 32 の回転量だけでなく回転方向の変化も検出することができる。回転軸 32 が 1 回転する間に、磁気検出素子 90～92 のそれぞれで電圧パルスが発生する。このため、検出されたデータの冗長性が確保される。さらに、磁気式エンコーダ 120 を駆動する電力の安定性を高められる。また、磁気検出素子の個数を増やすことで、回転量のうち、原点位置から回転軸 32 が回転した角度範囲の情報を細かく取得することができる。よって、モータ 300 の回転状態をより精密に制御できる。また、ロータリーエンコーダ 100 を駆動する電源 230 が停止した後に、再度復帰した場合、多回転情報 S を精度良く補正することができる。
- [0219] また、磁束通過部の個数を増やすことで、回転量のうち、原点位置から回転軸 32 が回転した角度範囲の情報を細かく取得することができる。よって、モータ 300 の回転状態をより精密に制御できる。また、ロータリーエンコーダ 100 を駆動する電源 230 が停止した後に、再度復帰した場合、多回転情報 S を精度良く補正することができる。
- [0220] (その他の実施形態)
- なお、変形例 1～11 を含む実施形態 1～4 に示す各構成要素を適宜組み合わせて、新たな実施形態とすることもできる。
- [0221] 図 1 に示すモータケース 10 は有底筒状であってもよい。その場合、例えば、ブラケット 21, 22 のいずれかが省略される。ブラケット 22 が省略

される場合、ロータリーエンコーダ100はモータケース10の底壁に取り付けられる。この場合も、回転子30や固定子40からの磁束がロータリーエンコーダ100に漏れないように、エンコーダケース150やモータケース10に磁気遮蔽用の対策を施す必要がある。

[0222] 光学式エンコーダ110を反射形エンコーダとしたが、透過形エンコーダとしてもよい。例えば、受光素子を回路基板140の下面に、発光素子をブラケット22の上面にそれぞれ配置し、また、スリット板112に透過パターンが設けられてもよい。この場合、受光素子と発光素子との間に光を遮る部材、具体的には磁気遮蔽板を配置しないようにする必要がある。また、回転板130を発光素子からの光を透過させる材質にするか、透過パターンの直下で回転板130を除去する必要がある。なお、発光素子を回路基板140の下面に、受光素子をブラケット22の上面にそれぞれ配置してもよい。この場合、信号処理回路200と受光素子の出力端子とを配線等を用いて電気的に接続する必要がある。

[0223] また、図1では、IPMモータを例に取って説明したが、本願明細書に示すロータリーエンコーダ100が他の種類のモータにも適用可能であることは言うまでもない。

[0224] また、本願明細書に示す磁気式エンコーダ120のうち、磁気検出素子と磁気遮蔽板と磁石との組み合わせは、回転軸32の回転に応じて電力を発生させる発電機構として利用することもできる。前述したように、何らかの理由でロータリーエンコーダ100を駆動する電源230から電力が供給されなくなった場合、光学式エンコーダ110を駆動する電力の供給源として当該発電機構を利用することも可能である。

産業上の利用可能性

[0225] 本開示の回転検出器は、簡便な構成で回転軸の回転量を検出できる。したがって、サーボモータのロータリーエンコーダに適用する上で有用である。

符号の説明

[0226] 10 モータケース

21, 22 ブラケット

30 回転子

31 回転子コア

32 回転軸

40 固定子

41 ヨーク

42 コイル

51, 52 軸受

60 磁気式エンコーダ

70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 磁気遮蔽板

741, 742 磁気遮蔽板（同軸配置）

751, 752, 753 磁気遮蔽板（軸方向配置）

761, 771 磁気遮蔽板の第1の部分（円筒状の部分）

762, 772 磁気遮蔽板の第1の部分（板状の部分）

70a, 70b, 70c, 70d, 70e, 70f, 70g, 70h, 70i
磁束通過部

71a, 71b, 72a, 72b 磁束通過部

73a, 73b 磁束通過部

741a, 741b, 742a, 742b, 751a, 752a, 753a
, 761a, 761b, 761c, 761d, 762a, 762b, 762c,
762d, 771a, 771b, 771c, 771d, 772a, 772b,
772c, 772d 磁束通過部

80a, 80b, 81a, 81b, 82a, 82b, 83a, 83b, 84
, 85, 86, 87a, 87b, 87c, 87d, 87e, 87h, 87i
, 87j, 87k, 88a, 88b, 88c, 88e, 88f, 89a, 89b,
89c, 89d, 89e 磁石

90, 91, 92 磁気検出素子

90a ウィーガントワイヤ（磁性体）

- 90 b, 91 b, 92 b 誘導コイル
100 ロータリーエンコーダ（回転検出器）
110 光学式エンコーダ（回転位置検出器）
120 磁気式エンコーダ
130 回転板
140 回路基板
150 エンコーダケース
155 エンコーダフレーム
160 ボス
170 配線
200 信号処理回路
210 光学信号処理回路
220 磁気信号処理回路
221 電圧変換部
222 信号処理部
223 記憶部
224 I/O部
230 電源
300 モータ
310 モータ制御部

請求の範囲

- [請求項1] モータの回転軸の回転量を検出する回転検出器であって、
磁性体と誘導コイルとで構成された磁気検出素子と、
前記回転軸に回転一体に取付けられ、磁束通過部を有する磁気遮蔽板
と、
前記磁気検出素子に対して相対位置が変化せず、互いに異なる極性の
複数の磁極を有する磁石と、を少なくとも備え、
前記磁性体は、所定以上の磁界が印加されると大バルクハウゼン効果
を発現し、
所定の方向から見て、前記磁気検出素子と前記磁気遮蔽板と前記磁石
とは互いに間隔をあけて、前記磁気検出素子、前記磁気遮蔽板、前記
磁石の順に配置されている回転検出器。
- [請求項2] 前記磁気検出素子の両端は、前記回転軸の軸線方向である軸方向と直
交する平面内に位置している請求項1に記載の回転検出器。
- [請求項3] 前記磁気遮蔽板は、前記軸方向と交差する平面内に位置する板状の部
分を有している請求項2に記載の回転検出器。
- [請求項4] 前記複数の磁極は、前記軸方向と直交する平面内に配列されている請
求項3に記載の回転検出器。
- [請求項5] 前記複数の磁極のうち互いに極性の異なる少なくとも1組の磁極が、
前記モータの半径方向である径方向に沿って配列されている請求項4
に記載の回転検出器。
- [請求項6] 前記磁気検出素子の両端が、前記径方向に沿って配置されている請求
項5に記載の回転検出器。
- [請求項7] 前記磁気検出素子は、前記軸方向と直交する平面内に複数配置され、
前記複数の磁極のうち互いに極性の異なる磁極の組は、前記磁気検出
素子の個数よりも多い請求項3～6のいずれか1項に記載の回転検出
器。
- [請求項8] 前記磁気遮蔽板は、前記板状の部分に連続して、前記回転軸を囲むよ

うに設けられ、前記軸方向に延びる円筒状の部分をさらに有し、
前記磁束通過部は、前記円筒状の部分を前記軸方向に切り欠いた部分
を含み、
前記板状の部分に形成された磁束通過部と前記円筒状の部分に形成さ
れた磁束通過部とは、前記回転軸の外周方向である周方向に沿って所
定の角度だけ離れて配置されており、
前記磁石は、
前記モータの半径方向である径方向から見て、前記磁気遮蔽板を挟ん
で前記磁気検出素子と反対側に配置された一の磁石と、
前記軸方向から見て、前記磁気遮蔽板を挟んで前記磁気検出素子と反
対側に配置された他の磁石と、を少なくとも含む請求項3～7のいず
れか1項に記載の回転検出器。

[請求項9] 前記磁気検出素子は、前記モータの半径方向である径方向に関し、前
記磁気遮蔽板よりも前記回転軸に近い側に配置され、
前記磁気検出素子は、その両端を結ぶ線が前記回転軸の軸線方向であ
る軸方向と平行となるように配置されている請求項1に記載の回転検
出器。

[請求項10] 前記複数の磁石のうち互いに極性の異なる少なくとも1組の磁極は、
前記軸方向と平行に配列されている請求項9に記載の回転検出器。

[請求項11] 前記磁気遮蔽板は、前記回転軸を囲むように設けられ、前記軸方向に
延びる円筒状であり、
前記磁束通過部は、前記磁気遮蔽板を前記軸方向に切り欠いた部分を
含む請求項10に記載の回転検出器。

[請求項12] 前記磁気遮蔽板は、前記回転軸と同軸にかつ前記径方向に間隔をあけ
て複数設けられており、
前記磁気検出素子は、前記径方向に関し、複数の前記磁気遮蔽板のう
ちの少なくとも1つの磁気遮蔽板よりも前記回転軸に近い側に配置さ
れ、

複数の前記磁気遮蔽板のそれぞれに前記磁束通過部が形成されており

、

複数の前記磁気遮蔽板のうち、互いに異なる磁気遮蔽板にそれぞれ形成された磁束通過部は、前記回転軸の外周方向である周方向に沿って所定の角度だけ離れて配置されている請求項 1 1 に記載の回転検出器。

[請求項13]

前記磁気遮蔽板は、前記軸方向に互いに間隔をあけて複数設けられており、

前記磁気検出素子は、複数の前記磁気遮蔽板のそれぞれに対して設けられ、かつ前記径方向に関し、前記磁気遮蔽板よりも前記回転軸に近い側に配置され、

複数の前記磁気遮蔽板のそれぞれに前記磁束通過部が形成されており

、

複数の前記磁気遮蔽板のうち、互いに異なる磁気遮蔽板にそれぞれ形成された磁束通過部は、前記回転軸の外周方向である周方向に沿って所定の角度だけ離れて配置されている請求項 1 1 に記載の回転検出器。

[請求項14]

前記磁気検出素子は互いに間隔をあけて複数配置されており、

前記複数の磁極のうち互いに極性の異なる磁極の組は、前記磁気検出素子の個数よりも多い請求項 9 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の回転検出器。

[請求項15]

前記回転軸の回転に応じて、前記磁束通過部が前記磁石及び前記磁気検出素子と前記所定の方向から見て互いに重なる位置に移動した場合に、前記磁石で発生した磁束が、前記磁束通過部を通じて前記磁気検出素子の一端から他端に向けて流れることで、前記磁気検出素子に電圧パルスが発生する請求項 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の回転検出器。

[請求項16]

前記磁気検出素子に発生した電圧パルスを整流し、所定の電圧に変換

する電圧変換部と、

前記電圧パルスの発生回数に応じて前記回転軸の回転量を算出する信号処理部と、

前記信号処理部で算出された前記回転量を保存する記憶部と、

前記回転量に応じた信号を外部に出力するI/O部と、をさらに備える請求項15に記載の回転検出器。

[請求項17] 前記磁気検出素子は複数設けられており、

前記信号処理部は、互いに異なる前記磁気検出素子でそれぞれ発生した電圧パルスの極性に基づいて、前記回転軸の回転方向を判定する請求項16に記載の回転検出器。

[請求項18] 前記回転軸の回転位置を検出する光学式回転検出器をさらに備えた請求項16または17に記載の回転検出器。

[請求項19] 前記回転検出器は電源に接続されており、

前記電源から前記回転検出器に電力が供給される場合は、前記回転検出器は、前記回転軸の回転量を検出するとともに前記光学式回転検出器により前記回転軸の回転位置を検出し、

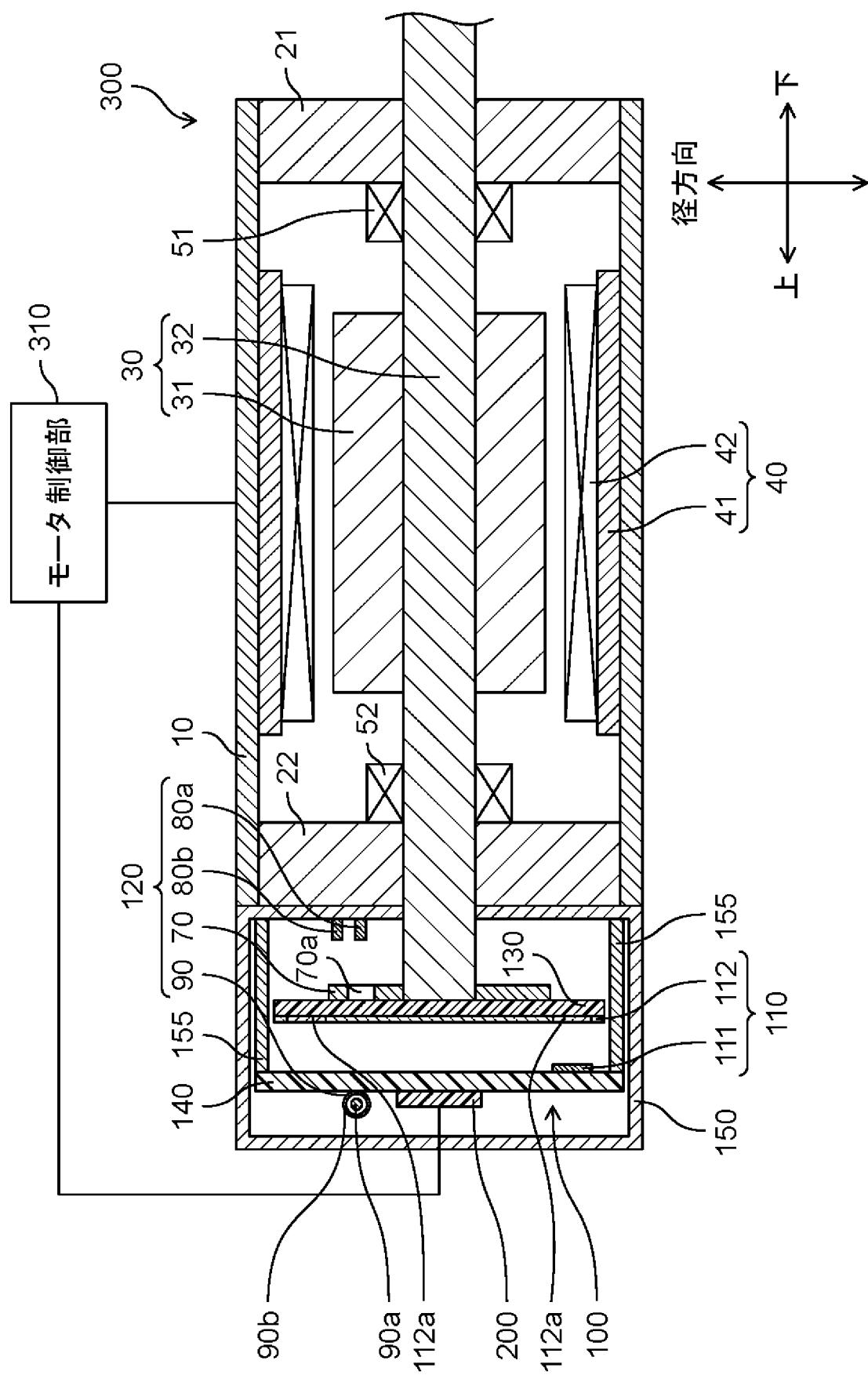
前記電源から前記回転検出器に電力が供給されない場合は、前記回転検出器は、前記電圧変換部から前記信号処理部、及び前記記憶部に駆動電力を供給することで、前記回転軸の回転量を検出する請求項18に記載の回転検出器。

[請求項20] 回転軸を有する回転子と、

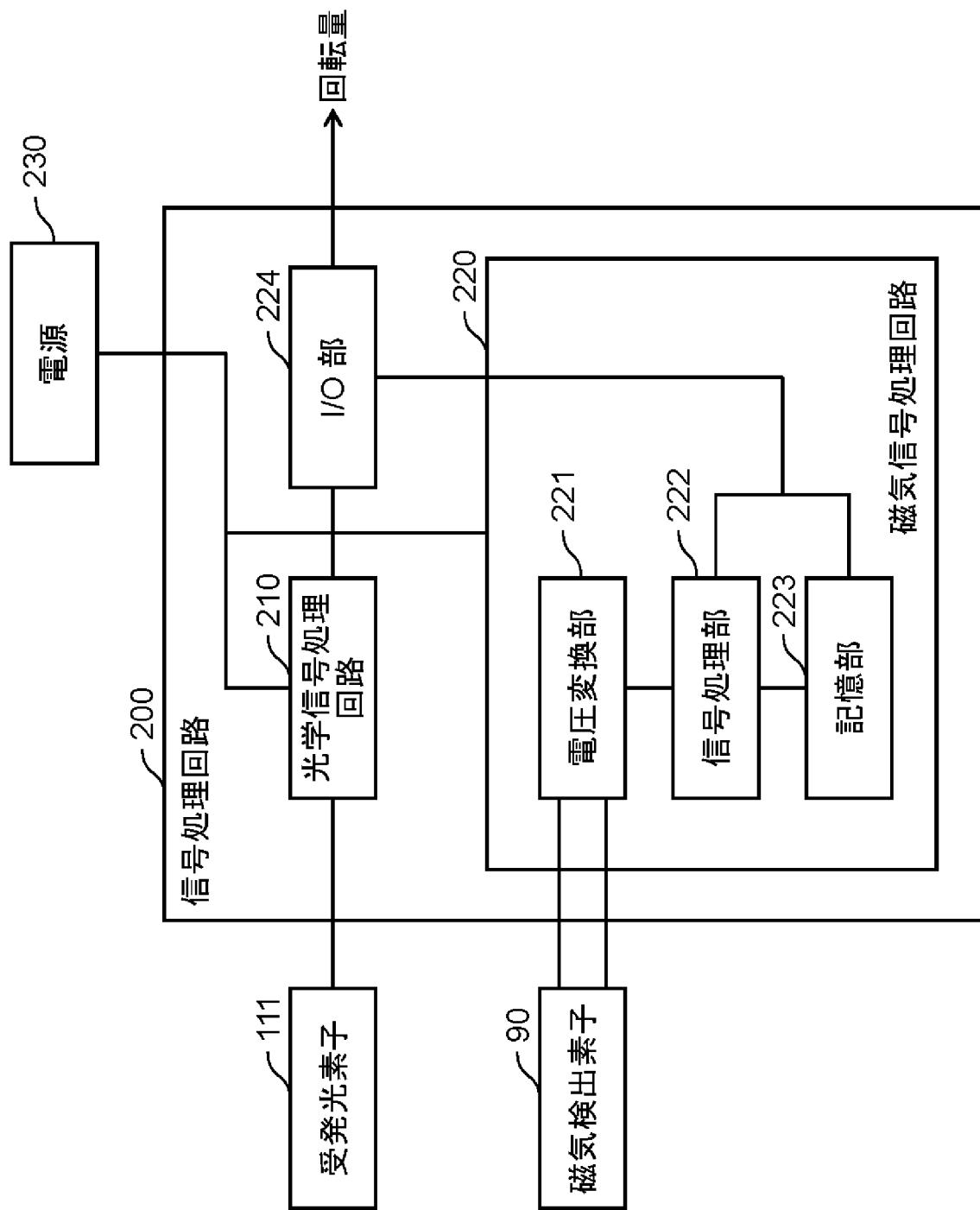
前記回転子と同軸にかつ前記回転子と所定の間隔をあけて設けられた固定子と、

前記回転軸に取付けられた請求項1～19のいずれか1項に記載の回転検出器と、を少なくとも備えたモータ。

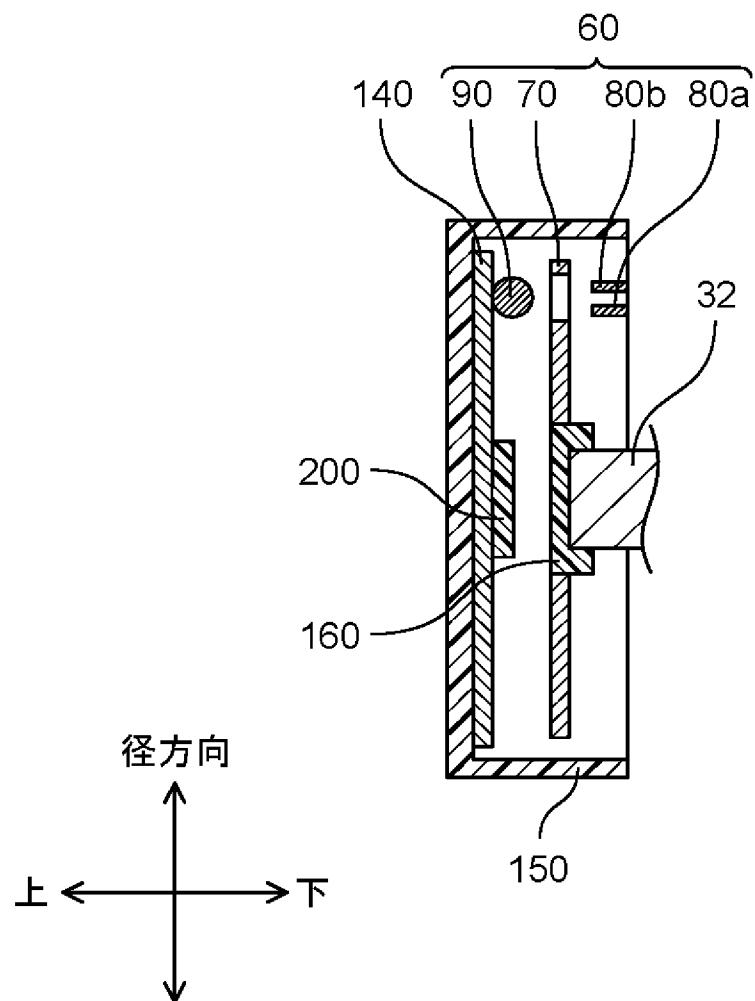
[図1]



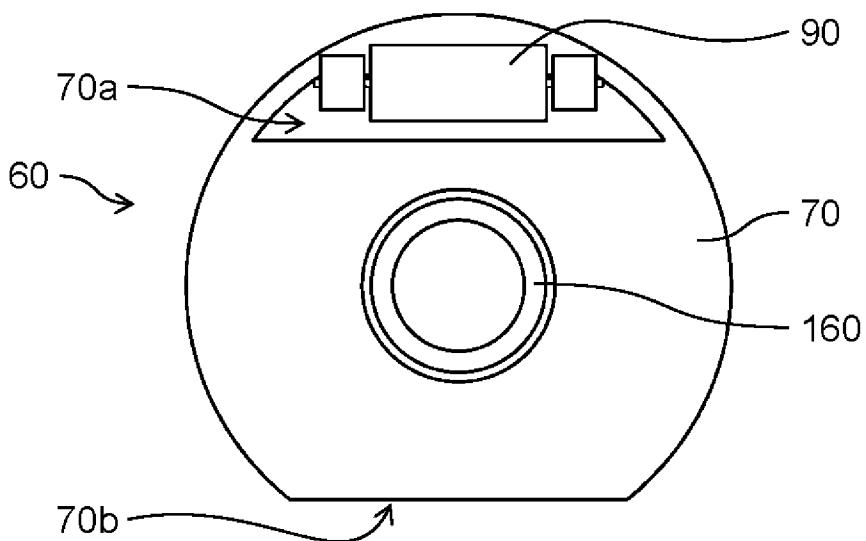
[図2]



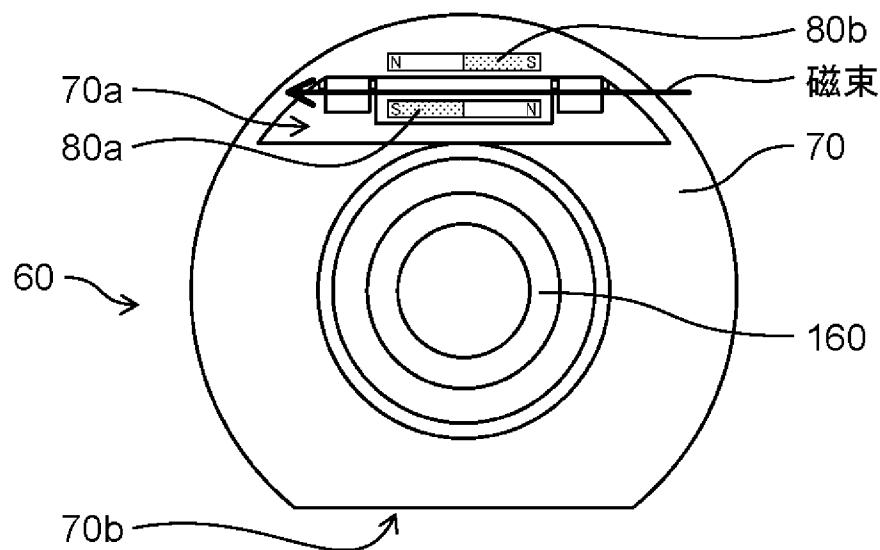
[図3]



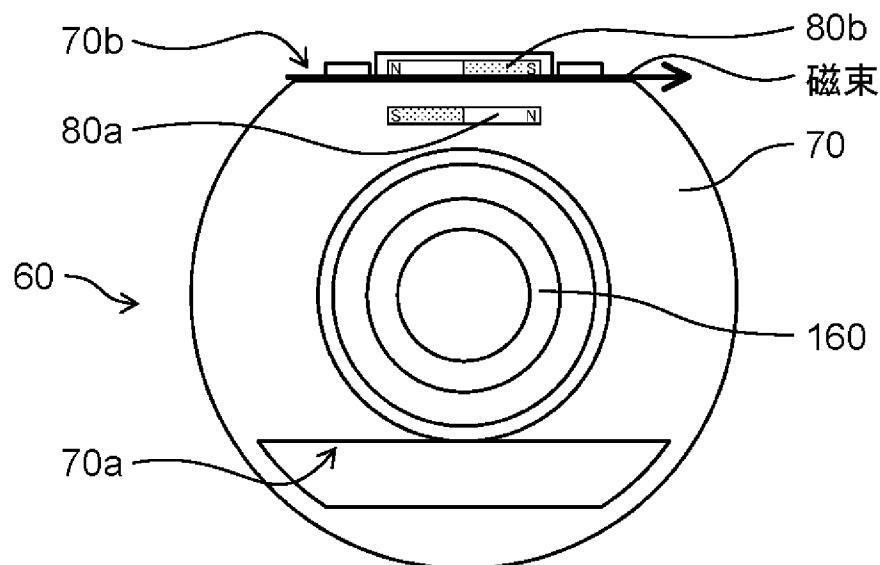
[図4A]



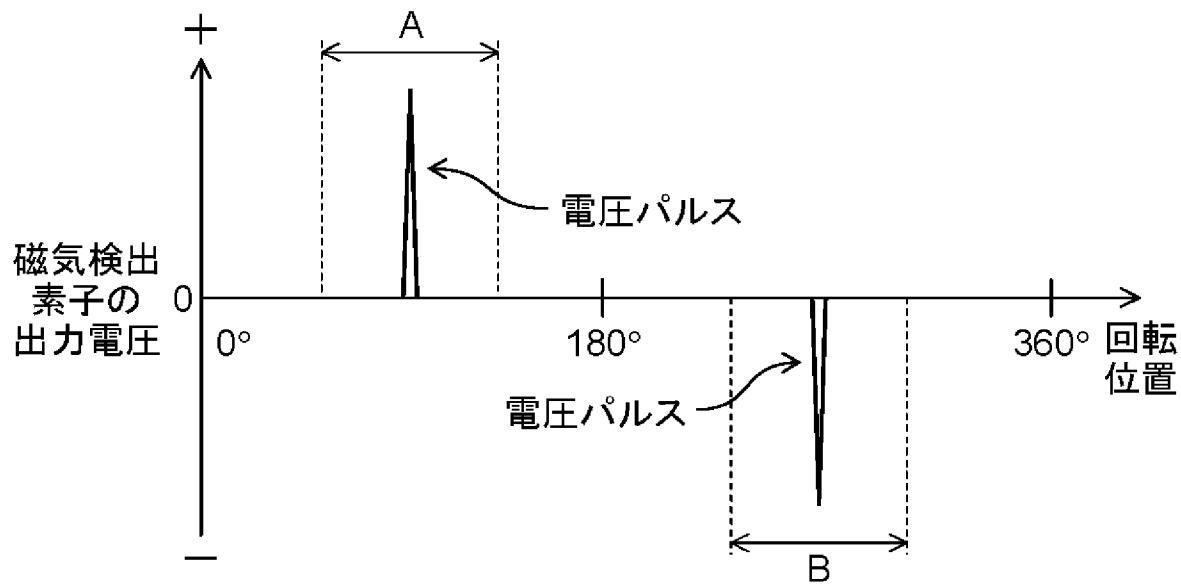
[図4B]



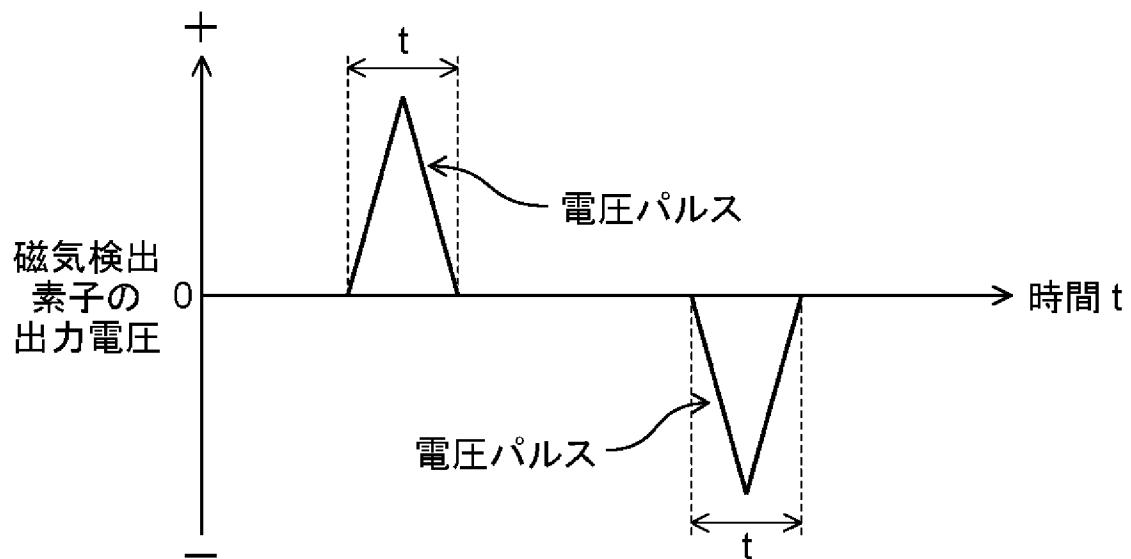
[図4C]



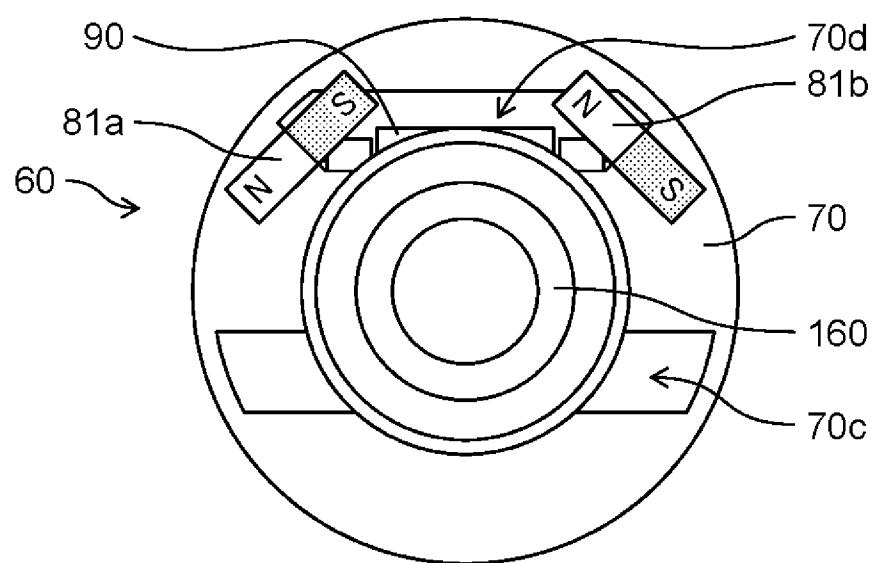
[図5A]



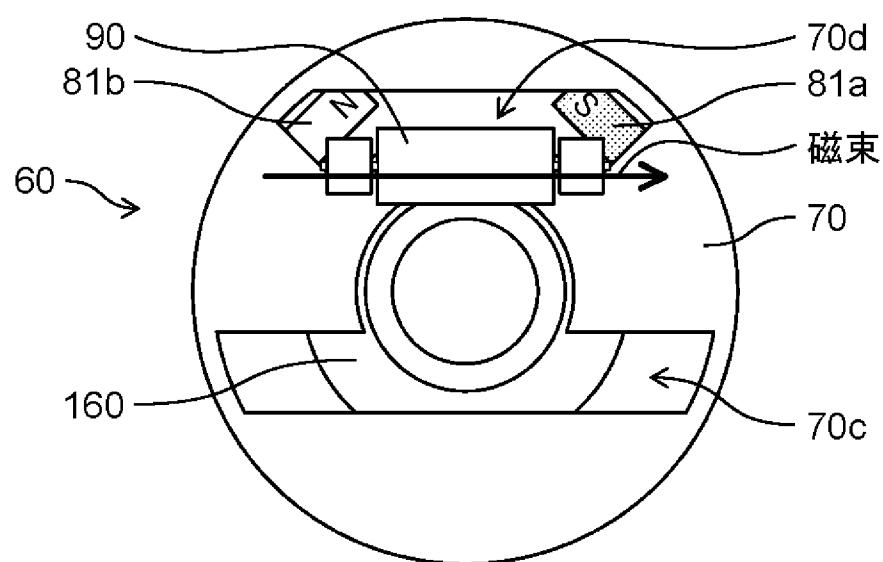
[図5B]



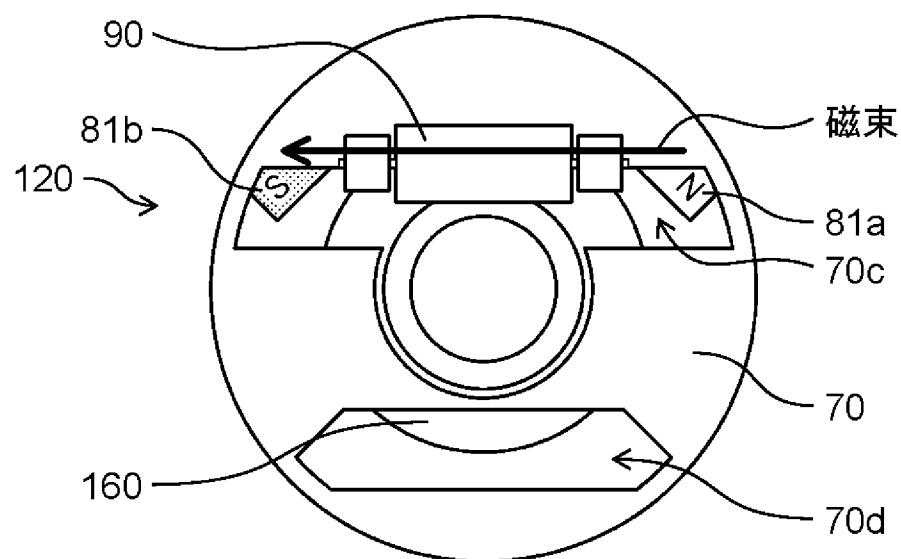
[図6A]



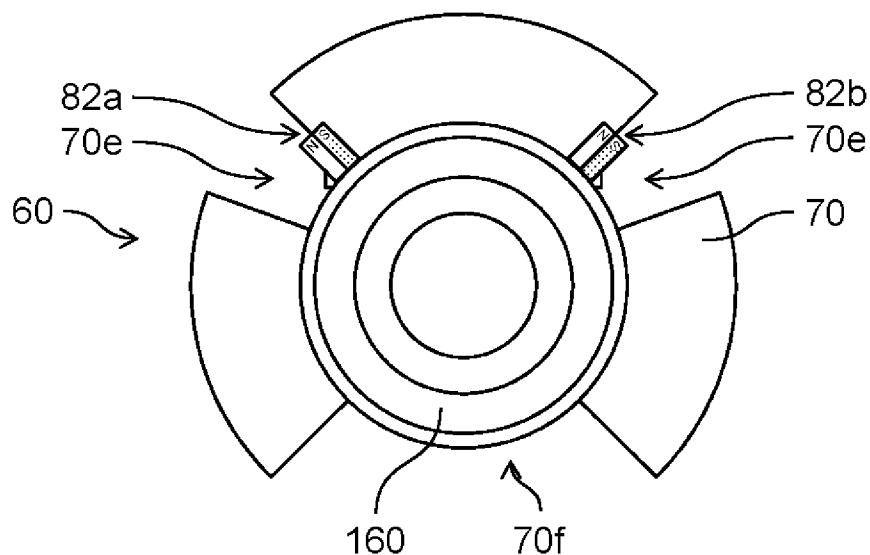
[図6B]



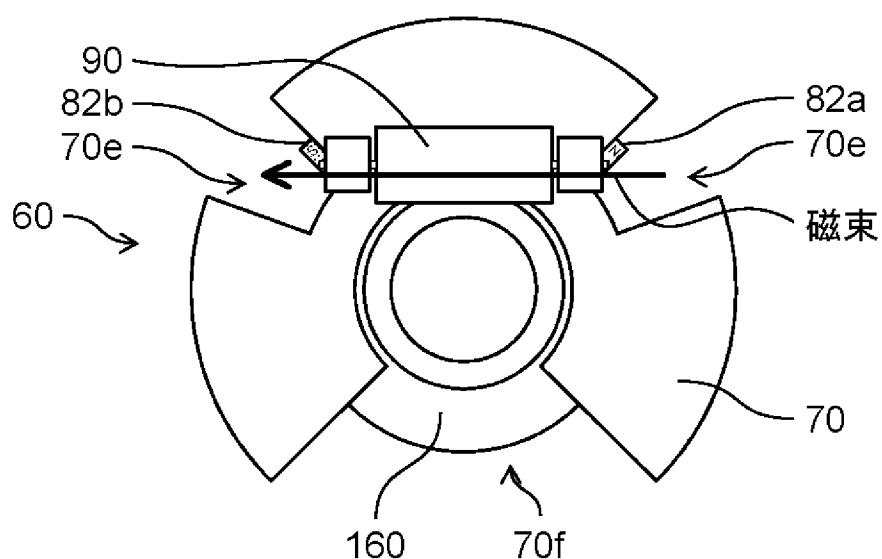
[図6C]



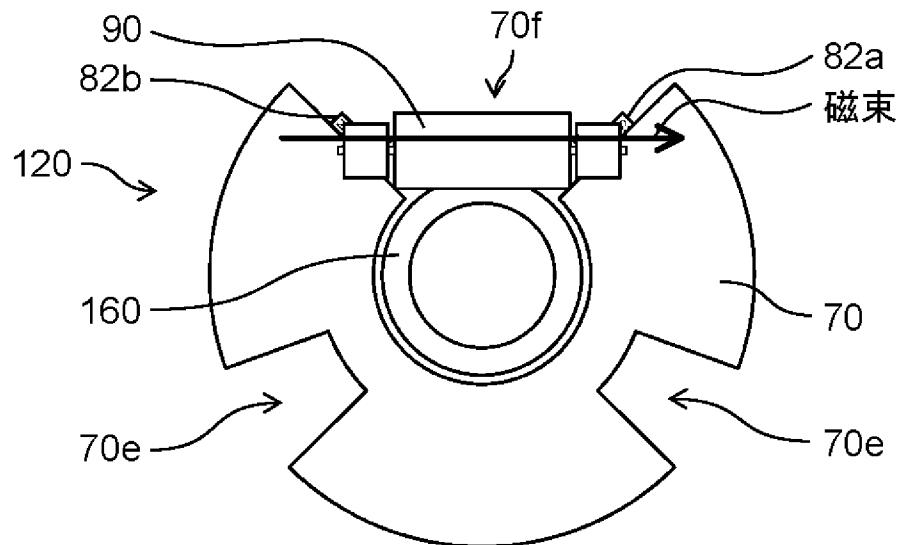
[図7A]



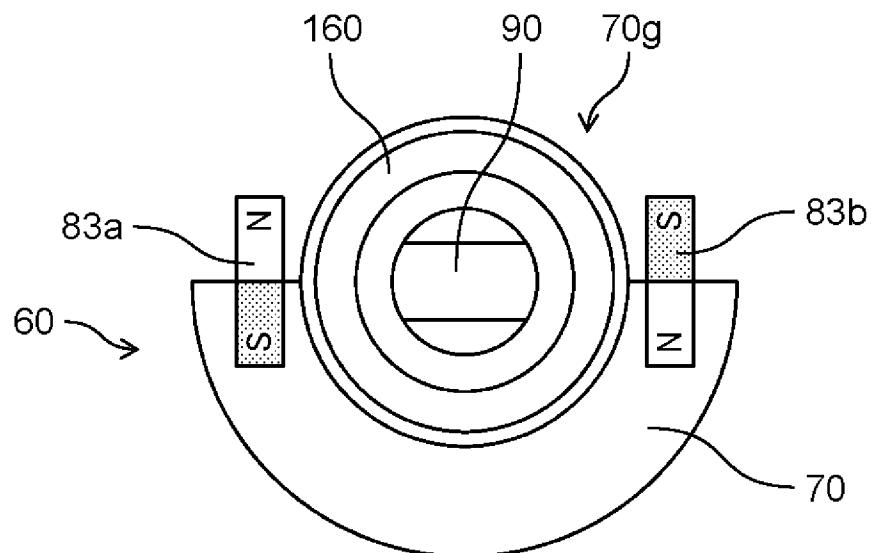
[図7B]



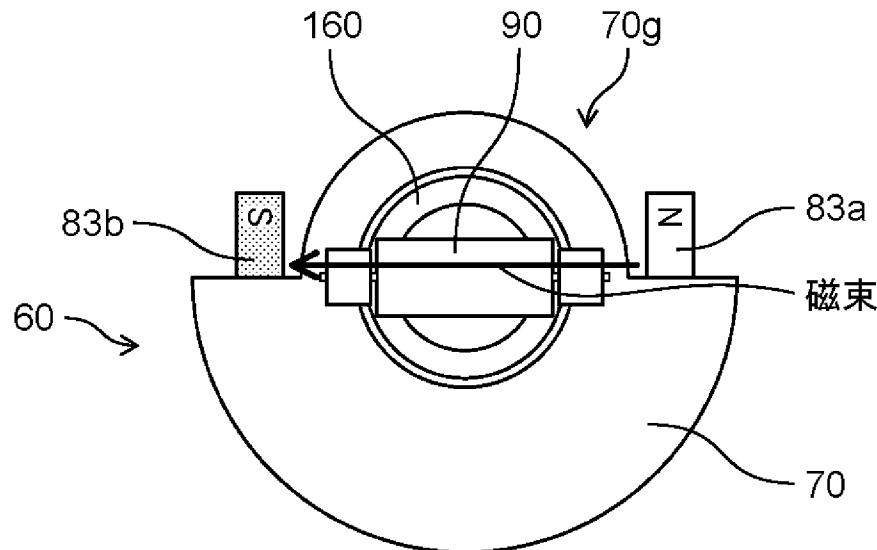
[図7C]



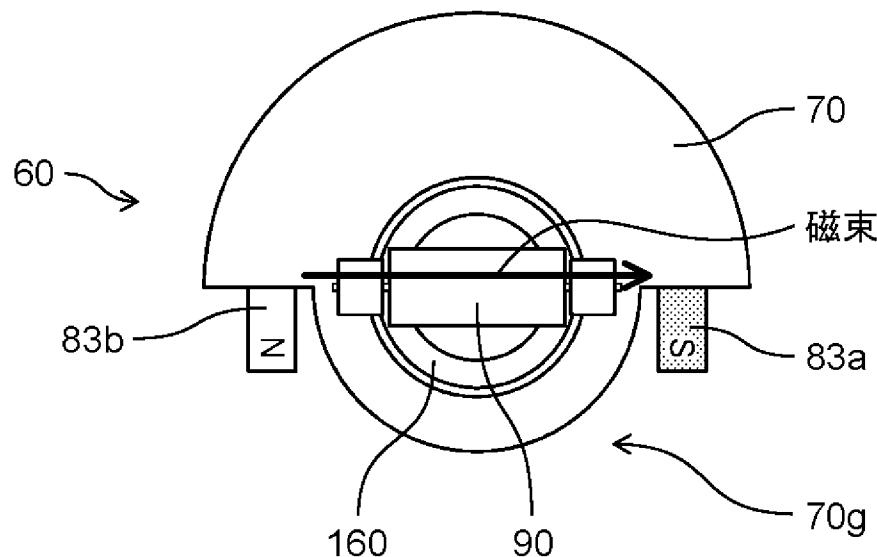
[図8A]



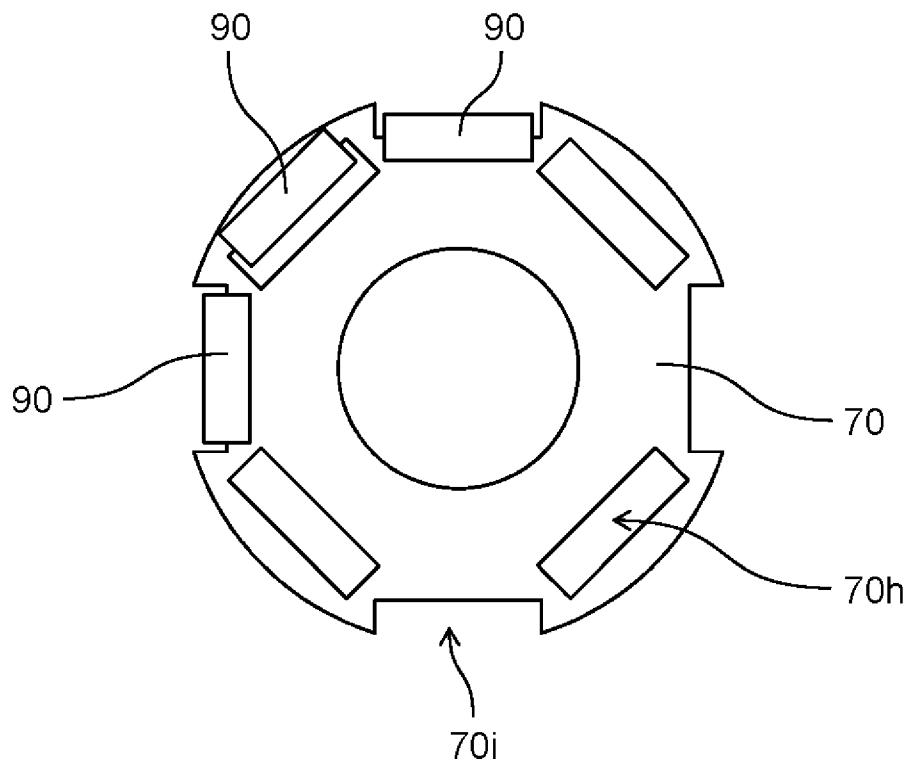
[図8B]



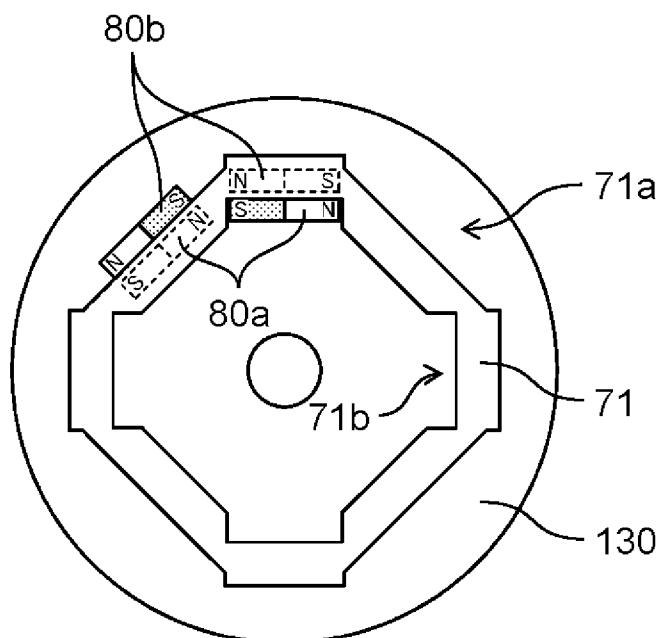
[図8C]



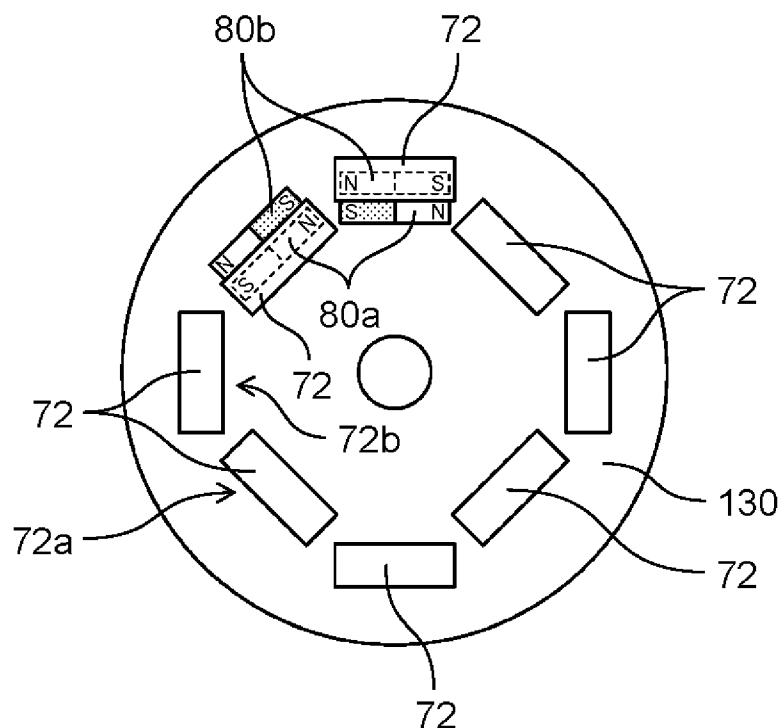
[図9]



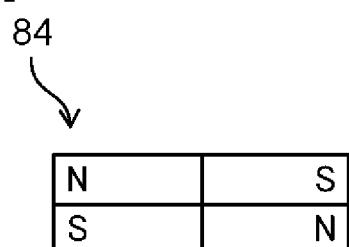
[図10A]



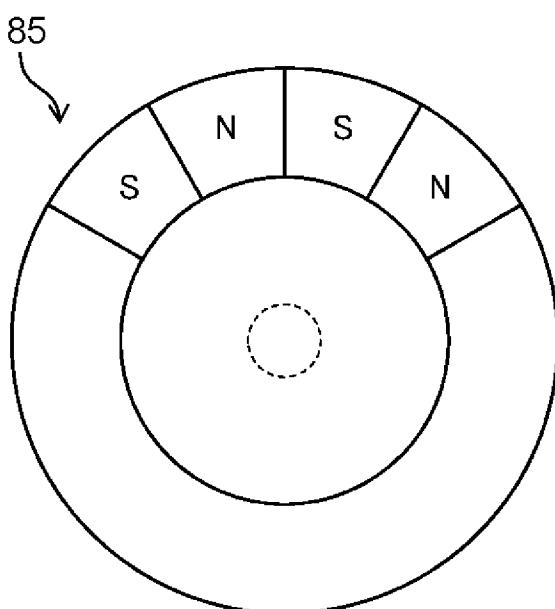
[図10B]



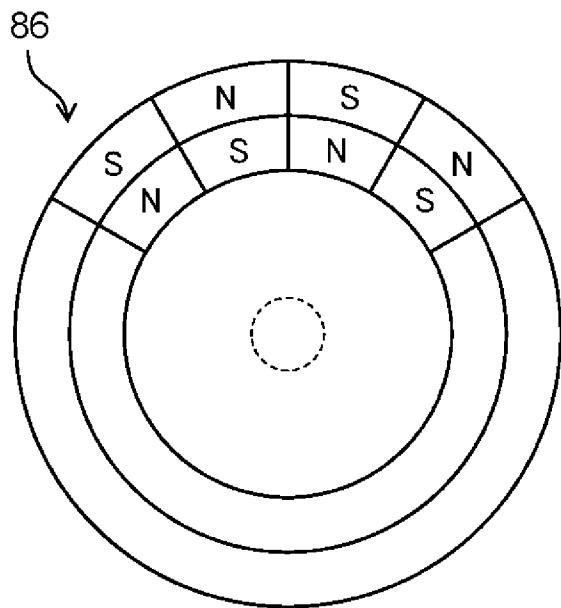
[図11A]



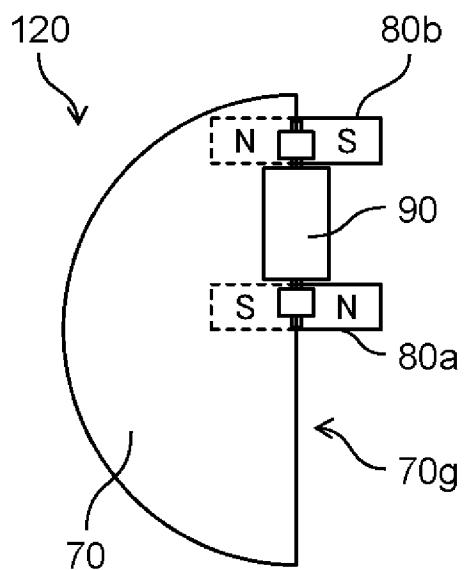
[図11B]



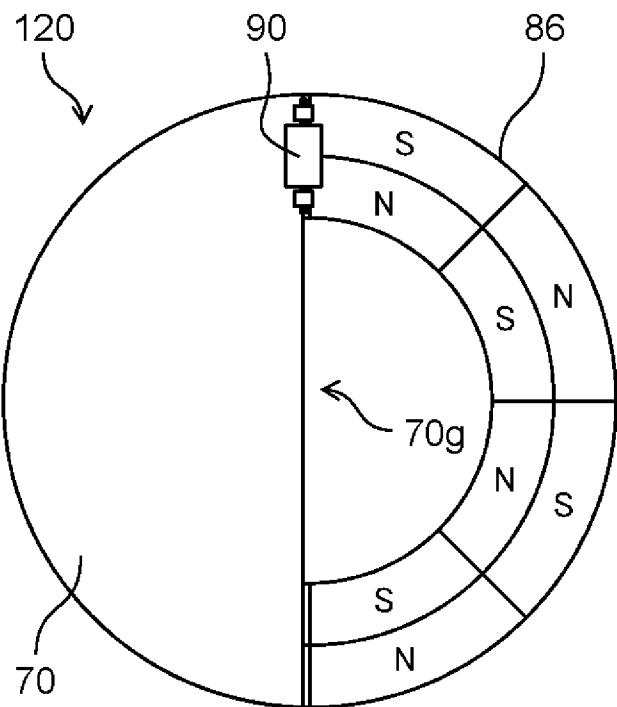
[図11C]



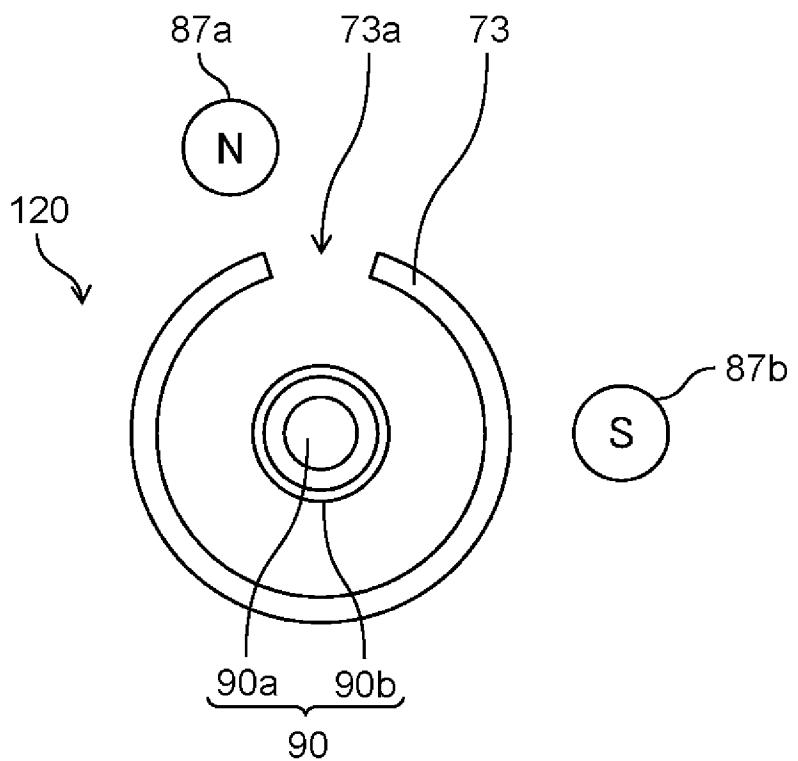
[図12A]



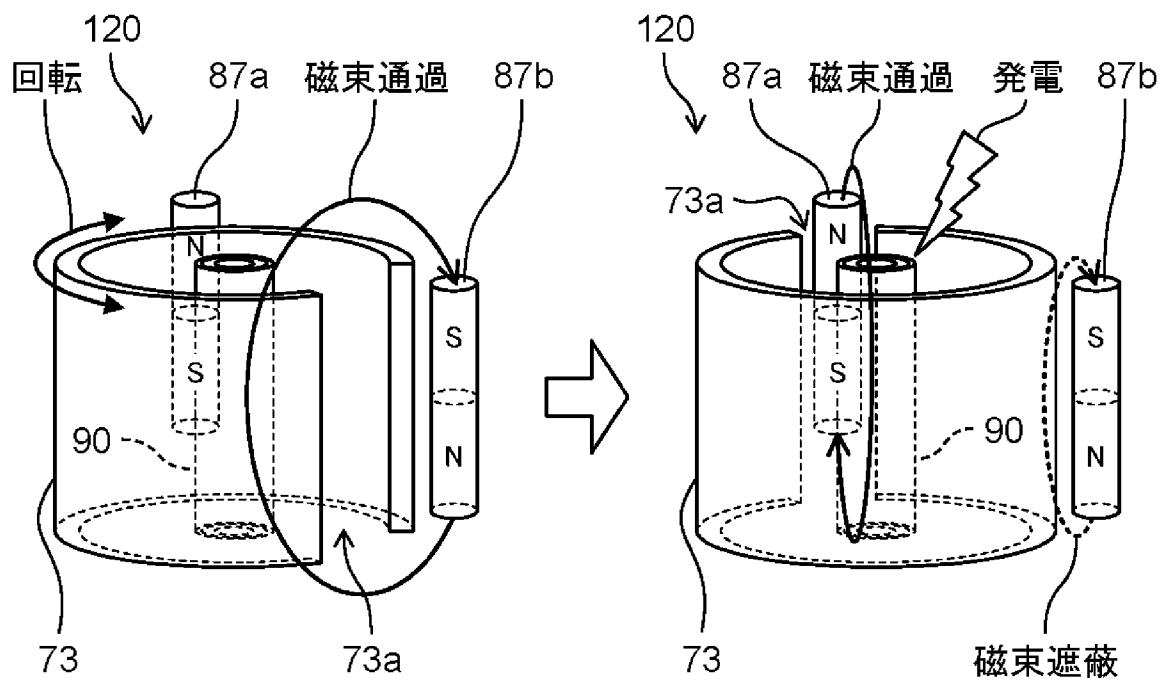
[図12B]



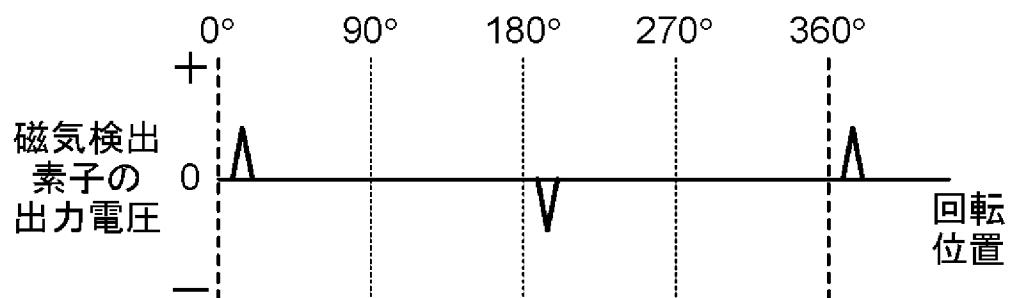
[図13]



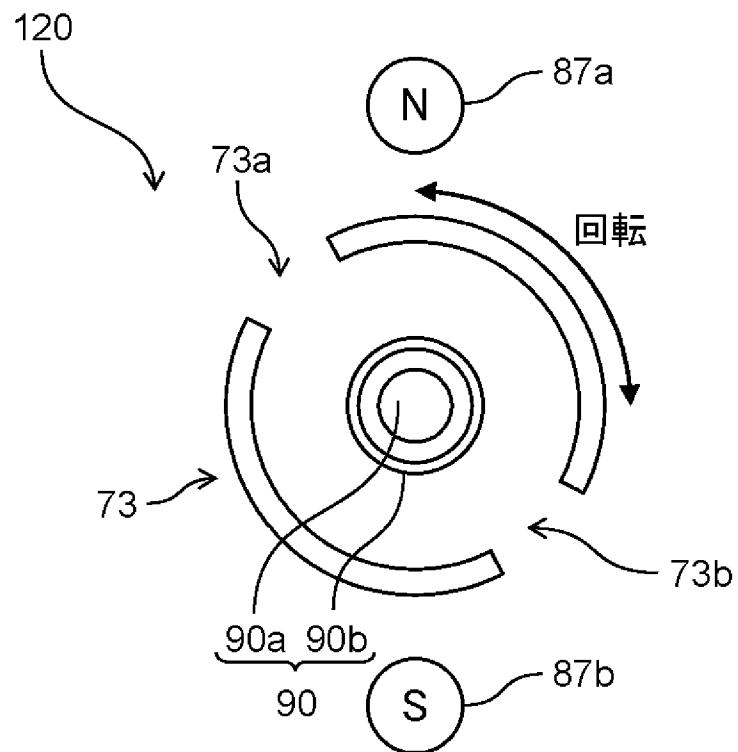
[図14]



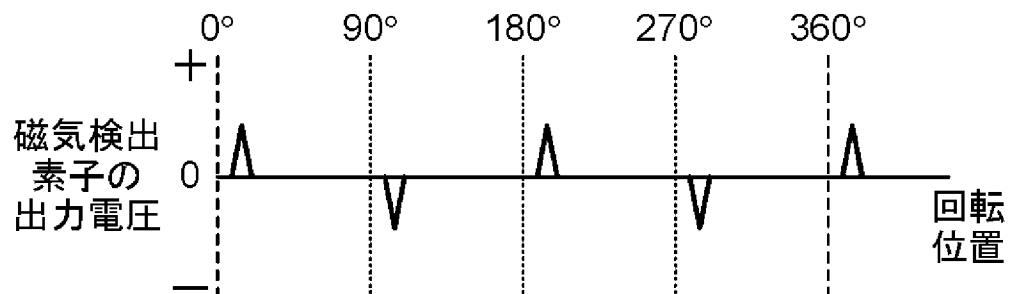
[図15]



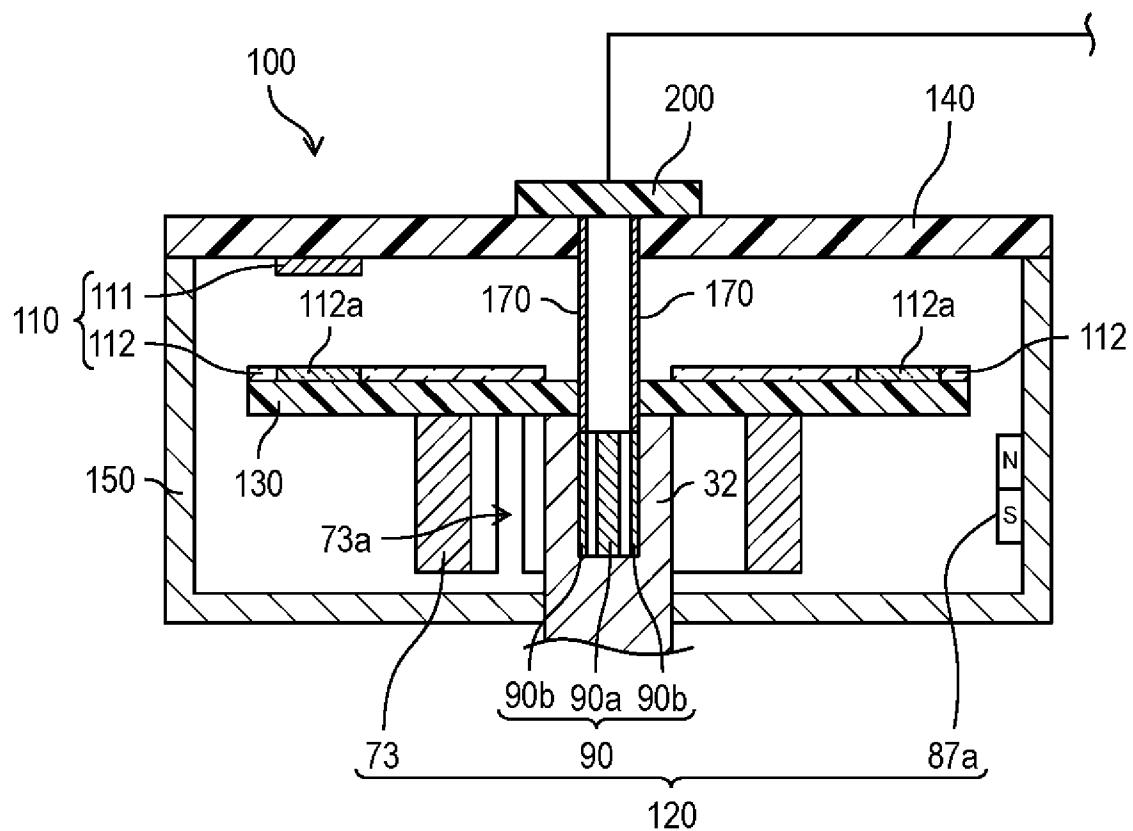
[図16]



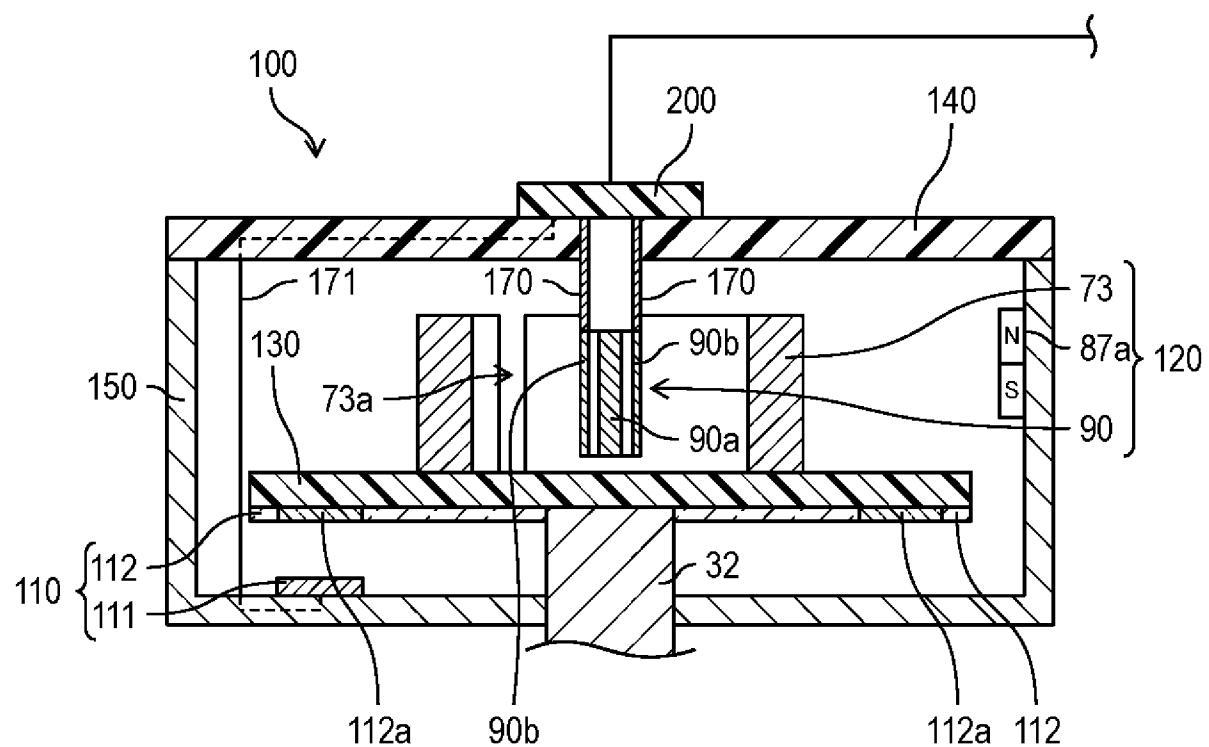
[図17]



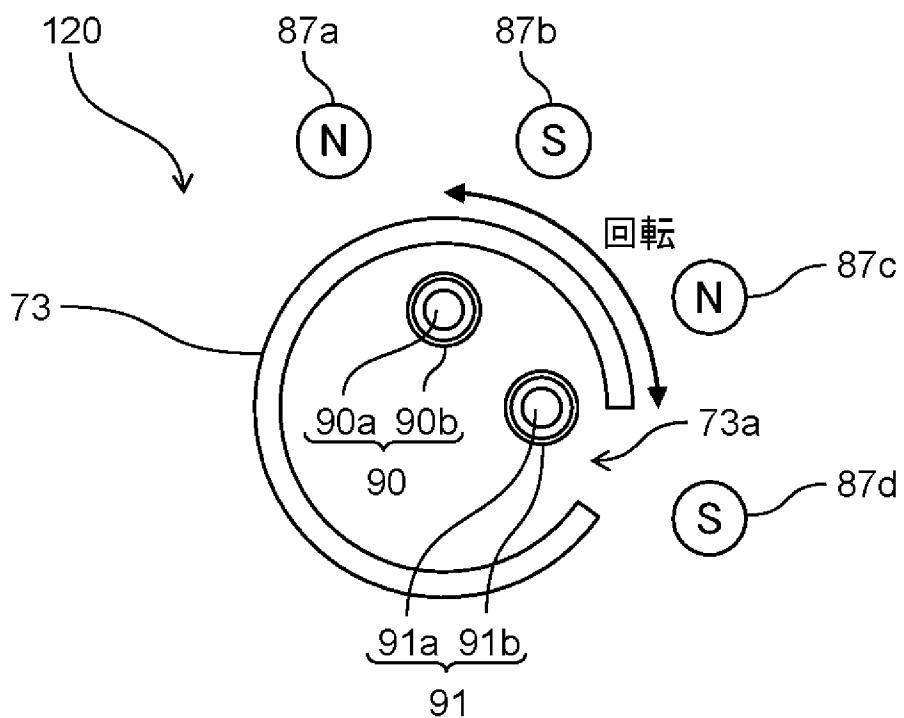
[図18A]



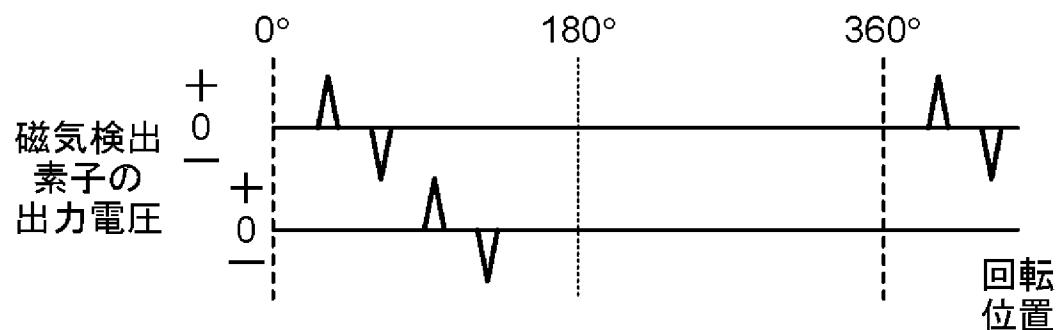
[図18B]



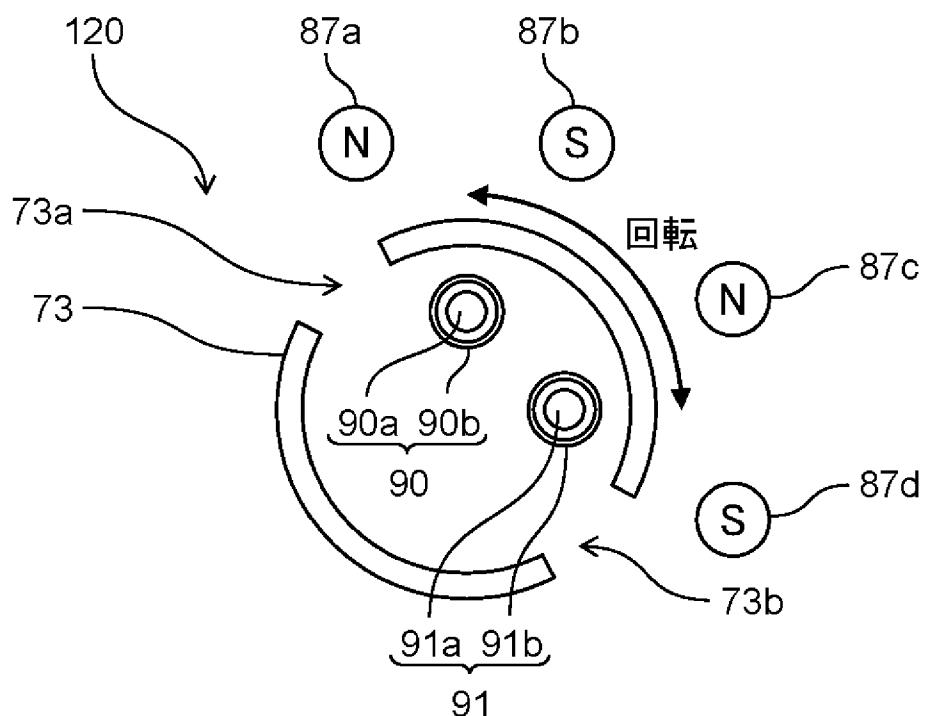
[図19]



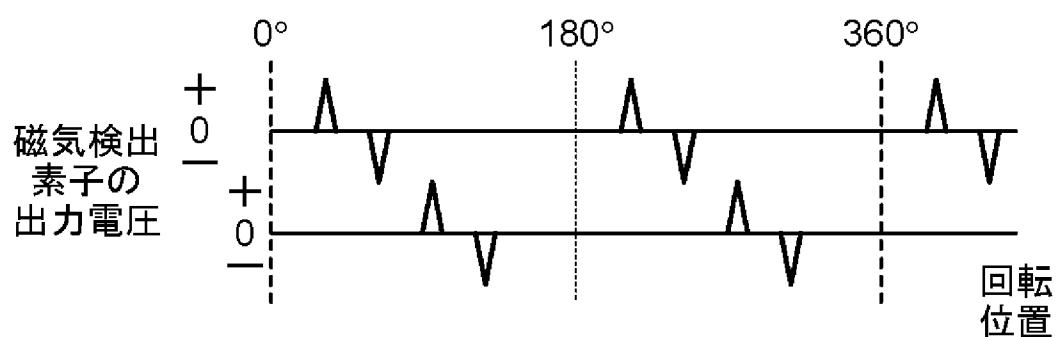
[図20]



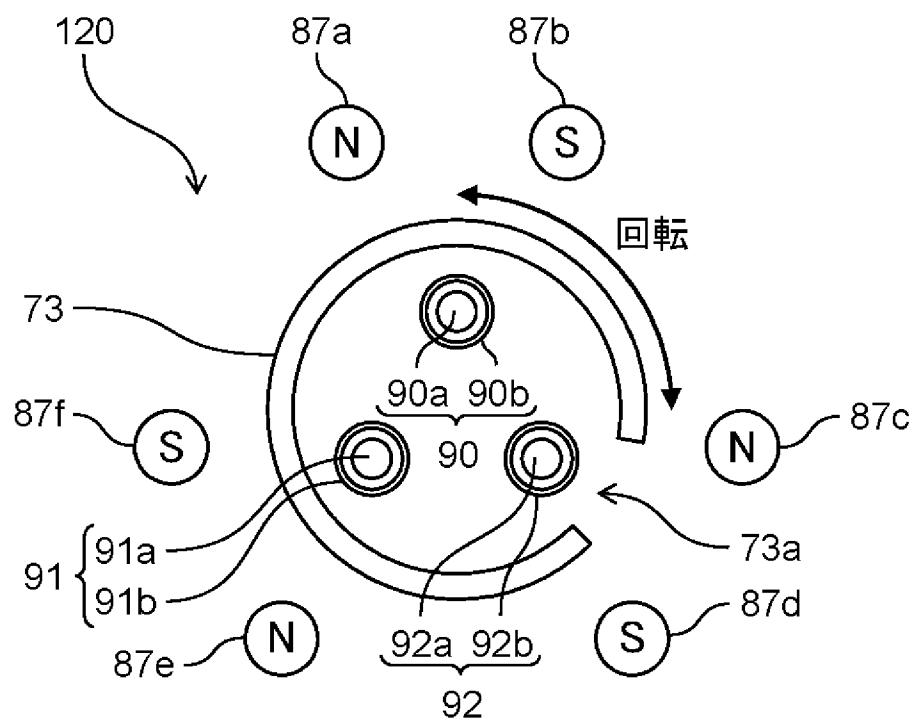
[図21]



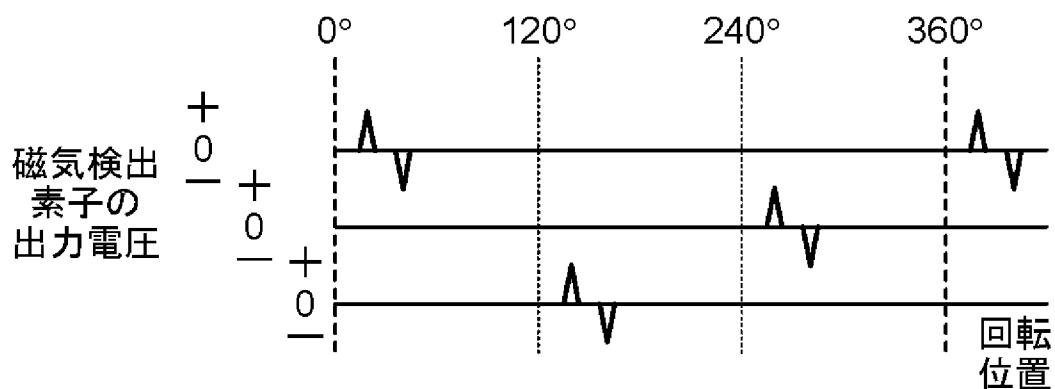
[図22]



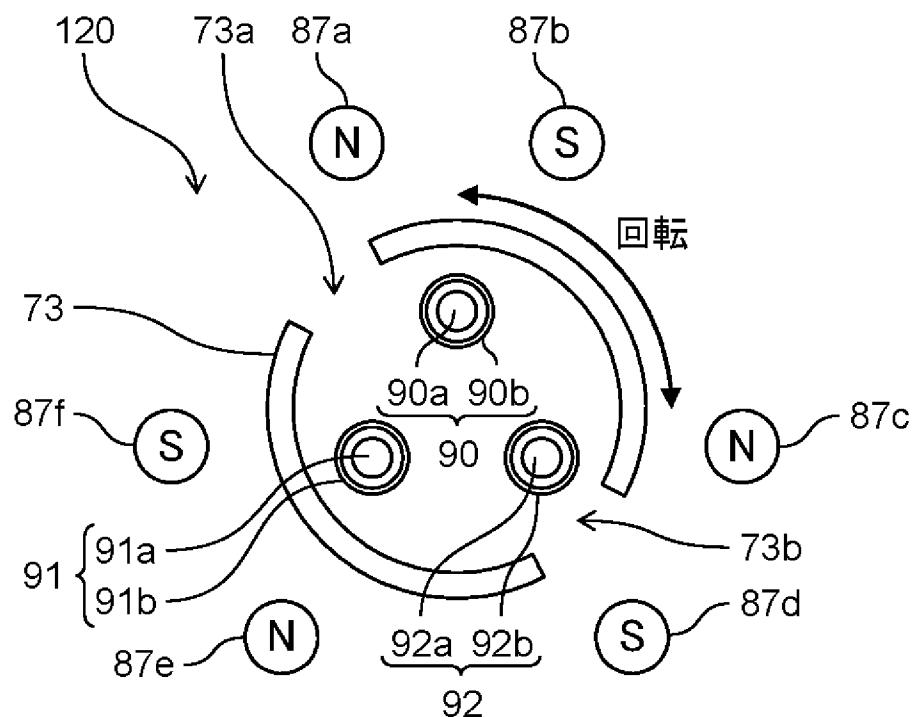
[図23]



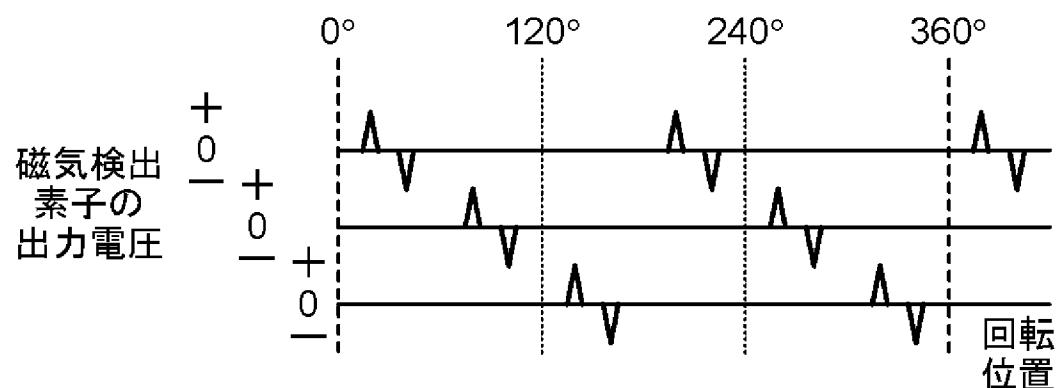
[図24]



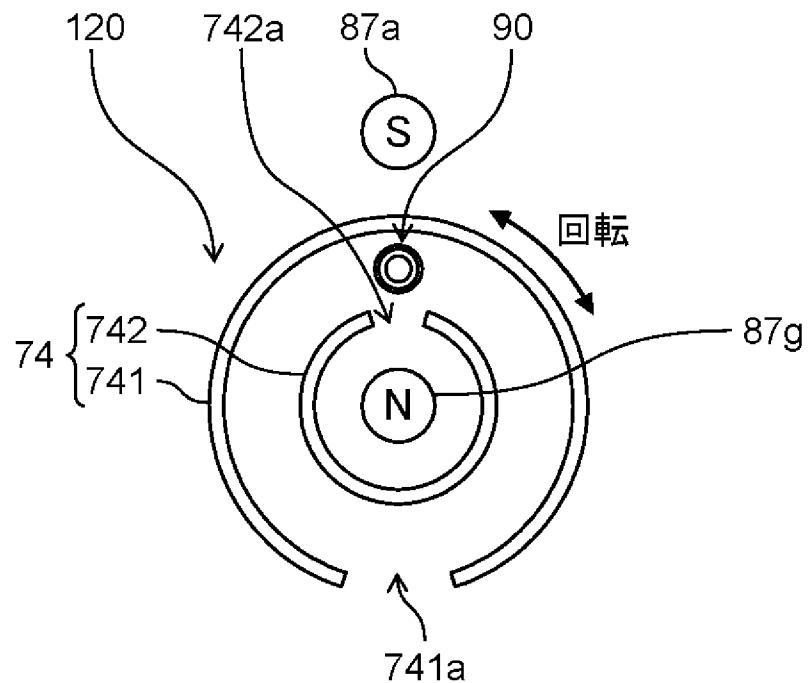
[図25]



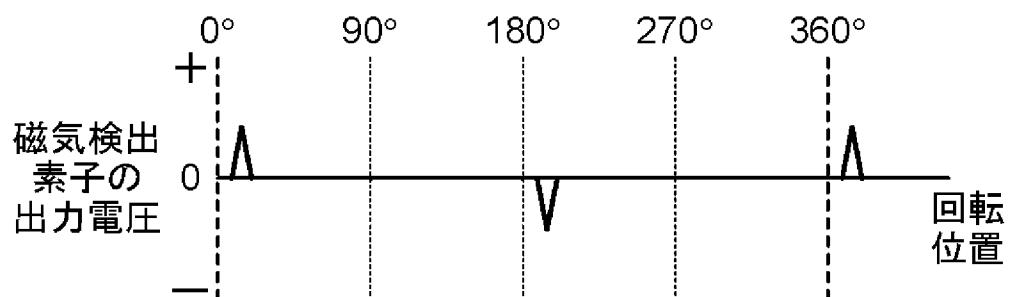
[図26]



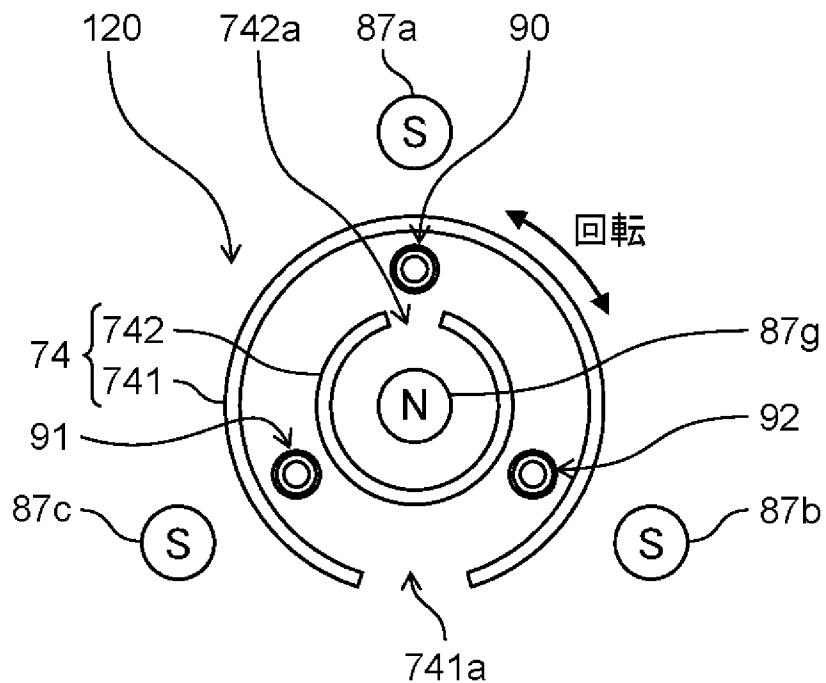
[図27]



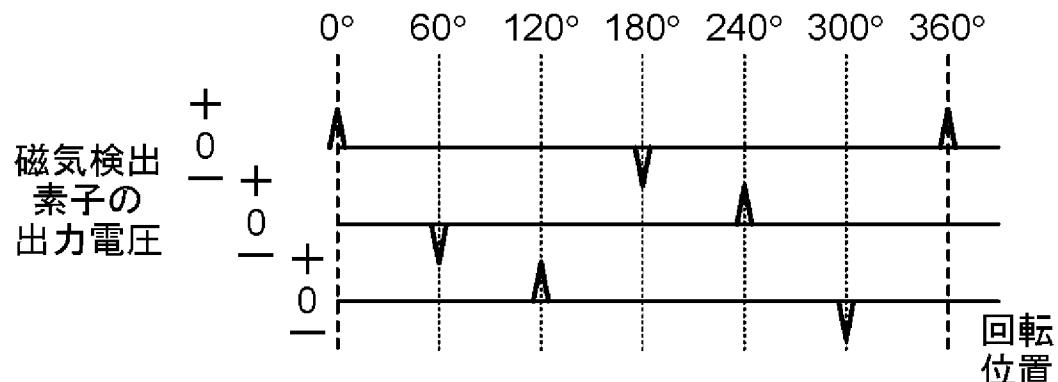
[図28]



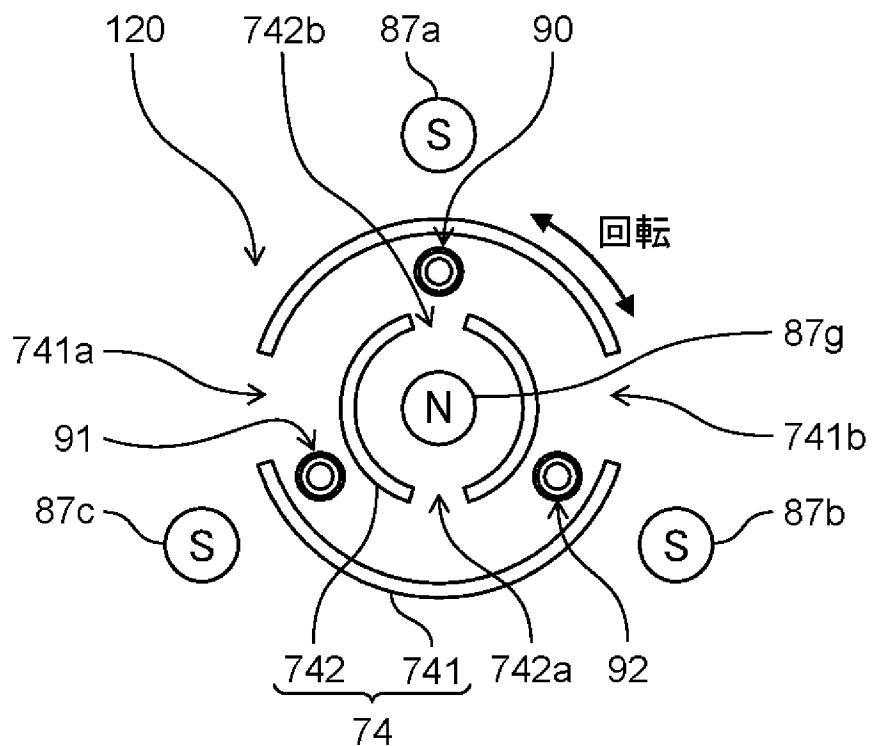
[図29]



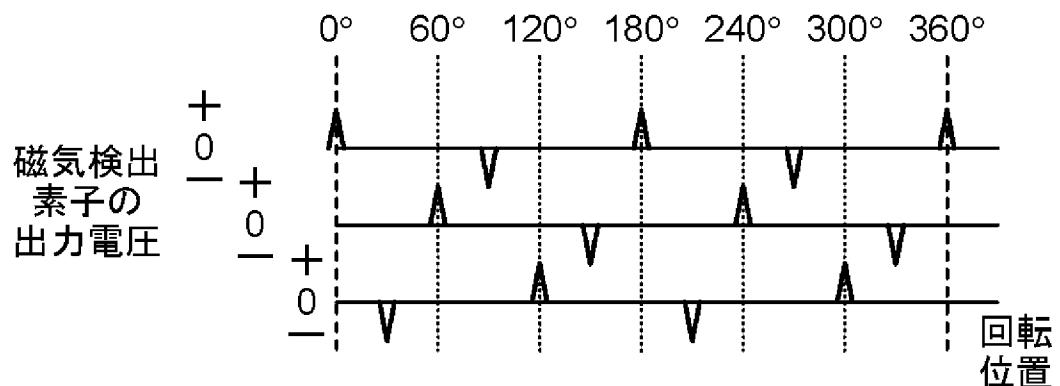
[図30]



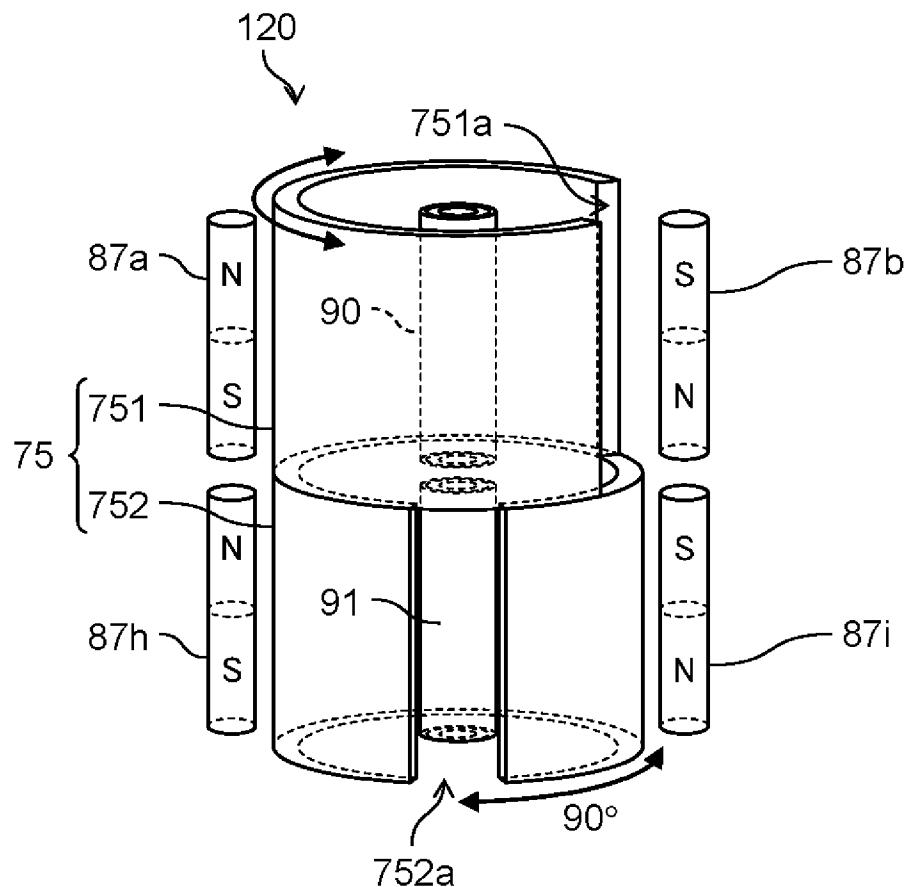
[図31]



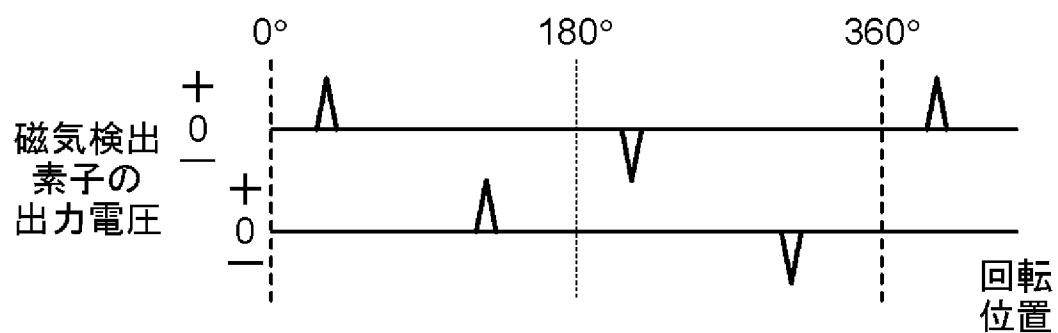
[図32]



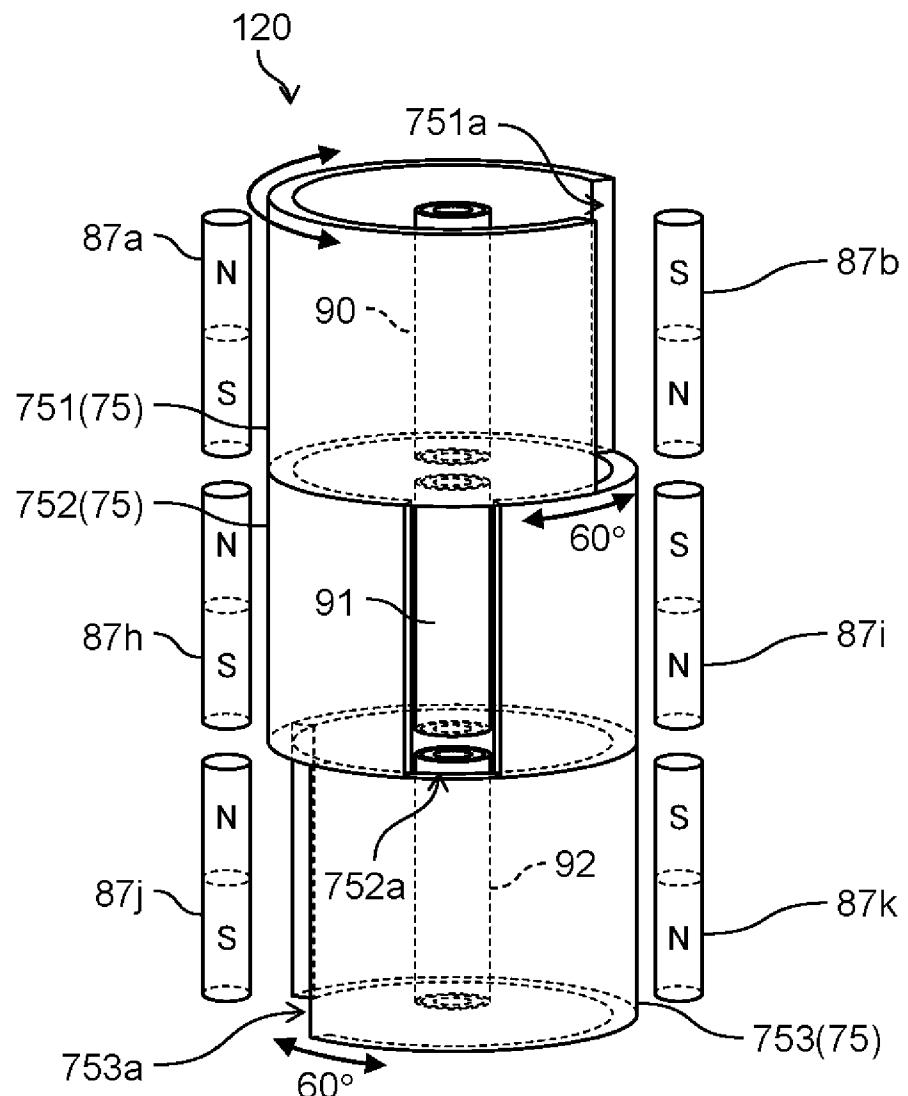
[図33]



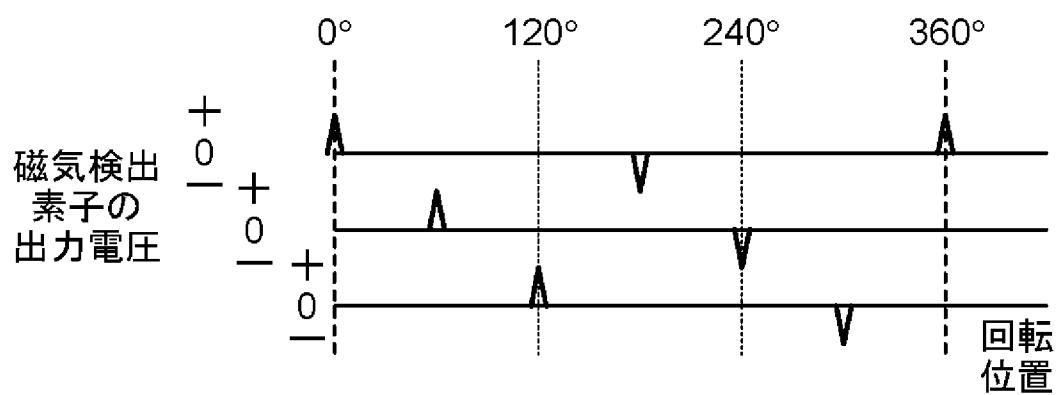
[図34]



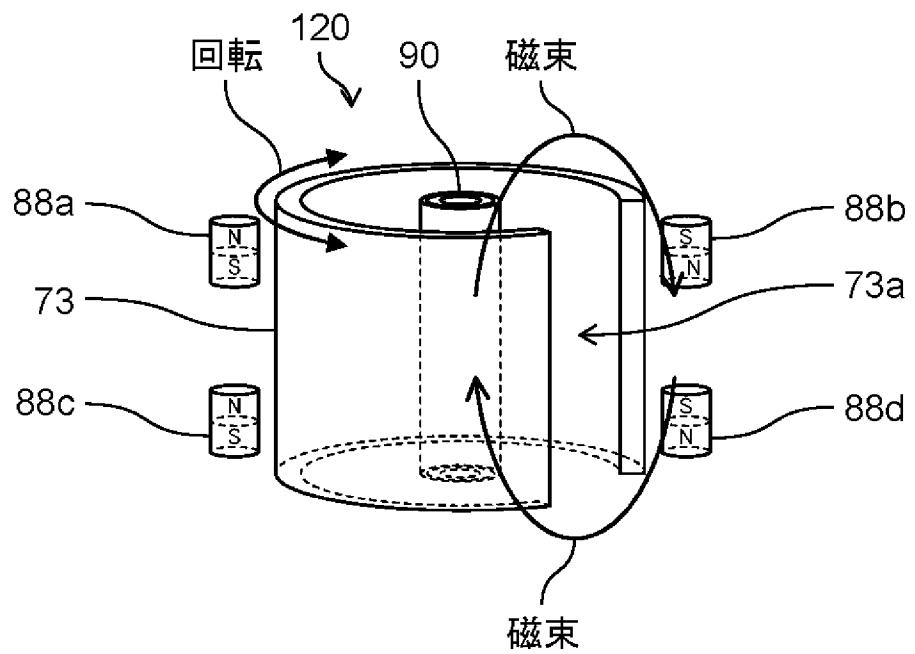
[図35]



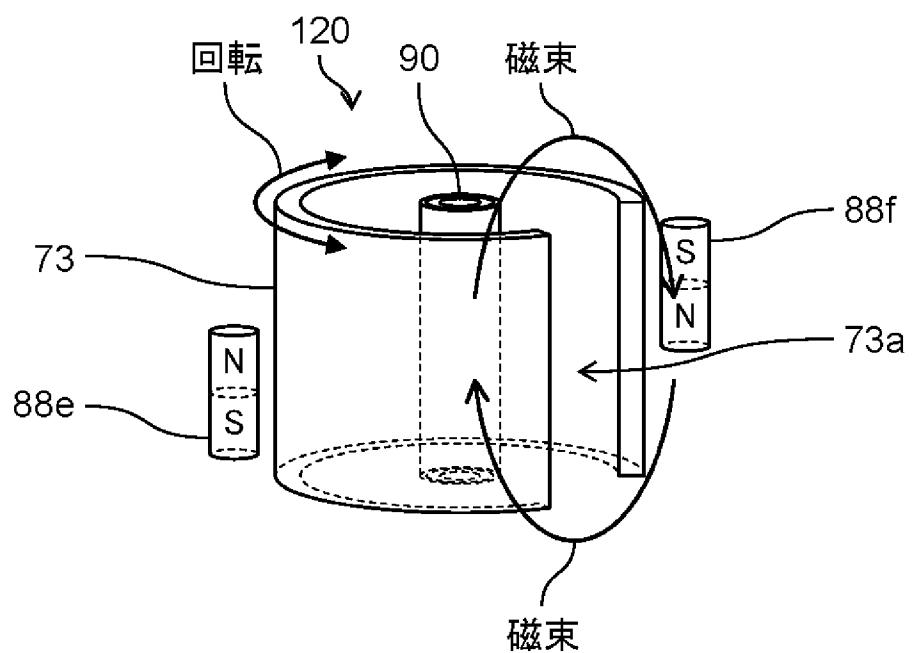
[図36]



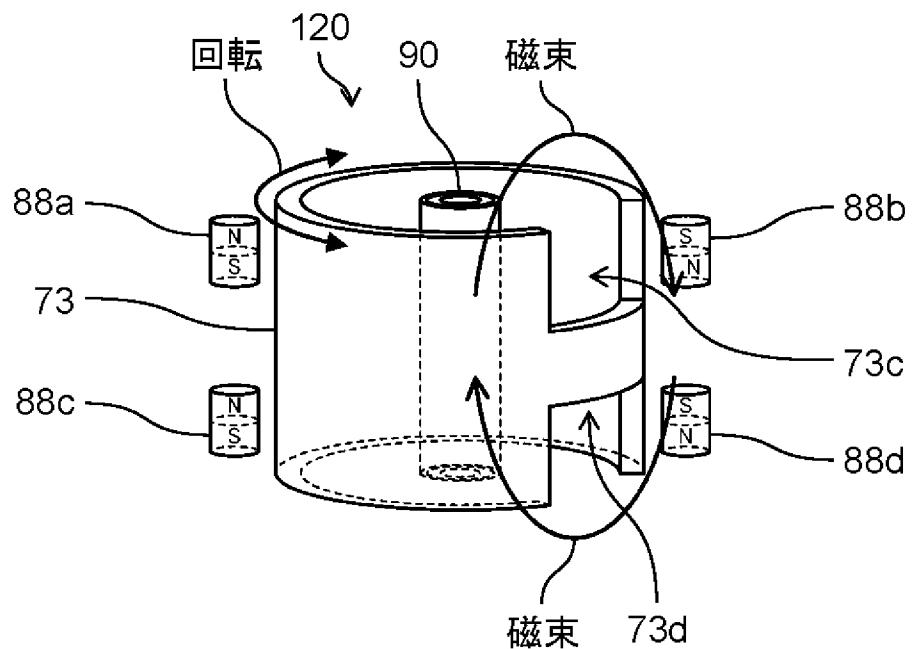
[図37]



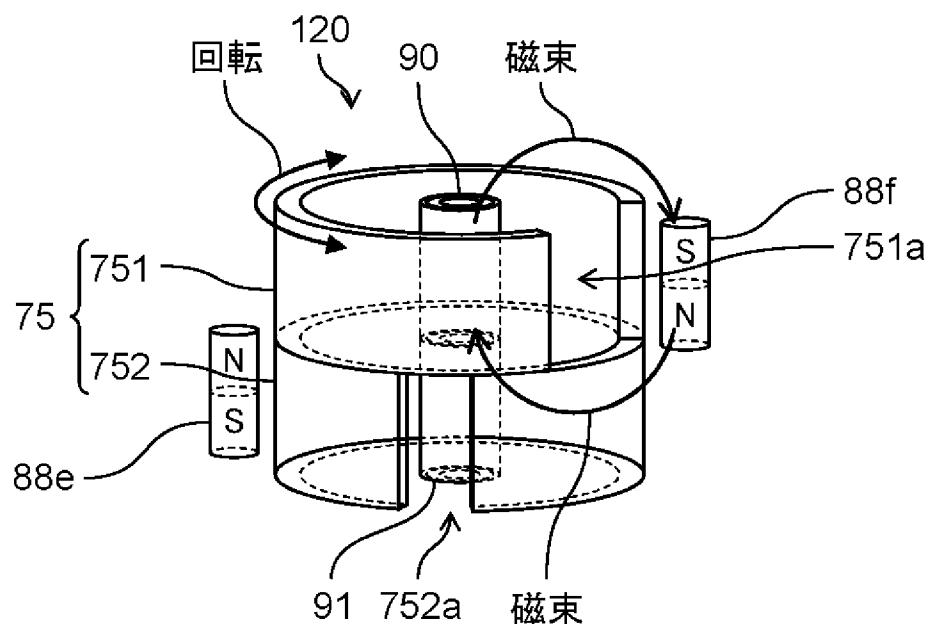
[図38]



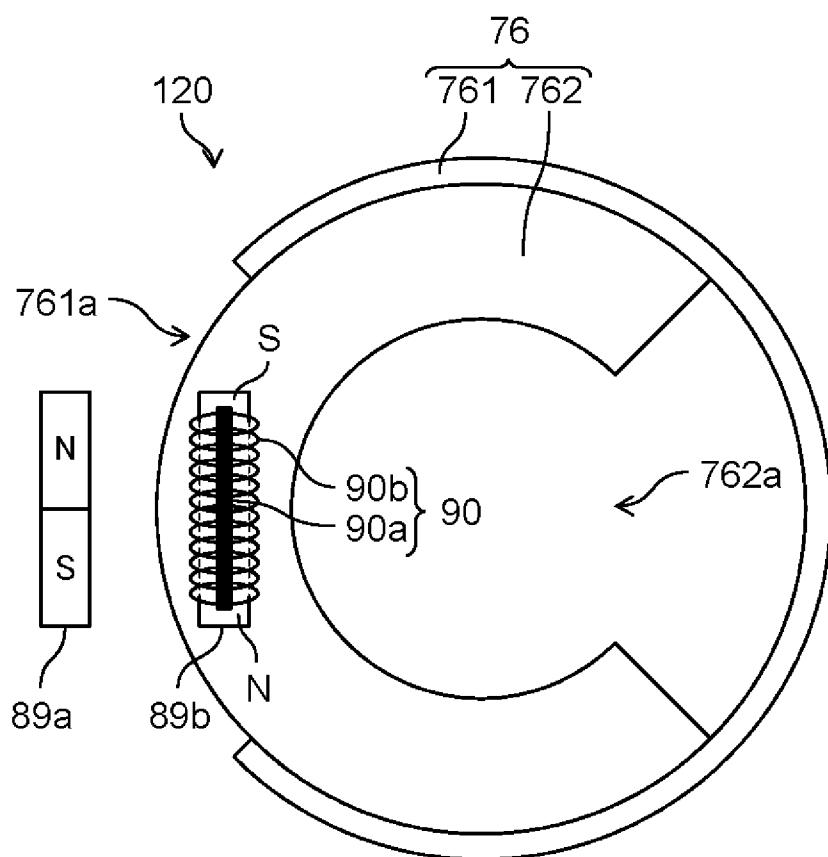
[図39]



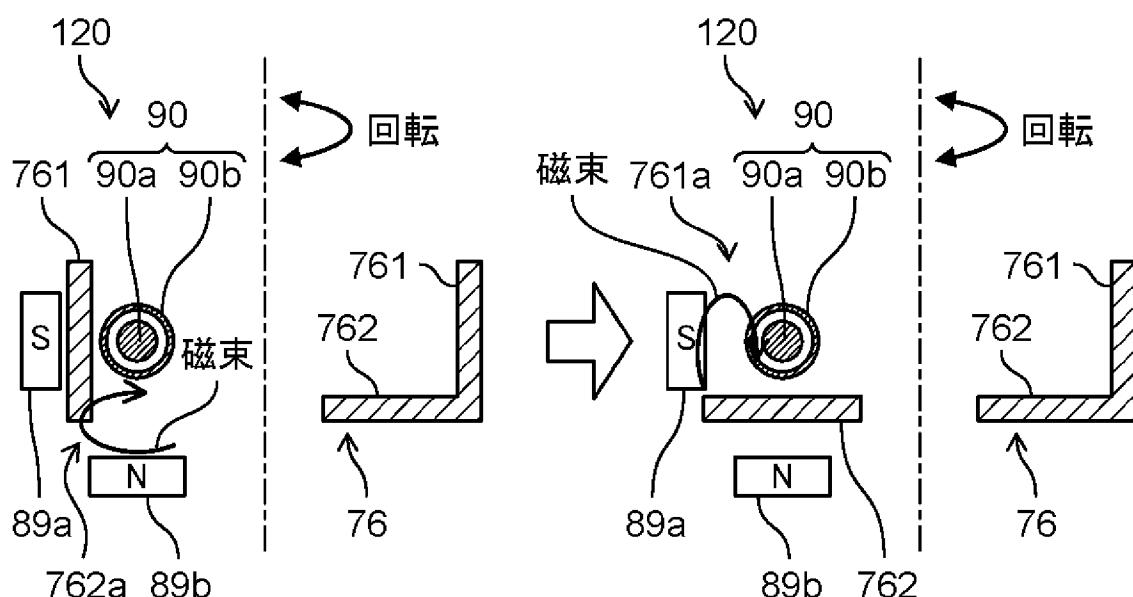
[図40]



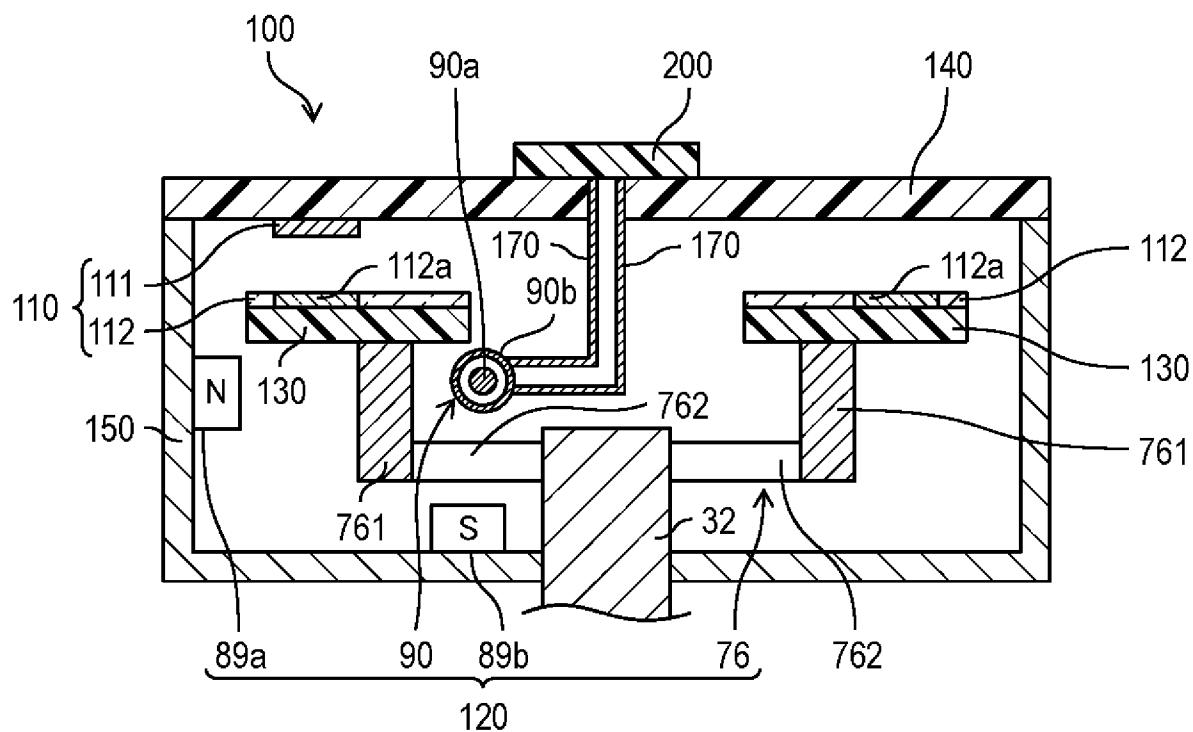
[図41A]



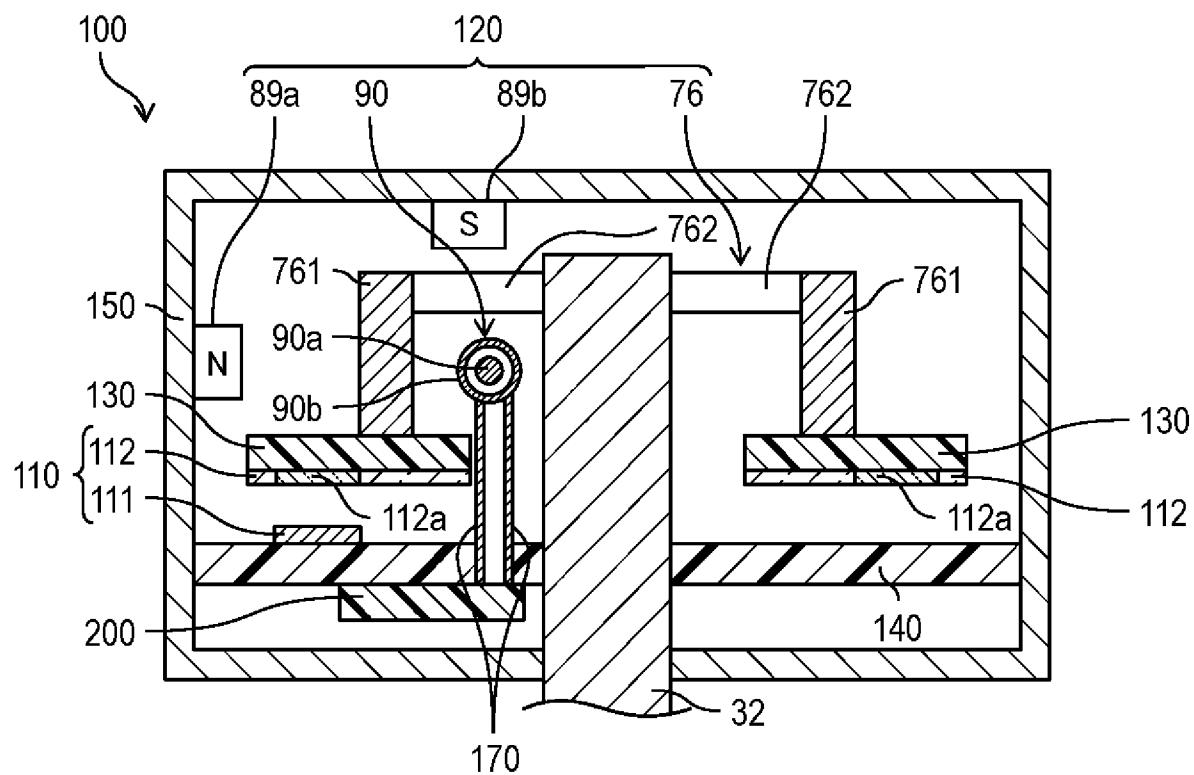
[図41B]



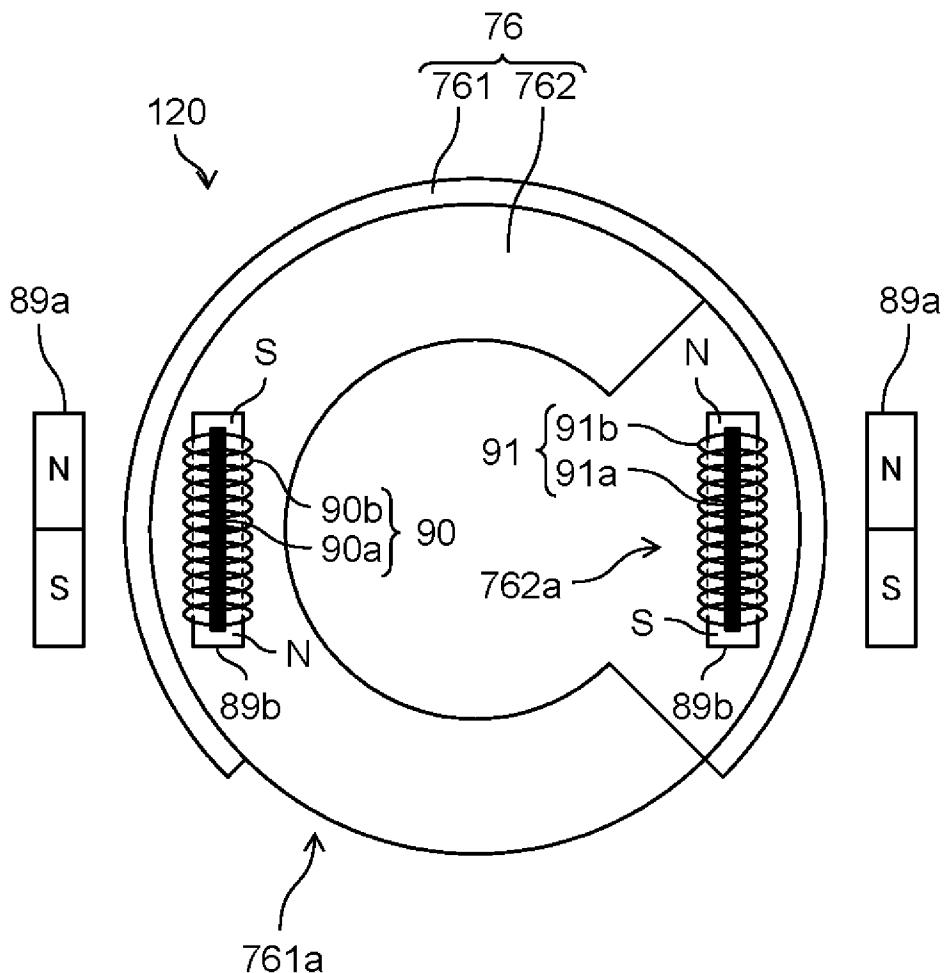
[図42A]



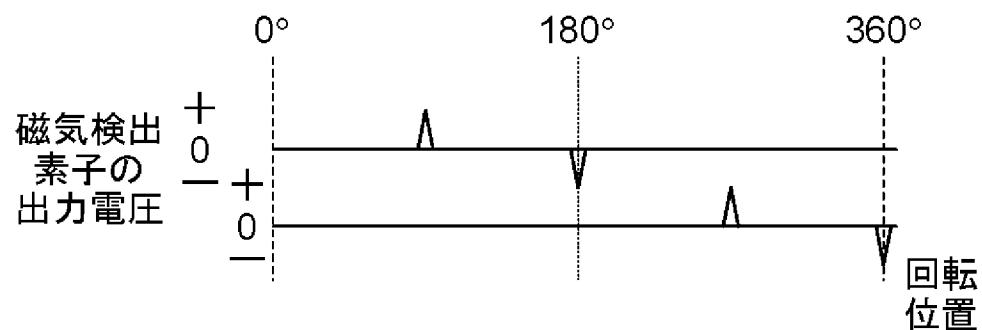
[図42B]



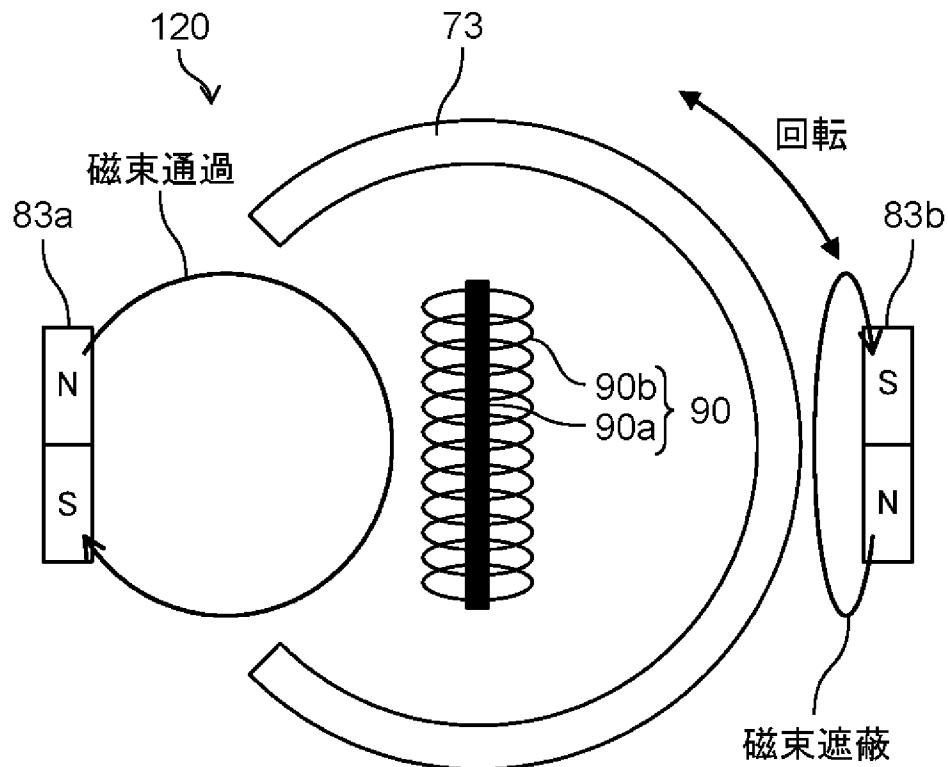
[図43]



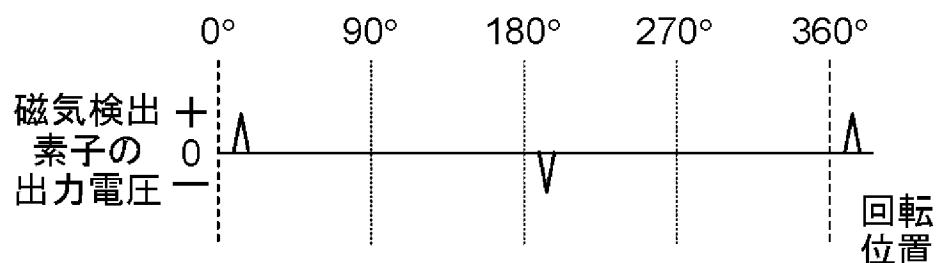
[図44]



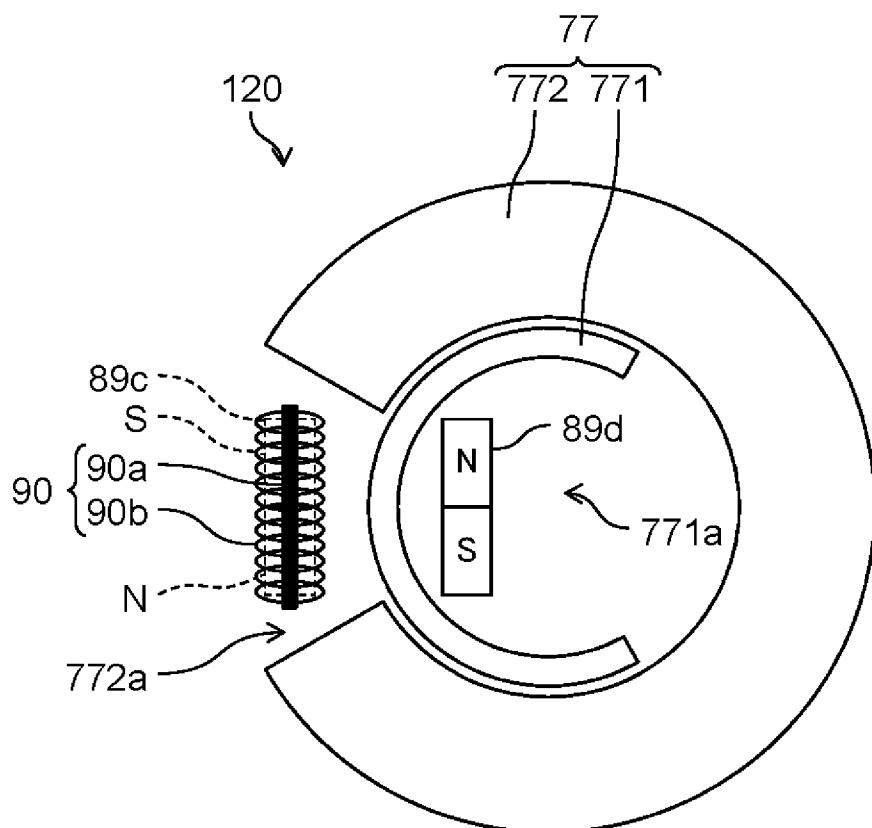
[図45]



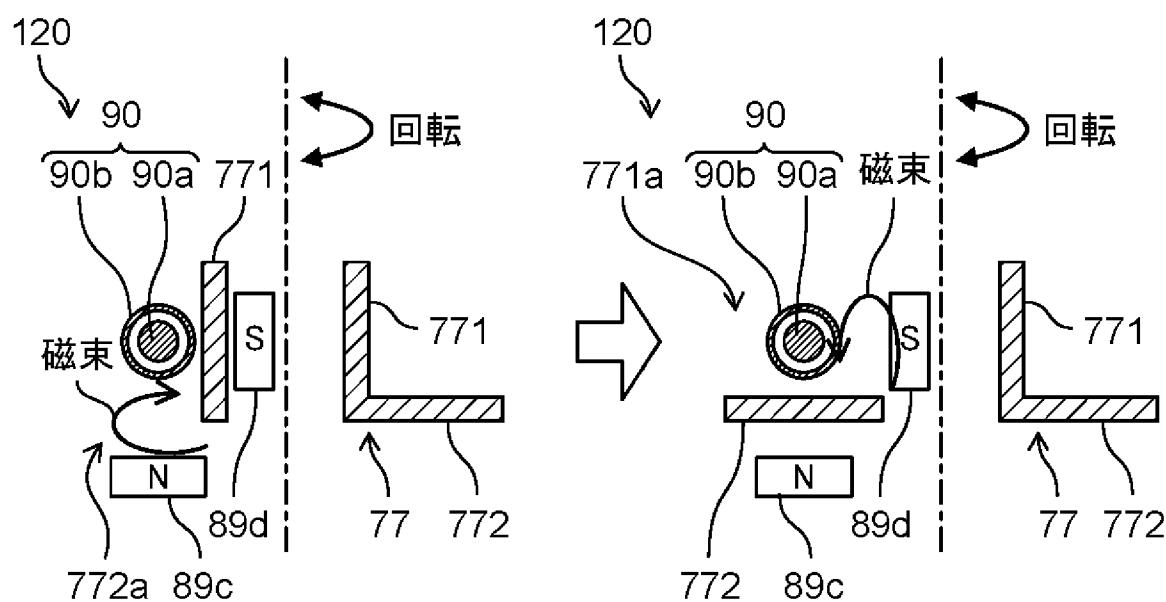
[図46]



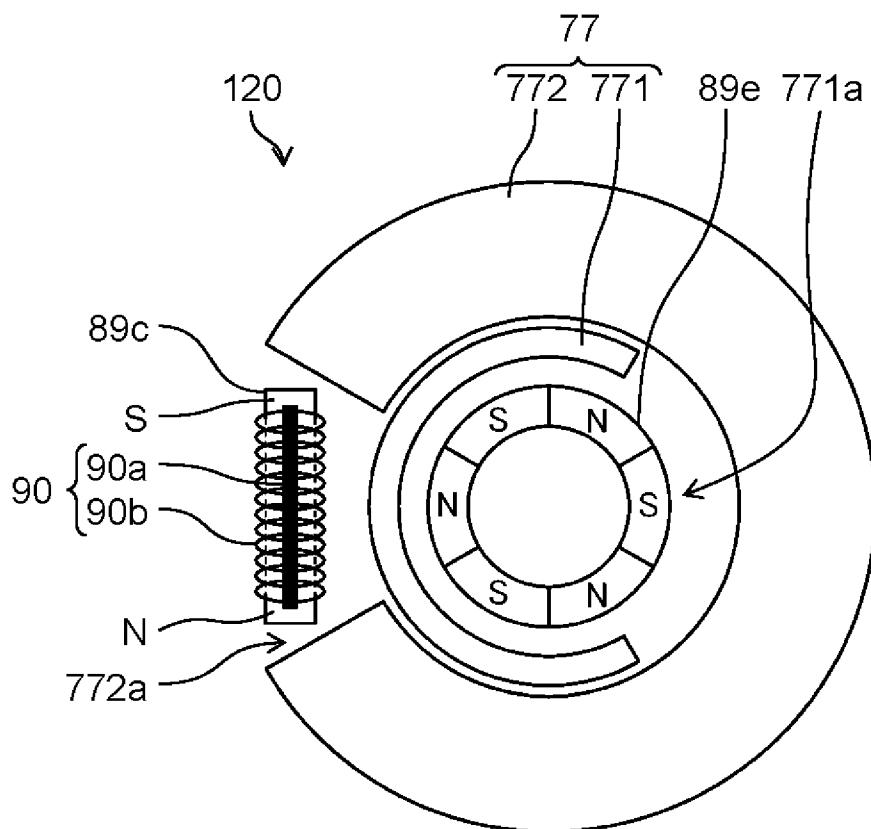
[図47A]



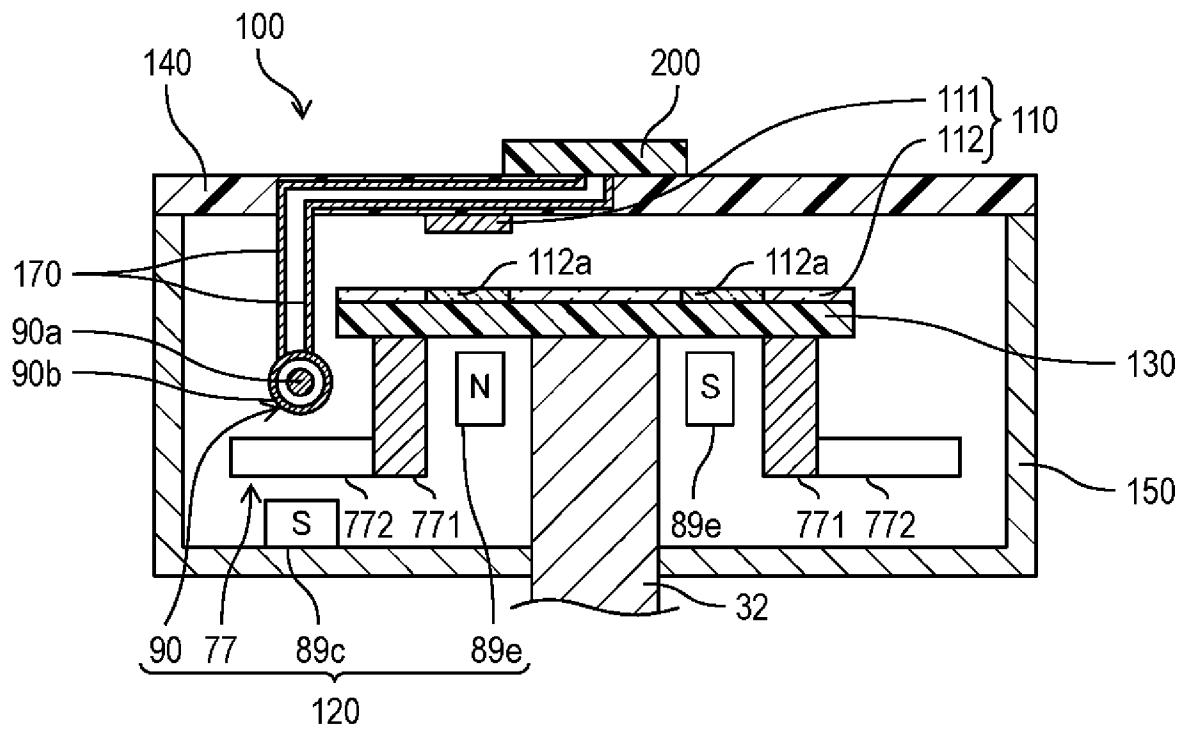
[図47B]



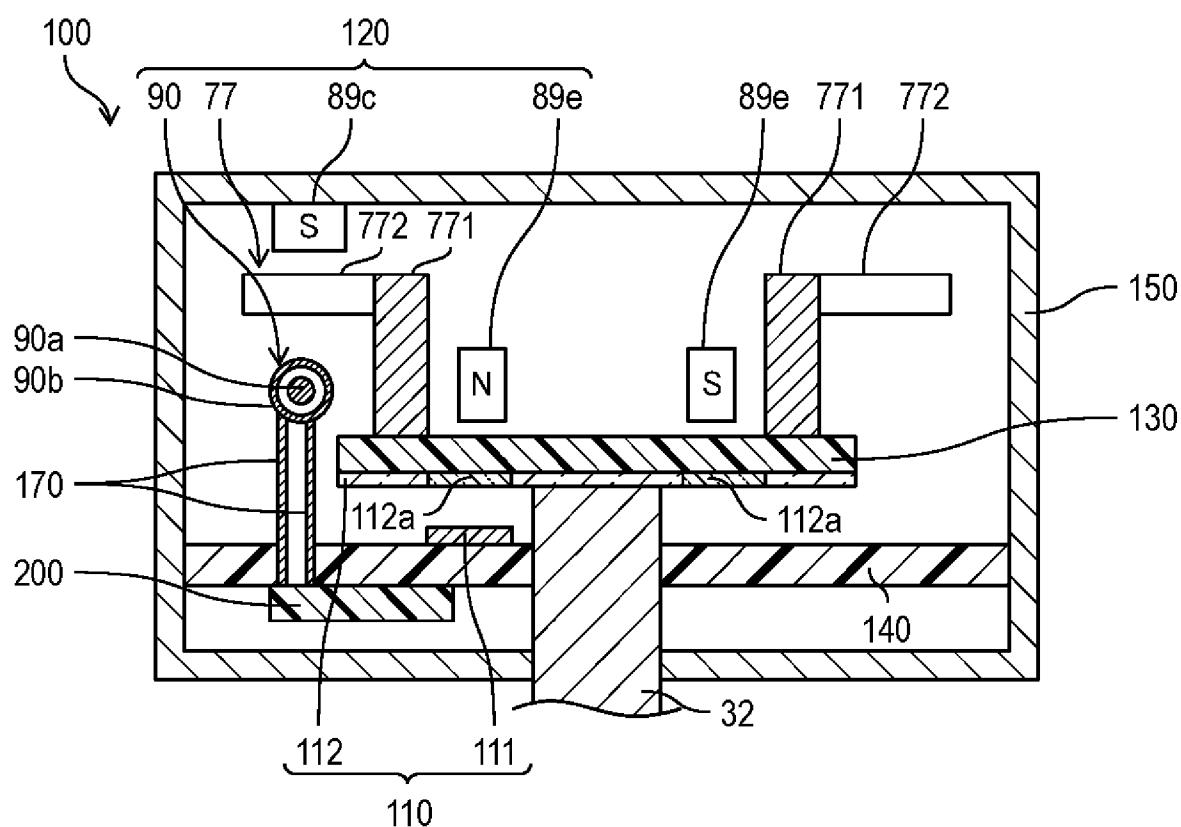
[図48]



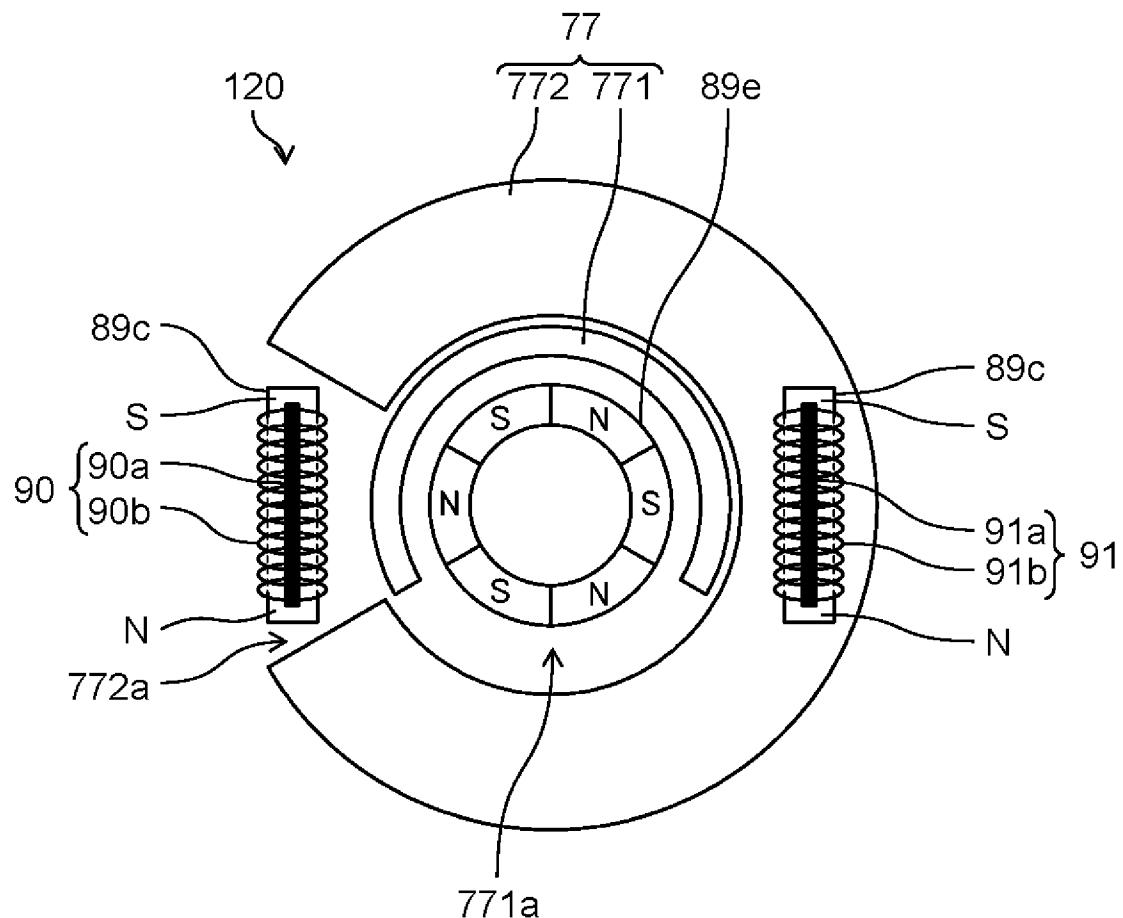
[図49A]



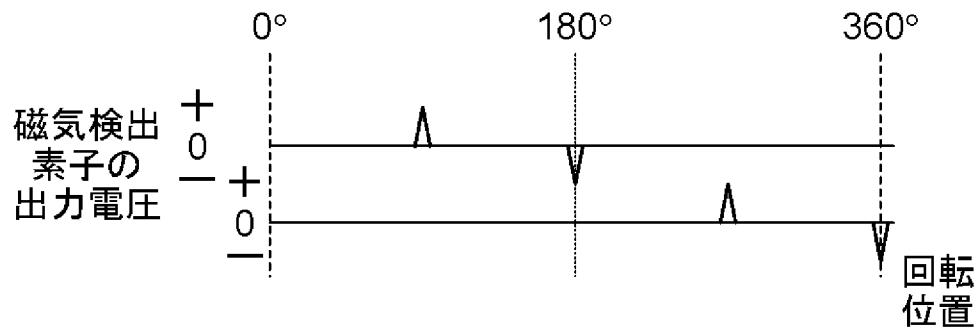
[図49B]



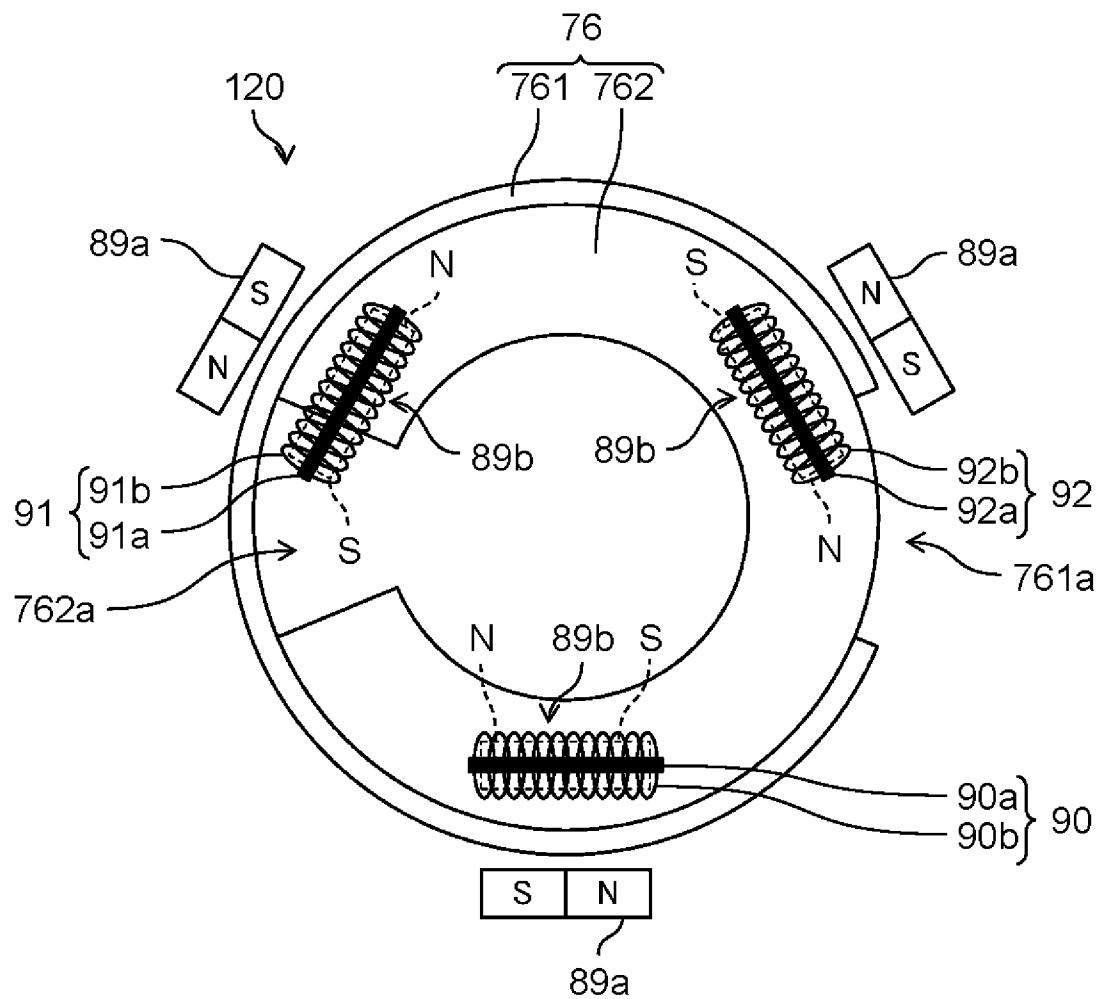
[図50]



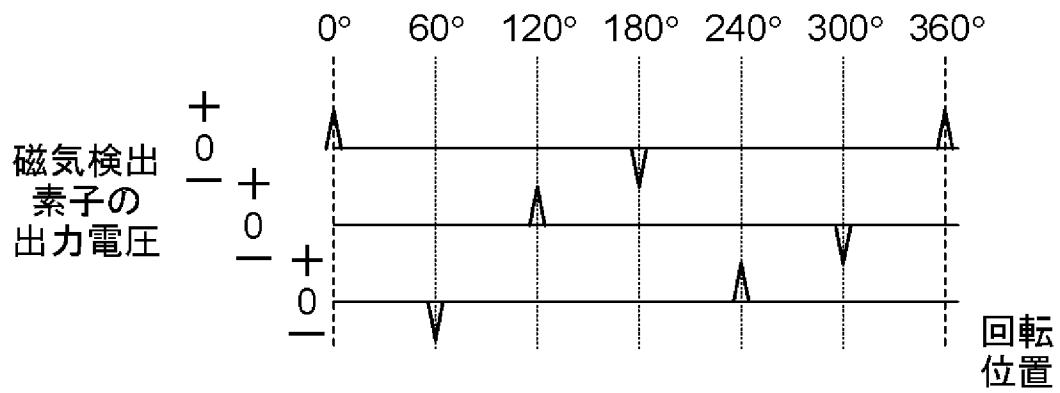
[図51]



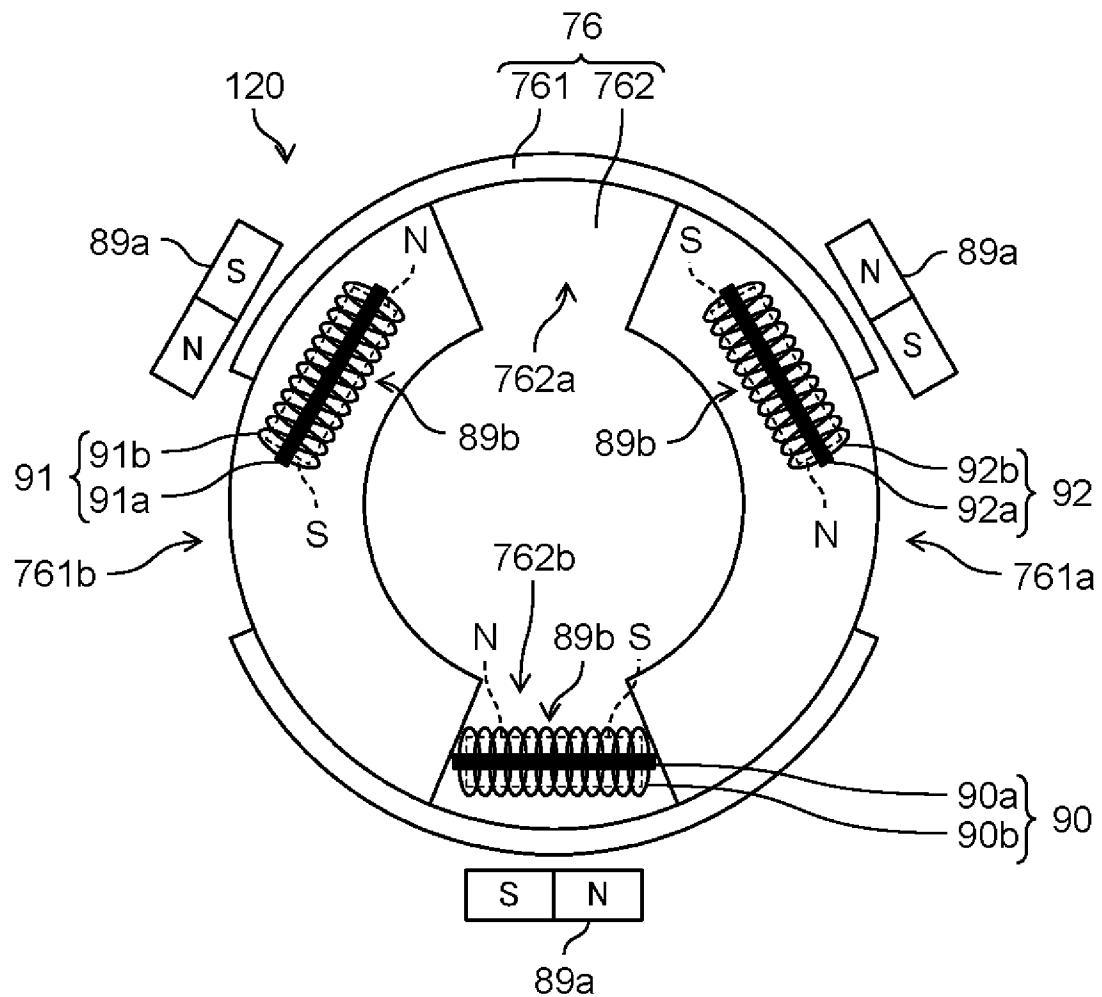
[図52]



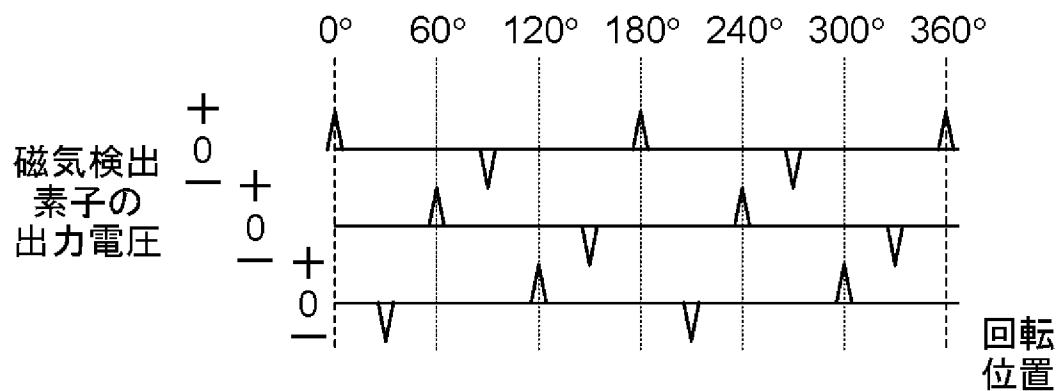
[図53]



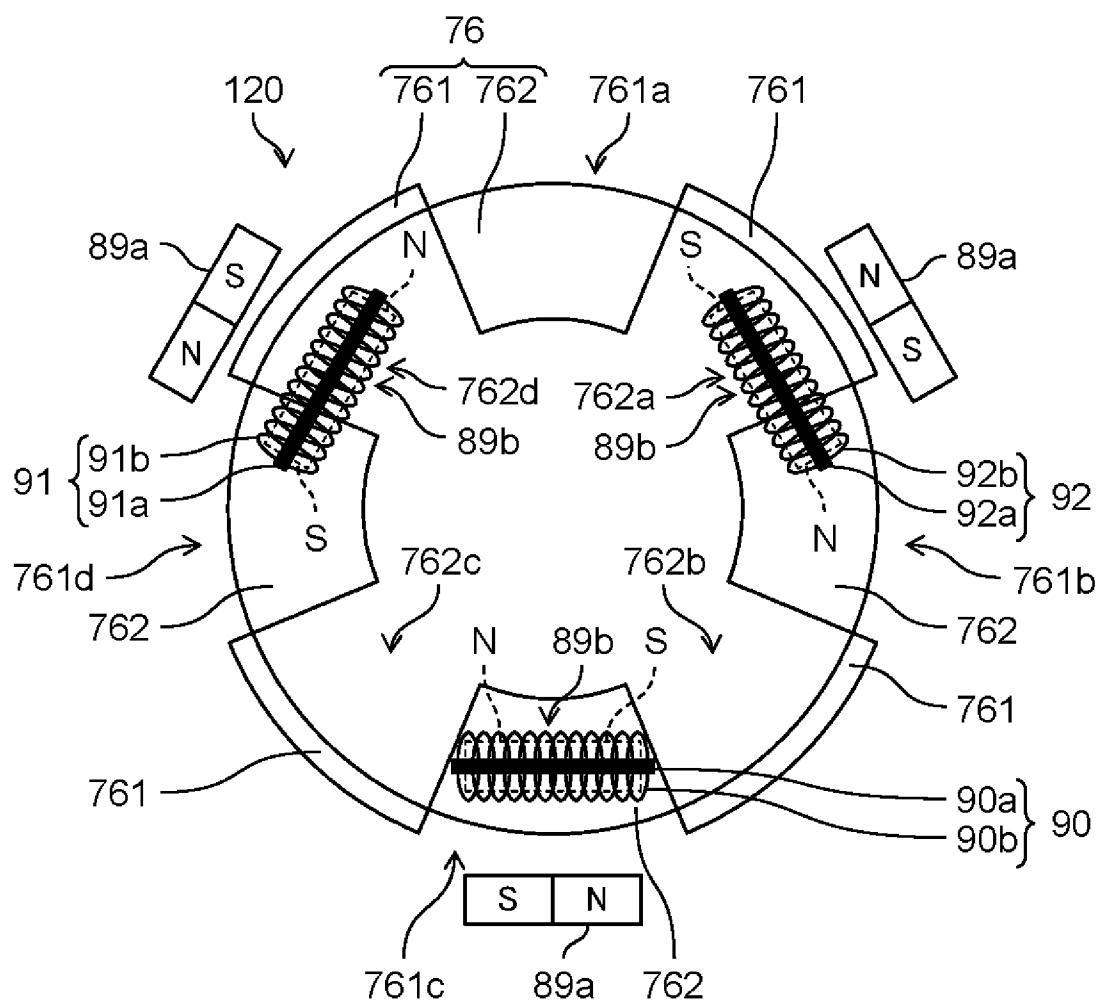
[図54]



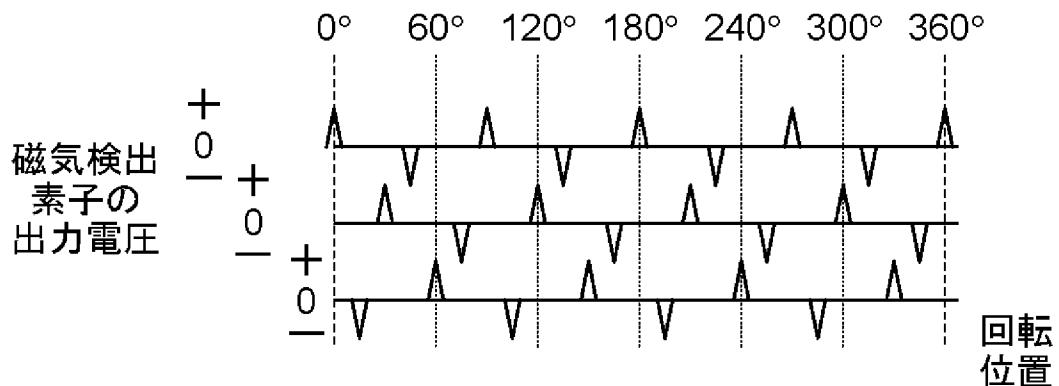
[図55]



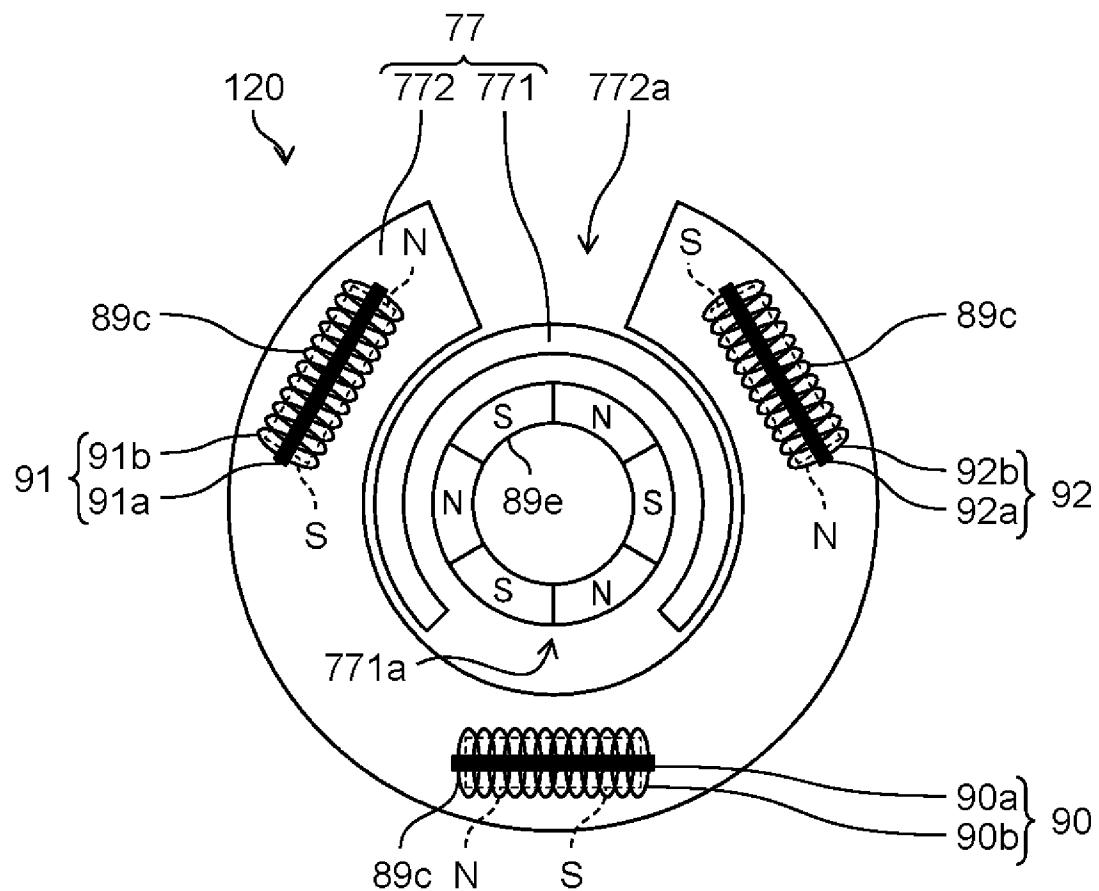
[図56]



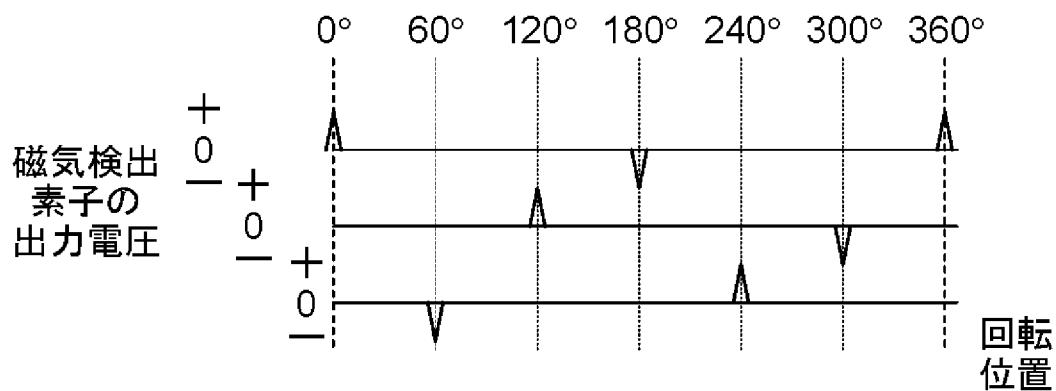
[図57]



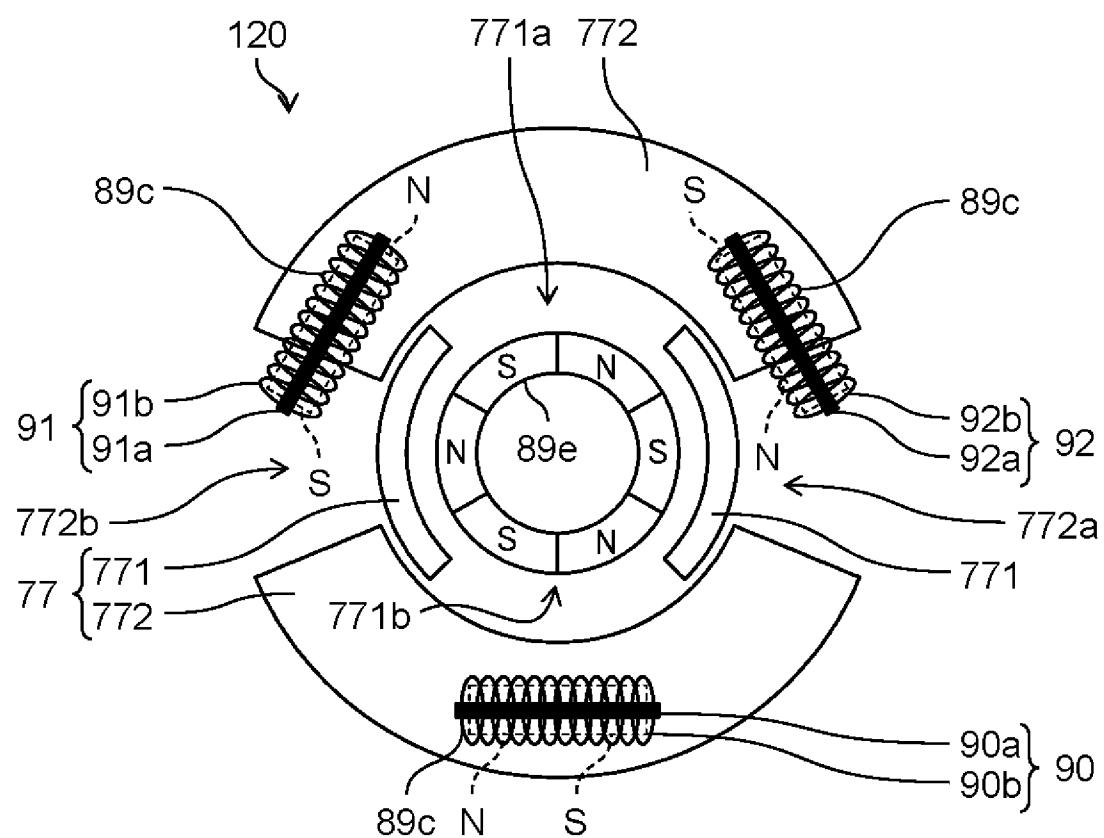
[図58]



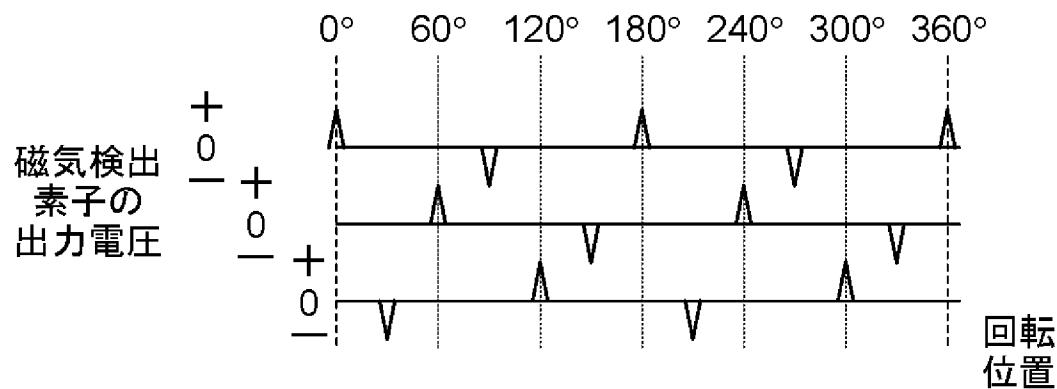
[図59]



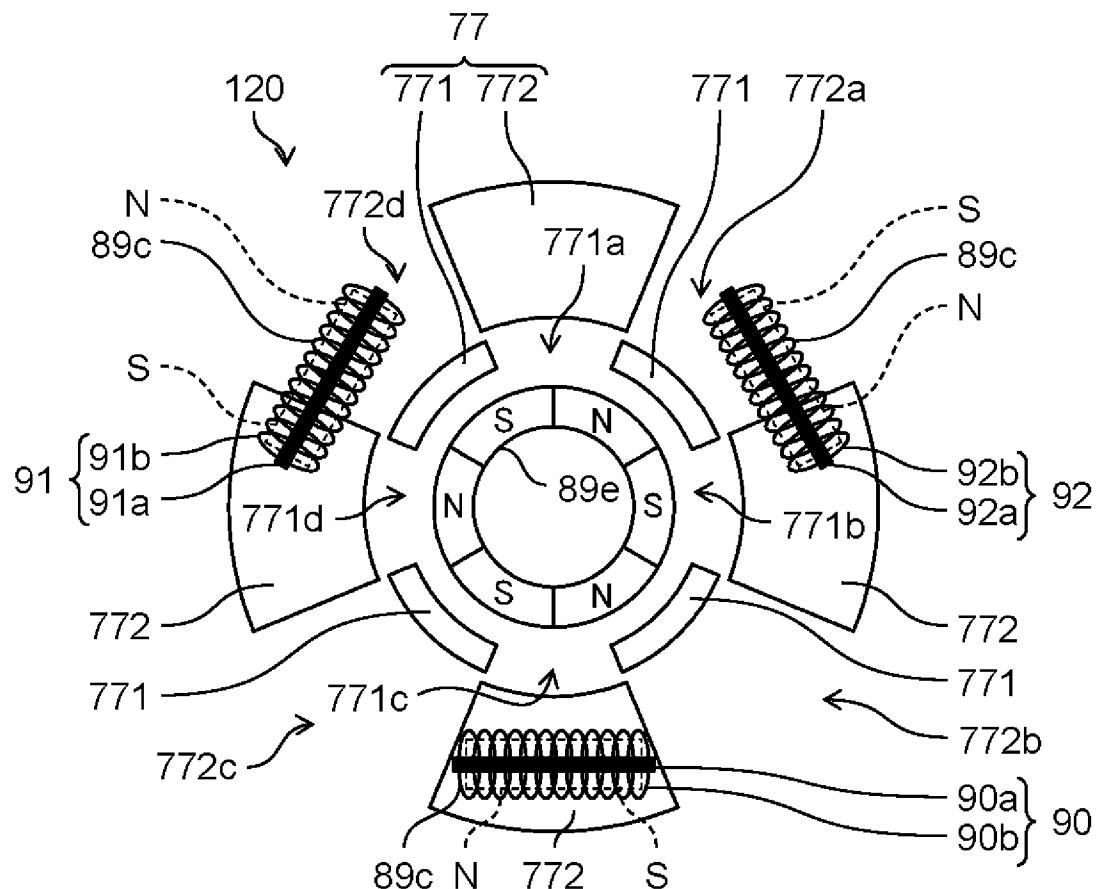
[図60]



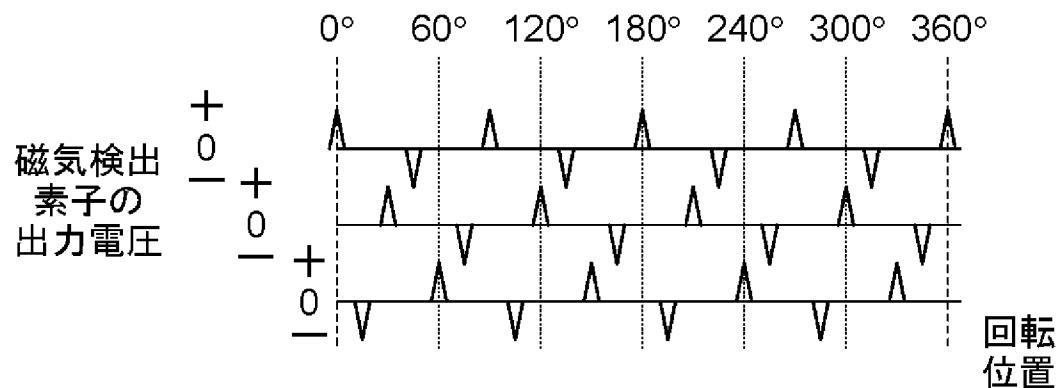
[図61]



[図62]



[図63]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01D5/244 (2006.01) i, G01D5/245 (2006.01) i, H02K11/215 (2016.01) i
FI: G01D5/245 W, G01D5/245 110L, G01D5/244 E, H02K11/215

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01D5/00-5/62, G01B7/00-7/34, G01P3/00-3/80, G01R33/00-33/18,
H02K11/00-11/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 57-067821 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 24 April 1982, page 1, lines 12-15, page 2, lower left column, line 16 to page 4, upper right column, line 11	1-3, 7, 15
Y		4-6, 9-11, 14, 16-20
A		8, 12, 13
Y	JP 56-132018 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16 October 1981, page 2, upper left column, line 15 to page 3, upper left column, line 11, fig. 1-3	4-6, 9-11, 14
A		1-3, 7, 8, 12, 13, 15-20
Y	JP 2008-014799 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 24 January 2008, paragraphs [0023]-[0051]	16-20
A		1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17.07.2020

Date of mailing of the international search report
11.08.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer
Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021554

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings	17
A	annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 22461/1991 (Laid-open No. 122378/1992) (TOKIN CORP.) 02 November 1992, paragraphs [0005]-[0009], fig. 1-5	1-16, 18-20
A	DE 102009019719 A1 (ATTOSENSOR GMBH) 11 November 2010, paragraphs [0018], [0028]-[0032]	1-20
A	US 4217512 A (ROBERT BOSCH GMBH) 12 August 1980, column 1, line 56 to column 2, line 55	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/021554

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 57-067821 A	24.04.1982	(Family: none)	
JP 56-132018 A	16.10.1981	US 4335700 A column 2, line 38 to column 4, line 7, fig. 1-3 DE 3006585 A1 FR 2476757 A1	
JP 2008-014799 A	24.01.2008	(Family: none)	
JP 4-122378 U1	02.11.1992	(Family: none)	
DE 102009019719 A1	11.11.2010	(Family: none)	
US 4217512 A	12.08.1980	DE 2817010 A1 page 4, line 2 to page 5, line 30	

国際調査報告

国際出願番号

PCT/JP2020/021554

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01D 5/244(2006.01)i; G01D 5/245(2006.01)i; H02K 11/215(2016.01)i
 FI: G01D5/245 W; G01D5/245 110L; G01D5/244 E; H02K11/215

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G01D5/00-5/62, G01B7/00-7/34, G01P3/00-3/80, G01R33/00-33/18, H02K11/00-11/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922 - 1996年
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 57-067821 A (住友電気工業株式会社) 24.04.1982 (1982-04-24) 第1頁第12-15行、第2頁左下欄第16行-第4頁右上欄第11行	1-3, 7, 15
Y		4-6, 9-11, 14, 16-20
A		8, 12, 13
Y	JP 56-132018 A (ローベルト・ボツシュ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 16.10.1981 (1981-10-16) 第2頁左上欄第15行-第3頁左上欄第11行, FIG.1-FIG.3	4-6, 9-11, 14
A		1-3, 7, 8, 12, 13, 15-20
Y	JP 2008-014799 A (株式会社安川電機) 24.01.2008 (2008-01-24) [0023]-[0051]	16-20
A		1-15

 C欄の続きにも文献が列挙されている。

 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“0” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.07.2020

国際調査報告の発送日

11.08.2020

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

清水 靖記 2F 3605

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	日本国実用新案登録出願3-22461号(日本国実用新案登録出願公開4-122378号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社トーキン) 02.11.1992 (1992-11-02) [0005]-[0009], [図1]-[図5]	17 1-16, 18-20
A	DE 102009019719 A1 (ATTOSENSOR GMBH) 11.11.2010 (2010-11-11) [0018], [0028]-[0032]	1-20
A	US 4217512 A (ROBERT BOSCH GMBH) 12.08.1980 (1980-08-12) 第1欄第56行-第2欄第55行	1-20

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/021554

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 57-067821 A	24.04.1982	(ファミリーなし)	
JP 56-132018 A	16.10.1981	US 4335700 A 第2欄第38行-第4欄第7行, FIG.1-FIG.3	
		DE 3006585 A1	
		FR 2476757 A1	
JP 2008-014799 A	24.01.2008	(ファミリーなし)	
JP 4-122378 U1	02.11.1992	(ファミリーなし)	
DE 102009019719 A1	11.11.2010	(ファミリーなし)	
US 4217512 A	12.08.1980	DE 2817010 A1 第4頁第2行-第5頁第30行	