

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)

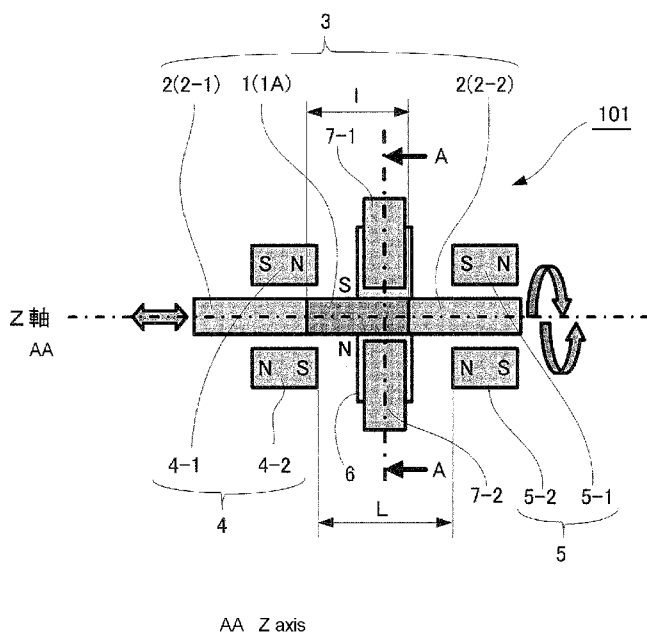


(10) 国際公開番号
WO 2014/168236 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 7/122 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/060476
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014)
- (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 2013-083996 2013 年 4 月 12 日(12.04.2013) JP
- (71) 出願人: アズビル株式会社 (AZBIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1006419 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 上運天 昭司 (KAMIUNTEN, Shoji); 〒1006419 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 田中 光晴 (TANAKA, Mitsuharu); 〒1006419 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山川 政樹, 外 (YAMAKAWA, Masaki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町 2 丁目 1 番 1 号 山王パークタワー 4 階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).
- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: BISTABLE MOVING DEVICE

(54) 発明の名称: 双安定移動装置



(57) Abstract: In the present invention, a radially-magnetized cylindrical permanent magnet serves as a mobile element (1). A stationary element (4) is provided to one side and a stationary element (5) is provided to the other side in the direction of the motion axis of the mobile element (1), sandwiching the mobile element (1). Stationary element (4) is configured from two permanent magnets (4-1, 4-2), and the N pole of permanent magnet (4-1) and the S pole of permanent magnet (4-2) are on the mobile element (1) side. Stationary element (5) is configured from two permanent magnets (5-1, 5-2), and the S pole of permanent magnet (5-1) and the N pole of permanent magnet (5-2) are on the mobile element (1) side. When a latch position is switched, a magnetic field is imparted to the mobile element (1) by means of a mobile element rotation section (8), causing the mobile element (1) to rotate, and thus interchanging the position of the magnetic poles. As a result, a bistable moving device (101) is obtained that is capable of reliable operation and has high safety.

(57) 要約: 径方向に着磁した円柱状の永久磁石を可動子(1)とする。可動子(1)を挟んで可動軸方向の一方側に固定子(4)を、他方側に固定子(5)を設ける。固定子(4)を2つの永久磁石(4-1, 4-2)で構成し、永久磁石(4-1)のN極を可動子(1)側、永久磁石(4-2)のS極を可動子(1)側とする。固定子(5)を2つの永久磁石(5-1, 5-2)で構成し、永久磁石(5-1)のS極を可動子(1)側、永久磁石(5-2)のN極を可動子(1)側とする。ラッチ位置を切り換える場合、可動子回転部(8)により、可動子(1)に磁界を与えて、可動子(1)を回転させ、磁極の位置を入れ替える。これにより、安全性が高く、確実な動作が可能な双安定移動装置(101)を得られる。

WO 2014/168236 A1

明 細 書

発明の名称： 双安定移動装置

技術分野

[0001] この発明は、可動子と固定子とを用い、可動子を2つの位置の間で移動させ、そのどちらかの位置に保持する双安定移動装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、この種の双安定移動装置として、遮断弁や電磁開閉器、電子ロックなどの様々な用途で、可動子が2つの位置の間を移動でき、そのどちらかの位置に保持する機構を備えた双安定ラッチ型のソレノイドが使用されている。

[0003] 例えば、特許文献1には双安定型リニア電磁ソレノイドとして、特許文献2にはソレノイドアクチュエータとして、軸方向に移動可能な非磁性軸に固定されたプランジャ（可動子）が、プランジャを挟んで軸方向に対称に設置された固定コアを備えた1組の永久磁石（固定子）のどちらか一方にラッチされるように構成され、他端への移動はそれらを囲んで軸方向に対称に配置された1組の励磁コイルにより行う双安定移動装置が開示されている。

[0004] また、特許文献1や特許文献2では、可動子が鉄心で固定子に磁石を配置しているのに対して、例えば、特許文献3に示された双方向ラッチングソレノイドは、逆に可動子が磁石で、固定子を鉄心のみで構成されているが、いずれにしても、従来の双安定移動装置は可動子と固定子のどちらか一方が鉄心（磁性体）で、他方が磁石という構成とされている。

[0005] しかしながら、上述した従来の双安定移動装置では、可動子と固定子のどちらか一方が鉄心（磁性体）で、他方が磁石という構成であるために、励磁コイルへの供給電流（励磁電流）を遮断した状態で1組の固定子のどちらか一方に可動子がラッチされている状態のときに、他方向への衝撃や過大力が掛かり、可動子が他方向へ移動してしまった場合は、可動子が他方向でラッチされてしまい、重大な誤動作となってしまう。特に、遮断弁や電磁開閉器

、電子ロックなどでは、衝撃で開閉状態が逆になってしまうという致命的な問題となる。

[0006] また、それを防止するためにラッチ用永久磁石の磁力を強くするなどして、ラッチ力を強くすると、ラッチの解除および他方向への移動に大きな電力が必要になる、という問題が生じる。

[0007] また、可動子の可動軸方向への移動の初期動作、つまり、最も離れた状態での可動子の吸引動作を電磁力で行うために、特に、ストローク（≡可動子と固定子間のギャップ）が大きい場合、電磁力は距離（ギャップ）のほぼ2乗に反比例するため、大きな電力が必要になる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平8－288129号公報

特許文献2：特開平7－335434号公報

特許文献3：特開平2010－98037号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、他方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子が他方向へ移動してしまった場合でも、可動子が他方向でラッチされることがなく、可動子が元の方向でのラッチに自動的に復帰する、安全性が高く、確実な動作を得ることが可能な双安定移動装置を提供することにある。

また、従来のソレノイドで可動軸方向への移動の主動力に使われる場合よりも少ない電力で動作させることが可能な双安定移動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] このような目的を達成するために、本発明の双安定移動装置は、可動軸の方向に移動可能でかつ可動軸を中心として回転可能に保持され、可動軸と直

交する方向に可動軸を挟んで相対する磁極が配置された永久磁石含む可動子と、可動子を回転させて、可動子の回転角度位置を第1の回転角度位置と第2の回転角度位置との間で切り換えることによって、可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替える可動子回転部と、可動子からみて可動軸の方向の一方側に位置し、可動子が第1の回転角度位置にあるとき可動子を磁気吸引保持し、可動子が第2の回転角度位置にあるとき可動子を磁気反発させる永久磁石を含む第1の固定子と、可動子からみて可動軸の方向の他方側に位置し、可動子が第2の回転角度位置にあるとき可動子を磁気吸引保持し、可動子が第1の回転角度位置にあるとき可動子を磁気反発させる永久磁石を含む第2の固定子とを備えている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、他方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子が他方向へ移動してしまった場合でも、可動子が他方向でラッチされることがなく、可動子が元の方向でのラッチに自動的に復帰するものとなり、安全性が高められ、確実な動作を得ることが可能となる。

[0012] また、本発明によれば、可動子を回転させるための回転力は、パイロット動力として、磁極の位置を入れ替えるためにだけに使用されるので、例えば可動子の永久磁石に近接した位置から瞬間的に磁界を与えるようにするだけでよい。このため、従来のソレノイドで可動軸方向への移動の主動力に使われる場合よりも少ない電力で動作させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1A]図1 Aは、本発明の第1の実施の形態である双安定移動装置の要部の正面図である。

[図1B]図1 Bは、図1 Aに示した双安定移動装置の要部の側面図である。

[図1C]図1 Cは、図1 AにおけるA-A断面図（可動軸中央部の断面図）である。

[図2]図2は、図1 Aにおいて可動子が第2の固定子に磁気吸引されている状態を示す正面図である。

[図3A]図3 Aは、図1 Aに示した双安定移動装置において第1および第2の固定子の1組の永久磁石の可動子と反対側の面を連結するヨークを配置するようにした例を示す正面図である。

[図3B]図3 Bは、図3 Aに示した構成の側面図である。

[図4A]図4 Aは、図3 Aに示した構成において第1および第2の固定子の1組の永久磁石の可動子側の面に可動軸側に延びたヨークを配置するようにした例を示す正面図である。

[図4B]図4 Bは、図4 AにおけるB-B断面図である。

[図5]図5は、図1 Aに示した双安定移動装置において第1および第2の固定子の1組の永久磁石を1つの永久磁石とし可動子を中心にしてほぼ点対称な位置に配置するようにした例を示す正面図である。

[図6]図6は、図5に示した構成において第1および第2の固定子の永久磁石の可動子側の面と反対側の面に可動軸に延びたヨークを配置するようにした例を示す正面図である。

[図7A]図7 Aは、本発明の第2の実施の形態である双安定移動装置の要部の正面図である。

[図7B]図7 Bは、図7 Aに示した双安定移動装置の要部の側面図である。

[図8A]図8 Aは、図7 Aに示した双安定移動装置において第1および第2の固定子の1組の永久磁石の可動軸と反対側の面を連結するヨークを配置するようにした例を示す正面図である。

[図8B]図8 Bは、図8 Aに示した構成の側面図である。

[図9A]図9 Aは、図8 Aに示した構成において第1および第2の固定子の1組の永久磁石の可動軸側の面に可動軸と平行に可動子側に延びたヨークを配置するようにした例を示す正面図である。

[図9B]図9 Bは、図9 Aに示した構成の側面図である。

[図10]図10は、図7 Aに示した構成において第1および第2の固定子の1組の永久磁石を1つの永久磁石とし可動子を中心にしてほぼ点対称な位置に配置するようにした例を示す正面図である。

[図11A]図 1 1 A は、本発明の第 3 の実施の形態である双安定移動装置の要部の正面図である。

[図11B]図 1 1 B は、図 1 1 A に示した双安定移動装置の要部の側面図である。

[図11C]図 1 1 C は、図 1 1 B における C－C 断面図である。

[図12A]図 1 2 A は、コアの一端を対向させて配置した 1 組のソレノイド型電磁コイルとこの 1 組のソレノイド型電磁コイルのコアの他端を連結するヨークとで可動子回転部を構成するようにした例を示す正面図である。

[図12B]図 1 2 B は、図 1 2 A に示した構成の側面図である。

[図13]図 1 3 は、図 1 B に示された構成において固定子を構成する永久磁石の中心と可動軸を直交する方向に結ぶ線 L 1 と可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するヨークの端部の中心を結ぶ線 L 2 とを交差させるようにした例を示す側面図である。

[図14]図 1 4 は、図 1 2 B に示された構成において固定子を構成する永久磁石の中心と可動軸を直交する方向に結ぶ線 L 1 と可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯を結ぶ線 L 2 とを交差させるようにした例を示す側面図である。

[図15]図 1 5 は、図 1 B に示された構成において可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するヨークの端部の中心を結ぶ線 L 2 と可動軸とを交わらせないようにした例を示す図（可動軸中央部（A－A）の断面図）である。

[図16]図 1 6 は、図 1 2 B に示された構成において可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯を結ぶ線 L 2 と可動軸とを交わらせないようにした例を示す図（可動軸中央部（A－A）の断面図）である。

[図17]図 1 7 は、図 1 B に示された構成において可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するヨークの端部の中心を可動軸に直交する面内で可動子の両側にずらすようにした例を示す図（可動軸中央部（A－A）の断

面図)である。

[図18]図18は、図12Bに示された構成において可動軸とほぼ直交する方向から可動子を挟んで対向するソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯を可動軸に直交する面内で可動子の両側にずらすようにした例を示す図(可動軸中央部(A-A)の断面図)である。

[図19A]図19Aは、シャフトに回転レバーを取り付けて外部から機械的な力(回転トルク)を与えて可動子を回転させるようにした例を示す正面図である。

[図19B]図19Bは、図19Aに示した構成の側面図である。

[図20A]図20Aは、可動子に対し可動軸とほぼ直交する方向から進退自在として1組の回転力発生用の永久磁石を設けるようにした例を示す正面図である。

[図20B]図20Bは、図20Aに示した構成の側面図である。

[図21]図21は、可動子を複数の永久磁石で構成した例の第1例を示す正面図である。

[図22]図22は、可動子を複数の永久磁石で構成した例の第2例を示す正面図である。

[図23A]図23Aは、可動子を構成する円柱状の永久磁石を4磁極とした場合の構成を示す正面図である。

[図23B]図23Bは、図23AにおけるD-D断面図である。

[図23C]図23Cは、図23AにおけるE-E断面図である。

[図24]図24は、可動子の可動軸方向の力を外部の被動作体へ伝える機構を含む構成を示す図である。

[図25]図25は、図24に示した構成において回転摺動部をベアリングとした場合の要部を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を図面に基づいて詳細に説明する。

〔第1の実施の形態〕

図 1 A は、本発明の第 1 の実施の形態である双安定移動装置の要部の正面図である。図 1 B は、図 1 A に示した双安定移動装置の要部の側面図である。

[0015] 図 1 A において、1 (1 A) は可動子であり、その両端にはシャフト 2 (2-1, 2-2) が接続されている。可動子 1 は永久磁石とされ、シャフト 2 は非磁性体とされている。以下では、この可動子 1 とシャフト 2 とからなる一体物を可動体と呼び、符号 3 で示す。

[0016] 可動体 3 は、図示一点鎖線で示す Z 軸方向に移動可能に設けられている。すなわち、可動体 3 (可動子 1) は、Z 軸方向を可動軸方向 (可動軸に平行な方向) とし、この可動軸方向に移動可能に設けられている。また、可動体 3 (可動子 1) は、Z 軸を中心として回転可能に保持されている。以下、Z 軸を可動軸と呼ぶ。

[0017] 可動子 1 は、円柱状 (円柱状の永久磁石) とされ、径方向に着磁されている。この例では、可動軸 Z と直交する方向に可動軸 Z を挟んで相対する磁極を配置した構成とされ、可動軸 Z を挟んで対向する一方の面側 (図 1 A の状態では上側) が S 極、他方の面側 (図 1 A の状態では下側) が N 極とされている。

[0018] 図 1 A において、4 は可動子 1 からみて可動軸方向の一方側に設けられた第 1 の固定子、5 は可動子 1 からみて可動軸方向の他方側に設けられた第 2 の固定子である。

[0019] 第 1 の固定子 4 は、可動軸 Z を挟んで可動軸 Z と直交する方向に可動子 1 と接触しないように離間して配置された 1 組の永久磁石 4-1 と 4-2 とから構成されている。永久磁石 4-1 を第 1 の永久磁石、永久磁石 4-2 を第 2 の永久磁石とする。永久磁石 4-1, 4-2 の磁極方向は可動軸 Z と平行とされているが、永久磁石 4-1 の磁極方向は永久磁石 4-2 の磁極方向に対して逆向きとされている。この例では、永久磁石 4-1 の N 極が可動子 1 側、S 極が可動子 1 と反対側とされており、永久磁石 4-2 の S 極が可動子 1 側、N 極が可動子 1 と反対側とされている。

[0020] 第2の固定子5は、可動軸Zを挟んで可動軸Zと直交する方向に可動子1と接触しないように離間して配置された1組の永久磁石5-1と5-2とから構成されている。永久磁石5-1を第3の永久磁石、永久磁石5-2を第4の永久磁石とする。永久磁石5-1、5-2の磁極方向は可動軸Zと平行とされているが、永久磁石5-1の磁極方向は永久磁石5-2の磁極方向に対して逆向きとされている。この例では、永久磁石5-1のS極が可動子1側、N極が可動子1と反対側とされており、永久磁石5-2のN極が可動子1側、S極が可動子1と反対側とされている。

[0021] この実施の形態の双安定移動装置101において、第1の固定子4の1組の永久磁石4-1、4-2と第2の固定子5の1組の永久磁石5-1、2とは、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極になるように、可動子1を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置されている。すなわち、永久磁石4-1および永久磁石5-1は、可動軸Zからみて同じ一方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置されている。また、永久磁石4-2および永久磁石5-2は、可動軸Zからみて同じ他方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置されている。「対向」とは、後述する可動子回転部8がなければ、磁極同士が直接向かい合うことを意味する。

[0022] なお、この実施の形態の双安定移動装置101において、可動子1の可動軸方向の長さlは、可動子1を挟んで可動軸方向の一方側および他方側に配置された第1の固定子4を構成する永久磁石4-1、4-2および第2の固定子5を構成する永久磁石5-1、5-2の対向面間距離L以下とされている。言い換えると、可動子1の永久磁石の可動軸方向の長さlは、永久磁石4-1、4-2の可動子1側の面と永久磁石5-1、5-2の可動子1側の面との間の距離L以下である。

[0023] 図1Bにおいて、8(8A)は、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1に正逆方向の磁界を与えて可動子1を回転させ、その回転角度位置を第1の回転角度位置(0°位置)と第2の回転角度位置(180°位置)との間

で切り換えることによって、可動子 1（永久磁石）の相対する磁極の位置を入れ替える可動子回転部である。

[0024] この可動子回転部 8 は、ソレノイド型電磁コイル 6 と、ソレノイド型電磁コイル 6 のコアの一端に一方の端部が接続または一体化された L 字型のヨーク（第 1 のヨーク）7-1 と、ソレノイド型電磁コイル 6 のコアの他端に一方の端部が接続または一体化された L 字型のヨーク（第 2 のヨーク）7-2 とから構成されている。この可動子回転部 8 において、L 字型のヨーク 7-1 の他方の端部は、可動軸 Z とほぼ直交する方向から可動子 1 を挟んで、L 字型のヨーク 7-2 と対向している。図 1 C に図 1 A における A-A 断面図（可動軸中央部の断面図）を示す。

[0025] 〔通常のラッチ動作〕

図 1 A の状態は、可動子回転部 8 によって可動子 1 を回転させ、可動子 1 の回転角度位置を第 1 の回転角度位置（0° 位置）に切り換えた状態を示している。この第 1 の回転角度位置において、可動子 1（円柱状の永久磁石）の磁極方向は図 1 A に示されているように、上側が S 極、下側が N 極となる。この可動子 1 の第 1 の回転角度位置において、第 1 の固定子 4 は、可動子 1 を磁気吸引保持し、第 2 の固定子 5 は可動子を磁気反発させる。これにより、可動子 1 は、第 1 の固定子 4 側でラッチされる。

[0026] この可動子 1 が第 1 の固定子 4 側にラッチされている状態から、可動子回転部 8 によって可動子 1 を回転させ、可動子 1 の回転角度位置を第 2 の回転角度位置（180° 位置）に切り換えたとする。すなわち、可動子 1（円柱状の永久磁石）の相対する磁極の位置を入れ替え、下側を S 極、上側を N 極にしたとする。

[0027] すると、可動子 1 と第 1 の固定子 4 との間の磁気吸引力が消失し、可動子 1 と第 1 の固定子 4 との間に磁気反発力が発生する。これにより、可動子 1 が第 1 の固定子 4 を離れるとともに、第 2 の固定子 5 との間に生じる磁気吸引力との合力により第 2 の固定子 5 側に向かい、第 2 の固定子 5 に磁気吸引され、第 2 の固定子 5 側でラッチされる（図 2 参照）。この場合、可動子 1

を第1の固定子4側から第2の固定子5側に動かす力は、磁気吸引力の方が磁気反発力の2倍以上大きい。

[0028] 次に、この可動子1が第2の固定子5側にラッチされている状態から、可動子回転部8によって可動子1を回転させ、可動子1の回転角度位置を第1の回転角度位置に切り換えたとする。すなわち、可動子1（円柱状の永久磁石）の相対する磁極の位置を入れ替え、上側をS極、下側をN極に戻したとする。

[0029] すると、可動子1と第2の固定子5との間の磁気吸引力が消失し、可動子1と第2の固定子5との間に磁気反発力が発生する。これにより、可動子1が第2の固定子5を離れるとともに、第1の固定子4との間に生じる磁気吸引力との合力により第1の固定子4側に向かい、第1の固定子4に磁気吸引され、第1の固定子4側でラッチされる（図1A参照）。この場合、可動子1を第2の固定子5側から第1の固定子4側に動かす力は、磁気吸引力の方が磁気反発力の2倍以上大きい。

[0030] [ラッチ状態で他の方向への衝撃や一時的な過大力が掛かった場合]

今、可動子1が第1の回転角度位置にあり、可動子1が第1の固定子4に磁気吸引されている場合に（図1A参照）、第2の固定子5への方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子1が第2の固定子5の方向へ移動してしまったとする。

[0031] この場合、可動子1は、第1の回転角度位置にある状態で、第2の固定子5の方向へ移動する。可動子1が第2の固定子5に近づくと、可動子1と第2の固定子5の間には磁気反発力が発生する。これにより、可動子1が第2の固定子5から離れるとともに、第1の固定子4との間に生じる磁気吸引力との合力により第1の固定子4側に向かい、第1の固定子4に磁気吸引される。

[0032] このようにして、本実施の形態の双安定移動装置101では、可動子1が第1の固定子4側にラッチされている状態で、第2の固定子5の方向へ移動しても、可動子1は第2の固定子5側でラッチされずに、自動的に第1の固

定子4側でのラッチに復帰する。

[0033] 今、可動子1が第2の回転角度位置にあり、可動子1が第2の固定子5に磁気吸引されている場合に（図2参照）、第1の固定子4へ方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子1が第1の固定子4方向へ移動してしまったとする。

[0034] この場合、可動子1は、第2の回転角度位置にある状態で、第1の固定子4方向へ移動する。可動子1が第1の固定子4に近づくと、可動子1と第1の固定子4との間には磁気反発力が発生する。これにより、可動子1が第1の固定子4から離れるとともに、第2の固定子5との間に生じる磁気吸引力との合力により第2の固定子5側に向かい、第2の固定子5に磁気吸引される。

[0035] このようにして、本実施の形態の双安定移動装置101では、可動子1が第2の固定子5側にラッチされている状態で、第1の固定子4方向へ移動しても、可動子1は第1の固定子4側でラッチされずに、自動的に第2の固定子5側でのラッチに復帰する。

[0036] このように、本実施の形態の双安定移動装置101では、可動子1を回転させて可動子1の相対する磁極の位置を入れ替えなければ、可動子1の第1の固定子4側から第2の固定子5側へのラッチの切り換え、第2の固定子5側から第1の固定子4側へのラッチの切り換えを行うことができない。

[0037] また、可動子1の相対する磁極の位置を入れ替えない状態で、第1の固定子4側にラッチされている可動子1の第2の固定子5側への移動、第2の固定子5側にラッチされている可動子1の第1の固定子4側への移動が生じた場合、自動的に元の固定子側でのラッチに復帰される。

[0038] 本実施の形態の双安定移動装置101では、可動子1の可動軸方向の移動に、回転というロック機構を付加しており、このロック機構を付加することによって、安全性が高められ、確実な動作を得ることができている。

[0039] また、本実施の形態の双安定移動装置101では、可動子1と固定子4、5の両方に永久磁石を使用し、可動軸方向へ移動させるための主動力は、可

動子 1（永久磁石）に対する、移動元側の固定子 4， 5（永久磁石）の磁気反発力と、移動先側の固定子 4， 5（永久磁石）の磁気吸引力の両方を同時に使用して行い、可動子 1 を回転させるための回転力は、パイロット動力として、磁極の位置を入れ替えるためにだけに使用される。これにより、可動子 1（永久磁石）に近接した位置から瞬間的に磁界を与えるようにするだけでよく、従来のソレノイドで可動軸方向への移動の主動力に使われる場合よりも少ない電力で動作させることができる。

[0040] なお、図 1 A および図 1 B に示した構成において、第 1 の固定子 4 の 1 組の永久磁石 4 - 1， 4 - 2 および第 2 の固定子 5 の 1 組の永久磁石 5 - 1， 5 - 2 に、図 3 A および図 3 B に示すように、1 組の永久磁石 4 - 1， 4 - 2 のそれぞれの可動子 1 と反対側の面を連結するヨーク 4 a を、1 組の永久磁石 5 - 1， 5 - 2 のそれぞれの可動子 1 と反対側の面を連結するヨーク 5 a を配置するようにしてもよい。ヨーク 4 a を第 1 のヨーク、ヨーク 5 a を第 2 のヨークとする。

[0041] また、図 4 A に示すように、図 3 A に示した構成において、1 組の永久磁石 4 - 1， 4 - 2 のそれぞれの可動子 1 側の面に可動軸 Z 側に延びたヨーク 4 b， 4 c を、1 組の永久磁石 5 - 1， 5 - 2 のそれぞれの可動子 1 側の面に可動軸 Z 側に延びたヨーク 5 b， 5 c を配置するようにしてもよい。ヨーク 4 b， 4 c を第 3 のヨーク、ヨーク 5 b， 5 c を第 4 のヨークとする。なお、図 4 B は図 4 A における B - B 断面図を示す。

[0042] 図 4 A に示した構成において、ヨーク 4 b， 4 c および 5 b， 5 c は、永久磁石 4 - 1， 4 - 2 および 5 - 1， 5 - 2 から発生する磁束（または磁力線）をシャフト 2 側（可動軸 Z と直交する方向）に向け、可動子 1（永久磁石）に効率良く磁界が働くようにし、また、永久磁石 4 - 1， 4 - 2 および 5 - 1， 5 - 2 の磁極面に直交する方向（可動軸 Z に平行方向）や周囲への磁束漏えいを抑制するという効果を持つ。なお、図 4 A に示した構成において、可動子 1 側と反対側の面のヨーク 4 a， 5 a は必ずしも設けなくてもよい。

[0043] また、図5に示すように、図1Aに示した構成において、第1の固定子4から永久磁石4-1を省略し、永久磁石4-2のみを第1の固定子4とし、第2の固定子5から永久磁石5-2を省略し、永久磁石5-1のみを第2の固定子5としてもよい。

[0044] また、図示してはいないが、第1の固定子4から永久磁石4-2を省略し、永久磁石4-1のみを第1の固定子4とし、第2の固定子5から永久磁石5-1を省略し、永久磁石5-2のみを第2の固定子5としてもよい。

[0045] すなわち、その磁極方向が可動軸Zと平行な永久磁石を、可動軸Zと直交する方向に可動子1と接触しないように離間して、可動子1の可動軸方向両側に可動子1を中心にしてほぼ点対称な位置にそれぞれ1つずつ、他方に対する磁極を同極にして配置するようにしてもよい。

[0046] また、図6に示すように、図5に示した構成において、永久磁石4-2の可動子1側の面と反対側の面に可動軸1側に延びたヨーク4d、4eを、永久磁石5-1の可動子1側の面と反対側の面に可動軸1側に延びたヨーク5d、5eを配置するようにしてもよい。なお、図6に示した構成において、永久磁石4-2に対してヨーク4d、4eの何れか一方のみを配置するようにしてもよく、永久磁石5-1に対してヨーク5d、5eの何れか一方のみを配置するようにしてもよい。

[0047] [第2の実施の形態]

第1の実施の形態の双安定移動装置101では、第1の固定子4における1組の永久磁石4-1と4-2の磁極方向および第2の固定子5における1組の永久磁石5-1と5-2の磁極方向をそれぞれ可動軸Zと平行とするようにした。

[0048] これに対して、第2の実施の形態の双安定移動装置102では、図7Aおよび図7Bに示すように、第1の固定子4における1組の永久磁石4-1と4-2の磁極方向および第2の固定子5における1組の永久磁石5-1と5-2の磁極方向をそれぞれ可動軸Zと直交する方向とする。

[0049] この実施の形態の双安定移動装置102において、第1の固定子4は、可

動軸Zを挟んで可動軸Zと直交する方向に可動子1と接触しないように離間して配置された1組の永久磁石4-1と4-2とから構成されている。永久磁石4-1を第1の永久磁石、永久磁石4-2を第2の永久磁石とする。永久磁石4-1, 4-2の磁極方向は可動軸Zと直交する方向とされ、永久磁石4-1の磁極方向は永久磁石4-2の磁極方向と同じ向きとされている。この例では、永久磁石4-1のN極が可動軸Z側、永久磁石4-2のS極が可動軸Z側とされている。

[0050] また、第2の固定子5は、可動軸Zを挟んで可動軸Zと直交する方向に可動子1と接触しないように離間して配置された1組の永久磁石5-1と5-2とから構成されている。永久磁石5-1を第3の永久磁石、永久磁石5-2を第4の永久磁石とする。永久磁石5-1, 5-2の磁極方向は可動軸Zと直交する方向とされ、永久磁石5-1の磁極方向は永久磁石5-2の磁極方向と同じ向きとされている。この例では、永久磁石5-1のS極が可動軸Z側、永久磁石5-2のN極が可動軸Z側とされている。

[0051] この実施の形態の双安定移動装置102においても、磁極の方向は異なるが、第1の実施の形態の双安定移動装置101と同様、第1の固定子4の1組の永久磁石4-1, 4-2と第2の固定子5の1組の永久磁石5-1, 2とが、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極になるように、可動子1を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置されている。すなわち、永久磁石4-1および永久磁石5-1は、可動軸Zからみて同じ一方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置されている。また、永久磁石4-2および永久磁石5-2は、可動軸Zからみて同じ他方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置されている。

[0052] また、第2の実施の形態の構成においても、可動子1の可動軸方向の長さlは、可動子1を挟んで可動軸方向の両側に配置された第1の固定子4を構成する永久磁石4-1, 4-2と第2の固定子5を構成する永久磁石5-1, 5-2の対向面間距離L以下とされている。

[0053] 他の構成は第1の実施の形態の双安定移動装置101と同じであり、第2

の実施の形態の双安定移動装置 102 においても、説明は省略するが、第 1 の実施の形態の双安定移動装置 101 と同様の動作が行われる。

[0054] なお、図 7 A および図 7 B に示した構成において、第 1 の固定子 4 の 1 組の永久磁石 4-1, 4-2 および第 2 の固定子 5 の 1 組の永久磁石 5-1, 5-2 に、図 8 A および図 8 B に示すように、1 組の永久磁石 4-1, 4-2 のそれぞれの可動軸 Z と反対側の面を連結するヨーク 4 a を、1 組の永久磁石 5-1, 5-2 のそれぞれの可動軸 Z と反対側の面を連結するヨーク 5 a を配置するようにしてもよい。ヨーク 4 a を第 1 のヨーク、ヨーク 5 a を第 2 のヨークとする。

[0055] また、図 9 A および図 9 B に示すように、図 8 A および図 8 B に示した構成において、1 組の永久磁石 4-1, 4-2 のそれぞれの可動軸 Z 側の面に可動軸 Z と平行に可動子 1 側に延びたヨーク 4 b, 4 c を、1 組の永久磁石 5-1, 5-2 のそれぞれの可動軸 Z 側の面に可動軸 Z と平行に可動子 1 側に延びたヨーク 5 b, 5 c を配置するようにしてもよい。ヨーク 4 b, 4 c を第 3 のヨーク、ヨーク 5 b, 5 c を第 4 のヨークとする。なお、図 9 A および図 9 B に示した構成において、可動軸 Z と反対方向の面を連結するヨーク 4 a, 5 a は必ずしも設けなくてもよい。

[0056] また、図 10 に示すように、図 7 A に示した構成において、第 1 の固定子 4 から永久磁石 4-1 を省略し、永久磁石 4-2 のみを第 1 の固定子 4 とし、第 2 の固定子 5 から永久磁石 5-2 を省略し、永久磁石 5-1 のみを第 2 の固定子 5 としてもよい。

[0057] また、図示してはいないが、第 1 の固定子 4 から永久磁石 4-2 を省略し、永久磁石 4-1 のみを第 1 の固定子 4 とし、第 2 の固定子 5 から永久磁石 5-1 を省略し、永久磁石 5-2 のみを第 2 の固定子 5 としてもよい。

[0058] すなわち、その磁極方向を可動軸 Z と直交する方向とした永久磁石を、可動軸 Z と直交する方向に可動子 1 と接触しないように離間して、可動子 1 の可動軸方向両側に可動子 1 を中心にしてほぼ点対称な位置にそれぞれ 1 つずつ、他方に対する磁極を同極にして配置するようにしてもよい。

[0059] 〔第3の実施の形態〕

第1, 第2の実施の双安定移動装置101, 102では、第1の固定子4を1組の永久磁石4-1, 4-2とし、第2の固定子5を1組の永久磁石5-1, 5-2とした。これに対して、第3の実施の形態の双安定移動装置103では、図11Aおよび図11Bに示すように、第1の固定子4を円筒状の永久磁石4-0とし、第2の固定子5を円筒状の永久磁石5-0とする。図11Cに図11BにおけるC-C断面図を示す。

[0060] この実施の形態の双安定移動装置103において、第1の固定子4は、第1の円筒状の永久磁石4-0とされている。円筒状の永久磁石4-0は、その中心が可動軸Zとほぼ一致するように配置されている。円筒状の永久磁石4-0は、可動子1と接触しないような内径、すなわち可動子1の外径よりも大きい内径を持つ。円筒状の永久磁石4-0は、径方向に着磁されている。この例では、図11Cに示されているように、円筒状の永久磁石4-0の可動軸Z側に面する内径の上側の面がN極、下側の面がS極とされている。

[0061] また、第2の固定子5は、第2の円筒状の永久磁石5-0とされている。円筒状の永久磁石5-0は、その中心が可動軸Zとほぼ一致するように配置されている。円筒状の永久磁石5-0は、可動子1と接触しないような内径、すなわち可動子1の外径よりも大きい内径を持つ。円筒状の永久磁石5-0は、径方向に着磁されている。この例では、図11Cに示されているように、円筒状の永久磁石5-0の可動軸Z側に面する内径の上側の面がS極、下側の面がN極とされている。

[0062] すなわち、この実施の形態の双安定移動装置103において、永久磁石の形状は異なるが、第1, 第2の実施の形態の双安定移動装置101, 102と同様、第1の固定子4の円筒状の永久磁石4-0と第2の固定子5の円筒状の永久磁石5-0とは、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極となるように、可動子1を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置されている。すなわち、円筒状の永久磁石4-0と円筒状の永久磁石5-0は、互いに異なる磁極が対向するように配置されている。

[0063] また、第3の実施の形態の構成においても、可動子1の可動軸方向の長さLは、可動子1を挟んで可動軸方向の両側に配置された第1の固定子4を構成する円筒状の永久磁石4-0と第2の固定子5を構成する円筒状の永久磁石5-0の対向面間距離L以下とされている。

[0064] 他の構成は第1、第2の実施の形態の双安定移動装置101、102と同じであり、第3の実施の形態の双安定移動装置103においても、説明は省略するが、第1、第2の実施の形態の双安定移動装置101、102と同様の動作が行われる。

[0065] [可動子回転部について]

第1、第2、第3の実施の形態の双安定移動装置101、102、103では、可動子回転部8(8A)をソレノイド型電磁コイル6とL字型のヨーク7-1、7-2とから構成されたものとしたが、必ずしもこのような構成でなくてもよい。

[0066] 例えば、図12Aおよび図12Bに示すように、可動軸Zを挟んでそれぞれの軸芯がほぼ一致するように配置された1組のソレノイド型電磁コイル6-1、6-2と、ソレノイド型電磁コイル6-1のコア的一端とソレノイド型電磁コイル6-2のコア的一端とを連結するヨーク7とで可動子回転部8を構成するようにしてもよい。この可動子回転部8(8B)では、ソレノイド型電磁コイル6-1のコア他端は、可動軸Zと直交する方向から可動子1を挟んで、ソレノイド型電磁コイル6-2のコア他端と対向している。なお、ソレノイド型電磁コイル6-1を第1のソレノイド型電磁コイル、ソレノイド型電磁コイル6-2を第2のソレノイド型電磁コイルとする。

[0067] また、図13に示すように、図1Aおよび図1Bに示された構成において、固定子5(4)を構成する永久磁石5-1、5-2(4-1、4-2)の中心と可動軸Zを直交する方向に結ぶ線L1と、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するL字型のヨーク7-1、7-2の端部の中心を結ぶ線L2とを交差させるようにしてもよい。この場合、その交差角度 θ は、可動軸方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲とすることが好ましい。すな

わち、固定子5の永久磁石5-1, 5-2（または固定子4の永久磁石4-1, 4-2）の中心を通り可動軸Zと直交する線L1と、ヨーク7-1の端部（ヨーク7-2と対向する端部）の中心とヨーク7-2の端部（ヨーク7-1と対向する端部）の中心とを結ぶ線L2とのなす角度 θ を、可動軸方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲としてもよい。

[0068] また、図14に示すように、図12Bに示された構成においても、固定子5（4）を構成する永久磁石5-1, 5-2（4-1, 4-2）の中心と可動軸Zを直交する方向に結ぶ線L1と、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するソレノイド型電磁コイル6-1, 6-2のコアの軸芯を結ぶ線L2とを交差させるようにしてもよい。この場合も、その交差角度 θ は、可動軸方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲とすることが好ましい。すなわち、固定子5の永久磁石5-1, 5-2（または固定子4の永久磁石4-1, 4-2）の中心を通り可動軸Zと直交する線L1と、ソレノイド型電磁コイル6-1のコアの軸芯とソレノイド型電磁コイル6-2のコアの軸芯とを結ぶ線L2とのなす角度を、可動軸方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲としてもよい。

[0069] また、図15に示すように、図1Bに示された構成において、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するL字型のヨーク7-1, 7-2の端部（互いに対向する端部）の中心を結ぶ線L2と可動軸Zとを交わらせないようにしてもよい。図13に示した構成でも同様である。

[0070] また、図16に示すように、図12Bに示された構成においても、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するソレノイド型電磁コイル6-1, 6-2のコアの軸芯を結ぶ線L2と可動軸Zとを交わらせないようにしてもよい。図14に示した構成でも同様である。

[0071] また、図17に示すように、図1Bに示された構成において、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するL字型のヨーク7-1, 7-2の端部の中心を、可動軸Zに直交する面内で可動子1の両側にずらすようにしてもよい。すなわち、ヨーク7-1の端部（ヨーク7-2と対向する

端部)の中心が、ヨーク7-2の端部(ヨーク7-1と対向する端部)の中心と、可動軸Zを含む鉛直面に対して異なる側に位置するようにしてもよい。図13、図15に示された構成でも同様である。

[0072] また、図18に示すように、図12Bに示された構成においても、可動軸Zとほぼ直交する方向から可動子1を挟んで対向するソレノイド型電磁コイル6-1、6-2のコアの軸芯を、可動軸Zに直交する面内で可動子1の両側にずらすようにしてもよい。すなわち、ソレノイド型電磁コイル6-1のコアの軸芯が、ソレノイド型電磁コイル6-2のコアの軸芯と、可動軸Zを含む鉛直面に対して異なる側に位置するようにしてもよい。図14、図16に示された構成でも同様である。

[0073] また、図19Aおよび図19Bに示すように、シャフト2に回転レバー9を取り付け、この回転レバー9に外部から機械的な力(回転トルク)を与えて可動子1を回転させ、可動子1の相対する磁極の位置を入れ替えるようにしてもよい。この構成では、回転レバー9と、この回転レバー9に外部から機械的な力を与える手段によって、可動子回転部8(8C)が構成される。なお、図19Aには示していないが、回転レバー9に外部から機械的な力を与える手段として、手動やモータ等のアクチュエータなどが考えられる。

[0074] また、図20Aおよび図20Bに示すように、可動子1を挟んで同じ磁極が対向するように配置され、可動軸Zとほぼ直交する方向に進退自在な、1組の回転力発生用の永久磁石10-1、10-2を設けるようにしてもよい。回転力発生用の永久磁石10-1を第1の回転力発生用の永久磁石、回転力発生用の永久磁石10-2を第2の回転力発生用の永久磁石とする。

[0075] 図20Aおよび図20Bに示した例では、回転力発生用の永久磁石10-1をS極を可動子1側として可動子1の上側に設け、回転力発生用の永久磁石10-2をS極を可動子1側として可動子1の下側に設けている。押ボタン11-1とコイルバネ12-1とを回転力発生用の永久磁石10-1に付設することによって、回転力発生用の永久磁石10-1を可動子1に対して進退自在とし、押ボタン11-2とコイルバネ12-2とを回転力発生用の

永久磁石 10-2 に付設することによって、回転力発生用の永久磁石 10-2 を可動子 1 に対して進退自在としている。

[0076] この回転力発生用の永久磁石 10-1, 10-2 を用いた可動子回転部 8 (8D) では、可動子 1 が第 1 の固定子 4 に磁気吸引されている場合に、回転力発生用の永久磁石 10-1 が可動子 1 に近づけられた場合、回転力発生用の永久磁石 10-1 の可動子 1 に対向する磁極 (S 極) と可動子 1 の一方の磁極 (S 極) との間の磁気反発および他方の磁極 (N 極) との磁気吸引によって、可動子 1 が回転してその回転角度位置が第 1 の回転角度位置 (0° 位置) から第 2 の回転角度位置 (180° 位置) に切り換えられる。

[0077] また、可動子 1 が第 2 の固定子 5 に磁気吸引されている場合に、回転力発生用の永久磁石 10-2 が可動子 1 に近づけられた場合、回転力発生用の永久磁石 10-2 の可動子 1 に対向する磁極 (S 極) と可動子 1 の一方の磁極 (S 極) との間の磁気反発および他方の磁極 (N 極) との磁気吸引によって、可動子 1 が回転してその回転角度位置が第 2 の回転角度位置 (180° 位置) から第 1 の回転角度位置 (0° 位置) に切り換えられる。

[0078] [可動子について]

上述した第 1, 第 2, 第 3 の実施の形態では、可動子 1 (1A) を 1 つの永久磁石 (円柱状の永久磁石) によって構成したが、複数の永久磁石で可動子 1 を構成するようにしてもよい。可動子 1 を複数の永久磁石で構成した例を図 21 および図 22 に示す。

[0079] 図 21 に示した例では、可動子 1 を 3 つの円柱状の永久磁石 1-1, 1-2, 1-3 で構成するものとし、長さ (可動軸方向の長さ、相対する磁極の方向の長さ) の長い永久磁石 (第 1 の永久磁石) 1-1 を可動軸方向のほぼ中央に配置し、この永久磁石 1-1 を挟んでその両側に、長さの短い永久磁石 1-2 と 1-3 とを配置している。すなわち、永久磁石 (第 2 の永久磁石) 1-2 を永久磁石 1-1 に対し可動軸方向の一方側に配置し、永久磁石 (第 3 の永久磁石) 1-3 を永久磁石 1-1 に対し可動軸方向の他方側に配置している。

- [0080] この可動子 1 (1 B) において、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-2 および 1-3 とはその直径 (相対する磁極方向の長さ) が同じとされ、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-2 とが非磁性の連結部 1 a を挟んで結合され、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-3 とが非磁性の連結部 1 b を挟んで結合されている。
- [0081] このように、可動子 1 を複数の永久磁石で構成とすると、永久磁石の長さや径が大きい場合などに、永久磁石の体積を減らして低コスト化や軽量化などを図ることが可能となる。なお、この可動子 1 (1 B) において、中央の永久磁石 1-1 は可動子の回転用の永久磁石とされ、両側の永久磁石 1-2, 1-3 は可動子の可動軸方向の移動保持用の永久磁石とされる。
- [0082] 図 2 2 に示した例でも、可動子 1 を 3 つの円柱状の永久磁石 1-1, 1-2, 1-3 で構成するものとし、長さ (可動軸方向の長さ) の長い永久磁石 1-1 を可動軸方向のほぼ中央に配置し、この永久磁石 1-1 を挟んでその両側に、長さの短い永久磁石 1-2 と 1-3 とを配置している。
- [0083] この可動子 1 (1 C) において、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-2 および 1-3 とはその直径 (相対する磁極方向の長さ) が異なり、永久磁石 1-1 の直径が永久磁石 1-2 および 1-3 の直径よりも大きくされている。そして、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-2 とを非磁性の連結部 1 a' を挟んで結合し、永久磁石 1-1 と永久磁石 1-3 とを非磁性の連結部 1 b' を挟んで結合している。
- [0084] この可動子 1 (1 C) において、中央の永久磁石 1-1 は可動子の回転用の永久磁石とされ、両側の永久磁石 1-2, 1-3 は可動子の可動軸方向の移動保持用の永久磁石とされる。この場合、永久磁石 1-2, 1-3 の直径に比べて永久磁石 1-1 の直径が大きくされているので、可動子 1 を少ない力で回転 (磁極反転) させることができる。
- [0085] 例えば、図 1 A に示された構成において、可動子 1 (1 A) の可動軸方向の保持力を大きくすると、可動子 1 を回転させるのにも大きな力が必要になる。このため、図 2 2 に示したような構成の可動子 1 (1 C) として、省エネルギーを図る。

[0086] なお、上述した各実施の形態では、可動子 1 を構成する永久磁石を円柱状の磁石としているが、必ずしも円柱状の磁石としなくてもよく、円筒状の永久磁石としたり、角型の磁石としてもよい。

[0087] 例えば、図 22 に示した構成において、可動子 1 (1C) を構成する永久磁石 1-1, 1-2, 1-3 を円筒状の永久磁石とする場合、円柱状の永久磁石と同様にしてその直径を異ならせればよいが、角型の磁石とする場合には、その対向する磁極間の距離（相対する磁極方向の長さ）を異ならせるようにする。

[0088] また、上述した各実施の形態では、可動子 1 を構成する永久磁石を 2 磁極としているが、4 磁極以上（例えば、円柱径方向着磁（円筒の場合は、内周側にも磁極があるため 8 磁極））の多磁極の永久磁石としてもよい。

[0089] 図 23A～図 23C に、可動子 1 を円柱状の永久磁石とし、この円柱状の永久磁石を 4 磁極とした場合の構成を示す。図 23A は正面図であり、図 23B は図 23A における D-D 断面図（吸引・ラッチ側）であり、図 23C は図 23A における E-E 断面図（反発側）である。なお、図 23A～図 23C において、図 1A および図 1B に示されているシャフト 2 や可動子回転部 8 などは省略している。

[0090] この例では、可動子 1 の円周方向を 4 分割し、90° 間隔で隣接する周方向の面に磁極を形成している。この例では、90° 間隔で隣接する周方向の第 1 の面（図 23B では上側の面）S1 に S 極を、第 2 の面（図 23B では左側の面）S2 に N 極を形成し、第 3 の面（図 23B では下側の面）S3 に S 極を、第 4 の面（図 23B では右側の面）S4 に N 極を形成している。

[0091] この 4 磁極の可動子 1 (1D) を用いる場合、第 1 の固定子 4 において、永久磁石 4-1, 4-2 の磁極方向は、それぞれの磁極方向を他方に対して同じ向きとする。第 2 の固定子 5 においても同様に、永久磁石 5-1, 5-2 の磁極方向は、それぞれの磁極方向を他方に対して同じ向きとする。

[0092] なお、図 23B および図 23C に点線で示すように、第 1 の固定子 4 に永久磁石 4-3, 4-4 を、第 2 の固定子 5 に永久磁石 5-3, 5-4 を追加

するようにしてもよい。この場合も、永久磁石 4-3, 4-4 の磁極方向、永久磁石 5-3, 5-4 の磁極方向は、それぞれの磁極方向を他方に対して同じ向きとする。

[0093] 但し、可動子 1 の永久磁石を 4 磁極以上の多磁極とした構成では、衝撃で他方向へ移動してしまった場合に、異極が 90° 以内のところにあるので、2 磁極の場合の 180° に対して、自力で回転しやすくなり、他方向で誤ってラッチしてしまいやすくなるので注意が必要であるが、構成は可能である。

[0094] [その他]

図 24 に可動子 1 にかかる可動軸方向の力を外部の被動作体へ伝える機構を含む構成を示す。図 24 において、図 1 A および図 1 B に示されている第 1 の固定子 4、第 2 の固定子 5、可動子回転部 8 は省略している。

[0095] 図 24 において、13-1 および 13-2 は可動子 1 の可動軸方向を規定し、可動軸 Z を中心として可動子 1 を回転可能に保持するブッシュであり、可動子 1 に接続されたシャフト 2 を軸支する。ブッシュ 13-1 および 13-2 の位置は固定されている。14 は可動子 1 の可動軸方向の力を受ける外部の被動作体（例えば、遮断弁の弁体など）であり、ブッシュ 13-1 を保持するホルダ 15 の裏面側に設けられた複数のピン 16 をガイドとしてその可動軸方向への動きが案内されると共に、可動軸 Z を中心とする回転方向の動きがピン 16 によって規制される。

[0096] 可動子 1 の一方側に接続されたシャフト 2 (2-1) は、ブッシュ 13-1 を貫通し、被動作体 14 の中央部の貫通孔 14 a を抜けて、被動作体 14 の内部に達し、その先端に止め輪 17 が装着され、回転摺動部とされている。また、可動子 1 の他方側に接続されたシャフト 2 (2-2) は、ブッシュ 13-2 を貫通し、その先端にストッパ部材 18 が固定されている。ストッパ部材 18 に対しては、このストッパ部材 18 の可動軸方向の一方および他方への移動範囲を規制する移動範囲規制部材 19 が設けられている。

[0097] 図 24 に示された状態は、可動子 1 の回転角度位置が第 2 の回転角度位置

(180° 位置)にある状態とされ、可動子1が第2の固定子5に磁気吸引された状態を示している。

[0098] この状態から、可動子回転部8を作動させ、可動子1を可動軸Zを中心として回転させると、すなわち可動子1を第2の回転角度位置(180° 位置)から第1の回転角度位置(0° 位置)に戻すと、可動子1と第2の固定子5との間に磁気反発力が発生し、可動子1が第2の固定子5から離れるとともに、第1の固定子4との間に発生する磁気吸引力と合わせて、可動子1が可動軸方向の一方側(左方向)へ移動し始める。

[0099] この時、可動子1に接続されたシャフト2(2-1)の先端は、回転摺動部として被動作体14の内部において回転するので、可動子1にかかる可動軸Zを中心とする回転力が被動作体14へ伝達されることが抑制される。すなわち、可動子1に接続されたシャフト2(2-1)が回転しても、被動作体14が回転することはない。

[0100] 可動子1が第2の固定子5から離れ、可動軸方向の一方側(左方向)へ移動し始めると、シャフト2(2-1)の先端に押されて、被動作体14がピン16に案内されながら左方向へ動く。すなわち、可動子1の可動軸方向の一方側(左方向)への力がシャフト2(2-1)を介して外部の被動作体14に伝えられ、被動作体14がピン16に案内されながら可動軸方向の一方側(左方向)へ動く。

[0101] この被動作体14の動きは、シャフト2(2-2)の先端に固定されたストッパ部材18が移動範囲規制部材19の可動軸方向の一方側の規制面19aに当接することによって、止められる。すなわち、可動子1の可動軸方向の一方側(左方向)への可動範囲が制限される。

[0102] この状態から、可動子回転部8を作動させ、可動子1を可動軸Zを中心として回転させると、すなわち可動子1を第1の回転角度位置(0° 位置)から第2の回転角度位置(180° 位置)に戻すと、可動子1と第1の固定子4との間に磁気反発力が発生し、可動子1が第1の固定子4から離れるとともに、第2の固定子5との間に発生する磁気吸引力と合わせて、可動子1が

可動軸方向の他方側（右方向）へ移動し始める。

[0103] この時、可動子 1 に接続されたシャフト 2（2-1）の先端は、回転摺動部として被動作体 14 の内部において回転するので、可動子 1 にかかる可動軸 Z を中心とする回転力が被動作体 14 へ伝達されることが抑制される。すなわち、すなわち、可動子 1 に接続されたシャフト 2（2-1）が回転しても、被動作体 14 が回転することはない。

[0104] 可動子 1 が第 1 の固定子 4 から離れ、可動軸方向の他方側（右方向）へ移動し始めると、シャフト 2（2-1）の先端に装着された止め輪 17 に押されて、被動作体 14 がピン 16 に案内されながら右方向へ動く。すなわち、可動子 1 の可動軸方向の他方側（右方向）への力がシャフト 2（2-1）を介して外部の被動作体 14 に伝えられ、被動作体 14 がピン 16 に案内されながら可動軸方向の他方側（右方向）へ動く。

[0105] この被動作体 14 の動きは、シャフト 2（2-2）の先端に固定されたストッパ部材 18 が移動範囲規制部材 19 の可動軸方向の他方側の規制面 19b に当接することによって、止められる。すなわち、可動子 1 の可動軸方向の他方側（右方向）への可動範囲が制限される。

[0106] なお、図 24 においては、シャフト 2（2-1）の先端に止め輪 17 を装着して回転摺動部としたが、図 25 に示すようにベアリング 20 を装着して回転摺動部としてもよい。

[0107] また、上述した各実施の形態において、永久磁石は、例えば、ネオジムやサマリウムコバルトなどの希土類磁石またはフェライト磁石などからなる。ヨークは、飽和磁束密度や透磁率が大きく、保磁力が小さく、磁気ヒステリシスの小さい軟磁性材料（例えば、電磁鋼板、電磁軟鉄、パーマロイなど）からなる。また、非磁性シャフトは、例えば、アルミ、SUS316（L）、真鍮などからなる。

[0108] 〔実施の形態の拡張〕

以上、実施の形態を参照して本発明を説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明の技術思

想の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0109] [付記]

上述した実施の形態は、可動軸方向に移動可能で、かつ可動軸を中心として回転可能に保持され、可動軸と直交する方向に可動軸を挟んで相対する磁極を配置した永久磁石を備える可動子と、可動子を回転させて、その回転角度位置を第1の回転角度位置と第2の回転角度位置との間で切り換えることによって、可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替える可動子回転部と、可動子を挟んで可動軸方向の一方側に位置し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる永久磁石を含む部材で構成された第1の固定子と、可動子を挟んで可動軸方向の他方側に位置し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる永久磁石を含む部材で構成された第2の固定子とを備えることを特徴とする。

[0110] 上述した実施の形態において、可動子は、回転させることによって、その回転角度位置を第1の回転角度位置と第2の回転角度位置との間で切り換えることができる。この場合、可動子が第1の回転角度位置から第2の回転角度位置に切り換えられることによって、また可動子が第2の回転角度位置から第1の回転角度位置に切り換えられることによって、可動子の永久磁石の相対する磁極の位置が入れ替えられる。

[0111] 上述した実施の形態において、第1の固定子は、永久磁石を含む部材で構成され、可動子を挟んで可動軸方向の一方側に位置し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる。第2の固定子も、第1の固定子と同様、永久磁石を含む部材で構成され、可動子を挟んで可動軸方向の他方側に位置し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる。

[0112] すなわち、上述した実施の形態において、可動子が第1の回転角度位置に

あり、可動子が第１の固定子に磁気吸引されている場合に、可動子を回転させて第２の回転角度位置にすると、可動子と第１の固定子との間の磁気吸引力が消失し、可動子と第１の固定子との間に磁気反発力が発生する。これにより、可動子が第１の固定子を離れるとともに、第２の固定子との間に生じる磁気吸引力との合力により第２の固定子側に向かい、第２の固定子に磁気吸引される。この場合、可動子を第１の固定子側から第２の固定子側に動かす力は、磁気吸引力の方が磁気反発力よりも大きい。

[0113] また、上述した実施の形態において、可動子が第２の回転角度位置にあり、可動子が第２の固定子に磁気吸引されている場合に、可動子を回転させて第１の回転角度位置にすると、可動子と第２の固定子との間の磁気吸引力が消失し、可動子と第２の固定子との間に磁気反発力が発生する。これにより、可動子が第２の固定子を離れるとともに、第１の固定子との間に生じる磁気吸引力との合力により第１の固定子側に向かい、第１の固定子に磁気吸引される。この場合、可動子を第２の固定子側から第１の固定子側に動かす力は、磁気吸引力の方が磁気反発力よりも大きい。

[0114] 上述した実施の形態において、例えば、可動子が第１の回転角度位置にあり、可動子が第１の固定子に磁気吸引されている場合に、第２の固定子への方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子が第２の固定子の方向へ移動してしまったとする。この場合、可動子は、第１の回転角度位置にある状態で、第２の固定子の方向へ移動する。可動子が第２の固定子に近づくと、可動子と第２の固定子との間には磁気反発力が発生する。これにより、可動子が第２の固定子から離れるとともに、第１の固定子との間に生じる磁気吸引力との合力により第１の固定子側に向かい、第１の固定子に磁気吸引される。すなわち、可動子が第２の固定子の方向へ移動しても、可動子は第２の固定子側でラッチされずに、自動的に第１の固定子側でのラッチに復帰する。

[0115] 上述した実施の形態において、例えば、可動子が第２の回転角度位置にあり、可動子が第２の固定子に磁気吸引されている場合に、第１の固定子への

方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子が第1の固定子の方向へ移動してしまったとする。この場合、可動子は、第2の回転角度位置にある状態で、第1の固定子の方向へ移動する。可動子が第1の固定子に近づくと、可動子と第1の固定子との間には磁気反発力が発生する。これにより、可動子が第1の固定子から離れるとともに、第2の固定子との間に生じる磁気吸引力との合力により第2の固定子側に向かい、第2の固定子に磁気吸引される。すなわち、可動子が第1の固定子の方向へ移動しても、可動子は第1の固定子側でラッチされずに、自動的に第2の固定子側でのラッチに復帰する。

[0116] このように、上述した実施の形態では、可動子を回転させて可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替えなければ、可動子の第1の固定子側から第2の固定子側へのラッチの切り換え、第2の固定子側から第1の固定子側へのラッチの切り換えを行うことができない。また、可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替えない状態で、第1の固定子側にラッチされている可動子の第2の固定子側への移動、第2の固定子側にラッチされている可動子の第1の固定子側への移動が生じた場合、自動的に元の固定子側でのラッチに復帰される。これは、可動子の可動軸方向の移動に、回転というロック機構を付加したことによるものであり、このロック機構を付加することによって、安全性が高められ、確実な動作を得ることが可能となる。

[0117] また、上述した実施の形態では、可動子と固定子の両方に永久磁石を使用し、可動軸方向へ移動させるための主動力は、可動子（永久磁石）に対する、移動元側の固定子（永久磁石）の磁気反発力と、移動先側の固定子（永久磁石）の磁気吸引力の両方を同時に使用して行い、可動子を回転させるための回転力は、パイロット動力として、磁極の位置を入れ替えるためにだけに使用される。このため、例えば可動子（永久磁石）に近接した位置から瞬間的に磁界を与えるようにするだけでよく、従来のソレノイドで可動軸方向への移動の主動力に使われる場合よりも少ない電力で動作させることが可能となる。なお、可動子を回転させるための回転力（回転トルク）は、必ずしも

電磁力でなくてもよく、外部からの機械的な力であってもよい。

[0118] 上述した実施の形態において、第1の固定子および第2の固定子の構成として、次のような構成例が考えられる。

第1の構成例として、その磁極方向が可動軸と平行とされ、それぞれの磁極方向が他方に対して逆向きとされ、可動軸を挟んで可動軸と直交する方向に可動子と接触しないように離間して配置された1組の永久磁石を設け、第1の固定子の1組の永久磁石と第2の固定子の1組の永久磁石とを、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極になるように、可動子を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置するようにする。

[0119] 第2の構成例として、その磁極方向が可動軸と直交する方向とされ、それぞれの磁極方向が同じ向きとされ、可動軸を挟んで可動軸と直交する方向に可動子と接触しないように離間して配置された1組の永久磁石を設け、第1の固定子の1組の永久磁石と第2の固定子の1組の永久磁石とを、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極になるように、可動子を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置するようにする。

[0120] 第3の構成例として、可動軸と中心をほぼ合わせて配置され、可動子と接触しないような内径を持つ径方向に着磁された円筒状の永久磁石を設け、第1の固定子の円筒状の永久磁石と第2の固定子の円筒状の永久磁石とを、それぞれの永久磁石の可動軸方向に対向する磁極が異極となるように、可動子を挟んで可動軸方向の一方側と他方側とに配置するようにする。

[0121] このような構成とすると、可動子の永久磁石と固定子の永久磁石とは、接触しないように配置されているため、従来技術でラッチ時に発生する永久磁石への衝撃力や吸着音も抑制され、また、コンプライアンスを持ったラッチ状態に保持することが可能となる。

[0122] また、上述した実施の形態において、可動子からの可動軸方向の力のみを主に外部の被動作体へ伝え、可動子の可動軸を中心とする回転力は、被動作体との間にすべりや転がり機構を設置するなどして、被動作体への伝達を抑制することが好ましい。

[0123] 上述した実施の形態によれば、可動子を可動軸と直交する方向に可動軸を挟んで相対する磁極を配置した永久磁石を備えた構成とし、可動子を挟んで可動軸方向の一方側に位置し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる永久磁石を含む部材で構成された第1の固定子と、可動子を挟んで可動軸方向の他方側に位置し、可動子が第2の回転角度位置にある場合、可動子を磁気吸引保持し、可動子が第1の回転角度位置にある場合、可動子を磁気反発させる永久磁石を含む部材で構成された第2の固定子とを設け、可動子回転部によって、可動子を回転させて、その回転角度位置を第1の回転角度位置と第2の回転角度位置との間で切り換えることによって、可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替えるようにした。このため、他方向への衝撃や一時的な過大力が掛かり、可動子が他方向へ移動してしまった場合でも、可動子が他方向でラッチされることがなく、可動子が元の方向でのラッチに自動的に復帰するものとなり、安全性が高められ、確実な動作を得ることが可能となる。

[0124] また、上述した実施の形態によれば、可動子を回転させるための回転力は、パイロット動力として、磁極の位置を入れ替えるためにだけに使用されるので、例えば可動子の永久磁石に近接した位置から瞬間的に磁界を与えるようにするだけでよい。このため、従来のソレノイドで可動軸方向への移動の主動力に使われる場合よりも少ない電力で動作させることが可能となる。

符号の説明

[0125] 1 (1 A～1 D) …可動子、1-1～1-3 …永久磁石、1 a, 1 b, 1 a', 1 b' …連結部、2 (2-1, 2-2) …シャフト、3 …可動体、4 …第1の固定子、4-0～4-4 …永久磁石、4 a～4 e …ヨーク、5 …第2の固定子、5-0～5-4 …永久磁石、5 a～5 e …ヨーク、6, 6-1, 6-2 …ソレノイド型電磁コイル、7, 7-1, 7-2 …ヨーク、8 (8 A～8 D) …可動子回転部、9 …回転レバー、10-1, 10-2 …回転力発生用の永久磁石、11-1, 11-2 …押ボタン、12-1, 12-2 …

コイルバネ、１３－１，１３－２…ブッシュ、１４…被動作体、１５…ホルダ、１６…ピン、１７…止め輪、１８…ストッパ部材、１９…移動範囲規制部材、１９ａ，１９ｂ…規制面、２０…ベアリング、１０１，１０２，１０３…双安定型移動装置。

請求の範囲

- [請求項1] 可動軸の方向に移動可能でかつ前記可動軸を中心として回転可能に保持され、前記可動軸と直交する方向に前記可動軸を挟んで相対する磁極が配置された永久磁石含む可動子と、
- 前記可動子を回転させて、前記可動子の回転角度位置を第1の回転角度位置と第2の回転角度位置との間で切り換えることによって、前記可動子の永久磁石の相対する磁極の位置を入れ替える可動子回転部と、
- 前記可動子からみて前記可動軸の方向の一方側に位置し、前記可動子が第1の回転角度位置にあるとき前記可動子を磁気吸引保持し、前記可動子が第2の回転角度位置にあるとき前記可動子を磁気反発させる永久磁石を含む第1の固定子と、
- 前記可動子からみて前記可動軸の方向の他方側に位置し、前記可動子が第2の回転角度位置にあるとき前記可動子を磁気吸引保持し、前記可動子が第1の回転角度位置にあるとき前記可動子を磁気反発させる永久磁石を含む第2の固定子と
- を備える双安定移動装置。
- [請求項2] 前記可動子に接続され、前記可動軸の方向に移動可能でかつ前記可動軸を中心として回転可能に保持された非磁性シャフト
- をさらに備える請求項1に記載された双安定移動装置。
- [請求項3] 前記可動子の永久磁石の形状は、円柱状または円筒状である
- 請求項1に記載された双安定移動装置。
- [請求項4] 前記第1の固定子の永久磁石は、前記可動軸を挟んで前記可動軸と直交する方向に前記可動子と離間して配置された第1の永久磁石および第2の永久磁石を含み、前記第1の永久磁石の磁極方向および前記第2の永久磁石の磁極方向は前記可動軸と平行であり、前記第1の永久磁石の磁極方向は前記第2の永久磁石の磁極方向と逆向きであり、
- 前記第2の固定子の永久磁石は、前記可動軸を挟んで前記可動軸と

直交する方向に前記可動子と離間して配置された第3の永久磁石および第4の永久磁石を含み、前記第3の永久磁石の磁極方向および前記第4の永久磁石の磁極方向は前記可動軸と平行であり、前記第3の永久磁石の磁極方向は前記第4の永久磁石の磁極方向と逆向きであり、

前記第1の永久磁石および前記第3の永久磁石は、前記可動軸からみて同じ一方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置され、

前記第2の永久磁石および前記第4の永久磁石は、前記可動軸からみて同じ他方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置され、

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項5] 前記第1の固定子は、前記第1の永久磁石の前記可動子と反対側の面と前記第2の永久磁石の前記可動子と反対側の面とを連結する第1のヨークをさらに含み、

前記第2の固定子は、前記第3の永久磁石の前記可動子と反対側の面と前記第4の永久磁石の前記可動子と反対側の面とを連結する第2のヨークをさらに含む

請求項4に記載された双安定移動装置。

[請求項6] 前記第1の固定子は、前記第1の永久磁石および前記第2の永久磁石のそれぞれの前記可動子の側の面に配置され、前記可動軸の側に延びる第3のヨークをさらに含み、

前記第2の固定子は、前記第3の永久磁石および前記第4の永久磁石のそれぞれの前記可動子の側の面に配置され、前記可動軸の側に延びる第4のヨークをさらに含む

請求項4に記載された双安定移動装置。

[請求項7] 前記第1の固定子の永久磁石は、前記可動軸を挟んで前記可動軸と直交する方向に前記可動子と離間して配置された第1の永久磁石および第2の永久磁石を含み、前記第1の永久磁石の磁極方向および前記

第2の永久磁石の磁極方向は前記可動軸と直交する方向であり、前記第1の永久磁石の磁極方向は前記第2の永久磁石の磁極方向と同じ向きであり、

前記第2の固定子の永久磁石は、前記可動軸を挟んで前記可動軸と直交する方向に前記可動子と離間して配置された第3の永久磁石および第4の永久磁石を含み、前記第3の永久磁石の磁極方向および前記第4の永久磁石の磁極方向は前記可動軸と直交する方向であり、前記第3の永久磁石の磁極方向は前記第4の永久磁石の磁極方向と同じ向きであり、

前記第1の永久磁石および前記第3の永久磁石は、前記可動軸からみて同じ一方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置され、

前記第2の永久磁石および前記第4の永久磁石は、前記可動軸からみて同じ他方側に配置され、かつ、互いに異なる磁極が対向するように配置され、

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項8] 前記第1の固定子は、前記第1の永久磁石の前記可動子と反対側の面と前記第2の永久磁石の前記可動子と反対側の面とを連結する第1のヨークをさらに含み、

前記第2の固定子は、前記第3の永久磁石の前記可動子と反対側の面と前記第4の永久磁石の前記可動子と反対側の面とを連結する第2のヨークをさらに含む

請求項7に記載された双安定移動装置。

[請求項9] 前記第1の固定子の永久磁石は、前記可動軸を中心に合わせて配置され、前記可動子の外径よりも大きい内径を持ち、径方向に着磁された第1の円筒状の永久磁石を含み、

前記第2の固定子の永久磁石は、前記可動軸を中心に合わせて配置され、前記可動子の外径よりも大きい内径を持ち、径方向に着磁され

た第2の円筒状の永久磁石を含み、

前記第1の円筒状の永久磁石と前記第2の円筒状の永久磁石は、互いに異なる磁極が対向するように配置されている

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項10] 前記可動子の永久磁石の前記可動軸の方向の長さは、前記第1の固定子の永久磁石の前記可動子の側の面と前記第2の固定子の永久磁石の前記可動子の側の面との間の距離以下である

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項11] 前記可動子回転部は、前記可動子の外部から機械的な力を与えて前記可動子を回転させるように構成されている

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項12] 前記可動子回転部は、前記可動子の永久磁石に前記可動軸と直交する方向の磁界を与えて前記可動子を回転させるように構成されている

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項13] 前記可動子回転部は、

ソレノイド型電磁コイルと、

前記ソレノイド型電磁コイルのコアの一端に一方の端部が接続または一体化された第1のヨークと

前記ソレノイド型電磁コイルのコアの他端に一方の端部が接続または一体化された第2のヨークと

を含み、

前記第1のヨークの他方の端部は、前記可動軸と直交する方向から前記可動子の永久磁石を挟んで、前記第2のヨークの他方の端部と対向している

請求項12に記載された双安定移動装置。

[請求項14] 前記可動子回転部は、

前記可動軸を挟んでそれぞれの軸芯が一致するように配置された第1のソレノイド型電磁コイルおよび第2のソレノイド型電磁コイルと

、

前記第1のソレノイド型電磁コイルのコアの一端と前記第2のソレノイド型電磁コイルのコアの一端とを連結するヨークと

を含み、

前記第1のソレノイド型電磁コイルのコアの他端は、前記可動軸と直交する方向から前記可動子の永久磁石を挟んで、前記第2のソレノイド型電磁コイルのコアの他端と対向している

請求項12に記載された双安定移動装置。

[請求項15] 前記可動子回転部は、前記可動子の永久磁石を挟んで同じ磁極が対向するように配置され、前記可動軸と直交する方向に進退自在に設けられた第1の回転力発生用の永久磁石および第2の回転力発生用の永久磁石を含む

請求項1に記載された双安定移動装置。

[請求項16] 前記第1の固定子の永久磁石または前記第2の固定子の永久磁石の中心を通り前記可動軸と直交する線と、前記第1のヨークの他方の端部の中心と前記第2のヨークの他方の端部の中心とを結ぶ線とのなす角度が、前記可動軸の方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲である

請求項13に記載された双安定移動装置。

[請求項17] 前記第1の固定子の永久磁石または前記第2の固定子の永久磁石の中心を通り前記可動軸と直交する線と、前記第1のソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯と前記第2のソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯とを結ぶ線とのなす角度が、前記可動軸の方向からみて $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲である

請求項14に記載された双安定移動装置。

[請求項18] 前記第1のヨークの他方の端部の中心と前記第2のヨークの他方の端部の中心とを結ぶ線が前記可動軸と交わらない

請求項13に記載された双安定移動装置。

[請求項19] 前記第1のソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯と前記第2のソレ

ノイド型電磁コイルのコアの軸芯とを結ぶ線が前記可動軸と交わらない

請求項 1 4 に記載された双安定移動装置。

[請求項20] 前記第 1 のヨークの他方の端部の中心が、前記第 2 のヨークの他方の端部の中心と、前記可動軸を含む鉛直面に対して異なる側に位置している

請求項 1 3 に記載された双安定移動装置。

[請求項21] 前記第 1 のソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯が、前記第 2 のソレノイド型電磁コイルのコアの軸芯と、前記可動軸を含む鉛直面に対して異なる側に位置している

請求項 1 4 に記載された双安定移動装置。

[請求項22] 前記可動子の永久磁石は、前記可動軸と直交する方向に前記可動軸を挟んで相対する磁極が配置された複数の永久磁石を含む

請求項 1 に記載された双安定移動装置。

[請求項23] 前記複数の永久磁石は、
第 1 の永久磁石と、
前記第 1 の永久磁石に対し前記可動軸の方向の一方側に配置された第 2 の永久磁石と、
前記第 1 の永久磁石に対し前記可動軸の方向の他方側に配置された第 3 の永久磁石と

を含み、

前記第 1 の永久磁石の相対する磁極の方向の長さは、前記第 2 の永久磁石の相対する磁極の方向の長さおよび前記第 2 の永久磁石の相対する磁極の方向の長さよりも長い

請求項 2 2 に記載された双安定移動装置。

[請求項24] 前記可動子にかかる前記可動軸の方向の力を外部の被動作体へ伝える一方、前記可動子にかかる前記可動軸を中心とする回転力が前記被動作体へ伝達されることを抑制する機構

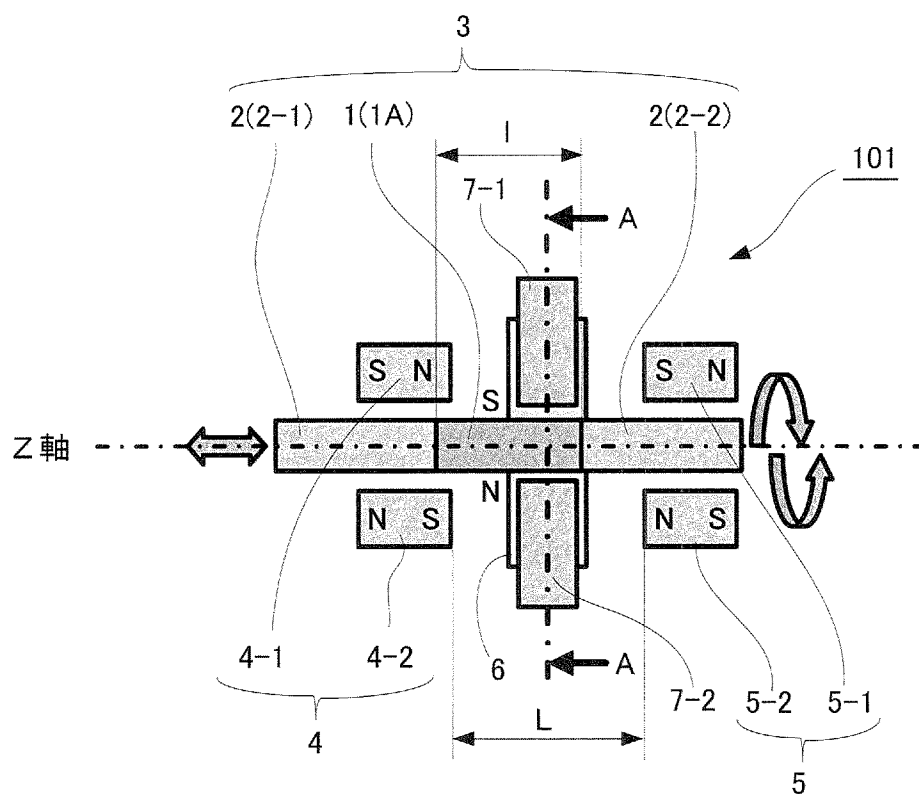
を更に備える請求項 1 に記載された双安定移動装置。

[請求項25]

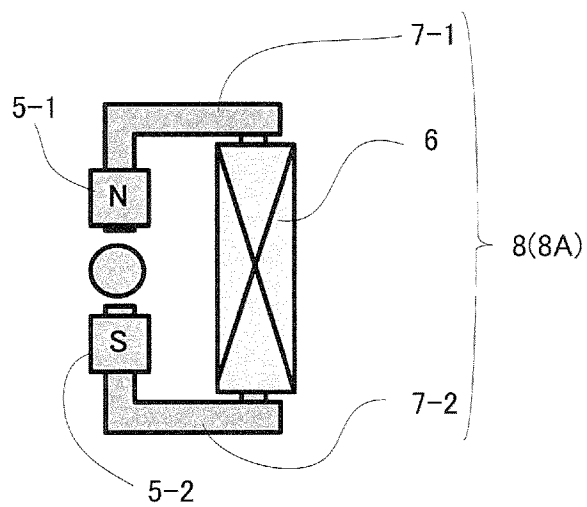
前記可動子の前記可動軸の方向の可動範囲を制限する機構

を更に備える請求項 1 に記載された双安定移動装置。

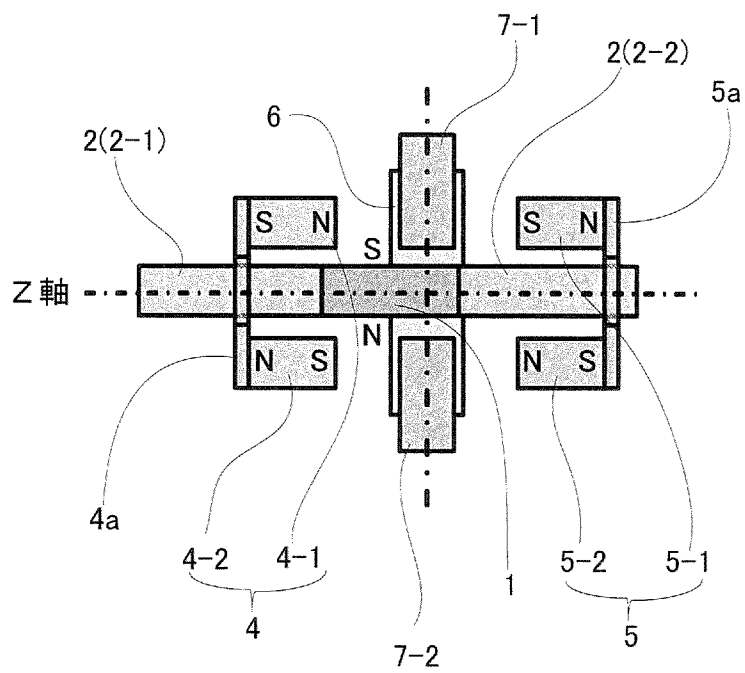
[図1A]



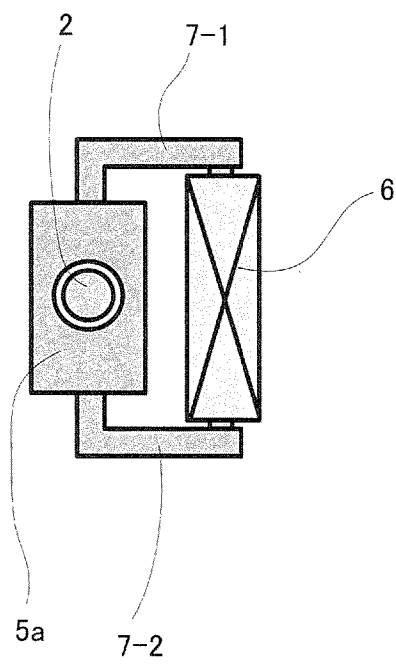
[図1B]



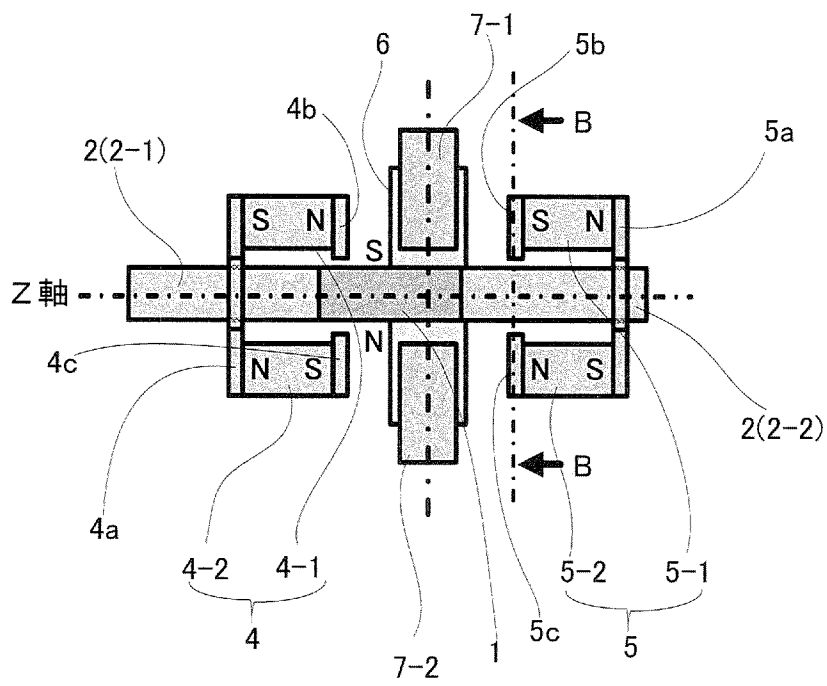
[図3A]



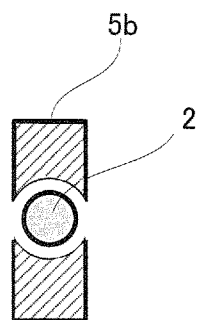
[図3B]



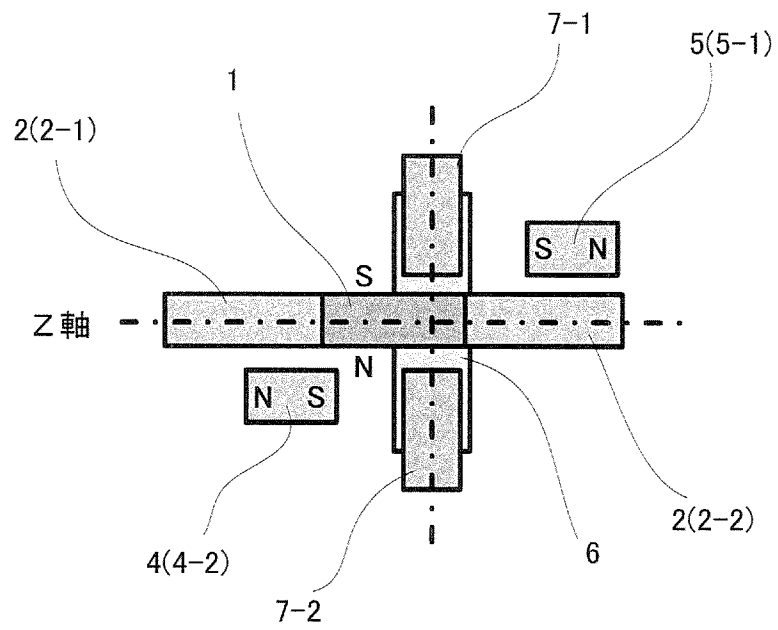
[図4A]



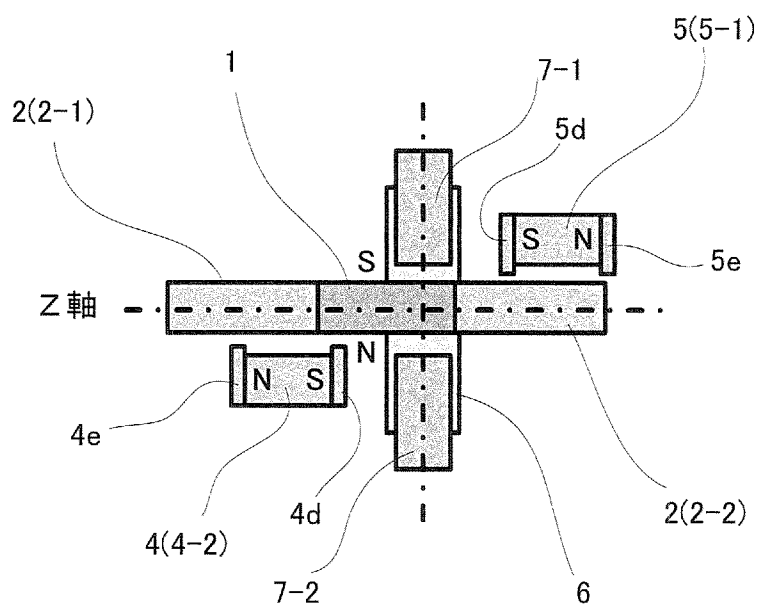
[図4B]



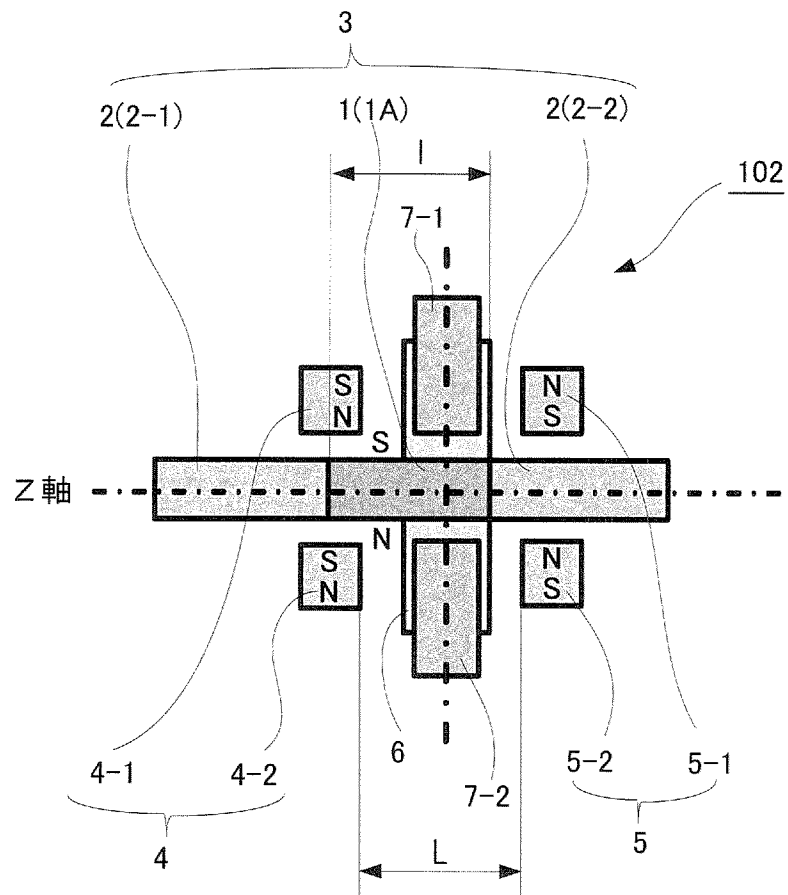
[図5]



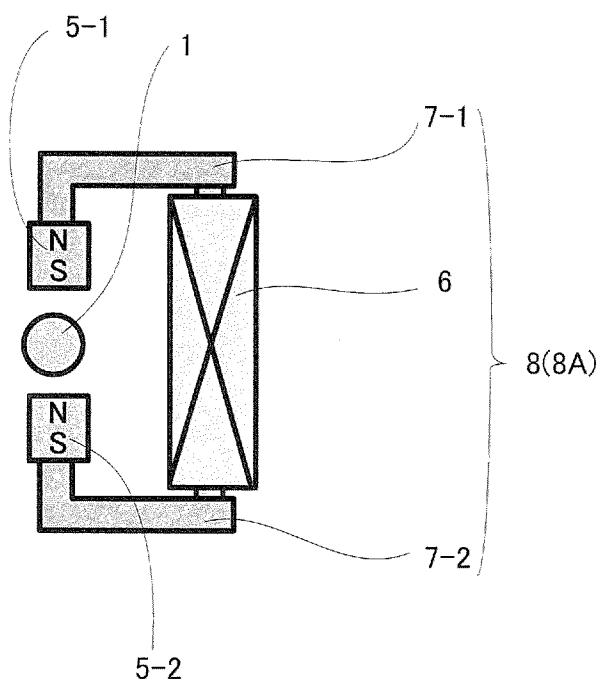
[図6]



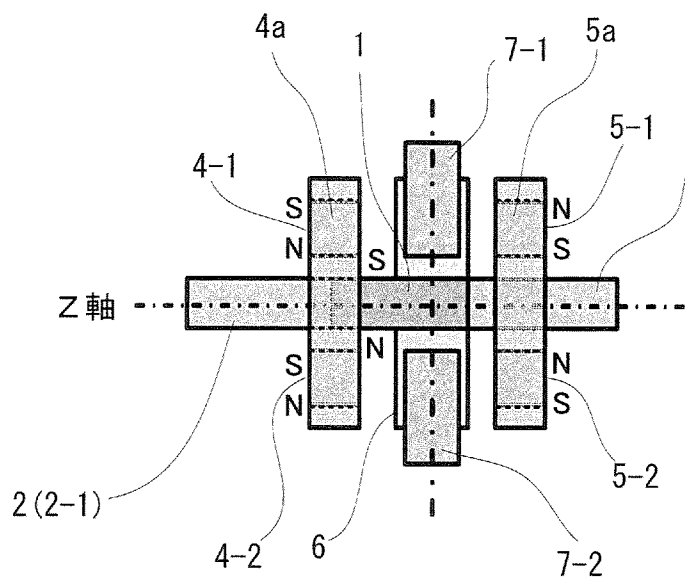
[図7A]



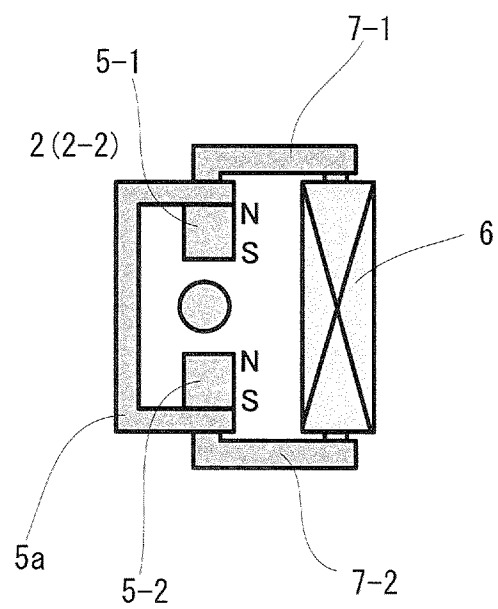
[図7B]



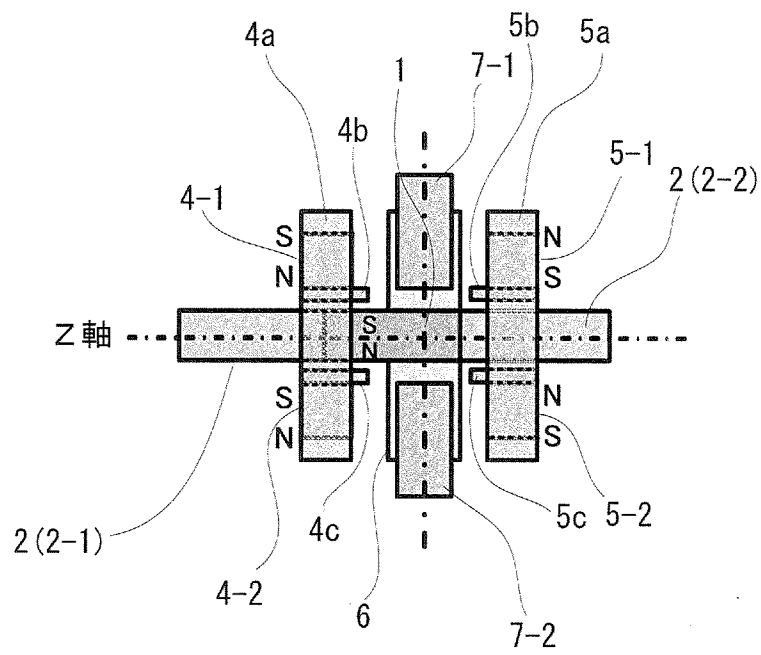
[図8A]



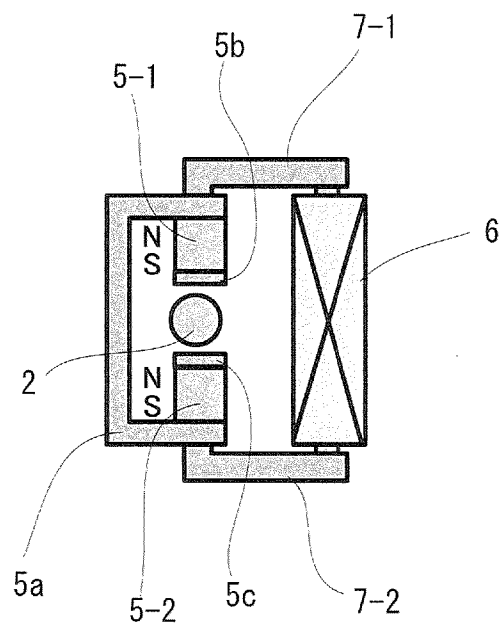
[図8B]



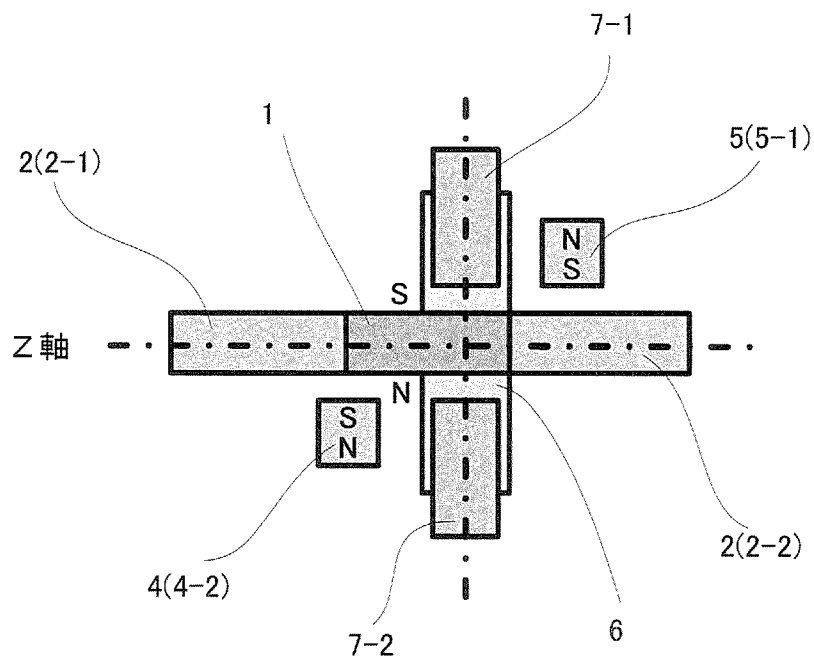
[図9A]



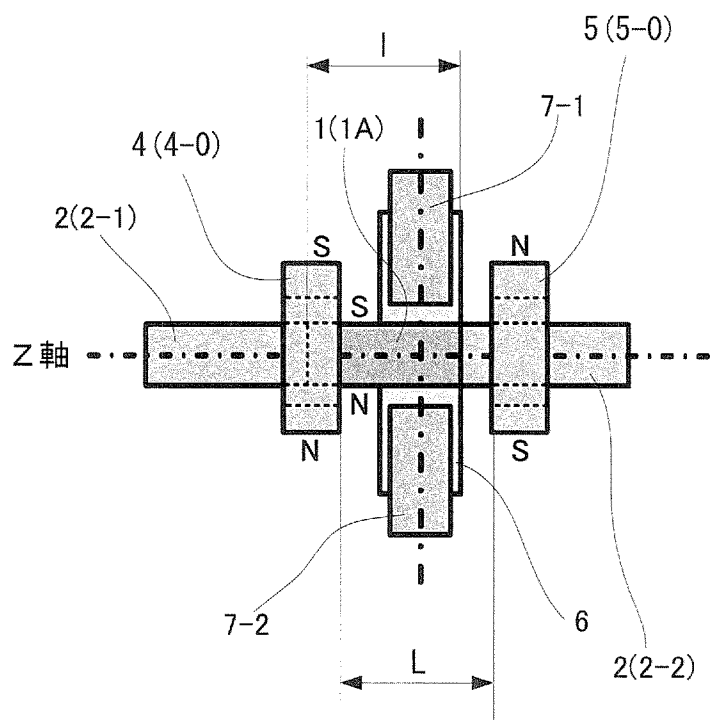
[図9B]



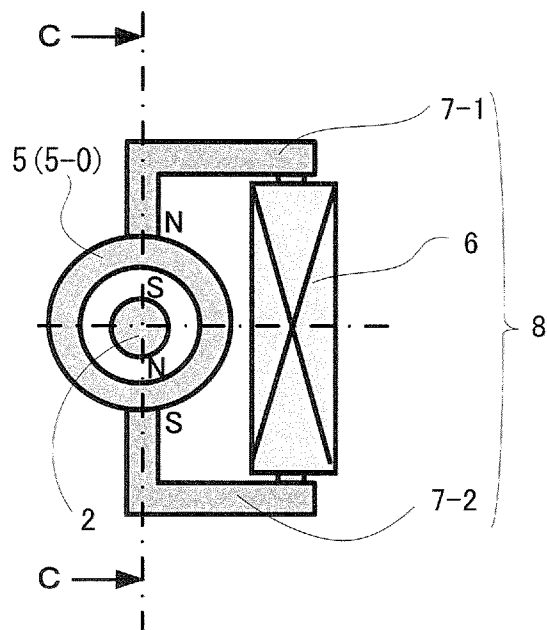
[図10]



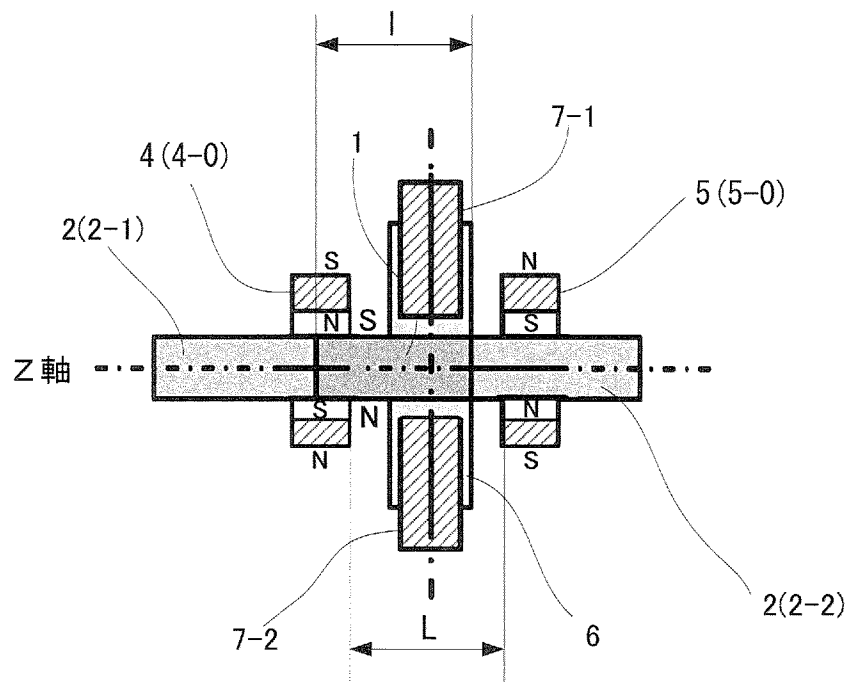
[図11A]



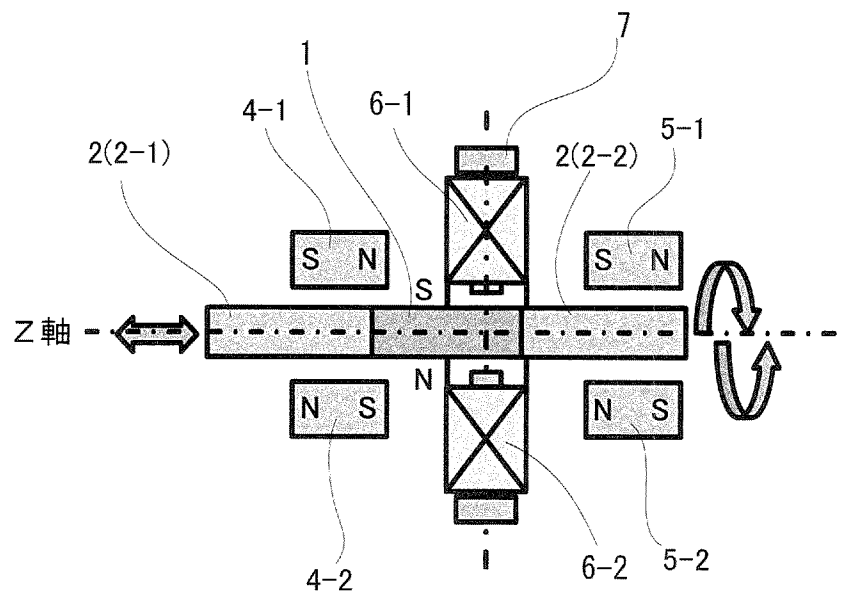
[図11B]



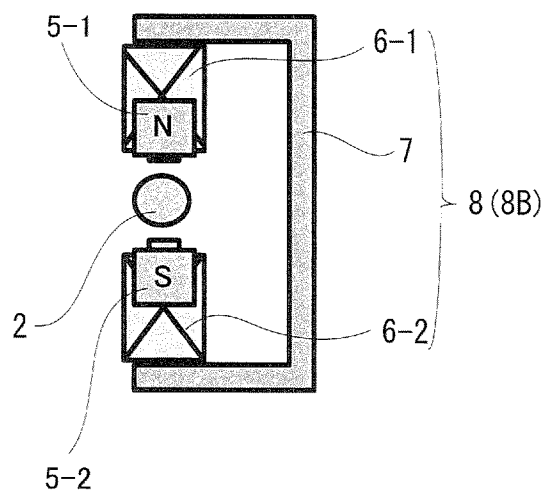
[図11C]



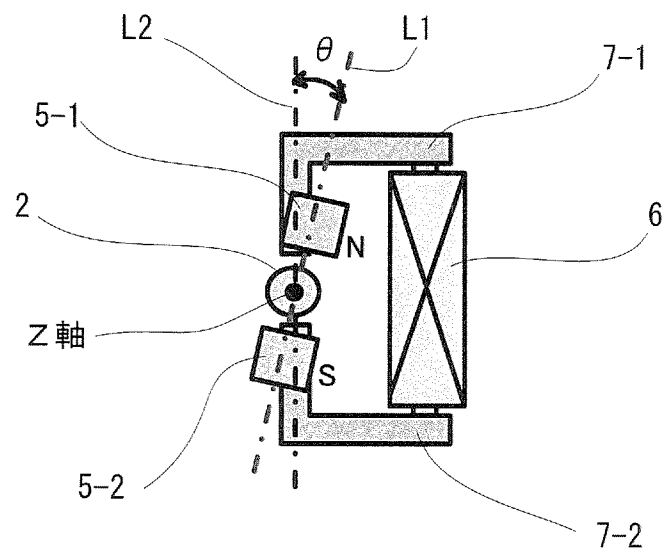
[図12A]



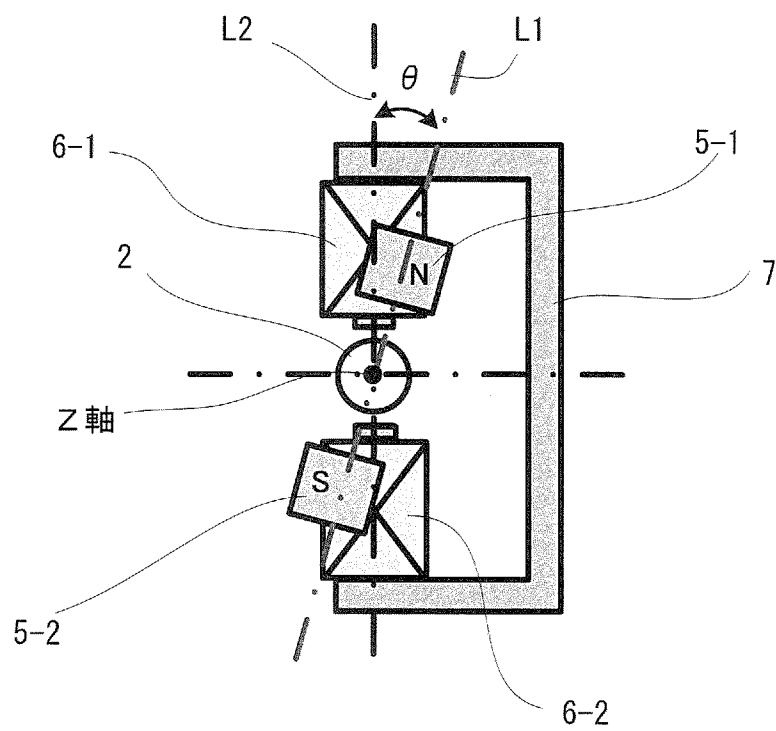
[図12B]



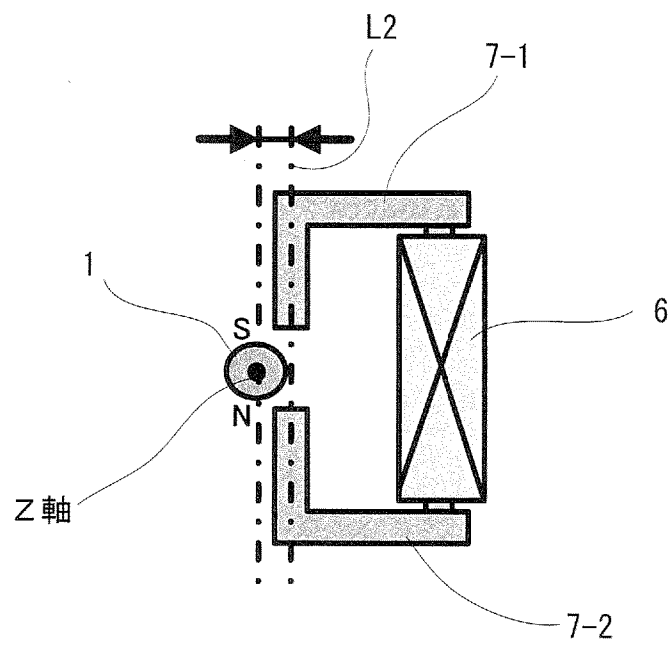
[図13]



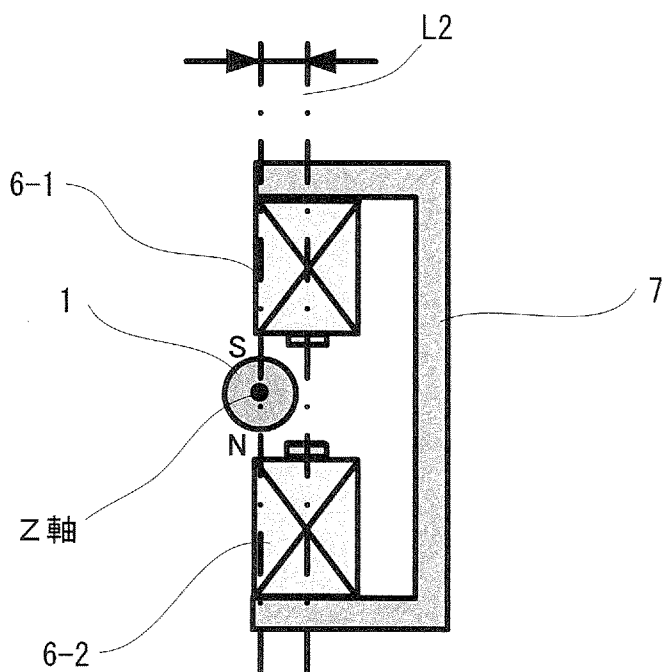
[図14]



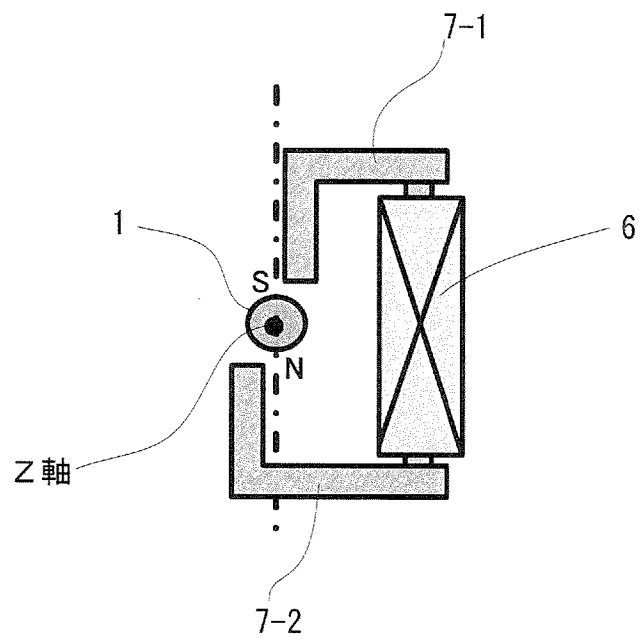
[図15]



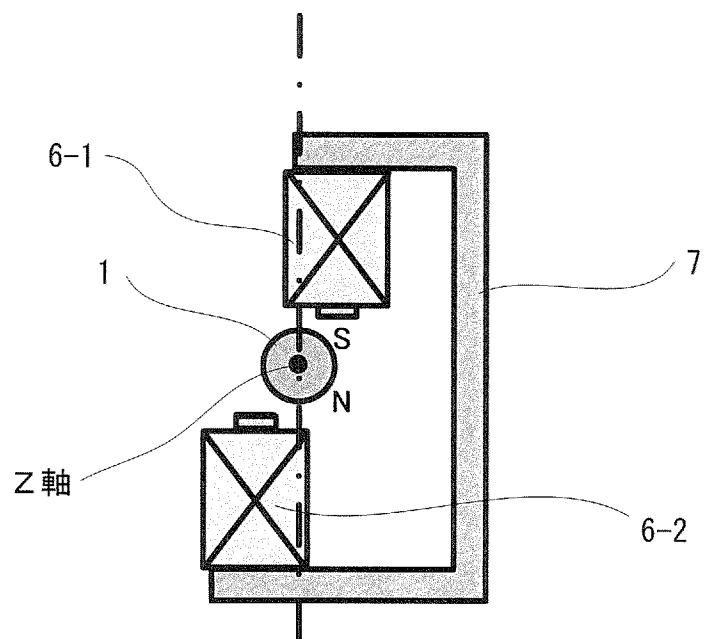
[図16]



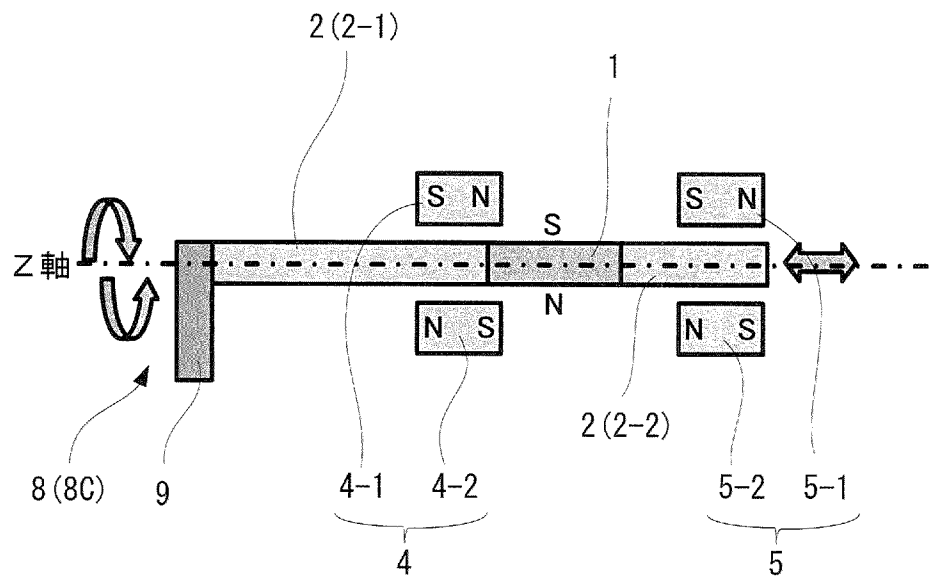
[図17]



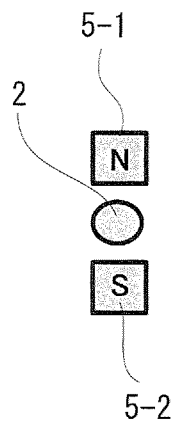
[図18]



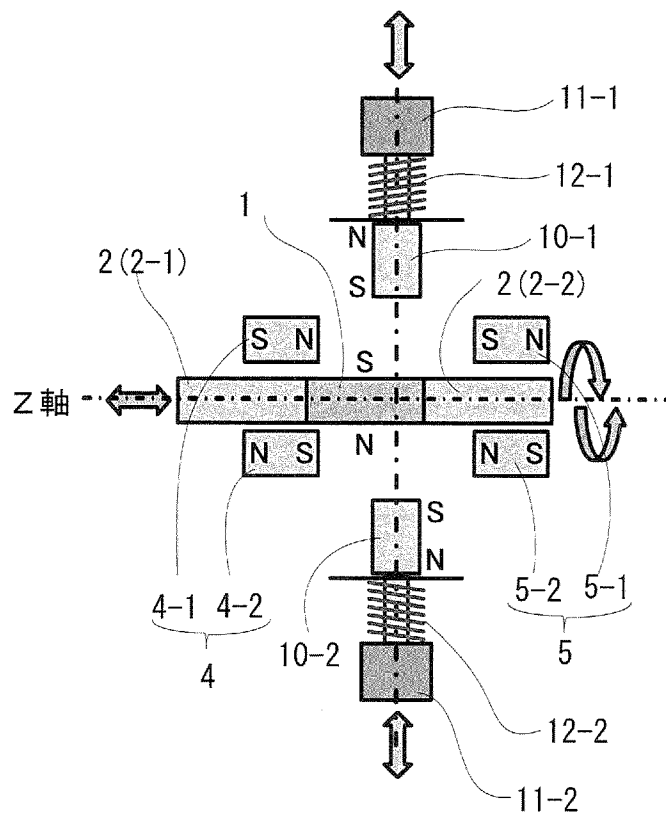
[図19A]



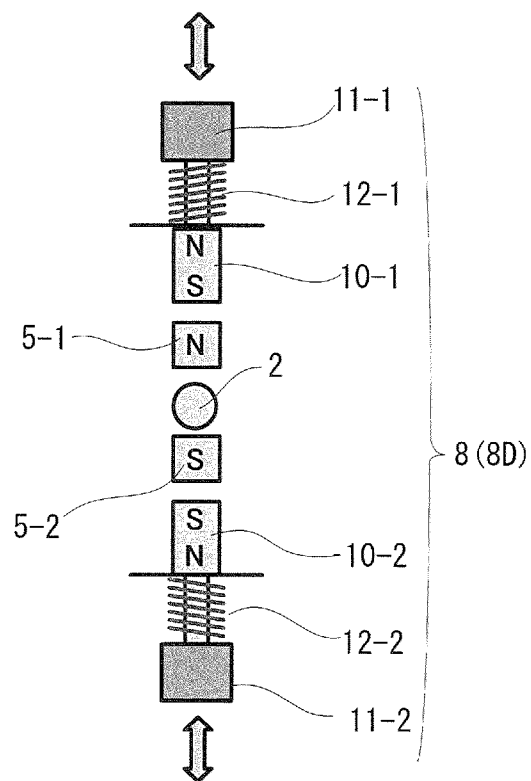
[図19B]



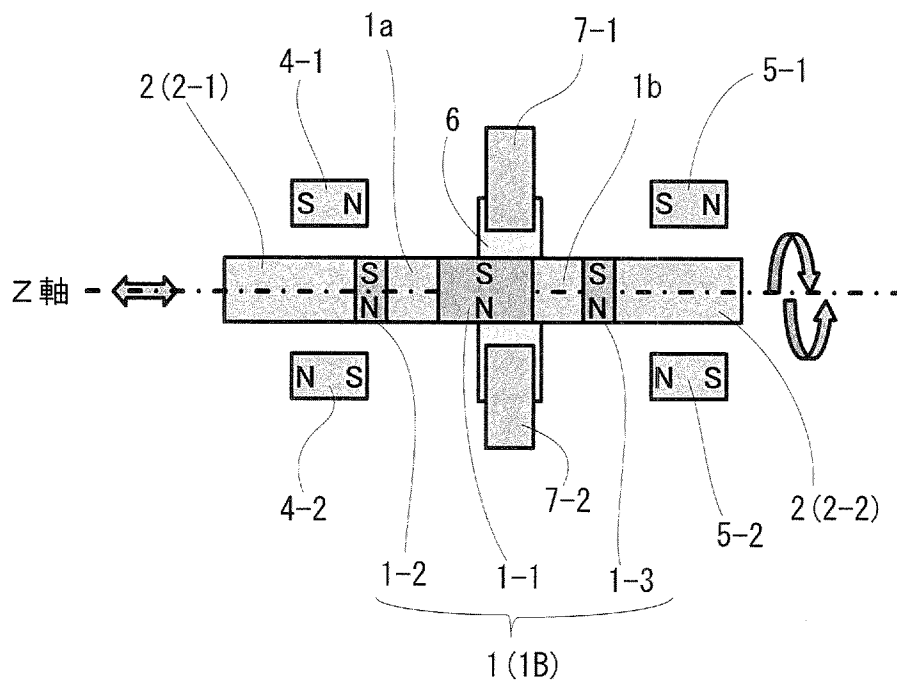
[図20A]



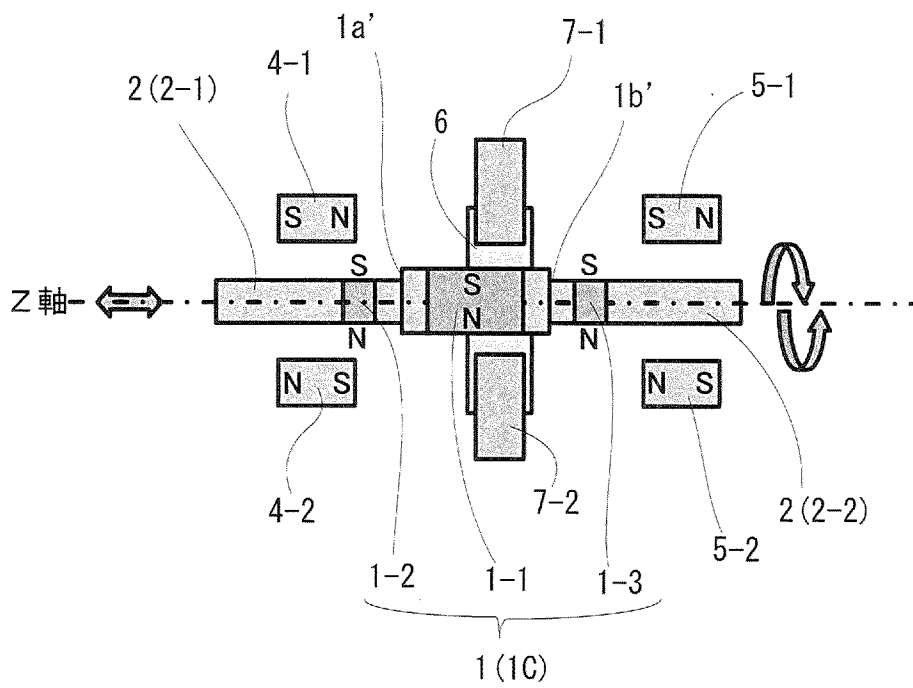
[図20B]



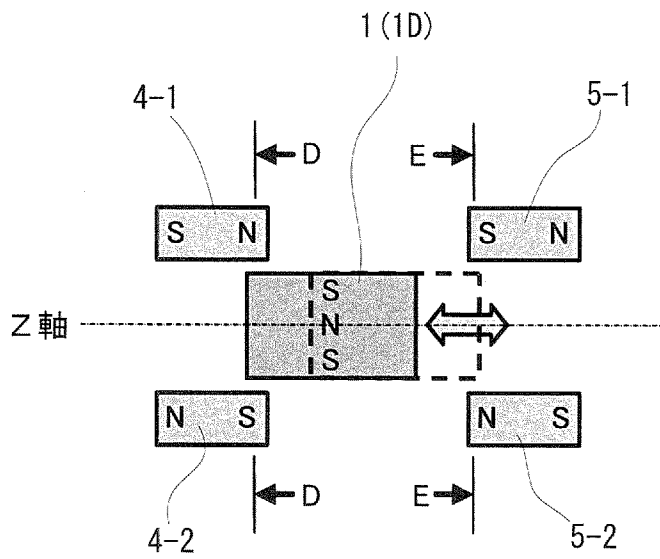
[図21]



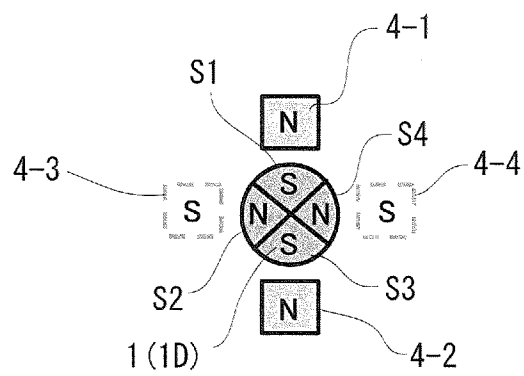
[図22]



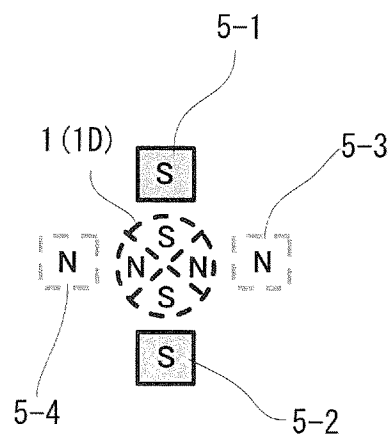
[図23A]



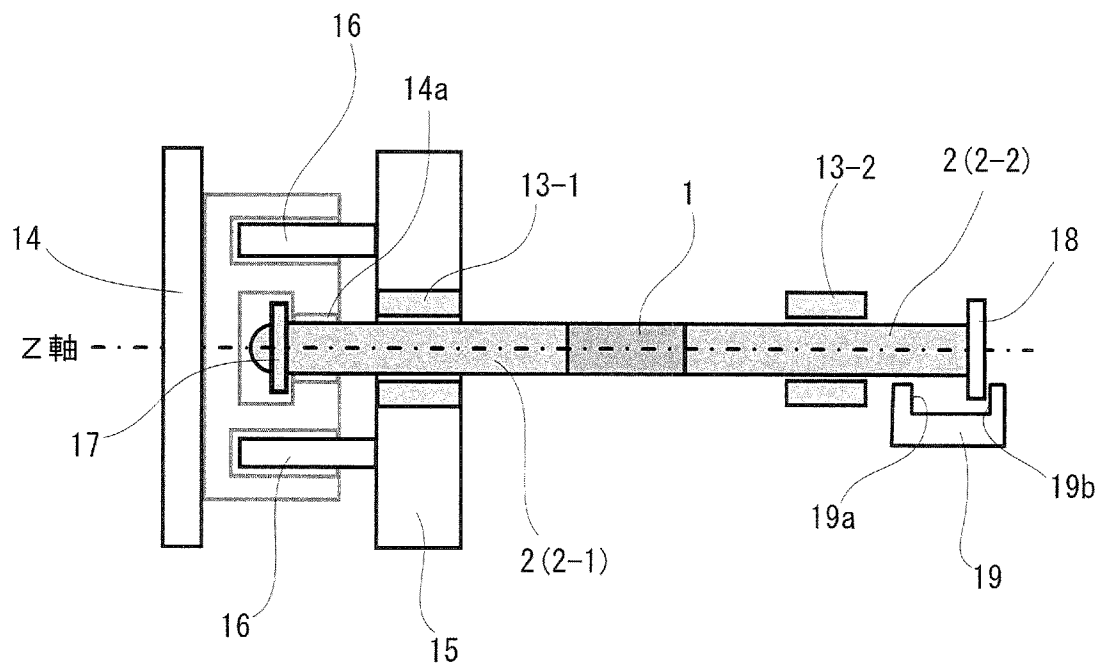
[図23B]



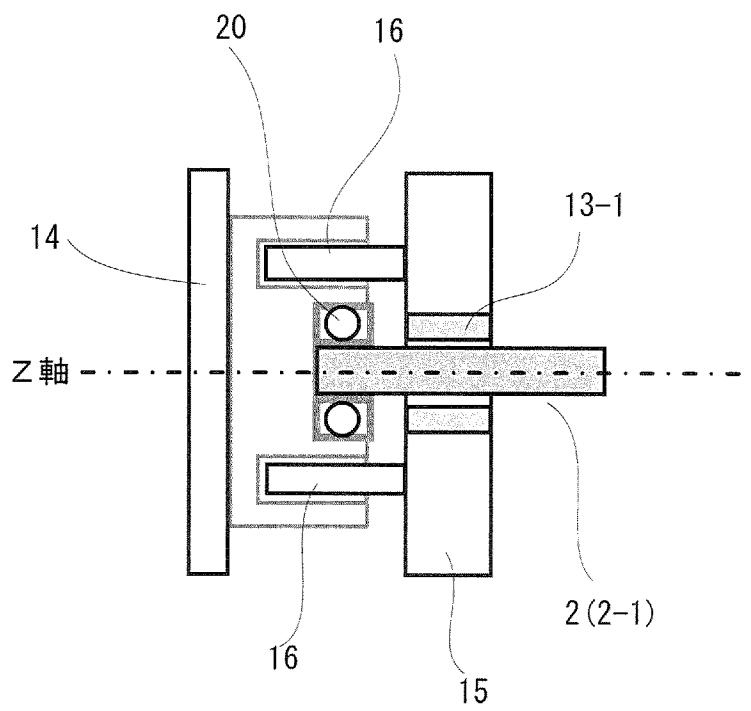
[図23C]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F7/122(2006.01) i

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)

H01F7/122

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2001-6929 A (Tokyo Keiso Co., Ltd.), 12 January 2001 (12.01.2001), entire text; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-25

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 June, 2014 (27.06.14)

Date of mailing of the international search report
08 July, 2014 (08.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F7/122(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H01F7/122

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	J P 2 0 0 1 - 6 9 2 9 A（東京計装株式会社） 2 0 0 1 . 0 1 . 1 2 全文，第 1 - 1 0 図 （ファミリーなし）	1 - 2 5

☐ 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）

「O」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矛盾するものではなく、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

2 7 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

五貫 昭一

5 D

9 3 6 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1