(19)日本国特許庁(JP)

# (12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7350411号
(P7350411)

(45)発行日　令和5年9月26日(2023.9.26)

(24)登録日　令和5年9月15日(2023.9.15)

| (51)国際特許分類 | | FI | | |
|---|---|---|---|---|
| *Ｆ１６Ｋ　31/04　(2006.01)* | | Ｆ１６Ｋ | 31/04 | Ｋ |
| *Ｆ１６Ｋ　37/00　(2006.01)* | | Ｆ１６Ｋ | 37/00 | Ｄ |
| *Ｈ０２Ｋ　11/215 (2016.01)* | | Ｈ０２Ｋ | 11/215 | |
| *Ｈ０２Ｋ　21/14　(2006.01)* | | Ｈ０２Ｋ | 21/14 | Ｍ |

請求項の数　6　（全22頁）

(21)出願番号　特願2023-530729(P2023-530729)
(86)(22)出願日　令和4年6月24日(2022.6.24)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/025335
(87)国際公開番号　WO2023/276886
(87)国際公開日　令和5年1月5日(2023.1.5)
審査請求日　令和5年5月19日(2023.5.19)
(31)優先権主張番号　特願2021-107913(P2021-107913)
(32)優先日　令和3年6月29日(2021.6.29)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
早期審査対象出願

(73)特許権者　391002166
株式会社不二工機
東京都世田谷区等々力７丁目１７番２４号
(74)代理人　110002608
弁理士法人オーパス国際特許事務所
(72)発明者　松原　悠太
東京都世田谷区等々力７丁目１７番２４号　株式会社不二工機内
(72)発明者　吉田　竜也
東京都世田谷区等々力７丁目１７番２４号　株式会社不二工機内
審査官　橋本　敏行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電動弁

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

円筒形状のケースと、前記ケースの内側に配置されたマグネットローターと、前記ケースの外側に配置されたステーターを有するステーターユニットと、を有する電動弁であって、

前記マグネットローターが、円筒形状を有し、

前記マグネットローターが、当該マグネットローターの回転軸方向に並ぶ、第１磁極部分と、磁気緩衝部分と、第２磁極部分と、を一体的に有し、

前記第１磁極部分に、周方向に交互に並ぶ複数のＮ極と複数のＳ極とが配置され、

前記第２磁極部分に、周方向に交互に並ぶ少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが配置され、

前記磁気緩衝部分が、着磁されていない部分であり、

前記ステーターユニットが、前記第２磁極部分の回転角度を検出する角度センサーを有し、

前記第１磁極部分が、第１磁性材料を含む第１合成樹脂で構成され、

前記第２磁極部分が、第２磁性材料を含む第２合成樹脂で構成され、

前記磁気緩衝部分が、前記第１合成樹脂、前記第２合成樹脂または金属で構成され、

前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが異なる、または、前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが同じでかつ前記第１合成樹脂における前記第１磁性材料の配合率と前記第２合成樹脂における前記第２磁性材料の配合率とが異なり、

前記マグネットローターが、前記第１磁極部分、前記磁気緩衝部分および前記第２磁極部分が二色成形によって一体成形された成形体であることを特徴とする電動弁。
【請求項２】
（削除）
【請求項３】
前記磁気緩衝部分の前記回転軸方向の長さが、前記第１磁極部分が生じる磁界が前記第２磁極部分が生じる磁界に影響しない長さである、請求項１に記載の電動弁。
【請求項４】
前記第２磁極部分の着磁方向が、前記回転軸と直交する方向であり、
前記角度センサーが、前記回転軸と直交する方向に前記ケースと並んでいる、請求項１または請求項３に記載の電動弁。
【請求項５】
前記マグネットローターが、回転とともに前記回転軸方向に移動し、
前記角度センサーが、前記回転軸と直交する方向に前記第２磁極部分と常に並ぶ、請求項４に記載の電動弁。
【請求項６】
（削除）
【請求項７】
（削除）
【請求項８】
（削除）
【請求項９】
（削除）
【請求項１０】
前記電動弁が、遊星歯車機構を有し、
前記マグネットローターの内側に、円板形状の連結部材が配置され、
前記遊星歯車機構が、前記連結部材と同軸に配置されかつ前記連結部材と一体化された太陽歯車を有し、
前記連結部材の中央および前記太陽歯車をローター軸が貫通し、
前記連結部材が、前記第２磁極部分と前記ローター軸とを連結する、請求項１に記載の電動弁。
【請求項１１】
前記電動弁が、回転可能に螺合された弁軸ホルダーを有し、
前記マグネットローターの内側に、支持リングが配置され、
前記支持リングが、前記第２磁極部分と前記弁軸ホルダーとを連結する、請求項１に記載の電動弁。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電動弁に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１は、従来の電動弁の一例を開示している。特許文献１の電動弁は、ケースと、マグネットローターと、永久磁石と、ステーターと、基板と、を有している。ケースは、上端部が塞がれた円筒形状を有している。マグネットローターは、ケースの内側に配置されている。永久磁石は、ケースの内側においてマグネットローターの上方に配置されている。永久磁石は、マグネットローターとともに回転される。ステーターは、ケースの外側に配置されている。基板には、永久磁石の回転角度（具体的には、永久磁石が生じる磁界の回転角度）を検出する角度センサーが実装されている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１８－１３５９０８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
上述した電動弁では、角度センサーがケースの上端部の上方に配置されている。そのため、電動弁の高さ寸法が大きい。そこで、角度センサーをケースの側方に配置することで、電動弁の高さ寸法を小さくできる。しかしながら、特許文献１の電動弁では、永久磁石の磁力線が上面から上方に出て上面に入るように磁極が形成されている。そのため、永久磁石が生じる磁界の強さがケースの側方にある空間において比較的弱く、ケースの側方に角度センサーを配置すると、永久磁石の回転角度を正確に検出できないおそれがある。
【０００５】
このような電動弁において、ステーターとともに回転力を発生させる駆動部と、角度センサーによって検知される磁界を生じる検知部と、を一体的に有するマグネットローターを採用することで、部品数を少なくし、組立工数を低減できる。駆動部は、複数のＮ極と複数のＳ極とが周方向に交互に配置される。検知部は、少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが周方向に交互に配置される。しかしながら、駆動部および検知部の一方のみ大きい磁力が必要な場合であっても、マグネットローター全体を大きい磁力を発生可能な材料で構成する必要がある。そのため、マグネットローターの材料費が高くなる。
【０００６】
そこで、本発明は、マグネットローターに関連する組立工数および材料費を低減できる電動弁を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る電動弁は、円筒形状のケースと、前記ケースの内側に配置されたマグネットローターと、前記ケースの外側に配置されたステーターを有するステーターユニットと、を有する電動弁であって、前記マグネットローターが、当該マグネットローターの回転軸方向に並ぶ、第１磁極部分と、第２磁極部分と、を一体的に有し、前記第１磁極部分に、周方向に交互に並ぶ複数のＮ極と複数のＳ極とが配置され、前記第２磁極部分に、周方向に交互に並ぶ少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが配置され、前記ステーターユニットが、前記第２磁極部分の回転角度を検出する角度センサーを有し、前記第１磁極部分を構成する材料と前記第２磁極部分を構成する材料とが異なることを特徴とする。
【０００８】
本発明において、前記マグネットローターが、前記回転軸方向に順に接続された、前記第１磁極部分と、磁気緩衝部分と、前記第２磁極部分と、を一体的に有し、前記磁気緩衝部分が、着磁されていない部分である、ことが好ましい。
【０００９】
本発明において、前記磁気緩衝部分の前記回転軸方向の長さが、前記第１磁極部分が生じる磁界が前記第２磁極部分が生じる磁界に影響しない長さである、ことが好ましい。
【００１０】
本発明において、前記第２磁極部分の着磁方向が、前記回転軸と直交する方向であり、前記角度センサーが、前記回転軸と直交する方向に前記ケースと並んでいる、ことが好ましい。
【００１１】
本発明において、前記マグネットローターが、回転とともに前記回転軸方向に移動し、前記角度センサーが、前記回転軸と直交する方向に前記第２磁極部分と常に並ぶ、ことが好ましい。
【００１２】

本発明において、前記第１磁極部分が、第１磁性材料を含む第１合成樹脂で構成され、前記第２磁極部分が、第２磁性材料を含む第２合成樹脂で構成され、前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが異なる、または、前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが同じでかつ前記第１合成樹脂における前記第１磁性材料の配合率と前記第２合成樹脂における前記第２磁性材料の配合率とが異なる、ことが好ましい。

【００１３】

本発明において、前記第１磁極部分が、第１磁性材料を含む第１合成樹脂で構成され、前記第２磁極部分が、第２磁性材料を含む第２合成樹脂で構成され、前記磁気緩衝部分が、前記第１合成樹脂、前記第２合成樹脂または金属で構成され、前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが異なる、または、前記第１磁性材料の種類と前記第２磁性材料の種類とが同じでかつ前記第１合成樹脂における前記第１磁性材料の配合率と前記第２合成樹脂における前記第２磁性材料の配合率とが異なる、ことが好ましい。

【００１４】

本発明において、前記マグネットローターが、前記第１磁極部分および前記第２磁極部分が二色成形によって一体成形された成形体である、ことが好ましい。

【００１５】

本発明において、前記マグネットローターが、前記第１磁極部分、前記磁気緩衝部分および前記第２磁極部分が二色成形によって一体成形された成形体である、ことが好ましい。

【発明の効果】

【００１６】

本発明によれば、マグネットローターが、その回転軸方向に並ぶ、第１磁極部分と、第２磁極部分と、を一体的に有する。第１磁極部分に、周方向に交互に並ぶ複数のＮ極と複数のＳ極とが配置される。第２磁極部分に、周方向に交互に並ぶ少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが配置される。ステーターユニットが、第２磁極部分の回転角度を検出する角度センサーを有する。そして、第１磁極部分を構成する材料と第２磁極部分を構成する材料とが異なる。このようにしたことから、第１磁極部分および第２磁極部分の一方のみ大きい磁力が必要な場合に、第１磁極部分および第２磁極部分をそれぞれに必要な磁力に応じた材料で別々に構成することができる。そのため、マグネットローターに関連する組立工数および材料費を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】第１参考例に係る電動弁の縦断面図である。

【図２】図１の電動弁が有する永久磁石および角度センサーの配置を模式的に示す図である。

【図３】角度センサーと第１の回転角度にある永久磁石の磁力線との関係を模式的に示す図である。

【図４】角度センサーと第２の回転角度にある永久磁石の磁力線との関係を模式的に示す図である。

【図５】永久磁石の回転角度と角度センサーが出力する電気信号との関係を示すグラフである。

【図６】本発明の第１実施例に係る電動弁の縦断面図である。

【図７】図６の電動弁が有するマグネットローターの斜視図および正面図である。

【図８】図６の電動弁が有するマグネットローターの平面図および底面図である。

【図９】図７のマグネットローターの変形例に係るマグネットローターの斜視図および正面図である。

【図１０】第２参考例に係る電動弁において弁口の開口面積が最小の状態を示す縦断面図である。

【図１１】図１０の電動弁において弁口の開口面積が最大の状態を示す縦断面図である。

【図１２】本発明の第２実施例に係る電動弁において弁口の開口面積が最小の状態を示す縦断面図である。

【図１３】図１２の電動弁において弁口の開口面積が最大の状態を示す縦断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
（第１参考例）
以下、第１参考例に係る電動弁について、図１～図５を参照して説明する。本参考例に係る電動弁１は、例えば、冷凍サイクル等において冷媒流量を調整するために使用される。
【００１９】
図１は、第１参考例に係る電動弁の縦断面図である。図２は、図１の電動弁が有する永久磁石および角度センサーの配置を模式的に示す図である。図３は、角度センサーと第１の回転角度にある永久磁石の磁力線との関係を模式的に示す図である。図３は、角度センサーを通る磁力線が主にＸ方向を向いている様子を示している。図４は、角度センサーと第２の回転角度にある永久磁石の磁力線との関係を模式的に示す図である。図４は、角度センサーを通る磁力線が主にＹ方向を向いている様子を示している。図３に示す永久磁石と図４に示す永久磁石との回転角度の差は９０度である。図５は、永久磁石の回転角度と角度センサーが出力する電気信号との関係を示すグラフである。各図において、矢印Ｘで示すＸ方向、矢印Ｙで示すＹ方向および矢印Ｚで示すＺ方向は、互いに直交している。
【００２０】
図１に示すように、本参考例に係る電動弁１は、弁本体１０と、ホルダー２０と、弁体支持部材２５と、ケースとしてのキャン３０と、駆動機構４０と、弁体７０と、ステーターユニット８０と、を有している。
【００２１】
弁本体１０は、直方体形状を有している。弁本体１０は、弁室１３と、弁室１３に接続された弁口１４と、を有している。弁本体１０は、第１通路１７と、第２通路１８と、を有している。第１通路１７の一端部は弁室１３と接続され、第１通路１７の他端部は弁本体１０の左側面１０ａに開口している。第２通路１８の一端部は弁口１４を介して弁室１３と接続され、第２通路１８の他端部は弁本体１０の右側面１０ｂに開口している。弁本体１０は、取付孔１９を有している。取付孔１９は、弁本体１０の上面１０ｃに開口している。取付孔１９の内周面には、雌ねじが形成されている。取付孔１９の底面１９ａには、弁室１３が開口している。
【００２２】
ホルダー２０は、円筒形状を有している。ホルダー２０の外周面の下部には、雄ねじが形成されている。ホルダー２０の雄ねじは、弁本体１０の取付孔１９の雌ねじに螺合される。ホルダー２０は、弁本体１０にねじ構造で取り付けられている。
【００２３】
弁体支持部材２５は、円筒形状を有している。弁体支持部材２５は、取付孔１９の内側において、弁本体１０とホルダー２０との間に配置されている。弁体支持部材２５の下部は、取付孔１９から弁室１３に圧入されている。弁体支持部材２５の外周面には、下方を向く環状平面２５ａが形成されている。環状平面２５ａは、取付孔１９の底面１９ａに当接されている。弁体支持部材２５は、弁体７０を上下方向（Ｚ方向）に移動可能に支持する。
【００２４】
キャン３０は、円筒形状を有している。キャン３０は、上端部が塞がれかつ下端部が開口している。キャン３０の下端部は、円環板形状の接合部材３５の外周縁に接合されている。接合部材３５の内側にはホルダー２０の上部が配置されている。接合部材３５の内周縁は、ホルダー２０に接合されている。キャン３０は、接合部材３５およびホルダー２０を介して、弁本体１０に固定されている。
【００２５】
駆動機構４０は、弁体７０を上下方向に移動させる。駆動機構４０は、マグネットローター４１と、永久磁石４５と、遊星歯車機構５０と、案内部材６０と、駆動軸６５と、ボール６８と、を有している。

【００２６】
マグネットローター４１は、円筒形状を有している。マグネットローター４１の外径は、キャン３０の内径より小さい。マグネットローター４１は、キャン３０の内側に回転可能に配置されている。マグネットローター４１の上端部には、円板形状の連結部材４２が接合されている。連結部材４２は、マグネットローター４１の上端部を塞いでいる。連結部材４２の中央をローター軸４３が貫通している。マグネットローター４１は、連結部材４２を介してローター軸４３に連結されている。ローター軸４３は、マグネットローター４１とともに回転する。
【００２７】
マグネットローター４１は、複数のＮ極と複数のＳ極とを有している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、軸線Ｌ方向に延在している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、マグネットローター４１の外周面に周方向に交互に配置されている。軸線Ｌは、Ｚ方向と平行である。
【００２８】
永久磁石４５は、キャン３０の内側においてマグネットローター４１の上方に配置されている。永久磁石４５は、円板形状を有している。永久磁石４５は、軸線Ｌ方向から見たときに円形状の外形を有している。なお、永久磁石４５は、直線状に延びる棒形状でもよい。永久磁石４５は、ローター軸４３の上端部に固定されている。永久磁石４５は、マグネットローター４１と同軸に配置されており、マグネットローター４１とともに回転される。永久磁石４５は、マグネットローター４１の回転軸周りに回転される。マグネットローター４１の回転軸は、軸線Ｌと一致する。軸線Ｌ方向は回転軸方向である。マグネットローター４１と永久磁石４５との間には、円板形状の磁気遮蔽部材４６が配置されている。磁気遮蔽部材４６は、ケイ素鉄などの透磁率が比較的高い軟磁性体である。磁気遮蔽部材４６は、ローター軸４３に固定されている。磁気遮蔽部材４６は、マグネットローター４１が生じる磁束を吸収する。磁気遮蔽部材４６は、マグネットローター４１が生じる磁界によって永久磁石４５が生じる磁界が歪むことを抑制する。マグネットローター４１および永久磁石４５は、軸線Ｌ方向に移動しない。
【００２９】
図２～図４に示すように、永久磁石４５は、１つのＮ極と１つのＳ極とを有している。永久磁石４５における直径Ｋで区画された一方の部分（第１部分４５ｎ）に１つのＮ極が配置され、他方の部分（第２部分４５ｓ）に１つのＳ極が配置されている。１つのＮ極と１つのＳ極とは、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径Ｋと直交する方向（図３においてＸ方向、図４においてＹ方向）に対向している。永久磁石４５は、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径Ｋと直交する方向に着磁されている。そのため、図３、図４に示すように、永久磁石４５の磁力線Ｆは、軸線Ｌと直交する方向（ＸＹ平面と平行な方向）に沿って、第１部分４５ｎの外周面から出て第２部分４５ｓの外周面に入る。なお、永久磁石４５は、少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とを有していればよい。永久磁石４５は、例えば、周方向に交互に配置された２つのＮ極と２つのＳ極とを有してもよい。
【００３０】
遊星歯車機構５０は、マグネットローター４１の内側に配置されている。遊星歯車機構５０は、歯車ケース５１と、固定リング歯車５２と、太陽歯車５３と、複数の遊星歯車５４と、キャリア５５と、出力歯車５６と、出力軸５７と、を有している。歯車ケース５１は、円筒形状を有している。歯車ケース５１は、ホルダー２０の上端部に同軸に接合されている。固定リング歯車５２は、内歯車である。固定リング歯車５２は、歯車ケース５１の上端部に固定されている。太陽歯車５３は、連結部材４２と同軸に配置されている。太陽歯車５３は、連結部材４２と一体化されている。太陽歯車５３をローター軸４３が貫通している。太陽歯車５３は、マグネットローター４１および連結部材４２とともに回転される。複数の遊星歯車５４は、固定リング歯車５２と太陽歯車５３との間に配置されている。キャリア５５は、円板形状を有している。キャリア５５の中央をローター軸４３が貫通している。キャリア５５は、ローター軸４３周りに回転可能である。キャリア５５は、複数の遊星歯車５４を回転可能に支持する。出力歯車５６は、有底円筒形状を有している

。出力歯車５６は内歯車である。出力歯車５６と太陽歯車５３との間に複数の遊星歯車５４が配置されている。出力軸５７は、円柱形状を有している。出力軸５７の上部は、出力歯車５６の底部に形成された孔に配置されている。出力軸５７は、出力歯車５６に固定されている。出力軸５７の下部には、上下方向に延びるスリット５７ａが形成されている。太陽歯車５３の回転は、固定リング歯車５２、複数の遊星歯車５４、キャリア５５および出力歯車５６によって減速されて、出力軸５７に伝達される。

【００３１】

案内部材６０は、円筒形状を有している。案内部材６０は、ホルダー２０の上部の内側に配置されている。案内部材６０の内周面の下部には、雌ねじが形成されている。案内部材６０の内側には、出力軸５７が配置されている。案内部材６０は、出力軸５７を回転可能に支持している。

【００３２】

駆動軸６５は、円柱部６６と、平板部６７と、を有している。平板部６７は、円柱部６６の上端部に接続されている。円柱部６６と平板部６７とは、一体的に形成されている。円柱部６６の外周面には、雄ねじが形成されている。円柱部６６の雄ねじは、案内部材６０の雌ねじと螺合される。平板部６７は、出力軸５７のスリット５７ａに上下方向に移動可能に配置されている。駆動軸６５は、出力軸５７によって回転され、ねじ送り作用によって上下方向に移動する。

【００３３】

弁体７０は、ステム７１と、弁部７２と、ばね受け部７３と、ボール受け部７４と、を有している。ステム７１は、円柱形状を有している。ステム７１は、弁体支持部材２５の内側に配置されている。ステム７１は、弁体支持部材２５によって上下方向に移動可能に支持されている。弁部７２は、ステム７１の下端部に配置されている。弁部７２は、円環形状を有している。弁部７２は、ステム７１の外周面から径方向外方に突出している。弁部７２は、弁口１４と上下方向に対向している。ばね受け部７３は、円柱形状を有している。ばね受け部７３は、ステム７１の上端部に接合されている。ばね受け部７３は、径方向外方に突出するフランジ部７３ａを有している。ボール受け部７４は、円形の平板部と、平板部の下面に接続された凸部と、を有している。ボール受け部７４は、平板部がボール６８に接し、凸部がばね受け部７３に形成された孔に嵌合されている。ボール受け部７４と駆動軸６５との間には、ボール６８が配置されている。ばね受け部７３のフランジ部７３ａと弁体支持部材２５との間には、開弁ばね７５が配置されている。開弁ばね７５は、圧縮コイルばねである。開弁ばね７５は、弁体７０（フランジ部７３ａ）を上方に押している。弁体７０は、弁部７２が弁口１４に対して進退することにより、弁口１４の開口面積を無段階（実質的に無段階を含む）に変更する。弁口１４の最小面積は０より大きくてもよい（すなわち、わずかに弁口１４が開いた状態）。または、弁口１４の最小面積は０でもよい（すなわち、弁口１４が全閉状態）。

【００３４】

ステーターユニット８０は、ステーター８１と、カバー９０と、基板９５と、を有している。ステーター８１は、円筒形状を有している。ステーター８１の内側にキャン３０が配置される。ステーター８１は、キャン３０を介して、軸線Ｌと直交する方向にマグネットローター４１と並んでいる。ステーター８１は、マグネットローター４１とともにステッピングモーターを構成する。

【００３５】

カバー９０は、樹脂製である。カバー９０は、ステーター８１および基板９５を収容している。カバー９０は、カバー本体９１と、蓋体９２と、コネクタ９３と、を有している。カバー本体９１は、ステーター８１と一体成形されている。カバー本体９１は、第１周壁部９１ａと、上壁部９１ｂと、第２周壁部９１ｃと、円筒部９１ｄと、を有している。第１周壁部９１ａの内周面に、ステーター８１が埋め込まれている。上壁部９１ｂは、第１周壁部９１ａの上端部に接続されている。上壁部９１ｂは、ドーム形状を有している。上壁部９１ｂの内側には、キャン３０の上端部が配置される。第２周壁部９１ｃは、第１

周壁部９１ａに接続されている。第２周壁部９１ｃは、第１周壁部９１ａから上方に延びている。円筒部９１ｄは、第１周壁部９１ａの下端部から下方に延びている。円筒部９１ｄの下端部は、弁本体１０の上面１０ｃに接している。円筒部９１ｄの内側には、ホルダー２０が配置されている。蓋体９２は、平板形状を有している。蓋体９２は、カバー本体９１の第２周壁部９１ｃの上端部に接合されている。コネクタ９３は、図１において左右方向に伸びる筒形状を有している。コネクタ９３は、蓋体９２と一体化されている。カバー本体９１と蓋体９２とは、基板収容空間９４を画定している。

【００３６】

基板９５は、角度センサー９６を含む電子部品が実装されている。基板９５は、基板収容空間９４に配置されており、カバー本体９１が有するボス９１ｅにねじで固定されている。基板９５には、ステーター８１のコイルに接続された端子８４が接続されている。基板９５は、カバー本体９１の上壁部９１ｂが配置される貫通孔９５ａを有している。

【００３７】

角度センサー９６は、磁気式角度センサーである。角度センサー９６は、基板９５の下面に実装されている。角度センサー９６は、キャン３０の外周面近傍に配置されている。角度センサー９６とキャン３０とは、カバー本体９１を介して、軸線Ｌと直交する方向（図１においてＸ方向）に並んでいる。また、角度センサー９６と永久磁石４５とは、キャン３０およびカバー本体９１を介して、軸線Ｌと直交する方向に並んでいる。すなわち、永久磁石４５、キャン３０、カバー本体９１および角度センサー９６が、この順番で軸線Ｌと直交する方向に並んでいる。角度センサー９６は、角度センサー９６を通る磁界に含まれる互いに直交する２方向の磁界成分（磁束密度成分）の向きおよび大きさを検出する。本参考例において、角度センサー９６は、Ｘ方向の磁界成分の向き及び大きさに応じた電気信号と、Ｙ方向の磁界成分の向きおよび大きさに応じた電気信号と、を出力する。角度センサー９６が出力する電気信号に基づいて、永久磁石４５の回転角度を取得することができる。

【００３８】

角度センサー９６は、永久磁石４５の回転角度に応じた電気信号を出力する。図５に角度センサー９６が出力する電気信号の例を示す。図５において、実線がＸ方向の磁界成分に対応する出力のグラフであり、破線がＹ方向の磁界成分に対応する出力のグラフである。例えば、永久磁石４５の回転角度が３６０×ｎ［度］（ただしｎは整数）であるとき（図３）、Ｘ方向の磁界成分が最大値（正値）になり、Ｙ方向の磁界成分が０になる。永久磁石４５の回転角度が３６０×ｎ＋９０［度］であるとき（図４）、Ｘ方向の磁界成分が０になり、Ｙ方向の磁界成分が最大値（正値）になる。永久磁石４５の回転角度が３６０×ｎ＋１８０［度］であるとき、Ｘ方向の磁界成分が最小値（負値）になり、Ｙ方向の磁界成分が０になる。永久磁石４５の回転角度が３６０×ｎ＋２７０［度］であるとき、Ｘ方向の磁界成分が０になり、Ｙ方向の磁界成分が最小値（負値）になる。磁界成分の値の符号（正負）が磁界成分の向きを示し、磁界成分の値の絶対値が磁界成分の大きさを示す。

【００３９】

電動弁１において、弁口１４、ホルダー２０、弁体支持部材２５、キャン３０、マグネットローター４１、連結部材４２、ローター軸４３、永久磁石４５、出力軸５７、案内部材６０、駆動軸６５、弁体７０、ステーター８１は、それぞれの中心軸が軸線Ｌと一致している。

【００４０】

次に、電動弁１の動作について説明する。

【００４１】

電動弁１において、ステーター８１のコイルに電流を流して、マグネットローター４１を一方向に回転させる。マグネットローター４１の回転は、遊星歯車機構５０を介して駆動軸６５に伝達される。駆動軸６５と案内部材６０とのねじ送り作用により、駆動軸６５が下方に移動する。駆動軸６５によって弁体７０が下方に押され、弁口１４の開口面積が小さくなる。

【００４２】
電動弁１において、ステーター８１のコイルに電流を流して、マグネットローター４１を他方向に回転させる。マグネットローター４１の回転は、遊星歯車機構５０を介して駆動軸６５に伝達される。駆動軸６５と案内部材６０とのねじ送り作用により、駆動軸６５が上方に移動する。開弁ばね７５によって弁体７０が上方に押され、弁口１４の開口面積が大きくなる。
【００４３】
電動弁１は、円筒形状のキャン３０と、キャン３０の内側に配置されたマグネットローター４１と、キャン３０の内側にマグネットローター４１と同軸に配置された永久磁石４５と、キャン３０の外側に配置されたステーター８１を有するステーターユニット８０と、を有している。永久磁石４５は、円形状の外形を有しており、マグネットローター４１とともに回転される。永久磁石４５における直径Ｋで区画された第１部分４５ｎに１つのＮ極が配置され、第２部分４５ｓに１つのＳ極が配置されている。永久磁石４５の着磁方向が、軸線Ｌと直交する方向である。ステーターユニット８０が、永久磁石４５の回転角度を検出する角度センサー９６を有している。そして、角度センサー９６が、軸線Ｌと直交する方向にキャン３０と並んでいる。
【００４４】
このようにしたことから、永久磁石４５の磁力線Ｆが、軸線Ｌ（回転軸）と直交する方向に沿って第１部分４５ｎの外周面から出て第２部分４５ｓの外周面に入る。そのため、電動弁において、キャン３０の側方にある空間（すなわち、キャン３０に対して軸線Ｌと直交する方向にある空間）における磁界の強さが強く、キャン３０の側方に配置した角度センサー９６によって正確にマグネットローター４１（永久磁石４５）の回転角度を検出することができる。また、キャン３０の側方に角度センサー９６を配置することで、電動弁１の高さ寸法を小さくすることができる。
【００４５】
また、角度センサー９６が、第１方向であるＸ方向の磁界成分の向きおよび大きさと、第２方向であるＹ方向の磁界成分の向きおよび大きさと、を検出する。このようにすることで、Ｘ方向の磁界成分およびＹ方向の磁界成分を用いて、より正確にマグネットローター４１の回転角度を検出することができる。
【００４６】
（第１実施例）
次に、本発明の第１実施例に係る電動弁１Ａについて、図６～図９を参照して説明する。
【００４７】
図６は、本発明の第１実施例に係る電動弁の縦断面図である。図７Ａは、図６の電動弁が有するマグネットローターの斜視図である。図７Ｂは、図６の電動弁が有するマグネットローターの正面図である。図８Ａは、図６の電動弁が有するマグネットローターの平面図である。図８Ｂは、図６の電動弁が有するマグネットローターの底面図である。図９は、図７のマグネットローターの変形例に係るマグネットローターを示す。図９Ａは斜視図であり、図９Ｂは正面図である。
【００４８】
電動弁１Ａは、下記（１）、（２）以外は、上述した電動弁１と同一（実質的に同一を含む）である。
（１）電動弁１Ａは、永久磁石４５および磁気遮蔽部材４６を有していない。
（２）電動弁１Ａは、マグネットローター４１に代えて、マグネットローター４１Ａを有している。
そのため、電動弁１Ａの説明において、電動弁１と同一の構成については同一の符号を付して詳細説明を省略する。
【００４９】
マグネットローター４１Ａは、円筒形状を有している。マグネットローター４１Ａの外径は、キャン３０の内径より小さい。マグネットローター４１Ａは、キャン３０の内側に

回転可能に配置されている。マグネットローター４１Ａの上端部には、円板形状の連結部材４２が接合されている。連結部材４２は、マグネットローター４１Ａの上端部を塞いでいる。連結部材４２の中央をローター軸４３が貫通している。ローター軸４３の上端部は、軸受部材４４によって回転可能に支持されている。マグネットローター４１Ａは、連結部材４２を介してローター軸４３に連結されている。ローター軸４３は、マグネットローター４１Ａとともに回転する。マグネットローター４１Ａの回転軸は、軸線Ｌと一致する。マグネットローター４１Ａは、軸線Ｌ方向に移動しない。

【００５０】

マグネットローター４１Ａは、軸線Ｌ方向に順に接続された、第１磁極部分４１ａと、磁気緩衝部分４１ｂと、第２磁極部分４１ｃと、を一体的に有している。

【００５１】

第１磁極部分４１ａは、複数のＮ極と複数のＳ極とを有している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、軸線Ｌ方向に延在している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、第１磁極部分４１ａの外周面に周方向に交互に配置されている。第１磁極部分４１ａは、キャン３０を介して、軸線Ｌと直交する方向にステーター８１と並んでいる。第１磁極部分４１ａは、ステーター８１とともに回転力を発生させる駆動部である。

【００５２】

磁気緩衝部分４１ｂは、第１磁極部分４１ａと第２磁極部分４１ｃとの間に配置されている。磁気緩衝部分４１ｂは、着磁されていない。磁気緩衝部分４１ｂの軸線Ｌ方向の長さは、第１磁極部分４１ａが生じる磁界が第２磁極部分４１ｃが生じる磁界に影響しない長さに設定されている。この長さは、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃが生じる磁界の強さの測定値やシミュレーション結果などに基づいて設定される。磁気緩衝部分４１ｂは、第１磁極部分４１ａが生じる磁界と第２磁極部分４１ｃが生じる磁界とが互いに影響することを抑制する。

【００５３】

第２磁極部分４１ｃは、マグネットローター４１Ａの上端部に配置されている。第２磁極部分４１ｃは、軸線Ｌ方向から見たときに円形状の外形を有している。第２磁極部分４１ｃは、１つのＮ極と１つのＳ極とを有している。第２磁極部分４１ｃにおける直径Ｋで区画された一方の部分（第１部分４１ｎ）に１つのＮ極が配置され、他方の部分（第２部分４１ｓ）に１つのＳ極が配置されている。１つのＮ極と１つのＳ極とは、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径Ｋと直交する方向（図８ＡにおいてＸ方向）に対向している。第２磁極部分４１ｃは、角度センサー９６によって検出される磁界を生じる検知部である。

【００５４】

第２磁極部分４１ｃは、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径Ｋと直交する方向に着磁されている。そのため、第２磁極部分４１ｃの磁力線は、図８Ａに示すように、軸線Ｌと直交する方向（ＸＹ平面と平行な方向）に沿って、第１部分４１ｎの外周面から出て第２部分４１ｓの外周面に入る。なお、第２磁極部分４１ｃには、周方向に交互に並ぶ少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが配置されていればよい。第２磁極部分４１ｃは、例えば、周方向に交互に配置された２つのＮ極と２つのＳ極とを有してもよい。第２磁極部分４１ｃと角度センサー９６とは、キャン３０およびカバー本体９１を介して、軸線Ｌと直交する方向に並んでいる。図６において、マグネットローター４１Ａにおける第１磁極部分４１ａと磁気緩衝部分４１ｂとの境界と、磁気緩衝部分４１ｂと第２磁極部分４１ｃとの境界と、を破線で示している。

【００５５】

または、第２磁極部分４１ｃは、軸線Ｌ方向に着磁されていてもよい。図９Ａ、図９Ｂに示すように、第２磁極部分４１ｃには、Ｎ極である第１部分４１ｎと、Ｓ極である第２部分４１ｓとが、周方向に交互に配置される。第１部分４１ｎと第２部分４１ｓとが軸線Ｌ方向に着磁されていることから、第２磁極部分４１ｃには、第１部分４１ｎと軸線Ｌ方向に並ぶＳ極と、第２部分４１ｓと軸線Ｌ方向に並ぶＮ極とが現れる。第２磁極部分４１ｃの磁力線Ｆは、図９Ｂに示すように、軸線Ｌ方向（ＸＺ平面と平行な方向）に沿って、

第１部分４１ｎの上端面から出て第２部分４１ｓの上端面に入る。第２磁極部分４１ｃが軸線Ｌ方向に着磁されている構成では、特許文献１の電動弁と同様に、角度センサー９６がキャン３０の上端部の上方に配置される。つまり、第２磁極部分４１ｃと角度センサー９６とは、キャン３０およびカバー本体９１（上壁部９１ｂ）を介して、軸線Ｌ方向に並ぶ。

【００５６】

電動弁１Ａでは、マグネットローター４１Ａの第２磁極部分４１ｃの磁力線が、軸線Ｌと直交する方向に沿って第１部分４１ｎの外周面から出て第２部分４１ｓの外周面に入る。また、第１磁極部分４１ａと第２磁極部分４１ｃとの間に磁気緩衝部分４１ｂがある。磁気緩衝部分４１ｂが、第１磁極部分４１ａが生じる磁界と第２磁極部分４１ｃが生じる磁界とが互いに影響することを抑制する。そのため、電動弁１Ａにおいて、キャン３０の側方にある空間（すなわち、キャン３０に対して軸線Ｌと直交する方向にある空間）における磁界の強さが強く、キャン３０の側方に配置した角度センサー９６によって正確にマグネットローター４１Ａ（第２磁極部分４１ｃ）の回転角度を検出することができる。また、キャン３０の側方に角度センサー９６を配置することで、電動弁１Ａの高さ寸法を小さくすることができる。

【００５７】

第１磁極部分４１ａは、第１磁性材料を含む第１合成樹脂で構成されたボンド磁石である。第２磁極部分４１ｃは、第２磁性材料を含む第２合成樹脂で構成されたボンド磁石である。第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃは、等方性磁石および異方性磁石のいずれであってもよい。磁気緩衝部分４１ｂは、第１合成樹脂で構成されている。本実施例において、第１合成樹脂は、第１磁性材料であるフェライト粉末を配合したポリフェニレンサルファイド樹脂（ＰＰＳ樹脂）である。第２合成樹脂は、例えば、ネオジム粉末を配合したＰＰＳ樹脂である。ＰＰＳ樹脂はバインダー（結合材）である。第１磁性材料の種類（フェライト）と第２磁性材料の種類（ネオジム）とが異なり、すなわち、第１磁極部分４１ａを構成する材料である第１合成樹脂と第２磁極部分４１ｃを構成する材料である第２合成樹脂とが異なる。第１磁性材料（フェライト）、第２磁性材料（ネオジム）、バインダー（ＰＰＳ樹脂）は、一例であって、他の材料でもよい。また、第１合成樹脂と第２合成樹脂とで異なる種類のバインダーを用いてもよい。

【００５８】

第１磁性材料の種類と第２磁性材料の種類とが同じ（例えばネオジム）でかつ第１合成樹脂における第１磁性材料の配合率と第２合成樹脂における第２磁性材料の配合率とが異なっていてもよい。この場合も、第１磁極部分４１ａを構成する材料である第１合成樹脂と第２磁極部分４１ｃを構成する材料である第２合成樹脂とが異なる。

【００５９】

マグネットローター４１Ａは、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃが二色成形によって一体成形された成形体である。

【００６０】

マグネットローター４１Ａの製造方法の一例を説明する。（１）共通金型と一次側金型とで形成されたキャビティに第１合成樹脂を射出充填して円筒形状の一次側部品を成形する。一次側部品は、第１磁極部分４１ａおよび磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所を含む。（２）一次側部品が載置されている共通金型と二次側金型とで形成されたキャビティに第２合成樹脂を射出充填して円筒形状の二次側部品を成形する。これにより、一次側部品と二次側部品とが一体化される。二次側部品は、第２磁極部分４１ｃに対応する箇所のみ含む。（３）一次側部品における第１磁極部分４１ａに対応する箇所に着磁して、複数のＮ極および複数のＳ極を形成する。一次側部品における磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所には着磁しない。（４）二次側部品に着磁して、１つのＮ極および１つのＳ極を形成する。このようにしてマグネットローター４１Ａが作製される。

【００６１】

なお、磁気緩衝部分４１ｂは第２合成樹脂で構成されていてもよい。この場合の製造方

法の一例を説明する。（１）共通金型と一次側金型とで形成されたキャビティに第１合成樹脂を射出充填して円筒形状の一次側部品を成形する。一次側部品は、第１磁極部分４１ａに対応する箇所のみ含む。（２）一次側部品が載置されている共通金型と二次側金型とで形成されたキャビティに第２合成樹脂を射出充填して円筒形状の二次側部品を成形する。これにより、一次側部品と二次側部品とが一体化される。二次側部品は、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃに対応する箇所を含む。（３）一次側部品に着磁して、複数のＮ極および複数のＳ極を形成する。（４）二次側部品における第２磁極部分４１ｃに対応する箇所に着磁して、１つのＮ極および１つのＳ極を形成する。二次側部品における磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所には着磁しない。このようにしてマグネットローター４１Ａが作製される。

【００６２】

または、磁気緩衝部分４１ｂは金属で構成されていてもよい。磁気緩衝部分４１ｂを構成する金属は、例えば、ケイ素鉄などの透磁率が比較的高い軟磁性体である。この場合の製造方法の一例を説明する。（１）共通金型と一次側金型とで形成されたキャビティに磁気緩衝部分４１ｂに対応する円環形状の金属部品を設置するとともに、当該キャビティに第１合成樹脂を射出充填して円筒形状の一次側部品を成形する。一次側部品は、第１磁極部分４１ａおよび磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所を含む。（２）一次側部品が載置されている共通金型と二次側金型とで形成されたキャビティに第２合成樹脂を射出充填して円筒形状の二次側部品を成形する。これにより、一次側部品と二次側部品とが一体化される。二次側部品は、第２磁極部分４１ｃに対応する箇所のみ含む。（３）一次側部品における第１磁極部分４１ａに対応する箇所に着磁して、複数のＮ極および複数のＳ極を形成する。一次側部品における磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所には着磁しない。（４）二次側部品に着磁して、１つのＮ極および１つのＳ極を形成する。このようにしてマグネットローター４１Ａが作製される。

【００６３】

なお、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃを別々に成形した後、赤外線溶着、超音波溶着、接着剤による接着などによって互いに接合して、マグネットローター４１Ａを作製してもよい。

【００６４】

本実施例において、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃはボンド磁石であったが、本発明はこの構成に限定されるものではない。例えば、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃの一方が磁性材料を含む合成樹脂で構成され、他方が着磁可能なセラミック材または金属材で構成され、磁気緩衝部分４１ｂが、当該合成樹脂で構成されていてもよい。例えば、第１磁極部分４１ａおよび磁気緩衝部分４１ｂが、第１合成樹脂で構成され、第２磁極部分４１ｃが、ネオジム粉末を焼結した金属焼結体で構成される。この場合、マグネットローター４１Ａは、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃがインサート成形によって一体成形された成形体である。この場合の製造方法の一例を説明する。（１）ネオジム粉末を焼結して円筒形状の金属焼結体を作製する。金属焼結体は、第２磁極部分４１ｃに対応する箇所のみ含む。（２）金属焼結体に着磁して、１つのＮ極および１つのＳ極を形成する。（３）金型によって形成されたキャビティに金属焼結体を設置するとともに、当該キャビティに第１合成樹脂を射出充填して円筒形状の樹脂部品を成形する。樹脂部品は、第１磁極部分４１ａおよび磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所を含む。これにより、金属焼結体と樹脂部品とが一体化される。（４）樹脂部品における第１磁極部分４１ａに対応する箇所に着磁して、複数のＮ極および複数のＳ極を形成する。樹脂部品における磁気緩衝部分４１ｂに対応する箇所には着磁しない。このようにしてマグネットローター４１Ａが作製される。

【００６５】

以上説明したように、本実施例に係る電動弁１Ａは、円筒形状のキャン３０と、キャン３０の内側に配置されたマグネットローター４１Ａと、キャン３０の外側に配置されたステーター８１を有するステーターユニット８０と、を有する。マグネットローター４１Ａ

が、軸線Ｌ方向に並ぶ、第１磁極部分４１ａと、第２磁極部分４１ｃと、を一体的に有する。第１磁極部分４１ａに、周方向に交互に並ぶ複数のＮ極と複数のＳ極とが配置される。第２磁極部分４１ｃに、周方向に交互に並ぶ少なくとも１つのＮ極と少なくとも１つのＳ極とが配置される。ステーターユニット８０が、第２磁極部分４１ｃの回転角度を検出する角度センサー９６を有する。そして、第１磁極部分４１ａを構成する材料と第２磁極部分４１ｃを構成する材料とが異なる。このようにしたことから、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃの一方のみ大きい磁力が必要な場合に、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃをそれぞれに必要な磁力に応じた材料で別々に構成することができる。そのため、マグネットローター４１Ａに関連する組立工数および材料費を低減できる。

【００６６】

また、マグネットローター４１Ａが、軸線Ｌ方向に順に接続された、第１磁極部分４１ａと、磁気緩衝部分４１ｂと、第２磁極部分４１ｃと、を一体的に有する。そして、磁気緩衝部分４１ｂが、着磁されていない部分である。このようにすることで、第１磁極部分４１ａが生じる磁界と第２磁極部分４１ｃが生じる磁界とが互いに影響することを抑制できる。

【００６７】

また、磁気緩衝部分４１ｂの軸線Ｌ方向の長さが、第１磁極部分４１ａが生じる磁界が第２磁極部分４１ｃが生じる磁界に影響しない長さである。このようにすることで、第１磁極部分４１ａが生じる磁界が第２磁極部分４１ｃが生じる磁界に影響することを抑制でき、角度センサー９６によって正確にマグネットローター４１Ａ（第２磁極部分４１ｃ）の回転角度を検出することができる。

【００６８】

また、第２磁極部分４１ｃの着磁方向が、軸線Ｌと直交する方向である。そして、角度センサー９６が、軸線Ｌと直交する方向にキャン３０と並んでいる。このようにすることで、第２磁極部分４１ｃの磁力線Ｆが、軸線Ｌと直交する方向に沿って第１部分４１ｎの外周面から出て第２部分４１ｓの外周面に入る。そのため、電動弁１Ａにおいて、キャン３０の側方にある空間（すなわち、キャン３０に対して軸線Ｌと直交する方向にある空間）における磁界の強さが強く、キャン３０の側方に配置した角度センサー９６によって正確にマグネットローター４１Ａ（第２磁極部分４１ｃ）の回転角度を検出することができる。また、キャン３０の側方に角度センサー９６を配置することで、電動弁１Ａの高さ寸法を小さくすることができる。

【００６９】

また、第１磁極部分４１ａが、第１磁性材料を含む第１合成樹脂で構成される。第２磁極部分４１ｃが、第２磁性材料を含む第２合成樹脂で構成される。磁気緩衝部分４１ｂが、第１合成樹脂、第２合成樹脂または金属で構成される。第１磁性材料の種類と第２磁性材料の種類とが異なる、または、第１磁性材料の種類と第２磁性材料の種類とが同じでかつ第１合成樹脂における第１磁性材料の配合率と第２合成樹脂における第２磁性材料の配合率とが異なる。このようにすることで、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃが、比較的安価なボンド磁石で構成され、マグネットローター４１Ａの材料費を低減できる。また、磁性材料の種類または配合率を変更することで、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃの磁気特性を比較的簡易に調整できる。

【００７０】

また、マグネットローター４１Ａが、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃが二色成形によって一体成形された成形体である。このようにすることで、マグネットローター４１Ａの作製工程において第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃが一体化されるので、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃが別々に成形された構成に比べて、組立工数を低減できる。

【００７１】

また、第１磁極部分４１ａおよび第２磁極部分４１ｃの一方が磁性材料を含む合成樹脂

で構成され、他方が着磁可能なセラミック材または金属材であり、磁気緩衝部分４１ｂが、当該合成樹脂で構成されていてもよい。この場合、マグネットローター４１Ａが、第１磁極部分４１ａ、磁気緩衝部分４１ｂおよび第２磁極部分４１ｃがインサート成形によって一体成形された成形体であってもよい。このようにすることで、マグネットローター４１Ａの組立工数を低減でき、ボンド磁石よりも強い磁力を有するセラミック磁石（フェライト磁石など）または金属磁石（希土類磁石など）を用いることができる。

【００７２】

本実施例において、マグネットローター４１Ａは、磁気緩衝部分４１ｂを間に挟んで軸線Ｌ方向に並ぶ、第１磁極部分４１ａと、第２磁極部分４１ｃと、を一体的に有している。マグネットローター４１Ａにおいて、磁気緩衝部分４１ｂを省略して、第１磁極部分４１ａと、第２磁極部分４１ｃと、が直接的に接続されていてもよい。

【００７３】

（第２参考例）

以下、第２参考例に係る電動弁について、図１０、図１１を参照して説明する。

【００７４】

図１０、図１１は、第２参考例に係る電動弁の縦断面図である。図１０は、弁口の開口面積が最小の状態の電動弁を示す。図１１は、弁口の開口面積が最大の状態の電動弁を示す。

【００７５】

図１０、図１１に示すように、本参考例に係る電動弁２は、弁本体１１０と、ホルダー１２０と、ガイドブッシュ１２５と、ケースとしてのキャン１３０と、駆動機構１４０と、弁体１７０と、ステーターユニット１８０と、を有している。

【００７６】

弁本体１１０は、直方体形状を有している。弁本体１１０は、弁室１１３と、弁室１１３に接続された弁口１１４と、を有している。弁本体１１０は、第１通路１１７と、第２通路１１８と、を有している。第１通路１１７の一端部は弁室１１３と接続され、第１通路１１７の他端部は弁本体１１０の左側面１１０ａに開口している。第２通路１１８の一端部は弁口１１４を介して弁室１１３と接続され、第２通路１１８の他端部は弁本体１１０の右側面１１０ｂに開口している。弁本体１１０は、取付孔１１９を有している。取付孔１１９は、弁本体１１０の上面１１０ｃに開口している。取付孔１１９の内周面には、雌ねじが形成されている。取付孔１１９の底面１１９ａには、弁室１１３が開口している。

【００７７】

ホルダー１２０は、円筒形状を有している。ホルダー１２０の外周面の下部には、雄ねじが形成されている。ホルダー１２０の雄ねじは、弁本体１１０の取付孔１１９の雌ねじに螺合される。ホルダー１２０は、弁本体１１０にねじ構造で取り付けられている。

【００７８】

ガイドブッシュ１２５は、第１円筒部１２６と、第２円筒部１２７と、を有している。第２円筒部１２７の外径は、第１円筒部１２６の外径より小さい。第２円筒部１２７は、第１円筒部１２６の上端部に同軸に接続されている。第２円筒部１２７の外周面には、雄ねじ１２７ａが形成されている。第１円筒部１２６は、ホルダー１２０の嵌合孔１２０ａに圧入されている。

【００７９】

キャン１３０は、円筒形状を有している。キャン１３０は、上端部が塞がれかつ下端部が開口している。キャン１３０の下端部は、円環板形状の接合部材１３５の外周縁に接合されている。接合部材１３５の内側にはホルダー１２０の上部が配置されている。接合部材１３５の内周縁は、ホルダー１２０に接合されている。キャン１３０は、接合部材１３５およびホルダー１２０を介して、弁本体１１０に固定されている。

【００８０】

駆動機構１４０は、弁体１７０を上下方向（Ｚ方向）に移動させる。駆動機構１４０は、マグネットローター１４１と、弁軸ホルダー１４２と、弁軸１４３と、永久磁石１４５

と、を有している。

【００８１】

マグネットローター１４１は、円筒形状を有している。マグネットローター１４１の外径は、キャン１３０の内径より小さい。マグネットローター１４１は、キャン１３０の内側に回転可能に配置されている。マグネットローター１４１は、複数のＮ極と複数のＳ極とを有している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、軸線Ｌ方向に延在している。複数のＮ極と複数のＳ極とは、マグネットローター１４１の外周面に周方向に交互に配置されている。軸線Ｌは、Ｚ方向と平行である。

【００８２】

弁軸ホルダー１４２は、上端部が塞がれた円筒形状を有している。弁軸ホルダー１４２の上端部には支持リング１４４が固定されている。支持リング１４４は、マグネットローター１４１と弁軸ホルダー１４２とを連結している。弁軸ホルダー１４２の内周面には、雌ねじ１４２ａが形成されている。雌ねじ１４２ａは、ガイドブッシュ１２５の雄ねじ１２７ａと螺合される。

【００８３】

弁軸１４３は、円柱形状を有している。弁軸１４３の上端部１４３ａは、弁軸ホルダー１４２を貫通している。弁軸１４３の上端部１４３ａには、抜け止め用のプッシュナット１４７が取り付けられている。弁軸１４３は、ガイドブッシュ１２５の内側およびホルダー１２０の内側に配置されている。弁軸１４３の下端部は、弁室１１３に配置されている。弁軸ホルダー１４２と弁軸１４３の段部１４３ｂとの間には、閉弁ばね１４８が配置されている。閉弁ばね１４８は、圧縮コイルばねである。閉弁ばね１４８は、弁軸１４３を下方に向けて押している。

【００８４】

永久磁石１４５は、キャン１３０の内側においてマグネットローター１４１の上方に配置されている。永久磁石１４５は、円環板形状を有している。永久磁石１４５は、軸線Ｌ方向から見たときに円形状の外形を有している。永久磁石１４５は、固定具１４６を介して支持リング１４４に固定されている。永久磁石１４５は、マグネットローター１４１と同軸に配置されており、マグネットローター１４１とともに回転される。永久磁石１４５は、マグネットローター１４１の回転軸周りに回転される。マグネットローター１４１の回転軸は、軸線Ｌと一致する。軸線Ｌ方向は回転軸方向である。マグネットローター１４１および永久磁石１４５は、回転とともに軸線Ｌ方向に移動する。

【００８５】

永久磁石１４５は、電動弁１の永久磁石４５と同一（実質的に同一を含む）の構成を有している。永久磁石１４５は、１つのＮ極と１つのＳ極とを有している。永久磁石１４５における直径で区画された一方の部分（第１部分）に１つのＮ極が配置され、他方の部分（第２部分）に１つのＳ極が配置されている。１つのＮ極と１つのＳ極とは、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径と直交する方向に対向している。永久磁石１４５は、軸線Ｌと直交する方向でかつ直径と直交する方向に着磁されている。そのため、永久磁石１４５の磁力線は、軸線Ｌと直交する方向（ＸＹ平面と平行な方向）に沿って、第１部分の外周面から出て第２部分の外周面に入る。

【００８６】

弁体１７０は、先端が下方を向く略円すい形状を有している。弁体１７０は、弁軸１４３の下端部に一体的に接続されている。弁体１７０は、弁口１１４と上下方向に対向して配置されている。弁体１７０は、弁口１１４に対して進退することにより、弁口１１４の開口面積を無段階（実質的に無段階を含む）に変更する。弁口１１４の最小面積は０より大きくてもよい（すなわち、わずかに弁口１１４が開いた状態）。または、弁口１１４の最小面積は０でもよい（すなわち、弁口１１４が全閉状態）。

【００８７】

ステーターユニット１８０は、ステーター８１と、カバー９０と、基板９５と、を有している。ステーター８１とカバー９０と基板９５とは、電動弁１のものと同一（実質的に

同一を含む）であるので、同一の符号を付して詳細説明を省略する。
【００８８】
ステーター８１は、キャン１３０を介して、軸線Ｌと直交する方向にマグネットローター１４１と並んでいる。ステーター８１は、マグネットローター１４１とともにステッピングモーターを構成する。
【００８９】
次に、電動弁２の動作について説明する。
【００９０】
電動弁２において、ステーター８１のコイルに電流を流して、マグネットローター１４１を一方向に回転させる。マグネットローター１４１とともに弁軸ホルダー１４２が回転する。弁軸ホルダー１４２の雌ねじ１４２ａとガイドブッシュ１２５の雄ねじ１２７ａとのねじ送り作用により、弁軸ホルダー１４２が下方に移動する。弁軸ホルダー１４２とともに弁軸１４３および弁体１７０も下方に移動し、弁口１１４の開口面積が小さくなる。図１０は、弁口１１４の開口面積が最小の状態の電動弁２を示している。
【００９１】
電動弁２において、ステーター８１のコイルに電流を流して、マグネットローター１４１を他方向に回転させる。マグネットローター１４１とともに弁軸ホルダー１４２が回転する。弁軸ホルダー１４２の雌ねじ１４２ａとガイドブッシュ１２５の雄ねじ１２７ａとのねじ送り作用により、弁軸ホルダー１４２が上方に移動する。弁軸ホルダー１４２とともに弁軸１４３および弁体１７０も上方に移動し、弁口１１４の開口面積が大きくなる。図１１は、弁口１１４の開口面積が最大の状態の電動弁２を示している。
【００９２】
永久磁石１４５は、マグネットローター１４１とともに回転し、マグネットローター１４１とともに軸線Ｌ方向に移動する。永久磁石１４５は、図１０に示す位置から図１１に示す位置まで移動する。角度センサー９６と永久磁石１４５とは、キャン１３０およびカバー本体９１を介して、軸線Ｌと直交する方向に常に並ぶ。換言すると、角度センサー９６の軸線Ｌ方向の位置と永久磁石１４５と軸線Ｌ方向の位置とは、常に重なっている。
【００９３】
電動弁２は、電動弁１と同一（実質的に同一を含む）の作用効果を有する。
【００９４】
また、電動弁２において、永久磁石１４５が、回転とともに軸線Ｌ方向に移動する。そして、角度センサー９６が、軸線Ｌと直交する方向に永久磁石１４５と常に並ぶ。このようにすることで、永久磁石１４５が軸線Ｌ方向に移動した際に永久磁石１４５が角度センサー９６と軸線Ｌ方向に離れる場合に比べて、より正確にマグネットローター１４１（永久磁石１４５）の回転角度を検出することができる。
【００９５】
（第２実施例）
次に、本発明の第２実施例に係る電動弁２Ａについて、図１２、図１３を参照して説明する。
【００９６】
図１２、図１３は、本発明の第２実施例に係る電動弁の縦断面図である。図１２は、弁口の開口面積が最小の状態の電動弁を示す。図１３は、弁口の開口面積が最大の状態の電動弁を示す。
【００９７】
電動弁２Ａは、下記（１）、（２）以外は、上述した電動弁２と同一（実質的に同一を含む）である。
（１）電動弁２Ａは、永久磁石１４５および固定具１４６を有していない。
（２）電動弁２Ａは、マグネットローター１４１に代えて、マグネットローター１４１Ａを有している。
そのため、電動弁２Ａの説明において、電動弁２と同一の構成については同一の符号を

付して詳細説明を省略する。

【００９８】

マグネットローター１４１Ａは、電動弁１Ａのマグネットローター４１Ａと同一（実質的に同一を含む）の構成を有している。マグネットローター１４１Ａは、円筒形状を有している。マグネットローター１４１Ａの外径は、キャン１３０の内径より小さい。マグネットローター１４１Ａは、キャン１３０の内側に回転可能に配置されている。マグネットローター１４１Ａと弁軸ホルダー１４２とは、支持リング１４４によって連結されている。マグネットローター１４１Ａは、弁軸ホルダー１４２とともに回転する。

【００９９】

マグネットローター１４１Ａは、軸線Ｌ方向に順に接続された、第１磁極部分４１ａと、磁気緩衝部分４１ｂと、第２磁極部分４１ｃと、を有している。第１磁極部分４１ａと磁気緩衝部分４１ｂと第２磁極部分４１ｃとは、電動弁１Ａのものと同一（実質的に同一を含む）であるので、同一の符号を付して詳細説明を省略する。図１２、図１３において、マグネットローター１４１Ａにおける第１磁極部分４１ａと磁気緩衝部分４１ｂとの境界と、磁気緩衝部分４１ｂと第２磁極部分４１ｃとの境界と、を破線で示している。

【０１００】

マグネットローター１４１Ａは、回転とともに軸線Ｌ方向に移動する。マグネットローター１４１Ａの第２磁極部分４１ｃは、図１２に示す位置から図１３に示す位置まで移動する。角度センサー９６と第２磁極部分４１ｃとは、キャン１３０およびカバー本体９１を介して、軸線Ｌと直交する方向に常に並ぶ。換言すると、角度センサー９６の軸線Ｌ方向の位置と第２磁極部分４１ｃと軸線Ｌ方向の位置とは、常に重なっている。

【０１０１】

電動弁２Ａは、電動弁１Ａと同一（実質的に同一を含む）の作用効果を有する。

【０１０２】

また、電動弁２Ａにおいて、マグネットローター１４１Ａが、回転とともに軸線Ｌ方向に移動する。そして、角度センサー９６が、軸線Ｌと直交する方向に第２磁極部分４１ｃと常に並ぶ。このようにすることで、マグネットローター１４１Ａが軸線Ｌ方向に移動した際に第２磁極部分４１ｃが角度センサー９６と軸線Ｌ方向に離れる場合に比べて、より正確にマグネットローター１４１Ａ（第２磁極部分４１ｃ）の回転角度を検出することができる。

【０１０３】

本明細書において、「円筒」や「円柱」等の形状を示す各用語は、実質的にその用語の形状を有する部材や部材の部分にも用いられている。例えば、「円筒形状の部材」は、円筒形状の部材と実質的に円筒形状の部材とを含む。

【０１０４】

上記に本発明の実施例を説明したが、本発明は実施例の構成に限定されるものではない。前述の実施例に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除、設計変更を行ったものや、実施例の特徴を適宜組み合わせたものも、本発明の趣旨に反しない限り、本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【０１０５】

（第１参考例、第１実施例）

１、１Ａ…電動弁、１０…弁本体、１０ａ…左側面、１０ｂ…右側面、１０ｃ…上面、１３…弁室、１４…弁口、１７…第１通路、１８…第２通路、１９…取付孔、１９ａ…底面、２０…ホルダー、２５…弁体支持部材、２５ａ…環状平面、３０…キャン、３５…接合部材、４０…駆動機構、４１…マグネットローター、４１Ａ…マグネットローター、４１ａ…第１磁極部分、４１ｂ…磁気緩衝部分、４１ｃ…第２磁極部分、４１ｎ…第１部分、４１ｓ…第２部分、４２…連結部材、４３…ローター軸、４４…軸受部材、４５…永久磁石、４５ｎ…第１部分、４５ｓ…第２部分、４６…磁気遮蔽部材、５０…遊星歯車機構、５１…歯車ケース、５２…固定リング歯車、５３…太陽歯車、５４…遊星歯車、５５…

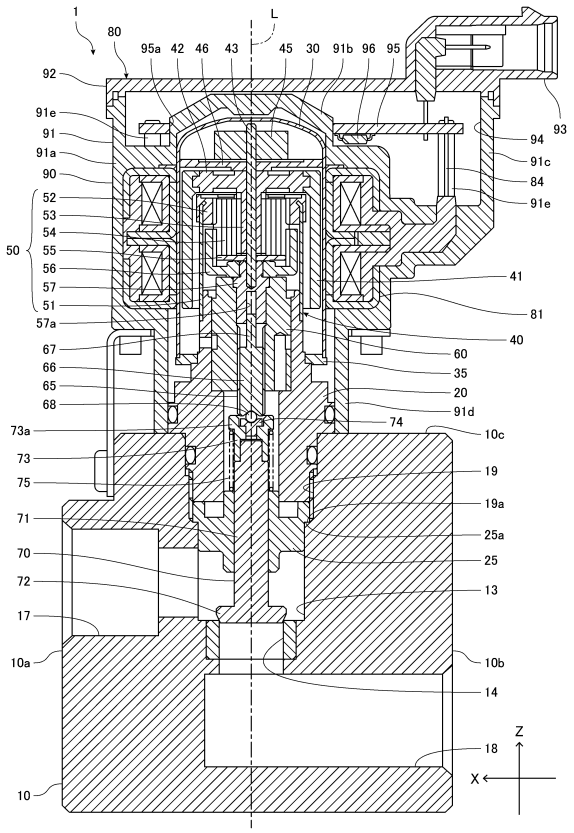
キャリア、５６…出力歯車、５７…出力軸、５７ａ…スリット、６０…案内部材、６５…駆動軸、６６…円柱部、６７…平板部、６８…ボール、７０…弁体、７１…ステム、７２…弁部、７３…ばね受け部、７３ａ…フランジ部、７４…ボール受け部、７５…開弁ばね、８０…ステーターユニット、８１…ステーター、８４…端子、９０…カバー、９１…カバー本体、９１ａ…第１周壁部、９１ｂ…上壁部、９１ｃ…第２周壁部、９１ｄ…円筒部、９１ｅ…ボス、９２…蓋体、９３…コネクタ、９４…基板収容空間、９５…基板、９５ａ…貫通孔、９６…角度センサー、Ｆ…磁力線、Ｋ…直径、Ｌ…軸線。

（第２参考例、第２実施例）

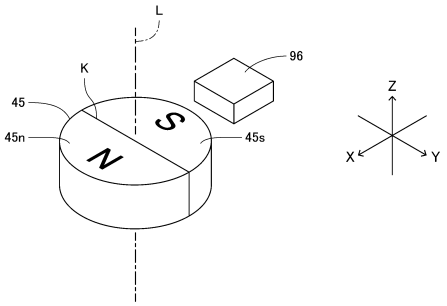
２、２Ａ…電動弁、１１０…弁本体、１１０ａ…左側面、１１０ｂ…右側面、１１０ｃ…上面、１１３…弁室、１１４…弁口、１１７…第１通路、１１８…第２通路、１１９…取付孔、１１９ａ…底面、１２０…ホルダー、１２０ａ…嵌合孔、１２５…ガイドブッシュ、１２６…第１円筒部、１２７…第２円筒部、１２７ａ…雄ねじ、１３０…キャン、１３５…接合部材、１４０…駆動機構、１４１…マグネットローター、１４１Ａ…マグネットローター、１４２…弁軸ホルダー、１４２ａ…雌ねじ、１４３…弁軸、１４３ａ…上端部、１４３ｂ…段部、１４４…支持リング、１４５…永久磁石、１４６…固定具、１４７…プッシュナット、１４８…閉弁ばね、１７０…弁体、１８０…ステーターユニット。

【図面】

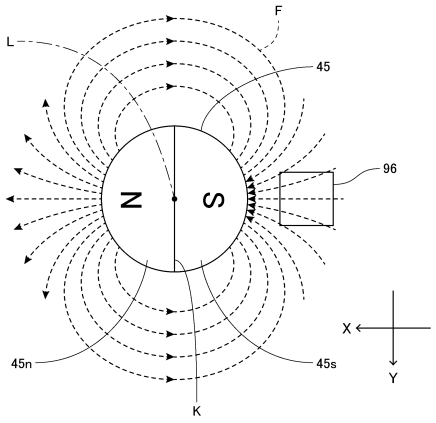
【図１】



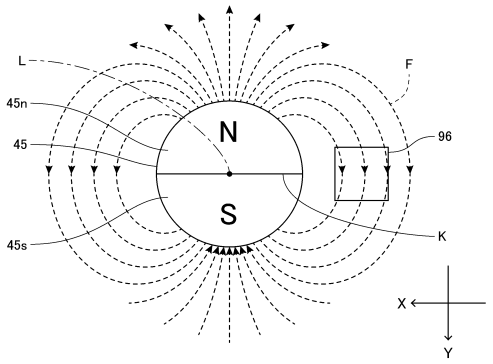

【図２】



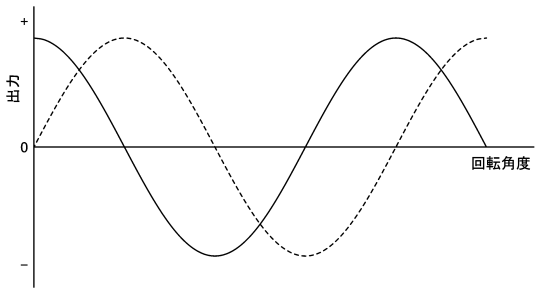
【図３】


F
L
45
96
N
S
X
Y
45n
45s
K

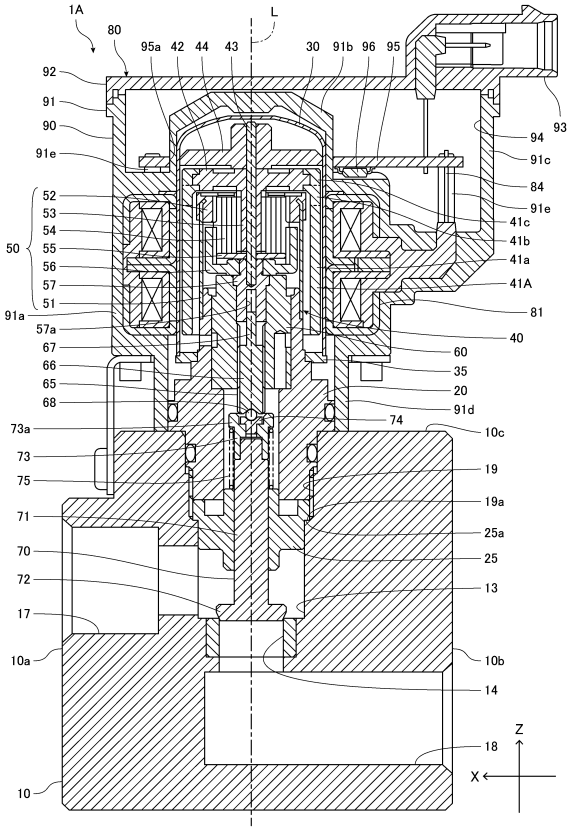
【図４】


L
F
45n
45
N
96
S
K
45s
X
Y

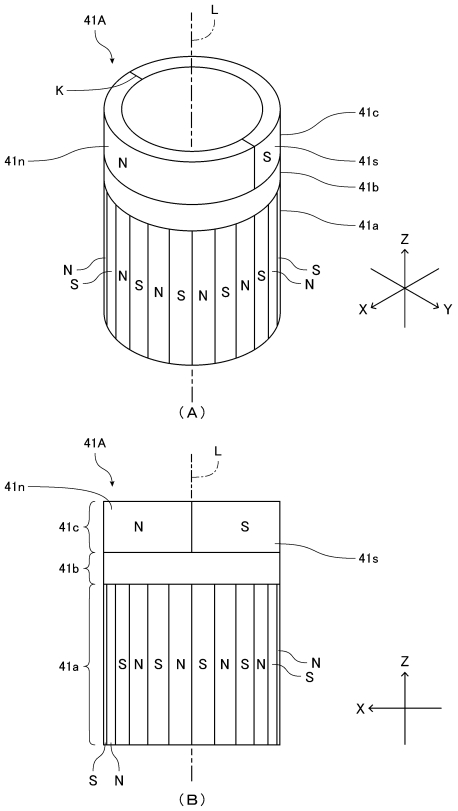
【図５】


+
出力
0
−
回転角度

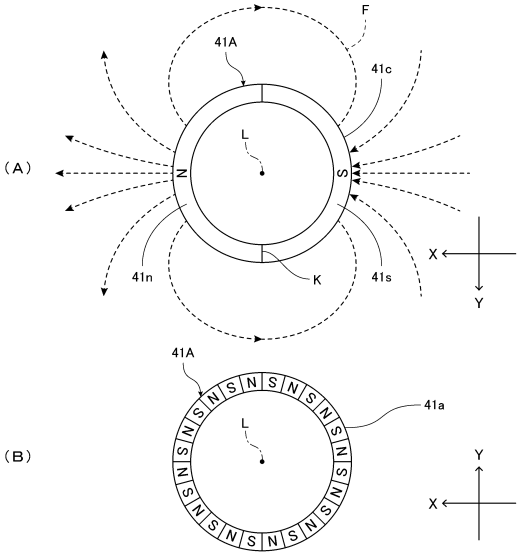
【図６】


1A
80
L
95a
42
44
43
30
91b
96
95
92
91
90
91e
52
53
54
55
56
57
51
50
91a
57a
67
66
65
68
73a
73
75
71
70
72
17
10a
10
94
93
91c
84
91e
41c
41b
41a
41A
81
40
60
35
20
91d
74
10c
19
19a
25a
25
13
10b
14
18
Z
X

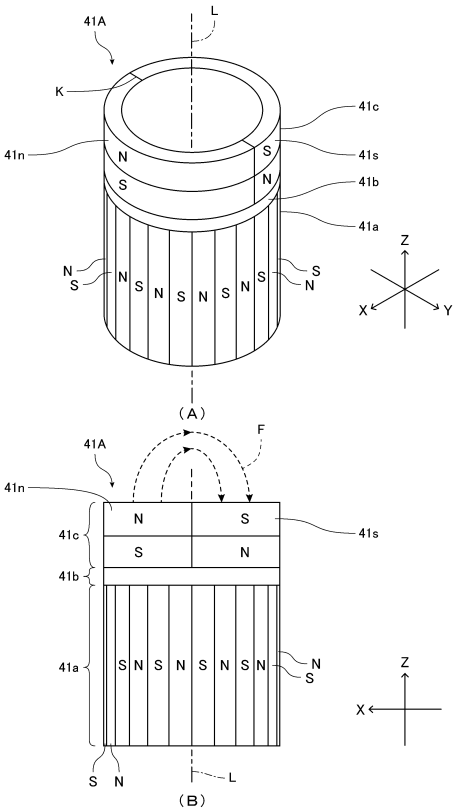
【図７】


41A
L
K
41c
41n
41s
41b
41a
N
S
Z
X
Y
（A）
（B）

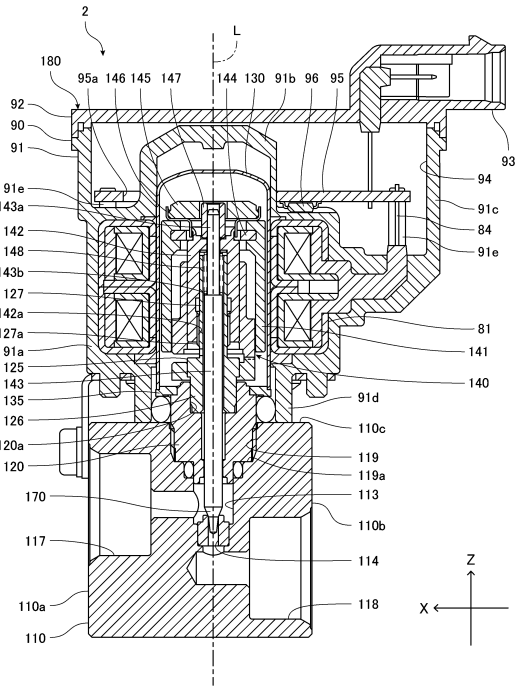
【図８】


F
41A
41c
L
（A）
N
S
41n
K
41s
X
Y
（B）
41a

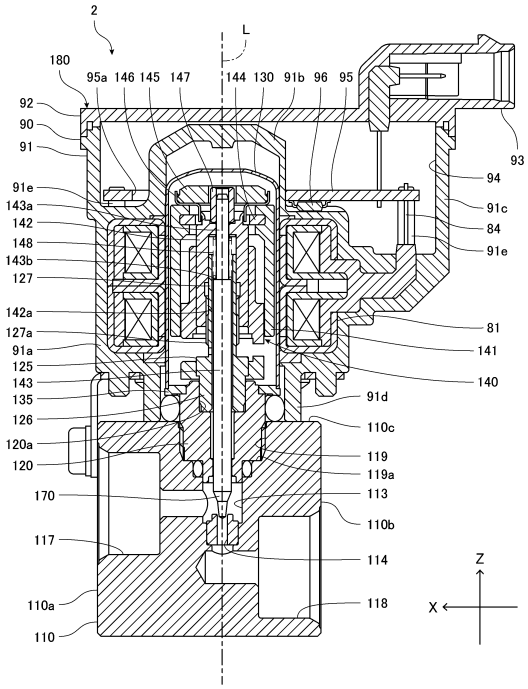
【図９】


41A
L
K
41c
41n
41s
41b
41a
N
S
Z
X
Y
（A）
F
（B）

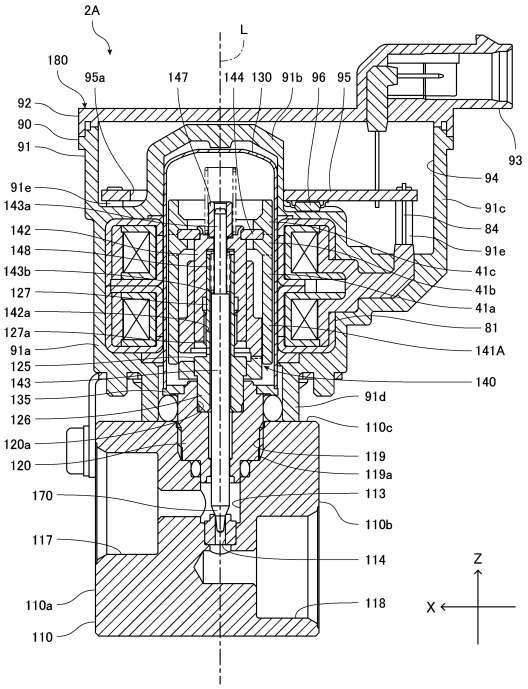
【図１０】


2
L
180
95a 146 145 147 144 130 91b 96 95
92
90
91
93
94
91e
143a
91c
142
84
148
91e
143b
127
142a
81
127a
141
91a
125
140
143
91d
135
126
110c
120a
119
120
119a
170
113
110b
117
114
110a
118
110
Z
X

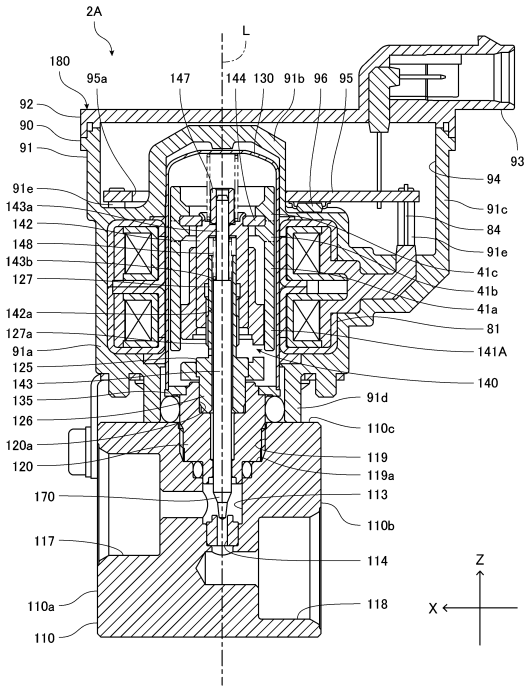
【図１１】


2
L
180
95a 146 145 147 144 130 91b 96 95
92
90
91
93
94
91e
143a
142
148
143b
127
91c
84
91e
142a
127a
91a
125
143
135
126
120a
120
81
141
140
91d
110c
119
119a
170
113
110b
117
114
110a
118
110
Z
X

【図１２】


2A
L
180
95a 147 144 130 91b 96 95
92
90
91
93
94
91e
143a
142
148
143b
127
91c
84
91e
41c
41b
41a
142a
127a
91a
125
143
135
126
120a
120
81
141A
140
91d
110c
119
119a
170
113
110b
117
114
110a
118
110
Z
X

【図１３】


2A
L
180
95a 147 144 130 91b 96 95
92
90
91
93
94
91e
143a
142
148
143b
127
91c
84
91e
41c
41b
41a
142a
127a
91a
125
143
135
126
120a
120
81
141A
140
91d
110c
119
119a
170
113
110b
117
114
110a
118
110
Z
X

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１－０９８７７７（ＪＰ，Ａ）
特開平４－２５３３１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０４２３２５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｋ ３１／００－３１／０５
３７／００
Ｈ０２Ｋ １１／００－１１／４０
２１／００－２１／４８