

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6713457号
(P6713457)

(45) 発行日 令和2年6月24日 (2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月5日 (2020.6.5)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 D 5/14 (2006.01)

G O 1 D 5/14 E

G O 1 B 7/00 (2006.01)

G O 1 B 7/00 I O 1 H

請求項の数 11 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2017-516943 (P2017-516943)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月22日 (2015.9.22)
 (65) 公表番号 特表2017-534856 (P2017-534856A)
 (43) 公表日 平成29年11月24日 (2017.11.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2015/052742
 (87) 国際公開番号 WO2016/046537
 (87) 国際公開日 平成28年3月31日 (2016.3.31)
 審査請求日 平成30年9月20日 (2018.9.20)
 (31) 優先権主張番号 1416870.2
 (32) 優先日 平成26年9月24日 (2014.9.24)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国 (GB)

(73) 特許権者 517102156
 ロタ エンジニアリング リミテッド
 ROTA ENGINEERING L I
 M I T E D
 イギリス国 ビーエル8 2 ビーディー
 ベリー, ウェリントン ストリート
 (74) 代理人 110001438
 特許業務法人 丸山国際特許事務所
 (72) 発明者 フレッチャー, ブルース
 イギリス国 オーエル16 4 エスディー
 ランカシャー, オールドダム, ロッチデー
 ル, マーズデン クローズ 12

審査官 菅藤 政明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁場生成器及び位置検出アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の磁石 (9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8) を備えており、前記複数の磁石 (9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8) は長手方向軸 (1 1 0) 周りに円周方向に分布しており、且つ前記長手方向軸 (1 1 0) に沿って延びている、磁場生成器 (5 0) において、

前記複数の磁石が、前記磁場生成器の長さに実質的に沿って大きさが前記軸方向に実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように、前記複数の磁石の磁性材料が配置されており、

前記複数の磁石 (9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8) の長さは、前記軸方向に異なっており、前記長手方向軸 (1 1 0) に実質的に垂直な平面内における前記複数の磁石の磁性材料の量が前記平面の軸方向位置に応じて変化することで、前記複数の磁石が、前記磁場生成器 (5 0) の長さに実質的に沿って大きさが前記軸方向に実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように、前記複数の磁石は前記軸方向に重なり合っており、

前記複数の磁石 (9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8) は、前記長手方向軸 (1 1 0) から実質的に同じ半径で配置されている、磁場生成器。

【請求項 2】

前記磁性材料の量は、前記平面の軸方向位置が変化すると、前記磁場生成器の長さの少なくとも一部分に沿って、前記平面内の磁性材料の量の少なくとも 1 つの連続的な変化によって変化する、請求項 1 に記載の磁場生成器。

【請求項 3】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）は、第１の極を形成する第１の端部から第２の極を形成する第２の端部まで前記軸方向に延びており、前記平面内の磁性材料の量は、前記複数の磁石の第１及び又は前記第２の端部から前記第１及び第２の端部の間の中間点に向かって増加する、請求項１又は請求項２に記載の磁場生成器。

【請求項４】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）は、非磁性材料のハウジングの壁内に配置されている、請求項１乃至３の何れかに記載の磁場生成器。

【請求項５】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）の各磁石は、前記ハウジングの壁のボア内に入れられる、請求項４に記載の磁場生成器。

10

【請求項６】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）の各磁石は、前記非磁性材料によって実質的に囲まれている、請求項４に記載の磁場生成器。

【請求項７】

前記磁場生成器は、１又は複数の磁石の組（１１１）を備えており、各組は、前記ハウジングの壁内に配置された、長さが異なる少なくとも１対の磁石を備えている、請求項４乃至６の何れかに記載の磁場生成器。

【請求項８】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）の磁性材料の密度が軸方向位置に応じて変化することで、前記複数の磁石が、前記磁場生成器（５０）の長さに実質的に沿って前記軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成する、請求項１乃至７の何れかに記載の磁場生成器。

20

【請求項９】

前記複数の磁石（９５，９６，９７，９８）の磁性材料の強さが軸方向位置に応じて変化することで、前記複数の磁石が、前記磁場生成器（５０）の長さに実質的に沿って前記軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成する、請求項１乃至８の何れかに記載の磁場生成器。

【請求項１０】

前記複数の磁石の各々は、N極が前記磁場発生器の第１の端部側に、S極が前記磁場発生器の第２の端部側に配置されるように揃えられている、請求項１乃至９の何れかに記載の磁場生成器。

30

【請求項１１】

軸（１８０）に沿って移動するように構成された可動部材と磁気センサ装置とを備える位置検出アセンブリ（８０）であって、

請求項１乃至１０の何れかに記載の磁場生成器（５０）が、前記可動部材と共に移動するように前記可動部材に連結されており、前記磁気センサ装置は、前記磁場生成器（５０）の軸方向位置を決定するように構成された少なくとも１つの磁気センサ（１０１）を備えている、位置検出アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本発明は、磁場生成器と、磁場生成器の位置を検出するための位置検出アセンブリとに関する。

【背景技術】

【０００２】

多くの用途において、可動部材の位置を検出することが望まれている。例えば、油圧又は空気圧シリンダアクチュエータを使用して、物体の移動又は位置決めを制御する場合、そのアクチュエータの変位を測定することが望まれていることが多い。

【０００３】

典型的な油圧又は空気圧ピストンアクチュエータは、摺動自在なピストンを収容するシ

50

リンダと、軸方向に往復運動するように配置されたピストンロッドアセンブリとを備えている。ピストンは、シリンダを2つのチャンバに分割するようにシリンダの内面にシールされており、ピストンは、それらのチャンバの一方又は他方に圧力下で導入された油圧流体又は空気圧流体の影響を受けて、ピストンロッドがハウジング内にほぼ完全に収まっている引込ストローク位置と、ピストンロッドの長さがハウジングから突出する伸長ストローク位置との間で移動可能である。ピストンの移動は通常、1又は複数の制御バルブを使用して流体をチャンバに導入することによって行われる。正確な位置決めを確実にするためには、シリンダに対するピストン又はピストンロッドの位置を示すフィードバック信号に応答して制御バルブを作動させることが望ましく、その場合、シリンダのストローク位置を正確に検出する能力を有することが必要である。

10

【0004】

ある試みでは、ひと続きのホール効果センサ又はホール効果素子が、ピストンロッド内のボアに沿ってチューブ内で直線状に配置されており、ピストンロッドに取り付けられた永久磁石がチューブに対して摺動することで、各センサが次々に作動する。

【0005】

油圧シリンダが長くなるにつれて、電子位置トランスデューサにて使用されるホール効果デバイスの数を少なくすることが経済的に有利である。これは、軸方向の磁場の長さが増加するように磁場の強さを増加することで達成できる。これにより、ホール出力曲線の幅がより広くなって、ホール効果デバイスの数を減らすことが可能とされる。

【0006】

20

これを達成できる1つの方法は、マグネットの直径を大きくすることである。しかしながら、これは、望ましくない。何故ならば、直径がより大きい磁石を収容するために、ピストンアセンブリに直径がより大きいボアを開ける必要があり、ピストンアセンブリをより弱くするからである。これは特に、小径のシリンダでは問題となる。さらに、磁石の直径を大きくすることで、磁石のコストが著しく増加する。

【0007】

これを達成できる別の方法は、マグネットの長さを長くすることである。しかしながら、これには、磁石によって生成される磁場が、磁石の磁極の間の中央部分にておいて磁束密度にほとんど変化がない、即ちこの領域における磁束密度がほぼ一定となるという問題がある。従って、ピストンが軸方向位置のある範囲にあると、この区域の磁場にて1又は複数の複数のホール効果センサで生成されるホール電圧は、ほぼ一定となる。従って、ホール効果センサによって検知されたピストン/ピストンロッドの軸方向位置の分解能が、著しく低減する。

30

【0008】

浮体の高さを決定するように配置された磁気センサを備える浮体のようなその他の用途において磁場生成器が使用される場合にも、同様の問題が存在する。磁石が大きくなると浮体の直径が増加し、続いて、タンクの上部に装着用に必要なアクセスポートの直径が増加する。

【0009】

本発明の目的は、何よりも、上述の欠点を回避又は緩和することである。また、改善された磁場生成器を提供することも目的である。また、本発明の目的は、改善された位置検出アセンブリを提供することである。

40

【発明の概要】**【0010】**

本発明の第1の態様によれば、長手方向軸に沿って延びる少なくとも1つの磁石を備える磁場生成器が提供され、少なくとも1つの磁石の磁性材料は、少なくとも1つの磁石が、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さを実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように配置されている。

【0011】

これにより、磁場生成器が生成する磁場が、例えば、少なくとも1つの磁石の磁極の間

50

の中央領域にて、磁束密度の大きさに実質的に変化がない部分を有することなく比較的長くなり得る。これは、磁場生成器の軸方向位置を決定するために磁気センサ装置が配置されている場合に有利である。この点に関して、磁場生成器の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に磁束密度が実質的に連続的に変化するので、磁気センサ装置による磁場生成器の軸方向位置の分解能は（磁場が軸方向に実質的に連続的に変化しない場合と比較して）著しく増加する。これにより、磁気センサ装置は、比較的少数の磁気センサを使用して、コストを節約することができる。

【0012】

さらに、これによって、軸方向に一樣な磁石を使用し、同様の長さの磁場を提供するように軸方向にその一樣な磁石の直径を増加させる場合と比較して、磁場生成器の直径を比較的小さくできる。従って、磁場生成器が、例えばニアアクチュエータのピストンのボア内に収容されている場合、これにより、ボアの直径を比較的小さくでき、ピストンの構造的な完全性（integrity）が維持される。浮体の高さを決定するように配置された磁気センサを備えた浮体のようなその他の用途において磁場生成器が使用される場合でも、同様の利点が生じる。例えば、磁場生成器の直径が比較的小さいと、浮体の直径を比較的小さくすることが可能となる。これは、高さを測定するように浮体が配置された、流体を収容するチャンバ内のアクセスポートが、比較的小さな直径であることを可能にする点で有利である。

【0013】

随意選択的に、軸に実質的に垂直な平面における少なくとも1つの磁石の磁性材料の量は、当該平面の軸方向位置に応じて変化することで、少なくとも1つの磁石は、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さに実質的に沿って実質的に連続的に軸方向に磁束密度の大きさが変化する磁場を生成する。

【0014】

平面の軸方向位置が変化すると、当該平面内の磁性材料の量を増加及び又は減少させることによって、磁性材料の量は変化してよい。

【0015】

磁性材料の量は、平面の軸方向位置が変化すると、当該平面内の磁性材料の量の少なくとも1つの離散的な変化によって変化してよい。

【0016】

代替的又は追加的に、磁性材料の量は、平面の軸方向位置が変化すると、少なくとも1つの磁石における軸方向の長さの少なくとも一部に沿った、当該平面における磁性材料の量の少なくとも1つの連続的な変化によって変化してよい。磁性材料の量は、平面の軸方向位置が変化すると、少なくとも1つの磁石における軸方向の長さに実質的に沿った、当該平面における磁性材料の量の連続的な変化によって変化してよい。

【0017】

平面の軸方向の位置に応じた平面内の磁性材料の量の変化は、線形であってよい。代替的又は追加的に、この変化は非線形であってよい。

【0018】

少なくとも1つの磁石は、第1の極を形成する第1の端部から第2の極を形成する第2の端部まで軸方向に延びてよく、平面内の磁性材料の量は、磁石の第1及び/又は第2の端部から、第1の端部と第2の端部の間の中間点に向かって増加してよい。

【0019】

これは、磁石の磁極間の中央部分において、少なくとも1つの磁石によって生成される磁場の磁束密度を増加させる点で有利である。これにより、この中央部分にて、磁場の磁束密度の変化が実質的にない事態が防止される。

【0020】

少なくとも1つの磁石は、径方向内面から径方向外面まで延びる厚さを有する磁性材料の壁を備えてよく、磁性材料の壁の厚さは、軸方向位置に応じた磁性材料の上記の変化をもたらすように、軸方向位置に応じて変化する。

10

20

30

40

50

【0021】

厚さの変化は、軸方向位置に応じて実質的に連続的であってよい。厚さは、軸方向の位置に応じて1又は複数のステップ状の変化として変化してよい。軸方向位置に応じた厚さの変化は、線形又は非線形であってよい。

【0022】

径方向内面及び/又は外面の半径は、軸方向における磁性材料の上記の変化を提供するように、軸方向位置に応じて変化してよい。

【0023】

少なくとも1つの磁石は、少なくとも1つの磁石の第1及び/又は第2の端部から第1の端部と第2の端部の中間点に向かって径方向内面が延びるにつれて、径方向内面と軸との径方向距離が減少するように配置されてよい。この点において、少なくとも1つの磁石の第1の端部及び/又は第2端部から中間点に向かって径方向内面が延びると、径方向内面における径方向に対向する点の間の径方向距離は減少する。径方向距離の減少は、線形又は非線形であってよい。この場合、径方向外面の半径は、軸方向位置について実質的に一定であってよい。

10

【0024】

少なくとも1つの磁石は、少なくとも1つの磁石の第1及び/又は第2の端部から第1及び第2の端部の中間点に向かって径方向外面が延びることで、径方向外面と軸の間の径方向距離が増加するように配置されている。この点において、少なくとも1つの磁石の第1及び/又は第2の端部から中間点に向かって径方向外面が延びると、径方向外面における径方向に対向する点の間の径方向距離は増加する。この場合、径方向内面の半径は、軸方向位置についてほぼ一定であってよい。径方向距離は、線形又は非線形に増加してよい。

20

【0025】

少なくとも1つの磁石は実質的に細長く、その長さは、上記の軸に沿って延びてよい。少なくとも1つの磁石は、上記の軸を中心とする実質的に円形の断面形状を有してよい。少なくとも1つの磁石は、上記の軸を中心とする異なる断面形状を有してよい。

【0026】

少なくとも1つの磁石は、複数の磁石であって、当該複数の磁石は、軸方向に異なる長さを有しており、軸に対して実質的に垂直な平面内の少なくとも1つの磁石の磁性材料の量が、平面の軸方向位置に応じて変化するように軸方向に重なり合っており、これによって、少なくとも1つの磁石は、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有するような磁場を生成する。

30

【0027】

この重なり合う配置は、軸に対して実質的に垂直な平面内の磁性材料の量が、平面の軸方向の位置が変化すると、平面内の磁性材料の量の少なくとも1つの離散的な変化によって、平面の軸方向位置に応じて変化するようにされてよい。

【0028】

随意選択的に、磁石は、入れ子配置で径方向に配置される。

【0029】

この点に関して、第1の磁石は、第2の磁石の径方向内側に配置されて、第2の磁石内に入れられる。第2の磁石は、第3の磁石の径方向内側にあり、第3の磁石内に入れられてよい。第3の磁石は、第4の磁石の径方向内側にあり、第4の磁石内に入れられてよい。入れ子配置は、より多くの、又はより少ない磁石を含んでよい。

40

【0030】

これらの磁石は、互いにほぼ同心状に揃えられてよい。

【0031】

各磁石は、実質的に環状であり、その長手方向軸周りに円周方向に延びている。各磁石は、実質的に中空な円筒であってよい。

【0032】

50

径方向に隣接する磁石は、軸方向に重なり合う長さの少なくとも一部分に沿って互いに接触してよい。

【0033】

随意選択的に、それら磁石は、長手方向軸周りに円周方向に分布しており、長手方向軸から実質的に同じ半径で配置される。

【0034】

随意選択的に、磁石は、磁気絶縁材料のハウジングの壁の内側に配置される。磁石は、磁気絶縁材料によって互いに分離されていてよい。或いは、磁石は、互いに接触していてよい。各磁石は、ハウジングの壁のボアに入れられてよい。各磁石は、磁気絶縁材料によって実質的に囲まれてよい。

10

【0035】

随意選択的に、磁石は、長手方向軸に対して周方向及び/又は径方向に配置される。

【0036】

磁場生成器は、磁石の1又は複数の組を備えており、各組は、ハウジングの壁内に配置されており、長さが異なる少なくとも一对の磁石を備えてよい。組の磁石は、壁内で周方向又は径方向にほぼ揃えられてよい。組の磁石が径方向に揃えられる場合、組は、周方向に分布してよい。組の磁石が周方向に配置される場合、磁石の組は周方向に互いに揃えられてよい。これに関して、組の磁石は、長手方向軸から実質的に同じ半径に配置されてよい。或いは、組の磁石は、周方向について、長手方向軸からの磁石の半径が増加するように、周方向に配置されてよい。組の磁石は、径方向及び/又は周方向の異なる位置に配置されてよい。

20

【0037】

各磁石は、実質的に中実であってよい。少なくとも1つの磁石は、バー状磁石、棒状磁石又は円筒状磁石であってもよい。或いは、磁石は、例えば正方形や三角形などの異なる断面形状を有してよい。

【0038】

代替的又は付加的に、各軸方向位置における少なくとも1つの磁石の磁性材料と軸との間の距離は、軸方向位置に応じて変化してよく、これによって、少なくとも1つの磁石は、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成する。

30

【0039】

各軸方向位置における少なくとも1つの磁石の磁性材料と軸との間の距離は、軸方向位置に応じて線形又は非線形に変化してよい。

【0040】

少なくとも1つの磁石の径方向内面と軸との間の距離は、磁束密度の上記の変化を生じるように軸方向位置に応じて変化してよい。

【0041】

少なくとも1つの磁石は、第1の極を形成する第1の端部から第2の極を形成する第2の端部まで軸方向に延びてよく、少なくとも1つの磁石の第1の極及び/又は第2の極から第1の端部と第2の端部の間の中間点に向かって径方向内面が延びるにつれて、径方向内面と軸の間の径方向距離は減少する。この点に関して、径方向内面が少なくとも1つの磁石の第1の端及び/又は第2の端部から中間点に向かって延びているので、径方向内面における径方向に対向する点の間の径方向距離は減少する。

40

【0042】

軸に対して実質的に垂直な平面内の少なくとも1つの磁石の磁性材料の量は、平面の軸方向位置に対して実質的に一定であってよい。この点に関して、少なくとも1つの磁石の厚さは、軸方向位置に対して実質的に一定であってよい。径方向外面は、径方向内面に実質的に平行であってよい。

【0043】

代替的又は追加的に、少なくとも1つの磁石の磁性材料の密度は、少なくとも1つの磁

50

石が、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さを実質的に沿って磁束密度の大きさが軸方向に実質的に連続的に変化するような磁場を生成するように、軸方向位置に応じて変化してよい。

【0044】

代替的又は追加的に、少なくとも1つの磁石の磁性材料の強さ(strength)は、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さを実質的に沿って磁束密度の大きさが軸方向に実質的に連続的に変化するような磁場を生成するように、軸方向位置に応じて変化してよい。

【0045】

少なくとも1つの磁石の磁性材料の強さは、軸方向位置に応じて磁性材料の化学組成を変えることによって、軸方向位置に応じて変化してよい。

10

【0046】

少なくとも1つの磁石は、軸方向に延びる、磁性材料の少なくとも1つのストリップを備えており、当該ストリップは、長手方向軸周りで周方向に部分的に延びてよい。

【0047】

少なくとも1つの磁石は、長手方向軸周りに周方向に離間して配置された複数のストリップを備えてよい。

【0048】

磁場生成器は、磁気絶縁材料のハウジングを備えてもよく、少なくとも1つのストリップは、ハウジングに固定して取り付けられる。少なくとも1つのストリップは、ハウジングの径方向内面に固定して取り付けられてもよい。

20

【0049】

本発明の第2の態様によれば、軸に沿って移動するように構成された可動部材と、磁気センサ装置とを備える位置検出アセンブリが提供され、本発明の第1の態様に基づく磁場生成器は可動部材に連結されて、可動部材と共に移動し、磁気センサ装置は、磁場生成器の軸方向位置を決定するように構成された少なくとも1つの磁気センサを備えている。

【0050】

磁場生成器は、可動部材の内部又は外部に取り付けられてよい。磁場生成器は、可動部材のボア内に取り付けられてよい。磁場生成器は、可動部材に直接取り付けられてよい。磁場生成器は、連結部材によって可動部材に連結され、当該連結部材は、可動部材の軸方向位置に応じて磁場生成器を移動させてよい。

30

【0051】

可動部材は、磁気センサ装置が設けられている磁気センサハウジングに対して軸方向に移動するように構成されてよい。磁気センサハウジングは、磁場生成器の径方向内側に配置されてもよい。或いは、磁気センサハウジングは、磁場生成器の径方向外側に配置されてよい。磁気センサハウジングは軸方向に延びてよく、可動部材は、磁気センサハウジングによって軸方向に移動するように拘束されてよい。磁気センサハウジングは管状であってよい。

【0052】

可動部材は、非磁性材料で形成されていてよい。例えば、可動部材は、磁気絶縁性の材料、例えばオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム又はナイロンで作られてよい。

40

【0053】

この場合、少なくとも1つの磁石は可動部材に接触してよい。

【0054】

可動部材は、強磁性材料、例えば、磁性炭素、鋼鉄又は鉄で作られてよい。この場合、少なくとも1つの磁石は、可動部材に接触しないように配置されてよい。

【0055】

この点に関して、磁場生成器の少なくとも1つの磁石と可動部材との間に磁気絶縁材料のスペーサが設けられてよい。磁場生成器の少なくとも1つの磁石は、磁気絶縁材料のハウジング内に配置されてよい。このことは、それが磁場の軸方向長さを増大させるように作用する点で有利である。

50

【0056】

少なくとも1つの磁石が、磁性材料の少なくとも1つのストリップを含む場合、少なくとも1つのストリップは、可動部材に対して軸方向に固定されるように可動部材に結合されてよい。少なくとも1つのストリップは、可動部材に直接取り付けられてよい。少なくとも1つのストリップが磁気絶縁材料のハウジングに固定して取り付けられる場合、磁気絶縁材料のハウジングは可動部材に固定して取り付けられてよい。

【0057】

少なくとも1つのストリップは、少なくとも1つの磁気センサからの最大の検出信号を生成する周方向位置にて可動部材に結合されてよい。これに関して、少なくとも1つのストリップは、少なくとも1つの磁気センサと周方向に揃えられた位置にて可動部材に結合されてよい。

10

【0058】

少なくとも1つのストリップは、ピン止めを含む適切な任意の固定手段によって、可動部材に固定して取り付けられてよい。

【0059】

随意選択的に、少なくとも1つの磁気センサは、ホール効果センサである。少なくとも1つの磁気センサは、例えば、磁気抵抗素子又はGMR（巨大磁気抵抗）技術などの適切な任意のタイプの磁気センサとされてよい。

【0060】

随意選択的に、少なくとも1つの磁石は、複数の磁石を含む。

20

【0061】

随意選択的に、少なくとも1つの磁気センサは、軸方向に分布している複数の磁気センサを含む。

【0062】

可動部材は、ほぼ真っ直ぐな軸に沿って移動するように構成されてよい。或いは、軸は、湾曲して、又は部分的に湾曲してよい。

【0063】

可動部材は、ハウジング内に配置されており、軸に沿って往復運動するピストンであってよく、ハウジングは内面を有する壁を有しており、ピストンは、軸方向に離間した第1及び第2の端面と、第1及び第2の端面の一方と壁の内面との間に規定されて、作動流体を受け入れる少なくとも第1のチャンバとを有しており、磁場生成器は、ピストンと共に上記の軸に沿って移動するようにピストンに結合されており、磁気センサ装置は、ハウジングに対する磁場生成器の軸方向位置を決定するように構成されている。この場合、位置検出アセンブリはリニアアクチュエータであってもよい。

30

【0064】

可動部材はまた、ピストンと共に動くようにピストンに結合されたピストンロッドを備えてよい。磁場生成器は、ピストンロッド（及びそれ故にピストン）と共に軸方向に移動するようにピストンロッド（及びそれ故にピストン）に結合されてよい。

【0065】

可動部材は、浮体であってよく、使用時に、浮体が位置する流体の高さに応じて軸方向に移動可能に構成されている。軸方向は、実質的に垂直であってよい。位置検出アセンブリは、流体を含む流体ハウジングを備えてよい。流体ハウジングは、磁気センサハウジングが通るアクセスポートを備えてよい。

40

【0066】

本明細書に記載されている特徴の全ては、任意の組み合わせで、上記態様の何れかと組み合わせられてよい。

【0067】

本発明の特定の実施形態は、単なる例示として、添付の図面を参照して以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 6 8 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 2 の態様の第 1 の実施形態に基づくリニアアクチュエータの破断斜視図を示しており、リニアアクチュエータの長手方向に沿った半分は、説明目的で省略されている。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 の態様の第 1 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図である。

【図 2 A】図 2 A は、図 2 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 2 B】図 2 B は、図 2 A の線 B - B に沿って破断した、図 2 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 3】図 3 は、本発明の第 1 の態様の第 2 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図である。

10

【図 3 A】図 3 A は、図 3 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 3 B】図 3 B は、図 3 A の線 B - B に沿って破断した、図 3 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 4】図 4 は、本発明の第 1 の態様の第 3 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 4 A】図 4 A は、図 4 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 4 B】図 4 B は、図 4 A の線 B - B に沿って破断した、図 4 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 5】本発明の第 1 の態様の第 4 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図である。

20

【図 5 A】図 5 A は、図 5 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 5 B】図 5 B は、図 5 A の線 B - B に沿って破断した、図 5 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 6】図 6 は、本発明の第 1 の態様の第 5 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 6 A】図 6 A は、図 6 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 6 B】図 6 B は、図 6 A の線 B - B に沿って破断した、図 6 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 7】図 7 は、本発明の第 1 の態様の第 6 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

30

【図 7 A】図 7 A は、図 7 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 7 B】図 7 B は、図 7 A の線 B - B に沿って破断した、図 7 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 8】図 8 は、本発明の第 1 の態様の第 7 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図である。

【図 8 A】図 8 A は、図 8 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 8 B】図 8 B は、図 8 A の線 B - B に沿って破断した、図 8 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 8 C】図 8 C は、図 8 に示す磁場生成器に使用される磁石の異なる長さを示す概略図である。

40

【図 9】図 9 は、本発明の第 1 の態様の第 8 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図である。

【図 9 A】図 9 A は、図 9 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 9 B】図 9 B は、図 9 A の線 B - B に沿って破断した、図 9 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 10】図 10 は、本発明の第 1 の態様の第 9 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 10 A】図 10 A は、図 10 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 10 B】図 10 B は、図 10 A の線 B - B に沿って破断した、図 10 A の磁場生成器

50

の断面図を示す。

【図 1 1】図 1 1 は、本発明の第 1 の態様の第 1 0 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 1 1 A】図 1 1 A は、図 1 1 に示す磁場生成器の端面図を示す。

【図 1 1 B】図 1 1 B は、図 1 1 A の線 B - B に沿って破断した、図 1 1 A の磁場生成器の断面図を示す。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、本発明の第 1 の態様の第 1 1 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、本発明の第 1 の態様の第 1 2 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

10

【図 1 2 C】図 1 2 C は、本発明の第 1 の態様の第 1 3 の実施形態に基づく、図 1 のリニアアクチュエータの磁場生成器の斜視図を示す。

【図 1 3】図 1 3 は、磁場を横切る軸方向位置 (x) に対する、図 2 A 乃至図 1 2 C の実施形態にて示された磁場生成器によって生成される磁場の磁束密度 () の変化の代表的なグラフを示す。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 のリニアアクチュエータの磁気センサ装置のホール効果センサにわたった、磁場を横切る軸方向位置 (x) に対する、図 2 A 乃至図 1 2 C の実施形態に示された磁場生成器によって生じるホール効果電圧 (V_H) の変化の代表的なグラフである。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の第 2 の態様の第 2 の実施形態に基づく、流体レベルセンサアセンブリ形態である位置検出アセンブリを示す。

20

【発明を実施するための形態】

【0069】

図 1 を参照すると、シリンダ 1 及び往復ピストン 2 で構成されたハウジングを備えた油圧リニアアクチュエータの形態である位置検出アセンブリが示されている。シリンダ 1 は、長手方向軸 1 0 0 に沿って延びている。シリンダ 1 は、第 1 及び第 2 の端部取付具 4 a , 4 b を有しており、ピストン 2 が長手方向軸 1 0 0 に沿って往復運動するように摺動自在に配置された内部チャンバ 5 を規定する。

【0070】

ピストン 2 は円柱形であり、第 1 及び第 2 の端面 6 , 7 を中央ボア 8 が貫通している。ピストン 2 は、強磁性材料、例えば磁性炭素、鋼又は鉄で作られている。

30

【0071】

ピストン 2 は、ピストンロッド 9 の第 1 の端部に向けてピストンロッド 9 に同軸状に取り付けられており、ピストンロッド 9 に対して軸方向に固定されている。ピストンロッド 9 の第 1 端部 1 3 は、ピストン 2 に固定されている。ピストンロッド 9 の第 2 の端部 1 4 は、第 2 の端部取付具 4 b 内のボアを通してシリンダの外側に突出し、第 1 の構成要素に接続するためのアイレット (eyelet) 1 4 b で終端する。第 1 の端部取付具 4 a は、第 2 の構成要素に接続するためのアイレット 1 5 を有しており、第 1 及び第 2 の構成要素は、アクチュエータによって互いに対して移動可能に設計されている。

【0072】

40

ピストン 2 は、チャンバ 5 を 2 つの可変体積部 5 a , 5 b に分けるように働いており、これら可変体積部 5 a , 5 b は、ピストン 2 の第 1 及び第 2 の端面 6 , 7 とシリンダ 1 の壁 3 の内面との間で規定されている。ポート 1 6 , 1 7 は、各端部取付具 4 a , 4 b の軸方向インボード側にて壁 3 を貫通しており、個々のチャンバ部分 5 a , 5 b 内の流体圧力を変化させて、チャンバ 1 内のピストン 2 の動きに影響を与えるように、作動流体を供給又は除去可能としている。

【0073】

長手方向軸 1 0 0 の方向に延びるピストンロッド 9 には、円筒状のボア 2 3 が設けられている。ボア 2 3 は、ピストンロッド 9 の第 1 の端部 1 3 からピストンロッド 9 の第 2 の端部 1 4 に向かって長手方向軸 1 0 0 に沿って延びており、ピストンロッド 9 の第 2 の端

50

部 1 4 の軸方向インボード側で終端している。

【 0 0 7 4 】

複数のホール効果センサ 1 0 5 の形態である磁気センサ装置は、ピストンロッド 9 のボア 2 3 に設けられたチューブ 2 4 の形態である磁気センサハウジング内に直線状に配置されている。チューブ 2 4 は円筒状であって、シリンダ 1 の長手方向軸 1 0 0 に沿って延びている。チューブ 2 4 は、シリンダ 1 に対して軸方向に固定されている。チューブ 2 4 をシリンダ 1 に固定するために、チューブ 2 4 の第 1 の端部が第 1 の端部取付具 4 a に固定されて取り付けられる。ホール効果センサ 1 0 5 は、チューブ 2 4 の軸方向 1 0 0 の長さ

【 0 0 7 5 】

磁場生成器 5 0 は、ピストンロッド 9 の第 1 の端部に向いて、ピストンロッド 9 のボア 2 4 内に入れられている。この点に関し、磁場生成器 5 0 はまた、ピストン 2 内のボア 8 内に配置される。

【 0 0 7 6 】

磁場生成器 5 0 は、ピストン 2 と共に長手方向軸 1 0 0 に沿って移動するようにピストン 2 に連結されている。この点に関し、磁場生成器 5 0 は、ピストンロッド 9 の径方向内面とチューブ 2 4 の径方向外面との間に収容されている。磁場生成器 5 0 の径方向外面は、ピストンロッド 9 の径方向内面に固定的に取り付けられており、それは、ピストンロッド 9、従ってピストン 2 と共に軸方向に移動し、磁場生成器 5 0 の径方向内面は、チューブ 2 4 の径方向外面を摺動する。

【 0 0 7 7 】

ホール効果センサ 1 0 5 及び磁場生成器 5 0 は、磁場生成器 5 0 がピストン 2 と共に摺動すると、磁場生成器 5 0 によって生成された磁場が、各ホール効果センサによって順に検知され、その結果、長手方向軸 1 0 0 に沿った、シリンダ 1 に対する磁場生成器 5 0 の位置、従ってピストン 2 の位置が検出されるように構成されている。

【 0 0 7 8 】

この点に関して、接続ケーブル 4 1 は、チューブ 2 4 から第 1 の端部取付具 4 a のボアを通して、適切な電子回路に至っており、当該電子回路は、ホール効果センサ 1 0 5 を横切ることによって生成された電圧から、ピストン 2 及び / 又はピストンロッド 9 の軸方向位置を出力するように構成されている。この出力された軸位置は、適切な制御システムによって

【 0 0 7 9 】

図 2、図 2 A 及び図 2 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 1 の実施形態が示されている。磁場生成器 5 0 は、磁性材料の環状壁 1 0 4 によって形成された単一の磁石 5 1 を含む。

【 0 0 8 0 】

環状壁 1 0 4 は、ほぼ細長く、長手方向軸 1 0 1 に沿って第 1 の端部 5 2 から第 2 の端部 5 3 まで延在する。(図 2 B に示すように) 第 1 の端部 5 2 は N 極を形成し、第 2 の端部 5 3 は S 極を形成する。

【 0 0 8 1 】

環状壁 1 0 4 は、径方向外面 5 4 から径方向内面 5 5 まで厚さ方向に延びている。環状壁 1 0 4 は、長手方向軸 1 0 1 を実質的に中心にして周方向に延びている。

【 0 0 8 2 】

径方向外面 5 4 は、実質的に円形の断面形状を有しており、当該断面形状は、磁石 5 1 の長手方向軸 1 0 1 上に実質的に中心があって、磁石 5 1 の軸方向長さにわたって実質的に一定の半径を有している。

【 0 0 8 3 】

径方向内面 5 5 は、軸線 1 0 1 の周りに実質的に円形の断面形状 (軸方向の位置に応じて以下に示すように半径が変化する) を有する。

【 0 0 8 4 】

磁性材料の壁 104 は、第 1 の端部 52 と第 2 の端部 53 から、第 1 の端部 52 と第 2 の端部 53 の間のその長さに沿って第 1 の端部 52 と第 2 の端部 53 の間にある中間点 56 まで直線的に厚さが増加する。この点において、径方向内面 55 は、磁石 51 の第 1 及び第 2 の端部 52, 53 から第 1 及び第 2 の端部 52, 53 の間のその長さに沿って中間点 56 まで延びているので、径方向内面 55 と軸 101 の間の距離は線形に減少する。従って、径方向内面 55 における径方向に対向する点の間の径方向距離は減少する。

【0085】

上述したように、環状壁 104 の径方向外面 54 は、ピストンロッド 9 の径方向内面に固定的に取り付けられているので、ピストンロッド 9、故にピストン 2 と共に軸方向に移動し、環状壁 104 の径方向内面 55 は、チューブ 24 の径方向外面にわたって摺動する。

10

【0086】

磁石 51 の長手方向軸 101 は、シリンダ 1 の長手方向軸 100 と一致しており、実質的に平行である。

【0087】

この構成では、軸 100, 101 に実質的に垂直な平面 102 における磁石 51 の磁性材料の量は、平面の軸方向の位置に応じて変化しており、磁石 51 は、(図 13 に示すように) 軸方向 100, 101 の磁石 51 の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成する。

【0088】

20

この点に関して、軸 100, 101 に実質的に垂直な平面 102 内の磁石 51 の磁性材料の量は、平面の軸方向の位置は、軸方向における磁石 51 の長さに実質的に沿って変化すると、平面内の磁性材料の量の連続的な変化によって、平面 102 の軸方向位置に応じて変化する。

【0089】

これにより、磁場生成器 50 によって生成される磁場を比較的長くすることができるが、磁場は、例えば、磁石 51 の磁極間の中央領域において、磁束密度の大きさが実質的に変化しない部分を有することはない。

【0090】

この点に関して、磁束密度の大きさは、磁場の軸方向の長さに実質的に沿って実質的に連続的に軸方向 101 に変化するので、ホール効果センサで生成されるホール効果電圧の大きさもまた、(図 14 に示すように) 軸方向 101 の磁場の長さに実質的に沿って軸方向 101 に変化する。従って、磁場生成器 50 の、それ故にピストン 2 の検知された軸方向位置の分解能は、(磁場が軸方向に実質的に連続的に変化しない場合と比較して) 著しく増加する。これにより、磁気センサ装置は、比較的少数のホール効果センサを使用することができ、コストが節約される。

30

【0091】

さらに、軸方向に均一な磁石を使用して、同様の長さの磁場を提供するように軸方向に均一な磁石の直径を大きくした場合と比較して、磁場生成器 50 の直径を比較的小さくすることができる。その結果、これにより、ピストン 2 内のボア 8 が比較的小さな直径になって、ピストン 2 の構造的完全性が維持される。

40

【0092】

図 3 乃至図 12 C は、磁場生成器 50 の異なる実施形態を示す。以下の各実施形態において、第 1 の実施形態と共通する特徴については、同じ参照符号が使用される。

【0093】

図 3、図 3 A 及び図 3 B を参照すると、磁場生成器 50 の第 2 の実施形態が示されている。第 2 の実施形態の磁場生成器 50 は、磁性材料の壁 104 は、第 1 の端部 52 と第 2 の端部 53 の間のその長さに沿って、第 1 の端部 52 と第 2 の端部 53 から中間点 56 まで、厚さが非線形に増加する点を除いて、第 1 の実施形態の磁場生成器 50 と同じである。これに関して、径方向外面 55 は、壁 104 の軸方向長さにわたって実質的に一定の半

50

径を有し、径方向内面 5 4 の半径は、軸方向位置に応じて非線形に変化して、厚さの上記の変化を生じる。

【 0 0 9 4 】

図 4、図 4 A 及び図 4 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 3 の実施形態が示されている。第 1 の実施形態と同様に、環状壁 1 0 4 の厚さは、第 1 の端部 5 2 と第 2 の端部 5 3 の間のその長さに沿って、磁石 5 1 の第 1 及び第 2 の端部 5 2、5 3 から中間点 5 6 まで線形で増加する。この実施形態の磁場生成器 5 0 は、径方向内面及び外面 5 5、5 4 の配置が逆になる点を除いて、第 1 の実施形態の磁場生成器 5 0 と同じである。即ち、径方向内面 5 5 の半径は、壁 1 0 4 の軸方向長さにわたって実質的に一定であり、径方向外面 5 4 の半径は、軸方向位置に応じて変化して、厚さの上記の変化を生じる。

10

【 0 0 9 5 】

図 5、図 5 A 及び図 5 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 4 の実施形態が示されている。第 2 の実施形態と同様に、環状壁 1 0 4 の厚さは、第 1 及び第 2 の端部 5 2、5 3 から中間点 5 6 まで非線形に増加する。本実施形態の磁場生成器 5 0 は、径方向内面及び外面 5 5、5 4 の配置が反転している点を除いて第 2 実施形態と同様である。即ち、径方向内面 5 5 の半径は、壁 1 0 4 の軸方向長さにわたって実質的に一定であり、径方向外面 5 4 の半径は、軸方向位置に応じて変化して、厚さの上記の変化を生じる。

【 0 0 9 6 】

図 6、図 6 A 及び図 6 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 5 の実施形態が示されている。この実施形態では、磁場生成器 5 0 は、複数の磁石を備えている。具体的には、磁場発生装置 5 0 は、第 1、第 2、第 3 及び第 4 の磁石 7 1、7 2、7 3、7 4 を備えている。

20

【 0 0 9 7 】

磁場生成器 5 0 は、長手方向軸 1 0 3 に沿って第 1 の端部 5 2 から第 2 の端部 5 3 まで延びている。各磁石 7 1、7 2、7 3、7 4 は、実質的に中空の円筒状磁石である。各磁石 7 1、7 2、7 3、7 4 は、長手方向軸 1 0 3 を中心として第 1 の端部から第 2 の端部まで延びており、径方向外面 5 4 及び径方向内面 5 5 を有する。それらは、長手方向軸 1 0 3 を実質的に中心とする実質的に円形の断面形状を有する。

【 0 0 9 8 】

磁石 7 1、7 2、7 3、7 4 は、互いに同軸状に入れ子状に配置されている。この点において、第 1 の磁石 7 1 は、第 2 の磁石 7 2 内に入れられ、第 2 の磁石 7 2 自体は、第 3 の磁石 7 3 内に入れられ、第 3 の磁石 7 3 は、第 4 の磁石 7 4 内に入れられる。第 1 のマグネット 7 1 の外周面は、第 2 のマグネット 7 2 の内周面に接触しており、第 2 のマグネット 7 2 の外周面は、第 3 のマグネット 7 3 の内周面に接触しており、第 3 のマグネット 7 3 の内周面は、第 4 のマグネット 7 4 の内周面に接触している。

30

【 0 0 9 9 】

マグネット 7 1、7 2、7 3、7 4 の軸方向 1 0 3 の長さは、異なる。具体的には、第 1 のマグネット 7 1 は、第 2 のマグネット 7 2 よりも軸方向 1 0 3 に短く、第 2 のマグネット 7 2 の長さは、第 3 のマグネット 7 3 よりも軸方向 1 0 3 に短く、第 3 のマグネット 7 3 の長さは、第 4 の磁石 7 4 よりも軸方向 1 0 3 に短い。

40

【 0 1 0 0 】

第 1、第 2 及び第 3 の磁石 7 1、7 2、7 3 は、それらの軸方向長さに沿った中間点が第 4 の磁石 7 4 の軸方向長さに沿って中間点 5 6 と実質的に揃えられるように、軸方向に配置されている。磁場生成器 5 0 の第 1 及び第 2 の端部 5 2、5 3 は、第 4 の磁石 7 4 の第 1 及び第 2 の端部によって規定される。

【 0 1 0 1 】

磁石 7 1、7 2、7 3、7 4 は、径方向内側の段付き面 5 5 と径方向外面 5 4 とを一緒に規定する。

【 0 1 0 2 】

径方向外面 5 4 は、第 4 の磁石 7 4 の径方向外面であり、長手方向軸 1 0 3 を実質的に

50

中心とした、実質的に円形の断面形状を有している。径方向外面 5 4 の半径は、磁場生成器 5 0 の軸方向長さに実質的に沿って実質的に一定である。

【 0 1 0 3 】

段付きの径方向内面 5 5 は、軸線 1 0 3 を中心とする実質的に円形の断面形状を有する。径方向内面 5 5 が磁場生成器 5 0 の第 1 及び第 2 の端部 5 2 , 5 3 から第 1 及び第 2 の端部 5 2 , 5 3 の間の中間点 5 6 まで延びると、径方向内面 5 5 と軸 1 0 3 の間の径方向距離はステップ状に減少する。

【 0 1 0 4 】

図 7、図 7 A 及び図 7 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 6 の実施形態が示されている。この実施形態は、磁石 7 1 , 7 2 , 7 3 , 7 4 の長さの順序を除いて第 5 の実施形態と同じである。この点に関して、第 4 のマグネット 7 4 は、第 3 のマグネット 7 3 よりも軸方向 1 0 3 に短く、第 3 のマグネット 7 3 の長さは、第 2 のマグネット 7 2 の長さよりも軸方向 1 0 3 に短く、第 2 のマグネット 7 2 の長さは、第 1 の磁石 7 1 より軸方向 1 0 3 に短い。

【 0 1 0 5 】

先の実施形態と同様に、図 6 乃至図 7 b に示す各実施形態では、軸 1 0 3 に対して実質的に垂直な平面 1 0 2 内の磁性材料の量が、平面の軸方向位置に応じて変化することで、磁場生成器 5 0 は、(図 1 3 に示すように) 軸方向 1 0 0 , 1 0 1 の磁石 5 1 の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成する。

【 0 1 0 6 】

この点に関して、軸 1 0 3 に対して実質的に垂直な平面 1 0 2 における磁石 5 1 の磁性材料の量は、平面の位置が変化すると、平面内の磁性材料の量の複数の離散的な変化によって、平面 1 0 2 の軸方向の位置に応じて変化する。

【 0 1 0 7 】

これは、先の実施形態に関して上述した利点を提供する。

【 0 1 0 8 】

図 8 乃至図 8 C を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 7 の実施形態が示されている。この実施形態では、磁場生成器 5 0 は、磁気絶縁材料のホルダ 9 0 を備える。ホルダ 9 0 は、適切なプラスチック材料、アルミニウム、真ちゅう、ナイロンのような適切な任意の磁気絶縁材料から作製されてよい。

【 0 1 0 9 】

ホルダ 9 0 は、磁気絶縁材料の壁 1 3 3 を備えており、壁 1 3 3 は、中空シリンダの一般的形状を有しており、長手方向軸 1 1 0 の周りに第 1 の端部 9 1 から第 2 の端部 9 2 まで延びている (図 8 b 参照) 。壁 1 3 3 は、縦軸 1 1 0 上に実質的に中心が置かれた円形の断面形状を有する。壁 1 3 3 は、径方向内面 1 3 4 から径方向外面 1 3 5 まで厚さ方向に延びている。

【 0 1 1 0 】

壁 1 3 3 の径方向外面 1 3 5 は、ピストンロッド 9 (及び、故にピストン 2) と共に軸方向に移動するように、ピストンロッド 9 の径方向内面に固定されて取り付けられている。

【 0 1 1 1 】

磁場生成器 5 0 は、磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 の複数の組 1 1 1 を含む。磁石の各組 1 1 1 は実質的に同一である。磁石の各組 1 1 1 は、壁 1 3 3 の厚さ内に配置され、組 1 1 1 は、長手方向軸 1 1 0 の周りに周方向に配置される。

【 0 1 1 2 】

記載された実施形態では、磁石の各組は、4 つの磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 からなる。

【 0 1 1 3 】

磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 の各々は、実質的に中実の円筒形磁石であり、長手方向軸

10

20

30

40

50

1 1 0 に実質的に平行な長手方向軸に沿って延びている。各組 1 1 1 において、組の第 1 の磁石 9 8 は組の第 2 の磁石 9 7 よりも短く、組の第 2 の磁石 9 7 は組の第 3 の磁石 9 6 よりも短く、組の第 3 の磁石 9 6 は、組の第 4 の磁石 9 5 よりも短い。

【0 1 1 4】

各磁石は、壁 1 3 3 内の個々の円筒形ボア 9 3 内に入れられており、当該ボア 9 3 は、長手方向軸 1 1 0 に実質的に平行である長手方向軸に沿って延びており、軸 1 1 0 から径方向に離間している、各組の磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は周方向に分布している。各組の磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は、軸 1 1 0 から実質的に同じ半径に配置されている。磁石の各組は、軸 1 1 0 から実質的に同じ半径に配置されている。その結果、磁場生成器の各磁石は、軸 1 1 0 から実質的に同じ半径に配置される。

10

【0 1 1 5】

各磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は、磁気絶縁性の材料の周壁 1 3 3 によって、他の各磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 から分離されている。さらに、各磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 の長手方向端部は、磁気絶縁材料の壁 1 3 3 の個々の端部によって覆われている。各磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は、磁気絶縁材料によって実質的に囲まれている。

【0 1 1 6】

各組 1 1 1 において、第 1 の磁石 9 8 は、第 2 の磁石 9 7 の軸方向の長さに沿って中心合わせされ、第 2 の磁石 9 7 は、第 3 の磁石 9 6 の軸方向の長さに沿って中心合わせされ、第 3 の磁石は、第 4 の磁石 9 5 の軸方向の長さに沿って中心合わせされている。

【0 1 1 7】

20

図 8 a の方向から見ると、各組の磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 の周方向の順番は、時計回りに、第 1 の磁石 9 8 、次に、第 2 の磁石 9 7 、次に、第 3 の磁石 9 6 、次に、第 4 の磁石 9 5 となる。その結果、各組の第 1 の磁石 9 8 は、隣接する組の第 4 の磁石 9 5 に周方向に隣接する。

【0 1 1 8】

ホルダ 9 0 内の長さが異なる上記磁石の配置によって、軸 1 1 0 に実質的に垂直な平面内の磁性材料の量は、平面の軸方向位置に応じて変化して、磁場生成器 5 0 の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場が生成される。

【0 1 1 9】

30

前述の実施形態の場合と同様に、このことによって、必要とされるホール効果センサの数が減少し、磁場生成器の直径を比較的小さくすることが可能となる。

【0 1 2 0】

さらに、各磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は磁気絶縁材料で実質的に囲まれているので、磁場生成器 5 0 は、軸方向に実質的に対称な磁束密度分布を有し、磁場の長さを増大させる。

【0 1 2 1】

図 9 乃至図 9 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 8 の実施形態が示されている。この実施形態の磁場生成器 5 0 は、各組 1 1 1 の磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 が径方向に実質的に揃えられており、長手方向軸 1 1 0 からの径方向距離の増加に伴って長さが増加する点を除いて、(図 8 , 図 8 A 乃至 8 C に示されている) 先の実施形態の磁場生成器と同じである。組 1 1 1 は周方向に分布している。

40

【0 1 2 2】

ここで、各組 1 1 1 では、第 1 のマグネット 9 8 が第 2 のマグネット 9 7 の径方向内側に設けられ、第 2 のマグネット 9 7 が第 3 のマグネット 9 6 の径方向内側に設けられ、第 3 のマグネット 9 6 が第 4 のマグネット 9 5 の径方向内側に設けられている。

【0 1 2 3】

或いは、磁石 9 5 , 9 6 , 9 7 , 9 8 は、それらの長さが長手方向軸 1 1 0 からの径方向の距離の増加と共に減少するように配置されてよい。

【0 1 2 4】

50

図 1 0 乃至図 1 0 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 9 の実施形態が示されている。磁場生成器 5 0 は、単一の磁石 5 1 を備える。磁石 5 1 は、概ね細長く、第 1 の端部 5 2 から第 2 の端部 5 3 まで長手方向軸 1 0 1 に沿って延びる磁性材料の環状壁 1 0 4 を備えている。第 1 の端部 5 2 は N 極を形成し、第 2 の端部 5 3 は S 極を形成する（図 1 0 B 参照）。

【 0 1 2 5 】

環状壁 1 0 4 は、径方向外面 5 4 から径方向内面 5 5 まで厚さ方向に延びる。環状壁 1 0 4 の厚さは、その軸方向長さにわたって実質的に一定である。

【 0 1 2 6 】

径方向内面 5 5 は、（円形断面の直径は、軸方向の位置に応じて変化するが）実質的に軸 1 0 1 を中心とする実質的に円形の断面形状を有する。径方向内面 5 5 が第 1 及び第 2 の端部 5 2 , 5 3 から中間点 5 6 まで延びると、径方向内面 5 5 と軸線 1 0 1 の間の径方向距離は線形に減少する。即ち、径方向内面 5 5 上の径方向に対向する点の間の径方向の距離は直線的に減少する。

【 0 1 2 7 】

径方向外面 5 4 は、径方向内面 5 5 に実質的に平行である。

【 0 1 2 8 】

磁性材料の環状壁 1 0 4 と長手方向軸 1 0 1 との間隔は、（図 1 3 に示すように）磁石 5 1 の軸方向の長さに実質的に沿って、軸方向 1 0 1 の大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を磁石 5 1 が生成するように、軸方向位置に応じて変化する。

【 0 1 2 9 】

この構成では、長手方向軸 1 0 1 に対して実質的に垂直な平面内の磁性材料の量は、平面の軸方向位置に対して実質的に一定である。

【 0 1 3 0 】

図 1 1 乃至図 1 1 B を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 1 0 の実施形態が示されている。この実施形態は、第 1 及び第 2 の端部 5 2 , 5 3 から中間点 5 6 まで径方向内面 5 5 が延びると、径方向内面 5 5 と軸 1 0 1 の間の径方向距離が非線形に減少する点を除いて、第 9 実施形態と同じである。つまり、径方向内面 5 5 上の径方向に対向する点の間の径方向の距離は、非線形に減少する。

【 0 1 3 1 】

図 1 2 a 乃至図 1 2 c を参照すると、磁場生成器 5 0 の第 1 1、第 1 2 及び第 1 3 の実施形態が示されている。これらの実施形態では、磁場生成器 5 0 は、磁性材料の細長いストリップ 1 0 4 によって形成された磁石を備えている。ストリップ 1 0 4 は、第 2、第 1 及び第 1 0 の実施形態の磁石の円周部分である。或いは、ストリップ 1 0 4 は、上記の他の実施形態の何れかの磁石の円周部分であってよい。

【 0 1 3 2 】

説明された実施形態では、ストリップ 1 0 4 は、ピストンロッド 9 の径方向内面にピン止めされている。しかしながら、適切な任意取り付け手段が使用できることは理解されるであろう。

【 0 1 3 3 】

ストリップ 1 0 4 は、ホールセンサ 1 0 5 から最大ホール出力電圧が生成される周方向位置にて、ピストンロッド 9 の径方向内面に取り付けられる。

【 0 1 3 4 】

或いは、磁場生成器 5 0 は、ピストンロッド 9 の径方向内面に固定して取り付けられた磁気絶縁材料の磁石ハウジングを備えてよい。ストリップ 1 0 4 は、磁気絶縁材料のハウジングの径方向内面に固定して取り付けられる。

【 0 1 3 5 】

図 2 乃至図 9 b に示された実施形態と同様に、図 1 2 a 及び図 1 2 b に示された実施形態では、軸 1 0 1 に実質的に垂直な平面内のストリップ 1 0 4 の磁性材料の量は、軸方向 1 0 1 に磁石の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密

10

20

30

40

50

度を有する磁場を生成するように構成されている。

【0136】

図10乃至図11bに示す実施形態と同様に、図12cに示す実施形態では、ストリップ104と長手方向軸101との間隔は軸方向位置に応じて変化しており、(図13に示すような)磁石51の軸方向長さに実質的に沿って軸方向101に大きさが実質的に連続して変化する磁束密度を有する磁場を磁石51が生じる。

【0137】

この構成では、長手方向軸101に対して実質的に垂直な平面内の磁性材料の量は、平面の軸方向位置に対して実質的に一定である。

【0138】

図12a、図12b及び図12cに示される実施形態の各々において、磁場生成器50は、長手方向軸101周りに周方向に分布した複数のストリップ104を備えてよい。

【0139】

以上のことから、上記の各実施形態の磁場発生装置によれば、磁気センサ装置が必要とするホール効果センサ105の数を減らして、コストを削減できる。磁場生成器50の直径はまた、比較的小さく、それによって、ピストン2内のボア8の直径を比較的小さくすることができ、ピストン2の構造的完全性が維持される。

【0140】

上述の実施形態の磁場生成器50の何れも、図1に示す磁場生成器50の代わりに、図1のリニアアクチュエータに使用されてよいことが理解されるであろう。

【0141】

図15を参照すると、流体ハウジング82内に收容された流体81内に配置された流体レベルセンサアセンブリ80の形態である位置検出アセンブリが示されている。流体ハウジング82は、流体を收容するチャンバを規定する。チャンバは、実質的に垂直な長手方向軸に沿って延びている。流体ハウジングは、その上端にて、実質的に水平な上壁88によって実質的に閉じられている。上壁88にはアクセスポート89が設けられている。アクセスポート89は、上壁88の内面から外面まで、上壁88の厚さを貫通して延びている。アクセスポート89は、長手方向軸に沿って延びており、長手方向軸を中心とした実質的に円形の断面形状を有している。

【0142】

流体レベルセンサアセンブリ80は、長手方向軸180に沿って延びる細長い円筒形チューブ83の形態である磁気センサハウジングを備えている。説明されている実施形態では、チューブ83は、その長手方向軸180が実質的に垂直になるように向けられている。チューブ83の上端は、アクセスポート89を通っている。

【0143】

ひと続きのホール効果センサ101の形態である磁気センサ装置が、チューブ83内に直線状に配置されている。チューブ83は、適切な任意の取り付け手段によって流体ハウジング82に対して軸方向に固定されている。ホール効果センサは、チューブ24の長さに沿って軸方向180に分布している。

【0144】

浮体84は、チューブ83に摺動可能に取り付けられており、チューブの軸180に沿って移動する。浮体84は、流体81の密度に対して浮力を有しており、流体81の高さが上昇及び下降すると、浮体84が上昇及び下降する。この点に関し、浮体の浮力によって、それは流体81の液面に浮いている。

【0145】

図2乃至図2Bに示す磁場生成器50は、浮体84内に入れられて、浮体84と共に軸方向180に移動する。

【0146】

ホール効果センサ及び磁場生成器50は、磁場生成器50が浮体84と共に摺動すると、磁場生成器50によって生成された磁場が各ホール効果センサによって順に感知され、

10

20

30

40

50

長手方向軸 180 に沿って、磁場生成器 50、ひいては、浮体 84 のチューブ 83 に対する位置を検出するように構成されている。この検出された位置は、流体 81 の深さを計算するために使用されてよい。

【0147】

この点に関して、接続ケーブル 85 は、チューブ 83 の上端からアクセスポート 89 を通って適切な電子回路に通じており、当該電子回路は、ホール効果センサを横切って生成された電圧から浮体 84 の軸方向位置を出力するように構成されている。

【0148】

磁場生成器 50 の直径は比較的小さいので、このことは浮体 84 が比較的小さい直径を有することを可能にする。これは、アクセスポート 89 の比較的小さい直径を可能にする点で有利である。

【0149】

図 15 に示す磁場生成器 50 の代わりに、上記の実施形態の磁場生成器の何れかをこの構成にて使用できることは理解されるであろう。

【0150】

さらに、上述の実施形態の磁場生成器は、任意の他の適切な位置検出アセンブリに使用されてよいことは理解されるであろう。

【0151】

説明及び図示された実施形態は、例示的なものであって、特徴を制限するものではなく、好ましい実施形態のみが図示及び記載されており、特許請求の範囲に規定される本発明の範囲内に入る全ての変更および修正の保護が望まれることは理解されるべきである。

【0152】

例えば、記載された実施形態では、リニアアクチュエータは油圧リニアアクチュエータである。或いは、油圧アクチュエータは、空気圧アクチュエータ、又は他の任意のタイプのリニアアクチュエータであってよい。

【0153】

ピストン 2 は、非強磁性材料で作られてよい。

【0154】

磁場発生装置の第 1 乃至第 4、第 9、第 10 の実施形態において、磁石 51 は単一の磁石である。或いはまた、磁石 51 は、磁石 51 の形状を形成するように配置された複数の別個の磁石によって構成されてよい。

【0155】

磁場発生装置 50 の第 5 乃至第 8 の実施形態において、磁場発生装置 50 は、複数の磁石を備えている。或いはまた、磁場生成器 50 は、複数の磁石の形状を構成する単一の磁石を備えてよい。

【0156】

第 1 乃至第 6 の実施形態では、磁石 51 は、実質的に円形の断面形状を有する径方向外面 54 及び径方向内面 55 を有する。或いはまた、径方向外面 54 及び / 又は径方向内面 55 は、長方形、正方形、三角形などの異なる断面形状を有してよい。

【0157】

第 7 及び第 8 の実施形態では、各組 111 の磁石 95 乃至 98 は実質的に中実の円筒形状である。或いはまた、磁石は、例えば正方形、三角形等の異なる断面形状を有してよい。組 111 の磁石は、同じ断面形状を有していても有していなくてもよい。組 111 の磁石の直径は、同じであっても同じでなくてもよい。

【0158】

磁場生成器は、磁石の 1 又は複数の組 111 を備えてよい。磁石の各組 111 は、壁 133 内の任意の場所に配置された、長さが異なる少なくとも一対の磁石を備えてよい。組 111 の磁石は、壁 133 内にて周方向又は径方向に揃えられてよい。組 111 の磁石は、互いに接触してよく、又は、磁気絶縁材料によって互いに隔てられてよい。

【0159】

第5及び第6の実施形態では、磁場生成器50は、長さが異なる複数の磁石71, 72, 73, 74の組を備えている。各磁石71, 72, 73, 74は、単一の磁石によって形成されている。或いはまた、各磁石71, 72, 73, 74は、端と端とが結合された複数の磁石部分によって形成されてよい。これは、より短い磁石を使用することを可能としており、製造の容易さの点で有利である。

【0160】

この場合、磁石部分間にて径方向に隣接する接合部について、それら接合部は互いに軸方向に離間することで、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように、磁石は構成されてよい。この点に関して、磁石部分間にて径方向に隣接する接合部は、径方向に隣接する層の磁石部分間の接合部が軸方向に揃わないように、隣接する層の磁石によって軸方向に重ね合わされる。磁石（及び磁石部分）の長さ及び重なり合った配置は、変更されてよい。

10

【0161】

第7および第8の実施形態では、磁場生成器50は、長さが異なる磁石95, 96, 97, 98の複数の組111を含む。各磁石95, 96, 97, 98は、単一の磁石によって形成されている。或いはまた、各磁石95, 96, 97, 98は、端と端が連結された複数の磁石部分によって構成されてよい。これにより、より短い磁石を使用可能となって、製造の容易さの点で有利である。

【0162】

20

この場合、磁石部分間にて径方向に隣接する接合部について、それら接合部は互いに軸方向に離間されることで、少なくとも1つの磁石の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように、磁石は構成されてよい。この点に関して、磁石部分間にて径方向に隣接する接合部は、径方向に隣接する層の磁石部分間の接合部が軸方向に揃わないように、隣接する層の磁石によって軸方向に重ね合わされる。磁石（及び磁石部分）の長さ及び重なり合った配置は、変更されてよい。

【0163】

記載された実施形態の何れかにおいても、使用される磁石の数は変更されてよい。

【0164】

30

記載された実施形態では、磁気センサはホール効果センサである。しかしながら、磁気センサは、例えば、磁気抵抗素子又はGMR（巨大磁気抵抗）技術のような適切な任意のタイプの磁気センサとされてよい。

【0165】

記載された実施形態では、磁場生成器50の磁性材料は、磁場生成器の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場を生成するように構成されている。これは、平面の軸方向位置に応じて、軸に実質的に垂直な平面内の磁性材料の量を変化させることによって、及び/又は、軸方向位置に応じて、各軸方向位置にて磁性材料と軸の間の距離を変化させることによって達成される。

【0166】

40

代替的又は追加的に、磁性材料の密度は、軸方向の位置に応じて変化して、磁場生成器の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場が生成されてよい。

【0167】

代替的又は追加的に、磁性材料の強さは、軸方向の位置に応じて変化して、磁場生成器の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続的に変化する磁束密度を有する磁場が生成されてよい。

【0168】

磁性材料の強さが、軸方向の位置に応じて磁性材料の化学組成を変化させることによって変化して、磁場生成器の軸方向の長さに実質的に沿って軸方向に大きさが実質的に連続

50

的に変化する磁束密度を有する磁場が生成されてよい。

【 0 1 6 9 】

説明において「好ましい」、「好ましくは」、「好まれる」又は「より好ましい」などの語を使用することは、そのように説明された特徴が望ましいことを示唆しているが、それにも拘わらず、それは必須ではなく、そのような特徴を欠いている実施形態は、添付の特許請求の範囲に規定される本発明の範囲内であると考えられる。特許請求の範囲と関連して、「1つの」、「少なくとも1つ」、又は「少なくとも1つの部分」などの文言が、特徴を前置きするために使用される場合、特許請求の範囲内で特に明記しない限り、そのような特徴の1つのみに特許請求の範囲を限定する意図はない。「少なくとも一部分」及び／又は「一部分」という言葉が使用される場合、その項目は、特に断りのない限り、部分及び／又は項目全体を含むことができる。

10

【 図 1 】

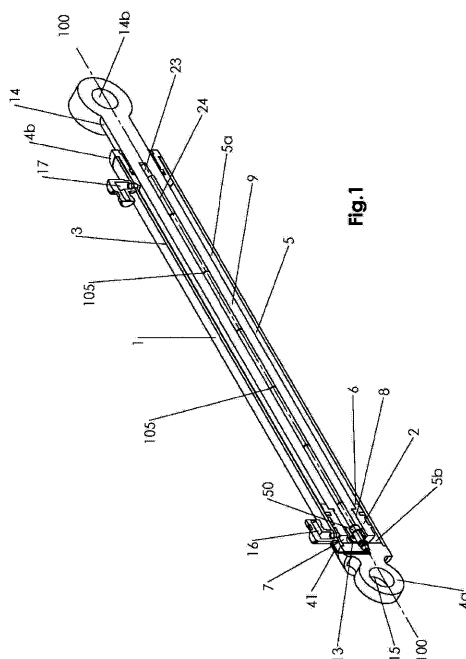


Fig.1

【 図 2 】

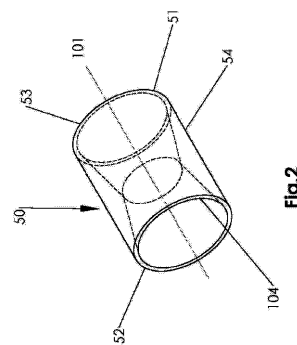


Fig.2

【 図 2 A 】

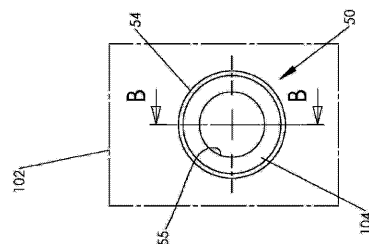


Fig.2a

【図 2 B】

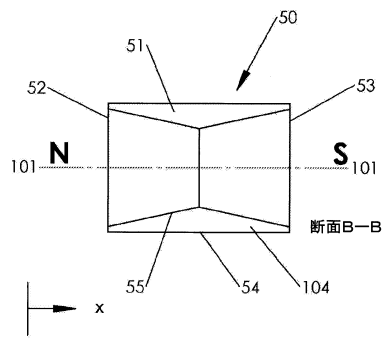


Fig.2b

【図 3】

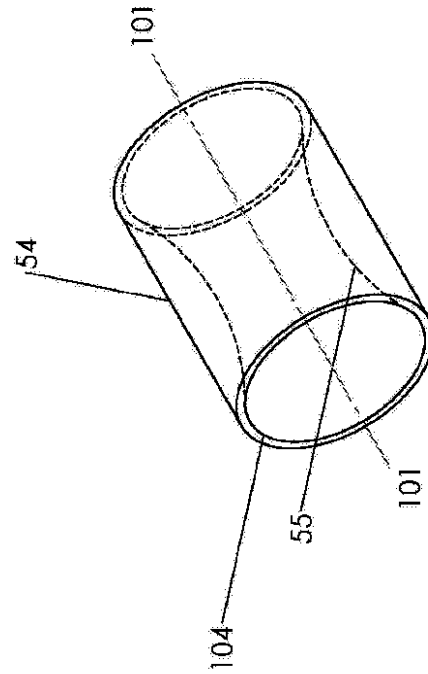


Fig.3

【図 3 A】

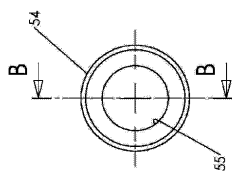


Fig.3a

【図 3 B】

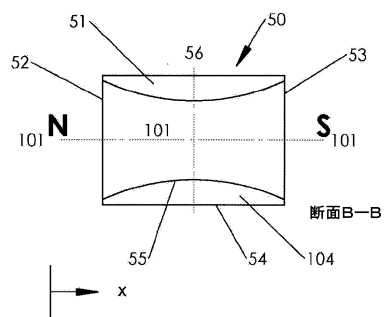


Fig.3b

【図 4】

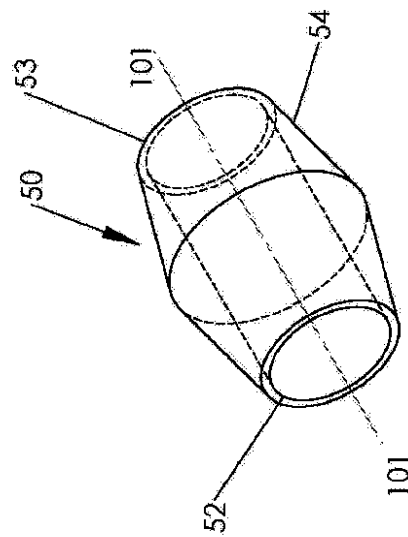


Fig.4

【図 4 A】

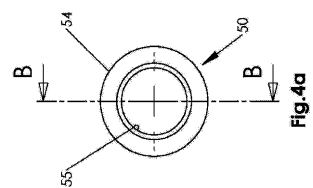
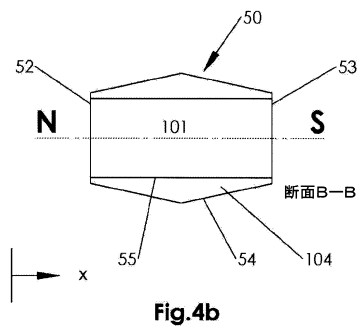
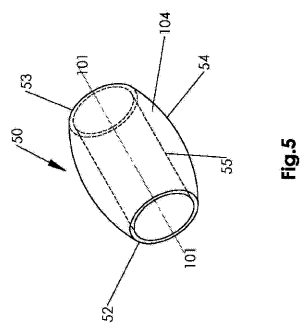


Fig.4a

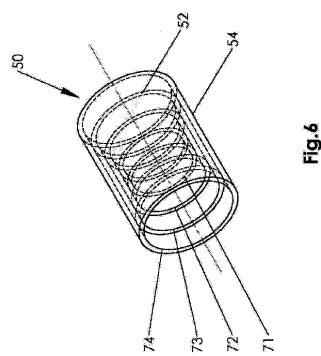
【図 4 B】



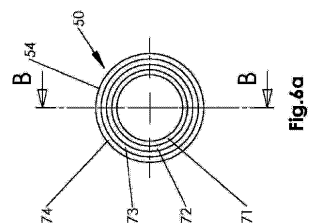
【図 5】



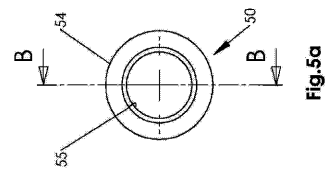
【図 6】



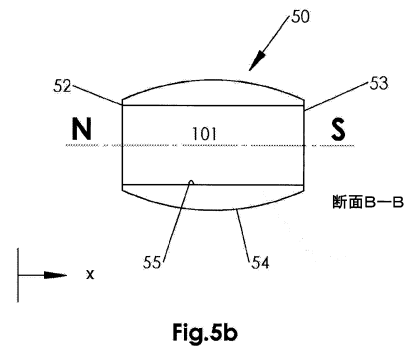
【図 6 A】



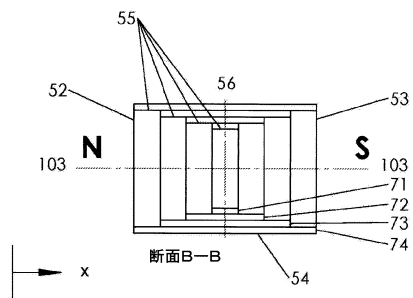
【図 5 A】



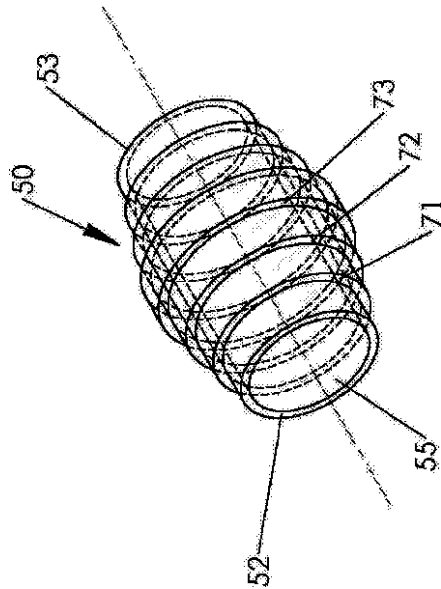
【図 5 B】



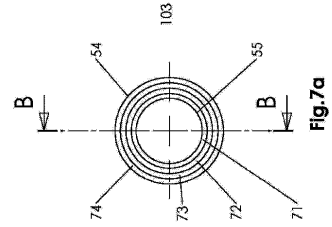
【図 6 B】



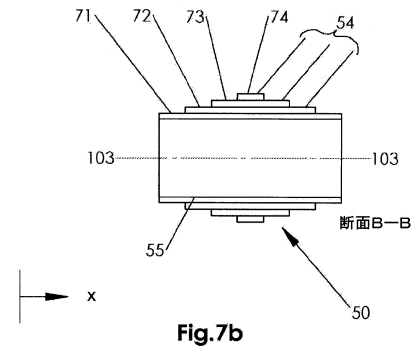
【図 7】

**Fig.7**

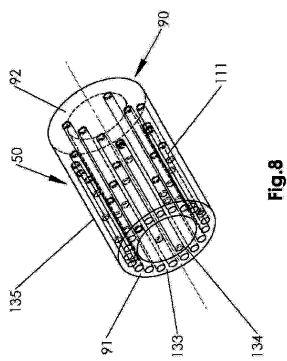
【図 7 A】



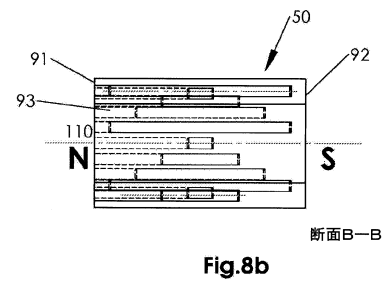
【図 7 B】



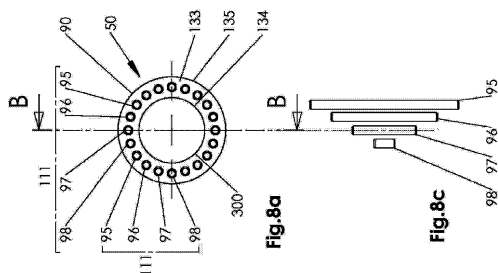
【図 8】



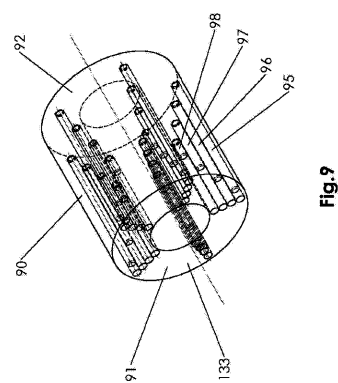
【図 8 B】



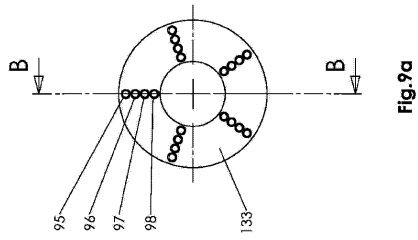
【図 8 A . 8 C】



【図 9】



【図9A】



【図9B】

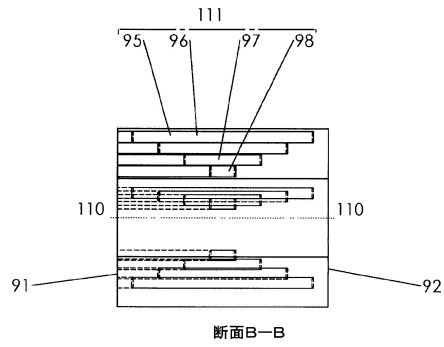


Fig. 9b

【図10B】

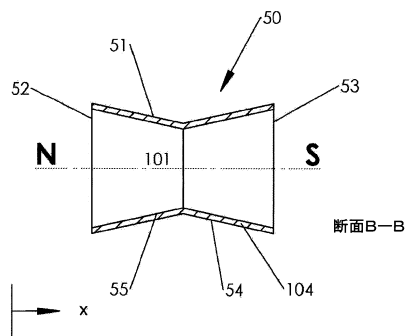
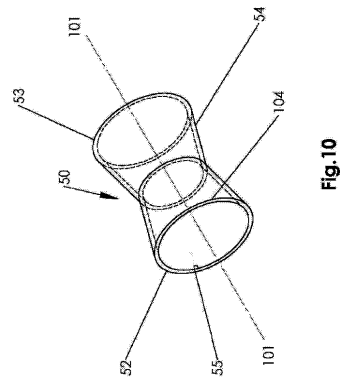
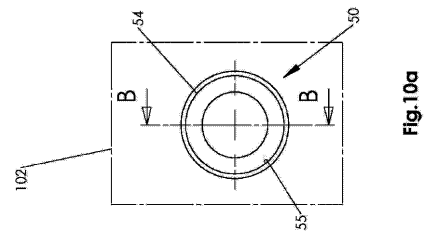


Fig. 10b

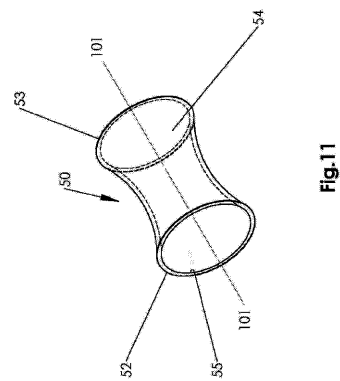
【図10】



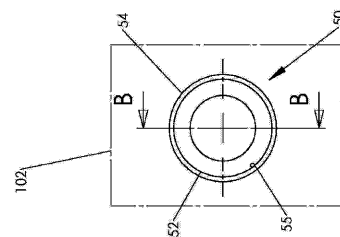
【図10A】



【図11】



【図11A】



【図 1 1 B】

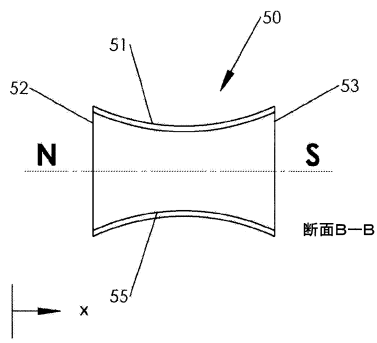


Fig.11b

【図 1 2 a】

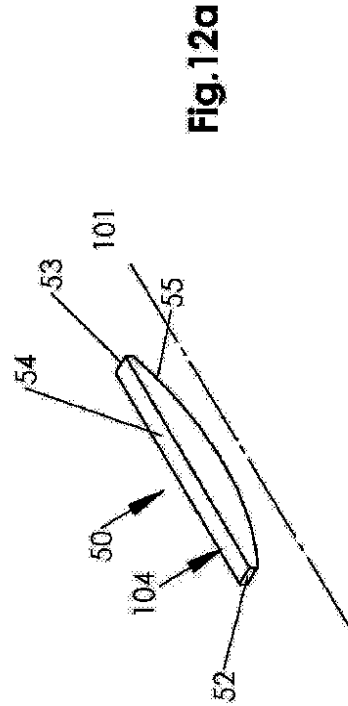


Fig.12a

【図 1 2 b】

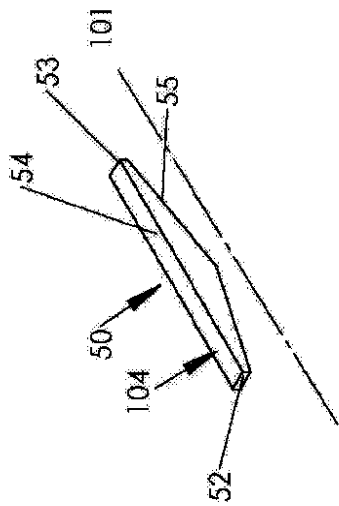


Fig.12b

【図 1 2 c】

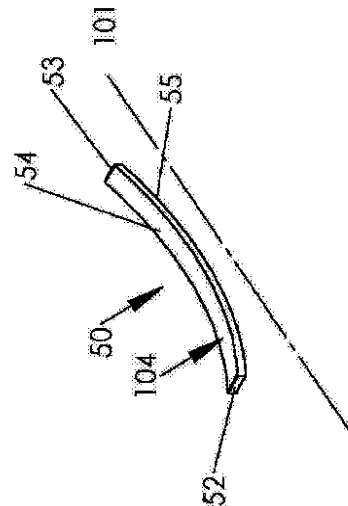


Fig.12c

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2011/108421(WO,A1)
国際公開第2010/007357(WO,A1)
特開2012-194028(JP,A)
特開2009-229437(JP,A)
特開2005-195481(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01D	5/12 - 5/252
G01B	7/00 - 7/34
H01F	7/20