

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-103199

(P2010-103199A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.

H01F 7/16 (2006.01)
F15B 13/044 (2006.01)
F16K 31/08 (2006.01)
H01F 7/121 (2006.01)
B61F 5/22 (2006.01)

F 1

H01F 7/16
F15B 13/044
F16K 31/08
H01F 7/16
B61F 5/22

R

Z
F16K 31/08
H01F 7/16
B61F 5/22

テーマコード(参考)

3H002
3H106
5E048

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2008-271492 (P2008-271492)

(22) 出願日

平成20年10月22日 (2008.10.22)

(71) 出願人 503094070

ピー・エス・シー株式会社

愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞22
66番地22 クリエイション・コア名古
屋205号

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二

(74) 代理人 100096976

弁理士 石田 純

(72) 発明者 原 敏文

愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞22
66番地22 クリエイション・コア名古
屋205号 ピー・エス・シー株式会社内

F ターム(参考) 3H002 BA02 BB01 BB06 BC04 BD04

最終頁に続く

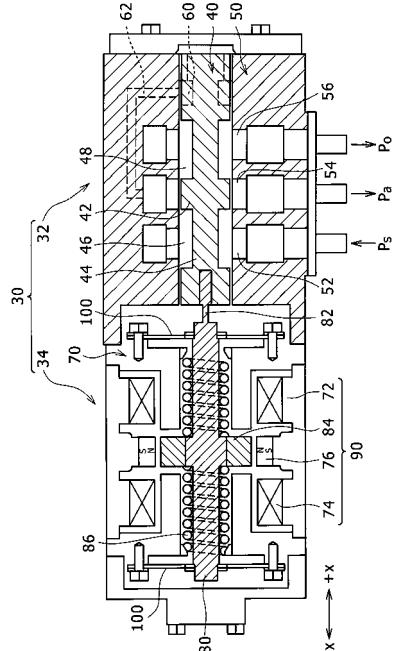
(54) 【発明の名称】アクチュエータ及び気体圧制御弁

(57) 【要約】

【課題】アクチュエータ付気体圧制御弁において、制御気体圧の精度をさらに向上させることである。

【解決手段】気体圧制御弁30は、スリーブ・スプール型の制御弁本体部32と、制御弁本体部32のスプールを移動駆動するアクチュエータ34を含んで一体化されて構成される。アクチュエータ34は、筐体70の内部に設けられる駆動軸80と、駆動軸80の両端部のそれぞれを筐体70に対して軸方向移動自在に支持する薄板状支持体100と、駆動軸80非接触で駆動力を与え、筐体70に対し駆動軸80を軸方向に移動駆動する移動駆動機構90を含んで構成される。駆動軸80の端部に設けられる接続部82によって、アクチュエータ34の軸方向移動駆動がスプール40に伝達されて、スプール40が軸方向に移動駆動される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動軸に非接触で駆動力を与え、筐体に対し駆動軸を軸方向に移動駆動する非接触式移動駆動機構と、

駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とを接続し、筐体に対し駆動軸を軸方向移動自在に支持する支持体であって、軸方向に垂直方向である径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体と、

を含むことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアクチュエータにおいて、

薄板状支持体は、

筐体の内周壁に沿って固定される外周固定部と、

駆動軸の外周壁に沿って固定される内周固定部と、

外周固定部と内周固定部との間に雲形形状の可撓アームを複数配置した雲形バネ薄板部と、

を有することを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のアクチュエータにおいて、

非接触式移動駆動機構は、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって駆動軸を軸方向に移動駆動する機構であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 4】

間隔をおいて軸方向に配置された少なくとも 3 つのランド部と、隣接するランド部を接続しランド部の外径より細い外径を有するステム部とを含むスプールと、

スプールを軸方向移動可能に支持する内壁を有し、スプールと協働してスプールの隣り合うランド部の間の空間を内壁で囲むことで少なくとも 2 つの圧力室を形成するスリーブであって、1 次側気体圧を有する気体を供給する供給口と、気体を排出する排気口と、2 次側気体圧を取り出す負荷口とを有するスリーブと、

スプールをスリーブに対し軸方向に移動駆動する駆動軸を有するアクチュエータと、
を備え、

アクチュエータは、

駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって非接触で駆動軸に駆動力を与え、駆動軸を筐体に対し軸方向に移動させる非接触式移動駆動機構と、

駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とを接続し、筐体に対し駆動軸を軸方向移動自在に支持する支持体であって、軸方向に垂直方向である径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体と、

を備えることを特徴とする気体圧制御弁。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータ及び気体圧制御弁に係り、特に、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって駆動軸を軸方向に移動させる駆動体を含むアクチュエータ及び気体圧制御弁に関する。

【背景技術】

【0002】

最近の都市交通あるいは高速大量輸送手段としての軌道車両においては、車体の軽量化ならびに振動の少ない良好な乗心地を確保するために、車体を空気ばね又はコイルばねによって台車上に支持する構造が広く用いられている。このような車体支持装置においては、車体を支持する空気ばね又はコイルばねに対して常時車体重量が加わるので、縦方向には常に最適剛性の支持力を発揮することができ、この結果車両の走行速度の増加要求に対しても十分に対応することができる。

10

20

30

40

50

【0003】

一方、車両がカーブを通過する際には、車体に横方向変位あるいは横方向動搖が生じ、特に車両編成が長い場合にその傾向が著しくなる。この横方向変位あるいは横方向動搖に対し、空気ばね又はコイルばねはその横方向剛性が不足する。そこで、特許文献1では、振り子車両においてカーブによる遠心力により車体が横方向に傾き過ぎないように、車体を支持する振り子はりと台車枠との間に気体圧サーボシリンダを配設することが開示されている。ここでは、車両が走行中に軌道から受け取るカーブ情報に応じて気体圧シリンダを制御して台車枠と振り子はりの間の距離を変えることで、振り子はりの振り子中心を中心として車体を適正にその横方向に傾斜させ、カーブ通過時の遠心力の影響を減少させる技術が提案されている。

10

【0004】

なお、本発明に関連する技術として、特許文献2には、いわゆるスリーブ・スプール型の気体圧制御弁において、スプールのランド部の外周と、ランド部に対向するスリーブの内壁との間に気体軸受が設けられ、スリーブとスプールとの間の摩擦力を軽減することが開示されている。

【0005】

【特許文献1】特開平10-129478号公報

20

【特許文献2】特開2005-3163号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来技術のように、振り子はり台車枠との間に気体圧シリンダを設け、気体圧シリンダに、車体の傾斜等に応じた気体圧を例えば気体圧制御弁から供給することで、車両の傾斜、すなわちローリングを抑制することができる。

30

【0007】

気体圧制御弁において制御気体圧の精度を高めるには、例えば、スプール・スリーブ型制御弁本体のスプールの移動精度を向上させることが必要である。スプールの移動駆動は、各種のアクチュエータで実現することが可能であるが、その場合の駆動軸の支持は玉軸受等の転がり支持を用いることが多い。転がり支持は、摩擦抵抗が転がり機構によって低減されているが、やはりある程度の摩擦抵抗を有し、これによって駆動軸の移動精度が制限される。

【0008】

本発明の目的は、駆動軸の軸方向の移動精度をさらに向上させることを可能とするアクチュエータを提供することである。他の目的は、制御気体圧の精度をさらに向上させることを可能とするアクチュエータ付気体圧制御弁を提供することである。以下の手段はこれらの目的の少なくとも1つに貢献する。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るアクチュエータは、駆動軸に非接触で駆動力を与え、筐体に対し駆動軸を軸方向に移動駆動する非接触式移動駆動機構と、駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とを接続し、筐体に対し駆動軸を軸方向移動自在に支持する支持体であって、軸方向に垂直方向である径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体と、を含むことを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係るアクチュエータにおいて、薄板状支持体は、筐体の内周壁に沿って固定される外周固定部と、駆動軸の外周壁に沿って固定される内周固定部と、外周固定部と内周固定部との間に雲形形状の可撓アームを複数配置した雲形バネ薄板部と、を有することが好ましい。

【0011】

また、本発明に係るアクチュエータにおいて、非接触式移動駆動機構は、駆動電流と磁

50

力との協働作用である電磁変換によって駆動軸を軸方向に移動駆動する機構であることが好ましい。

【0012】

また、本発明に係る気体圧制御弁は、間隔をおいて軸方向に配置された少なくとも3つのランド部と、隣接するランド部を接続しランド部の外径より細い外径を有するステム部とを含むスプールと、スプールを軸方向移動可能に支持する内壁を有し、スプールと協働してスプールの隣り合うランド部の間の空間を内壁で囲むことで少なくとも2つの圧力室を形成するスリーブであって、1次側気体圧を有する気体を供給する供給口と、気体を排出する排気口と、2次側気体圧を取り出す負荷口とを有するスリーブと、スプールをスリーブに対し軸方向に移動駆動する駆動軸を有するアクチュエータと、を備え、アクチュエータは、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって非接触で駆動軸に駆動力を与え、駆動軸を筐体に対し軸方向に移動させる非接触式移動駆動機構と、駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とを接続し、筐体に対し駆動軸を軸方向移動自在に支持する支持体であって、軸方向に垂直方向である径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体と、を備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0013】

上記構成の少なくとも1つにより、アクチュエータは、駆動軸は非接触式移動駆動機構によって筐体に対し軸方向に移動駆動され、駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とは、径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体によって軸方向移動自在に支持される。このように、駆動軸には摩擦力を介することなく非接触式で駆動力が与えられ、また、軸方向の剛性に比べ径方向に剛性の大きい薄板支持体で軸方向移動自在で両端が支持されるので、摩擦力を介さずに筐体に軸方向移動自在に支持される。これによって、駆動軸の軸方向の移動精度をさらに向上させることができる。

20

【0014】

また、アクチュエータにおいて、薄板状支持体は、筐体の内周壁に沿って固定される外周固定部と、駆動軸の外周壁に沿って固定される内周固定部との間に、雲形形状の可撓アームを複数配置した雲形バネ構造を有する。雲形バネ構造は、軸方向に移動自在となる構造であるが、ここでは、径方向の変位に対する剛性が高いことを利用して、駆動軸の両端を中心軸がぶれないように支持する。これにより、駆動軸の軸方向の移動精度をさらに向上させることができる。

30

【0015】

また、アクチュエータにおいて、非接触式移動駆動機構として、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって駆動軸を軸方向に移動駆動する機構を用いる。これによって、駆動軸を摩擦力を介することなく軸方向の駆動力を与えることができる。

【0016】

また、気体圧制御弁は、いわゆるスリーブ・スプール型機構のスプールをアクチュエータで軸方向に移動駆動する際に、アクチュエータは、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって非接触で駆動軸に駆動力を与えて、駆動軸を筐体に対し軸方向に移動させ、駆動軸の両端部のそれぞれと筐体とは、径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい薄板状支持体によって軸方向移動自在に支持される。このように、駆動軸には摩擦力を介することなく非接触式で駆動力が与えられ、また、軸方向の剛性に比べ径方向に剛性の大きい薄板支持体で軸方向移動自在で両端が支持されるので、摩擦力を介さずに筐体に軸方向移動自在に支持される。これによって、駆動軸の軸方向の移動精度をさらに向上させることができ、制御気体圧の精度をさらに向上させることができる。

40

【0017】

なお、上記の特許文献2に述べられているように、スリーブ・スプール型機構において、スプールのランド部の外周と、ランド部に対向するスリーブの内壁との間に気体軸受を設けるものとすれば、さらに一段と制御気体圧の精度を向上させることができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に図面を用いて、本発明に係る実施の形態につき詳細に説明する。なお、以下において、アクチュエータを備える気体圧制御弁が適用される対象として、いわゆる振り子車両の振り子はりを台車に対し傾斜可能に制御する気体圧シリンダを説明するが、これは例示であって、振り子車両以外に用いられる気体圧シリンダ、あるいは気体圧駆動装置であってもよい。例えば、精密移動ステージ等に用いられるピストン・シリンダ機構であってもよい。

【0019】

また、以下では、アクチュエータとして、駆動コイルと永久磁石とを含む可動鉄片型アクチュエータを説明するが、これは説明の一例であって、これ以外の非接触式移動駆動機構であってもよい。例えば、可動線輪型アクチュエータ等であってもよい。

【0020】

また、以下では、気体圧制御弁を構成する制御弁本体部について、供給口と排気口と負荷口の3つのポートを有するいわゆる三方弁として説明するが、ポートの数は3でなくてもよい。例えば、ポートの数が2である二方弁、ポートの数が5の五方弁であってもよい。

【0021】

以下では、全ての図面において同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、本文中の説明においては、必要に応じそれ以前に述べた符号を用いるものとする。

【0022】

図1は、アクチュエータを備える気体圧制御弁を用いる気体圧シリンダが搭載される振り子車両10の構成を説明する図である。なお、図1では、振り子車両10が、カーブを通過するために傾いている状態が示されている。振り子車両10は、地表6に設置されたレール8の上を走行中にカーブを通過する等で車体が傾斜するときに、振り子はりを適切に傾斜させることで車体の傾斜を緩和する機能を有する車両である。

【0023】

振り子車両10は、車体12と、車輪14と、台車枠16と、車輪14と台車枠16との間に設けられるコイルバネ18と、振り子はり20と、振り子はり20と車体12との間に設けられる空気バネ22と、台車枠16と振り子はり20との間に設けられ振り子はり20を台車枠16に対して傾斜可能に支持するコロ24と、台車枠16と振り子はり20との間に設けられる気体圧シリンダ26と、車体12に搭載される制御部28と、制御部28の制御の下で作動して気体圧シリンダ26に供給する制御気体圧Paを生成する気体圧制御弁30を含んで構成される。

【0024】

これらの構成要素において、気体圧制御弁30以外のものは、既に周知の振り子車両のシステムに用いられるものと同様の内容であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

【0025】

図2は、アクチュエータを備える気体圧制御弁30の詳細な構成を示す断面図である。気体圧制御弁30は、スリーブ・スプール型の制御弁本体部32と、制御弁本体部32のスプールを移動駆動するアクチュエータ34を含んで一体化されて構成される。なお、図2には、スプール及びこれを移動駆動するアクチュエータの駆動軸の軸方向がX軸方向として示されている。移動方向を区別するため、図2に示すように、気体圧制御弁30の長手方向を左右方向として、右側に移動する方向を+X方向、左側に移動する方向を-X方向として示されている。

【0026】

最初に制御弁本体部32の構成と作用を説明する。制御弁本体部32は、スプール40とスリーブ50を含んで構成され、スプール40をスリーブ50に対し軸方向に移動することで、1次側気体圧Psから制御気体圧Paを生成する機能を有する3方弁である。

10

20

30

40

50

【0027】

スプール40は、直径の異なる円板及び軸を複数軸方向に配列して接続して構成される部材である。円板と軸とは外径が異なり、外径の大きな円板はランド部42と呼ばれ、外径の小さな軸はステム部44と呼ばれる。

【0028】

図2の例では、ランド部42は、-X方向から+X方向に向かって、左側ランド部、中央ランド部、右側ランド部の3つが示されている。図2においてランド部42として示されているものが中央ランド部である。また、ステム部として、左側ランド部と中央ランド部との間を接続する第1ステム部、中央ランド部と右側ランド部との間を接続する第2ステム部が示されている。図2でステム部44として示されているものが第1ステム部である。

10

【0029】

スリープ50は、3つの気体圧ポートを有し、内周側が円筒状、外周側が角柱状の部材である。3つの気体圧ポートは、部材の外周側と内周側を隔てる壁を貫通する3つの穴で、それぞれ1次側気体圧Psを有する気体を供給する供給口52、負荷である気体圧シリンドラ26に2次側気体圧である制御気体圧Paを出力する負荷口54、大気圧Poに向かって開放される排気口56である。供給口52、負荷口54及び排気口56は、-X方向から+X方向に向かってこの順序で配列される。各ポートには適当なジョイントでもって、気体を導くパイプ等が接続される。なお、スプール40の軸方向の両端側は、適当な流体路によって排気口56と連通し、大気圧Poとなっている。

20

【0030】

スプール40とスリープ50とは、協働して精密な気体圧制御のための気体回路を形成する。そのため、スプール40の各要素の形状及び寸法は、以下のように、スリープ50の各要素の形状及び寸法と密接な関係で設定される。

【0031】

スプール40のランド部42は、スリープ50の内径D₀よりやや小さい外径D₁を有する円板であり、スリープ50の内壁により支持されるものである。例えば、スリープ50の内径D₀を10mmとして、各ランド部42の外径D₁をD₀から約7μm小さい値とすることができる。

30

【0032】

スプール40のステム部44は、隣り合うランド部42の間を接続する軸で、その外径D₂は、各ランド部42の外径D₁より小さく定められ、例えば、上記の例でD₂=5mmとすることができる。

【0033】

このように、各ステム部44の軸外径は、その両側のランド部42の直径より小さく設定され、各ランド部42はスリープ50の内壁により支持される。すなわち、各ステム部44に対応するところには、スリープ50の内壁との間にそれぞれ空間が形成される。これらの空間には、気体を導き、あるいは流し、あるいは保持することができるので、圧力室と呼ぶこととする。すなわち、左側ランド部と中央ランド部との間の空間をスリープ50の内壁で囲むことで第1圧力室46が形成され、中央ランド部と右側ランド部との間の空間をスリープ50の内壁で囲むことで第2圧力室48が形成される。

40

【0034】

中央ランド部の軸方向に沿った長さである幅W₁は、スリープ50の負荷口54の開口幅W₀と精密に同じ寸法に設定される。好ましくは中央ランド部の幅W₁を負荷口54の開口幅W₀より微小量だけ大きく設定するのがよい。図2に示す状態は、中央ランド部の幅W₁でちょうど負荷口54の開口幅W₀を覆った状態で、スリープ・スプール型の制御弁本体部32の中立状態、あるいは初期状態に相当する。

【0035】

第1圧力室46の軸方向に沿った長さは、第1ステム部の軸方向に沿った長さであるが、その長さは、供給口52の開口幅より十分大きく設定される。また、第2圧力室48の

50

軸方向に沿った長さである第2ステム部の長さも、排気口56の開口幅より十分大きく設定される。

【0036】

上記構成のスリーブ・スプール型の制御弁本体部32は、スプール40が後述のアクチュエータ34の駆動軸80によって軸方向に移動駆動されることで制御気体圧Paを生成するように作動する。ここで、その動作及び作用を説明する。

【0037】

制御弁本体部32において、供給口52には1次側気体圧Psが供給され、排気口56は大気に開放され大気圧Poとなっている。負荷口54は、負荷である気体圧シリンダ26に接続されている。中立状態あるいは初期状態においては、スプール40を移動駆動するアクチュエータ34には駆動信号が与えられていない。つまりアクチュエータ34の駆動軸80も中立状態あるいは初期状態にある。この状態で、アクチュエータ34の駆動軸80とスプール40との間の接続関係を適当に調整して、図2に示すように、中央ランド部が負荷口54をちょうど覆うように設定する。この状態において、第1圧力室46は1次側気体圧Psを有する気体で満たされるが、中央ランド部が負荷口54をちょうど覆っているので、負荷口54には1次側気体圧Psを有する気体が流れない。同様に、中央ランド部が負荷口54をちょうど覆っているので、負荷口54から排気口56にむけて負荷圧である制御気体圧Paが漏れることもない。

10

【0038】

つぎに、制御部28から駆動信号がアクチュエータ34に与えられ、駆動軸80がスプール40を押す方向、すなわち図2に示す+X方向に駆動力が与えられたとする。この場合、中央ランド部が排気口56側に移動するので、第1圧力室46が負荷口54とつながることになり、1次側気体圧Psを有する気体が負荷口54を通って負荷である気体圧シリンダ26に供給される。すなわち負荷口54の気体圧が上昇して2次側気体圧である制御気体圧Paが上昇する。このときは、スプール40の移動がきわめて少ない量で、制御気体圧Paが大きく変化する。すなわちスプール40の小さい移動量で、制御気体圧Paの大きな変化を制御できる。

20

【0039】

これと逆に、制御部28から駆動信号がアクチュエータ34に出され、スプール40を引く方向、すなわち図2に示す-X方向に駆動力が与えられたとする。この場合、中央ランド部が供給口52側に移動するので、第2圧力室48が負荷口54とつながることになり、負荷である気体圧シリンダ26側から負荷圧である制御気体圧Paを有する気体が第2圧力室48を通って大気側に開放される。すなわち負荷口54の気体圧が低下して2次側気体圧である制御気体圧Paが低下する。このときもやはりスプール40の移動がきわめて少ない量で、制御気体圧Paが大きく変化する。すなわちスプール40の小さい移動量で、制御気体圧Paの大きな変化を制御できる。

30

【0040】

このように、アクチュエータ34によってスプール40をスリーブ50に対し移動駆動することで、制御気体圧Paの大きな変化を制御できる。

40

【0041】

なお、図2において破線で示されるように、スプール40の右側ランド部に、帰還圧力室60を設け、ここにスリーブ50の内部に設けたバイパス流路62を介して負荷口54の制御気体圧Paを供給するものとしてもよい。帰還圧力室60は、-X側のランド部の外径がD₁であるが、+X側のランド部の外径はD₁より小さめのD₃に設定される。そのために、このD₃に対応するように、スリーブ50には、カラーがはめ込まれ、そのカラーの内径でD₃を支持するようにする。上記の例で、D₀ = 10mmとして、カラーの内径を7mm程度とすることができる。このように、帰還圧力室60は、+X方向の気体受面積と-X方向の気体受面積とが異なり、後者の方が広くなっている。

【0042】

この構成を用いると、帰還圧力室60に制御気体圧Paが供給され、+X方向の気体受

50

面積と - X 方向の気体受面積との差を A として、 A × P a の大きさの軸方向力がスプール 4 0 に帰還することができる。これによって、アクチュエータ 3 4 による軸方向の移動によって生成される制御気体圧 P a に応じた軸方向力を帰還して、制御気体圧 P a に対する制御性を向上させることができる。

【 0 0 4 3 】

例えば、アクチュエータ 3 4 によって + X 方向にスプール 4 0 が移動駆動され移動量に応じて負荷口 5 4 には制御気体圧 P a が生成されるが、帰還圧力室 6 0 の機能によって A × P a の大きさの反対方向の軸方向力がスプール 4 0 に帰還される。つまり、制御気体圧 P a の生成に対し、 P a に応じた大きさの負帰還がかけられることになる。これによって、スプール 4 0 の移動量の制御性、制御気体圧 P a の制御性が向上する。

10

【 0 0 4 4 】

次にアクチュエータ 3 4 の構成と作用を説明する。アクチュエータ 3 4 は、筐体 7 0 と、筐体 7 0 の内部に設けられる駆動軸 8 0 と、駆動軸 8 0 の両端部のそれぞれを筐体 7 0 に対して軸方向移動自在に支持する薄板状支持体 1 0 0 と、駆動軸 8 0 に非接触で駆動力を与え、筐体 7 0 に対し駆動軸 8 0 を軸方向に移動駆動する移動駆動機構 9 0 を含んで構成される。駆動軸 8 0 の + X 方向の端部に設けられる接続部 8 2 は、制御弁本体部 3 2 のスプール 4 0 の - X 方向の端部と接続される。これによって、アクチュエータ 3 4 の軸方向移動駆動がスプール 4 0 に伝達されて、スプール 4 0 が軸方向に移動駆動される。

【 0 0 4 5 】

移動駆動機構 9 0 は、筐体 7 0 における固定子部分と、駆動軸 8 0 における可動子部分と、駆動軸 8 0 が軸方向に移動駆動されたときに軸方向に復元力を与える復元バネ 8 6 を含んで構成される。筐体 7 0 における固定子部分は、ヨーク 7 2 と、駆動コイル 7 4 と、永久磁石 7 6 である。駆動軸 8 0 における可動子部分は、駆動軸 8 0 の中央部に設けられた大径の円板形状のプランジャ 8 4 である。ヨーク 7 2 、駆動軸 8 0 は、磁束が流れて磁気回路を形成できる磁性体で構成される。復元バネ 8 6 は、固定子部分であるヨーク 7 2 の軸方向両端の壁部と可動子部分であるプランジャ 8 4 の大径円板との間に設けられるコイルバネである。

20

【 0 0 4 6 】

ヨーク 7 2 は、図 2 に示されるように、ヨーク 7 2 は、環状形状の一部を切り欠いた形状を有する。そして、この切り欠いた間隙のところに、駆動軸 8 0 のプランジャ 8 4 が配置される。また、ヨーク 7 2 は、駆動コイル 7 4 が巻回されるコイルヨーク部と、永久磁石 7 6 が取り付けられる磁石ヨーク部を有する。

30

【 0 0 4 7 】

これによって、駆動コイル 7 4 に駆動電流が流されることで発生する磁束は、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク 7 2 と、その切欠間隙の中のプランジャ 8 4 とを流れて、大きな環状の磁気回路を形成する。また、永久磁石 7 6 による磁束は、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク 7 2 の右半分とプランジャ 8 4 の右半分を流れて、小さな環状の磁気回路を形成し、また、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク 7 2 の左半分とプランジャ 8 4 の左半分を流れて、もう1つの小さな環状の磁気回路を形成する。これらの磁気回路については、作用の説明のところでさらに詳細に述べる。

40

【 0 0 4 8 】

このように、移動駆動機構 9 0 は、固定子であるヨーク 7 2 等と、可動子であるプランジャ 8 4 とが切欠間隙を隔てて非接触状態のまま、磁気回路を形成する。つまり、この移動駆動機構 9 0 は、駆動電流と磁力との協働作用である電磁変換によって駆動軸 8 0 を軸方向に移動駆動する機構であるといえる。

【 0 0 4 9 】

駆動軸 8 0 の両端部のそれぞれを筐体 7 0 に対して軸方向移動自在に支持する薄板状支持体 1 0 0 は、軸方向に垂直方向である径方向の変位に対する剛性が軸方向の変位に対する剛性よりも大きい特性を有する。このような特性を有する薄板状支持体 1 0 0 としては、いわゆる雲形バネ構造を用いることができる。

50

【0050】

図3は、薄板状支持体100の例を示す図である。この薄板状支持体100は、筐体70の内周壁に沿って固定される外周固定部102と、駆動軸80の外周壁に沿って固定される内周固定部104と、外周固定部102と内周固定部104との間に雲形形状の可撓アームを複数配置した雲形バネ薄板部106とを含んで構成されている。

【0051】

雲形バネ薄板部106の可撓アームのパターンは、波形に曲がった形状を有している。波形に曲がった形状は様々なものを用いることができるが、図3の例では、薄板に同心円状のスリットを断続的に形成し、この同心円の直径を何段階かに変えて、複数の同心円状のスリットについてそれぞれ断続的に形成するとき、そのつなぎ目が同じ位置とならないようにした形状である。図3では、同心円状のスリットを3箇所で断続的とし、円周方向に角度で120度おきにつなぎ目を残して、約3分の1円周のスリットを3つ配置したものを、直径を変えて、同心円状に5段階に配置してある。そして、各段階におけるつなぎ目は、隣接する段階のつなぎ目の間隔の中間に来るようにしてある。

10

【0052】

図3の例では、一番外側の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目は、紙面上で真上と、その位置から左右に角度で120度のところに2箇所設けられる。その内側で、外側から2番目の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目は、先ほどの一番外側の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目の位置から、角度で60度ずれたところにそれぞれ設けられる。さらにその内側で、外側から3番目の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目は、外側から2番目の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目の位置から、角度で60度ずれたところ、すなわち、一番外側の同心円の3つのスリットについて残されたつなぎ目と角度的に同じ位置にそれぞれ設けられる。

20

【0053】

このようにして、スリットの間に残されたつなぎ目を円周方向に沿った角度的に異なる位置として、径方向に外側から内側にスリットを配置することで、薄板の開口が設けられない部分が波形形状となり、これによって外周固定部102と内周固定部104との間に雲形形状の可撓アームが複数配置される。

30

【0054】

かかる薄板状支持体100は、金属薄板を所定のパターンにエッチング加工して得ることができる。例えば厚さ約0.01mmから0.05mm程度のSUS板に対しエッチング加工または放電加工等を行うことによって得ることができる。なお、波形以外の形状であっても、軸方向に剛性が小さく、径方向に剛性の大きいバネ特性を有する形状であればよい。例えば、その形状が曲がりくねっていて、波形よりもさらに雲形に似ているものであってもよい。曲がりくねっている形状を工夫することで、軸方向に剛性が小さく、径方向に剛性の大きいバネ特性を有する形状とすることができます。

【0055】

すなわち、薄板状支持体100は、その中心に取り付けられた駆動軸80についてその軸方向への移動を比較的容易とすることができますが、薄板の径方向への移動、すなわち駆動軸80についてその軸方向に垂直な方向への移動を比較的困難とする特性を有する。この特性によって、駆動軸80について、軸方向に垂直な方向にずれて移動しないようにして、軸方向のみに移動自在に支持することができる。そして、この支持は、駆動軸80の軸方向の移動を摩擦なしで行うものとできる。

40

【0056】

かかる構成のアクチュエータ34の作用を図4と図5を用いて説明する。図4と図5は、アクチュエータ34における磁気回路に関する部分を抜き出して示したもので、図4と図5とは、駆動コイル74に流す電流の向きが相互に逆向きである。図4と図5において、永久磁石76によって形成される磁束の流れ92, 94を破線で示し、駆動コイル74によって形成される磁束の流れ96, 98を実線で示してある。

50

【0057】

永久磁石76によって形成される磁束の流れは、図2に関連して説明したように、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク72の右半分とプランジャ84の右半分を流れる流れ92と、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク72の左半分とプランジャ84の左半分を流れる流れ94とがある。この磁束の流れ92, 94は、駆動コイル74の電流の向きに関係しないので、図4と図5とで同じである。紙面上において、磁束の流れ92は反時計回りに流れ、磁束の流れ94は時計回りに流れる。

【0058】

駆動コイル74に駆動電流が流されることで発生する磁束は、環状形状の一部を切り欠いた形状のヨーク72と、その切欠間隙の中のプランジャ84とを流れて、大きな環状の磁気回路を形成する。ここで図4と図5とは、駆動コイル74に流す電流の向きが相互に逆向きである。図4では、駆動コイル74によって発生する磁束の流れ96が紙面上で反時計方向として示され、図4の場合と電流の向きの向きが逆である図5では、駆動コイル74によって発生する磁束の流れ98が紙面上で時計方向として示されている。

10

【0059】

そこで、図4の場合では、紙面上でプランジャ84の右側では、永久磁石76による磁束の流れ92と駆動コイル74による磁束の流れ96とが同方向であるので磁束が強めあう。一方で、プランジャ84の左側では、永久磁石76による磁束の流れ94と駆動コイル74による磁束の流れ96とが逆方向であるので磁束が弱めあう。これによって、駆動軸80は、+X方向に移動駆動される。

20

【0060】

このとき、駆動軸80の両端の薄板状支持体100は、駆動軸80を軸方向に垂直な方向に位置をずらさないように、軸方向には移動自在に支持する。薄板状支持体100は駆動軸80の軸方向変位に対し復元力を有してはいるが、これとは別に復元バネ86が設けられているので、薄板状支持体100に期待される機能は主として、駆動軸80を軸方向に垂直な方向である径方向に位置をずらさないように支持することである。

20

【0061】

このようにして、駆動コイル74に流す電流の向きとその大きさによって、プランジャ84に与える軸方向の移動駆動力を制御できる。復元バネ86の復元力に抗して移動駆動力を与えることで、駆動軸80を軸方向に移動駆動でき、接続部82を介して、制御弁本体部32のスプール40をスリーブ50に対し軸方向に移動駆動できる。これによって、負荷口54から制御気体圧Paを出力して、負荷である気体圧シリンダ26に供給できる。このときに、アクチュエータ34は非接触式で駆動軸80を移動駆動し、薄板状支持体100は駆動軸80を摩擦なしで支持するので、制御気体圧Paを精度よく出力できる。

30

【0062】

このアクチュエータ付き気体圧制御弁30を用いて、振り子車両10における制御は以下のようにして行うことができる。図1において、振り子車両10が走行中にカーブ等を通過する際、車体12が傾斜すると、その傾斜を例えば傾斜センサ、あるいは加速度センサ等で検出し、振り子はりをどの程度傾斜させるのが適当か、制御部28が算出する。そして、アクチュエータ34の駆動コイル74に与える電流の向きとその大きさを決定して、図示されていない駆動コイル制御回路を作動させる。駆動コイル制御回路からは決定された駆動電流が出力されて駆動コイル74に供給される。

40

【0063】

これによって上記のように、駆動コイル74に供給される電流の向きと大きさに応じて駆動軸80が移動駆動され、接続部82を介して制御弁本体部32のスプール40が移動駆動され、負荷口54から制御気体圧Paが出力されて気体圧シリンダ26に供給される。気体圧シリンダ26は供給された制御気体圧Paに応じてピストンをシリンダに対して移動駆動する。これによって台車枠16と振り子はり20の回転中心との距離が変更され、台車枠16に対して振り子はり20が制御部28の目的とした傾斜度で傾くことになる。このように、制御気体圧Paを用いて、振り子車両10における傾斜制御が実行される

50

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明に係る実施の形態のアクチュエータ付き気体圧制御弁を用いる気体圧シリンドラが搭載される振り子車両の構成を説明する図である。

【図2】本発明に係る実施の形態において、アクチュエータを備える気体圧制御弁の詳細な構成を示す断面図である。

【図3】本発明に係る実施の形態における薄板状支持体の例を示す図である。

【図4】本発明に係る実施の形態において、アクチュエータの作用を説明する図である。

【図5】図4に対し、駆動コイルに流す電流の向きを逆にした場合を説明する図である。

10

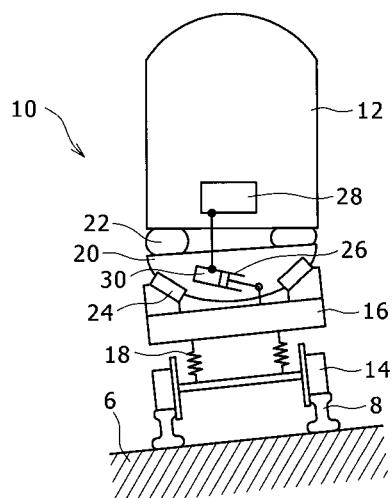
【符号の説明】

【0065】

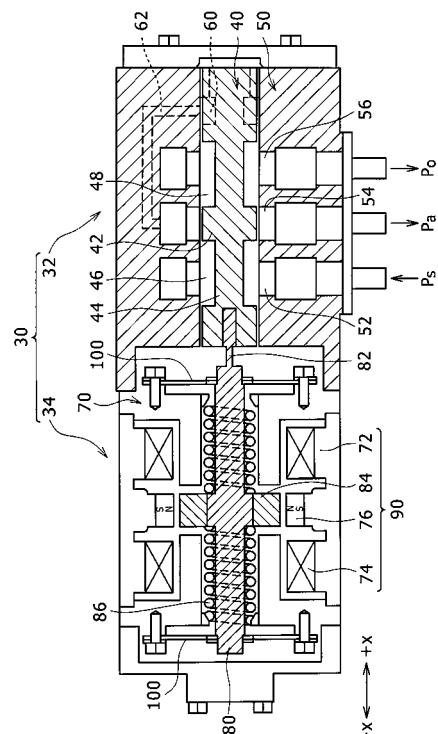
6 地表、8 レール、10 振り子車両、12 車体、14 車輪、16 台車枠、
 18 コイルバネ、20 振り子はり、22 空気バネ、24 口口、26 気体圧シリンドラ、
 28 制御部、30 気体圧制御弁、32 制御弁本体部、34 アクチュエータ、
 40 スプール、42 ランド部、44 ステム部、46 第1圧力室、48 第2圧力室、
 50 スリーブ、52 供給口、54 負荷口、56 排気口、60 帰還圧力室、
 62 バイパス流路、70 筐体、72 ヨーク、74 駆動コイル、76 永久磁石、
 80 駆動軸、82 接続部、84 プランジャ、86 復元バネ、90 移動駆動機構、
 92, 94, 96, 98 磁束の流れ、100 薄板状支持体、102 外周固定部、
 104 内周固定部、106 雲形バネ薄板部。

20

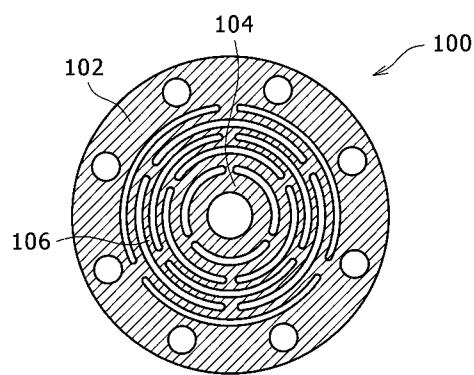
【図1】



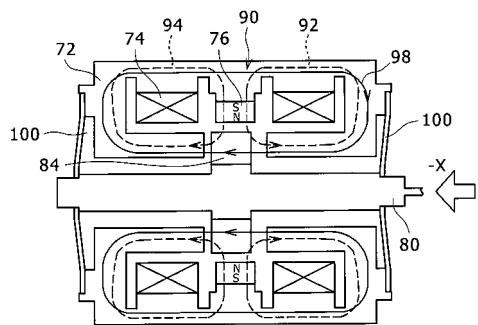
【図2】



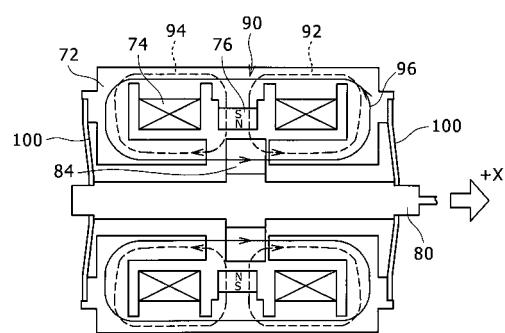
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3H106 DA03 DA25 DA26 DC09 DD03 EE01 KK04
5E048 AA10 AB02 AC08 AD02