

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4124183号
(P4124183)

(45) 発行日 平成20年7月23日(2008.7.23)

(24) 登録日 平成20年5月16日(2008.5.16)

(51) Int.Cl.

F01L 9/04 (2006.01)
F16K 31/06 (2006.01)

F 1

F01L 9/04
F16K 31/06 375

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-251288 (P2004-251288)
 (22) 出願日 平成16年8月31日 (2004.8.31)
 (65) 公開番号 特開2006-70706 (P2006-70706A)
 (43) 公開日 平成18年3月16日 (2006.3.16)
 審査請求日 平成18年11月17日 (2006.11.17)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 櫻木 武
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁駆動弁およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弁軸を有する駆動弁と、
 磁性材料から形成されたアーム部を有し、前記弁軸に連結された一方端から支持部材に
 摆動自在に支持された他方端に向けて延びる揆動部材と、
 前記アーム部に向い合って設けられたコアと、前記コアに旋回されたコイルとを有し、
 前記揆動部材に電磁力を作用させるため前記コイルに電流を流した時に、前記コアと前記
 アーム部とを通る磁気回路を形成する電磁石と、

前記磁気回路に沿った磁軸を有し、前記磁気回路に流れる磁束に作用するように設けられ
 た永久磁石とを備え、

前記揆動部材は、互いに間隔を隔てて設けられた第1揆動部材および第2揆動部材を含
 み、前記電磁石は、前記第1揆動部材と前記第2揆動部材との間に配置され、

前記磁気回路は、前記コアと前記第1揆動部材の前記アーム部とを通る第1磁気回路と
 、前記コアと前記第2揆動部材の前記アーム部とを通る第2磁気回路とを含み、

前記永久磁石は、前記第1磁気回路および前記第2磁気回路のいずれか一方に流れる磁
 束を強め、かつ前記第1磁気回路および前記第2磁気回路のいずれか他方に流れる磁束を
 弱めるように配置され、

前記揆動部材は、前記電磁石から作用された電磁力により、前記他方端を支点に揆動し
 、前記一方端を介して前記揆動部材の揆動運動を受けた前記駆動弁が、前記弁軸の延びる
 方向に沿って往復運動する、電磁駆動弁。

10

20

【請求項 2】

前記永久磁石は、前記コアに設けられている、請求項 1 に記載の電磁駆動弁。

【請求項 3】

前記永久磁石は、前記コアと前記コイルとの間に設けられている、請求項 1 または 2 に記載の電磁駆動弁。

【請求項 4】

前記永久磁石は、前記コアに内蔵されており、

前記コアは、前記永久磁石によって前記磁気回路上で分割されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電磁駆動弁。

【請求項 5】

前記コイルは、前記第 1 搖動部材の前記アーム部に向い合う第 1 コイルと、前記第 2 搖動部材の前記アーム部に向い合う第 2 コイルとを含む、請求項 1 に記載の電磁駆動弁。

【請求項 6】

弁軸を有する駆動弁と、

互いに間隔を隔てて設けられた第 1 搖動部材および第 2 搖動部材を含み、前記弁軸に連結され、第 1 位置と第 2 位置との間で搖動することによって、前記駆動弁を前記弁軸の延びる方向に沿って往復運動させる搖動部材と、

前記第 1 搖動部材と前記第 2 搖動部材との間に配置され、前記搖動部材に電磁力を作用させるため前記第 1 搖動部材および前記第 2 搖動部材をそれぞれ通る第 1 磁気回路および第 2 磁気回路を形成する電磁石と、

前記第 1 磁気回路および前記第 2 磁気回路のいずれか一方に流れる磁束を強め、かつ前記第 1 磁気回路および前記第 2 磁気回路のいずれか他方に流れる磁束を弱めるように配置された永久磁石とを備える電磁駆動弁の制御方法であつて、

前記電磁石への電流供給を停止することによって、前記第 1 位置にある前記搖動部材を前記第 2 位置に向けて始動させる第 1 工程と、

前記第 1 工程の後、前記搖動部材が前記第 1 位置と前記第 2 位置との中間位置に到達する前に、前記電磁石への電流供給を開始する第 2 工程とを備える、電磁駆動弁の制御方法。

【請求項 7】

前記第 1 位置は、前記駆動弁の開弁側の搖動端であり、前記第 2 位置は、前記駆動弁の閉弁側の搖動端である、請求項 6 に記載の電磁駆動弁の制御方法。

【請求項 8】

前記第 1 位置は、前記駆動弁の閉弁側の搖動端であり、前記第 2 位置は、前記駆動弁の開弁側の搖動端である、請求項 6 に記載の電磁駆動弁の制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

この発明は、一般的には、電磁駆動弁およびその制御方法に関し、より特定的には、内燃機関に用いられる回転駆動式の電磁駆動弁およびその制御方法に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

従来の電磁駆動弁に関して、たとえば、特開平 11-350929 号公報には、アーマチャを確実に電磁石に吸引させつつ、消費電力の低減を図ることを目的とした、並進駆動式と呼ばれる電磁駆動バルブが開示されている（特許文献 1）。特許文献 1 に開示された電磁駆動バルブは、弁体と一体に形成された弁軸を備える。

【0 0 0 3】

弁軸には、弁軸の径方向に突出する鍔状のアーマチャが形成されており、そのアーマチャを挟むように、第 1 電磁石および第 2 電磁石が配置されている。電磁駆動バルブは、さらに、弁軸の軸方向に直列に配置された、弁体を閉弁方向に付勢するロアスプリングと、弁体を開弁方向に付勢するアッパスプリングとを備える。並進駆動式では、第 1 電磁石お

10

20

30

40

50

および第2電磁石で発生する電磁力と、ロアスプリングおよびアッパスプリングの弾性力とが、弁軸に直接、作用し、これによって弁軸が、開弁位置と閉弁位置との間で往復運動する。第1電磁石および第2電磁石を構成するコアには、大きい電磁力を発生させるためのアシスト磁石が配設されている。

【0004】

また、特開平4-276106号公報には、電磁バルブを効率良く駆動することを目的とした電磁駆動バルブが開示されている（特許文献2）。特許文献2に開示された電磁駆動バルブも、特許文献1に開示された電磁駆動バルブと同様に、並進駆動式である。電磁駆動バルブは、電磁力によって電磁バルブを駆動する動弁機構を備える。その動弁機構を構成するヨークには、永久磁石部が設けられている。

10

【特許文献1】特開平11-350929号公報

【特許文献2】特開平4-276106号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示された並進駆動式の電磁駆動バルブでは、第1電磁石と第2電磁石との間に隙間が形成されており、その隙間で、アーマチャが、第1および第2電磁石に交互に引き寄せられながら往復運動する。したがって、開弁位置と閉弁位置とを除いて、アーマチャと電磁石との間は、一様に離れた状態となっている。しかしながら、電磁力は、電磁石との間が狭い位置で、より大きく作用する。このため、特許文献1に開示された電磁駆動バルブでは、十分に大きい電磁力をアーマチャに作用させることができず、大きな駆動力が得られないという問題が発生する。また、このような問題は、同様に並進駆動式である特許文献2に開示された電磁駆動バルブでも発生する。

20

【0006】

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、十分に大きい駆動力が得られる電磁駆動弁およびその制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に従った電磁駆動弁は、弁軸を有する駆動弁と、磁性材料から形成されたアーム部を有し、弁軸に連結された一方端から支持部材に揺動自在に支持された他方端に向けて延びる揺動部材と、電磁石とを備える。電磁石は、アーム部に向い合って設けられたコアと、そのコアに旋回されたコイルとを有する。揺動部材に電磁力を作用させるためコイルに電流を流した時に、電磁石は、コアとアーム部とを通る磁気回路を形成する。電磁駆動弁は、さらに、磁気回路に沿った磁軸を有し、磁気回路に流れる磁束に作用するように設けられた永久磁石を備える。揺動部材は、互いに間隔を隔てて設けられた第1揺動部材および第2揺動部材を含む。電磁石は、第1揺動部材と第2揺動部材との間に配置されている。磁気回路は、コアと第1揺動部材のアーム部とを通る第1磁気回路と、コアと第2揺動部材のアーム部とを通る第2磁気回路とを含む。永久磁石は、第1磁気回路および第2磁気回路のいずれか一方に流れる磁束を強め、かつ第1磁気回路および第2磁気回路のいずれか他方に流れる磁束を弱めるように配置されている。揺動部材は、電磁石から作用された電磁力により、他方端を支点に揺動する。一方端を介して揺動部材の揺動運動を受けた駆動弁が、弁軸の延びる方向に沿って往復運動する。

30

【0008】

このように構成された電磁駆動弁によれば、永久磁石内の磁束の方向と磁気回路に流れる磁束の方向とが、同じ方向であれば、磁気回路に流れる磁束が強められ、反対方向であれば、磁気回路に流れる磁束が弱められる。このため、コイルに流す電流の方向を適当に選択することによって、揺動部材の揺動運動が助長されるように、作用させる電磁力の大きさを制御することができる。加えて、本発明では、電磁駆動弁の駆動方式に、揺動部材の揺動運動を介して駆動弁を往復運動させる方式（以下、回転駆動式とも呼ぶ）が用いられている。この場合、弁軸に連結された一方端の近くと比較して、支持部材に揺動自在に

40

50

支持された他方端の近くでは、アーム部と電磁石との間の距離が、揺動部材の揺動位置にかかわらず常時、狭くなる。このため、揺動部材により大きい電磁力を作用させることができる。したがって、このような回転駆動式の電磁駆動弁に上述の永久磁石を設けることによって、十分に大きい駆動力を得ることができる。

【0009】

また好ましくは、永久磁石は、コアに設けられている。このように構成された電磁駆動弁によれば、永久磁石内に形成されている磁束を磁気回路に流れる磁束に、より効果的に作用させることができる。

【0010】

また好ましくは、永久磁石は、コアとコイルとの間に設けられている。このように構成された電磁駆動弁によれば、永久磁石を設けるためにコアを分割する必要がない。これにより、電磁石の構成を簡易化することができる。

【0011】

また好ましくは、永久磁石は、コアに内蔵されている。コアは、永久磁石によって磁気回路上で分割されている。このように構成された電磁駆動弁によれば、磁気回路に流れる磁束を、確実に永久磁石を通過させることができる。これにより、永久磁石内に形成されている磁束を磁気回路に流れる磁束に、さらに効果的に作用させることができる。

また好ましくは、コイルは、第1揺動部材のアーム部に向い合う第1コイルと、第2揺動部材のアーム部に向い合う第2コイルとを含む。

この発明に従った電磁駆動弁の制御方法は、弁軸を有する駆動弁と、揺動部材と、電磁石と、永久磁石とを備える電磁駆動弁の制御方法である。揺動部材は、互いに間隔を隔てて設けられた第1揺動部材および第2揺動部材を含む。揺動部材は、弁軸に連結される。揺動部材は、第1位置と第2位置との間で揺動することによって、駆動弁を弁軸の延びる方向に沿って往復運動させる。電磁石は、第1揺動部材と第2揺動部材との間に配置されている。電磁石は、揺動部材に電磁力を作用させるため第1揺動部材および第2揺動部材をそれぞれ通る第1磁気回路および第2磁気回路を形成する。永久磁石は、第1磁気回路および第2磁気回路のいずれか一方に流れる磁束を強め、かつ第1磁気回路および第2磁気回路のいずれか他方に流れる磁束を弱めるように配置されている。電磁駆動弁の制御方法は、電磁石への電流供給を停止することによって、第1位置にある揺動部材を第2位置に向けて始動させる第1工程と、第1工程の後、揺動部材が第1位置と第2位置との中間位置に到達する前に、電磁石への電流供給を開始する第2工程とを備える。

また好ましくは、第1位置は、駆動弁の開弁側の揺動端であり、第2位置は、駆動弁の閉弁側の揺動端である。

また好ましくは、第1位置は、駆動弁の閉弁側の揺動端であり、第2位置は、駆動弁の開弁側の揺動端である。

【発明の効果】

【0012】

以上説明したように、この発明に従えば、十分に大きい駆動力が得られる電磁駆動弁およびその制御方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下に説明する図面では、同一またはそれに相当する部材には同じ参照番号が付されている。

【0014】

(実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1における電磁駆動弁を示す断面図である。本実施の形態における電磁駆動弁は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの内燃機関の機関バルブ(吸気弁または排気弁)を構成している。本実施の形態では、電磁駆動弁が吸気弁を構成している場合について説明を行なうが、排気弁を構成する場合であっても、電磁駆動弁は、同様の構造を備える。

10

20

30

40

50

【0015】

図1を参照して、電磁駆動弁10は、回転駆動式の電磁駆動弁であり、その運動機構には、並行リンク機構が適用されている。

【0016】

電磁駆動弁10は、一方向に延びるステム12を有する駆動弁14と、ステム12の異なる位置に連結され、作用された電磁力および弾性力によって揺動するロアディスク20およびアップディスク30と、その電磁力を発生する開閉兼用電磁石60（以下、たんに電磁石60とも呼ぶ）と、ロアディスク20およびアップディスク30にそれぞれ設けられ、これらのディスクに弾性力を作用させるロアトーションバー26およびアップトーションバー36とを備える。電磁石60には、永久磁石71および72が内蔵されている。駆動弁14は、ロアディスク20およびアップディスク30の揺動運動を受けて、ステム12が延びる方向（矢印103に示す方向）に往復運動する。

10

【0017】

駆動弁14は、吸気ポート17が形成されたシリンダヘッド41に搭載されている。シリンダヘッド41の吸気ポート17から図示しない燃焼室に連通する位置には、バルブシート42が設けられている。駆動弁14は、さらに、ステム12の先端に形成された傘部13を有する。駆動弁14の往復運動に伴って、傘部13がバルブシート42に密着したり、バルブシート42から離脱することによって、吸気ポート17の開閉が行なわれる。つまり、ステム12が上昇することによって、駆動弁14が閉弁位置へと位置決めされ、ステム12が下降することによって、駆動弁14が開弁位置へと位置決めされる。

20

【0018】

ステム12は、傘部13から連続する下部ステム12mと、ラッシュアジャスタ16を介して下部ステム12mに接続された上部ステム12nとから構成されている。ラッシュアジャスタ16は、上部ステム12nと下部ステム12mとの間で緩衝部材として機能し、縮みやすく伸びにくい特性を有する。ラッシュアジャスタ16は、閉弁位置にある駆動弁14の位置決め誤差を吸収し、傘部13をバルブシート42に確実に密着させる。下部ステム12mには、その外周面から突出する連結ピン12pが形成されており、上部ステム12nには、その外周面から突出する連結ピン12qが、連結ピン12pから離れた位置で形成されている。

30

【0019】

シリンダヘッド41には、下部ステム12mを軸方向に摺動可能なように案内するバルブガイド43が設けられており、バルブガイド43から離れた位置には、上部ステム12nを軸方向に摺動可能なように案内するステムガイド45が設けられている。バルブガイド43およびステムガイド45は、ステム12との高速摺動に耐えられるように、たとえば、ステンレスなどの金属材料から形成されている。シリンダヘッド41の頂面には、ステム12と間隔を隔てた位置に、ディスク支持台51が取り付けられている。

【0020】

図2は、図1中の電磁石を示す斜視図である。図1および図2を参照して、ディスク支持台51には、ロアディスク20とアップディスク30との間に位置するように電磁石60が設けられている。電磁石60は、開閉兼用コイル62（以下、たんにコイル62とも呼ぶ）と、吸着面61aおよび61bを有し、磁性材料から形成された開閉兼用コア61（以下、たんにコア61とも呼ぶ）とから構成されている。コア61は、ステム12の延びる方向に直交方向に延びる軸部61pを有する。コイル62は、軸部61pの周りを旋回するように設けられており、モノコイル（連続する一続きの線からなるコイル）から構成されている。

40

【0021】

コイル62に電流を流すと、コア61とロアディスク20との間で磁束が流れることによって、磁気回路102が形成され、コア61とアップディスク30との間で磁束が流れることによって、磁気回路101が形成される。コア61には、磁気回路101および102上に位置して、それぞれ、永久磁石71および72が設けられている。コア61は、

50

永久磁石 7 1 および 7 2 によって、軸部 6 1 p を含む部分 6 1 m と、アッパディスク 3 0 およびロアディスク 2 0 に向い合って位置する部分 6 1 n とに分割されている。

【 0 0 2 2 】

永久磁石 7 1 は、磁気回路 1 0 1 に沿った方向に磁軸を有し、部分 6 1 n および 6 1 m に接触する側には、それぞれ、S 極およびN 極が形成されている。このような構成により、磁極によって永久磁石 7 1 内に形成される磁束は、部分 6 1 n に接触する側から部分 6 1 m に接触する側に（矢印 7 1 x に示す方向に）向かっている。また、永久磁石 7 2 は、磁気回路 1 0 2 に沿った方向に磁軸を有し、部分 6 1 n および 6 1 m に接触する側には、それぞれ、N 極およびS 極が形成されている。このような構成により、磁極によって永久磁石 7 2 内に形成される磁束は、部分 6 1 m に接触する側から部分 6 1 n に接触する側に（矢印 7 2 x に示す方向に）向かっている。10

【 0 0 2 3 】

ディスク支持台 5 1 には、さらに、開弁用永久磁石 5 5 と、電磁石 6 0 を挟んで閉弁用永久磁石 5 5 の反対側に位置する閉弁用永久磁石 5 6 とが設けられている。開弁用永久磁石 5 5 は、吸着面 5 5 a を有し、吸着面 5 5 a と電磁石 6 0 の吸着面 6 1 b との間には、ロアディスク 2 0 が揺動する空間が規定されている。また、閉弁用永久磁石 5 6 は、吸着面 5 6 a を有し、吸着面 5 6 a と電磁石 6 0 の吸着面 6 1 a との間には、アッパディスク 3 0 が揺動する空間が規定されている。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、図 1 中のロアディスク（アッパディスク）を示す斜視図である。図 1 および図 3 を参照して、ロアディスク 2 0 は、一方端 2 2 および他方端 2 3 を有し、他方端 2 3 から一方端 2 2 に向けてステム 1 2 に交差する方向に延びている。ロアディスク 2 0 は、矩形形状の表面 2 1 a および 2 1 b が形成され、一方端 2 2 と他方端 2 3 との間に渡って延びるアーム部 2 1 と、他方端 2 3 に位置して設けられ、中空円筒形状を有する軸受け部 2 8 とから構成されている。表面 2 1 a および 2 1 b は、それぞれ、電磁石 6 0 の吸着面 6 1 b および開弁用永久磁石 5 5 の吸着面 5 5 a に向い合っている。コイル 6 2 に電流を流して形成される磁気回路 1 0 2 は、コア 6 1 の軸部 6 1 p、永久磁石 7 2 およびアーム部 2 1 を通る閉ループを構成している。20

【 0 0 2 5 】

アーム部 2 1 には、一方端 2 2 側に位置して、切欠き部 2 9 が形成されている。切欠き部 2 9 の互いに向い合う壁面には、長孔 2 4 が形成されている。他方端 2 3 には、一方端 2 2 から他方端 2 3 に向かう方向の直交方向に延びる中心軸 2 5 が規定されている。軸受け部 2 8 には、中心軸 2 5 に沿って延びる貫通孔 2 7 が形成されている。30

【 0 0 2 6 】

アッパディスク 3 0 は、ロアディスク 2 0 と同様の形状を備え、ロアディスク 2 0 の一方端 2 2 、他方端 2 3 、アーム部 2 1 、表面 2 1 a 、表面 2 1 b 、切欠き部 2 9 、長孔 2 4 、軸受け部 2 8 、貫通孔 2 7 および中心軸 2 5 に対応して、一方端 3 2 、他方端 3 3 、アーム部 3 1 、表面 3 1 b 、表面 3 1 a 、切欠き部 3 9 、長孔 3 4 、軸受け部 3 8 、貫通孔 3 7 および中心軸 3 5 が形成されている。表面 3 1 a および 3 1 b は、それぞれ、電磁石 6 0 の吸着面 6 1 a および閉弁用永久磁石 5 6 の吸着面 5 6 a に向い合っている。ロアディスク 2 0 およびアッパディスク 3 0 は、磁性材料から構成されている。コイル 6 2 に電流を流して形成される磁気回路 1 0 1 は、コア 6 1 の軸部 6 1 p、永久磁石 7 1 およびアーム部 3 1 を通る閉ループを構成している。40

【 0 0 2 7 】

ロアディスク 2 0 の一方端 2 2 は、長孔 2 4 に連結ピン 1 2 p が挿通されることによって、下部ステム 1 2 m に対して揺動自在に連結されている。アッパディスク 3 0 の一方端 3 2 は、長孔 3 4 に連結ピン 1 2 q が挿通されることによって、上部ステム 1 2 n に対して揺動自在に連結されている。また、他方端 2 3 は、貫通孔 2 7 に挿入されたロアトーションバー 2 6 を介して、ディスク支持台 5 1 に揺動自在に支持されている。他方端 3 3 は、貫通孔 3 7 に挿入されたアッパトーションバー 3 6 を介して、ディスク支持台 5 1 に揺

10

20

30

40

50

動自在に支持されている。このような構成により、ロアディスク20およびアップディスク30をそれぞれ、中心軸25および35を中心に揺動させると、駆動弁14を往復運動させることができる。

【0028】

ロアトーションバー26により、ロアディスク20には、中心軸25を中心に時計周りに付勢されるように、弾性力が作用している。アップトーションバー36により、アップディスク30には、中心軸35を中心に反時計周りに付勢されるように、弾性力が作用している。電磁石60による電磁力が加わっていない状態で、ロアディスク20およびアップディスク30は、ロアトーションバー26およびアップトーションバー36によって、開弁側の揺動端と閉弁側の揺動端との中間位置に位置決めされる。

10

【0029】

図4は、開弁側の揺動端にあるアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。図5は、開弁側の揺動端から中間位置に向かうアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。図6は、中間位置にあるアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。図7は、閉弁側の揺動端にあるアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。続いて、電磁駆動弁10の動作について説明を行なう。

【0030】

図4を参照して、駆動弁14が開弁位置にある場合、コイル62には、コア61の軸部61pの周りで矢印110に示す方向に流れる電流を供給する。これにより、アップディスク30は、電磁石60で発生する電磁力によって、電磁石60の吸着面61aに引き寄せられている。一方、ロアディスク20は、開弁用永久磁石55によって、吸着面55aに引き寄せられている。結果、アップディスク30およびロアディスク20は、中心軸25周りに配置されたロアトーションバー26の弾性力に抗して、図中に示す開弁側の揺動端に保持されている。

20

【0031】

次に、コイル62への電流供給を停止すると、電磁石60に発生していた電磁力が消滅する。これにより、アップディスク30およびロアディスク20は、ロアトーションバー26の弾性力によって、吸着面61aおよび55aからそれぞれ離脱し、中間位置に向けて揺動し始める。

【0032】

30

図5を参照して、ロアディスク20およびアップディスク30が中間位置に達する前に、コイル62に矢印115に示す方向に電流を流す。これにより、コア61とロアディスク20との間で、矢印117に示す方向に磁束が流れ、ロアディスク20を、電磁石60の吸着面61bに引き寄せる電磁力が発生する。また、コア61とアップディスク30との間で、矢印116に示す方向に磁束が流れ、アップディスク30を、電磁石60の吸着面61aに引き寄せる電磁力が発生する。

【0033】

このとき、コア61とロアディスク20との間で流れる磁束の方向と、永久磁石72内で形成されている磁束の方向とが一致するため、磁束は強められる。これにより、ロアディスク20を吸着面61bに引き寄せる電磁力が増大する。一方、コア61とアップディスク30との間で流れる磁束の方向と、永久磁石71内で形成されている磁束の方向とは反対方向であるため、磁束は相殺され、弱められる。これにより、アップディスク30を吸着面61aに引き寄せる電磁力は低減する。

40

【0034】

このように永久磁石71および72を設けることによって、ディスクの揺動方向に作用する電磁力を増大させ、揺動方向の反対方向に作用する電磁力を低減させることができる。これにより、ロアディスク20およびアップディスク30の揺動運動を介して得られる駆動弁14の閉弁力を増大させることができる。

【0035】

図6を参照して、ロアトーションバー26およびアップトーションバー36は、中間位

50

置に到達した後、ロアディスク20を吸着面61bに引き寄せる電磁石60による電磁力と、アップディスク30を吸着面56aに引き寄せる閉弁用永久磁石56による磁力とによって、中間位置から閉弁側の揺動端に向けて揺動する。閉弁用永久磁石56を設けることによって、特に閉弁位置の近くで不足しがちな電磁力を補うことができる。これにより、駆動弁14の閉弁力が低下することを防止できる。

【0036】

図7を参照して、ロアディスク20およびアップディスク30が、図中に示す閉弁側の揺動端に達したら、コイル62への電流供給を停止する。これにより、アップディスク30およびロアディスク20は、アップトーションバー36の弾性力によって、吸着面56aおよび61bからそれぞれ離脱し、中間位置に向けて、再び揺動し始める。

10

【0037】

図4を参照して、ロアディスク20およびアップディスク30が中間位置に到達する前に、コイル62に矢印110に示す方向に電流を流す。これにより、コア61とアップディスク30との間で、矢印111に示す方向に磁束が流れ、アップディスク30を、電磁石60の吸着面61aに引き寄せる電磁力が発生する。また、コア61とロアディスク20との間で、矢印112に示す方向に磁束が流れ、ロアディスク20を、電磁石60の吸着面61bに引き寄せる電磁力が発生する。

【0038】

このとき、コア61とアップディスク30との間で流れる磁束の方向と、永久磁石71内で形成されている磁束の方向とが一致するため、磁束は強められる。これにより、アップディスク30を吸着面61aに引き寄せる電磁力が増大する。一方、コア61とロアディスク20との間で流れる磁束の方向と、永久磁石72内で形成されている磁束の方向とは反対方向であるため、磁束は相殺され、弱められる。これにより、ロアディスク20を吸着面61bに引き寄せる電磁力は低減する。この場合にも、ディスクの揺動方向に作用する電磁力を増大させ、揺動方向の反対方向に作用する電磁力を低減させることができる。このため、駆動弁14の閉弁力を増大させることができる。

20

【0039】

ロアディスク20およびアップディスク30は、中間位置に到達した後、アップディスク30を吸着面61aに引き寄せる電磁石60による電磁力と、ロアディスク20を吸着面55aに引き寄せる閉弁用永久磁石55による磁力とによって、図中に示す閉弁側の揺動端まで揺動する。この場合、閉弁用永久磁石55によって、特に閉弁位置の近くにおいて駆動弁14の閉弁力が低下することを防止できる。

30

【0040】

以降、コイル62への電流供給の開始と停止とを、以上に説明したタイミングで繰り返す。この工程によって、アップディスク30およびロアディスク20を開弁側および閉弁側の揺動端の間で揺動させ、この揺動運動を介して駆動弁14を往復運動させる。

【0041】

本実施の形態における電磁駆動弁10では、ロアディスク20およびアップディスク30が、揺動途中にあるとき、電磁石60からロアディスク20までの距離が、他方端23に近づくに従って小さくなり、電磁石60からアップディスク30までの距離が、他方端33に近づくに従って小さくなる。これに対して、並進駆動式の電磁駆動弁では、電磁石と電磁力が作用する駆動弁のアーマチャとの間が一様に離れてしまう。電磁石との距離が小さい位置では、大きい電磁力が作用するため、回転駆動式の電磁駆動弁10では、並進駆動式の電磁駆動弁と比較して、より大きい電磁力を駆動弁14に作用させることができる。

40

【0042】

また、電磁駆動弁10では、ディスク支持台51にロアディスク20およびアップディスク30を揺動自在に設け、これらのディスクの間に電磁石60を1つ配置した構成が採られている。これにより、1つのディスクの上下に電磁石を1つずつ配置する場合と比較して、電磁駆動弁10の高さを低く抑えることができる。また、このような構成により、

50

モノコイルからなる電磁石 6 0 を設けるだけで、アップディスク 3 0 およびロアディスク 2 0 を揺動させ、駆動弁 1 4 を往復運動させることができる。このため、コストウェイトが高い電磁石の部品点数を削減し、大幅なコストダウンを図ることができる。

【 0 0 4 3 】

また、本実施の形態では、図 5 に示す工程において、ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 が中間位置に達する前にコイル 6 2 に電流を流したが、モノコイルからなる電磁石を用いた電磁駆動弁で、このようなタイミングで電流を流せるのは、永久磁石 7 1 および 7 2 を設けたことによる効果である。その理由は、以下に説明する通りである。

【 0 0 4 4 】

電磁石 6 0 をモノコイルから構成した場合、電磁石 6 0 で発生した電磁力は、ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 の両方に同じように作用する。つまり、永久磁石 7 1 および 7 2 が設けられていない電磁駆動弁では、図 6 中に示す中間位置で電磁石 6 0 に電流を投入すると、ロアディスク 2 0 が吸着面 6 1 b に引き寄せられるが、アップディスク 3 0 も、同じ力で吸着面 6 1 a に引き寄せられる。

10

【 0 0 4 5 】

このため、中間位置に保持しようとするロアトーションバー 2 6 およびアップトーションバー 3 6 の弾性力に抗して、ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 を揺動させるためには、図 6 中の中間位置を越えた位置で、コイル 6 2 への電流供給を開始する必要がある。この場合、電磁力は、互いの間隔が狭いロアディスク 2 0 と電磁石 6 0 との間でより大きく作用するため、アップディスク 3 0 およびロアディスク 2 0 を、図 7 中に示す閉弁側の変位端へと揺動させることができる。

20

【 0 0 4 6 】

しかし、既に説明したように、永久磁石 7 1 および 7 2 を設けることによって、ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 に作用させる電磁力を自由に増減させることができる。このため、本実施の形態では、コイル 6 2 への電流供給の開始時期を、ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 が中間位置に達する前に設定することができる。これにより、電磁石 6 0 で発生する電磁力を、より効果的にロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 に作用させることができる。このため、駆動弁 1 4 の閉弁力および開弁力を増大させることができる。

【 0 0 4 7 】

30

この発明の実施の形態 1 における電磁駆動弁 1 0 は、弁軸としてのステム 1 2 を有する駆動弁 1 4 と、磁性材料から形成されたアーム部 2 1 および 3 1 を有し、ステム 1 2 に連結された一方端 2 2 および 3 2 から、支持部材としてのディスク支持台 5 1 に揺動自在に支持された他方端 2 3 および 3 3 に向けて延びる揺動部材としてのロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 と、電磁石としての開閉兼用電磁石 6 0 とを備える。電磁石 6 0 は、アーム部 2 1 および 3 1 に向い合って設けられたコアとしての開閉兼用コア 6 1 と、コア 6 1 に旋回されたコイルとしての開閉兼用コイル 6 2 とを有する。コイル 6 2 に電流を流すことによって、電磁石 6 0 は、コア 6 1 とアーム部 2 1 および 3 1 とを通る磁気回路 1 0 2 および 1 0 1 を形成する。

【 0 0 4 8 】

40

電磁駆動弁 1 0 は、さらに、磁気回路 1 0 2 および 1 0 1 に沿った磁軸を有し、磁気回路 1 0 2 および 1 0 1 に流れる磁束に作用するように設けられた永久磁石 7 2 および 7 1 を備える。ロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 は、電磁石 6 0 から作用された電磁力により、他方端 2 3 および 3 3 を支点に揺動する。一方端 2 2 および 3 2 を介してロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 の揺動運動を受けた駆動弁 1 4 が、ステム 1 2 の延びる方向に沿って往復運動する。

【 0 0 4 9 】

揺動部材としてのロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 は、弁軸としてのステム 1 2 が延びる方向に互いに距離を隔てて複数、設けられている。複数の揺動部材としてのロアディスク 2 0 およびアップディスク 3 0 の間には、電磁石 6 0 が配置されている。コ

50

イル62は、モノコイルから構成されている。

【0050】

電磁駆動弁10は、ロアディスク20を挟んで電磁石60の反対側に設けられた第1の永久磁石としての開弁用永久磁石55と、アッパディスク30を挟んで電磁石60の反対側に設けられた第2の永久磁石としての閉弁用永久磁石56とをさらに備える。

【0051】

この発明の実施の形態1における電磁駆動弁の制御方法は、上述の電磁駆動弁10の制御方法である。その制御方法は、電磁石60への電流供給を停止することによって、第1の揺動端としての開弁側の揺動端にある揺動部材としてのロアディスク20およびアッパディスク30を第2の揺動端としての閉弁側の揺動端に向けて始動させる工程と、その工程の後であって、揺動部材としてのロアディスク20およびアッパディスク30が、第1の揺動端としての開弁側の揺動端と、第2の揺動端としての閉弁側の揺動端との中間位置に到達する前に、電磁石60への電流供給を開始する工程とを備える。

【0052】

なお、本実施の形態では、永久磁石71および72をコア61に設けたが、本発明は、これに限定されない。永久磁石71および72を設ける位置は、磁極によって形成された永久磁石71および72内の磁束が、磁気回路102および101に流れる磁束に作用する位置であれば、コア61から離れた位置であっても良い。また、永久磁石71および72を、アッパディスク30およびロアディスク20のアーム部31および21に設けても良い。

【0053】

このように構成された、この発明の実施の形態1における電磁駆動弁10によれば、回転駆動式の電磁駆動弁に永久磁石71および72を設けることで、開弁力および閉弁力を増大させ、十分に大きい駆動力を得ることができる。これにより、電磁駆動弁10が搭載されたエンジンの性能を向上させることができる。

【0054】

(実施の形態2)

図8は、この発明の実施の形態2における電磁駆動弁の模式図である。本実施の形態における電磁駆動弁は、実施の形態1における電磁駆動弁10と比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を繰り返さない。

【0055】

図8を参照して、本実施の形態では、実施の形態1における永久磁石71および72に替えて、電磁石60に永久磁石81および82が設けられている。永久磁石81および82は、軸部61pの外周上に位置して、コア61とコイル62との間に設けられている。永久磁石81は、アッパディスク30に向い合う側に配置されており、永久磁石82は、ロアディスク20に向い合う側に配置されている。

【0056】

永久磁石81には、コア61とアッパディスク30との間に形成される磁気回路118に沿った磁軸が形成されており、磁極によって永久磁石81内に形成される磁束は、矢印81xに示す方向に向かっている。永久磁石82には、コア61とロアディスク20との間に形成される磁気回路119に沿った磁軸が形成されており、磁極によって永久磁石82内に形成される磁束は、矢印81xに示す方向とは反対の矢印82xに示す方向に向かっている。

【0057】

このような構成により、コイル62に適当な方向に電流を流すと、コア61とアッパディスク30との間で流れる磁束は、ディスクが閉弁側から開弁側に向けて揺動するときは、増大され、開弁側から閉弁側に向けて揺動するときは、低減される。また、コア61とロアディスク20との間で流れる磁束は、ディスクが閉弁側から開弁側に向けて揺動するときは、低減され、開弁側から閉弁側に向けて揺動するときは、増大される。

【0058】

10

20

30

40

50

このように構成された、この発明の実施の形態2における電磁駆動弁によれば、実施の形態1に記載の効果と同様の効果を得ることができる。加えて、永久磁石81および82がコア61に埋め込まれた構成となっていないため、電磁石60を容易かつ安価に製造することができる。

【0059】

(実施の形態3)

図9は、この発明の実施の形態3における電磁駆動弁の断面図である。本実施の形態における電磁駆動弁は、実施の形態1における電磁駆動弁10と比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を繰り返さない。

【0060】

図9を参照して、本実施の形態では、実施の形態1における電磁石60に替えて、電磁石90が設けられている。電磁石90は、コイル94および95と、吸着面93aおよび93bを有し、磁性材料から形成されたコア93とから構成されている。コア93は、略E字の断面形状の部分91と部分92とが組み合わされた形状を有する。部分91および92は、それぞれ、アップディスク30およびロアディスク20に向い合う側に位置し、ステム12の延びる方向に延びる軸部91pおよび92pを有する。コイル94および95は、それぞれ、軸部91pおよび92pを旋回するように設けられている。

【0061】

コイル94に電流を流すと、部分91とアップディスク30との間で磁束が流れることによって、コア93に、磁気回路123および124が形成される。コイル95に電流を流すと、部分92とロアディスク20との間で磁束が流れることによって、コア93に、磁気回路125および126が形成される。コア93には、永久磁石97および98が内蔵されている。永久磁石97は、磁気回路123および125に沿った磁軸を有し、磁極によって磁石内に形成される磁束は、矢印97xに示す方向に向かっている。永久磁石98は、磁気回路124および126に沿った磁軸を有し、磁極によって磁石内に形成される磁束は、矢印98xに示す方向とは反対の矢印97xに示す方向に向かっている。

【0062】

このような構成により、コイル94および95に適当な方向に電流を流すと、コア93とアップディスク30との間で流れる磁束は、ディスクが閉弁側から開弁側に向けて振動するときは、増大され、開弁側から閉弁側に向けて振動するときは、低減される。また、コア93とロアディスク20との間で流れる磁束は、ディスクが閉弁側から開弁側に向けて振動するときは、低減され、開弁側から閉弁側に向けて振動するときは、増大される。

【0063】

このように構成された、この発明の実施の形態3における電磁駆動弁によれば、実施の形態1に記載の効果と同様の効果を得ることができる。

【0064】

なお、実施の形態1から3では、回転駆動式の電磁駆動弁に並行リンク機構を採用した場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。ステム12に連結された一方端と、ディスク支持台51に振動自在に支持された他方端とを有する一枚のディスクと、そのディスクの上下に配置され、ディスクに交互に電磁力を作用させる複数の電磁石とを備える回転駆動式の電磁駆動弁にも、本発明を適用することができる。

【0065】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】この発明の実施の形態1における電磁駆動弁を示す断面図である。

【図2】図1中の電磁石を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図3】図1中のロアディスク(アップディスク)を示す斜視図である。

【図4】開弁側の揺動端にあるアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。

【図5】開弁側の揺動端から中間位置に向かうアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。

【図6】中間位置にあるアップディスクおよびロアディスクを示す模式図である。

【図7】閉弁側の搖動端にあるアッパディスクおよびロアディスクを示す模式図である。

【図8】この発明の実施の形態2における電磁駆動弁の模式図である。

【図9】この発明の実施の形態3における電磁駆動弁の断面図である。

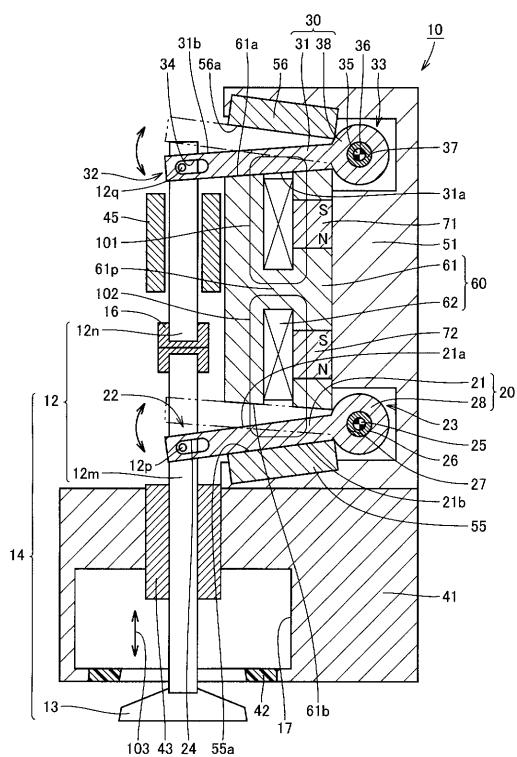
【符号の説明】

[0 0 6 7]

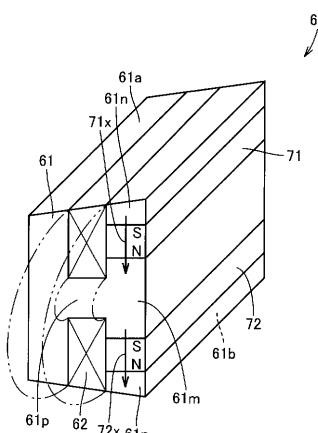
10

10 電磁駆動弁、12 ステム、14 駆動弁、20 ポアディスク、21, 31
アーム部、22, 32 一方端、23, 33 他方端、30 アッパディスク、51 ディスク支持台、60, 90 電磁石、61, 93 コア、62, 94, 95 コイル、71, 72, 81, 82, 97, 98 永久磁石、101, 102, 118, 119, 123, 124, 125, 126 磁気回路。

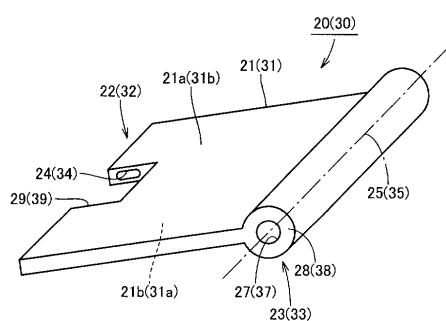
【 四 1 】



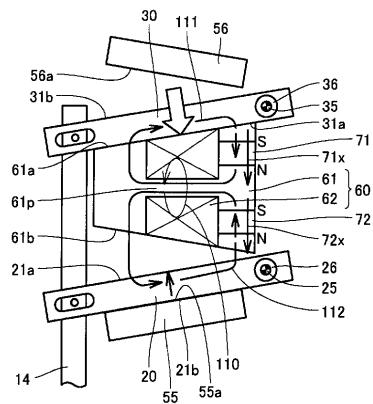
【 四 2 】



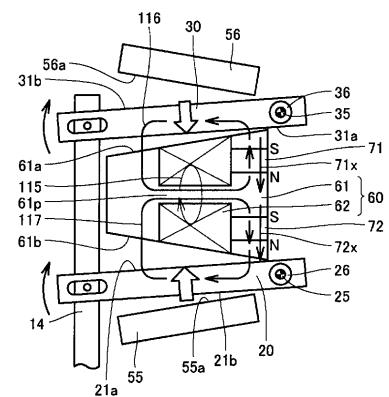
〔 3 〕



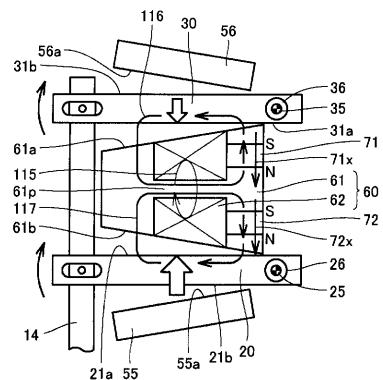
【図4】



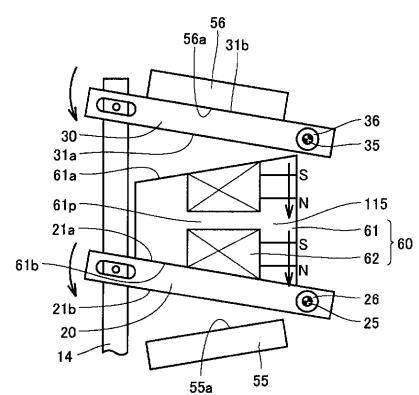
【図5】



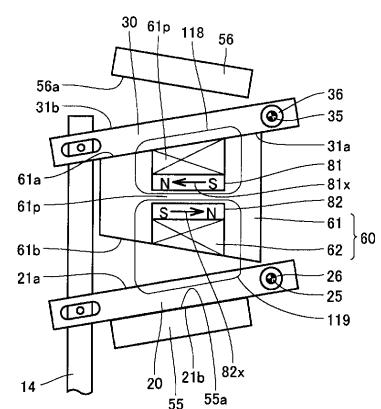
【図6】



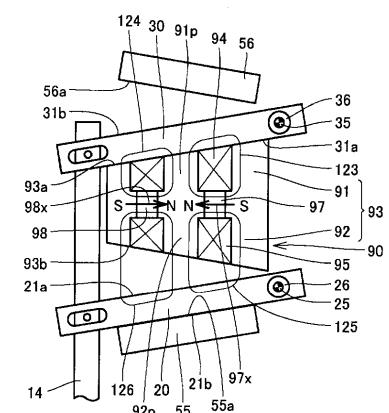
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 杉江 豊
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 八板 直人

(56)参考文献 独国特許出願公開第19955054 (DE, A1)
独国特許出願公開第19860451 (DE, A1)
米国特許第6467441 (US, B2)
仏国特許出願公開第2792451 (FR, A1)
特開2002-130510 (JP, A)
特開2003-206713 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 L 1 / 34
F 01 L 9 / 00 - 9 / 04
F 01 L 13 / 00 - 13 / 08
F 16 K 31 / 06 - 31 / 11