

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4320437号
(P4320437)

(45) 発行日 平成21年8月26日 (2009. 8. 26)

(24) 登録日 平成21年6月12日 (2009. 6. 12)

(51) Int. Cl.

F I

F O 3 G 1/10 (2006. 01)

F O 3 G 1/10

F O 3 G 7/00 (2006. 01)

F O 3 G 7/00

A

H O 2 K 33/02 (2006. 01)

F O 3 G 7/00

H

H O 2 K 33/02

A

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-395818 (P2001-395818)
 (22) 出願日 平成13年12月27日 (2001. 12. 27)
 (65) 公開番号 特開2003-193957 (P2003-193957A)
 (43) 公開日 平成15年7月9日 (2003. 7. 9)
 審査請求日 平成16年11月15日 (2004. 11. 15)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100096253
 弁理士 尾身 祐助
 (72) 発明者 長野 正道
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内
 審査官 平岩 正一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動システムおよびその移動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伸縮を行うことによって振動する振動部と、該振動部の振動運動を直進運動に変換する変換部と、を有する移動システムにおいて、前記振動部は、該移動システムの有する固有の振動数に近い振動数で一次元方向に振動することを特徴とする移動システム。

【請求項 2】

前記移動システムが媒質中または固体表面上を移動する際に、前記変換部が媒質または固体表面から受ける抵抗力または摩擦力が、前記振動部の収縮時と伸張時とで相異なることを特徴とする請求項 1 に記載の移動システム。

【請求項 3】

前記変換部は、前記移動システムが媒質中または固体表面上を移動する際に、前記変換部が媒質または固体表面から受ける抵抗力または摩擦力を変化させる手段を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の移動システム。

【請求項 4】

前記変換部が、前記振動部の振動方向に沿った一端または両端に接続されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の移動システム。

【請求項 5】

前記振動部の振動方向に沿った一端に接続された変換部が受ける前記抵抗力または摩擦力が、前記振動部の収縮時におけるよりも伸張時において小さく、前記振動部の振動方向に沿った他端に接続された変換部が受ける前記抵抗力または摩擦力が、前記振動部の収縮

時におけるよりも伸張時において大きいことを特徴とする請求項 4 に記載の移動システム。

【請求項 6】

前記振動部の収縮時において、前記振動部の振動方向に沿った一端に接続された変換部が受ける前記抵抗力が前記振動部の振動方向に沿った他端に接続された変換部が受ける前記抵抗力よりも大きく、前記振動部の伸張時において、前記振動部の振動方向に沿った一端に接続された変換部が受ける前記抵抗力が前記振動部の振動方向に沿った他端に接続された変換部が受ける前記抵抗力よりも小さいことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の移動システム。

【請求項 7】

前記振動部の振動が、機械エネルギーまたは電気エネルギーまたは磁気エネルギーによってなされることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の移動システム。

【請求項 8】

前記振動部が分子によって形成され、該分子の原子振動が振動部の振動を形成することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の移動システム。

【請求項 9】

前記移動システムの移動方向を変化させる手段を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の移動システム。

【請求項 10】

前記振動部の振動が自励振動であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の移動システム。

【請求項 11】

前記振動部の振動がリミットサイクルであることを特徴とする請求項 10 に記載の移動システム。

【請求項 12】

移動システム中に該移動システムのもつ固有の振動数に近い振動数の一次元方向の振動を誘起させ、該振動に基づいて前記移動システムを一方向に移動させることを特徴とする移動システムの移動方法。

【請求項 13】

前記振動の収縮時と伸張時とで、媒質中または固体表面上を移動する移動システム的一端において、該媒質または固体表面から前記移動システムが受ける抵抗力または摩擦力と、前記移動システム他端において、前記移動システムが受ける抵抗力または摩擦力と、の大小関係を反転させることを特徴とする請求項 12 に記載の移動システムの移動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動システムとその移動方法に関し、特に振動体の振動を直進移動の推進力に変換する移動システムおよびその移動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、移動システムにおいては、通常、その移動の推進力として、モーターなどの動力部品の回転運動が利用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、電子機器の小型化がますます加速されている現在、モーターなどの複雑な動力部品を機器に組み込むことが困難となっており、移動システムの簡素化、微小化が解決すべき課題となっている。

【0004】

本発明はこれらの課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、モーターなどの回転運動を伴う複雑な動力部品を用いることなく、振動運動を直進運動の推進力とする移動シ

10

20

30

40

50

ステムおよびその移動方法を提供することである。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明によれば、伸縮を行うことによって振動する振動部と、該振動部の振動運動を直進運動に変換する変換部と、を有するものであって、前記振動部は、該移動システムの有する固有の振動数に近い振動数で一次元方向に振動することを特徴とする移動システム、が提供される。

そして、好ましくは、前記変換部が、前記振動部の振動方向に沿った一端および他端にそれぞれ接続された変換部よりなり、前記一端に接続された変換部において前記移動システムが媒質中あるいは固体表面上を移動する際に媒質あるいは固体表面から受ける抵抗力が前記振動部が収縮したときに増加し、前記振動部が伸張したときに減少し、前記他端に接続された変換部における前記媒質あるいは固体基板から受ける抵抗力が前記振動部が収縮したときに減少し、前記振動部が伸張したときに増加する。

【 0 0 0 6 】

また、上記の目的を達成するため、本発明によれば、移動システム中に該移動システムのもつ固有の振動数に近い振動数の一次元方向の振動を誘起させ、該振動に基づいて前記移動システムを一方向に移動させることを特徴とする移動システムの移動方法、が提供される。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図である。

図 1 (a) は、ばね 2 が伸縮していない平衡状態において移動システム 1 が固体表面 8 の上に配置されている状態を示している。図 1 (a) に示すように、本実施の形態に係る移動システム 1 は、ばね 2 と、ばね 2 の紙面左右両端にそれぞれ固定された抵抗調整ユニット 3 B、3 A と、を有している。抵抗調整ユニット 3 A、3 B は、それぞれ、支持体 4 A、4 B と、支持体 4 A、4 B にそれぞれ方向制御板 6 A、6 B を介して取り付けられた半球状体 5 A、5 B と、を備えている。支持体 4 A、4 B の下端には、それぞれ、微小なキャスター 7 A、7 B が取り付けられている。キャスター 7 A、7 B は、移動システム 1 が固体表面 8 上を移動する際に固体表面 8 との摩擦を小さくするためのものである。固体表面 8 上には液体あるいは気体等の流体よりなる媒質 9 があり、この媒質 9 中を移動システム 1 が移動する。移動システム 1 の重心は、ばね 2 のほぼ中央にある。

【 0 0 0 8 】

半球状体 5 A、5 B は、その内部が空洞であり、開口 1 5 A、1 5 B において媒質 9 に開口している。1 0 A、1 1 A は、それぞれ、半球状体 5 A の内面、外面であり、1 0 B、1 1 B は、それぞれ、半球状体 5 B の内面、外面である。方向制御板 6 A、6 B は、それぞれ、支持体 4 A、4 B の上で回転可能であり、方向制御板 6 A、6 B が 1 8 0 ° 回転することによって、半球状体 5 A、5 B の開口 1 5 A、1 5 B の開口方向が反転する。半球状体 5 A、5 B の開口 1 5 A、1 5 B の開口方向がともに紙面左方向である場合について、本実施の形態の移動システムの動作を説明する。

【 0 0 0 9 】

このような平衡状態にある移動システム 1 の支持体 4 A の右端と支持体 4 B の左端とに力 F を印加する。図 1 (b) は、支持体 4 A の右端と支持体 4 B の左端とに印加された力 F によって、ばね 2 が収縮した状態を示している。ばね 2 が収縮する際、半球状体 5 A は、開口 1 5 A を通して内面 1 0 A に媒質 9 から応力を受ける。したがって、抵抗調整ユニット 3 A が左に移動する運動に対する媒質 9 からの抵抗力は大きい。一方、半球状体 5 B は、ばね 2 が収縮する際、その外面 1 1 B に媒質 9 から応力を受けるだけである。したがって、抵抗調整ユニット 3 B が右に移動する運動に対する媒質 9 からの抵抗力は小さい。そ

10

20

30

40

50

のため、力Fによって、抵抗調整ユニット3Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット3Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。これによって、移動システム1の重心は、紙面右方に移動する。

【0010】

次に、この状態で、支持体4Aの右端と支持体4Bの左端から力Fを解除すると、ばね2は伸張する。図1(c)は、ばね2が伸張した状態を示している。ばね2が伸張する際、半球状体5Aは、その外面11Aに媒質9から応力を受けるだけである。したがって、抵抗調整ユニット3Aが右に移動する運動に対する媒質9からの抵抗力は小さい。一方、半球状体5Bは、開口15Bを通して内面10Bに媒質9から応力を受ける。したがって、抵抗調整ユニット3Bが左に移動する運動に対する媒質9からの抵抗力は大きい。そのため、力Fを解除したことによって、抵抗調整ユニット3Aが紙面右方に移動する距離は、抵抗調整ユニット3Bが紙面左方に移動する距離に比して長い。これによって、移動システム1の重心は、紙面右方に移動する。

10

【0011】

次いで、ばね2が収縮する。図1(d)は、ばね2が収縮した状態を示している。ばね2が収縮する際、半球状体5Aは、開口15Aを通して内面10Aに媒質9から応力を受ける。したがって、抵抗調整ユニット3Aが左に移動する運動に対する媒質9からの抵抗力は大きい。一方、半球状体5Bは、その外面11Bに媒質9から応力を受けるだけである。したがって、抵抗調整ユニット3Bが右に移動する運動に対する媒質9からの抵抗力は小さい。そのため、抵抗調整ユニット3Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット3Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。これによって、移動システム1の重心は、紙面右方に移動する。

20

【0012】

次に、ばね2が伸張する。ばね2が伸張すると、図1(c)の場合と同様に、抵抗調整ユニット3Aが紙面右方に大きく移動するのに対して、抵抗調整ユニット3Bはわずかに紙面左方に移動するだけであるため、移動システム1の重心は、紙面右方に移動する。ばね2は、上述の収縮/伸張を繰り返す。このとき、移動システム1の重心が常に紙面右方に移動するため、移動システム1は全体として右に移動する。移動システム1の移動は、ばね2の収縮/伸張によって移動システム1と媒質9との間に生じる摩擦によって外力Fが熱として消費されてしまうまで続く。

30

【0013】

方向制御板6A、6Bを180°回転させると、開口15A、15Bが右方を向く。これは、移動システム1全体を180°回転させるのと等価である。したがって、この場合には、上述の説明から、移動システム1は左方に移動することが明白である。

以上説明したように、抵抗調整ユニット3A、3Bは、ばね2の振動運動を直進運動に変換する効果を有している。

【0014】

〔第2の実施の形態〕

図2は、本発明の第2の実施の形態に係る移動システムの平面図〔(a)〕と側面図〔(b)〕である。図3は、本実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図

40

である。図2(a)に示すように、本実施の形態に係る移動システム101は、ばね102と、ばね102の紙面左右両端にそれぞれ固定された抵抗調整ユニット103B、103Aを有している。抵抗調整ユニット103A、103Bは、それぞれ、支持体104A、104Bと、支持体104A、104Bにそれぞれ蝶番106A、106Bを介して取り付けられた板状体105A、105Bと、を備えている。蝶番106A、106Bは、角度から90°の範囲で開くことが可能である。角度は90°よりも小さければ制限がないが、2°から30°程度であることが望ましい。板状体105A、105Bは、それぞれ、蝶番106A、106Bに固定されている。したがって、2枚の板状体105A、2枚の板状体105Bのなす角度は、ともに、最小2°から最大180°までである。ばねが伸

50

縮していない平衡状態にあるときには、2枚の板状体105A、105Bは、ともに、角度2°をなしているか、あるいは、任意の角度に開いている。2枚の板状体105A、105Bの開く方向は、同方向である。

【0015】

図2(b)に示すように、支持体104A、104Bの下端には、それぞれ、微小なキャスター107A、107Bが取り付けられている。キャスター107A、107Bは、移動システム101が固体表面108上を移動する際に固体表面108との摩擦を小さくするためのものである。固体表面108上には液体あるいは気体等の流体よりなる媒質109があり、この媒質109中を移動システム101が移動する。

【0016】

図3(a)は、ばね102が伸縮していない平衡状態において移動システム101が媒質109中に配置されている状態を示している。図3(a)において、図2(a)と同じ構成要素には同じ参照符号が付されている。110A、111Aは、それぞれ、板状体105Aの内面、外面であり、110B、111Bは、それぞれ、板状体105Bの内面、外面である。板状体105A、105Bは、それぞれ、最小角度2°に近い角度をなしている。移動システム101の重心は、ばね102のほぼ中央にある。

【0017】

このような平衡状態にある移動システム101の支持体104Aの右端と支持体104Bの左端とに力Fを印加する。図3(b)は、支持体104Aの右端と支持体104Bの左端とに印加された力Fによって、ばね102が収縮した状態を示している。ばね102が収縮するにつれて、板状体105Aは、その内面110Aに媒質109から応力を受けて、最大角度180°まで開く。一方、板状体105Bは、ばね102が収縮するにつれて、その外面111Bに媒質109から応力を受けて、最小角度2°まで閉じる。板状体105Aは、最大角度180°まで開くため、媒質109から受ける力が大きくなる。板状体105Bは、最小角度2°まで閉じるため、媒質109から受ける力が小さい。したがって、力Fによって、抵抗調整ユニット103Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット103Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。そのため、移動システム101の重心は、紙面右方に移動する。

【0018】

次に、この状態で、支持体104Aの右端と支持体104Bの左端から力Fを解除すると、ばね102は伸張する。図3(c)は、ばね102が伸張した状態を示している。ばね102が伸張するにつれて、板状体105Aは、その外面111Aに媒質109から応力を受けて、最小角度2°まで閉じる。一方、板状体105Bは、ばね102が伸張するにつれて、その内面110Bに媒質109から応力を受けて、最大角度180°まで開く。板状体105Aは、最小角度2°まで閉じるため、媒質109から受ける力が小さくなる。板状体105Bは、最大角度180°まで開くため、媒質109から受ける力が大きくなる。したがって、力Fを解除したことによって、抵抗調整ユニット103Aが紙面右方に移動する距離は、抵抗調整ユニット103Bが紙面左方に移動する距離に比して長い。そのため、移動システム101の重心は、紙面右方に移動する。

【0019】

次いで、ばね102が収縮する。図3(d)は、ばね102が収縮した状態を示している。ばね102が収縮するにつれて、板状体105Aは、その内面110Aに媒質109から応力を受けて、最大角度180°まで開く。一方、板状体105Bは、ばね102が収縮するにつれて、その外面111Bに媒質109から応力を受けて、最小角度2°まで閉じる。板状体105Aは、最大角度180°まで開くため、媒質109から受ける力が大きくなる。板状体105Bは、最小角度2°まで閉じるため、媒質109から受ける力が小さくなる。したがって、抵抗調整ユニット103Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット103Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。そのため、移動システム101の重心は、紙面右方に移動する。

【0020】

次に、ばね 102 が伸張する。ばね 102 が伸張すると、図 3 (c) の場合と同様に、抵抗調整ユニット 103 A が紙面右方に大きく移動するのに対して、抵抗調整ユニット 103 B はわずかに紙面左方に移動するだけであるため、移動システム 101 の重心は、紙面右方に移動する。

ばね 102 は、上述の収縮 / 伸張を周期的に繰り返す。このとき、移動システム 101 の重心が常に紙面右方に移動するため、移動システム 101 は全体として右に移動する。移動システム 101 の移動は、ばね 102 の収縮 / 伸張によって移動システム 101 と媒質との間に生じる摩擦によって外力 F が熱として消費されてしまうまで続く。

【0021】

以上の説明においては、蝶番 106 A、106 B の開く角度を から 90° とし、板状体 105 A、105 B が左方のみに開くようにしたが、蝶番 106 A、106 B の開く角度を から 90° 、および、 90° から ($180^\circ -$) の 2 段階とし、板状体 105 A、105 B が右方にも開くようにすることによって、移動システム 101 が固体表面 108 の上を左方にも移動できるようにすることが可能である。

以上説明したように、本実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様に、抵抗調整ユニット 103 A、103 B が、ばね 102 の振動運動を直進運動に変換する効果を有している。さらに、本実施の形態においては、抵抗調整ユニットが、ばねが伸張している間および収縮している間において、媒質からの抵抗力を変化させる手段を有しているので、2 つの抵抗調整ユニットの移動距離の比を、第 1 の実施の形態のそれよりも大きくすることができる。

【0022】

なお、上述の第 1 および第 2 の実施の形態において、移動システムが固体表面上を移動したが、例えば移動システムの全体としての比重が媒質の比重と同じになるように設計することによって、移動システムが固体表面上を移動するのではなく、媒質中の任意の点から任意の方向に移動可能になるようにすることができる。

【0023】

〔第 3 の実施の形態〕

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る移動システムの側面図である。図 5 は、本実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図である。

図 4 に示すように、本実施の形態に係る移動システム 201 は、ばね 202 と、ばね 202 の紙面左右両端にそれぞれ固定された摩擦調整ユニット 203 B、203 A と、を有している。摩擦調整ユニット 203 A、203 B は、それぞれ、支持体 204 A、204 B と、支持体 204 A、204 B にそれぞれ回転可能に取りつけられた丸鋸形状の車輪 212 A、212 B と、板状体 205 A、205 B と、を備えている。板状体 205 A、205 B は、それぞれ、ピン 206 A、206 B によって、支持体 204 A、204 B に取り付けられている。板状体 205 A、205 B は、それぞれ、ピン 206 A、206 B を中心として回転可能である。ばね 202 が伸縮していない平衡状態にある場合には、板状体 205 A、205 B のピン 206 A、206 B よりも左側の細く延びた部分 (以後、「先端部」という) は、車輪 212 A、212 B の鋸歯状部 213 A、213 B の内部に入り込んでいる。車輪 212 A、212 B が右回転する際には、板状体 205 A、205 B の先端部が鋸歯状部 213 A、213 B の背面によって下方に押されているので、板状体 205 A、205 B は、固体表面 208 から離れている。一方、車輪 212 A、212 B が左回転する際には、鋸歯状部 213 A、213 B の先端が、板状体 205 A、205 B の先端部を上方に押す。このため、板状体 205 A、205 B のピン 206 A、206 B よりも右側の部分が下がり、固体表面 208 に接触し、固体表面 208 を押しつける。支持体 204 A、204 B の右端には、第 1 の実施の形態と同様に、移動システム 201 が固体表面 208 上を移動する際に固体表面 208 との摩擦を小さくするために、それぞれ、微小なキャスター 207 A、207 B が取り付けられている。

【0024】

図 5 (a) は、ばね 202 が伸縮していない平衡状態において移動システム 201 が固体

10

20

30

40

50

表面 208 上に配置されている状態を示している。図 5 (a) において、図 4 と同じ構成要素には同じ参照符号が付されている。移動システム 201 の重心は、ばね 202 のほぼ中央にある。なお、図 5 を通じて、車輪 212 A、212 B の鋸歯状部 213 A、213 B は、一点鎖線の外接円で示されている。

【0025】

このような平衡状態にある移動システム 201 の支持体 204 A の右端と支持体 204 B の左端とに力 F を印加する。図 5 (b) は、印加された力 F によって、ばね 202 が収縮した状態を示している。ばね 202 が収縮するとき、車輪 212 A が左回転しようとするが、車輪 212 A が左回転するとすぐに、板状体 205 A は固体表面 208 に強く押しつけられる。一方、車輪 212 B は右回転を行い、板状体 205 B は固体表面 208 から離れている。板状体 205 A が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205 A と固体表面 208 との間には強い摩擦力が働く。板状体 205 B は固体表面 208 から離れているので、板状体 205 B と固体表面 208 との間には摩擦力が働かない。したがって、力 F によって、摩擦調整ユニット 203 A はわずかに紙面左方に移動するだけであるのに対して、摩擦調整ユニット 203 B は紙面右方に大きく移動する。そのため、移動システム 201 の重心は、紙面右方に移動する。

【0026】

次に、この状態で、力 F を解除すると、ばね 202 は伸張する。図 5 (c) は、ばね 202 が伸張した状態を示している。ばね 202 が伸張するとき、車輪 212 A は右回転を行い、板状体 205 A を固体表面 208 から離す。一方、ばね 202 が伸張するとき、車輪 212 B は左回転しようとするが、車輪 212 B が左回転するとすぐに、板状体 205 B が固体表面 208 に強く押しつけられる。板状体 205 A が固体表面 208 から離れるので、板状体 205 A と固体表面 208 との間に摩擦力が働かなくなる。一方、板状体 205 B が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205 B と固体表面 208 との間には強い摩擦力が働く。したがって、力 F を解除したことによって、摩擦調整ユニット 203 A が紙面右方に大きく移動するのに対して、摩擦調整ユニット 203 B はわずかに紙面左方に移動するだけである。そのため、移動システム 201 の重心は、紙面右方に移動する。

【0027】

次いで、ばね 202 が収縮する。図 5 (d) は、ばね 202 が収縮した状態を示している。ばね 202 が収縮するとき、車輪 212 A が左回転しようとするが、車輪 212 A が左回転するとすぐに、板状体 205 A は固体表面 208 に強く押しつけられる。一方、ばね 202 が収縮するとき、車輪 212 B は右回転を行い、板状体 205 B は固体表面 208 から離れる。板状体 205 A が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205 A と固体表面 208 との間には強い摩擦力が働く。板状体 205 B は固体表面 208 から離れるので、板状体 205 B と固体表面 208 との間には摩擦力が働かなくなる。したがって、摩擦調整ユニット 203 A はわずかに紙面左方に移動するだけであるのに対して、摩擦調整ユニット 203 B は紙面右方に大きく移動する。そのため、移動システム 201 の重心は、紙面右方に移動する。

【0028】

次に、ばね 202 が伸張する。ばね 202 が伸張すると、図 5 (c) の場合と同様に、摩擦調整ユニット 203 A が紙面右方に大きく移動するのに対して、摩擦調整ユニット 203 B はわずかに紙面左方に移動するだけであるため、移動システム 201 の重心は、紙面右方に移動する。

ばね 202 は、上述の収縮 / 伸張を繰り返す。このとき、移動システム 201 の重心が常に紙面右方に移動するため、移動システム 201 は全体として右に移動する。移動システム 201 の移動は、摩擦調整ユニットと固体表面との間に生じる摩擦によって外力 F が熱として消費されてしまうまで続く。

【0029】

以上の説明においては、板状体 205 A、205 B を機械的に固体表面 208 から離した

10

20

30

40

50

り、固体表面 208 に押しつけたりしたが、車輪 212 A、212 B の回転方向を検知するセンサを取りつけ、このセンサからの信号に基づいて、板状体 205 A、205 B を電氣的に上下させることによって、固体表面 208 から離したり、固体表面 208 に押しつけたりしてもよい。

【0030】

以上説明したように、本実施の形態の移動システムは、第 1 および第 2 の実施の形態と同様に、ばねの振動運動を直進運動に変換するという効果を有している。

上述の第 1 から第 3 の実施の形態において、力 F は機械的に印加されるだけではなく、磁氣的あるいは電氣的に印加されてもよい。例えば、支持体が磁性体で作製され、磁場によって力が印加される。あるいは、支持体が荷電状態にされ、電界によって力が印加される。

10

【0031】

〔第 4 の実施の形態〕

図 6 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図である。

図 6 (a) は、ばね 302 が伸縮していない平衡状態において移動システム 301 が固体表面 308 上に配置されている状態を示している。図 6 (a) に示すように、本実施の形態に係る移動システム 301 は、ばね 302 と、ばね 302 の紙面左右両端にそれぞれ固定された抵抗調整ユニット 303 B、303 A を有している。抵抗調整ユニット 303 A、303 B は、それぞれ、プランジャー 316、電磁石 317 と、プランジャー 316、電磁石 317 にそれぞれ方向制御板 306 A、306 B を介して取り付けられた半球状体 305 A、305 B と、を備えている。プランジャー 316、電磁石 317 の下端には、第 1 の実施の形態と同様に、それぞれ、微小なキャスター 307 A、307 B が取り付けられている。ばね 302 のいずれか 1 つにはストレインゲージ 318 が取り付けられ、ストレインゲージ 318 の出力信号が増幅器 319 によって増幅されて、電磁石 317 のコイルに供給されるようになっている。固体表面 308 上には液体あるいは気体等の流体よりなる媒質 309 があり、この媒質 309 中を移動システム 301 が移動する。移動システム 301 の半球状体およびキャスター以外の部分は、図示しない筐体によって媒質 309 との接触を遮断されている。移動システム 301 の重心は、ばね 302 のほぼ中央にある。

20

30

【0032】

半球状体 305 A、305 B は、それぞれ、第 1 の実施の形態の半球状体 5 A、5 B と同様の形状を有しており、方向制御板 306 A、306 B を回転することによって、その開口 315 A、315 B の開口方向を変えることが可能である。半球状体 305 A、305 B の開口 315 A、315 B の開口方向がともに紙面左方向である場合について、本実施の形態の移動システムの動作を説明する。

【0033】

このような平衡状態にある移動システム 301 の電磁石 317 のコイルに図示しないトリガー回路からトリガー信号を印加すると、ばね 302 は、移動システム 301 の持つ固有振動数で振動を始める。ばね 302 が振動を始めると、ばね 302 に取り付けられたストレインゲージ 318 から、ばね 302 の振動周期を持つ信号が増幅器 319 に出力される。増幅器 319 は、この信号を増幅して、一定の振幅を有する電流パルス電磁石 317 のコイルに供給する。電流パルスの周期が移動システム 301 の持つ固有振動の周期と一致するから、ばね 302 には自励振動が誘起される。

40

【0034】

図 6 (b) は、ばね 302 が収縮した状態を示している。ばね 302 が収縮する際、半球状体 305 A は、開口 315 A を通して内面 310 A に媒質 309 から応力を受ける。したがって、抵抗調整ユニット 303 A が左に移動する運動に対する媒質 309 からの抵抗力は大きい。一方、半球状体 305 B は、ばね 302 が収縮する際、その外面 311 B に媒質 309 から応力を受けるだけである。したがって、抵抗調整ユニット 303 B が右に

50

移動する運動に対する媒質 309 からの抵抗力は小さい。そのため、抵抗調整ユニット 303A が紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット 303B が紙面右方に移動する距離に比して短い。これによって、移動システム 301 の重心は、紙面右方に移動する。

【0035】

以後、第 1 の実施の形態と同様に、ばねが伸張 / 収縮を繰り返すにつれて、移動システムが右方に移動する。ただし、第 1 の実施の形態においては、移動システムが移動する際、移動システムと媒質との間に生じる摩擦によって移動が停止するのに対して、本実施の形態においては、電磁石 317 のコイルへ電流パルスが供給される限り、移動システムの移動が継続する。

【0036】

方向制御板 306A、306B を回転させると、移動システム 301 の移動方向が変化することは、第 1 の実施の形態と同様である。

なお、以上の説明においては、ばね 302 の振動周期を検出するために、ストレインゲージが用いられたが、ストレインゲージに限らず、圧電素子や光検出器等、振動周期や変位量を検出できるものであればどのようなものでも用いられ得る。

【0037】

〔第 5 の実施の形態〕

図 7 は、本発明の第 5 の実施の形態に係る移動システムの平面図〔(a)〕と側面図〔(b)〕である。図 8 は、本実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図である。

図 7 (a) に示すように、本実施の形態に係る移動システム 401 は、ばね 402 と、抵抗調整ユニット 403A、403B と、を有している。抵抗調整ユニット 403A、403B は、それぞれ、支持体 404A、404B と、支持体 404A、404B にそれぞれ蝶番 406A、406B を介して取り付けられた板状体 405A、405B と、を備えている。蝶番 406A、406B は、角度 から 90° の範囲で開くことが可能である。角度 は 90° よりも小さければ制限がないが、2° から 10° 程度であることが望ましい。板状体 405A、405B は、それぞれ、蝶番 406A、406B に固定されている。したがって、2 枚の板状体 405A、2 枚の板状体 405B のなす角度は、ともに、最小 2 から最大 180° までである。ばねが伸縮していない平衡状態にあるときには、2 枚の板状体 405A、405B は、ともに、角度 2 をなしているか、あるいは、任意の角度に開いている。2 枚の板状体 405A、405B の開く方向は、同方向である。

【0038】

図 7 (b) に示すように、支持体 404A、404B は、それぞれ、微小なキャスター 407A、407B が取り付けられたプランジャー 416、電磁石 417 の上に固定されている。キャスター 407A、407B は、移動システム 401 が固体表面 408 上を移動する際に固体表面 408 との摩擦を小さくするためのものである。ばね 402 は、その一端を電磁石 417 に、他端をプランジャー 416 に固定されている。電磁石 417 のコイルに電流が流れることによって、電磁石 417 とプランジャー 416 との間に、吸引力が発生する。固体表面 408 上には液体あるいは気体等の流体よりなる媒質 409 があり、この媒質 409 中を移動システム 401 が移動する。移動システム 401 の板状体、支持体およびキャスター以外の部分は、図示しない筐体によって媒質 409 との接触を遮断されている。

【0039】

図 8 (a) は、ばね 402 が伸縮していない平衡状態において移動システム 401 が媒質 409 中に配置されている状態を示している。図 8 (a) において、図 7 (a) と同じ構成要素には同じ参照符号が付されている。410A、411A は、それぞれ、板状体 405A の内面、外面であり、410B、411B は、それぞれ、板状体 405B の内面、外面である。板状体 405A、405B は、それぞれ、最小角度 2 に近い角度をなしている。移動システム 401 の重心は、ばね 402 のほぼ中央にある。

【0040】

このような平衡状態にある移動システム 401 の支持体 404 B が設置されている電磁石のコイルに一定の電流を供給する。図 8 (b) は、支持体 404 B が設置されている電磁石のコイルに一定の電流が供給された直後において、ばね 402 が収縮した状態を示している。ばね 402 が収縮する際、板状体 405 A が、その内面 410 A に媒質 409 から応力を受けて最大角度 180°まで開くため、抵抗調整ユニット 403 A の左方への移動は、移動後直に停止してしまう。一方、板状体 405 B は、ばね 402 が収縮するにつれて閉じて行き、媒質 409 から受ける抵抗が減少していく。即ち、ばね 402 が収縮するにつれて媒質 409 から受ける抵抗が減少して、ばね 402 の収縮が加速され、抵抗調節ユニット 403 B が右方に急激に移動していく。抵抗調節ユニット 403 B が右方に急激に移動すると、ばね 402 の反発力によってばね 402 が逆に伸張しはじめる。

10

【 0041 】

図 8 (c) は、ばね 402 が伸張した状態を示している。ばね 402 が伸張する際、板状体 405 B が、その内面 410 B に媒質 409 から応力を受けて最大角度 180°まで開くため、抵抗調整ユニット 403 B の左方への移動は、移動後直に停止してしまう。一方、板状体 405 A は、ばね 402 が伸張するにつれて閉じて行き、媒質 409 から受ける抵抗が減少していく。即ち、ばね 402 が伸張するにつれて媒質 409 から受ける抵抗が減少して、ばね 402 の伸張が加速され、抵抗調節ユニット 403 A が右方に急激に移動していく。抵抗調節ユニット 403 A が右方に急激に移動すると、ばね 402 が逆に収縮しはじめる。

【 0042 】

20

以後、第 4 の実施の形態と同様に、ばねが伸張 / 収縮を繰り返すにつれて、移動システムが右方に移動する。本実施の形態においては、電磁石 417 による磁界からエネルギーが供給されて、ばね 402 の振動の振幅がいわゆるリミットサイクルを描く。

本実施の形態の移動システムは、第 2 の実施の形態の移動システムのばねの振動がリミットサイクルを描くように変形したものであり、第 3 の実施の形態の移動システムのばねの振動もリミットサイクルを描くように変形可能であることは明白である。

【 0043 】

なお、上述の第 4 および第 5 の実施の形態において、移動システムが固体表面上を移動したが、例えば移動システムの全体としての比重が媒質の比重と同じになるように設計することによって、移動システムが固体表面上を移動するのではなく、媒質中の任意の点から任意の方向に移動可能になるようにすることができる。また、ばねの振動は、磁気的手段のみではなく、電気的手段あるいは機械的手段を用いてもよい。

30

【 0044 】

〔 第 6 の実施の形態 〕

図 9 は、本発明の第 6 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図である。

図 9 (a) に示すように、本実施の形態に係る移動システム 501 は、コア 514 A、514 B と、コア 514 A の紙面右側に側鎖部 505 A₁、505 A₂ と、コア 514 B の紙面左側に側鎖部 505 B₁、505 B₂ と、を有するクラスター分子を備えている。ここで、コア 514 A、514 B、および、側鎖部 505 A₁、505 A₂、505 B₁、505 B₂ は、それぞれ、単原子で形成されていてもよいし、複数の原子で形成されていてもよい。また、側鎖部 505 A₁、505 A₂、505 B₁、505 B₂ は、それぞれ、1 つの側鎖を形成していてもよいし、側鎖の一部であってもよい。

40

ところで、量子力学ならびに固体物性論によれば、コア 514 A と 514 B とは、その間で振動している。同様に、側鎖部 505 A₁ と 505 A₂、側鎖部 505 B₁ と 505 B₂、および、コア 514 A と側鎖部 505 A₁、505 A₂、コア 514 B と側鎖部 505 B₁、505 B₂ も、それらの間で振動している。

本実施の形態におけるクラスター分子は、コア 514 A と 514 B との間が収縮するとき、側鎖部 505 A₁ と 505 A₂ との間およびコア 514 A と側鎖部 505 A₁、505 A₂ との間が伸張し、側鎖部 505 B₁ と 505 B₂ との間およびコア 514 B と側鎖部

50

5 0 5 B₁、5 0 5 B₂との間が収縮する振動の位相を有する。また、本実施の形態におけるクラスタ分子は、コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が伸張するときに、側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂との間およびコア5 1 4 Aと側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂との間が収縮し、側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂との間およびコア5 1 4 Bと側鎖部5 0 5 B₁、5 0 5 B₂との間が伸張する振動の位相を有する。側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂とが抵抗調整ユニット5 0 3 Aとなり、側鎖部5 0 5 B₁、5 0 5 B₂とが抵抗調整ユニット5 0 3 Bとなる。

図9 (a) は、クラスタ分子の振動を時間的に平均したときに、コア5 1 4 A、5 1 4 B および側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂、5 0 5 B₁、5 0 5 B₂が占める位置を示している。

10

【0045】

このようなクラスタ分子1個で本実施の形態の移動システムが形成されてもよいが、このクラスタ分子1個を基本構造として、紙面手前から奥に向かって複数のクラスタ分子がアレイ状に並んだアレイ構造を有して、本実施の形態の移動システムが構成されてもよい。隣接するクラスタ分子は、ファンデルワールス力 (Van der Waals force) によって互いに結合し合っている。

【0046】

図9 (b) は、コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が収縮した状態を示している。コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が収縮するにつれて、コア5 1 4 Aと側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂との間が伸張するとともに、側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂との間が伸張する。一方、コア5 1 4 Bと側鎖部5 0 5 B₁、5 0 5 B₂との間が収縮するとともに、側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂との間が収縮する。側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂とは、その間隔が長くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が大きくなる。側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂とは、その間隔が短くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が小さくなる。したがって、抵抗調整ユニット5 0 3 Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット5 0 3 Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。そのため、移動システム5 0 1の重心は、紙面右方に移動する。

20

【0047】

次に、図9 (c) に示すように、コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が伸張する。コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が伸張するにつれて、コア5 1 4 Aと側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂との間が収縮するとともに、側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂との間が収縮する。一方、コア5 1 4 Bと側鎖部5 0 5 B₁、5 0 5 B₂との間が伸張するとともに、側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂との間が伸張する。側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂とは、その間隔が短くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が小さくなる。側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂とは、その間隔が長くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が大きくなる。したがって、抵抗調整ユニット5 0 3 Aが紙面右方に移動する距離は、抵抗調整ユニット5 0 3 Bが紙面左方に移動する距離に比して長い。そのため、移動システム5 0 1の重心は、紙面右方に移動する。

30

【0048】

次いで、図9 (d) に示すように、コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が収縮する。コア5 1 4 Aと5 1 4 Bとの間が収縮するにつれて、コア5 1 4 Aと側鎖部5 0 5 A₁、5 0 5 A₂との間が伸張するとともに、側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂との間が伸張する。一方、コア5 1 4 Bと側鎖部5 0 5 B₁、5 0 5 B₂との間が収縮するとともに、側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂との間が収縮する。側鎖部5 0 5 A₁と5 0 5 A₂とは、その間隔が長くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が大きくなる。側鎖部5 0 5 B₁と5 0 5 B₂とは、その間隔が短くなるため、媒質5 0 9から受ける抵抗が小さくなる。したがって、抵抗調整ユニット5 0 3 Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット5 0 3 Bが紙面右方に移動する距離に比して短い。そのため、移動システム5 0 1の重心は、紙面右方に移動する。

40

【0049】

50

次に、コア 5 1 4 A と 5 1 4 B との間が伸張する。コア 5 1 4 A と 5 1 4 B との間が伸張すると、図 9 (c) の場合と同様に、抵抗調整ユニット 5 0 3 A が紙面右方に大きく移動するのに対して、抵抗調整ユニット 5 0 3 B はわずかに紙面左方に移動するだけであるため、移動システム 5 0 1 の重心は、紙面右方に移動する。

クラスタ分子は、上述の収縮 / 伸張を周期的に繰り返す。このとき、移動システム 5 0 1 の重心が常に紙面右方に移動するため、移動システム 5 0 1 は全体として右に移動する。移動システム 5 0 1 の移動は、クラスタ分子の振動が続く限り続く。

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施の形態の移動システムは、分子単位で、振動運動を直進運動に変換する効果を有する。

10

【 0 0 5 1 】

上述の全ての実施の形態において、抵抗調整ユニットまたは摩擦調整ユニットが、ばね、または、2 原子分子の両端に接続されたが、抵抗調整ユニットまたは摩擦調整ユニットが一端のみに接続され、他端には例えばバランサーが接続された場合においても、抵抗調整ユニットを両端に接続した場合に比して移動距離は短くなるが、ばねの振動運動が直進運動に変換される。

【 0 0 5 2 】

以上、本発明をその好適な実施の形態に基づいて説明したが、本発明の移動システムは、上述した実施の形態のみに制限されるものではなく、本願発明の要旨を変更しない範囲で種々の変化を施した移動システムも、本発明の範囲に含まれる。例えば、移動システムが移動する媒質は、液体、気体以外にも、粒子体あるいはゲル状物質などでもよく、流体であれば特定の媒質に限定されるものではない。さらに、抵抗調整ユニットを形成する板状体や半球状体は、直方体や回転円錐体など、ばねの収縮時と伸張時とにおいて媒体から相異なる抵抗力を受ける形状のどのようなものにも交換可能である。また、ばねは、振動運動を行ういかなる弾性体にも交換可能である。

20

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による移動システムは、その内部の振動部の振動運動を、振動部の両端に設けられた抵抗調整ユニットまたは摩擦調整ユニットを介して直進運動に変換するものであるから、モータなどの複雑な動力部品を要することなく一方向に移動可能である。

30

また、本発明による移動システムの移動方法は、振動部の両端において媒質や固体表面から受ける抵抗力または摩擦力を、振動部の伸縮の際に互いに逆に増減させる方法であるから、移動システムを一方向に移動させることを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図。

【図 2】 本発明の第 2 の実施の形態に係る移動システムの平面図〔 (a) 〕と側面図〔 (b) 〕。

【図 3】 本発明の第 2 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図。

40

【図 4】 本発明の第 3 の実施の形態に係る移動システムの側面図。

【図 5】 本発明の第 3 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図。

【図 6】 本発明の第 4 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための側面図。

【図 7】 本発明の第 5 の実施の形態に係る移動システムの平面図〔 (a) 〕と側面図〔 (b) 〕。

【図 8】 本発明の第 5 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図。

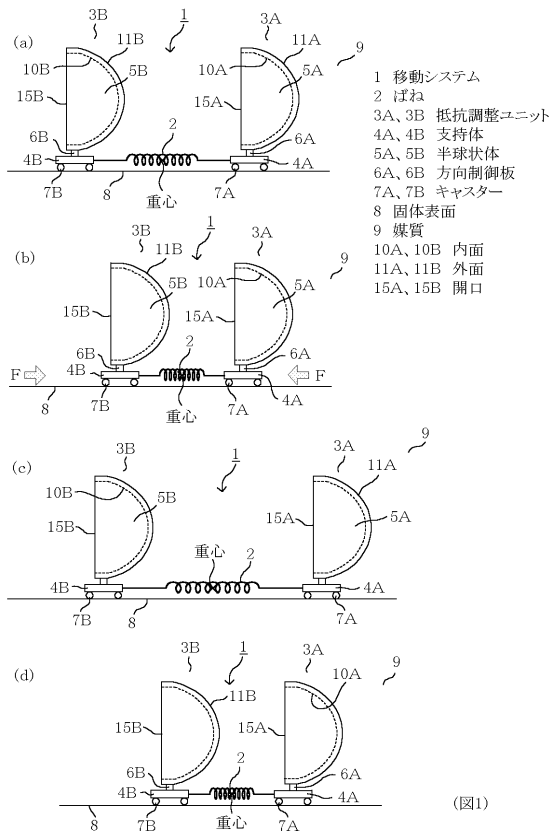
50

【図 9】 本発明の第 6 の実施の形態に係る移動システムの動作を説明するための平面図。
。

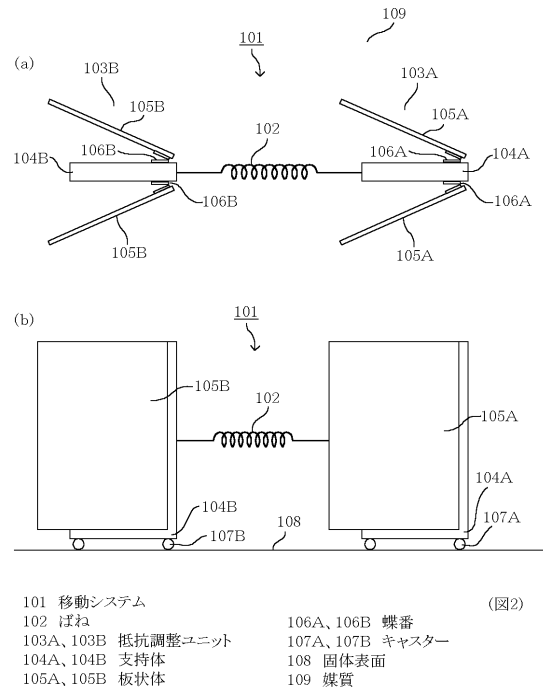
【符号の説明】

- 1、101、201、301、401、501 移動システム
 2、102、202、302、402 バネ
 3A、3B、103A、103B、303A、303B、403A、403B、503A、503B 抵抗調整ユニット
 4A、4B、104A、104B、204A、204B、404A、404B 支持体
 5A、5B、305A、305B 半球状体
 6A、6B、306A、306B 方向制御板 10
 7A、7B、107A、107B、207A、207B、307A、307B、407A、407B キャスター
 8、108、208、308、408 固体表面
 9、109、309、409 媒質
 10A、10B、110A、110B、310A、410A、410B 内面
 11A、11B、111A、111B、311B、411A、411B 外面
 15A、15B、315A、315B 開口
 105A、105B、205A、205B、405A、405B 板状体
 106A、106B、406A、406B 蝶番
 203A、203B 摩擦調整ユニット 20
 206A、206B ピン
 212A、212B 車輪
 213A、213B 鋸歯状部
 316、416 プランジャー
 317、417 電磁石
 318 ストレインゲージ
 319 増幅器
 505A₁、505A₂、505B₁、505B₂ 側鎖部
 514A、514B コア

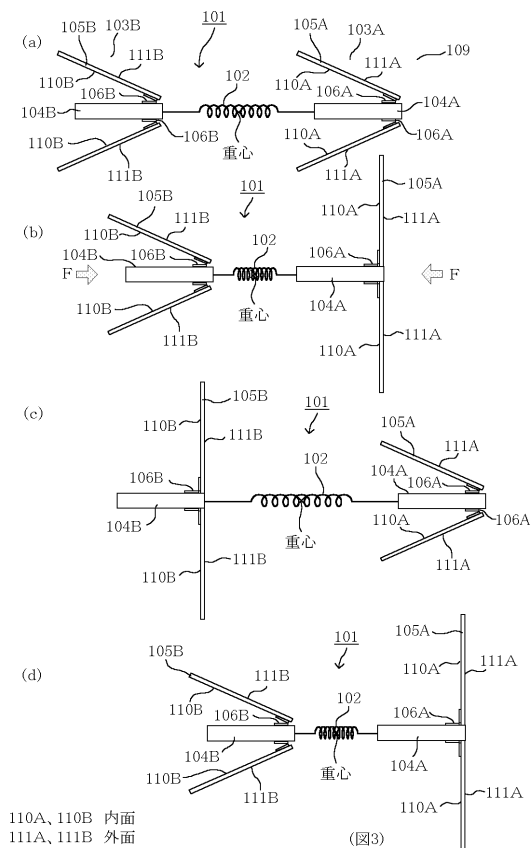
【 図 1 】



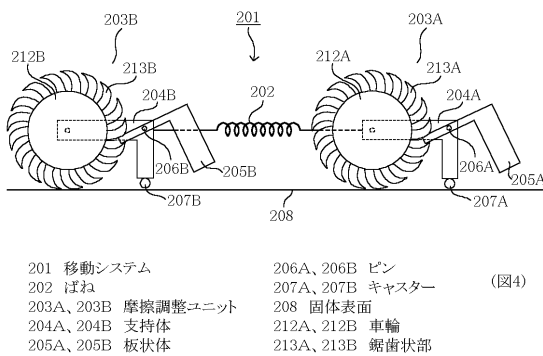
【圖 2】



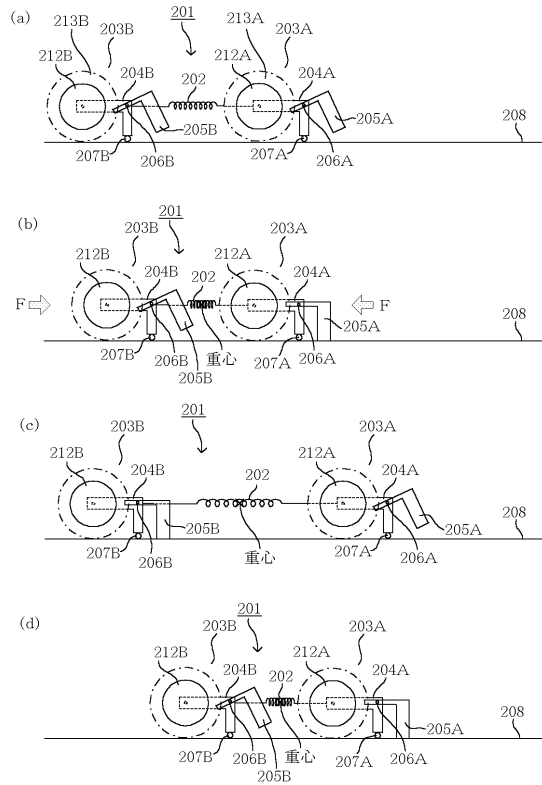
【 図 3 】



【 図 4 】

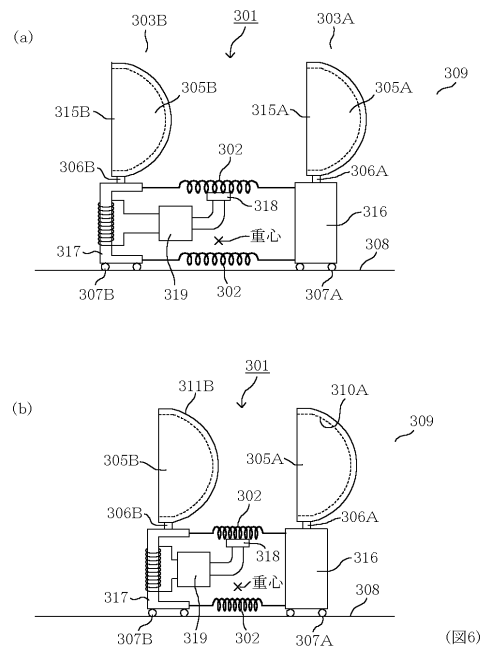


【図 5】



(図5)

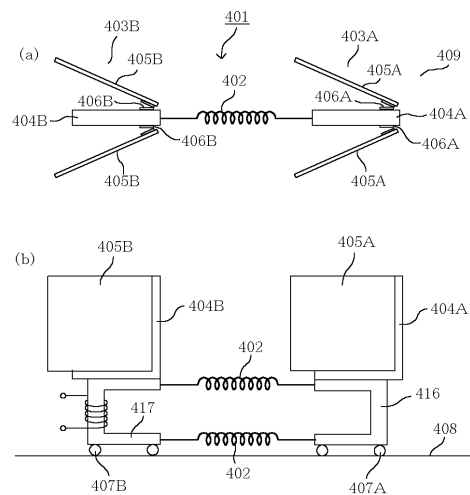
【図 6】



(図6)

301 移動システム	309 媒質
302 ばね	310A 内面
303A, 303B 抵抗調整ユニット	311B 外面
305A, 305B 半球状体	315A, 315B 開口
306A, 306B 方向制御板	316 プランジヤー
307A, 307B キャスター	317 電磁石
308 固体表面	318 ストレインゲージ
	319 増幅器

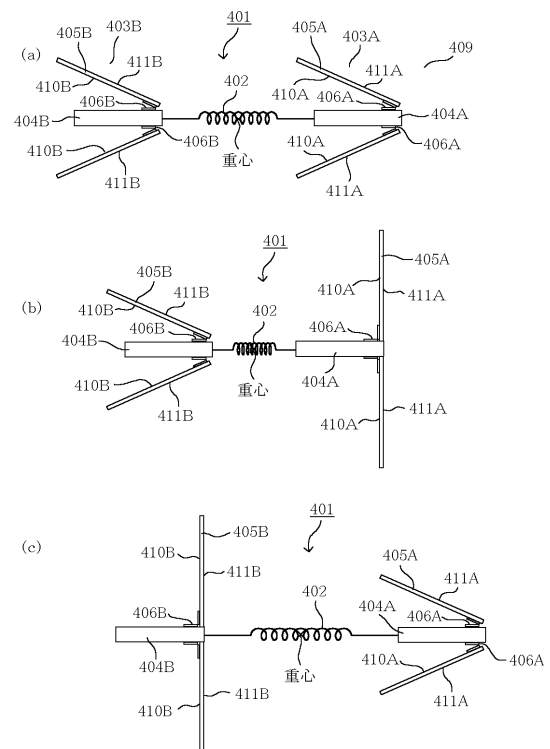
【図 7】



(図7)

401 移動システム	406A, 406B 螺番
402 ばね	407A, 407B キャスター
403A, 403B 抵抗調整ユニット	408 固体表面
404A, 404B 支持体	409 媒質
405A, 405B 板状体	416 プランジヤー
	417 電磁石

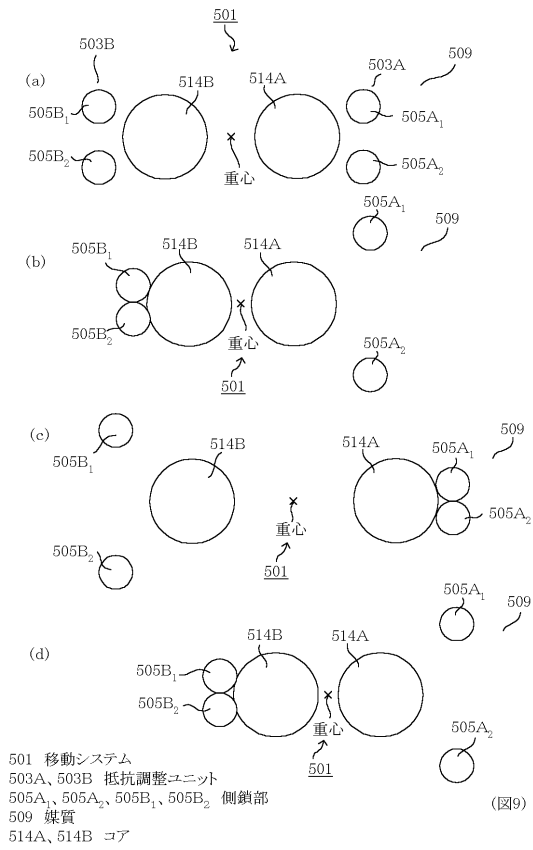
【図 8】



(図8)

410A, 410B 内面
411A, 411B 外面

【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 9 - 0 8 8 8 0 6 (J P , A)
特開平 0 2 - 1 5 9 9 8 2 (J P , A)
実用新案登録第 2 5 1 0 3 7 4 (J P , Y 2)
実公第 0 2 3 9 8 3 (大正 1 5 年) (J P , Y 1 T)
実用新案登録第 3 0 5 4 5 7 2 (J P , Y 2)
特開平 0 4 - 3 0 6 1 8 2 (J P , A)
特開昭 6 4 - 0 4 3 0 7 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F03G 1/00-7/10

H02K 33/02