

(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 1

F03G	1/10	(2006.01)	F 03 G	1/10
F03G	7/00	(2006.01)	F 03 G	7/00
H02K	33/02	(2006.01)	F 03 G	7/00

HO 2 K	33/02	(2006.01)	HO 2 K	33/02
				A
				H
				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の一端において、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、前記移動システムの他端において、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。

【0005】

【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。

【0006】

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。

【0007】

【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3B、3Aと、を有している。抵抗調整ユニット3A、3Bは、それぞれ、支持体4A、4Bと、支持体4A、4Bにそれぞれ方向制御板6A、6Bを介して取りつけられた半球状体5A、5Bと、を備えている。支持体4A、4Bの下端には、それぞれ、微小なキャスター7A、7Bが取り付けられている。キャスター7A、7B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となる媒質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。

【0008】

半球状体5A、5Bは、その内部が空洞であり、開口15A、15Bにおいて媒質9に開口している。10A、11Aは、それぞれ、半球状体5Aの内面、外面であり、10B、11Bは、それぞれ、半球状体5Bの内面、外面である。方向制御板6A、6Bは、それぞれ、支持体4A、4Bの上で回転可能であり、方向制御板6A、6Bが180°回転することによって、半球状体5A、5Bの開口15A、15Bの開口方向が反転する。半球状体5A、5Bの開口15A、15B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。

【0009】

このような平衡状態にある移動システム1の支持体4Aの右端と支持体4Bの左端とに力Fを印加する。図1(b)は、支持体4Aの右端と支持体4B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、ばね2が収縮する際、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

10

20

30

40

50

のため、力 F によって、抵抗調整ユニット 3 A が紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット 3 B 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。

【 0 0 1 0 】

次に、この状態で、支持体 4 A の右端と支持体 4 B 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 5 A は、その外面 1 1 A 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 A 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 5 B は、開口 1 5 B を通して内面 1 0 B 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 B 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 3 A が紙面右方に移動する距離は、抵抗調整ユニット 3 B 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

【 0 0 1 1 】

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 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、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。そのため、抵抗調整ユニット 3 A が紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット 3 B 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

【 0 0 1 2 】

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 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 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 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

【 0 0 1 3 】

方向制御板 6 A、6 B を 180° 回転させると、開口 1 5 A、1 5 B 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 3 A、3 B 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。

【 0 0 1 4 】

[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である。

40

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 103 B、103 A を有している。抵抗調整ユニット 103 A、103 B は、それぞれ、支持体 104 A、104 B と、支持体 104 A、104 B にそれぞれ蝶番 106 A、106 B を介して取りつけられた板状体 105 A、105 B と、を備えている。蝶番 106 A、106 B 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 105 A、105 B は、それぞれ、蝶番 106 A、106 B に固定されている。したがって、2 枚の板状体 105 A、2 枚の板状体 105 B 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 α をなしているか、あるいは、任意の角度を開いている。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、微小さなキャスター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 β 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 β 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 β 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 β 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 β 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 β 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 β 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】

10

20

30

40

50

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 103A 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 103B 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 106A、106B の開く角度を から 90° とし、板状体 105A、105B が左方のみに開くようにしたが、蝶番 106A、106B の開く角度を から 90°、および、90° から (180° -) の 2 段階とし、板状体 105A、105B 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なることが可能である。10

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 103A、103B 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ます。20

【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の上を移動したが、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 203B、203A と、を有している。摩擦調整ユニット 203A、203B は、それぞれ、支持体 204A、204B と、支持体 204A、204B にそれぞれ回転可能に取りつけられた丸鋸形状の車輪 212A、212B と、板状体 205A、205B と、を備えている。板状体 205A、205B は、それぞれ、ピン 206A、206B によって、支持体 204A、204B に取り付けられている。板状体 205A、205B は、それぞれ、ピン 206A、206B 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 205A、205B のピン 206A、206B よりも左側の細く延びた部分（以後、「先端部」という）は、車輪 212A、212B の鋸歯状部 213A、213B の内部に入り込んでいる。車輪 212A、212B が右回転する際には、板状体 205A、205B の先端部が鋸歯状部 213A、213B の背面によって下方に押されているので、板状体 205A、205B は、固体表面 208 から離れている。一方、車輪 212A、212B が左回転する際には、鋸歯状部 213A、213B の先端が、板状体 205A、205B の先端部を上方に押す。このため、板状体 205A、205B のピン 206A、206B 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 204A、204B 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 207A、207B が取り付けられている。3040

【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 212A、212B の鋸歯状部 213A、213B 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 204A の右端と支持体 204B 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 212A が左回転しようとするが、車輪 212A が左回転するとすぐに、板状体 205A は固体表面 208 に強く押しつけられる。一方、車輪 212B は右回転を行い、板状体 205B は固体表面 208 から離れている。板状体 205A が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205A と固体表面 208 との間には強い摩擦力が働く。板状体 205B は固体表面 208 から離れているので、板状体 205B と固体表面 208 との間には摩擦力が働く。したがって、力 F によって、摩擦調整ユニット 203A 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 203B 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 212A は右回転を行い、板状体 205A を固体表面 208 から離す。一方、ばね 202 が伸張するとき、車輪 212B は左回転しようとするが、車輪 212B が左回転するとすぐに、板状体 205B が固体表面 208 に強く押しつけられる。板状体 205A が固体表面 208 から離れるので、板状体 205A と固体表面 208 との間に摩擦力が働くなくなる。一方、板状体 205B が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205B 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 203A 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 203B 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 212A が左回転しようとするが、車輪 212A が左回転するとすぐに、板状体 205A 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 212B は右回転を行い、板状体 205B は固体表面 208 から離れる。板状体 205A が固体表面 208 に強く押しつけられるので、板状体 205A と固体表面 208 との間には強い摩擦力が働く。板状体 205B は固体表面 208 から離れるので、板状体 205B と固体表面 208 との間には摩擦力が働くなくなる。したがって、摩擦調整ユニット 203A 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 203B 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 203A 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 203B 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 205A、205B 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 212A、212B 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 205A、205B を電気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、磁気的あるいは電気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303B、303Aを有している。抵抗調整ユニット303A、303B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306A、306Bを介して取りつけられた半球状体305A、305B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、微小さなキャスター307A、307B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が取りつけられ、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との接触を遮断している。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305A、305Bは、それぞれ、第1の実施の形態の半球状体5A、5Bと同様の形状を有しており、方向制御板306A、306Bを回転することによって、その開口315A、315Bの開口方向を変えることが可能である。半球状体305A、305Bの開口315A、315B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に取りつ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を電磁石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305Aは、開口315Aを通して内面310A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303A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305Bは、ばね302が収縮する際、その外面311B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303B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 を介して取りつけられた板状体 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、任意の角度を開いている。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、外側であり、410B、411B は、それぞれ、板状体 405B の内面、外側である。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】

10

20

30

40

50

このような平衡状態にある移動システム 401 の支持体 404B 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 404B 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 405A が、その内面 410A 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 403A 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 405B 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 403B が右方に急激に移動していく。抵抗調節ユニット 403B 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 405B が、その内面 410B 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 403B 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 405A 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 403A が右方に急激に移動していく。抵抗調節ユニット 403A 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の上を移動したが、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なることができる。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なされてもよい。

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 514A、514B と、コア 514A の紙面右側に側鎖部 505A₁、505A₂ と、コア 514B の紙面左側に側鎖部 505B₁、505B₂ と、を有するクラスター分子を備えている。ここで、コア 514A、514B、および、側鎖部 505A₁、505A₂、505B₁、505B₂ は、それぞれ、單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もよい。また、側鎖部 505A₁、505A₂、505B₁、505B₂ 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 514A と 514B とは、その間で振動している。同様に、側鎖部 505A₁ と 505A₂、側鎖部 505B₁ と 505B₂、および、コア 514A と 側鎖部 505A₁、505A₂、コア 514B と 側鎖部 505B₁、505B₂ 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 514A と 514B との間が収縮するときに、側鎖部 505A₁ と 505A₂ との間およびコア 514A と 側鎖部 505A₁、505A₂ との間が伸張し、側鎖部 505B₁ と 505B₂ との間およびコア 514B と 側鎖部

50

505B₁、505B₂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514Aと514Bとの間が伸張するときに、側鎖部505A₁と505A₂との間およびコア514Aと側鎖部505A₁、505A₂との間が収縮し、側鎖部505B₁と505B₂との間およびコア514Bと側鎖部505B₁、505B₂との間が伸張する振動の位相を有する。側鎖部505A₁、505A₂とが抵抗調整ユニット503Aとなり、側鎖部505B₁、505B₂とが抵抗調整ユニット503B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514A、514Bおよび側鎖部505A₁、505A₂、505B₁、505B₂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514Aと514Bとの間が収縮した状態を示している。コア514Aと514Bとの間が収縮するにつれて、コア514Aと側鎖部505A₁、505A₂との間が伸張するとともに、側鎖部505A₁と505A₂との間が伸張する。一方、コア514Bと側鎖部505B₁、505B₂との間が収縮するとともに、側鎖部505B₁と505B₂との間が収縮する。側鎖部505A₁と505A₂とは、その間隔が長くなるため、媒質509から受ける抵抗が大きくなる。側鎖部505B₁と505B₂とは、その間隔が短くなるため、媒質509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503Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット503B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501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514Aと514Bとの間が伸張する。コア514Aと514Bとの間が伸張するにつれて、コア514Aと側鎖部505A₁、505A₂との間が収縮するとともに、側鎖部505A₁と505A₂との間が収縮する。一方、コア514Bと側鎖部505B₁、505B₂との間が伸張するとともに、側鎖部505B₁と505B₂との間が伸張する。側鎖部505A₁と505A₂とは、その間隔が短くなるため、媒質509から受ける抵抗が小さくなる。側鎖部505B₁と505B₂とは、その間隔が長くなるため、媒質509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503Aが紙面右方に移動する距離は、抵抗調整ユニット503B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501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514Aと514Bとの間が収縮する。コア514Aと514Bとの間が収縮するにつれて、コア514Aと側鎖部505A₁、505A₂との間が伸張するとともに、側鎖部505A₁と505A₂との間が伸張する。一方、コア514Bと側鎖部505B₁、505B₂との間が収縮するとともに、側鎖部505B₁と505B₂との間が収縮する。側鎖部505A₁と505A₂とは、その間隔が長くなるため、媒質509から受ける抵抗が大きくなる。側鎖部505B₁と505B₂とは、その間隔が短くなるため、媒質509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503Aが紙面左方に移動する距離は、抵抗調整ユニット503B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501の重心は、紙面右方に移動する。

40

【0049】

50

次に、コア 514A と 514B との間が伸張する。コア 514A と 514B 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 503A 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 503B 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 501 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 501 の重心が常に紙面右方に移動するため、移動システム 501 は全体として右に移動する。移動システム 501 の移動は、クラスタ分子の振動が続く限り続く。

【0050】

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

【0051】

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。

【0052】

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

【0053】

【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。

40

【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。

【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。

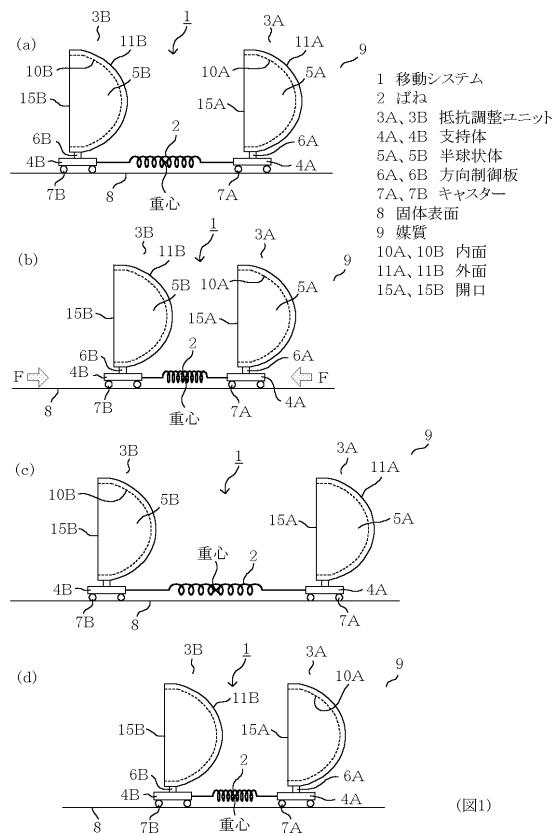
50

【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。

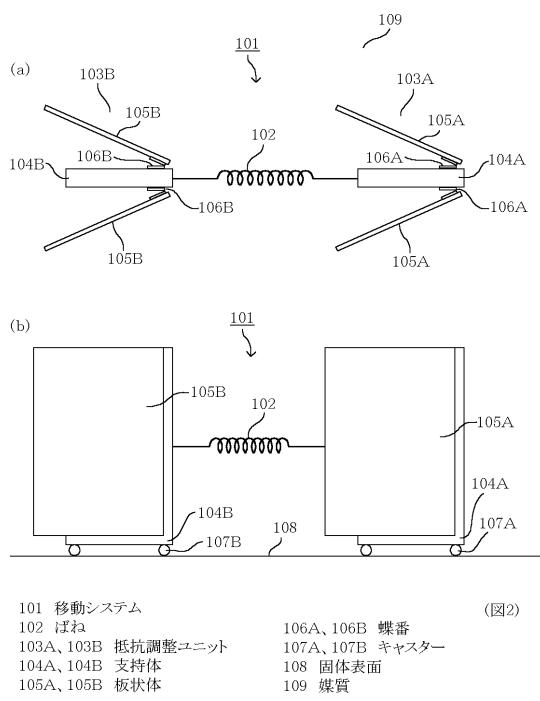
【符号の説明】

- 1、101、201、301、401、501 移動システム
- 2、102、202、302、402 ばね
- 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】

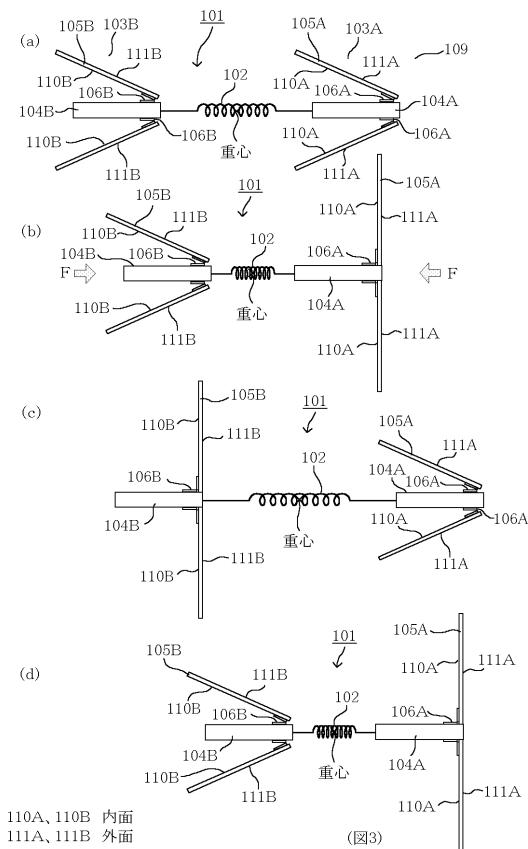


【図2】

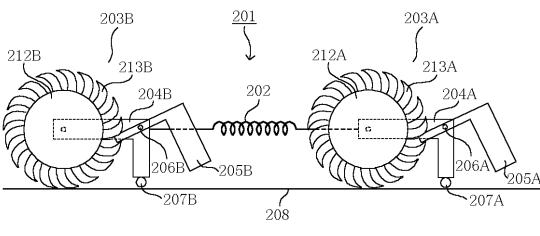


101 移動システム
102 ばね
103A, 103B 抵抗調整ユニット
104A, 104B 支持体
105A, 105B 板状体
106A, 106B 蝶番
107A, 107B キャスター
108 固体表面
109 媒質

【図3】

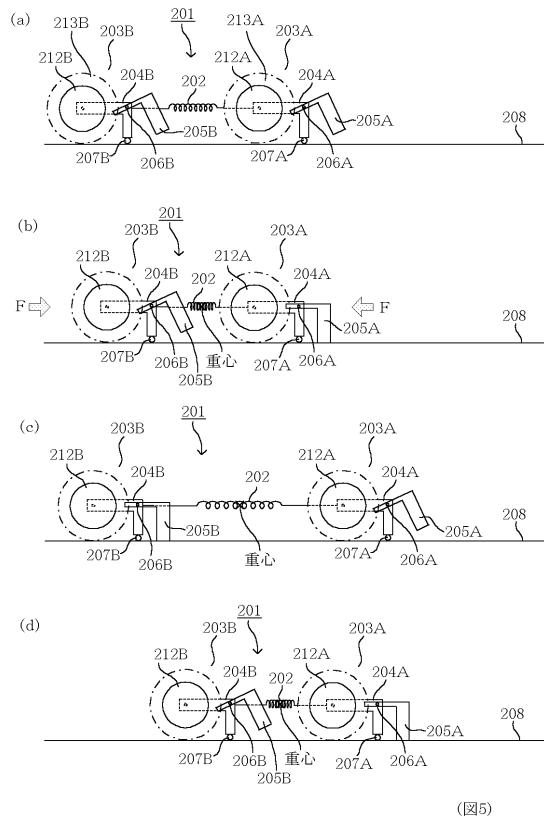


【図4】

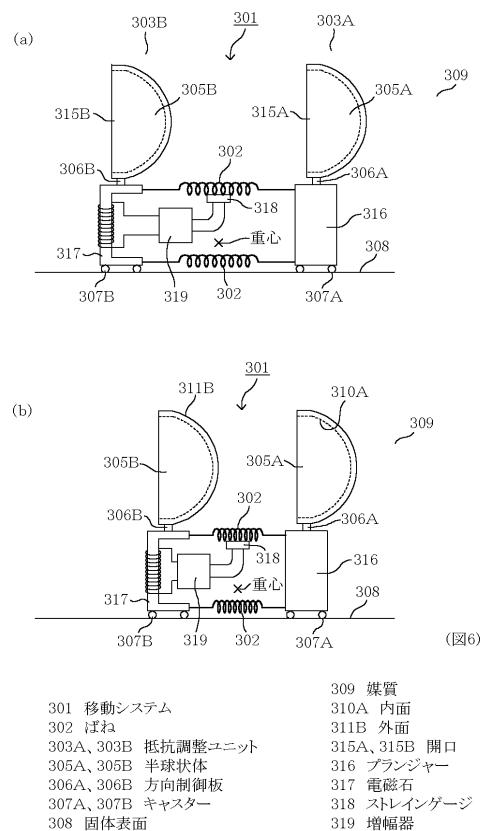


201 移動システム
202 ばね
203A, 203B 摩擦調整ユニット
204A, 204B 支持体
205A, 205B 板状体
206A, 206B ピン
207A, 207B キャスター
208 固体表面

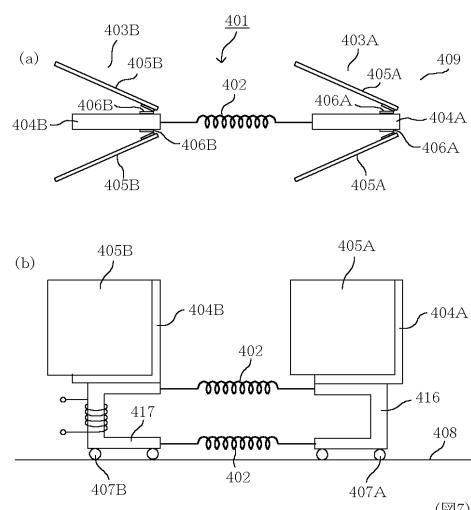
【図5】



【図6】

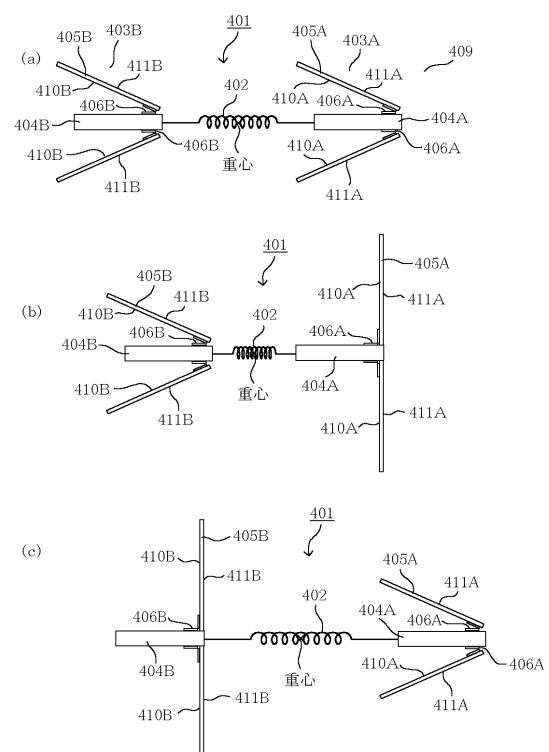


【図7】



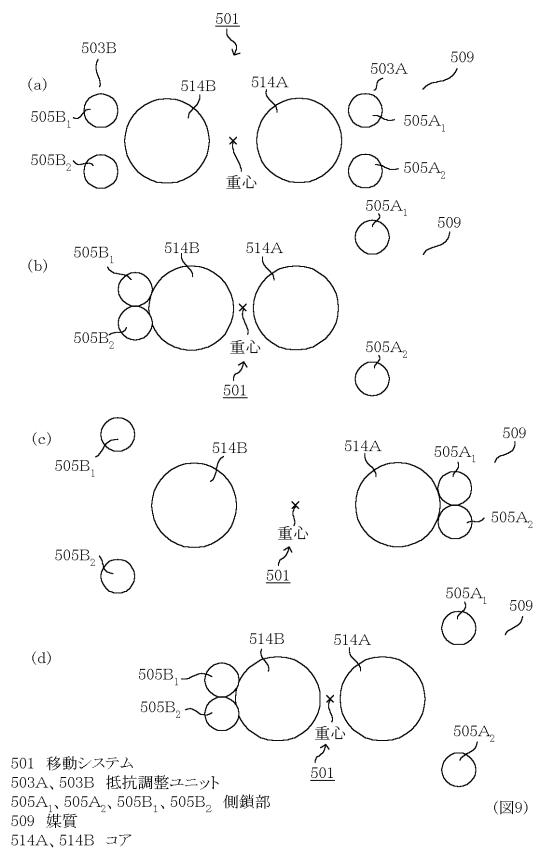
401 移動システム
402 ばね
403A, 403B 抵抗調整ユニット
404A, 404B 支持体
405A, 405B 板状体
406A, 406B 蝶番
407A, 407B キャスター
408 固体表面
409 媒質
410A, 410B 内面
411A, 411B 外面
416 ブランジャー
417 電磁石

【図8】



410A, 410B 内面
411A, 411B 外面

【図9】



(図9)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-088806(JP,A)
特開平02-159982(JP,A)
実用新案登録第2510374(JP,Y2)
実公第023983(大正15年)(JP,Y1T)
実用新案登録第3054572(JP,Y2)
特開平04-306182(JP,A)
特開昭64-043075(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03G 1/00-7/10

H02K 33/02