

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3725272号
(P3725272)

(45) 発行日 平成17年12月7日(2005.12.7)

(24) 登録日 平成17年9月30日(2005.9.30)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B06B 1/12
B06B 1/04
// G05D 19/00

B06B 1/12
B06B 1/04 A
G05D 19/00

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平8-350828	(73) 特許権者	594176202 株式会社デルタツーリング
(22) 出願日	平成8年12月27日(1996.12.27)		広島県広島市安芸区矢野新町一丁目2番1 0号
(65) 公開番号	特開平10-192785	(73) 特許権者	000183417 株式会社NEOMAX
(43) 公開日	平成10年7月28日(1998.7.28)		大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号
審査請求日	平成15年12月11日(2003.12.11)	(74) 代理人	100062144 弁理士 青山 稔
		(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
		(72) 発明者	藤田 悦則 広島県広島市安芸区矢野新町一丁目2番1 0号 株式会社デルタツーリング内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動発生機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに離間し反発磁極が対向する少なくとも二つの永久磁石と、該少なくとも二つの永久磁石のいずれか一方の永久磁石を駆動する動電型アクチュエータとを備え、該動電型アクチュエータが、設置面に対し摺動自在に取り付けられ上記一方の永久磁石が固着されたホルダと、該ホルダの少なくとも一端に巻回されたコイルと、該コイルと所定距離離間した少なくとも一つの永久磁石とを有し、上記少なくとも二つの永久磁石を垂直方向に離間せしめる一方、該永久磁石の両側の各々に一对の永久磁石を反発磁極が対向した状態で垂直方向に離間せしめ、該一对の永久磁石の反発力を利用して垂直方向に加わる負荷を支持するとともに、上記コイルにパルス電流を流すことにより上記ホルダとともに上記一方の永久磁石を他方の永久磁石に対し周期的に往復移動させて上記永久磁石の対向面積を変化させることにより上記他方の永久磁石を振動させるようにしたことを特徴とする振動発生機構。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は振動発生機構に関し、更に詳しくは、複数の永久磁石の反発力を利用して垂直方向に振動エネルギーを発生させる振動発生機構に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

従来、ある構造体の振動特性を調べるために、人為的に振動を発生させる加振機が使用されている。また、加振機としては、動電型のものと不釣り合い質量やカム式のもののが一般に知られている。

【 0 0 0 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、クランク等のリンク機構を使用した加振機では、駆動モータに直接負荷が加わることから比較的大きな駆動モータが必要となり、動電型の場合、低周波の対応ができないという問題があった。

また、装置自体が大規模なため、設置場所の確保及び工事が必要となるばかりか、発熱量が大きいことから強制空冷が必要となり、ファン等の排気音により異音評価ができないと

10

いう問題があった。さらに、上記加振機はいずれも構成が複雑で、重たく、かつ、高価であることから、軽量で安価なものが望まれていた。

【 0 0 0 4 】

本発明は、従来技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、複数の永久磁石を組み込むことにより、コンパクトで騒音の少ない安価な加振機が実現可能な振動発生機構を提供することを目的としている。

【 0 0 0 5 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために、本発明のうちで請求項 1 に記載の発明は、互いに離間し反発磁極が対向する少なくとも二つの永久磁石と、該少なくとも二つの永久磁石のいずれか一方の永久磁石を駆動する動電型アクチュエータとを備え、該動電型アクチュエータが、設置面に対し摺動自在に取り付けられ上記一方の永久磁石が固着されたホルダと、該ホルダの少なくとも一端に巻回されたコイルと、該コイルと所定距離離間した少なくとも一つの永久磁石とを有し、上記少なくとも二つの永久磁石を垂直方向に離間せしめる一方、該永久磁石の両側の各々に一对の永久磁石を反発磁極が対向した状態で垂直方向に離間せしめ、該一对の永久磁石の反発力を利用して垂直方向に加わる負荷を支持するとともに、上記コイルにパルス電流を流すことにより上記ホルダとともに上記一方の永久磁石を他方の永久磁石に対し周期的に往復移動させて上記永久磁石の対向面積を変化させることにより上記他方の永久磁石を振動させるようにした振動発生機構である。

20

30

【 0 0 0 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

互いに離間し同磁極を対向させた少なくとも二つの永久磁石を有する磁性バネ構造体の場合、離間した永久磁石同士は非接触のため、構造体自体の摩擦損失等を無視すると、その静特性は入力時（行き）と同一ライン上を非線形で出力され（帰り）、さらに、非接触対偶特有の自由度、浮上制御系の不安定度を利用することにより、小さな入力で静磁界（磁石の配置）を変化させることで負の減衰を生じやすい。

【 0 0 1 0 】

本発明はこの事実に着目してなされたものであり、二つの永久磁石間の幾何学的寸法を運動行程内機構あるいは外力により入力側（行き）と出力側（帰り）で変化させ、その運動系内で反発力に変換させることにより、二つの永久磁石の平衡位置からの入力側の反発力より出力側の反発力を大きくしている。

40

【 0 0 1 1 】

以下、その基本原理について説明する。

図 1 は、入力側と出力側における二つの永久磁石 2, 4 の平衡位置を示した模式図で、図 2 は、いずれか一方の永久磁石に加えられた荷重と、二つの永久磁石の平衡位置からの変位量との関係を示した磁性バネ構造体の基本特性を示している。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示されるように、永久磁石 2 に対する永久磁石 4 の入力側の平衡位置とバネ定数を

50

それぞれ x_0 , k_1 とし、出力側の平衡位置とバネ定数をそれぞれ x_1 , k_2 とすると、 x_0 ~ x_1 の間で面積変換が行われ、各平衡位置では次の関係が成立する。

$$-k_1 / x_0 + m g = 0$$

$$-k_2 / x_1 + m g = 0$$

$$k_2 > k_1$$

【0013】

従って、その静特性は、図2に示されるように負の減衰特性を示し、位置 x_1 と位置 x_0 におけるポテンシャルの差が発振のポテンシャルエネルギーと考えることができる。

【0014】

また、図1のモデルを製作し、荷重と変位置との関係を、荷重を加える時間を変えて実測したところ、図3に示されるようなグラフが得られた。これは、二つの永久磁石2, 4が最近接位置に近づくと、大きな反発力が作用すること、また、平衡位置からの変位置が微小に変化すると摩擦損失が磁性バネのダンパー効果により発生し、そのことにより減衰項が現れたものと解釈される。

【0015】

図3において、(a)は一定荷重を加えた場合のグラフで、(a)、(b)、(c)の順で荷重を加えた時間が短くなっている。すなわち、荷重の加え方により静特性が異なり、荷重を加える時間が長いほど力積が大きい。

【0016】

また、希土類磁石は、磁化の強さが磁界に依存しない。つまり、内部磁気モーメントが磁界による影響を受けにくいので、減磁曲線上で磁化の強さはほとんど変化せず、ほぼその飽和磁化の強さの値を保っている。従って、希土類磁石では、端面上に磁荷が均一に分布していると仮定したチャージモデルを用いて、入出力が考えられる。

【0017】

図4はその考え方を示しており、磁石を最小単位の磁石の集合と定義し、各単位磁石間の力の関係を三つに分類して計算したものである。

(a) 吸引 (r , m とも同一なので、2タイプを1つで定義する)

$$f^{(1)} = (m^2 / r^2) d x_1 d y_1 d x_2 d y_2$$

$$f_x^{(1)} = f^{(1)} \cos$$

$$f_z^{(1)} = f^{(1)} \sin$$

(b) 反発

$$f_x^{(2)} = f^{(2)} \cos$$

$$f_z^{(2)} = f^{(2)} \sin$$

(c) 反発

$$f_x^{(3)} = f^{(3)} \cos$$

$$f_z^{(3)} = f^{(3)} \sin$$

従って、

$$-f_x = 2 f_x^{(1)} - f_x^{(2)} - f_x^{(3)}$$

$$-f_z = 2 f_z^{(1)} - f_z^{(2)} - f_z^{(3)}$$

ここで、クーロンの法則は次のように表されるので、

$$F = k (q_1 q_2 / r^2) \quad r : \text{距離}$$

$$q = MS \quad q_1, q_2 : \text{磁荷}$$

$$(m) \quad M (m) : \text{磁化の強さ}$$

$$S : \text{面積}$$

上記 $-f_x$, $-f_z$ を磁石の寸法の範囲で積分して力を求めることができる。

【0018】

これを図5に示されるように、対向する磁石を各磁気ギャップ毎に完全にラップした状態 (x 軸移動量 = 0 mm) から完全にずれた状態 (x 軸移動量 = 50 mm) まで移動させて

10

20

30

40

50

計算したのが図6のグラフである。ただし、「内部磁気モーメントは一定」と定義しているが、磁気ギャップが小さいときは磁石の周辺で乱れが生じるので、補正している。

【0019】

上記計算結果は実測値とも略一致しており、図2のポイントaからbに移動させる力がx方向荷重で、出力はz方向荷重で表されており、不安定系故の入力<出力の関係が静的に明確になっている。

【0020】

また、図7は、図5に示される磁石の離間距離を3mmに保持し、完全にずれた状態から完全にラップした状態まで移動させ、さらにこの状態から完全にずれた状態まで移動した時の関係を表したグラフである。このグラフは、x方向荷重の絶対値は同じで出力方向が逆になって出てくる特性で、完全ラップ状態に近づく場合は抵抗つまり減衰となり、完全ラップ状態から完全にずれた状態に移行する場合は加速されることを示している。

10

【0021】

また、図8に示されるように、対向する磁石の回転角度を変化させると、図9に示されるようなグラフが得られた。当然のことながら、対向面積が減少すると最大荷重が減少し、所定の入力を加えることによる面積変換を介して出力を変化させることが可能なことを示している。

【0022】

図10は、永久磁石としてネオジム系磁石を採用した場合の磁石間距離と荷重との関係を示すグラフであり、反発力は質量増加とともに増加する。ここで、反発力Fは、

20

$F = B_r^2 \times (\text{幾何学的寸法})$ B_r : 磁化の強さ

で表され、幾何学的寸法とは、対向する磁石の離間距離、対向面積、磁束密度、磁界の強さ等により決定される寸法を意味する。磁石材料が同一の場合、磁化の強さ(B_r)は一定であるので、幾何学的寸法を変化させることにより磁石の反発力を変えることができる。

【0023】

図11は、永久磁石2, 4の一方を他方に対しスライドさせて対向面積を変化させることにより幾何学的寸法を変化させるようにしたスライド型原理モデルを示している。

【0024】

図11に示されるように、永久磁石2は基台6に摺動自在に取り付けられており、直動スライダ8は基台6に固定されるとともに、上方に垂直に立設せしめられている。直動スライダ8にはL型アングル10が上下動自在に取り付けられており、L型アングル10の下面には、永久磁石4が永久磁石2に対し同一(反発)磁極を対向させた状態で固定されている。

30

【0025】

上記構成のスライド型原理モデルにおいて、永久磁石2, 4として50mmL x 25mmW x 10mmHのもの(住友特殊金属社製NEOMAX-39SH)を使用するとともに、合計質量3.135kgの負荷を使用して、永久磁石2をスライドさせたところ、図12に示されるような結果が得られた。

【0026】

図12は、入出力の実験値を仕事(J)で示したもので、約0.5Jの入力仕事に対し約4Jの出力仕事を得られており、対向する二つの永久磁石2, 4で構成される磁性パネが有する負の減衰特性を利用することにより、あるいは、静磁エネルギーを変化させることにより小さな入力仕事で大きな出力仕事を引き出すことが可能となる。

40

【0027】

図13は、上記スライド型原理モデルの応用例を示す振動発生機構を示している。図13に示される振動発生機構は、駆動源として使用される動電型アクチュエータ12と、動電型アクチュエータ12に固着された第1永久磁石14と、第1永久磁石14から上方に所定距離離間し上下動自在の第2永久磁石16とを備えており、第1及び第2永久磁石14, 16は同一(反発)磁極が対向した状態で配置されている。

50

【0028】

図13乃至図15に示されるように、動電型アクチュエータ12は、ホルダ18と、ホルダ18の両側に設けられた磁気回路20、20と、ホルダ18の下面に取り付けられたリニアベアリング22と、設置面に固定されリニアベアリング22が摺動自在に取り付けられるリニアガイド24とを備えている。

【0029】

磁気回路20、20は、ホルダ18の両端に巻回されたコイル26、26と、ホルダ18の各側においてコイル26と上下方向（ホルダ18の摺動面に対し垂直な方向）に所定距離離間した複数の永久磁石28、...、28とからなる。

【0030】

コイル26、26は、ホルダ18の両端において上下2段に巻回されているが、図16に示されるように、一本の銅線を直列に接続したものである。すなわち、図13及び図14において、端子A及びBを接続し、さらに左上コイルから左下コイルを形成した後、端子C及びDに順次接続し、次に右下コイルから右上コイルを形成し、最後に端子E及びFの順で接続したものである。

【0031】

一方、永久磁石28、...、28は、図17に示されるように、ホルダ18の各端部に巻回されたコイル26（図13における左上コイルと左下コイル、あるいは、右上コイルと右下コイル）と対向しており、逆磁極を下側に向けた状態でケーシング30の上部壁下面に固着された二つの永久磁石28、28と、この永久状態28、28と逆磁極が対向しケーシング30の底壁上面に固着された二つの永久磁石28、28とからなる。

【0032】

上記構成の磁気回路に対し、図17に示されるように励磁電流を流すと、フレミングの左手の法則に基づいてコイル26には力Fが加わり、ホルダ18がリニアガイド24に沿って力Fの方向に移動する。従って、コイル26、26にパルス励磁電流を流すと、コイル26、26はホルダ18と一体的に往復運動を行う。すなわち、本発明にかかる動電型アクチュエータ12は、電気エネルギーを機械的エネルギーに変換する。

【0033】

なお、上記実施形態においては、コイル26、26をホルダ18の両端に巻回した構成としたが、必ずしも両端に巻回する必要はなく、図18に示される動電型アクチュエータ12Aのように、ホルダ18の一端に1本の銅線を直列に接続することによりコイル26を形成することもできる。

【0034】

また、上記実施形態においては、ケーシング30の上部壁下面と底壁上面にそれぞれ二つの永久磁石28、28を固着する構成としたが、上部壁下面と底壁上面の各々にそれぞれ一つの永久磁石28を設け、逆磁極を互いに対向させる構成とすることもできる。

【0035】

さらに、図19に示される動電型アクチュエータ12Bのように、ホルダ18両端に位置する各ケーシング30の底壁上面にのみ1個の永久磁石28を取り付けた構成とすることもできる。

【0036】

また、図13乃至図15に示される実施形態において、永久磁石28、...、28としてネオジム系磁石（住友特殊金属社製NEOMAX-42）（11mmH×35mmW×42mmL）を片側で4個使用するとともに、コイル26、26として0.72-EIWの銅線を160ターン巻回した偏平型空芯コイルを、片側2個の計4個を樹脂製ボビンに接着固定した後直列に接続した。この時の直流抵抗は4.51であった。また、磁気回路の重量は1850g×2個=3700gで、コイル全体の重量は890gであった。

【0037】

上記仕様の動電型アクチュエータ12の1A当たりの推力分布を測定したところ、図20に示される結果が得られた。図20の結果によれば、ストローク30mmの中央では、2

10

20

30

40

50

. 6 4 k g f / A (2 6 N / A) の推力が得られている。

【 0 0 3 8 】

上記構成において、第 2 永久磁石 1 6 に負荷 W を加えた状態で、駆動源である動電型アクチュエータ 1 2 により第 1 永久磁石 1 4 をリニアガイド 2 4 に沿って往復移動させると、第 1 永久磁石 1 4 に対し同一磁極が対向する第 2 永久磁石 1 6 は垂直方向に移動する。すなわち、図 1 3 乃至図 1 5 の振動発生機構は、対向する一対の永久磁石 1 4 , 1 6 の対向面積を周期的に変化させることより励振を発生し、垂直方向の周期的な振動を発生させる。

【 0 0 3 9 】

なお、第 2 永久磁石 1 6 に加えられる負荷 W に応じて、第 1 及び第 2 永久磁石 1 4 , 1 6 の片側に一対の永久磁石 3 2 , 3 4 と、その反対側にもう一対の永久磁石 3 6 , 3 8 とを同一磁極を対向させて配置することもできる。この構成において、動電型アクチュエータ 1 2 とその両側に配置される永久磁石 3 2 , 3 6 とを例えば基台 4 0 に固着させる一方、第 2 永久磁石 1 6 とその両側に配置される永久磁石 3 4 , 3 8 とを例えば頂板 4 2 に固着させ、頂板 4 2 を基台 4 0 に対し複数の垂直軸等を介して上下方向に摺動自在に取り付けることにより、負荷 W に周期的振動を発生させることができる。

10

【 0 0 4 0 】

上記構成をさらに詳述すると、固定磁石 3 2 , 3 4 , 3 6 , 3 8 で荷重を支持するとともに、平衡点と加振磁石 (第 1 永久磁石 1 4) のボリュームで振幅を仮設定し、加振磁石 1 4 のスライド移動により垂直方向の振動を発生させる。また、加振磁石 1 4 のストローク量については、荷重曲線、振幅及び負荷質量で設定する。その中心が基準位置となり駆動源である動電型アクチュエータ 1 2 の中立位置とする。

20

【 0 0 4 1 】

また、加振磁石 1 4 の水平方向のストローク量で垂直方向の上死点と下死点が決定され、上下各死点における加振磁石 1 4 の第 2 永久磁石 1 6 に対するラップ量とギャップ量で各点の水平方向及び垂直方向の荷重が決定される。

【 0 0 4 2 】

なお、上記構成において、第 2 永久磁石 1 6 に加えられる負荷 W を動電型アクチュエータ 1 2 の両側に配置された二対の永久磁石 3 2 , 3 4 , 3 6 , 3 8 で支持するようにしたが、二対の永久磁石 3 2 , 3 4 , 3 6 , 3 8 に代えて複数 (例えば 2 本) のコイルスプリング等の弾性部材を使用し、この弾性部材の復元力を利用して第 2 永久磁石 1 6 に加えられる負荷 W を支持することもできる。

30

【 0 0 4 3 】

次に、上記構成の振動発生機構の制御について説明する。

アクチュエータ 1 2 の駆動波として \sin 波あるいはランダム波等が使用され、アクチュエータ 1 2 を所定の位置や加速度に制御 (フィードバック) するためには、図 2 1 の機械モデルで示されるように、アクチュエータ 1 2 の動きを感知するポテンシオメータ等のセンサが必要となる。

【 0 0 4 4 】

すなわち、駆動波として \sin 波を使用した場合、加振台 (図 1 3 における頂板 4 2) の動きを感知し振幅制御を行う場合、ロータリエンコーダやポテンシオメータ等の位置センサが必要となり、加振台の加速度を感知し加速度制御を行う場合、加速度センサが必要となる。また、駆動波としてランダム波を使用した場合、加振台の動きを感知するロータリエンコーダ等の位置センサが必要となる。

40

【 0 0 4 5 】

図 2 2 は、アクチュエータ 1 2 を図 2 3 に示される \sin 波で駆動する場合のクローズドループ制御のブロック図を示している。

図 2 2 において、 \sin 波テーブル 7 6 から所定のタイミング (例えば 1 m s e c 毎) で D / A (デジタルーアナログ変換器) 7 8 にデータを出力し、その電圧値を P W M (パルス幅変調) 制御アンプ等のアクチュエータ用アンプ 8 0 に入力し、アクチュエータ 1 2 を

50

駆動する。アクチュエータ 12 にはポテンシオメータ 82 が接続されており、ポテンシオメータ 82 の値と出力を比較器 84 で比較するとともに、その差分を D/A 78 に出力してアクチュエータ 12 を目的の位置まで駆動する。また、sin 波テーブル 76 を例えばパソコン等に接続し、パソコンから start コマンドを送信することにより sin 波テーブル 76 から所定の sin 波を出力し、stop コマンドあるいは clear コマンドが送信されるまで出力し続けるようにすることもできる。

【0046】

また、駆動波として図 24 に示されるようなランダム波を使用することも可能で、パソコンから送信される start コマンドに基づいて所定のタイミングでアンプ 80 より振幅値を出力し、アクチュエータ 12 が目的の位置に設定されるようクローズドループ制御を行うとともに、次のデータがアンプ 80 から送信されるまでその出力を保持することができる。

【0047】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

本発明のうちで、請求項 1 に記載の発明によれば、動電型アクチュエータからの駆動力で対向する少なくとも二つの永久磁石の一方を他方に対し周期的に往復移動させて永久磁石の対向面積を変化させることにより他方の永久磁石を振動させるようにしたので、他方の永久磁石に加わる負荷を永久磁石の反発力を利用して振動させることができ、騒音が少なくコンパクトで安価な振動発生機構の製作が容易である。

【0048】

また、上記少なくとも二つの永久磁石を垂直方向に離間せしめる一方、その両側の各々に一对の永久磁石を反発磁極が対向した状態で垂直方向に離間せしめ、永久磁石の反発力を利用して垂直方向に加わる負荷を支持するようにしたので、大きな負荷に対しても対応でき、所望の振動を発生させることが可能である。

【0049】

さらに、動電型アクチュエータを、永久磁石が固着されたホルダと、ホルダの少なくとも一端に巻回されたコイルと、コイルと所定距離離間した少なくとも一つの永久磁石とで構成したので、ホルダの摺動部分を除く他の部分が全て非接触状態となり、従来のアクチュエータに比べ騒音が少なく、コンパクトで廉価な振動発生機構を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明にかかる磁性バネにおいて、二つの永久磁石の入力側と出力側の平衡位置を示した模式図である。

【図 2】 図 1 の磁性バネにおいて、加えられた荷重と永久磁石の平衡位置からの変位量との関係を示す基本特性のグラフである。

【図 3】 実測された荷重と変位量との関係を示すグラフである。

【図 4】 永久磁石の端面上に磁荷が均一に分布していると仮定したチャージモデルにおける入出力の考え方を示す模式図であり、(a) は吸引を、(b) は反発を、(c) は (b) とは異なる部位の反発をそれぞれ示している。

【図 5】 同磁極を対向させた永久磁石において、一方を他方に対し移動させた (対向面積を変えた) 場合の模式図である。

【図 6】 図 5 に基づいて計算した場合の X 軸移動量に対する X 軸及び Z 軸方向の荷重を示すグラフである。

【図 7】 図 5 の永久磁石の離間距離を一定に保持し、一方を他方に対し完全にずれた状態から完全にラップした状態まで移動し、さらにこの状態から完全にずれた状態まで移動させた時の変位量と荷重との関係を示すグラフである。

【図 8】 同磁極を対向させた永久磁石において、一方を他方に対し回転させた (対向面積を変えた) 場合の模式図である。

10

20

30

40

50

【図9】 図8に基づいて永久磁石を回転させた場合の対向面積に対する最大荷重を示すグラフである。

【図10】 永久磁石としてネオジム系磁石を採用した場合の磁石間距離と荷重との関係を示すグラフである。

【図11】 永久磁石の対向面積を変化させることにより幾何学的寸法を変化させるようにしたスライド型原理モデルの斜視図である。

【図12】 図11のスライド型原理モデルにより得られた入出力の関係を示すグラフである。

【図13】 図11のスライド型原理モデルの応用例を示す振動発生機構の概略斜視図である。

【図14】 図13の振動発生機構の駆動源である動電型アクチュエータの一部を切り欠いた平面図である。

【図15】 図14の動電型アクチュエータの部分断面側面図である。

【図16】 図14の動電型アクチュエータに設けられたコイルの結線図である。

【図17】 図14の動電型アクチュエータに設けられた磁気回路の概略側面図である。

【図18】 動電型アクチュエータの変形例を示す斜視図である。

【図19】 動電型アクチュエータの別の変形例を示す部分断面側面図である。

【図20】 図14の動電型アクチュエータに1Aの電流を流した場合の推力分布を示すグラフである。

【図21】 本発明にかかる振動発生機構の機械モデルを示す概略図である。

【図22】 振動発生機構の駆動源としてVCMを使用するとともに、VCMをsin波で駆動する場合のクローズドループ制御のブロック図である。

【図23】 駆動波として使用されるsin波を示すグラフである。

【図24】 駆動波として使用されるランダム波を示すグラフである。

【符号の説明】

2, 4, 28, 32, 34, 36, 38 永久磁石

6 基台

8 直動スライダ

10 L型アングル

12, 12A, 12B 動電型アクチュエータ

14 第1永久磁石

16 第2永久磁石

18 ホルダ

20 磁気回路

22 リニアベアリング

24 リニアガイド

26 コイル

39 ケーシング

40 基台

42 頂板

76 sin波テーブル

78 デジタル-アナログ変換器

80 アンプ

82 ポテンシオメータ

84 比較器

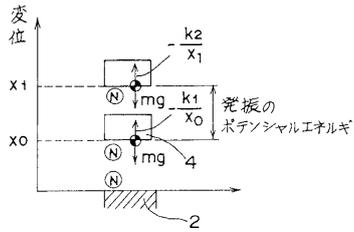
10

20

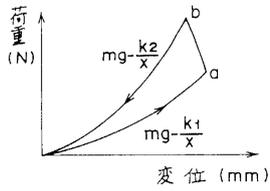
30

40

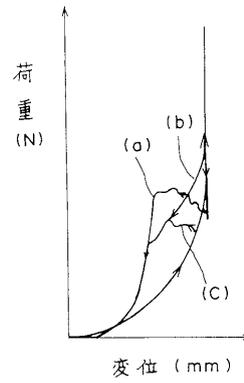
【 図 1 】



【 図 2 】

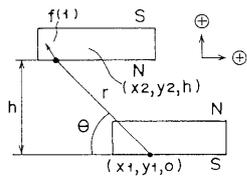


【 図 3 】

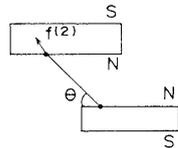


【 図 4 】

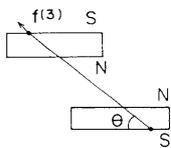
(a) 吸引



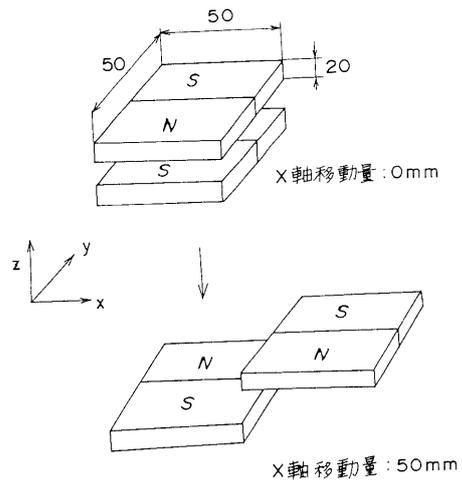
(b) 反発



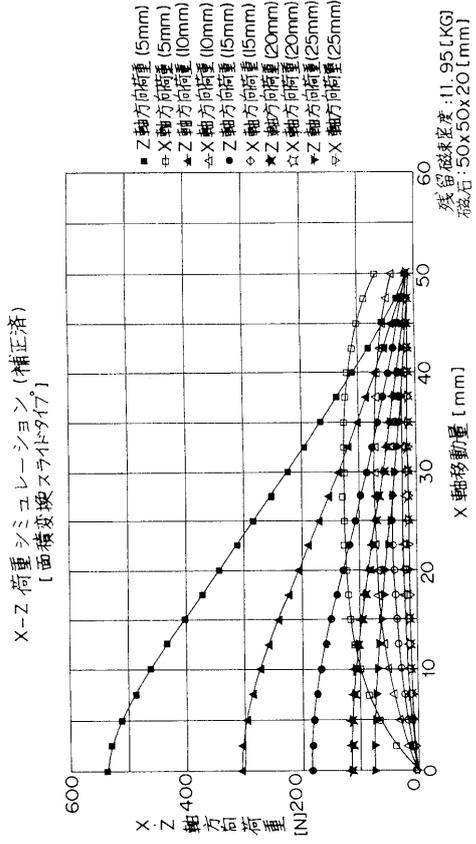
(c) 反発



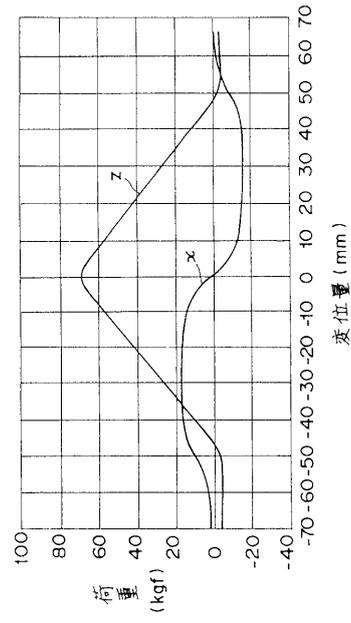
【 図 5 】



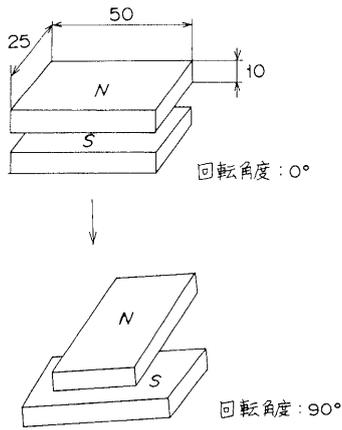
【 図 6 】



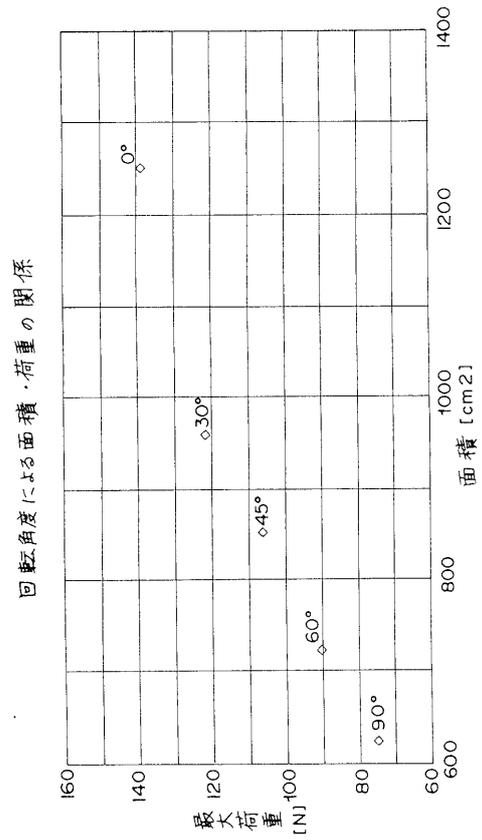
【 図 7 】



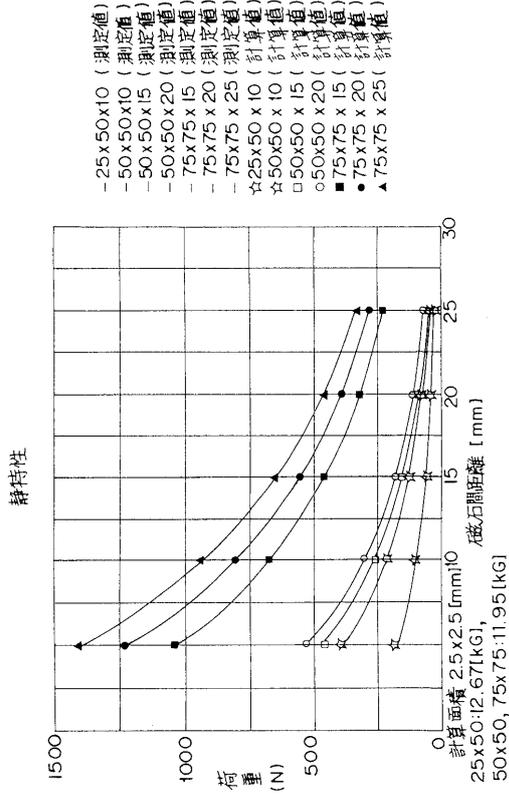
【 図 8 】



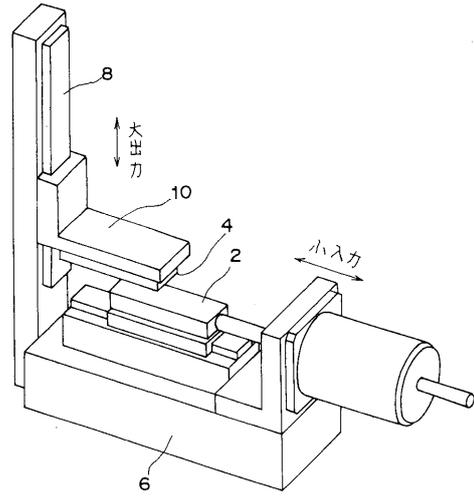
【 図 9 】



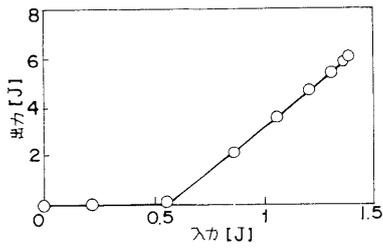
【 図 1 0 】



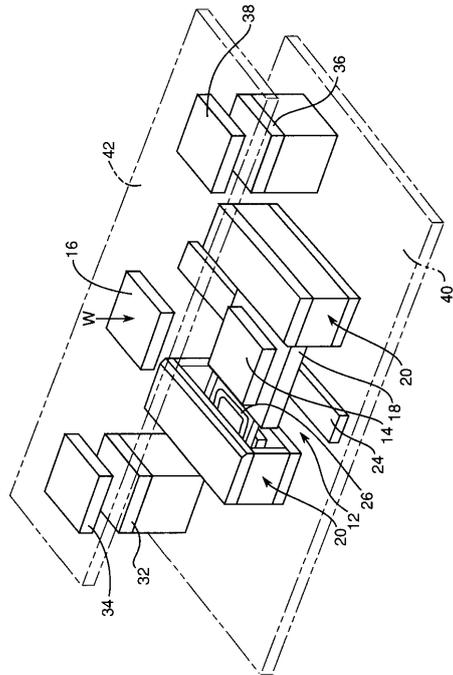
【 図 1 1 】



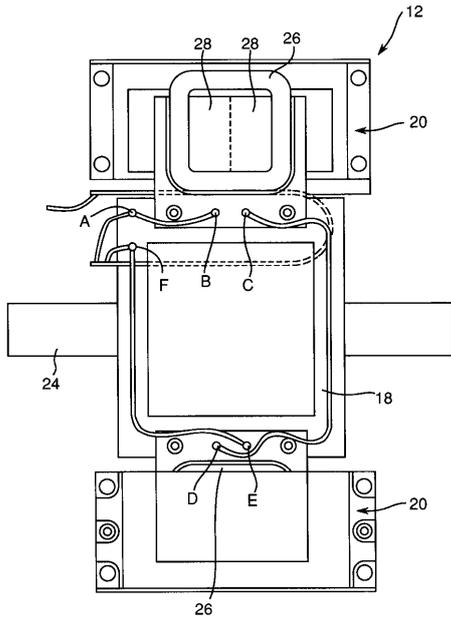
【 図 1 2 】



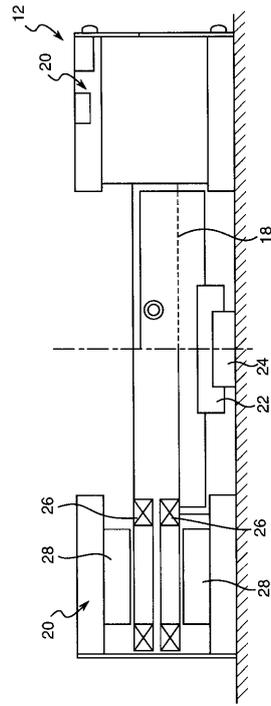
【 図 1 3 】



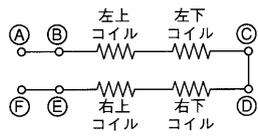
【 図 1 4 】



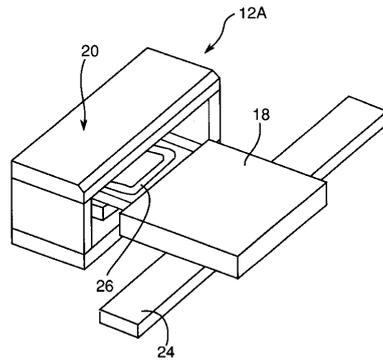
【 図 1 5 】



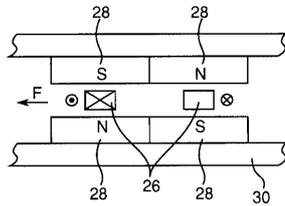
【 図 1 6 】



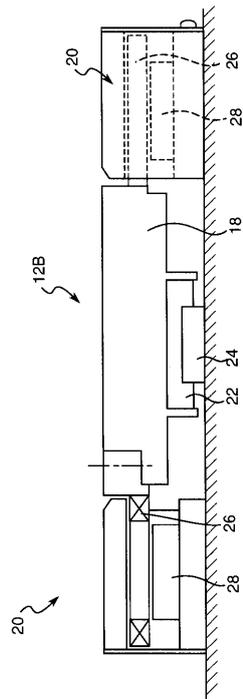
【 図 1 8 】



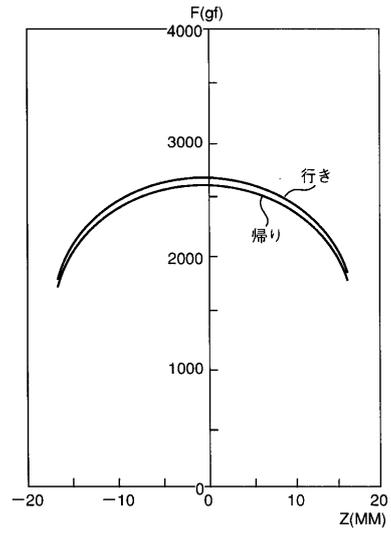
【 図 1 7 】



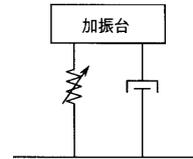
【 図 19 】



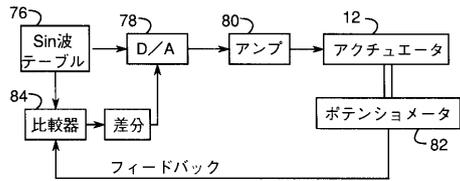
【 図 20 】



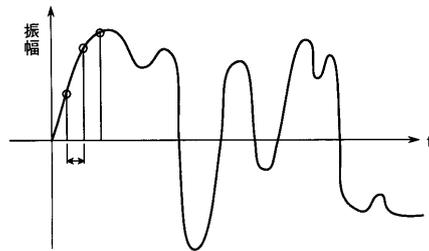
【 図 21 】



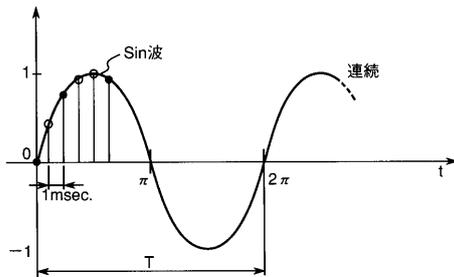
【 図 22 】



【 図 24 】



【 図 23 】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 豊

広島県広島市安芸区矢野新町一丁目2番10号 株式会社デルタツーリング内

(72)発明者 三上 均

大阪府三島郡島本町江川二丁目15番17号 住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(72)発明者 丸川 泰弘

大阪府三島郡島本町江川二丁目15番17号 住友特殊金属株式会社山崎製作所内

審査官 川端 修

(56)参考文献 特開昭59-193177(JP,A)

特開平10-137684(JP,A)

実開昭55-088880(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B06B 1/12

B06B 1/04

G05D 19/00