

(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2010-101437

(P2010-101437A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 F 15/02 (2006.01)	F 1 6 F 15/02 A	3 J 0 4 8
F 1 6 F 15/04 (2006.01)	F 1 6 F 15/04 A	
F 1 6 F 15/067 (2006.01)	F 1 6 F 15/067	
F 1 6 F 15/08 (2006.01)	F 1 6 F 15/08 X	
	F 1 6 F 15/04 B	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-273782 (P2008-273782)
 (22) 出願日 平成20年10月24日 (2008.10.24)

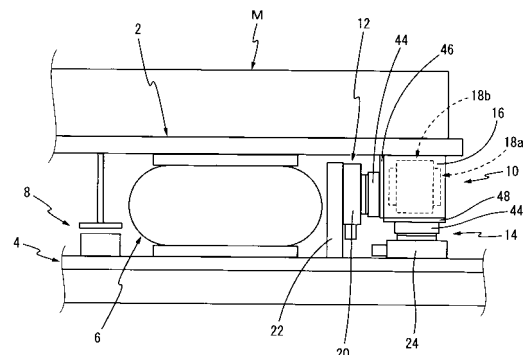
(71) 出願人 592063401
 株式会社ナベヤ
 岐阜県岐阜市若杉町25
 (74) 代理人 100078190
 弁理士 中島 三千雄
 (74) 代理人 100115174
 弁理士 中島 正博
 (72) 発明者 渡辺 佐登志
 神奈川県横浜市港北区鳥山町482-2
 株式会社ナベヤ内
 (72) 発明者 馬場 美充
 神奈川県横浜市港北区鳥山町482-2
 株式会社ナベヤ内
 Fターム(参考) 3J048 AA01 AB08 AB11 AD02 BC02
 BD01 BD08 BE02 CB30 DA01
 EA07 EA13

(54) 【発明の名称】 アクティブ除振ユニット

(57) 【要約】

【課題】 除振台の水平方向の振動に対して、応答性良く、アクティブ除振を行い得ると共に、除振台に鉛直方向の移動が生じて、それによる悪影響を受けることの少ない、コンパクトな構造のアクティブ除振ユニットを提供すること。

【解決手段】 微小変位センサ8による検出情報に基づき、除振台2における水平方向の微小変位を除去する微小変位アクチュエータ機構10として、ダイヤフラム28に永久磁石44を取り付けてなる水平ダイヤフラムアクチュエータ20を、床4に立設した支持板22に配設する一方、永久磁石44が磁着可能な鉄ブロック16を除振台2側に設けてなる、水平方向の微小変位を除去するための第一の微小変位アクチュエータ12を設け、更に、永久磁石44と鉄ブロック16とが、それらの鉛直方向の相互の摺動を許容する第一のすべり板46を介して、磁着可能として、アクティブ除振ユニットを構成した。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

除振台と床との間に介装されて、かかる除振台を防振、支持するようにした除振ユニットにして、該除振台の重量を支える弾性支持体と、該除振台における少なくとも水平方向の微小変位を検出する微小変位センサと、該微小変位センサにて検出される微小変位に基づいて、該除振台における少なくとも水平方向の微小変位を除去する微小変位アクチュエータ機構とを含み、

且つ該微小変位アクチュエータ機構が、空気圧の導入・排出によってピストン移動せしめられるダイヤフラムに永久磁石を取り付けてなる第一のシリンダを、前記除振台及び床の何れか一方から鉛直方向に延びる支持部に、該第一のシリンダによるピストン移動の方向が水平方向となるように配設する一方、該除振台及び床の何れか他方から鉛直方向に延びる、前記永久磁石が磁着可能な第一の磁着部を設けてなる、水平方向の微小変位を除去するための第一の微小変位アクチュエータを少なくとも有し、更に、前記第一のシリンダに取り付けた永久磁石と前記第一の磁着部とが、それらの鉛直方向の相互の摺動を許容する第一のすべり板を介して、磁着可能とされていることを特徴とするアクティブ除振ユニット。

10

【請求項 2】

前記微小変位アクチュエータ機構が、空気圧の導入・排出によってピストン移動せしめられるダイヤフラムに永久磁石を取り付けてなる第二のシリンダを、前記除振台及び床の何れか一方に、該第二のシリンダによるピストン移動の方向が鉛直方向となるように配設する一方、該除振台及び床の何れか他方に、前記永久磁石が磁着可能な第二の磁着部を設けてなる、鉛直方向の微小変位を除去するための第二の微小変位アクチュエータを更に有し、そして、前記第二のシリンダに取り付けられた永久磁石と前記第二の磁着部とが、それらの水平方向の相互の摺動を許容する第二のすべり板を介して、磁着可能とされている請求項 1 に記載のアクティブ除振ユニット。

20

【請求項 3】

前記第一及び第二の微小変位アクチュエータにおける前記第一及び第二のシリンダが、何れも、前記床の側に配設されている請求項 1 又は請求項 2 に記載のアクティブ除振ユニット。

【請求項 4】

前記除振台の下面に、矩形の鉄ブロックが固設され、該鉄ブロックの鉛直方向の側面及び水平な下面にて、前記第一及び第二の磁着部が、それぞれ構成されている請求項 3 に記載のアクティブ除振ユニット。

30

【請求項 5】

前記第一及び第二のシリンダが、それぞれ、浅底の有底筒状ハウジングと、該ハウジングの開口部を覆蓋するように取り付けられた、中央部側の部位が厚肉板状とされたダイヤフラムと、該ダイヤフラムの厚肉板状の部位に取り付けられた圧力プレートとを含んで構成され、且つそれぞれの圧力プレートに対して、前記永久磁石が固設されている請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【請求項 6】

前記微小変位センサが、前記除振台と前記床との間で伝達される振動の水平方向及び鉛直方向の加速度をそれぞれ検出する加速度センサである請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

40

【請求項 7】

前記加速度センサが、前記除振台の下面に固設された矩形の鉄ブロックに取り付けられている請求項 6 に記載のアクティブ除振ユニット。

【請求項 8】

前記微小変位センサから入力される検出信号に応じて、前記第一及び第二の微小変位アクチュエータに対する空気圧の導入・排出を制御する制御装置が、設けられている請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

50

【請求項 9】

前記弾性支持体が、コイルスプリング及び／又は柱状の粘弾性体である請求項 1 乃至請求項 8 の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【請求項 10】

前記弾性支持体が、空気圧の導入・排出によって高さを変化させる空気ばねである請求項 1 乃至請求項 8 の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【請求項 11】

前記床に対する前記除振台の高さ変化を検出する変位センサが設けられ、該変位センサの検出信号が、前記微小変位センサの検出信号と共に、制御装置に入力されて、それらの検出信号に基づいて、該制御装置から前記第一及び第二の微小変位アクチュエータ並びに前記空気ばねに対して制御信号がそれぞれ出力せしめられる請求項 10 に記載のアクティブ除振ユニット。

10

【請求項 12】

前記制御装置の制御信号から、低域フィルタを通じて、前記空気ばねの制御信号が取り出される一方、高域フィルタを通じて、前記第一の微小変位アクチュエータの制御信号が取り出される請求項 11 に記載のアクティブ除振ユニット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、アクティブ除振ユニットに係り、特に、液晶、半導体等の製造装置や、精密加工装置等の嫌振装置を搭載し、装置から発生する振動若しくは床から装置に伝わる振動を除去する目的で用いられる、除振台乃至は装置内部に組み込まれる除振ユニットであって、中でも、水平方向の微振動の除去に好適に用いられ得るアクティブ除振ユニットに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来から、液晶や半導体の製造装置を始めとして、加工機械や測定装置、検査装置等の振動を嫌う精密機器等の、所謂嫌振機器においては、外部からの振動を可及的に且つ十分に遮断したり、内部で発生する振動を減衰したりする必要があり、そしてそのために、そのような嫌振機器を搭載したテーブル乃至は定盤、換言すれば除振台の下部に、ばね系などの機構を利用した除振乃至は制振装置（ダンパ）を設置した各種の構造のものが提案され（特許文献 1～3 参照）、外部入力振動や内部発生振動を減衰せしめて、定盤の揺れを速やかに収束させ、以て、その変動レベルを収束して、規定レベルに保持し得るようになっている。

30

【0003】

ところで、この種の除振装置乃至は除振ユニットにあっては、鉛直方向の振動と共に、水平方向の振動をも併せて減衰乃至は制振する必要があるところ、そのような水平方向の振動を対象として、定盤の水平方向の揺動を静定するようにした揺動ダンパが検討され、その一つとして、上記した特許文献 3 の図 4 や図 6 には、棒状の粘弾性体を用い、この粘弾性体を定盤から垂下させたブラケットに圧接せしめることにより、定盤が水平面で大きく揺れた場合において、粘弾性体が、その軸方向に圧縮・伸張せしめられるようにして、定盤の揺れのエネルギーを吸収せしめ、その揺れを速やかに停止させ得るようにした構造のものが、明らかにされている。しかしながら、この粘弾性体を用いる揺動ダンパは、定盤の揺れのエネルギーを吸収して、その水平方向の揺動を静定せしめる、受身のタイプ（パッシブ型）のものであって、定盤に対して、振動とは逆位相の揺れを加えて、積極的に乃至は強制的に振動を除去せしめる、所謂アクティブ型のものではなかった。

40

【0004】

このため、特許文献 4、5 等においては、除振台の水平方向の振動を積極的に除去すべ

50

く、除振台の対応する両側面に、或いは除振台から一体的に延びる接続部材（取付ブラケット）の対応する両側面に、エアタンクから供給される圧力空気により膨張せしめられる、空気ばね方式のゴム製ばね部を、それぞれ配設せしめたり、或いはそのようなゴム製ばね部とコイルばねとを組み合わせ、配設したりして、加速度センサ等によって検出される水平方向の振動に基づき、そのようなゴム製ばね部を膨張させたり、収縮せしめたりして、それらゴム製ばね部の膨張・収縮や、コイルばねの付勢作用によって、入力振動とは逆位相の動きを除振台に加えることにより、除振台の振動を積極的に静定するようにした構造の、アクティブ型のものが、提案されている。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、それら従来のアクティブ型の除振ユニットにあつては、ゴム製ばね部として、エアベローズやエアマウント等と称される大きな空気ばねが用いられて、それが除振台に対して配設されることとなるところから、必要な配設空間が大きくなったり、取付ブラケットが外方に突出したりして、装置が大型化するという問題を惹起することに加えて、容量の大きなゴム製ばね部への圧力空気の給排気によって、そのようなゴム製ばね部の作動を行わしめるものであるところから、圧力空気の消費量が多く、そのために、経済性に劣ることとなると共に、応答性良くアクティブ制御することが困難であるという問題を内在しているのである。しかも、そのようなゴム製ばね部は、除振台に対して、或いはそれに設けられた接続部材に対して、連結されることとなるところから、除振台に対する嫌振装置等の搭載物の有無により、除振台の荷重が変化したり、除振台の荷重を支持して、その水平姿勢を確保するためのレベリングユニットのオン・オフ作動により、レベル差（鉛直方向の位置ズレ）が生じたり等した際に、ゴム製ばね部に対して、剪断力が作用することとなって、その耐久性を悪化せしめる等という問題も、内在しているのである。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開平 5 - 3 2 1 9 8 0 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 2 1 8 1 8 2 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 2 2 0 9 3 6 号公報

【特許文献 4】特開平 1 - 2 4 7 8 3 8 号公報

【特許文献 5】特許第 2 6 7 3 3 2 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

ここにおいて、本発明は、かかる事情を背景にしてなされたものであって、その解決課題とするところは、除振台の水平方向の振動に対して、応答性良く、アクティブ除振を行い得ると共に、除振台に鉛直方向の移動が生じて、それによる悪影響を受けることの少ない、コンパクトな構造のアクティブ除振ユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

そして、本発明は、上記した課題を解決するために、以下に列挙せる如き各種の態様において、好適に実施され得るものであるが、また、以下に記載の各態様は、任意の組み合わせにおいても採用可能である。なお、本発明の態様乃至は技術的特徴は、以下に記載のものに何等限定されることなく、明細書全体の記載及び図面に開示の発明思想に基づいて認識されるものであることが、理解されるべきである。

【 0 0 0 9 】

（ 1 ） 除振台と床との間に介装されて、かかる除振台を防振、支持するようにした除振ユニットにして、該除振台の重量を支える弾性支持体と、該除振台における少なくとも水平方向の微小変位を検出する微小変位センサと、該微小変位センサにて検出される微小変位に基づいて、該除振台における少なくとも水平方向の微小変位を除去する微小変位アクチュエータ機構とを含み、且つ該微小変位アクチュエータ機構が、空気圧の導入・排出によってピストン移動せしめられるダイヤフラムに永久磁石を取り付けてなる第一のシリンダを、前記除振台及び床の何れか一方から鉛直方向に延びる支持部に、該第一のシリンダ

によるピストン移動の方向が水平方向となるように配設する一方、該除振台及び床の何れか他方から鉛直方向に延びる、前記永久磁石が磁着可能な第一の磁着部を設けてなる、水平方向の微小変位を除去するための第一の微小変位アクチュエータを少なくとも有し、更に、前記第一のシリンダに取り付けた永久磁石と前記第一の磁着部とが、それらの鉛直方向の相互の摺動を許容する第一のすべり板を介して、磁着可能とされていることを特徴とするアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 0 】

(2) 前記微小変位アクチュエータ機構が、空気圧の導入・排出によってピストン移動せしめられるダイヤフラムに永久磁石を取り付けてなる第二のシリンダを、前記除振台及び床の何れか一方に、該第二のシリンダによるピストン移動の方向が鉛直方向となるように配設する一方、該除振台及び床の何れか他方に、前記永久磁石が磁着可能な第二の磁着部を設けてなる、鉛直方向の微小変位を除去するための第二の微小変位アクチュエータを更に有し、そして、前記第二のシリンダに取り付けられた永久磁石と前記第二の磁着部とが、それらの水平方向の相互の摺動を許容する第二のすべり板を介して、磁着可能とされている上記態様 (1) に記載のアクティブ除振ユニット。

10

【 0 0 1 1 】

(3) 前記第一及び第二の微小変位アクチュエータにおける前記第一及び第二のシリンダが、何れも、前記床の側に配設されている上記態様 (1) 又は (2) に記載のアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 2 】

(4) 前記除振台の下面に、矩形の鉄ブロックが固設され、該鉄ブロックの鉛直方向の側面及び水平な下面にて、前記第一及び第二の磁着部が、それぞれ構成されている上記態様 (3) に記載のアクティブ除振ユニット。

20

【 0 0 1 3 】

(5) 前記第一及び第二のシリンダが、それぞれ、浅底の有底筒状ハウジングと、該ハウジングの開口部を覆蓋するように取り付けられた、中央部側の部位が厚肉板状とされたダイヤフラムと、該ダイヤフラムの厚肉板状の部位に取り付けられた圧力プレートとを含んで構成され、且つそれぞれの圧力プレートに対して、前記永久磁石が固設されている上記態様 (1) 乃至 (4) の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 4 】

(6) 前記微小変位センサが、前記除振台と前記床との間で伝達される振動の水平方向及び鉛直方向の加速度をそれぞれ検出する加速度センサである上記態様 (1) 乃至 (5) の何れか一つに記載の除振ユニット。

30

【 0 0 1 5 】

(7) 前記加速度センサが、前記除振台の下面に固設された矩形の鉄ブロックに取り付けられている上記態様 (6) に記載のアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 6 】

(8) 前記微小変位センサから入力される検出信号に応じて、前記第一及び第二の微小変位アクチュエータに対する空気圧の導入・排出を制御する制御装置が、設けられている上記態様 (1) 乃至 (7) の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

40

【 0 0 1 7 】

(9) 前記弾性支持体が、コイルスプリング及び / 又は柱状の粘弾性体である上記態様 (1) 乃至 (8) の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 8 】

(1 0) 前記弾性支持体が、空気圧の導入・排出によって高さを変化させる空気ばねである上記態様 (1) 乃至 (8) の何れか一つに記載のアクティブ除振ユニット。

【 0 0 1 9 】

(1 1) 前記床に対する前記除振台の高さ変化を検出する変位センサが設けられ、該変位センサの検出信号が、前記微小変位センサの検出信号と共に、制御装置に入力されて、それらの検出信号に基づいて、該制御装置から前記第一及び第二の微小変位アクチュエー

50

タ並びに前記空気ばねに対して制御信号がそれぞれ出力せしめられる上記態様（１０）に記載のアクティブ除振ユニット。

【００２０】

（１２） 前記制御装置の制御信号から、低域フィルタを通じて、前記空気ばねの制御信号が取り出される一方、高域フィルタを通じて、前記第一の微小変位アクチュエータの制御信号が取り出される上記態様（１１）に記載のアクティブ除振ユニット。

【発明の効果】

【００２１】

このように、本発明に従うアクティブ除振ユニットにあつては、微小変位センサにて検出される微小変位に基づいて作動せしめられる微小変位アクチュエータ機構が、空気圧の導入・排出によってピストン移動せしめられるダイヤフラムに永久磁石を取り付けてなる第一のシリンダを有し、この第一のシリンダを、永久磁石にて、除振台の側又は床の側に磁着せしめて、除振台に対して入力振動とは逆位相の押圧作用が加えられるようになっているところから、そのような第一のシリンダに供給される圧力空気量を少なくすることが出来ることとなるのであり、それ故に、コンパクトな構造において、応答性の良い微小変位アクチュエータが、有利に実現され得たのであり、そして、そのような第一のシリンダのエア容量を小さくすることが出来るために、エアの給排のためのバルブにおいても、流量の少ない安価なバルブが使用可能となったことに加えて、エアの消費量も少なく抑えることが出来ることとなったのである。

【００２２】

しかも、かかる本発明にあつては、第一の微小変位アクチュエータにおける第一のシリンダが、永久磁石により、除振台又は床の何れかの側に連結せしめられるに際して、それらの間に、第一のすべり板を配して、すべり機構が構成されていることにより、除振台の荷重変化や、レベリングユニットのオン・オフ作動に基づくところのレベル差によって、除振台が鉛直方向（上下方向）に移動しても、永久磁石が第一のすべり板上を滑って、除振台又は床の側に磁着することとなるところから、そのような鉛直方向の位置ズレを効果的に吸収し得ることとなり、以て、かかる位置ズレに基づくところの剪断力の作用を有利に回避乃至は抑制せしめ得て、第一の微小変位アクチュエータに対する悪影響を有利に回避することが出来るのである。

【００２３】

また、第一の微小変位アクチュエータは、除振台又は床の側に、永久磁石の磁着力によって、連結せしめられているものであるところから、それらの脱着が容易であるという利点があり、そのために、第一の微小変位アクチュエータと除振台又は床との間に水平方向に過度のズレが発生したときに、永久磁石が外れて、第一の微小変位アクチュエータに対して、過度のズレによる引張力が作用することを効果的に阻止することが出来、これによって、第一の微小変位アクチュエータ自体の破損を阻止して、その保護を図ることが出来るという特徴をも有している。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２４】

以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、図面を参照しつつ、本発明の代表的な実施形態について、詳細に説明することとする。

【００２５】

まず、図１には、本発明に従うアクティブ除振ユニットの構造が、正面視の形態において、概略的に示されている。

【００２６】

そこにおいて、除振台２と床４との間には、弾性支持体としてのエアベローズ６や変位センサ８が介装され、更に、微小変位アクチュエータ機構１０が設けられている。除振台２は、定盤乃至はテーブルにて構成されるものであって、その上に、所定の嫌振機器Ｍが載置される一方、そのような嫌振機器Ｍが載置されてなる除振台２の重量が、圧縮空気等の圧力空気の給排操作によって膨張・収縮せしめられる、公知の構造のエアベローズ６に

より、支持されるようになっている。また、変位センサ 8 は、嫌振機器 M の搭載等による除振台 2 の高さ変化を検出するためのものであって、その検出信号に基づいて、エアベローズ 6 への圧力空気の給排を制御することにより、除振台 2 を水平に且つ基準の高さに保ち得るようになっている。なお、かかるエアベローズ 6 や変位センサ 8 は、ここでは、それぞれ、その一つが示されているが、盤状の除振台 2 の支持及びそのレベリングを行うべく、一般に複数、中でも、矩形の除振台 2 においては、その各隅部に位置するように 4 箇所に、それぞれ配置せしめられることとなる。

【 0 0 2 7 】

また、除振台 2 と床 4 との間に設けられた微小変位アクチュエータ機構 10 は、それら除振台 2 と床 4 との間に入力される振動に基づくところの、水平方向の微小変位を除去するための第一の微小変位アクチュエータ 12 と、かかる入力振動に基づくところの鉛直方向の微小変位を除去するための第二の微小変位アクチュエータとを有しており、それら二つの微小変位アクチュエータ 12 , 14 が、床 4 の側に位置固定に配設されている一方、除振台 2 の下面に固設された、側面に開口した内部空間を有する直方体形状の、換言すれば側方開口の矩形箱型形状の鉄ブロック 16 に対して、後述するように、着脱可能に連結せしめられている。また、鉄ブロック 16 の内部空間内には、除振台 2 の入力振動に基づくところの、水平方向や鉛直方向の微小変位を検出する微小変位センサ 18 が設けられており、そして、ここでは、公知の加速度センサからなる水平方向加速度センサ 18 a と鉛直方向加速度センサ 18 b とから構成されて、除振台 2 と床 4 との間で伝達される振動の水平方向及び鉛直方向の加速度を、それぞれ、検出するようになっている。

【 0 0 2 8 】

より具体的には、第一の微小変位アクチュエータ 12 は、第一のシリンダとしての水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 を有しており、この水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 が、鉄ブロック 16 の垂直面（鉛直方向の側面）の一つに対向するように、床 4 上に立設された、鉛直方向に伸びる支持部としての壁状の支持板 22 に対して、位置固定に配設せしめられているのである。また、第二の微小変位アクチュエータ 14 においては、第二のシリンダとしての鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 が、鉄ブロック 16 の下面に対向するように、床 4 の上面上に位置固定に配設せしめられている。

【 0 0 2 9 】

そして、それら水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 は、何れも同様な構造を有するものであって、その一例を、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 について説明するならば、図 2 (a) 及び (b) に示される如く、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 は、円形又は矩形の平面形態を呈する浅底の有底筒状ハウジング 26 と、このハウジング 26 の開口部を覆蓋するように取り付けられた、中央部側の部位が厚肉板状とされたゴム製のダイヤフラム 28 と、このダイヤフラム 28 の板状の部位に取り付けられた、金属製の圧力プレート 30 とを含んで、単動シリンダ構造において構成されている。

【 0 0 3 0 】

そこで、ハウジング 26 にあっては、その開口部の段付き部に、ダイヤフラム 28 が、その外周縁部において嵌め込まれて、かかる開口部と同様な形状（ここでは、リング形状）を呈する押さえ板 32 を介して、かしめ固定せしめられている。そして、これによって、ハウジング 26 の開口部が閉塞されて、その筒内に、圧力空気室 34 が形成されており、この圧力空気室 34 に対して、給排口 36 を通じて、圧縮空気等の所定の圧力空気が外部から供給され、或いはそれを通じて外部に排出され得るようになっている。

【 0 0 3 1 】

また、ダイヤフラム 28 は、公知のゴム材質からなるものであって、その中央部側の厚肉板状部位の外面には、圧力プレート 30 が取り付けられている一方、その内面側に位置するように、金属製の補強板 38 が埋設されている。そして、このダイヤフラム 28 の外周縁部位、換言すれば厚肉板状部位 28 a と押さえ板 32 にて固定される部位との間の部分が、圧力空気室 34 内に入り込むように、U 字型に湾曲せしめられてなる、薄肉の湾曲

部位 2 8 b とされて、この湾曲部位 2 8 b のゴム弾性による復元力によって、ダイヤフラム 2 8 は、図 2 (a) に示される位置に引き戻され、原形に復帰し得るようになっている。また、かかるダイヤフラム 2 8 には、適数箇所に、取付け孔 4 0 が設けられており、この取付け孔 4 0 内に、圧力プレート 3 0 の裏面に一体的に立設された先端膨出の固定ピン 4 2 が嵌入せしめられることによって、圧力プレート 3 0 が、ダイヤフラム 2 8 に対して固定されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

さらに、かかる圧力プレート 3 0 上には、所定厚さの板状の永久磁石 4 4 が接着剤等によって固着されて、圧力プレート 3 0 と一体的な構造とされているのである。なお、この永久磁石 4 4 は、その板厚方向に N 極と S 極が配列されてなるものであって、その外面 (図においては上面) において、所定の対象物に磁着し得るようになっている。

10

【 0 0 3 3 】

そして、かくの如き構造の水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 は、そのハウジング 2 6 に設けたフランジ部 (図示せず) において、ボルトやねじ等によって、支持板 2 2 に対して、一体的に固定せしめられる一方、図 1 に示される如く、水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 に取り付けられた永久磁石 4 4 が、それに対向する鉄ブロック 1 6 の一つの鉛直面に対して、フッ素樹脂等の低摩擦材料からなるすべり板 (第一) 4 6 を介して、磁着せしめられることによって、除振台 2 の側に連結されている。このため、鉄ブロック 1 6 に対して、永久磁石 4 4 、ひいては水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 は、鉛直方向に滑りやすく、それらの間に鉛直方向のズレ力が作用したときには、比較的小さな力の負荷によって、鉛直方向に移動させられ得ることとなるのである。また、ここでは、永久磁石 4 4 が磁着せしめられる鉄ブロック 1 6 の鉛直面が、第一の磁着部となっている。

20

【 0 0 3 4 】

また、かかる水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 は、そのハウジング 2 6 内に形成された圧力空気室 3 4 に、給排口 3 6 を通じて、圧縮空気等の所定の圧力空気が供給乃至は導入されると、図 2 (b) に示される如く、ダイヤフラム 2 8 が、図において上下方向にピストン移動 (往復移動) せしめられ、これにより、ダイヤフラム 2 8 に取り付けられた圧力プレート 3 0 に一体的に設けた永久磁石 4 4 を上方に押し上げ、以て、図 1 に示される如く、鉄ブロック 1 6 に対して所定の押圧力が作用せしめられ得ることとなるのである。更に、そのような水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 における圧力空気室 3 4 内の圧力空気が、給排口 3 6 を通じて外部に排出せしめられると、ダイヤフラム 2 8 は、その湾曲部位 2 8 b の元の形状への復元力によって、引き込み移動して、図 2 (a) に示される如く、ダイヤフラム 2 8 がハウジング 2 6 内に入り込むようになることによって、鉄ブロック 1 6 に対しては引張り力を作用せしめ、図 1 において、鉄ブロック 1 6 に対して、左方向への引張力が作用せしめられるのである。このように、水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 は、図 2 (a) の状態と図 2 (b) の状態との間で、それらの図において、上下方向に往復動せしめられるのであるが、そのストロークの大きさは適宜に選定され、例えば 3 ~ 5 mm 程度の値が採用されることとなる。

30

【 0 0 3 5 】

なお、第二の微小変位アクチュエータ 1 4 における鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 2 4 にあっても、それは、上記した水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 と同様な構造及び機能を有するように構成されている。すなわち、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 2 4 は、水平ダイヤフラムアクチュエータ 2 0 と同様に、ハウジング 2 6 とダイヤフラム 2 8 と圧力プレート 3 0 とを有し、その圧力プレート 3 0 上に、永久磁石 4 4 が固設されてなる構造において、構成されているのである。そして、そのような鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 2 4 における圧力空気室 (3 4) に対する圧力空気の給排によって、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 2 4 は、図 2 に示される如く、ピストン移動せしめられて、鉄ブロック 1 6 の対向する下面に対して、すべり板 (第二) 4 8 を介して磁着した永久磁石 4 4 から、上方への押圧力及び下方への引張力が作用せしめられるようになっているのである。このように、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 2 4 により、永久磁石 4 4 が鉄ブロック 1

40

50

6の下面に磁着せしめられることとなるところから、ここでは、かかる鉄ブロック16の下面が、第二の磁着部を与えている。

【0036】

このように、第二の微小変位アクチュエータ14を構成する鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24は、永久磁石44により、除振台2に設けた鉄ブロック16の下面に対して、磁着されて、連結せしめられることとなるのであるが、それら鉄ブロック16と鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24との間に、水平方向の位置ズレが生じて、すべり板48の存在によって、そのズレを効果的に吸収し得るようになっているのであり、また、鉛直方向に大きな引き離し力が作用した場合にあっても、鉄ブロック16に対しては、永久磁石44の磁着力によって、連結されているのみであるところから、それらの間における離間によって、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24が悪影響を受けないようになっている。

10

【0037】

そして、かくの如き構成の除振ユニットにあつては、例えば、図3に示される制御回路によって、アクティブ制御されることにより、除振台2に作用する振動が、積極的に(能動的に)除去乃至は抑制せしめるようにされるのである。

【0038】

すなわち、除振台2における水平方向の振動や鉛直方向の振動は、水平方向加速度センサ18aや鉛直方向加速度センサ18bにてそれぞれ検出され、また除振台2のレベリングのための高さ変化が、変位センサ8にて検出されると、それら三つの検出値が、それぞれ、増幅器50a~50cで増幅された後、A/Dコンバータ52a~52cにてA/D変換され、制御装置54にそれぞれ入力されるようになっている。更に、その制御装置54においては、それら入力された検出信号(情報)に基づいて、除振台2のレベリングのための制御信号や、水平方向及び鉛直方向の振動とは逆方向の力を、それぞれの微小変位アクチュエータ12, 14におけるダイヤフラムアクチュエータ20, 24にて発生せしめるための制御信号が、それぞれ出力される。

20

【0039】

そして、かかる制御装置54から出力された制御信号は、水平ダイヤフラムアクチュエータ20に対しては、D/Aコンバータ56aにてD/A変換された後、高域フィルタ58aを通して、パルブドライバ60aに入力されて、その作動が制御されることにより、パルブ62aの開閉制御を行い、以て、水平ダイヤフラムアクチュエータ20への圧力空気の給排を制御せしめることによって、水平方向の振動とは逆方向の押圧力を、水平ダイヤフラムアクチュエータ20にて発生させて、水平方向の振動を除去乃至は抑制するように、作動せしめられるのである。

30

【0040】

また、制御装置54からの制御信号は、D/Aコンバータ56bにてD/A変換された後、高域フィルタ58bにて、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24の制御信号が取り出され、それに基づいて、パルブドライバ60bにてパルブ62bの開閉が制御され、以て、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24において、鉛直方向の振動とは逆方向の力を発生せしめて、その振動の除去乃至は抑制が実現される一方、かかるD/Aコンバータ56bでD/A変換された制御信号は、また、低域フィルタ58cにてエアベローズ6の制御信号として取り出され、そしてそれに基づいて、パルブドライバ60cにてパルブ62cが開閉制御されることにより、エアベローズ6に対する圧力空気の給排が行われることによって、除振台2のレベリング乃至は基準位置の確保が実現されるようになっているのである。

40

【0041】

従って、かくの如き構成のアクティブ除振ユニットにあつては、微小変位アクチュエータ機構10における第一の微小変位アクチュエータ12や第二の微小変位アクチュエータ14において、それぞれのアクチュエータとして、水平ダイヤフラムアクチュエータ20や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ24が用いられて、それぞれ、水平方向や鉛直方向における振動とは逆方向の力を発生させるシリンダとして、機能せしめられているところか

50

ら、コンパクトなシステム構築が可能となったのであり、しかも、水平方向の入力振動に対しては、水平な引っ張り方向の力を、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 において、そのダイヤフラム 28 の復元力に基づいて発生させることが出来ることから、対向するばねやペローズを積極的に設ける必要が全くなく、そのために、この点においても、装置のコンパクト化やコストの低減に大きく寄与し得ることとなったのである。

【0042】

また、微小変位アクチュエータ機構 10 の第一及び第二の微小変位アクチュエータ 12 , 14 における、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 が、永久磁石 44 , 44 による磁着力にて、除振台 2 側の鉄ブロック 16 に連結（接続）されるようになっているところから、それらの脱着が容易であり、そのために、それらダイヤフラムアクチュエータ 20 , 24 と鉄ブロック 16 との間に過度のズレが発生したときには、鉄ブロック 16 から永久磁石 44 が外れ、以て、ダイヤフラムアクチュエータ 20 , 24 を破損等から効果的に保護することが出来る特徴も発揮する。

10

【0043】

さらに、それダイヤフラムアクチュエータ 20 , 24 における永久磁石 44 , 44 と鉄ブロック 16 の磁着面（鉛直面及び下面）との間には、それぞれ、すべり板 46 , 48 が介装されて、それらのすべり板 46 , 48 を介して、磁着、連結されているところから、除振台 2 上への嫌振機器 M の搭載、或いは、それからの取り外しにより、また、レベリングユニット（エアペローズ）への圧力空気の給排により、除振台 2 が上下方向に移動し、鉄ブロック 16 と水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 との間に位置ズレが惹起される場合にあっても、そのような位置ズレを効果的に吸収することが出来るのであって、これにより、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 に破損等の問題が惹起されることを、有利に回避することが出来る利点をも有している。

20

【0044】

加えて、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 においては、その圧力空気室 34 の容積を小さくすることが出来、これにより、ダイヤフラム 28 を突出し・引込み作動させるためのエア容量を少なくすることが出来る特徴があるのであり、これによって、ダイヤフラム 28 の作動、ひいては永久磁石 44 による押圧・引張作動を、応答性良く実現することが出来ると共に、エアの消費量を少なく抑えることが出来、またそれによって、流量の少ない安価なバルブ（62a , 62b）を使用することも出来ることとなったのである。

30

【0045】

なお、かくの如き構造のアクティブ除振ユニットにおいて、除振台 2 のレベリングを行うエアペローズ 6 に対して、圧力空気が供給されて、そのレベリングが行われているときには、図 4（a）に示される如き除振台 2 の支持形態となるのであるが、そのようなエアペローズ 6 内の圧力空気が外部に排出されるようになると、図 4（b）に示されるように、除振台 2 は下降して、除振台 2 の重量は、床 4 上に立設された支持板 22 にて、支持されるようになってい。これにより、除振台 2 の重量が更に鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 に加わることがないところから、かかる鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 の保護も有利に実現されるようになっていのである。

40

【0046】

ところで、本発明は、上記した具体例の他にも、各種の態様において実現され得るものであり、その一例が、図 5 に示されている。そこにおいては、除振台 2 の重量を支える弾性支持体として、上例のエアペローズ 6 の如き空気ばねに代えて、コイルスプリングからなるばね 64 が用いられている。このようなばね 64 としては、コイルスプリングの他にも、公知のものが適宜に用いられ得るところであり、例えば、よく知られているように、円柱状の粘弾性体（エポキシ樹脂）を用いることも可能であり、更には、コイルばねと粘弾性体とを併用する構造も採用可能である。何れにしても、そのような弾性支持体としては、公知のものが適宜に選択されて、用いられることとなる。なお、そこでは、微小変位

50

アクチュエータ機構や微小変位センサは前例と同様であるので、ここでは、同一の番号を付して、詳細な説明は省略することとする。また、かかる図 5 に示されるアクティブ除振ユニットの制御回路が、図 6 に示されているが、この制御回路も、前例の制御回路を示す図 3 と同様であるので、同様な部分には同一の番号を付して、詳細な説明を省略する。

【0047】

そして、かかる図 5 に示されるアクティブ除振ユニットにおいては、除振台 2 への嫌振機器 M の搭載の有無により、除振台 2 が、上下方向に比較的大きく移動するようになるのであるが、その場合において、本発明に従う微小変位アクチュエータ機構 10 の特徴が、より良く発揮されることとなるのである。すなわち、嫌振機器 M が搭載されてなる、図 7 (b) に示されてなる状態から、嫌振機器 M が取り外されると、除振台 2 は、それを支えるばね 64 の付勢作用によって、図 7 (a) に示される如く、上昇させられることとなるのであるが、その際、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 は、そのダイヤフラム 28 に対して、固定せしめた永久磁石 44 がすべり板 46 上を摺動することにより、鉄ブロック 16 に対する鉛直方向の位置関係のズレを効果的に吸収することが出来ることとなるのである。また、鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 においても、それに固定された永久磁石 44 が、その磁着力にて、鉄ブロック 16 に対して連結されているに過ぎないものであるところから、それら鉄ブロック 16 と永久磁石 44 との間が離脱せしめられて、鉄ブロック 16 の上昇による鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 に対する悪影響も効果的に回避され得ることとなる。要するに、除振台 2 (鉄ブロック 16) の鉛直方向への大きな動きによって、水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 に対する悪影響が、効果的に回避され得ようになっているのである。

【0048】

以上、本発明の代表的な実施形態について詳述してきたが、それは、あくまでも例示に過ぎないものであって、本発明は、そのような実施形態に係る具体的な記述によって何等限定的に解釈されるものではないことが、理解されるべきである。

【0049】

例えば、上述した実施形態においては、微小変位アクチュエータ機構 10 が、第一の微小変位アクチュエータ 12 と第二の微小変位アクチュエータ 14 とを含んで、構成されているが、本発明にあっては、少なくとも、第一の微小変位アクチュエータ 12 が本発明に従う構成とされておれば良く、第二の微小変位アクチュエータ 14 としては、鉛直方向の入力振動を吸収することの出来る、公知の各種のアクチュエータを用いることが可能である。

【0050】

また、第一の微小変位アクチュエータ 12 や第二の微小変位アクチュエータ 14 において、それぞれのシリンダを構成する水平ダイヤフラムアクチュエータ 20 や鉛直ダイヤフラムアクチュエータ 24 は、床 4 側に固定せしめられる場合のみならず、それぞれ独立して、鉄ブロック 16 の如き除振台 2 側の部材に取り付けられて、固定され、それぞれの永久磁石 44 , 44 において、床 4 側に設けられる第一の磁着部や第二の磁着部に磁着せしめられるようにした構造も、採用可能である。そして、それらダイヤフラムアクチュエータ 20 , 24 は、例示の形態の他にも、除振台 2 側や床 4 側に、直接に或いは適当な取付ブラケットを介して、固定され、また第一及び第二の磁着部も、当業者に自明な適宜の形態において、除振台 2 側に或いは床 4 側に設けられることとなる。

【0051】

さらに、微小変位アクチュエータ機構 10 にあっても、図示の実施形態においては、その一つが図示されているのであるが、そのような微小変位アクチュエータ機構 10 を複数設けることも可能であり、その場合において、水平方向の複数の方向からの入力振動に対して、それぞれの微小変位アクチュエータ機構が対応するようにして、水平な各方向の振動をそれぞれアクティブ除振するようにすることが望ましい。

【0052】

なお、本発明においては、第一の微小変位アクチュエータ 12 によって、水平方向の入

力振動が有利に除去乃至は抑制せしめられ得るものであるが、また、そのような第一の微小変位アクチュエータ１２のアクティブ除振機能を更に高める上において、必要に応じて、適当な空気ばねやコイルスプリングなどを用いて、水平ダイヤフラムアクチュエータ２０による押圧・引張作用を補助するようにすることも可能である。

【００５３】

その他、一々列挙はしないが、本発明は、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加えた態様において実施され得るものであり、また、そのような実施の態様が、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて、何れも、本発明の範疇に属するものであることは、言うまでもないところである。

【図面の簡単な説明】

10

【００５４】

【図１】本発明に従うアクティブ除振ユニットの一例に係る構成の概略を示す正面説明図である。

【図２】図１に示されるアクティブ除振ユニットにおいて用いられているダイヤフラムアクチュエータの一例を示す断面説明図であって、（ａ）は圧力空気の非供給状態を示しており、（ｂ）は圧力空気を供給した状態を示している。

【図３】図１に示されるアクティブ除振ユニットのための制御回路の一例を示す説明図である。

【図４】図１に示されるアクティブ除振ユニットにおいて、エアベローズの作動の有無による除振台の状態を示す正面部分説明図であって、（ａ）は、エアベローズの作動中の状態を示し、（ｂ）はエアベローズが作動していないときの状態を示している。

20

【図５】本発明に従うアクティブ除振ユニットの他の一例を示す正面説明図である。

【図６】図５に示されるアクティブ除振ユニットのための制御回路の一例を示す説明図である。

【図７】図５に示されるアクティブ除振ユニットにおいて、搭載荷重の有無による除振台のレベル差を示す正面部分説明図であって、（ａ）は搭載荷重が存在しない状態を示し、（ｂ）は搭載荷重がある場合を示している。

【符号の説明】

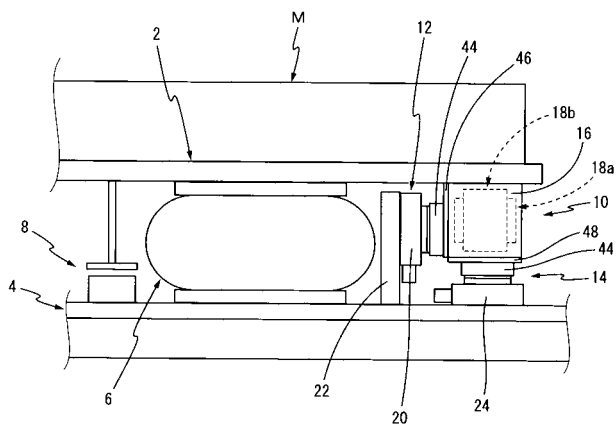
【００５５】

2	除振台	4	床
6	エアベローズ	8	変位センサ
10	微小変位アクチュエータ機構	12, 14	微小変位アクチュエータ
16	鉄ブロック	18	微小変位センサ
18 a	水平方向加速度センサ	18 b	鉛直方向加速度センサ
20	水平ダイヤフラムアクチュエータ	22	支持板
24	鉛直ダイヤフラムアクチュエータ	26	有底筒状ハウジング
28	ダイヤフラム	28 a	厚肉板状部位
28 b	薄肉湾曲部位	30	圧力プレート
32	押さえ板	34	圧力空気室
36	給排口	38	補強板
40	取付け孔	42	固定ピン
44	永久磁石	46, 48	すべり板
50 a ~ c	増幅器	52 a ~ c	A / D コンバータ
54	制御装置	56 a, b	D / A コンバータ
58 a, b	高域フィルタ	58 c	低域フィルタ
60 a ~ c	パルブドライバ	62 a ~ c	バルブ
64	ばね		

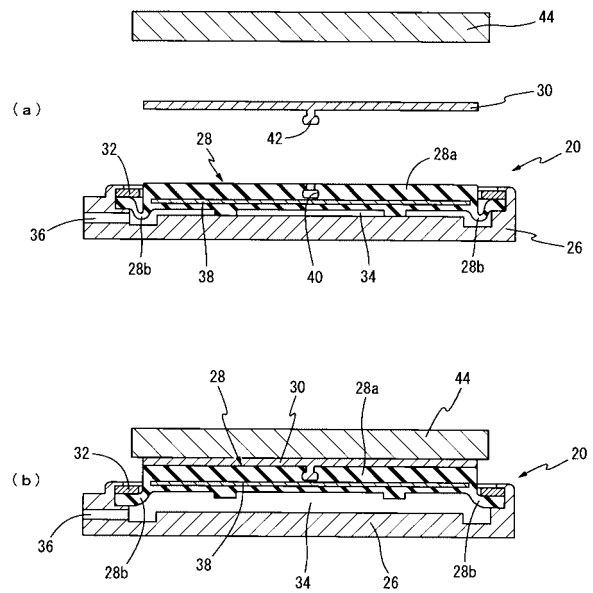
30

40

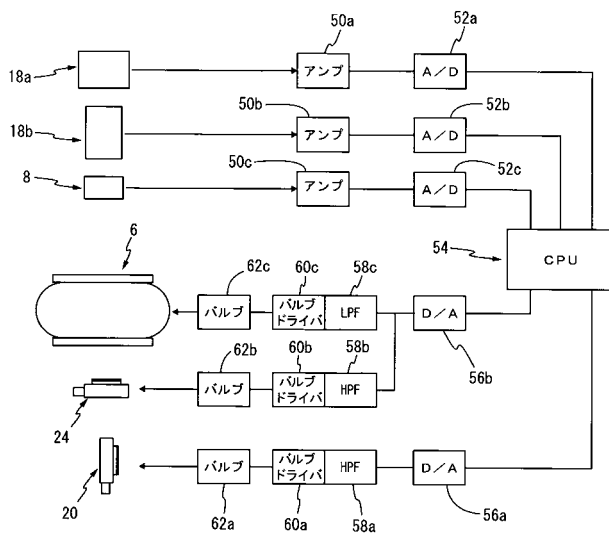
【図 1】



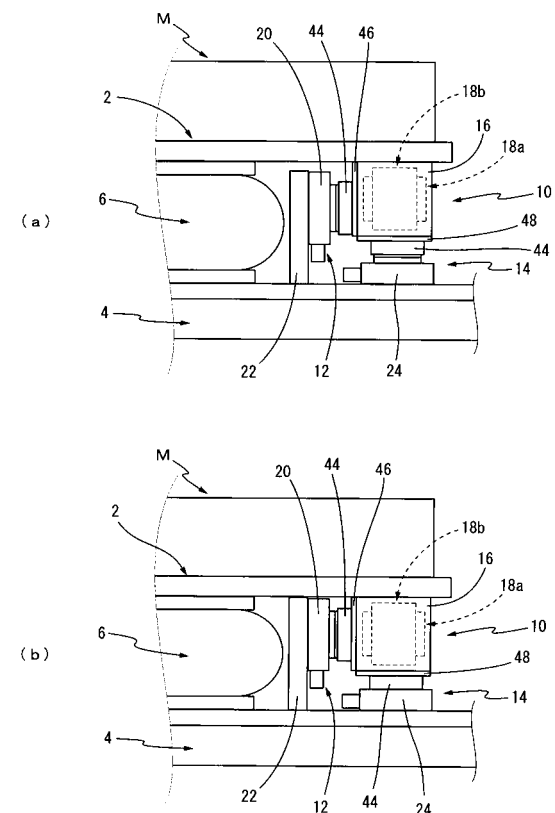
【図 2】



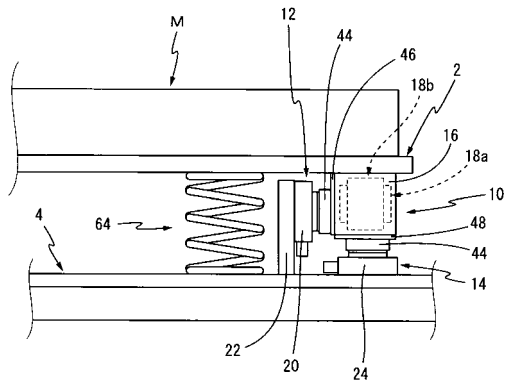
【図 3】



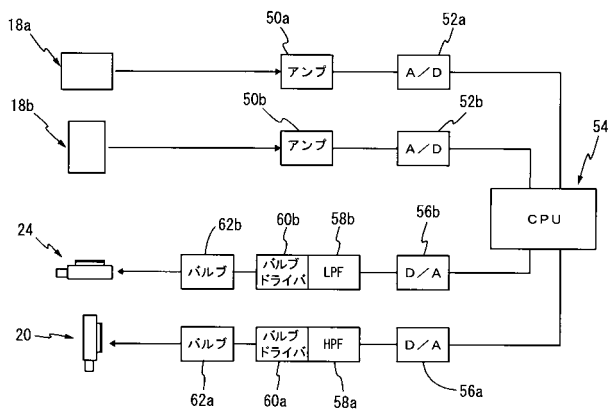
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

