

(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2007-242222

(P2007-242222A)

(43) 公開日 平成19年9月20日(2007.9.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 1 1 B 21/10 (2006.01)</b>	G 1 1 B 21/10 N	5 D 0 5 9
<b>G 1 1 B 21/21 (2006.01)</b>	G 1 1 B 21/21 D	5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-58681 (P2007-58681)  
 (22) 出願日 平成19年3月8日(2007.3.8)  
 (31) 優先権主張番号 200610059294.0  
 (32) 優先日 平成18年3月8日(2006.3.8)  
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 500393893  
 新科實業有限公司  
 SAE Magnetics (H. K.)  
 Ltd.  
 香港新界沙田香港科學園科技大道東六號新  
 科中心  
 SAE Technology Cent  
 re, 6 Science Park  
 East Avenue, Hong K  
 ong Science Park, S  
 hatin, N. T., Hong K  
 ong  
 (74) 代理人 100101867  
 弁理士 山本 寿武

最終頁に続く

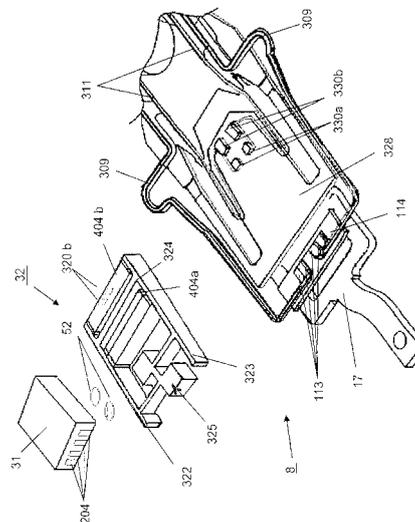
(54) 【発明の名称】 回転型圧電マイクロアクチュエータ及びヘッドジンバルアセンブリ、ディスクドライブユニット

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ヘッドジンバルアセンブリ及び当該ヘッドジンバルアセンブリを用いたディスクドライブユニットを提供する。

【解決手段】 本発明におけるマイクロアクチュエータ32は、二つのサイドアーム322、323と、この二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結して、当該一つ或は二つのサイドアーム322、323の選択的動作により相対的に回転し、且つスライダ31を支持するロードプレート325と、各サイドアーム322、323間を連結する一対の圧電素子404a、404bと、サスペンション8に固定され、更にサイドアーム322、323間を連結し且つ圧電素子404a、404bの間に位置する支持シャフト324とを備える。一対の圧電素子404a、404bは、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、サイドアーム322、323の選択的動作、及びロードプレート325とスライダ31の回転運動を引き起こすことができる。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スライダと、当該スライダの位置を調節するためのマイクロアクチュエータと、前記スライダ及び前記マイクロアクチュエータを搭載するサスペンションとを備えるヘッドジンバルアセンブリであって、

前記マイクロアクチュエータは、二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結して、当該一つ或は二つのサイドアームの選択的動作により相対的に回転し、且つ前記スライダを支持するロードプレートと、前記各サイドアーム間を連結する一対の圧電素子と、前記サスペンションに固定され、更に前記各サイドアーム間を連結し且つ前記各圧電素子の間に位置する支持シャフトと、を備え、

10

前記一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、前記サイドアームの選択的な動作及び前記ロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 2】

前記ロードプレートは、前記スライダと連結する支持プレート及び当該支持プレートを前記二つのサイドアームにそれぞれ連結させる二つの連結プレートを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 3】

前記二つの連結プレートは、前記支持プレートの重心に対して対称な位置にそれぞれ連結していることを特徴とする請求項 2 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

20

## 【請求項 4】

前記連結プレートは、前記支持プレートに対しより柔軟性を有するものであることを特徴とする請求項 2 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 5】

前記支持シャフトには、柔軟性を高めるために、少なくとも一つの狭部が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 6】

前記支持シャフトは、その両端に接近する位置に、二つの狭部が形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 7】

前記支持シャフトと前記サイドアームは、一体成形により形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

30

## 【請求項 8】

前記二つの連結プレートは、前記ロードプレートにおける中心に対して点对称の位置にそれぞれ連結していることを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 9】

前記支持シャフトのみが前記サスペンションに固定されることを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 10】

前記圧電素子のうち一つは、所定電圧が印加された場合に延伸モデルを示し、他の圧電素子は、所定電圧が印加された場合に収縮モデルを示すことを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

40

## 【請求項 11】

前記圧電素子のうち、一つが d 3 1 型材料の圧電素子であり、もう一つが d 3 3 型材料の圧電素子であることを特徴とする請求項 10 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 12】

前記各圧電素子は、セラミック圧電素子、薄膜圧電素子、若しくは P M N - P T 結晶であることを特徴とする請求項 10 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

## 【請求項 13】

前記各圧電素子は、単層構造若しくは多層構造であることを特徴とする請求項 12 に記載

50

のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 14】

前記圧電素子は、前記サイドアームに力を発生し、これらの力が相互に中和されて、前記サスペンションにかかる力が減少することを特徴とする請求項 1 に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 15】

二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結して、当該一つ或は二つサイドアームの選択的動作により相対的に回転するロードプレートと、前記各サイドアーム間を連結する一対の圧電素子と、前記各サイドアーム間を連結し且つ前記圧電素子の間に位置する支持シャフトと、を備え、

10

前記一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、前記サイドアームの選択的な動作及び前記ロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とするマイクロアクチュエータ。

【請求項 16】

前記ロードプレートにはスライダが装着していることを特徴とする請求項 15 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 17】

前記ロードプレートは、前記スライダと連結する支持プレート及び当該支持プレートを前記二つのサイドアームにそれぞれ連結させる二つの連結プレートを備えることを特徴とする請求項 16 に記載のマイクロアクチュエータ。

20

【請求項 18】

前記二つの連結プレートは、前記支持プレートの重心に対して対称な位置にそれぞれ連結していることを特徴とする請求項 17 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 19】

前記連結プレートは、前記支持プレートに比べてより大きな柔軟性を有することを特徴とする請求項 17 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 20】

前記支持シャフトには、柔軟性を増加させるために、少なくとも一つの狭部が形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 21】

前記支持シャフトは、その両端に接近する位置に、二つの狭部が形成されていることを特徴とする請求項 20 に記載のマイクロアクチュエータ。

30

【請求項 22】

前記圧電素子のうち一つは、所定電圧が印加された場合に延伸モデルを示し、他の圧電素子は、所定電圧が印加された場合に収縮モデルを示すことを特徴とする請求項 15 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 23】

前記圧電素子のうち、一つが d 3 1 型材料の圧電素子であり、もう一つが d 3 3 型材料の圧電素子であることを特徴とする請求項 22 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 24】

前記各圧電素子は、セラミック圧電素子、薄膜圧電素子、若しくは P M N - P T 結晶であることを特徴とする請求項 22 に記載のマイクロアクチュエータ。

40

【請求項 25】

前記各圧電素子は、単層構造若しくは多層構造であることを特徴とする請求項 24 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 26】

前記各圧電素子は、前記単層構造若しくは多層構造と連結した基板層を更に備えることを特徴とする請求項 25 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 27】

前記圧電素子に所定電圧が印加されていない場合、当該圧電素子は前記支持シャフトと実

50

質的に平行にあり、且つ前記圧電素子及び前記支持シャフトの両端は、前記サイドアームと実質的に垂直状態にあることを特徴とする請求項 15 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 28】

前記支持プレートは、二つの支持部及び当該二つの支持部と接続している連結部を備えることを特徴とする請求項 17 に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 29】

ヘッドジンバルアセンブリと、当該ヘッドジンバルアセンブリに連結した駆動アームと、磁気ディスクと、当該磁気ディスクを駆動するためのスピンドルモーターとを備えるディスクドライブユニットであって、

10

前記ヘッドジンバルアセンブリは、スライダと、当該スライダの位置を調節するためのマイクロアクチュエータと、前記スライダ及び前記マイクロアクチュエータを搭載するサスペンションとを備え、そのうち、

前記マイクロアクチュエータは、二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結して、当該一つ或は二つのサイドアームの選択的動作により相対的に回転し、且つ前記スライダを支持するロードプレートと、前記各サイドアーム間を連結する一対の圧電素子と、前記サスペンションに固定され、更に前記各サイドアーム間を連結し且つ前記圧電素子の間に位置する支持シャフトと、を備え、ここで、

前記一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、前記サイドアームの選択的動作及び前記ロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とするディスクドライブユニット。

20

【請求項 30】

前記ロードプレートは、前記スライダと連結する支持プレート及び当該支持プレートを前記二つのサイドアームにそれぞれ連結させる二つの連結プレートを備えることを特徴とする請求項 29 に記載のディスクドライブユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスクドライブユニットに係り、特に回転型圧電マイクロアクチュエータと、これを備えたディスクドライブユニットに関する。

30

【背景技術】

【0002】

ディスクドライブは、磁性媒体を利用してデータを記録する情報記録装置である。図 1 に示すように、従来のディスクドライブ (disk drive) の典型例としては、磁気ディスクと、ヘッドジンバルアセンブリ (head gimbal assembly, HGA) 277 の駆動アーム (drive arm) とを備えた装置である。ここで、ヘッドジンバルアセンブリ 277 は、スライダ 203 を装着したサスペンション 213 を有している。磁気ディスクは、該ディスクを回転させるスピンドルモーターに装着されている。駆動アームは、駆動を制御するためのボイスコイルモーター (voice coil motor, VCM) を備えており、これによりスライダ 203 は、磁気ディスク表面のトラック間を移動して、この磁気ディスクにデータを記録またはデータの再生を実行する。

40

【0003】

しかしながら、ボイスコイルモーターは、それ自体の大きな慣性のため、有限の帯域幅 (bandwidth) を有している。これにより、スライダ 203 は迅速で正確な位置制御を得ることができず、従ってスライダ 203 における磁気ディスクからのデータ再生能力及び磁気ディスクへのデータ記録能力に影響を及ぼすことになる。

【0004】

以上の問題を解決するために、現在は圧電マイクロアクチュエータ (PZT micro-actuator) によって、スライダ 203 の位置を制御する装置を用いている。即ち圧電マイクロアクチュエータは、より小さい幅で、またボイスコイルモーターよりも高い周波数で、スラ

50

イダ 203 の変位を補正する。従って、より小さな記録トラック幅 (recording track width) の使用を可能とし、TPI (tracks per inch, 1 インチ当たりのトラック数) 値の 50% 増加を実現している。更に、スライダのシーク時間と位置決め時間を短くして、磁気ディスク表面の記録密度及びディスク性能を高めることができる。

#### 【0005】

また図 1 (b) に示すように、従来の圧電マイクロアクチュエータ 205 は、二つのセラミックサイドアーム 207 を有した U 字形のセラミックフレーム 297 を備え、この各セラミックサイドアーム 207 が駆動 (actuation) するための圧電片 (図示せず) を含む構成である。図 1 (a)、(b) に示すように、圧電マイクロアクチュエータ 205 とサスペンション 213 は、物理的に接続しており、セラミックサイドアーム 207 の各辺において、複数 (例えば三つ) の電気接続ボール 209 (金ボール接続又はハンダボール接続; gold ball bonding or solder ball bonding; GBB or SBB) を介して、圧電マイクロアクチュエータ 205 とサスペンショントレース 210 を連結している。また、記録/再生センサーと電気接続するように、複数 (例えば四つ) の金属ボール 208 (金ボール接続又はハンダボール接続; GBB or SBB) を用いて、サスペンショントレース 210 にスライダ 203 を連結している。図 1 (c) は、マイクロアクチュエータ 205 にスライダ 203 を挿入する場合の詳細な過程を示す図である。ここでスライダ 203 は、複数のエポキシドット (epoxy dot) 212 を介して、U 字形フレームの開口部位にある二つのポイント 206 に接着され、これにより二つのセラミックサイドアーム 207 と連結する。そして、スライダ 203 とフレーム 297 は、相互に矩形の中空構造 (rectangular hollow structure) を形成する。また、U 字形のフレーム 297 の底部は、サスペンション上にあるサスペンションタンク (図 1 (c) には図示せず) に固定される。よって、スライダ 203 とサイドアーム 207 は、サスペンションに直接接続しないことになり、サスペンションに対して自在に移動することができる。

#### 【0006】

サスペンショントレース 210 を通して駆動力を印加した時、セラミックサイドアーム 207 に位置している圧電片は、拡張又は収縮されることになる。そして、このような拡張又は収縮現象によって、二つのセラミックサイドアーム 207 が同一の側面方向に湾曲される。従って、この湾曲現象によりフレーム 297 のせん断変形が発生する。これにより、フレームの形状が矩形から平行四辺形に略変形される。またスライダは、この平行四辺形の移動辺に装着されているため、側面方向の平行移動 (lateral translation) にもなって移動する。これにより、スライダの正確な位置調整を実現することができる。

#### 【0007】

但し、スライダ 203 の平行移動によって側面方向への慣性が発生し、この側面方向の慣性が更にサスペンションの振動共鳴 (suspension vibration resonance) を引き起こす。このような振動共鳴は、サスペンション基板の揺動と同じ共振効果を有することになる。このため、ヘッドジンバルアセンブリの動態性能に影響を及ぼし、またディスクドライブのサーボ帯域及び容量の増加を制限させることになる。図 2 B に示すように、符号 201 は、サスペンション基板を揺動する場合の共振曲線を表し、符号 202 は図 1 (c) 及び図 2 A に示したマイクロアクチュエータ 205 を励起 (exciting) する場合の共振曲線を表している。周波数が 20 KHz になるまでに、サスペンションの周波数特性は幾つかの大きなピーク (peak) 及び谷 (valley) があり、これらピーク及び谷の存在は共振特性の悪さを表している。このように図において、以上の問題が明確に示されている。

#### 【0008】

また、図 2 A に示すように、U 字形のマイクロアクチュエータ 205 はサスペンションタンクに局部的に装着されている。マイクロアクチュエータ 205 が動作する際は、二つのサイドアーム 207 a 及び 207 b が外に向かって湾曲する。そのうち、一方のサイドアーム 207 a が方向 200 a に向かって湾曲する場合、それはサスペンションタンクの下部アーム (bottom arm) に対して反作用力  $F_a$  を発生させる。この反作用力  $F_a$  は、サスペンションに伝達されて、サスペンション基板の揺動と同じ振動を発生させることにな

る。同様に、別のサイドアーム 207b が方向 200b に向けて湾曲する場合、それは下部アームに反作用力  $F_b$  を発生させ、この反作用力  $F_b$  はサスペンションに伝達されて、サスペンション基板の揺動と同じ振動を発生させることになる。

【0009】

以上のような問題点に鑑みて、この問題を解決するためのヘッドジンバルアセンブリ及びディスクドライブユニットを提供することが望まれいた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、良好な共振性能及び位置調整性能を得ることができるヘッドジンバルアセンブリの提供を目的とする。 10

また本発明は、簡単な構造及び良好な位置調整性能を具備したマイクロアクチュエータの提供を目的とする。

さらに本発明は、広いサーボ帯域及び大きなストロークを有するディスクドライブユニットの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の実施形態に係るヘッドジンバルアセンブリは、スライダと、当該スライダの位置を調節するためのマイクロアクチュエータと、スライダ及びマイクロアクチュエータを搭載するサスペンションとを備える。そのうち、マイクロアクチュエータは、二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結し、且つスライダを支持するロードプレートと、各サイドアーム間を連結する一対の圧電素子と、サスペンションに固定され、更に各サイドアーム間を連結し且つ圧電素子の間に位置する支持シャフトとを備え、一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、サイドアームの選択的動作及びロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とする。 20

【0012】

本発明に係る実施形態において、ロードプレートは、スライダと連結する支持プレート (support plate) 及び当該支持プレートを二つのサイドアームにそれぞれ連結させる二つの連結プレート (connecting plate) を備えている。この支持プレートは、二つの支持部 (support portion) 及び当該二つの支持部と接続している連結部 (connecting portion) を備えている。また、二つの連結プレートは、支持プレートの重心に対して対称な位置にそれぞれ連結している。連結プレートは、支持プレートに対しより柔軟性を有した柔軟部 (more flexible portion) を備え、この柔軟部は、より狭い幅、又はより小さい厚さや形状に形成することが好ましい。また、本発明に係る実施形態において、支持シャフトの両端に接近する位置には、少なくとも一つの狭部を形成することが好ましい。 30

【0013】

そして、本発明の一つの実施形態において、支持シャフトとサイドアームは一体成形により形成される。また、スライダは、ロードプレートの二つの支持部に接続されるように、より局部的にロードプレートに固定されている。そして、本発明の別の実施形態においては、支持シャフトのみが、例えばレーザー溶接方式等を介してサスペンションに局部固定される。一つのサイドアームは別の一つのサイドアームと相互に並行している。ロードプレートは、スライダの空気接触面の反対面の中心に対して、対称となる位置に接続されている。また、ロードプレートとサスペンションの間、圧電素子とサスペンションの間には、それぞれ二つの隙間が形成されている。なお、サスペンションに電気接続されるように、圧電素子には複数の電気パッドが形成されている。 40

【0014】

本発明に係るマイクロアクチュエータは、二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結するロードプレートと、一対の圧電素子とを備え、一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、サイドアームの 50

選択的動作及びロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とする。本発明において、各圧電素子はセラミック圧電素子、薄膜圧電素子、若しくはPMN-PT結晶等の何れか適当な構造を有している。また、これら圧電素子は、単層構造若しくは多層構造を有する圧電層を備えることができる。他の実施形態において、圧電素子は、圧電層と連結した基板層(substrate layer)を更に備えることができる。

#### 【0015】

なお、本発明におけるディスクドライブユニットは、ヘッドジンバルアセンブリと、ヘッドジンバルアセンブリに連結されている駆動アームと、磁気ディスクと、磁気ディスクを回転させるスピンドルモーターとを含む構成である。そのうち、ヘッドジンバルアセンブリはスライダと、スライダの位置を調節するためのマイクロアクチュエータと、スライダ及びマイクロアクチュエータを搭載するためのサスペンションとを備える。ここで、マイクロアクチュエータは、二つのサイドアームと、当該二つのサイドアームのうち少なくとも一つと連結し、且つスライダを支持するロードプレートと、各サイドアーム間を連結する一対の圧電素子と、サスペンションに固定され、更に各サイドアーム間を連結し且つ圧電素子の間に位置する支持シャフトとを備え、一対の圧電素子は、所定電圧により励起されてそれぞれ反対方向に移動して、サイドアームの選択的な動作及びロードプレートとスライダの回転運動を引き起こすことを特徴とする。

10

#### 【0016】

従来技術と比べ、本発明に係るマイクロアクチュエータは、スライダの位置を調節するために、所定電圧が印加された時に、二つの圧電素子が反対方向に沿って移動する簡単な構造を利用しており、製造コストの低減と製造工程の簡易化を図ることができる。なお本発明において、二つのサイドアームは反対方向に回転する。これにより、スライダが単純な回転運動を行うことができる。また、記録/再生センサーがスライダの末端に位置しているため、スライダの重心を変動させず維持することにより、マイクロアクチュエーション(micro-actuation)に必要な動力を減少させる。これにより、マイクロアクチュエーションの動力を増加させずに、スライダ位置の高調節能力を得ることができる。更に、本発明におけるマイクロアクチュエータは、より小さい力のモーメントを伝達し、且つサスペンションに慣性力を形成しない。これにより、マイクロアクチュエーションにより発生するサスペンションの共振現象を減少させる。従って、サーボ帯域幅が改善されるとともに、ディスクドライブの記録容量が増加された好ましい結果を得ることができる。

20

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下、図面に基いて本発明の実施形態をより詳細に説明する。

まず、図3に示すように、本発明の実施形態におけるヘッドジンバルアセンブリ(head gimbal assembly; HGA)3は、スライダ31と、マイクロアクチュエータ32と、該スライダ31とマイクロアクチュエータ32を搭載するためのサスペンション8とを備えている。

#### 【0018】

同図に示すように、サスペンション8は、ロードビーム17と、フレキシャ13と、ヒンジ15と、基板11とを備えている。このうち、フレキシャ13には複数の接続パッド308が形成してあり、この接続パッド308は一端が一つの制御システム(図示せず)と連結し、他端が複数の電気トレース309、311を有した構成である。図4(a)、(b)及び図5に示すように、更にフレキシャ13は、スライダ31及びマイクロアクチュエータ32を支持するためのサスペンションタンク328を備えている。図6に示すように、ロードビーム17には、サスペンションタンク328を支持するディンプル(dimple)329が形成してある。

40

#### 【0019】

また図4(b)及び図5に示すように、ロードビーム17には、サスペンションタンク328と係合する位置制限部材207が形成されている。これは、ディスクドライブの正常な稼働時や、ディスクドライブに様々な衝撃又は振動が伝えられた場合に、この位置制

50

限部材 207 により、サスペンションタンク 328 の過度な湾曲を防止するためである。これにより、ヘッドジンバルアセンブリ 3 は良好な防振性能を得ることができる。本発明において、サスペンションタンク 328 上には、複数の電気接続パッド 113、330 a、330 b が形成されている。このうち、電気接続パッド 113 は複数のトレース 309 と連結し、電気接続パッド 330 a 及び 330 b は複数のトレース 311 と連結している。スライダ 31 も、その一端に複数の電気接続パッド 204 を有しており、これら電気接続パッド 204 はサスペンションタンク 328 の移動部材 (moving part) 114 の電気接続パッド 113 に対応している。

#### 【0020】

図 5、図 7 に示すように、本発明の実施形態におけるマイクロアクチュエータ 32 は、二つのサイドアーム 322、323 と、スライダ 31 を支持するためのロードプレート (load plate) 325 と、各サイドアーム 322、323 間を連結する一对の圧電素子 404 a、404 b と、支持シャフト (support shaft) 324 と、を備えている。本発明の最良の実施形態としては、支持シャフト 324 は柔軟性材料から形成することが好ましい。本発明の実施形態において、ロードプレート 325 はサイドアーム 322、323 間を連結しており、また支持シャフト 324 も該サイドアーム 322、323 間を連結し、且つ圧電素子 404 a と 404 b の間に配置されている。図 6 に示すように、支持シャフト 324 は、中央部で、例えばエポキシ (epoxy)、接着剤等のような従来の接続媒体 380 を介して、サスペンションタンク 328 と局部的に連結固定されている。また、マイクロアクチュエータ 32 とサスペンションタンク 328 の間は、接続媒体 380 の介在により二つの隙間 503、504 を形成している。これら二つの隙間 503、504 は、接続媒体 380 の両側にそれぞれ位置している。本発明において、二つの隙間 503、504 が形成されたことにより、スライダ 31 及び圧電素子 404 a、404 b はサスペンション 328 上で吊られた状態となり、従ってマイクロアクチュエータ 32 が励起される場合に、サスペンション 8 への付加振動を防止することができる。

#### 【0021】

本発明の第一の実施形態として、図 5、図 7 に示すように、ロードプレート 325 は、スライダ 31 と連結した支持プレート (support plate) 345 と、二つの連結プレート (connecting plate) 401 及び 402 とを備え、これら連結プレート 401 及び 402 は支持プレート 345 から延びて、二つのサイドアーム 322、323 とそれぞれ連結している。また、本発明の最良の実施形態として、二つの連結プレート 401 及び 402 は支持プレート 345 の重心に対して対称な位置にそれぞれ連結していることが好ましい。従って、特殊な連結方式に基いて、この連結プレート 401 及び 402 が圧力又は引張り力を受けた場合、支持プレート 345 は回転することとなる。なお、支持プレート 345 をより容易に回転させるために、本発明の実施形態においては、連結プレート 401 及び 402 を支持プレート 345 に対しより狭い幅に形成している。また支持プレート 345 についてより具体的に述べると、支持プレート 345 は、二つの支持部 (support portion) 403 a、403 b と、二つの支持部 403 a、403 b と接続する連結部 (connecting portion) 405 を備えている。このうち、連結部 405 は支持部 403 a、403 b と比べてより狭い幅 (若しくは、より小さい厚さ又は形状) を有している。勿論、本発明に係る支持プレート 345 は、上記の説明のような構造に限らず、同じ効果を奏する上で、何れか適当な構造に形成することができる。

#### 【0022】

図 5 及び図 7 (a) に示すように、マイクロアクチュエータ 32 の実施形態におけるロードプレート 325 とサイドアーム 322、323 は、一体成形によって形成されている。支持シャフト 324 は、例えば溶接 (soldering)、接着 (adhesive bonding) 又はレーザー接合 (laser bonding) 等の何れかの方法によって、サイドアーム 322、323 の相互間に連結してある。本発明の最良の実施形態としては、サイドアーム 322、323 が相互に並行し、支持シャフト 324 とサイドアーム 322、323 が垂直に連結していることが好ましい。また本発明の最良の実施形態として、圧電素子 404 a、404 b

10

20

30

40

50

は、二対のエポキシドット (epoxy dot) 59 a、59 b を介して、その両端がサイドアーム 322、323 とそれぞれ連結することが好ましい。勿論、エポキシドット 59 a、59 b の代わりに、接着剤 (adhesive)、異方性導電膜 (anisotropic conductive film)、或はその他の接続方式を利用しても良い。

#### 【0023】

そして、図7 (a) 乃至 (c) に示すように、圧電素子 404 b は d33 型 (d33 model) の圧電材料を、圧電素子 404 a は基板層 (substrate) 333 を有した d31 型 (d31 model) の圧電材料 334 を、それぞれ採用している。ここで、d33 型とは延伸用モデルの圧電材料であり、d31 型は収縮用モデルの圧電材料である。このため操作時において、マイクロアクチュエータは、圧電素子同士の相反する動作により、良好な動態及び静態性能 (大きなストローク及び良好な共振性能) を持つことができる。

10

#### 【0024】

図7 (b) は、d33 型材料の圧電素子 404 b の詳細な構造を示す図である。同図に示すように、二つの電極 455、456 は互いに積層され、且つ接続パッド 320 と接続するよう相互に離れている。これら二つの電極 455、456 により、d33 型材料の圧電素子は延伸方向 b を持つようになる。この延伸方向 b は、電場及び極化方向 a と方向が同一である。圧電素子 404 b は、中間領域とサスペンションタングのサスペンショントレースが電気接続し、圧電素子 404 b の両端がサイドアーム 322 及び 323 に固定されており、電圧を印加すると、d33 型材料の圧電素子 404 b は方向 b に沿って延伸し、これにより圧電素子 404 b が片側に向かって湾曲する。

20

#### 【0025】

また、図7 (c) は、d31 型材料の圧電素子 404 a の詳細な構造を示す図である。圧電素子 404 a は、基板層 333 (金属、セラミック、シリコン、ポリマー) 及び圧電材料層 334 を含む構成である。同図に示すように、二つの電極 455'、456' は互いに積層され、且つ接続パッド 320' と接続するよう相互に離れている。これら二つの電極により、d31 型材料の圧電素子は収縮方向 b' を持つようになる。この収縮方向 b' は、電場及び極化方向 a' と方向が互いに垂直となる。圧電素子 404 a は、中間領域とサスペンションタングのサスペンショントレースが電気接続し、圧電素子 404 a の両端がサイドアーム 322 及び 323 に固定されており、電圧を印加すると、d31 型材料の圧電素子 404 a は方向 b' に沿って収縮し、これにより圧電素子 404 a が支持シャフト 324 に対して湾曲する。

30

#### 【0026】

図8 A (a) は、二つの圧電素子 404 a、404 b 間の電気接続の関係を示す図である。これら二つの圧電素子は同じ接地端 800 と、二つの入力端 801、802 を備える。

#### 【0027】

図8 A (b) は、操作電圧を示す図であり、ここでは、マイクロアクチュエータを駆動するために、サイン波形 805 を入力している。

#### 【0028】

図8 A (c) は、マイクロアクチュエータの初期状態を示す図であり、電圧を入力していない状態で、且つスライダが開始位置にある場合を示している。

40

#### 【0029】

また、図8 B (d) は、二つの圧電素子 404 a、404 b に正電圧を印加した後のマイクロアクチュエータの状態を示す図である。d33 型材料の圧電素子 404 b は、圧電素子の中間領域がサスペンションタングに固定されているため、支持シャフト 324 に向かって延伸し変形する。また、この圧電素子 404 b は、力 F3、F4 (図8 B (e) 参照) を介して、両端からサイドアーム 322 及び 323 を外に向かって押圧する。これにより、支持シャフト 324 に変形を引き起こし、支持部 403 a、403 b に装着されているスライダ 31 を時計回りに回転させる (図7 (a) 参照)。

#### 【0030】

50

同じように、d 3 1 型材料の圧電素子 4 0 4 a も印加される電圧に反応する。圧電素子 4 0 4 a は、中間領域がサスペンションに固定されて、更に、基板層が支持シャフト 3 2 4 の片辺に重なっているため、この印加電圧により圧電素子 4 0 4 a が収縮され、且つ支持シャフト 3 2 4 に向って変形されることになる。これにより、スライダ 3 1 を時計回りに回転させ、且つ圧電素子 4 0 4 b とともに大きなストロークを形成させる。

#### 【 0 0 3 1 】

図 8 B ( e ) に示すように、圧電素子 4 0 4 a は両端から 2 つのサイドアーム 3 2 2、3 2 3 を引っ張って、二つの引張り力  $F_1$ 、 $F_2$  を発生する。また、力  $F_1 / F_2 / F_3 / F_4$  は、X 軸及び Y 軸において  $F_{1x}$ 、 $F_{1y}$ 、 $F_{2x}$ 、 $F_{2y}$ 、 $F_{3x}$ 、 $F_{3y}$ 、 $F_{4x}$ 、 $F_{4y}$  に分解することができ、これらの力はエネルギーの大きさが同じで、その方向が相反しているため、力  $F_{1x}$  で力  $F_{2x}$  を中和し、力  $F_{3x}$  で力  $F_{4x}$  を中和し、力  $F_{1y}$ 、 $F_{2y}$  で力  $F_{3y}$ 、 $F_{4y}$  を中和する。従って、マイクロアクチュエータの二つの圧電素子 4 0 4 a 及び 4 0 4 b の動作時は、大きなストロークを達することができるのと同時に、サスペンションに対しては影響力 (affected force) を与えることがない。これにより、例えば共振性能及びストローク性能 (stroke performance) 等が向上し、良好な静態及び動態性能を得ることができる。

10

#### 【 0 0 3 2 】

図 8 C ( f ) は負電圧を印加した後のマイクロアクチュエータの状態を示す図である。d 3 3 型材料の圧電素子 4 0 4 b は、圧電素子の中間領域がサスペンションタンクに固定されているため、支持シャフト 3 2 4 に対して収縮し外側へ変形する。また、この圧電素子 4 0 4 b は、二つの引張り力  $F_{3'}$ 、 $F_{4'}$  (図 8 C ( g )) を介して、両端でサイドアーム 3 2 2 及び 3 2 3 を引っ張る。これにより、支持シャフト 3 2 4 の変形を引き起こし、且つ支持部 4 0 3 a、4 0 3 b に装着されているスライダ 3 1 を反時計回りに回転させる。

20

同じように、d 3 1 型材料の圧電素子 4 0 4 a も印加される電圧に反応する。圧電素子 4 0 4 a は、中間領域がサスペンションに固定され、更に、基板層が支持シャフト 3 2 4 の片辺に重なっているため、この印加電圧により少しだけ延伸し、且つ支持シャフト 3 2 4 に向かって変形されることになる。これにより、スライダを反時計回りに回転させ、また圧電素子 4 0 4 b とともに大きなストロークを形成させる。圧電素子 4 0 4 a は両端から二つのサイドアーム 3 2 2、3 2 3 を押圧する二つの押圧力  $F_{1'}$ 、 $F_{2'}$  を発生する。また、力  $F_1 / F_2 / F_3 / F_4$  は、X 軸及び Y 軸において  $F_{1x'}$ 、 $F_{1y'}$ 、 $F_{2x'}$ 、 $F_{2y'}$ 、 $F_{3x'}$ 、 $F_{3y'}$ 、 $F_{4x'}$ 、 $F_{4y'}$  に分解することができ、これらの力はエネルギーの大きさが同じで、その方向が相反しているため、力  $F_{1x'}$  で力  $F_{2x'}$  を中和し、力  $F_{3x'}$  で力  $F_{4x'}$  を中和し、力  $F_{1y'}$  と  $F_{2y'}$  で力  $F_{3y'}$  と  $F_{4y'}$  を中和する。従って、マイクロアクチュエータの二つの圧電素子 4 0 4 a 及び 4 0 4 b の動作時は、大きなストロークを達することができるのと同時に、サスペンションに対しては影響力を与えることがない。これにより、例えば共振性能及びストローク性能 (stroke performance) 等が向上し、良好な静態及び動態性能を得ることができる。

30

#### 【 0 0 3 3 】

図 9 ( a )、( b ) は本発明におけるヘッドジンバルアセンブリ 3 の共振性能のテスト結果を示す図である。この図において、符号 7 0 2 はマイクロアクチュエータの操作時 (圧電素子の励起時) の位相 7 0 3 を持つ共振増幅率曲線を示し、符号 7 0 1 は基板が励起された時の位相 7 0 4 を持つ共振増幅率曲線を示している。同図に示すように、周波数が低い (捻り作用及び揺動作用が無い) 時には、サスペンションの共振を発生させず、マイクロアクチュエータ 3 2 を励起する際の周波数が高い範囲にある時に、マイクロアクチュエータだけの共振を発生させる。このためサーボ帯域が増加し、ディスクドライブの記録容量を高め、且つスライダのシーク時間と位置決め時間を減少させることができる。

40

#### 【 0 0 3 4 】

図 1 0 ( a ) は、本発明の変形例を示す図である。本実施形態における圧電素子 4 0 4 a 1 は d 3 3 型材料であり、他の圧電素子 4 0 4 b 1 は基板層を有する d 3 1 型材料であ

50

る。電圧を印加すると、圧電素子 404 a 1 は延伸し、且つサイドアーム 322、323 を押圧するが、圧電素子 404 a 1 は中間領域とサスペンションタンクが電気接続しているため、これにより圧電素子がスライダの片側に向かって変形する。また、他の圧電素子 404 b 1 は、基板層 333 a が一側辺に重ねられており、且つその中間領域とサスペンションタンクが連結しているため、電圧を印加すると、圧電素子 404 b 1 は収縮され、且つ支持シャフト 324 の片側に向かって変形する（図 10 (b) 参照）。以上の説明のように、圧電素子の運動によって、スライダの回転を引き起こし、このような運動がサスペンションに対する反作用力や振動共鳴の発生を抑制することができる。

#### 【0035】

図 11 (a)、(b) は、本発明に係るマイクロアクチュエータの他の実施形態を示す図である。同図に示すように、支持シャフト 324 には二つの狭い又は弱い部位 (narrow or weak point) 507 が形成されている。圧電素子の動作時には、これら弱い部位 507 により支持シャフト 324 が変形し易くなる。図 11 (a) は、d31 型材料の圧電素子 404 a が支持シャフト 324 の内側に位置しており、d33 型材料の圧電素子 404 b が支持シャフト 324 の外側に位置している状態を示している。また、図 11 (b) は、別の実施形態としての d31 型材料の圧電素子 404 a が支持シャフト 324 の外側に位置しており、d33 型材料の圧電素子 404 b が支持シャフト 324 の内側に位置している状態を示している。ここで、図 11 (a)、(b) に示した実施形態と上記の実施形態の動作原理は同じである。

#### 【0036】

本発明の実施形態において、組み立てる場合は、まず図 7 (a) に示すように、支持シャフト 324 と、圧電素子 404 a 及び 404 b と、二つのサイドアーム 322、323 とロードプレート 325 が一体成形されたフレームと、を相互に組み立ててマイクロアクチュエータ 32 を形成する。この時、圧電素子の二つの電気接続パッド 320、320' は外面に露出している。次に図 5 に示すように、二つのエポキシドット 52 を介して、スライダ 31 をマイクロアクチュエータ 32 のロードプレート 325 に局部的に連結させる。この時、スライダ 31 は、その中心がロードプレート 325 の中心とちょうど一致する。また次に、図 4 (a)、(b)、図 5 及び図 6 に示すように、ロードプレート 325 の中間部位は、エポキシ、接着剤或は異方性導電膜を介して、サスペンションタンク 328 に局部的に接続することで、マイクロアクチュエータ 32、スライダ 31 及びサスペンション 8 が共に組み立てられるようになる。この時、スライダ 31 の中心はロードビーム 17 のディンプル 329 とちょうど一致させて、スライダ 31 が磁気ディスク（図示せず）上を浮上する際に、サスペンション 8 の荷重を常にスライダ 31 の中心に印加させるようにする。また、スライダ 31 の電気接続パッド 204、及び圧電素子 404 a、404 b の電気接続パッド 320、320' は、サスペンションタンク 328 の電気接続パッド 113、330 にそれぞれ対応して位置決めされる。その後、複数の金属ボール 905（金ボール接続又はハンダボール接続；GBB, SBB）を用いて、スライダ 31 の電気接続パッド 204 とサスペンションタンク 328 の電気接続パッド 113 とを接続すると共に、複数の金属ボール 219（金ボール接合又はハンダボール接合又はハンダペースト）を用いて、圧電素子 404 a、404 b の電気接続パッド 320、320' と、サスペンションタンク 328 の電気接続パッド 330 とを接続する。これにより、マイクロアクチュエータ 32 とサスペンション 8 の二つの電気マルチトレース (electric multi-traces) 311 を電気接続させ、またスライダ 31 とサスペンション 8 の二つの電気マルチトレース 309 を電気接続させる。従って、電気マルチトレース 309、311 及び接続パッド 308 を介して、スライダ 31 及びマイクロアクチュエータ 32 を制御システム（図示せず）に電気接続し、その制御を受けることが可能となる。

#### 【0037】

本発明のその他の実施形態において、支持シャフト 324 は、サスペンションタンク 328 の中間部位に対するレーザー溶接方式等を通して、局部的に連結されてもよい。レーザー溶接工程を経由することによって、支持シャフト 324 とサスペンションタンク 32

10

20

30

40

50

8の間に対する連結をより堅固にし、更に製造中の振動も減少させることができる。

【0038】

本発明において、図8A(c)に示すように、スライダ31の幅は、サイドアーム32、323間の間隔と比べ、より小さな幅であることが好ましい。これにより、スライダ31と二つのサイドアーム322、323間に平行隙間601、602が形成されて、二つのサイドアーム322、323を自在に運動させることができる。また、スライダ31とサイドアーム322、323が局部的に連結しているため、マイクロアクチュエータ32によって駆動する際に、スライダ31は自在に移動することができる。

【0039】

なお本発明に最良な実施形態として、サイドアーム322、323のうち何れか一方が他のサイドアームと平行になることが好ましい。勿論、サイドアーム322、323のうち何れか一方が他方に平行していなくても問題はなく、この場合でもマイクロアクチュエータ32を用いてスライダの位置を調節することができる。なお、連結プレート401、402のうち何れか一方が欠けていても問題はなく、この場合でもマイクロアクチュエータ32を用いてスライダの位置を調節することができる。

【0040】

従来技術と比べ、本発明に係るマイクロアクチュエータは、簡単な二つの構造の圧電素子だけで、スライダの位置を調節することができるため、製造コストを低減でき、且つ製造工程の簡易化を図ることができる。また、従来技術に係るマイクロアクチュエータが揺動する(swing)だけで、スライダの後縁(前縁は固定される)を移動させていたことと比べ、本マイクロアクチュエータは、スライダの後縁(trailing side)及び前縁(leading side)を異なる方向に回転させることができる。このため、従来技術と比べ、本発明においてスライダは、後縁と前縁がすべて移動することができ、更なる揺動運動を行うことができる。従って、より大きなスライダの位置調節能力を得ることができる。また、マイクロアクチュエータは支持シャフトだけでサスペンションに固定されるため、サスペンションとスライダの間、またサスペンションと圧電素子の間に、それぞれ二つの隙間を形成する。このため、サスペンションに反作用力を伝達させることがなく、マイクロアクチュエータの励起時における共振性能を著しく向上させることができる。マイクロアクチュエータを稼働する場合、低周波数の部分においてはサスペンションの共振が向上し(共振ピークを低減)、高周波数の部分においてはマイクロアクチュエータだけの共振が発生する。従って、サーボ帯域を拡大することができ、ディスクドライブの記録容量を高めることができる。

【0041】

図12に示すように、本発明に係るディスクドライブユニットは、ケース901と、磁気ディスク902と、磁気ディスクの駆動主軸903と、マイクロアクチュエータアセンブリ905を制御するためのボイスコイルモーター(VCM)904と、ボイスコイルモーターとフレキシブルプリントの取付(PCBA)に用いられるフレキシブルプリント回路907と、上述したヘッドジンバルアセンブリ3と、を組み立てて形成したものである。ここで、ディスクドライブユニットの構造または組立過程は、当業者に周知されている技術であるため、これに対する更なる説明は省略する。

【0042】

以上、本発明について好ましい実施形態を説明したが、上記の実施形態に限定されず、本発明の精神から逸脱せずに様々な変形が可能であり、そして本発明は本明細書に記載した細部に限定されるものではないことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】従来のヘッドジンバルアセンブリの図であり、(a)は斜視図であり、(b)は図1(a)に示した構造の局部拡大図であり、(c)は(a)に示したヘッドジンバルアセンブリのマイクロアクチュエータの中にスライダを挿入する過程を示す詳細なフローである。

10

20

30

40

50

【図 2 A】図 1 ( a ) に示したヘッドジンバルアセンブリのスライダ及び圧電素子マイクロアクチュエータの斜視図である。

【図 2 B】図 1 ( a ) 及び図 2 ( a ) に示したヘッドジンバルアセンブリの共振曲線である。

【図 3】本発明の第一実施形態におけるヘッドスタックアセンブリの斜視図である。

【図 4】図 3 に示したヘッドスタックアセンブリを異なる角度から観察した場合の局部拡大斜視図である。

【図 5】図 4 ( a ) に示した構造の分解図である。

【図 6】図 3 に示したヘッドジンバルアセンブリのマイクロアクチュエータの局部側面図である。

【図 7】図 3 に示すヘッドジンバルアセンブリの図であり、( a ) は分解斜視図、( b ) は ( a ) に示したマイクロアクチュエータの第一圧電素子の拡大平面図、( c ) は ( a ) に示したマイクロアクチュエータの第二圧電素子の拡大平面図である。

【図 8 A】( a ) は図 7 ( b ) ( c ) に示した第一圧電素子と第二圧電素子間の電気接続の関係を表す図であり、( b ) は図 7 ( a ) に示したマイクロアクチュエータの圧電素子に印加される電圧の波形図であり、図 7 ( a ) に示したマイクロアクチュエータに電圧を印加しない初期状態を示す拡大平面図である。

【図 8 B】( d ) は正電圧を第一及び第二圧電素子に印加した後の図 7 ( a ) に示したマイクロアクチュエータの状態を示す図であり、( e ) は正電圧を印加した後圧電素子に印加される力を示す図である。

【図 8 C】( f ) は負電圧を第一及び第二圧電素子に印加した後の図 7 ( a ) に示したマイクロアクチュエータの状態を示す図であり、( g ) は負電圧を印加した後圧電素子に印加される力を示す図である。

【図 9】図 3 に示したヘッドジンバルアセンブリの共振曲線である。

【図 10】本発明の第二実施形態におけるマイクロアクチュエータの図であり、( a ) は分解斜視図、( b ) は ( a ) に示したマイクロアクチュエータの拡大平面図であって、正電圧が第一及び第二圧電素子に印加した後のマイクロアクチュエータの状態を示す図である。

【図 11】本発明における他の二つの実施形態におけるマイクロアクチュエータの斜視図である。

【図 12】本発明の実施形態におけるディスクドライブユニットの斜視図である。

【符号の説明】

【0044】

3 : ヘッドジンバルアセンブリ、8 : サスペンション、  
 11 : 基板、13 : フレキシヤ、15 : ヒンジ、17 : ロードビーム、  
 31 : スライダ、32 : マイクロアクチュエータ、  
 207 : 位置制限部材、  
 308 : 接続パッド、309、311 : 電気トレース、  
 322、323 : サイドアーム、324 : 支持シャフト、325 : ロードプレート、3  
 28 : サスペンションタンク、329 : ディンプル、  
 333 : 基板層、334 : 圧電材料層  
 345 : 支持プレート、  
 401、402 : 連結プレート、403 : 支持部、404 : 圧電素子、405 : 連結部

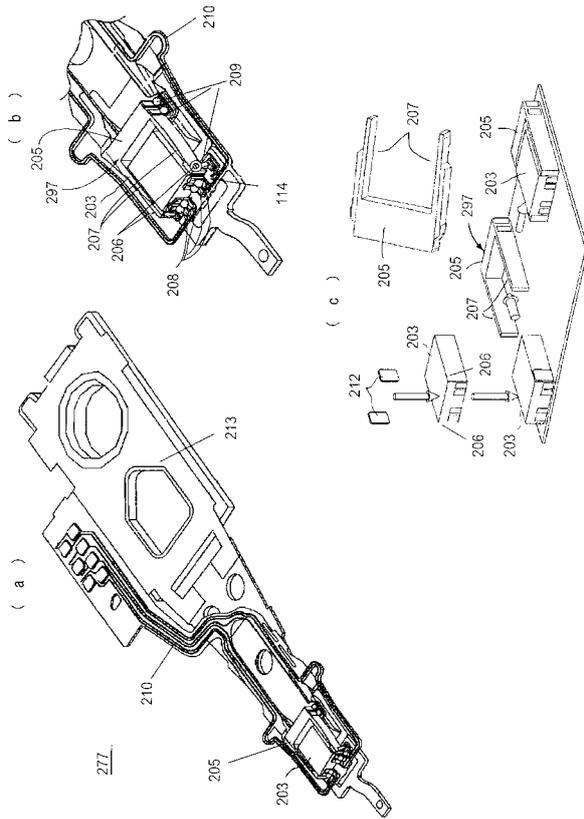
10

20

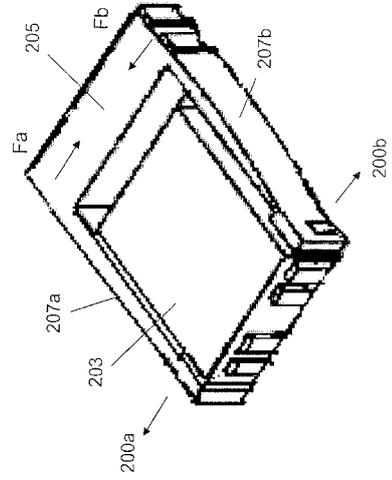
30

40

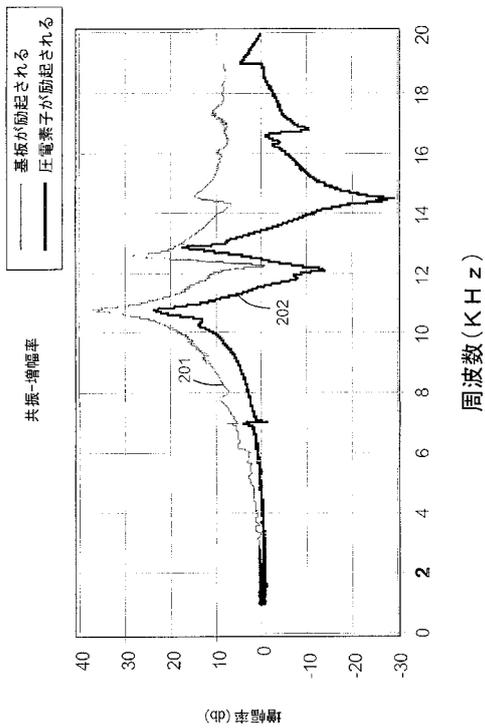
【 図 1 】



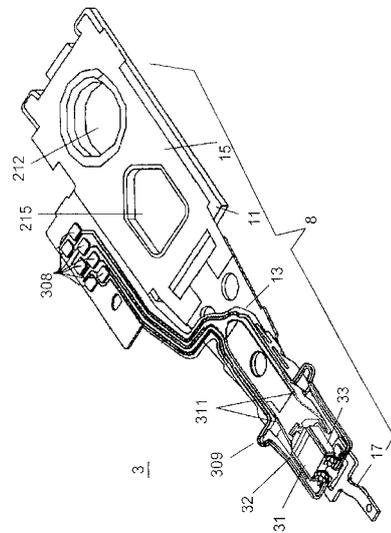
【 図 2 A 】



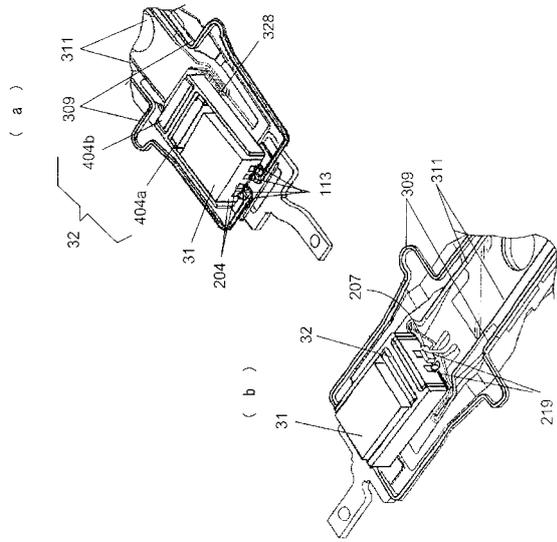
【 図 2 B 】



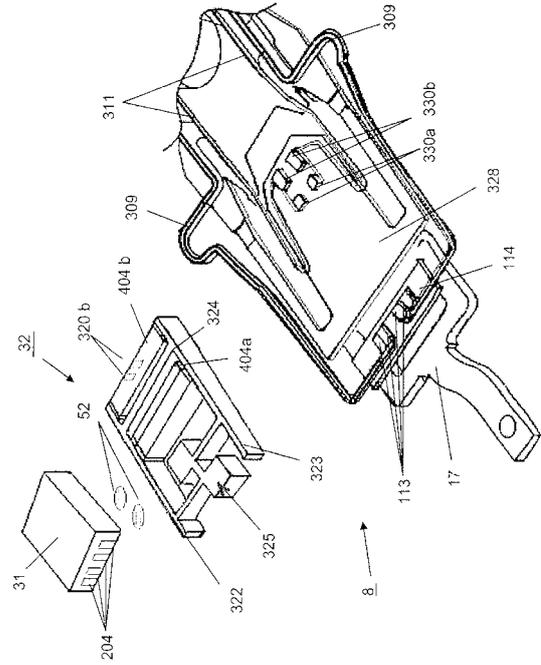
【 図 3 】



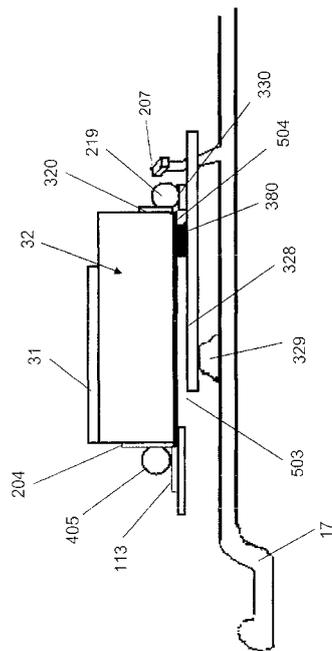
【 図 4 】



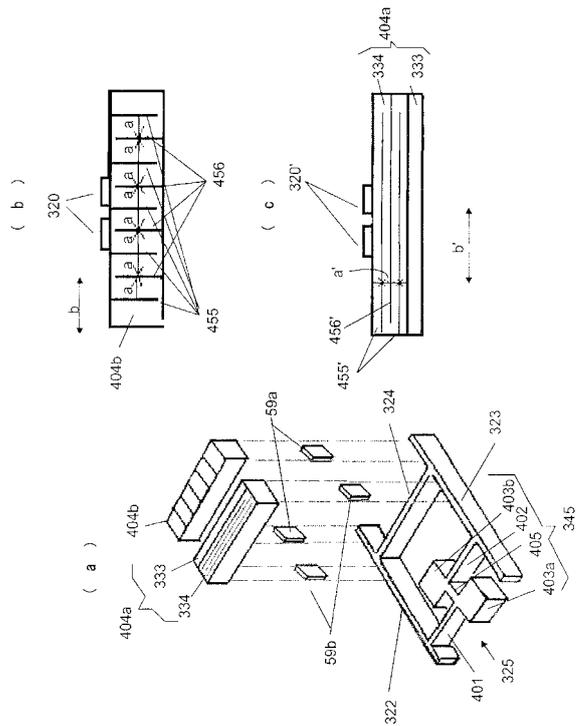
【 図 5 】



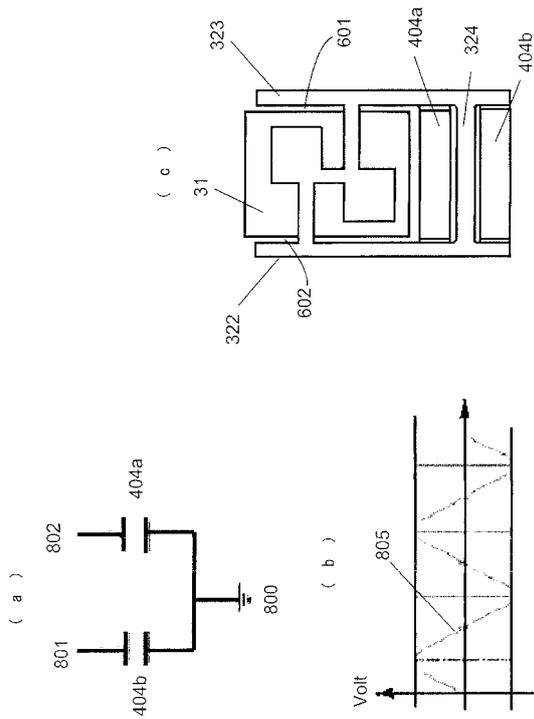
【 図 6 】



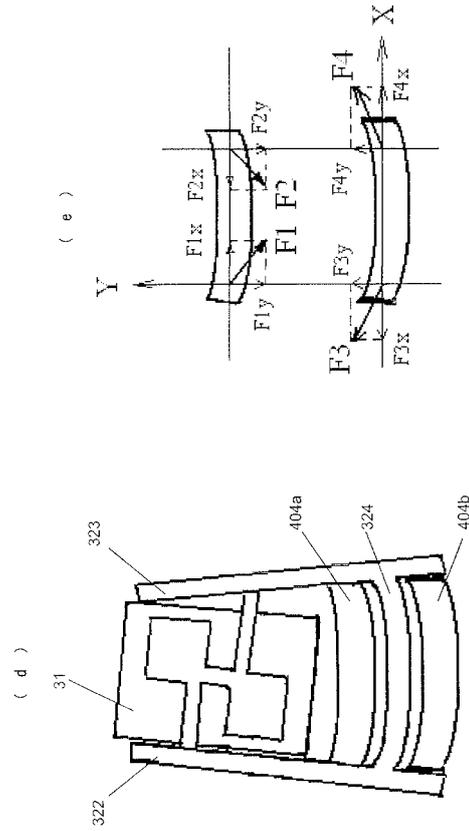
【 図 7 】



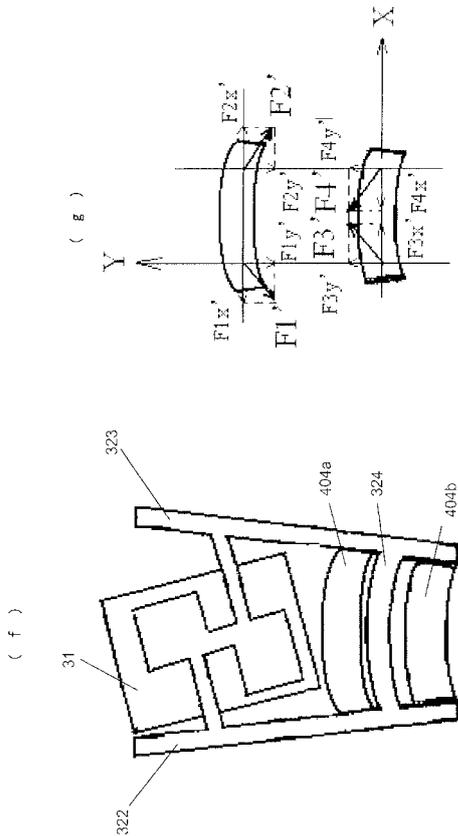
【 図 8 A 】



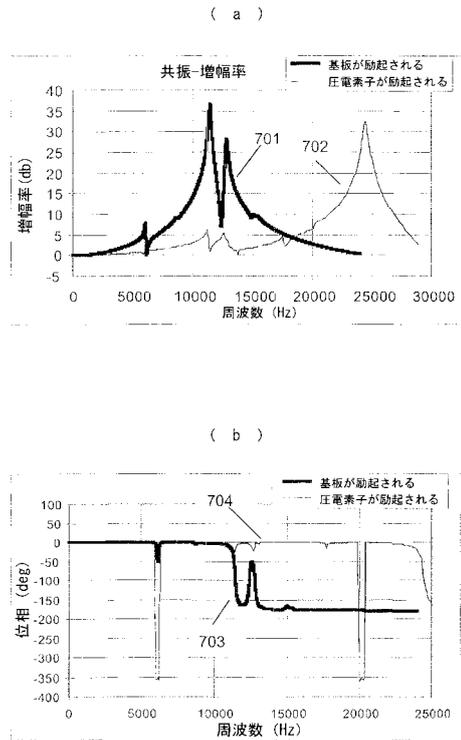
【 図 8 B 】



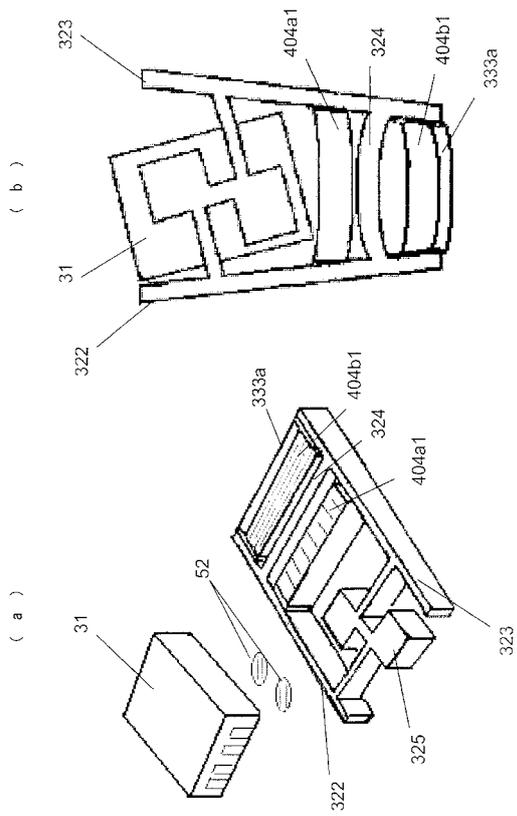
【 図 8 C 】



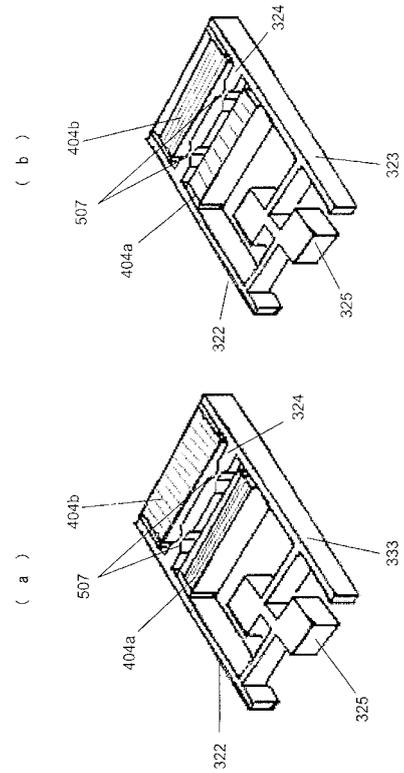
【 図 9 】



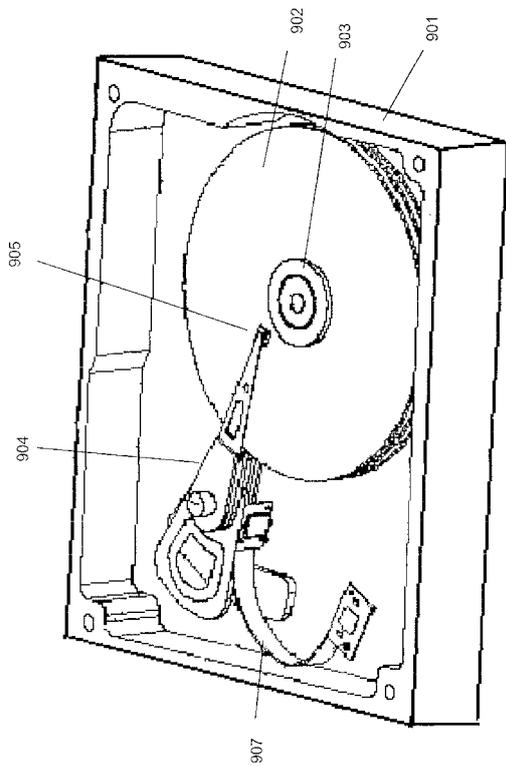
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 姚 明高

中華人民共和国廣東省東莞市南城宏遠工業區

(72)発明者 白石 一雅

香港新界沙田香港科學園科技大道東六號新科中心

Fターム(参考) 5D059 AA01 BA01 CA12 DA19 DA26

5D096 NN03