

(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2007-179727

(P2007-179727A)

(43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 21/21 (2006.01)	G 1 1 B 21/21	D 5D042
G 1 1 B 21/10 (2006.01)	G 1 1 B 21/10	N 5D059
G 1 1 B 5/592 (2006.01)	G 1 1 B 5/592	5D096
G 1 1 B 5/596 (2006.01)	G 1 1 B 5/596	

審査請求 未請求 請求項の数 49 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2006-350214 (P2006-350214)
 (22) 出願日 平成18年12月26日 (2006.12.26)
 (31) 優先権主張番号 200510107376.3
 (32) 優先日 平成17年12月26日 (2005.12.26)
 (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

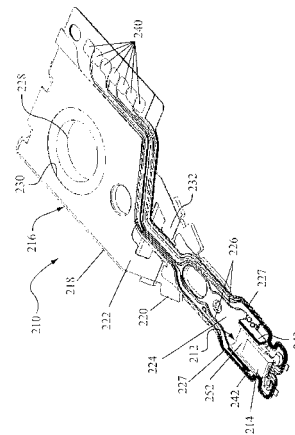
(54) 【発明の名称】 回転式マイクロアクチュエータ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ヘッドジンバルアセンブリの共振性能を向上させたマイクロアクチュエータを提供する。

【解決手段】 マイクロアクチュエータは、フレーム252と圧電素子242、243を含む構成である。フレーム252は、スライダ214を支持する頂支持板と、サスペンション216と連結する底支持板と、頂支持板と底支持板を互いに連結する一対のサイドアームと、を含む構成である。頂支持板は回転板及びこの回転板とサイドアームとを連結する連結アームを含む構成である。圧電素子242、243はサイドアーム上に装着されており、各圧電素子242、243は励起されることによりサイドアームを選択的に動作させる。ここで、サスペンション216はディンブルを備えているロードビームを含み、このディンブルは使用中に回転板と係合し且つこの回転板を支持している。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヘッドジンバルアセンブリであって、マイクロアクチュエータ、スライダ、及び前記マイクロアクチュエータとスライダを支持するサスペンションを含み、

前記マイクロアクチュエータは、フレームと、圧電素子と、を含み、

前記フレームは、前記スライダを支持する頂支持板と、前記サスペンションと連結する底支持板と、前記頂支持板と底支持板を互いに連結する一対のサイドアームと、を含み、

ここで、前記頂支持板は、回転板と、当該回転板と前記サイドアームと連結する連結アームとを含み、前記圧電素子は、各サイドアーム上に装着されており、前記各圧電素子は励起されることにより前記サイドアームを選択的に動作させ、

ここで、前記サスペンションは、ディンプルを備えたロードビームを含み、当該ディンプルは使用中に前記回転板と係合し且つ当該回転板を支持する、

ことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリ。

10

【請求項 2】

前記頂支持板の連結アームは、曲線構造を有している、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 3】

前記連結アームは、前記フレームの縦軸に沿って同じ位置で前記サイドアームと連結する、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

20

【請求項 4】

前記連結アームは、前記回転板の中心を対称軸として点対称に当該回転板に連結されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 5】

前記底支持板と連結するサイドアームの間には内凹部、若しくは、スペースが形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 6】

前記圧電素子は、セラミック圧電素子、薄膜圧電素子、若しくは P M N - P T 圧電素子である、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

30

【請求項 7】

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 6 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 8】

前記各圧電素子は、前記サスペンションの接続パッドと電氣的に連結する接続パッドを備え、

前記サスペンションの少なくとも 1 つの接続パッドは、前記サスペンションを接地させる接地部を備えている、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

40

【請求項 9】

前記回転板には、前記スライダの使用中に前記連結アームとの干渉を防止するように当該スライダを支持する階段部を含む、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 10】

前記階段部は、重合体積層、エポキシ層、若しくは金属層からなる、

ことを特徴とする請求項 9 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 11】

前記スライダ、回転板、ディンプルの中心は、同一軸線上に重ね合わせられる、

50

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 2】

前記フレーム上で、前記頂支持板と相対する一端には、サイドアームの間に装着される剛性材料若しくは剛性塊が形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 3】

前記フレームのサイドアームの底支持板に隣接する箇所にはアームメンバーが形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 4】

前記アームメンバーは、前記底支持板に向かって湾曲している、
ことを特徴とする請求項 1 3 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 5】

前記アームメンバーは、互いに対向するように延在し、前記底支持板と平行している、
ことを特徴とする請求項 1 3 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 6】

前記各連結アームとサイドアームが互いに連結される位置には、溝部が形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 7】

前記溝部は、部分的なエッチング方式により形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 6 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 8】

前記溝部は、使用中においてスライダに対向するように連結アームの前表面に形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 6 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 1 9】

前記溝部は、使用中においてスライダの反対面に向かうように連結アームの後表面に形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 6 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 0】

前記底支持板の各サイドアームと連結する箇所には通孔が形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 1】

前記各連結アームとサイドアームが互いに連結される位置には溝部が形成されている、
ことを特徴とする請求項 2 0 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 2】

前記底支持板の各サイドアームと連結する箇所には溝部が形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 3】

前記底支持板の溝部は、部分的なエッチング方式により形成されている、
ことを特徴とする請求項 2 2 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 4】

前記各連結アームとサイドアームが互いに連結される位置には溝部が形成されている、
ことを特徴とする請求項 2 2 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 5】

前記底支持板の厚さと前記サイドアームの高さはほぼ同じである、
ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 2 6】

前記フレームは、セラミック材料若しくは金属材料から形成される、
ことを特徴とする請求項 1 記載のヘッドジンバルアセンブリ。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

ディスクドライブ装置であって、

マイクロアクチュエータ、スライダ、及び前記マイクロアクチュエータとスライダを支持するサスペンションからなるヘッドジンバルアセンブリと、前記ヘッドジンバルアセンブリと連結する駆動アームと、磁気ディスクと、前記磁気ディスクを駆動するスピンドルモータと、を含み、

前記マイクロアクチュエータは、フレームと、圧電素子と、を含み、

前記フレームは、前記スライダを支持する頂支持板と、前記サスペンションと連結する底支持板と、前記頂支持板と底支持板を互いに連結する一对のサイドアームと、を含み、

ここで、前記頂支持板は、回転板と、当該回転板と前記サイドアームとを連結する連結アームとを含み、前記圧電素子は、各サイドアーム上に装着されており、前記各圧電素子は励起されることにより前記サイドアームを選択的に動作させ、

ここで、前記サスペンションは、ディンプルを備えたロードビームを含み、当該ディンプルは使用中に前記回転板と係合し且つ当該回転板を支持する、

ことを特徴とするディスクドライブ装置。

10

【請求項 28】

ヘッドジンバルアセンブリに適用されるマイクロアクチュエータであって、

当該マイクロアクチュエータは、フレームと、圧電素子と、を含み、

前記フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、前記頂支持板と底支持板を互いに連結する一对のサイドアームと、前記サイドアームの底支持板に隣接する位置に形成されているアームメンバーと、を含み、

ここで、前記頂支持板は、回転板と、当該回転板と前記サイドアームとを連結する連結アームとを含み、前記圧電素子は、各サイドアーム上に装着されており、前記各圧電素子は励起されることにより前記サイドアームを選択的に動作させる、

ことを特徴とするマイクロアクチュエータ。

20

【請求項 29】

前記アームメンバーは、前記底支持板に向かって湾曲している、

ことを特徴とする請求項 28 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 30】

前記アームメンバーは、互いに対向するように延在し、前記底支持板と平行している、

ことを特徴とする請求項 28 記載のマイクロアクチュエータ。

30

【請求項 31】

前記底支持板の厚さと前記サイドアームの高さはほぼ同じである、

ことを特徴とする請求項 28 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 32】

前記フレームは、セラミック材料若しくは金属材料から形成される、

ことを特徴とする請求項 28 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 33】

ヘッドジンバルアセンブリに適用されるマイクロアクチュエータであって、

当該マイクロアクチュエータは、フレームと、圧電素子と、を含み、

前記フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、前記頂支持板と底支持板を互いに連結する一对のサイドアームと、を含み、

ここで、前記頂支持板は、回転板と、当該回転板と前記サイドアームとを連結する連結アームとを含み、前記圧電素子は、各サイドアーム上に装着されており、前記各圧電素子は励起されることにより前記サイドアームを選択的に動作させ、

ここで、前記各連結アームとサイドアームが互いに連結される位置には溝部が形成されている、

ことを特徴とするマイクロアクチュエータ。

40

【請求項 34】

前記溝部は、部分的なエッチング方式により形成されている、

50

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 3 5】

前記溝部は、使用中においてスライダに対向するように連結アームの前表面に形成されている、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 3 6】

前記溝部は、使用中においてスライダの反対面に向かうように連結アームの後表面に形成されている、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 3 7】

前記底支持板の各サイドアームと連結する箇所には通孔が形成されている、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 3 8】

前記底支持板の各サイドアームと連結する箇所には溝部が形成されている、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 3 9】

前記底支持板の溝部は、部分的なエッチング方式により形成されている、

ことを特徴とする請求項 3 8 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 4 0】

前記底支持板の厚さと前記サイドアームの高さはほぼ同じである、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 4 1】

前記フレームは、セラミック材料若しくは金属材料から形成される、

ことを特徴とする請求項 3 3 記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項 4 2】

マイクロアクチュエータの製造方法であって、

一対のサイドアームと当該サイドアームと連結する底支持板を提供するステップと、

回転板と連結アームからなる頂支持板を提供するステップと、

圧電素子を提供し、且つ当該圧電素子を前記サイドアームに装着するステップと、

接着剤により頂支持板を前記 2 つのサイドアームに粘着するステップと、

前記接着剤を硬化してマイクロアクチュエータを形成するステップと、

前記マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項 4 3】

マイクロアクチュエータの製造方法であって、

セラミック粉末材料を混合するステップと、

前記混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧するステップと、

一対のサイドアームと当該サイドアームと連結する底支持板を提供し、接着剤により頂支持板を前記サイドアームの間に接着することによりフレームを形成するステップと、

前記フレームを焼結することにより、前記頂支持板を前記サイドアームに固定するステップと、

圧電素子を提供し、且つ当該圧電素子を前記サイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成するステップと、

前記マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項 4 4】

前記焼結ステップにおいて、焼結温度は 6 0 0 ~ 8 0 0 である、

ことを特徴とする請求項 4 3 記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項 4 5】

前記底支持板はセラミック材料から形成される、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 4 3 記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項 4 6】

マイクロアクチュエータの製造方法であって、

セラミック粉末材料を混合するステップと、

前記混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧するステップと、

前記シート状材料を加工して、一对のサイドアーム、当該サイドアームと連結する底支持板、回転板及び当該回転板と連結する連結アームからなる頂支持板、を形成するステップと、

接着剤により前記頂支持板を前記サイドアームの間に接着することによりフレームを形成するステップと、

前記フレームを焼結することにより、前記頂支持板を前記サイドアームに固定するステップと、

圧電素子を提供し、且つ当該圧電素子を前記フレームのサイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成するステップと、

前記マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするマイクロアクチュエータの製造方法。

10

【請求項 4 7】

ヘッドジンバルアセンブリの製造方法であって、

圧電素子をマイクロアクチュエータのサイドアームに装着するステップと、

スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、

マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、

前記圧電素子と前記サスペンションを電氣的に接続するステップと、

前記スライダと前記サスペンションに電氣的に接続するステップと、

前記圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、

前記スライダに対して性能テストを行うステップと、

前記ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

20

【請求項 4 8】

ヘッドジンバルアセンブリの製造方法であって、

圧電素子をマイクロアクチュエータのサイドアームに装着するステップと、

マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、

前記圧電素子と前記サスペンションを電氣的に接続するステップと、

前記圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、

スライダを前記マイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、

前記スライダと前記サスペンションに電氣的に接続するステップと、

前記スライダに対して性能テストを行うステップと、

前記ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

30

【請求項 4 9】

ヘッドジンバルアセンブリの製造方法であって、

マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、

圧電素子をマイクロアクチュエータのサイドアームに装着するステップと、

前記圧電素子と前記サスペンションを電氣的に接続するステップと、

前記圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、

スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、

前記スライダと前記サスペンションに電氣的に接続するステップと、

前記スライダに対して性能テストを行うステップと、

前記ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含む、

ことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報記録ディスクドライブ装置に係り、特に、ディスクドライブ装置のヘッドジンバルアセンブリ（HGA）に適用されるマイクロアクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

ディスクドライブ装置は、磁気媒体を用いてデータを記録する装置としてよく利用されている。このディスクドライブ装置は、磁気媒体の上方に設けられた移動式の記録/再生ヘッドによって、該磁気媒体からのデータの記録/再生を選択的に行う装置である。

【0003】

従来、ユーザは、磁気ディスク装置に対し、高記録密度化、記録/再生操作の迅速化及び高精度化を要望してきた。このため、磁気ディスク装置の各メーカーは、例えば、磁気ディスクのトラック幅やトラックピッチを小さくしてトラックの密度を増加させ、間接的に磁気ディスクの記録容量を増加させることで、記録密度の高い磁気ディスクドライブ装置を鋭意開発してきた。ただし、トラック密度の増加に伴い高密度化した磁気ディスクに対して、迅速且つ高精度に記録/再生操作を行うために、記録/再生ヘッドに対する位置制御にも高精度化が要求されていた。しかしながら、従来技術を利用して記録/再生ヘッドを迅速且つ高精度的に磁気ディスクに配置させることは、トラック密度の増加に伴い極めて難しくなっている。このようなトラック密度のますますの増加に伴って、記録/再生ヘッドの位置決め制御を改善させる技術が検討されている。

10

20

【0004】

各メーカーは記録/再生ヘッドの位置決め制御を改善するために、第二駆動器（即ちマイクロアクチュエータ）を採用している。このマイクロアクチュエータは、1つの主駆動器と共に駆動することにより、記録/再生ヘッドの位置決め精度の向上、及び操作の迅速化を実現している。このマイクロアクチュエータが備えられたハードディスクドライブを二駆動器システムと呼んでいる。

【0005】

従来、記録/再生操作の速度を高め、高密度の磁気ディスクでの記録/再生ヘッドの位置決め制御の高精度化を実現するために、様々な二駆動器システムが開発されてきた。このような二駆動器システムは、1つの主駆動器であるボイスコイルモータと、1つの副駆動器であるマイクロアクチュエータ（例えば、圧電素子マイクロアクチュエータ）と、を含む構成である。ボイスコイルモータはサーボ制御システムにより制御され、該サーボ制御システムは駆動アームを回転させる。この駆動アームは、記録/再生ヘッドを搭載しており、これにより該記録/再生ヘッドを記録媒体の特定のトラック上に位置決めする。圧電素子（PZT素子）マイクロアクチュエータはボイスコイルモータ駆動器と共に使用されることで、記録/再生操作の迅速化、及び記録/再生ヘッドの位置決め制御の高精度化を実現している。すなわち、ボイスコイルモータ駆動器は、記録/再生ヘッドの位置決めを低い精度で粗調整し、圧電素子マイクロアクチュエータは記録媒体に対する記録/再生ヘッドの位置決めを高い精度で微調整する。これら2つの駆動器を用いることにより、高密度の磁気ディスクから情報の記録/再生操作を迅速且つ高精度に行うことができる。

30

40

【0006】

従来、記録/再生ヘッドの位置決めで使用されるマイクロアクチュエータは圧電素子を含む構成である。このような圧電素子マイクロアクチュエータは、該マイクロアクチュエータ上の圧電素子を選択的に伸縮又は拡張するように該圧電素子を駆動させる電子回路構造を有している。圧電素子マイクロアクチュエータは、このような構造を有していることで、圧電素子の伸縮又は拡張によってマイクロアクチュエータを駆動させ、更には記録/再生ヘッドを動作させることができる。この記録/再生ヘッドの動作は、ボイスコイルモータ駆動器のみを使用している磁気ディスクドライブユニットと比べ、記録/再生ヘッドの位置をより迅速且つ高精度に調整することができる。このような従来例に関する圧電素子マイクロアクチュエータは、多くの特許文献に開示されている。例えば、発明の名称が

50

「ヘッド素子の微小位置決め用アクチュエータ、該アクチュエータを備えたヘッドジンバルアセンブリ、該ヘッドジンバルアセンブリを備えたディスク装置、該アクチュエータの製造方法及び該ヘッドジンバルアセンブリの製造方法」である特許文献1や、発明の名称が「微小位置決め用アクチュエータを備えたヘッドジンバルアセンブリ、該ヘッドジンバルアセンブリを備えたディスク装置及び該ヘッドジンバルアセンブリの製造方法」である特許文献2に開示されている。他の圧電素子マイクロアクチュエータの従来例としては、例えば、特許文献3及び特許文献4にも開示されている。

【0007】

図1は、従来のディスクドライブユニットを示す図である。磁気ディスク101は、スピンドルモータ102上に装着され、このスピンドルモータ102の駆動で回転させられる。ボイスコイルモータアーム104にはヘッドジンバルアセンブリ(HGA)100が搭載されており、このヘッドジンバルアセンブリ100はスライダ103を備えたマイクロアクチュエータ105を含み、このスライダ103には記憶/再生ヘッドが配置されている。ボイスコイルモータ(VCM)は、ボイスコイルモータアーム104の動作を制御し、更には、スライダ103が磁気ディスク101の表面で一つのトラックから他のトラックへ移動することを制御する。これにより、記憶/再生ヘッドは磁気ディスク101に対して情報の記録/再生を行うことができる。ディスクドライブユニットを駆動する場合は、記憶/再生の変換設備(transducer)が集積されているスライダ103と、回転する磁気ディスク101との間に空気流によって揚力が生じる。この揚力は、ヘッドジンバルアセンブリ100のサスペンションに印加され、弾性力の大きさが同一で方向が相反する際には互いに平衡となる。これにより、ボイスコイルモータアーム104は、磁気ディスク101が回転する際に、その表面の上方に一定の浮上量が維持される。

10

20

【0008】

図2は、図1における二駆動器を含むディスクドライブ装置のヘッドジンバルアセンブリ100を示す図である。さて、スライダ103は、ボイスコイルモータとヘッドジンバルアセンブリ100の固有許容差のため、迅速且つ正確に位置決めを制御できないことがある。従って、記憶/再生ヘッドは、磁気ディスクからの情報を確実に記録/再生できないおそれもある。そこで、圧電素子マイクロアクチュエータ105を提供することにより、スライダと記憶/再生ヘッドの位置決めを実行する制御精度を向上させている。具体的には、圧電素子マイクロアクチュエータ105は、ボイスコイルモータよりも小さい幅でスライダ103の位置を調整し、これによりボイスコイルモータとヘッドジンバルアセンブリ100の共振許容差を補う。この圧電素子マイクロアクチュエータ105により、例えば、更に小さいトラックピッチに応用させることも可能となり、また、ディスクドライブ装置のトラック密度(TPI、毎インチ当たりのトラック数)を50%向上させると共に、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もできる。このようにして、圧電素子マイクロアクチュエータ105は、ディスクドライブ装置内の情報記録ディスク表面の記録密度を大幅に向上させる。

30

【0009】

また、図2に示すように、ヘッドスタックアセンブリ100はフレキシャ108を有したサスペンション106を備えている。フレキシャ108は、圧電マイクロアクチュエータ105を搭載するためのサスペンションタング110とスライダ103を備えている。このフレキシャ108のサスペンションタング110の両側には外側に向けた二つの導線112、114が設置されている。各導線の一端は活動プレート116に接続され、もう一端は複数の導線118に接続されている。更に、この複数の導線118は、接続パッド120と相互連結している。

40

【0010】

そして、図3に示すように、従来の圧電マイクロアクチュエータ105は金属フレーム130を有している。この金属フレーム130は、頂部プレート132と、底部プレート134と、該底部プレート134と前記頂部プレート132を連結するための両側のサイドアーム136、138を備えている。これら二つのサイドアーム136、138には圧

50

電ユニット 140、142 が別々に装着されている。なお、スライダ 103 は頂部プレート 132 上に装着されている。

【0011】

また、図 4 及び図 5 に示すように、圧電マイクロアクチュエータ 105 は、自身の金属フレーム 130 の底部プレート 134 を介して、サスペンションタンク 110 上に装着される。この底部プレート 134 は、エポキシ樹脂接着剤若しくはレーザ溶接等の方式を用いてサスペンションタンク 110 上に装着される。また、3 つの電気接続ボール 150 (金ボール半田付け、若しくは、ハンダボール半田付け; gold ball bonding or solder ball bonding、GBB or SBB) により、圧電マイクロアクチュエータ 105 は圧電ユニット 140、142 の両側のサスペンション導線 118 に固定される。また圧電マイクロアクチュエータ 105 は、複数のボール、例えば四つの電気接続ボール (GBB 若しくは SBB) 152 によって、スライダ 103 をサスペンション導線 118 に接続させることで、このスライダ 103 上にある記録/再生ユニットに電気接続させている。ここで、サスペンション導線 118 を介して圧電ユニット 140、142 に電圧を印加した場合、圧電ユニット 140、142 の収縮及び拡張によって、サイドアーム 136、138 の側面方向に湾曲が引き起される。このような湾曲現象によって、金属フレーム 130 はせん断の変形を生じることになり、金属フレーム 130 の形状が四角形から平行四辺形に変形する。従って、金属フレーム 130 は頂部プレート 132 の移動を引き起させることになる。更には、この頂部プレート 132 上に設置されているスライダ 103 を、磁気ディスクトラックに沿って移動させる、または側部方向に変位させることになり、記録/再生ヘッドの位置を正確に調整させることが可能となる。以上の方式により、スライダの位置移動を制御して、高精度な位置調整を行うことができる。

10

20

【0012】

また、圧電素子 140、142 が変形する際にスライダ 214 の移動の自在性を確保するために、スライダ 103 の底辺とサスペンション 106 のサスペンションタンク (suspension tongue) 110 の間には平行ギャップ 180 が形成されている。このサスペンション 106 のサスペンションロードビーム 192 には、サスペンションタンク 110 を支持するディンプル 190 が設置されている。

【0013】

図 6 は、圧電素子 140、142 に電圧を印加した際の圧電素子マイクロアクチュエータ 105 の動作状態を示す図である。例えば、第一の半周期において、マイクロアクチュエータ 105 のプラス性を有した圧電素子 140 にプラスのサイン電圧を印加した場合、この圧電素子 140 は収縮され、これによりサイドアーム 136 が波状に変形される。スライダ 103 は、頂支持板 132 に装着されているため、この変形により左側に移動若しくは揺動が引き起こされる。同じく第二の半周期において、マイクロアクチュエータ 105 のプラス性を有した圧電素子 142 にマイナスのサイン電圧を印加した場合、圧電素子 142 は収縮され、これによりサイドアーム 138 が波状に変形される。スライダ 103 はこの変形により右側に移動若しくは揺動が引き起こされる。もちろん、この動作は電氣的な制御周期及び圧電素子の極性方向に依存し、その動作原理は既によく知られている。

30

【0014】

圧電素子マイクロアクチュエータ 105 は、平行移動或いは揺動に似た方式で動作する。この方式において、圧電素子 140、142 は間欠的に伸縮されて、これにより圧電素子マイクロアクチュエータは波状に変形され、さらにスライダも揺動に似た方式で移動する。この間欠的な動作により、サスペンションタンク 110 とサスペンションタンク 110 に装着されている底支持板 134 の間には反作用力が発生する。このような反作用力によりサスペンションが共振され、このサスペンションの共振はディスクドライブ装置の性能、特に、サーボ帯域幅に影響を及ぼす。

40

【0015】

例えば、図 7 は、従来 of 圧電素子マイクロアクチュエータの共振試験データを示す図である。同図に示すように、圧電素子マイクロアクチュエータが動作する (圧電素子を励起

50

する)場合、サスペンションの一番大きな反作用力によってサスペンションの共振現象が発生する。曲線160は、サスペンションの基板が揺動又は励起される時に形成される共振特性を図示し、曲線170は、マイクロアクチュエータの圧電素子が励起される時に形成される共振特性を図示している。図に示すように、曲線160と曲線170は同じような形状を描いている。

【0016】

従って、このような従来技術の欠点を解消する、改善されたシステムを提供することが望まれていた。

【特許文献1】特開2002-133803号公報

【特許文献2】特開2002-074871号公報

【特許文献3】米国特許6671131号

【特許文献4】米国特許6700749号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明の目的は、ヘッドジンバルアセンブリの共振性能を向上させたマイクロアクチュエータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記目的を達成するために、本発明は、ヘッドジンバルアセンブリに係り、このヘッドジンバルアセンブリは、マイクロアクチュエータと、スライダと、マイクロアクチュエータとスライダを支持するサスペンションと、を含む構成である。またマイクロアクチュエータはフレームと圧電素子を含む構成である。フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、頂支持板と底支持板を互いに連結する一対のサイドアームと、を含む構成である。さらに頂支持板は回転板及びこの回転板とサイドアームとを連結する連結アームを含む構成である。圧電素子はサイドアーム上に装着されている。各圧電素子は励起されることによりサイドアームを選択的に動作させる。ここで、サスペンションはディンプルを備えているロードビームを含み、このディンプルは使用中に回転板と係合し且つこの回転板を支持する、ことを特徴とする。

【0019】

また、本発明は、ディスクドライブ装置に係り、このディスクドライブ装置は、マイクロアクチュエータ、スライダ、及びマイクロアクチュエータとスライダを支持するサスペンションからなる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と連結する駆動アームと、磁気ディスクと、磁気ディスクを駆動するスピンドルモータと、を含む構成である。またマイクロアクチュエータはフレームと圧電素子を含む構成である。フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、頂支持板と底支持板を互いに連結する一対のサイドアームと、を含む構成である。さらに頂支持板は回転板及びこの回転板とサイドアームとを連結する連結アームを含む構成である。圧電素子はサイドアーム上に装着されている。各圧電素子は励起されることによりサイドアームを選択的に動作させる。サスペンションはディンプルを備えているロードビームを含み、このディンプルは使用中に回転板と係合し、且つこの回転板を支持することを特徴とする。

【0020】

また、本発明は、マイクロアクチュエータに係り、このマイクロアクチュエータはフレームと圧電素子を含む構成である。フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、頂支持板と底支持板を互いに連結する一対のサイドアームと、サイドアームの底支持板に隣接する位置に形成されているアームメンバーと、を含む構成である。また頂支持板は回転板と、この回転板とサイドアームとを連結する連結アームを含む構成である。さらに圧電素子はサイドアーム上に装着されており、各圧電素子は励起されることによりサイドアームを選択的に動作させる。

【0021】

10

20

30

40

50

また、本発明は、マイクロアクチュエータに係り、このマイクロアクチュエータはフレームと圧電素子を含む構成である。フレームは、スライダを支持する頂支持板と、サスペンションと連結する底支持板と、頂支持板と底支持板を互いに連結する一对のサイドアームと、を含む構成である。ここで、頂支持板は回転板と、この回転板とサイドアームとを連結する連結アームとを含む構成である。さらに圧電素子はサイドアーム上に装着されており、各圧電素子は励起されることによりサイドアームを選択的に動作させる。また各連結アームのサイドアームと互いに連結される位置には溝部が形成されている。

【0022】

また、本発明は、ヘッドジンバルアセンブリの製造方法に係り、この方法は、圧電素子をマイクロアクチュエータの相応するサイドアームに装着するステップと、スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、圧電素子とサスペンションを電氣的に接続するステップと、スライダとサスペンションに電氣的に接続するステップと、圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、スライダに対して性能テストを行うステップと、ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

10

【0023】

また、本発明は、もう1つのヘッドジンバルアセンブリの製造方法に係り、この方法は、圧電素子をマイクロアクチュエータのサイドアームに装着するステップと、マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、圧電素子とサスペンションを電氣的に接続するステップと、圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、スライダとサスペンションに電氣的に接続するステップと、スライダに対して性能テストを行うステップと、ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

20

【0024】

また、本発明はもう1つのヘッドジンバルアセンブリの製造方法に係り、この方法は、マイクロアクチュエータフレームをサスペンションに装着するステップと、圧電素子をマイクロアクチュエータのサイドアームに装着するステップと、圧電素子とサスペンションを電氣的に接続するステップと、圧電素子に対して電氣的なテストを行うステップと、スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着するステップと、スライダとサスペンションに電氣的に接続するステップと、スライダに対して性能テストを行うステップと、ヘッドジンバルアセンブリを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

30

【0025】

また、本発明はマイクロアクチュエータの製造方法に係り、この方法は、一对のサイドアームとこのサイドアームと連結する底支持板を提供するステップと、回転板と連結アームからなる頂支持板を提供するステップと、圧電素子を提供し且つこの圧電素子をサイドアームに装着するステップと、接着剤により頂支持板を2つのサイドアームに接着するステップと、接着剤を硬化してマイクロアクチュエータを形成するステップと、マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

【0026】

また、本発明はマイクロアクチュエータの製造方法に係り、この方法は、セラミック粉末材料を混合するステップと、混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧するステップと、一对のサイドアームとこのサイドアームと連結する底支持板を提供し、接着剤により頂支持板をサイドアームの間に接着することによりフレームを形成するステップと、フレームを焼結することにより、頂支持板をサイドアームに固定するステップと、圧電素子を提供し且つこの圧電素子をサイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成するステップと、マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

40

【0027】

また、本発明はマイクロアクチュエータの製造方法に係り、この方法は、セラミック粉末材料を混合するステップと、混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧するス

50

トップと、シート状材料を加工して、一对のサイドアームと、このサイドアームと連結する底支持板と、回転板及びこの回転板とを連結する連結アームからなる頂支持板と、を形成するステップと、接着剤により頂支持板をサイドアームの間に接着することによりフレームを形成するステップと、フレームを焼結することにより、頂支持板をサイドアームに固定するステップと、圧電素子を提供し且つこの圧電素子をフレームのサイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成するステップと、マイクロアクチュエータを検査するステップと、を含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面を参照して本発明の具体的な実施例について説明する。なお、添付した図面の中で、同一部分または相当する部分には同一の符号を付す。既述したように、本発明は、ヘッドジンバルアセンブリ内の共振性能を改善すると共に、マイクロアクチュエータの使用によりスライダを優れた精度で駆動させることを課題とする。また本発明は、回転式圧電素子マイクロアクチュエータを提供することにより、ヘッドジンバルアセンブリの共振性能を向上させる。ヘッドジンバルアセンブリの共振性能を向上させることにより、ディスクドライブ装置の性能特性も向上させることができる。

【0029】

以下、ヘッドジンバルアセンブリに適用されるマイクロアクチュエータの幾つかの実施形態について説明する。なお、圧電素子マイクロアクチュエータは、図示したヘッドジンバルアセンブリの特定の構造にかかわらず、マイクロアクチュエータを備えることで共振性能を向上させるいずれかのディスクドライブ装置に適用できることは勿論である。即ち、本発明はいずれかの分野のいずれかのマイクロアクチュエータを含む適宜な装置に応用されることができる。

【0030】

図8乃至図13は、本発明の模範的な実施形態に係る圧電素子マイクロアクチュエータ212を含むヘッドジンバルアセンブリ210を示す図である。ヘッドジンバルアセンブリ210は、圧電素子マイクロアクチュエータ212と、スライダ214と、圧電素子マイクロアクチュエータ212及びスライダ214を支持するサスペンション216と、を含む構成である。

【0031】

図8、図11、図12に示すように、サスペンション216は、基板218と、ロードビーム220と、ヒンジ222と、フレキシヤ224と、フレキシヤ224上に位置する内外サスペンショントレース226、227と、を含む構成である。基板218は、サスペンション216をディスクドライブ装置のボイスコイルモータ（VCM）の駆動アームに連結させるための取付け孔228を備えている。この基板218の形状は、ディスクドライブ装置の配置及び種類によって異なってもよい。また基板218は、比較的硬い材料又は剛性を備えた材料（例えば金属製等）により製造され、これによりサスペンション216を安定的にボイスコイルモータの駆動アームに固定させることができる。

【0032】

ヒンジ222は、例えば半田付け等の方式により、基板218とロードビーム220上に連結される。図に示すように、このヒンジ222は、基板218の取付け孔228とマッチングする孔230を有している。またヒンジ222は、ロードビーム220を支持するために用いられる固持部材232を含む構成である。

【0033】

ロードビーム220は、例えば半田付け等の方式により、ヒンジ222の固持部材232に固定されている。このロードビーム220には、圧電素子マイクロアクチュエータ212と係合するディンプル234が形成されている（図10乃至図12を参照）。図10に示すように、ディンプル234はスライダ214の中心に位置している。

【0034】

フレキシヤ224は、例えば溶接又は重ね合わせ（laminaton）等の方式に

10

20

30

40

50

より、ヒンジ 222 とロードビーム 220 に装着される。このフレキシヤ 224 は頂部区域若しくはサスペンションタンク 238 を含む構成であり、このサスペンションタンク 238 は、圧電素子マイクロアクチュエータ 212 をサスペンション 216 に固定するために使用される（図 10 乃至図 12 を参照）。フレキシヤ 224 のサスペンショントレース 226, 227 は、複数の接続パッド 240（外部制御システムと連結する）と、スライダ 214 と、圧電素子マイクロアクチュエータ 212 上の圧電素子 242, 243 と、を電氣的に接続する。これらのサスペンショントレース 226, 227 はフレキシブルプリント回路（FPC）を適用することができ、適宜な数の導線が備えられている。

【0035】

図 9、図 10、図 12 に示すように、接続パッド 244 は内部サスペンショントレース 226 に直接接続されて、当該内部サスペンショントレース 226 を圧電素子 242, 243 の接続パッド 246 に電氣的に接続させる。同様に、接続パッド 248 は外部サスペンショントレース 227 に直接接続されて、当該外部サスペンショントレース 227 をスライダ 214 上の接続パッド 250 に電氣的に接続させる。

【0036】

ディスクドライブ装置はボイスコイルモータを備えており、このボイスコイルモータにより駆動アームが回転制御され、更には、ヘッドジンバルアセンブリ 210 を駆動制御させる。従って、スライダ 214 及び記録/再生ヘッドは、ディスクドライブ装置の磁気ディスクのトラック上で動作することができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 212 により、ディスクドライブ装置の迅速且つ正確な位置決め制御を実現させ、更にはスライダ動作中のシーク時間と位置決め時間を減少させることもできる。このように圧電素子マイクロアクチュエータ 212 を装着したディスクドライブ装置は、二駆動システムを形成しており、記録/再生ヘッドに対して、ボイスコイルモータが低精度な位置調整を行い、圧電素子マイクロアクチュエータが高精度な位置調整を行う構成とすることができる。

【0037】

図 12、図 13 は、スライダ 214 及びサスペンション 216 から圧電素子マイクロアクチュエータ 212 を分離した斜視図である。同図に示すように、圧電素子マイクロアクチュエータ 212 は、マイクロアクチュエータフレーム 252 と、このマイクロアクチュエータのフレーム 252 のサイドアームに装着されている圧電素子 242, 243 と、を含む構成である。

【0038】

マイクロアクチュエータフレーム 252 は、頂支持板 254 と、底支持板 256 と、頂支持板 254 及び底支持板 256 を連結するサイドアーム 258, 259 と、を含む構成である。頂支持板 254 は、回転板 260 と、回転板 260 を支持してサイドアーム 258, 259 に連結する連結アーム若しくは連結ブリッジ 262, 264 と、を備えている。なお、マイクロアクチュエータフレーム 252 は、金属材料から形成されることが好ましいが、いずれかの適宜な材料（例えば、セラミック材料）から形成されてもよい。

【0039】

サイドアーム 258, 259 は、頂支持板 254 と底支持板 256 を介し相対して形成されている。図に示すように、底支持板 256 と連結するサイドアーム 258, 259 の間には内凹部（inner notch）若しくはスペース 257 が形成されている。このような構造によりサイドアーム 258, 259 は、より大きくて効率的な長さで、より広い動作自由度を持つことができる。

【0040】

図 12 に示すように、連結ブリッジ 262 は曲線構造を有し、且つ相反する端部 262 a, 262 b を備え、連結ブリッジ 264 は曲線構造を有し、且つ相反する端部 264 a, 264 b を備えている。端部 262 a, 264 a は回転板 260 と連結し、また端部 262 b, 264 b は、相対するサイドアーム 258, 259 に連結されている。本実施例において、端部 262 b, 264 b は Y 軸上の同じ位置で相対するサイドアーム 258, 259 に連結されており、即ち、端部 262 b, 264 b の連結点から相対するサイドア

10

20

30

40

50

ーム 258, 259 の末端までの距離は同一になっている。また端部 262a、264a は回転板 260 の中心を対称軸として点対称にこの回転板 260 に連結されている。即ち、端部 262a、264a の連結点は、回転板 260 の重心に対して対称となるように設けられている。圧電素子 242, 243 が使用中に励起された場合、このような構造により、回転板 260 はその重心を中心として回転する。なお、連結ブリッジ 262, 264 は他の適宜な形状や連結構造に形成されてあってもよい。

【0041】

マイクロアクチュエータフレーム 252 のサイドアーム 258, 259 の外側表面には、圧電素子 242, 243 が装着されている。この圧電素子 242, 243 には接続パッド 246 (例えば、2つ) が設置されている。この接続パッドは圧電素子 242, 243 を内部サスペンショントレース 226 上に電氣的に接続するために使用される。各圧電素子 242, 243 は、セラミック圧電素子、薄膜圧電素子、若しくは、PMN-PT 圧電素子等を適用でき、また単層構造若しくは多層構造を適用することもできる。

10

【0042】

図 9、図 10、図 12 に示すように、底支持板 256 は、マイクロアクチュエータフレーム 252 をサスペンション 216 に装着するために用いられる。具体的には、底支持板 256 は、エポキシ接着剤、樹脂、若しくはレーザー溶接等の方式により、フレキシヤ 224 の頂部区域又はサスペンションタンク 238 上に固定されている。また、圧電素子 242, 243 上に設置されている圧電接続パッド 246 (例えば、2つの接続パッド) は、電気接続ボール 266 (金ボール半田付け又はハンダボール半田付け; GBB or SBB) により、内部サスペンショントレース 226 の接続パッド 244 に電氣的に連結されている。これにより、内部サスペンショントレース 226 を通じて圧電素子 242, 243 に電圧を印加させる。

20

【0043】

本実施形態において、内部サスペンショントレース 226 の 1つの接続パッド 244 は、電極部 270 及び接地部 272 (ground part) を含む構成である (図 12 を参照)。接続パッド 244 は、接地部 272 によりサスペンション 216 (例えば、ステンレス材料からなる) を接地させ、また複数の接続パッド 240 により、内部サスペンショントレース 226 の 1本のトレースを圧電素子 242, 243 に連結させることで、これらの接続パッド 240 と外部制御システムとの連結が確保される。

30

【0044】

頂支持板 254 は、マイクロアクチュエータフレーム 252 をスライダ 214 上に固定させる。具体的には、回転板 260 は、重合体積層、エポキシ層、若しくは、金属層からなる階段部 272 に構成される。スライダ 214 は、回転板 260 の階段部 274 に部分的に装着され、これにより圧電素子マイクロアクチュエータ 212 が動作する場合、スライダ 214 と連結アーム或は連結ブリッジ 262, 264 が当接せず、若しくは互いの干渉が防止される。また、スライダ 214 上の複数の接続パッド 250 (例えば 6つの接続パッド) は、例えば電気接続ボール 278 (金ボール半田付け又はハンダボール半田付け; GBB or SBB) により、頂支持部 276 の接続パッド 248 に電氣的に連結される。これにより、頂支持部 254 をスライダ 214 に接続させ、またスライダ 214 及びその記録/再生ヘッドをサスペンション 216 の外部サスペンショントレース 227 に電氣的に接続させる。

40

【0045】

本実施形態において、各外部サスペンショントレース 227 は、それぞれスライダ 214 の側辺と隣接する湾曲部 268 を含む構成である。圧電素子マイクロアクチュエータ 212 が動作する場合、このような構造は、外部サスペンショントレース 227 の剛性により発生した応力を逃すのに役立ち、従って、圧電素子マイクロアクチュエータ 212 が更にスムーズに動作させることができる。

【0046】

また、サスペンションロードビーム 220 のディンプル 234 は回転板 260 の重心を

50

支持している。これにより、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 とディンプル 2 3 4 の間には平行ギャップがなくなり、従って容易に製造することができる。この構造は従来の技術と異なり、具体的にはギャップを制御する、或いはサスペンションタンクの剛性を制御することによってサスペンションタンクの変形を防止する必要がなくなる。

【 0 0 4 7 】

本実施形態において、スライダ 2 1 4 は、頂支持板 2 5 6 の回転板 2 6 0 に装着され、これによりスライダ 2 1 4 の重心と回転板 2 6 0 の重心が十分に重なり合うことになる。また、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の底支持板 2 5 4 はサスペンションタンク 2 3 8 上に装着され、これにより回転板 2 6 0 の重心とサスペンション 2 1 6 のディンプル 2 3 4 が十分に重なり合うことになる。圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 を励起させることで回転板 2 6 0 を回転する場合、スライダ 2 1 4 及び回転板 2 6 0 は、この構造によりサスペンションのディンプル 2 3 4 を中心として回転することができる。

10

【 0 0 4 8 】

図 1 4 (a) は、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の 2 つの圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 の間の電気的な 1 つの連結構造を示す図であり、図 1 4 (b) はその動作電圧を示す図である。同図に示すように、これらの圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は、同じ極化方向を有し、且つ共用接地端子を有している。そして、圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 を駆動させるためにサイン電圧が印加される。図 1 5 (a) は、弛緩状態になっている圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 を示し、図 1 5 (b) は、電圧を印加後の圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 を示す図である。図 1 5 (b) に示すように、駆動電圧が第一の半周期になった場合、圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は収縮され、2 つのサイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 が外側に向かって湾曲される。2 つの連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 は回転板 2 6 0 の重心に対して、お互いに離れるように回転板 2 6 0 に連結されており、また回転板 2 6 0 上に装着されたスライダ 2 1 4 は、重心を中心として右側に回転される。電圧が第二の半周期になった場合、圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は復元若しくは拡張され、またスライダ 2 1 4 も回転しながら元に戻される。

20

【 0 0 4 9 】

図 1 6 (a) は、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の 2 つの圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 の間の電気的な他の連結構造を示す図であり、図 1 6 (b) はその動作電圧を示す図である。同図に示すように、これらの圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は、相反する極化方向を有し、また同じ接地端子を有している。そして、2 つの異なるサイン電圧を圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 に印加し、これにより圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 をそれぞれ駆動させる。駆動電圧が第一の半周期になった場合、圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 のうち一方がプラス性の極化方向を持ち、もう一方の圧電素子はマイナス性の極化方向を持つ。これにより圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は収縮され、2 つのサイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 が外側に向かって湾曲される。2 つの連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 は回転板 2 6 0 の重心に対して、お互いに離れるように回転板 2 6 0 に連結されており、また回転板 2 6 0 の上に装着されたスライダ 2 1 4 は、重心を中心として右側に回転される(図 1 5 (b) を参照)。電圧が第二の半周期になった場合、圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 は復元若しくは拡張され、またスライダ 2 1 4 も回転しながら元に戻される。

30

40

【 0 0 5 0 】

図 1 7、図 1 8 は圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の共振テストのデータを示す図であり、図 1 7 は共振増幅率を示し、図 1 8 は共振位相を示している。図に示すように、曲線 2 8 0 , 2 8 4 はサスペンションの基板が揺動又は励起される時の共振増幅率と位相を示している。曲線 2 8 2 , 2 8 6 は圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の圧電素子 2 4 2 , 2 4 3 が励起される時の共振増幅率と位相を示している。圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、従来の揺動方式ではなく回転方式により動作するため、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 の動作過程において、サスペンションには更に小さい反作用力が印加され、これにより共振性能が向上されるようになった。即ち、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、図 7 に示す従来のモデルのように、サスペンション共振モ

50

ルが形成されない。これにより圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、ディスクドライブ装置の性能特性を顕著に改善させ、また高いサーボ帯域幅を達成させることができる。

【 0 0 5 1 】

同様に、圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は従来の揺動方式ではなく回転方式により動作するため、サスペンション構造、特にサスペンションタングの構造の簡素化を図ることができる。これによりサスペンションの製造が簡単になり、製造コストの低減を図ることができる。また、荷重を減らすことにより、ヘッドジンバルアセンブリの静態及び動態性能（例えば、防振性能）を向上させることができる。

【 0 0 5 2 】

図 1 9 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 を示す図である。この実施形態において、剛性材料若しくは剛性塊 3 9 0（金属材料から構成される）は、マイクロアクチュエータフレーム 2 5 2 のサイドアーム 2 5 8 と 2 5 9 の間に装着され、また底支持板 2 5 6 により支持されている。圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 が動作する時、このような構造はサイドアーム 2 5 8 と 2 5 9 の不協調な変形を防止することができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

【 0 0 5 3 】

図 1 9 a は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 a を示す図である。このマイクロアクチュエータ 3 1 2 a は、図 1 9 に示すマイクロアクチュエータ 3 1 2 と類似しており、実施形態において異なる点は、底支持板 2 5 6 a の厚さがサイドアーム 2 5 8、2 5 9 の高さと同じに設置されている点である。圧電素子マイクロアクチュエータ 3 1 2 a が動作する時、このような構造や材料はサイドアーム 2 5 8 と 2 5 9 の不協調な変形を防止することができる。

【 0 0 5 4 】

図 2 0 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 4 1 2 を示す図である。この実施形態において、マイクロアクチュエータフレーム 2 5 2 のサイドアーム 2 5 8、2 5 9 の底支持板 2 5 6 に隣接する箇所には、アームメンバー 4 9 2、4 9 4（arm member）が形成されている。同図に示すように、これらのアームメンバー 4 9 2、4 9 4 は底支持板 2 5 6 に向けて湾曲され、また底支持板 2 5 6 と接合する自由端を備えている。このような構造はサイドアーム 2 5 8 と 2 5 9 の不協調な変形を防止することができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 4 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 4 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

【 0 0 5 5 】

図 2 1 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 5 1 2 を示す図である。この実施形態において、マイクロアクチュエータフレーム 2 5 2 のサイドアーム 2 5 8、2 5 9 の底支持板 2 5 6 に隣接する箇所には、アームメンバー 5 9 2、5 9 4 が形成されている。同図に示すように、これらのアームメンバー 5 9 2、5 9 4 は互いに対向して延在され、また底支持板 2 5 6 とほぼ平行している。またこれらのアームメンバー 5 9 2、5 9 4 は、互いに接合する自由端を備えている。このような構造はサイドアーム 2 5 8 と 2 5 9 の不協調な変形を防止することができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 5 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 5 1 2 と圧電素子

10

20

30

40

50

マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

【 0 0 5 6 】

図 2 2 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 6 1 2 を示す図である。この実施形態において、各連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 との連結部位に隣接する箇所には、例えば部分的なエッチング方式により溝部 6 9 6 が形成されている（溝部 6 9 6 の一方だけを図示している）。図に示すように、この溝部 6 9 6 は、使用中においてスライダ 2 1 4 に対向するように連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 の前表面若しくは内表面に形成される。このように部分的に形成された溝部 6 9 6 は、成型過程を容易にすることができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 6 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 6 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

10

【 0 0 5 7 】

図 2 3 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 7 1 2 を示す図である。この実施形態において、各連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 のサイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 との連結部位に隣接する箇所には、例えば部分的なエッチング方式により溝部 7 9 6 が形成されている。図に示すように、この溝部 7 9 6 は、使用中においてスライダ 2 1 4 の反対面に向かうように連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 の後表面に形成される。このように部分的に形成された溝部 7 9 6 は成型過程を容易にさせることができる。圧電素子マイクロアクチュエータ 7 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 7 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

20

【 0 0 5 8 】

図 2 4 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 8 1 2 を示す図である。この実施形態において、底支持板 2 5 6 は、サイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 との連結部位に隣接する箇所に通孔 8 9 8 が形成されている（通孔 8 9 8 の一方だけを図示している）。これらの通孔 8 9 8 は、圧電素子マイクロアクチュエータ 8 1 2 が動作する時、連結剛性を低減させる効果がある。圧電素子マイクロアクチュエータ 8 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 8 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

30

【 0 0 5 9 】

図 2 5 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 9 1 2 を示す図である。この実施形態において、底支持板 2 5 6 は、サイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 と隣接する箇所に、例えば部分的なエッチング方式による溝部 9 8 8 が形成されている。これらの溝部 9 8 8 は、圧電素子マイクロアクチュエータ 9 1 2 が動作する時、連結剛性を低減させる効果がある。圧電素子マイクロアクチュエータ 9 1 2 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 2 1 2 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 9 1 2 と圧電素子マイクロアクチュエータ 2 1 2 は、実質的に同様の動作原理である。

40

【 0 0 6 0 】

図 2 6 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 1 0 1 2 を示す図である。この実施形態において、底支持板 2 5 6 は、サイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 と隣接する箇所に、例えば部分的なエッチング方式による溝部 1 0 8 8 が形成されている。また、各連結ブリッジ 2 6 2 , 2 6 4 のサイドアーム 2 5 8 , 2 5 9 との連結部位に隣接する箇所には、例えば部分的なエッチング方式により溝部 1 0 9 6 が形成されている（

50

溝部 1096 の一方だけを図示している)。図に示すように、この溝部 1096 は、使用中においてスライダ 214 に対向するように連結ブリッジ 262, 264 の前表面若しくは内表面に形成される。これらの溝部 1088、1096 は、圧電素子マイクロアクチュエータ 1012 が動作する時、連結剛性を低減させる効果がある。圧電素子マイクロアクチュエータ 1012 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 212 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 212 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 1012 と圧電素子マイクロアクチュエータ 212 は、実質的に同様の動作原理である。

【0061】

図 27 は、本発明の別の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ 1112 を示す図である。この実施例において、底支持板 256 は、サイドアーム 258, 259 と隣接する箇所に通孔 1198 が形成されている(通孔 1198 の一方だけを図示している)。なお、各連結ブリッジ 262, 264 のサイドアーム 258, 259 との連結部位に隣接する箇所には、例えば部分的なエッチング方式により溝部 1196 が形成されている(溝部 1196 の一方だけを図示している)。図に示すように、溝部 1196 は、使用中においてスライダ 214 に対向するように連結ブリッジ 262, 264 の前表面若しくは内表面に形成される。これらの通孔 1198 及び溝部 1196 は、圧電素子マイクロアクチュエータ 1112 が動作する時、連結剛性を低減させる効果がある。圧電素子マイクロアクチュエータ 1112 のその他の部材は、記述した圧電素子マイクロアクチュエータ 212 と基本的に同じなので、ここではマイクロアクチュエータ 212 と同じ符号を付して表示する。構造において少し異なる点があるが、圧電素子マイクロアクチュエータ 1112 と圧電素子マイクロアクチュエータ 212 は、実質的に同様の動作原理である。

【0062】

図 22 乃至図 27 に示す通孔または溝部は、いずれかの適宜な組み合わせによりマイクロアクチュエータフレーム 252 に形成されることが可能である。また、これらの通孔または溝部には、圧電素子マイクロアクチュエータが動作する時の連結剛性を低減させる適宜な構造があることはもちろんである。

【0063】

図 28 は、本発明の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。工程開始後(図 28 のステップ 1)に、圧電素子をマイクロアクチュエータフレームに取り付ける(図 28 のステップ 2)。このマイクロアクチュエータフレーム及び圧電素子は、図 8 乃至図 27 に示した実施形態の構造を持つことができる。次に、スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着する(図 28 のステップ 3)。続いて、マイクロアクチュエータフレームをヘッドジンバルアセンブリのサスペンションに装着する(図 28 のステップ 4)。このマイクロアクチュエータフレームは、図 8 乃至図 12 に示す方式によりサスペンションに装着される。続いて、圧電素子とスライダをサスペンションに電氣的に接続する(図 28 のステップ 5 及びステップ 6)、また圧電素子に対して電氣的なテスト、及びスライダに対して性能テストを行う(図 28 のステップ 7 及びステップ 8)。最後に、組み合わせに対して検査を行い(図 28 のステップ 9)、これにより、製造及び組立の工程が終了する(図 28 のステップ 10)。

【0064】

図 29 は、本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。工程開始後(図 29 のステップ 1)に、圧電素子をマイクロアクチュエータフレームに取り付ける(図 29 のステップ 2)。このマイクロアクチュエータフレーム及び圧電素子は、図 8 乃至図 27 に示した実施形態の構造を持つことができる。次に、このマイクロアクチュエータフレームをヘッドジンバルアセンブリのサスペンションに装着する(図 29 のステップ 3)。このマイクロアクチュエータフレームは、図 8 乃至図 12 に示す方式によりサスペンションに装着される。続いて、圧電素子をサスペンションに電氣的に接続し(図 29 のステップ 4)、また圧電素子に対して電氣的なテストを行う(図 29 のステップ 5)。次に、スライダを該マイクロアクチュエ

ータフレームに装着する(図29のステップ6)。続いて、スライダをサスペンションに電氣的に接続し(図29のステップ7)、またスライダに対して性能テストを行う(図29のステップ8)。最後に、組み合わせに対して検査を行い(図29のステップ9)、これにより製造及び組立の工程が終了する(図29のステップ10)。

【0065】

図30は、本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。工程開始後(図30のステップ1)に、マイクロアクチュエータフレームをヘッドジンバルアセンブリのサスペンションに装着する(図30のステップ2)。このマイクロアクチュエータフレームは、図8乃至図27に示す構造を持ち、また図8乃至図27に示す方式によりサスペンションに装着される。次に、圧電素子をマイクロアクチュエータフレームに装着する(図30のステップ3)。このマイクロアクチュエータフレームは図8乃至図27に示す実施形態における構造を持つことができる。続いて、圧電素子をサスペンションに電氣的に接続し(図30のステップ4)、また、圧電素子に対して電氣的なテストを行う(図30のステップ5)。続いて、スライダをマイクロアクチュエータフレームに装着する(図30のステップ6)。さらに、スライダをサスペンションに電氣的に接続し(図30のステップ7)、またスライダに対して性能テストを行う(図30のステップ8)。最後に、組み合わせに対して検査を行い(図30のステップ9)、これにより製造及び組立の工程が終了する(図30のステップ10)。

【0066】

図31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の製造方法では、工程開始後(ステップ400)に、まず一对のサイドアームと、このサイドアームと連結する底支持板を提供する(ステップ401)。また、回転板と連結アームからなる頂支持板を提供する(ステップ402)。続いて、圧電素子を提供し、且つこの圧電素子をサイドアームに装着する(ステップ403)。その後、接着剤により頂支持板を2つのサイドアームの間に接着する(ステップ404)。この接着剤を硬化させて、マイクロアクチュエータを形成する(ステップ405)。さらにマイクロアクチュエータを検査し(ステップ406)、これにより製造工程が終了する(ステップ407)。

【0067】

図32は、上記製造方法を詳細に説明するための図である。まず、回転板417及び回転板417の両側に形成されている連結アーム418を含む頂支持板416を提供する。同時に、底支持板411及びこの底支持板411の両側にそれぞれ連結されている一对のサイドアーム413を提供する。その後、圧電素子414を提供し、且つこの圧電素子414をサイドアーム413に装着する。その後、サイドアーム413の内側に接着剤415(例えば、エポキシ接着剤)を塗布し(頂支持板416の連結アーム418のエッジに塗布する、若しくは両方に塗布することもできる)、また頂支持板416を2つのサイドアーム413の間に配置することで、頂支持板416と2つのサイドアーム413が接着剤415により連結される。その後、接着剤415を硬化させて、頂支持板416を固定させる。最後に、この部品を検査する。

【0068】

図33に示すように、本発明の他の実施形態におけるマイクロアクチュエータの製造方法では、工程開始後(ステップ500)、まずセラミック粉末材料を混合する(ステップ501)。その後、混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧する(ステップ502)。シート状材料を加工して、回転板及びこの回転板と連結する連結アームからなる頂支持板を形成する(ステップ503)。また、一对のサイドアームとこのサイドアームと連結する底支持板を提供し、接着剤によって頂支持板をサイドアームの間に接着することによりフレームを形成する(ステップ504)。さらにフレームを焼結することにより、頂支持板をサイドアームに固定する(ステップ505)。圧電素子を提供し、且つこの圧電素子をサイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成する(ステップ506)。最後に、マイクロアクチュエータを検査し(ステップ507)、これによ

り製造工程が終了する（ステップ508）。

【0069】

なおステップ505において、焼結温度を600～800に設置することが好ましい。この温度範囲の場合、焼結工程を充分に実施することができ、これにより焼結品質を確保することができる。ここで、頂支持板、サイドアーム、及びサイドアームと連結する底支持板はセラミック材料から形成されるため、焼結工程により、両者が固く固定されてマイクロアクチュエータを形成することができる。

【0070】

図34に示すように、本発明の他の実施形態におけるマイクロアクチュエータの製造方法では、まず、セラミック粉末材料を混合する（ステップ601）。混合したセラミック粉末材料をシート状材料に押圧する（ステップ602）。シート状材料を加工して、一对のサイドアーム、このサイドアームと連結する底支持板、回転板、この回転板と連結する連結アームからなる頂支持板、を形成する（ステップ603）。その後接着剤により、頂支持板をサイドアームの間に接着することによりフレームを形成する（ステップ604）。フレームを焼結することにより、頂支持板をサイドアームに固定する（ステップ605）。圧電素子を提供し、且つこの圧電素子をフレームのサイドアームに装着することによりマイクロアクチュエータを形成する（ステップ606）。最後に、マイクロアクチュエータを検査する（ステップ607）。

【0071】

本発明の幾つかの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータ212、312、312a、412、512、612、712、812、912、1012、1112を含むヘッドジンバルアセンブリ210は、ディスクドライブ装置（HDD）に適用されることができる。このディスクドライブ装置は、図1に示す構造を適用することができる。ディスクドライブ装置の構造、動作及び製造プロセスは、当業者に広く周知されている技術であるため、それに対しての説明は省略する。圧電素子マイクロアクチュエータは、これを利用するいずれかの圧電素子マイクロアクチュエータを備えたディスクドライブ装置、若しくは圧電素子マイクロアクチュエータを備えた何れかの装置に応用することができる。具体的には、この圧電素子マイクロアクチュエータは、高い回転速度（RPM）を備えたディスクドライブ装置に適用されることができる。

【0072】

以上、好ましい実施形態に従って本発明を説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、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。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】従来のディスクドライブユニットの斜視図である。

【図2】従来のヘッドジンバルアセンブリの斜視図である。

【図3】図2における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4】図2に示すヘッドジンバルアセンブリの局部の斜視図である。

【図5】図2に示すヘッドジンバルアセンブリの側面図である。

【図6】図2における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使用状態を示す上面図である。

【図7】従来の圧電素子マイクロアクチュエータの共振試験データを示すグラフである。

【図8】本発明の1つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータを含むヘッドジンバルアセンブリの斜視図である。

【図9】図8に示すヘッドジンバルアセンブリの局部の斜視図である。

【図10】図8に示すヘッドジンバルアセンブリの局部の側面図である。

【図11】図8に示すヘッドジンバルアセンブリのサスペンションの分解斜視図である。

【図12】図8に示すヘッドジンバルアセンブリの分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 8 に示すヘッドジンバルアセンブリの中で、圧電素子マイクロアクチュエータとスライダを除去した後の分解斜視図である。

【図 1 4】本発明の 1 つの実施形態における図 8 に示す圧電素子マイクロアクチュエータの圧電素子を示す図であり、(a) は圧電素子の間の電気的な連結構造、(b) 圧電素子に印加した電圧を示す図である。

【図 1 5】図 8 に示すヘッドジンバルアセンブリのスライダと圧電素子マイクロアクチュエータを示す上面図であり、(a) 弛緩状態、(b) 電圧を供給した状態を示す図である。

【図 1 6】本発明のもう 1 つの実施形態における図 8 に示す圧電素子マイクロアクチュエータの圧電素子を示す図であり、(a) は圧電素子の間の電気的な連結構造、(b) 圧電素子に印加したもう 1 つの電圧を示す図である。

10

【図 1 7】図 8 に示す圧電素子マイクロアクチュエータの共振増幅率の試験データを示すグラフである。

【図 1 8】図 8 に示す圧電素子マイクロアクチュエータの共振位相の試験データを示すグラフである。

【図 1 9】本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 1 9 a】本発明の 1 つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 0】本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

20

【図 2 1】本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 2】本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 3】本発明の他の実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの底部から見た斜視図である。

【図 2 4】本発明のもう 1 つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 5】本発明のもう 1 つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

30

【図 2 6】本発明のもう 1 つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 7】本発明のもう 1 つの実施形態における圧電素子マイクロアクチュエータの上部から見た斜視図である。

【図 2 8】本発明の実施形態における製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

【図 2 9】本発明の他の実施形態における製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

【図 3 0】本発明のもう 1 つの実施形態における製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

40

【図 3 1】本発明の 1 つの実施形態におけるマイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

【図 3 2】1 つのマイクロアクチュエータの分解斜視図を示し、図 3 1 に示すマイクロアクチュエータの製造及び装備フローチャートを説明するための図である。

【図 3 3】本発明の他の実施形態におけるマイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

【図 3 4】本発明の他の実施形態におけるマイクロアクチュエータの製造及び組立の工程を示すフローチャートである。

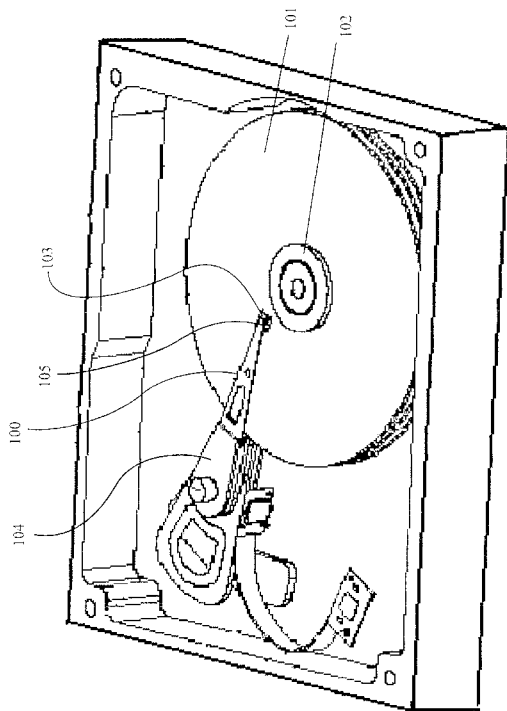
【符号の説明】

【 0 0 7 4 】

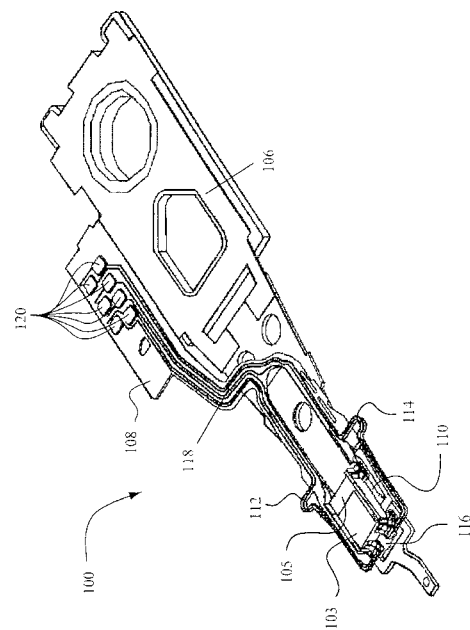
50

- 210 : ヘッドジンバルアセンブリ、 212 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 214 : スライダ、 216 : サスペンション、 218 : 基板、 220 : ロードビーム、 222 : ヒンジ、 224 : フレキシャ、 226 : サスペンショントレース、 234 : ディンプル、 238 : サスペンションタンク、 242、 243 : 圧電素子、 252 : マイクロアクチュエータフレーム、 254 : 頂支持板、 256 : 底支持板、 258、 259 : サイドアーム、 260 : 回転板、 262、 264 : 連結ブリッジ、
- 312 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 390 : 剛性材料、
- 412 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 492、 494 : アームメンバー、
- 512 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 592、 594 : アームメンバー、
- 612 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 696 : 溝部、
- 712 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 796 : 溝部、
- 812 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 898 : 通孔、
- 912 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 988 : 溝部、
- 1012 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 1088、 1096 : 溝部、
- 1112 : 圧電素子マイクロアクチュエータ、 1196 : 溝部、 1198 : 通孔

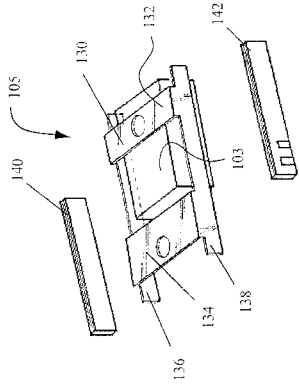
【図1】



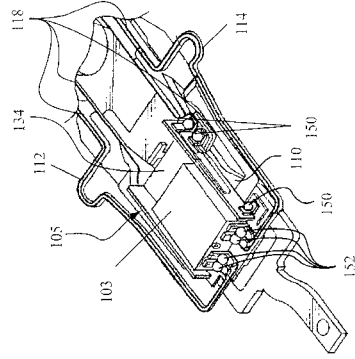
【図2】



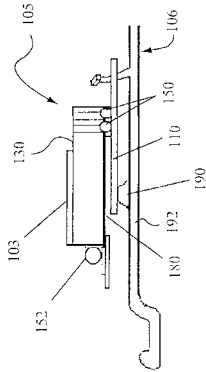
【 図 3 】



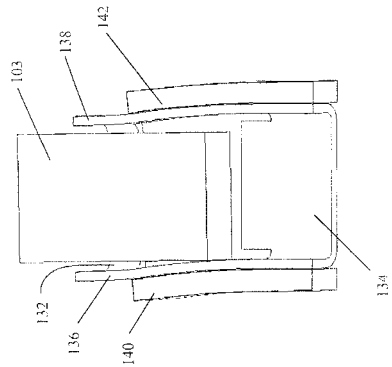
【 図 4 】



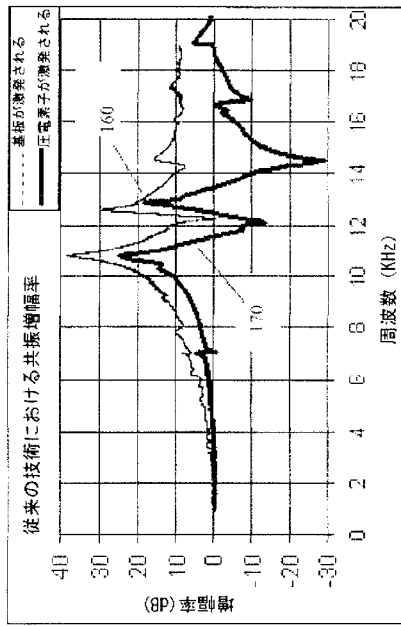
【 図 5 】



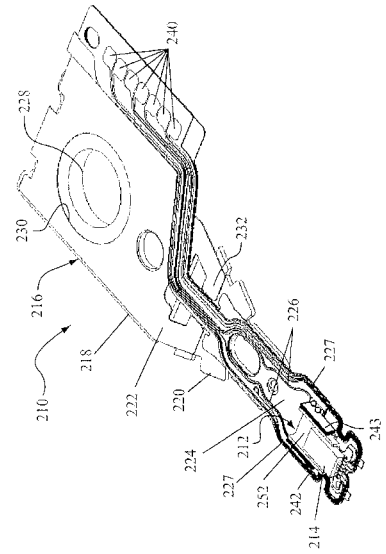
【 図 6 】



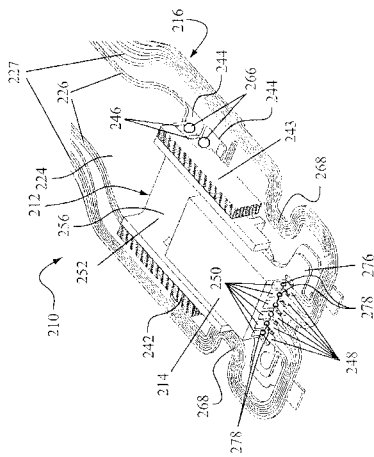
【 図 7 】



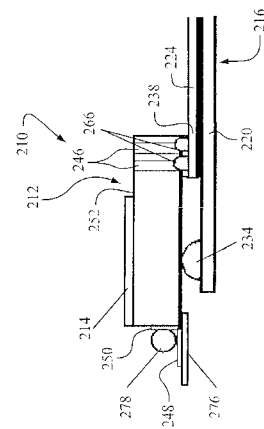
【 図 8 】



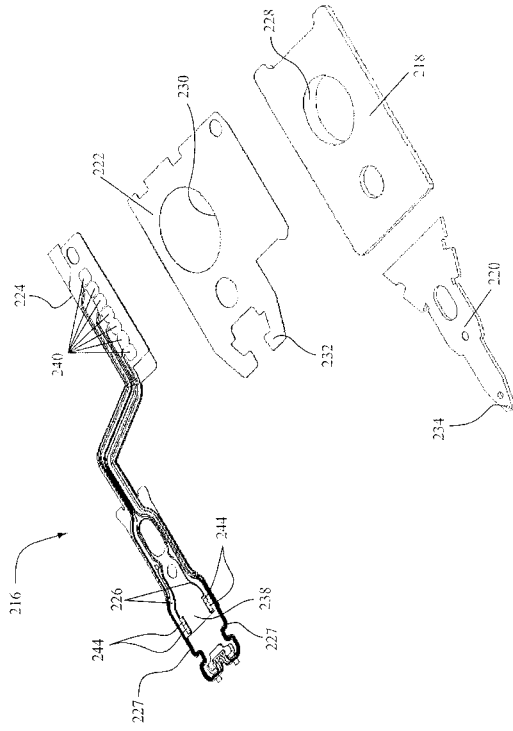
【 図 9 】



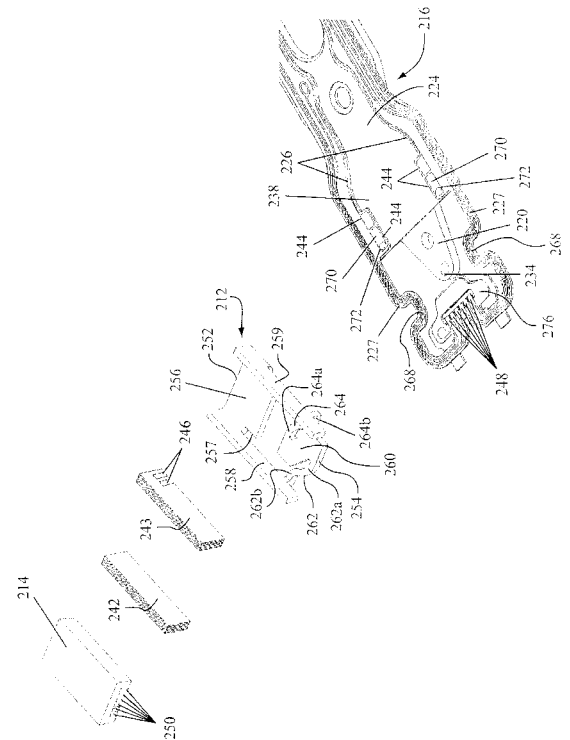
【 図 10 】



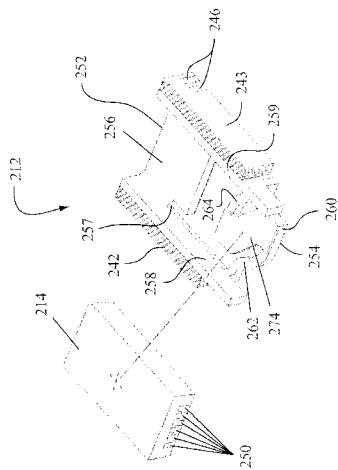
【 図 1 1 】



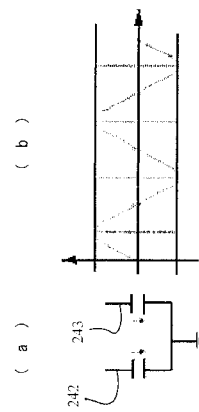
【 図 1 2 】



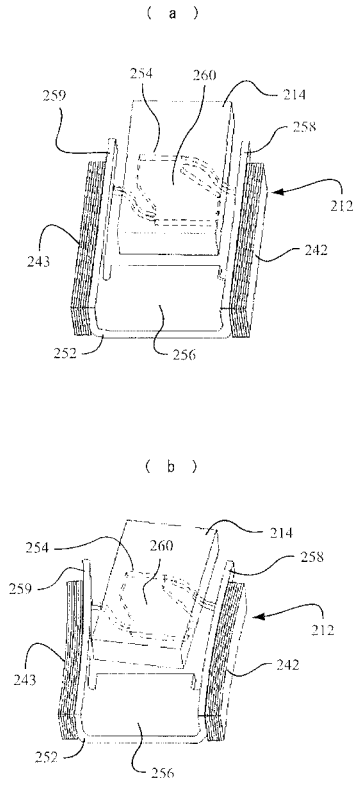
【 図 1 3 】



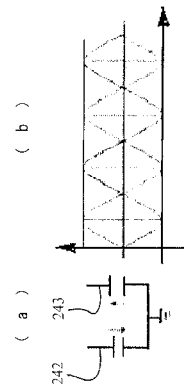
【 図 1 4 】



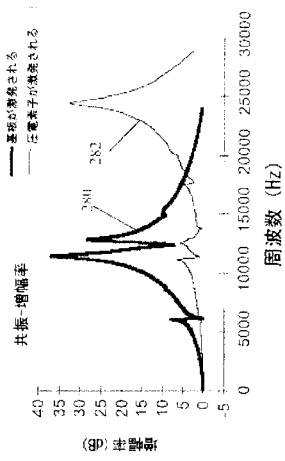
【 図 1 5 】



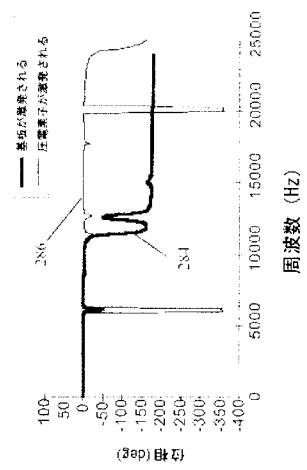
【 図 1 6 】



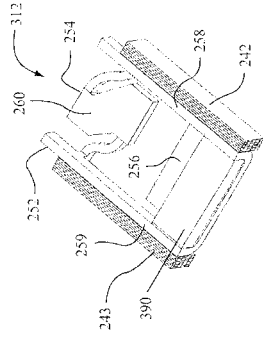
【 図 1 7 】



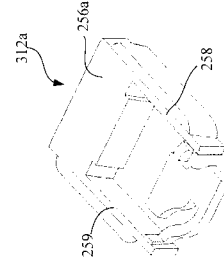
【 図 1 8 】



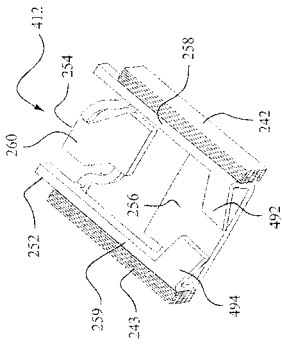
【 図 1 9 】



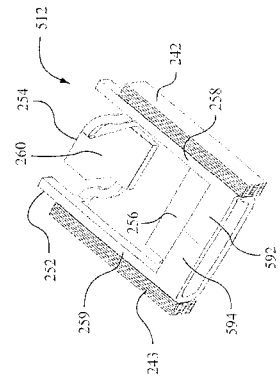
【 図 1 9 a 】



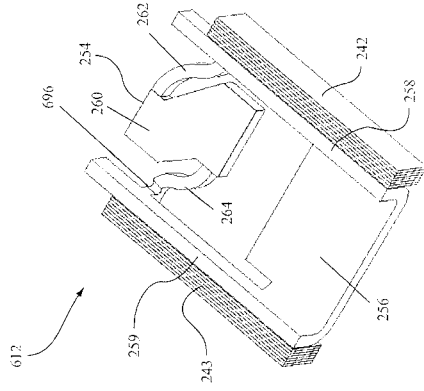
【 図 2 0 】



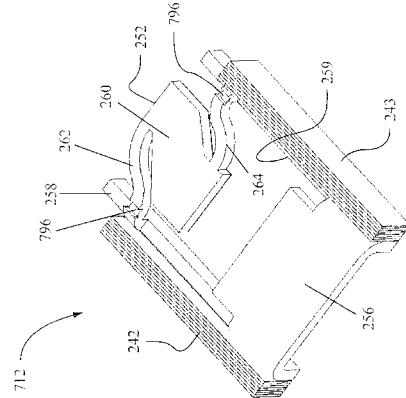
【 図 2 1 】



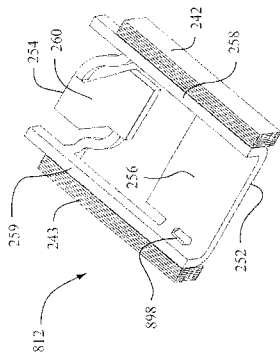
【 図 2 2 】



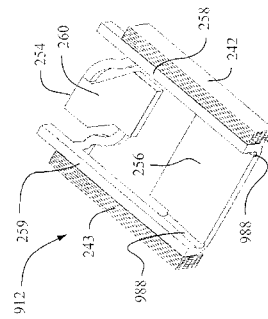
【 図 2 3 】



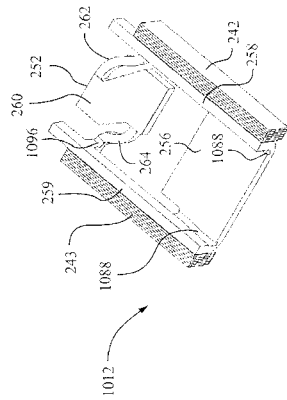
【 図 2 4 】



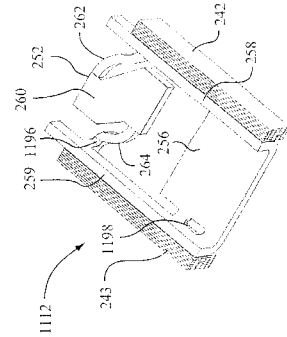
【 図 2 5 】



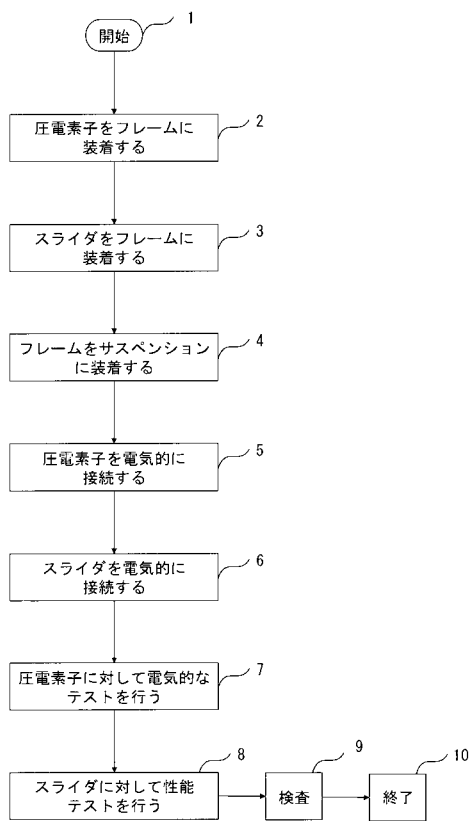
【図 26】



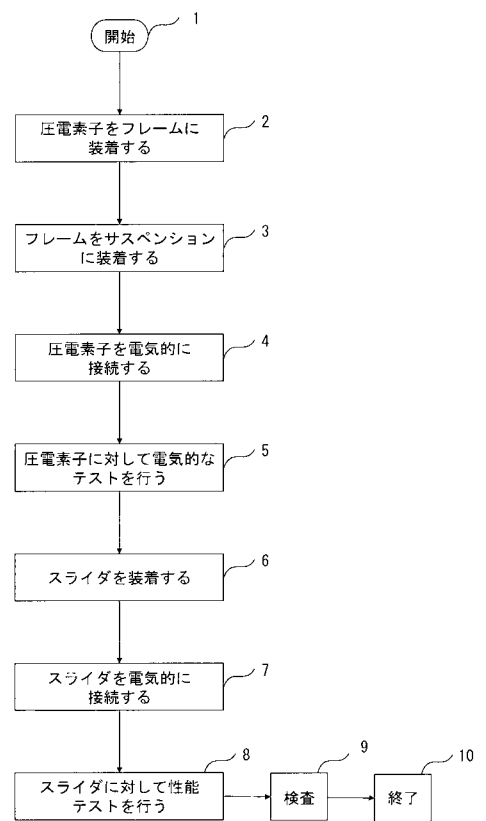
【図 27】



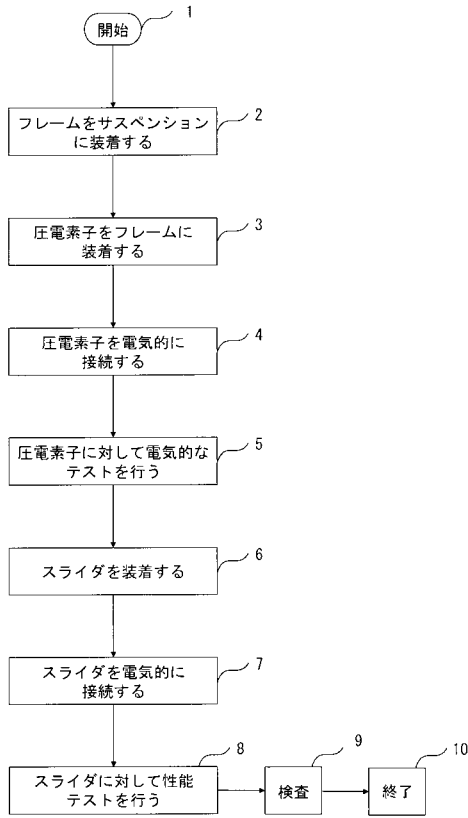
【図 28】



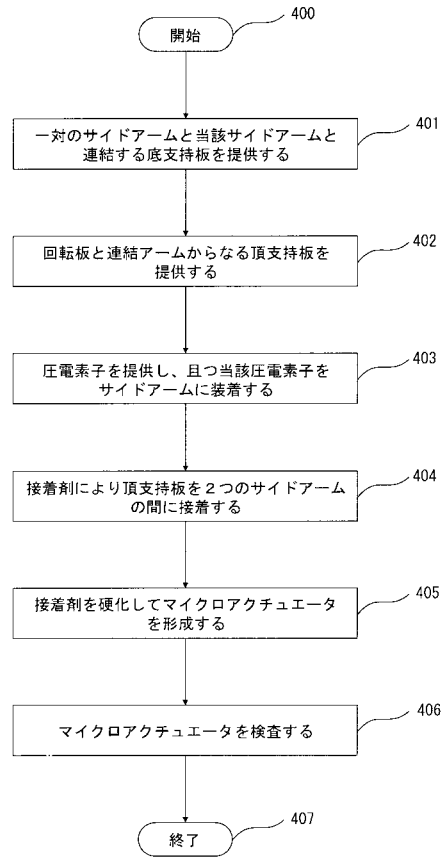
【図 29】



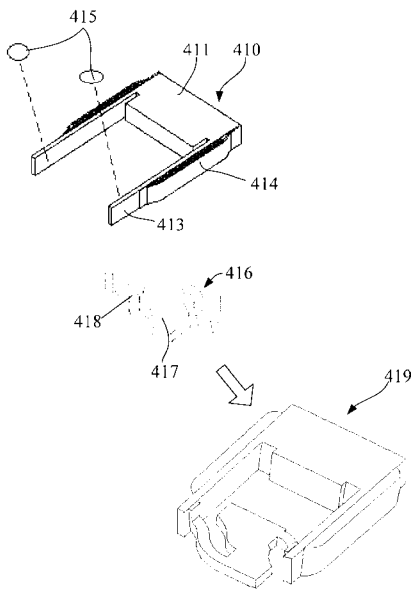
【図30】



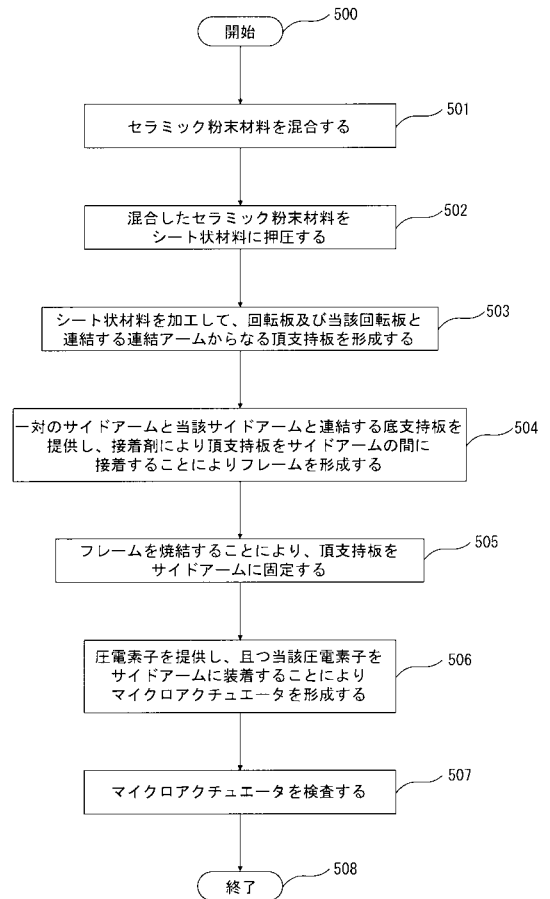
【図31】



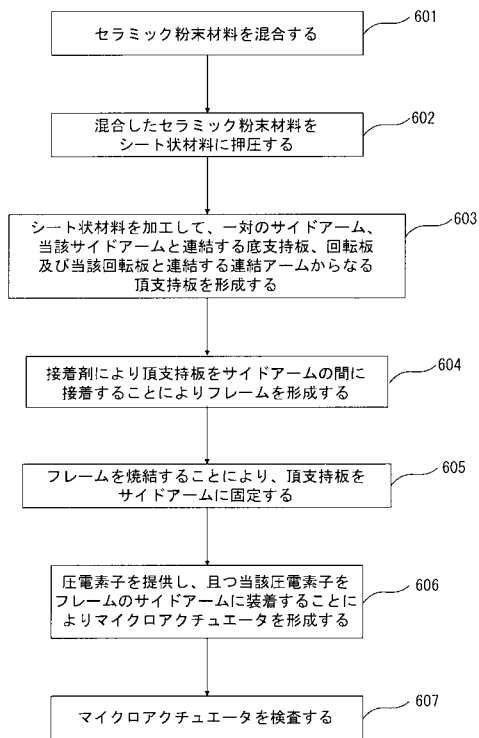
【図32】



【図33】



【 図 3 4 】



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 謝 怡如
中華人民共和国廣東省東莞市南城宏遠工業區

Fターム(参考) 5D042 KA09
5D059 AA01 BA01 CA18 CA23 DA19 DA26 EA02
5D096 NN03