

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4897767号
(P4897767)

(45) 発行日 平成24年3月14日(2012.3.14)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 1 L 41/08	C
HO 1 L 41/18 (2006.01)	HO 1 L 41/08	L
HO 1 L 41/22 (2006.01)	HO 1 L 41/18	I O I Z
G 1 1 B 21/10 (2006.01)	HO 1 L 41/22	Z
G 1 1 B 21/21 (2006.01)	G 1 1 B 21/10	N
請求項の数 7 (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-271306 (P2008-271306)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成20年10月21日(2008.10.21)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2010-103194 (P2010-103194A)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号
(43) 公開日	平成22年5月6日(2010.5.6)	(73) 特許権者	500393893
審査請求日	平成21年5月29日(2009.5.29)		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 Centre, 6 Science Park East Avenue, Hong Kong Science Park, Shatin, N. T., Hong Kong
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜圧電体素子及びその製造方法並びにそれを用いたヘッドジンバルアセンブリ、及びそのヘッドジンバルアセンブリを用いたハードディスクドライブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板上に第1電極膜、圧電体膜及び第2電極膜を順に積層して第1積層体を形成する工程と、

第2基板上に支持膜を積層して第2積層体を形成する工程と、

前記第2電極膜と前記支持膜とが対向するように前記第1積層体と前記第2積層体とを接着膜で貼り合わせて前記第1積層体、前記接着膜及び前記第2積層体からなる第3積層体を形成する工程と、

前記第3積層体から前記第1基板を除去する工程と、

前記第1基板の除去工程後に、前記第3積層体を所望の形状に加工する工程と、

前記第3積層体の加工工程後に、前記第2基板を除去する工程と、

を備え、

前記接着膜のヤング率は、前記圧電体膜のヤング率より低く、

前記第2電極膜及び前記支持膜それぞれのヤング率が前記接着膜のヤング率より高く、

前記第3積層体は、前記圧電体膜以外に圧電体膜を有していない薄膜圧電体素子の製造方法。

【請求項2】

前記第3積層体の形成工程においては、接着剤を熱硬化することにより前記接着膜を形成し、

前記第2電極膜及び前記支持膜それぞれの熱膨張係数が前記接着膜の熱膨張係数より小

さい請求項 1 に記載の薄膜圧電体素子の製造方法。

【請求項 3】

支持膜、接着膜、第 2 電極膜、圧電体膜及び第 1 電極膜のみからなり、この順に積層された積層体を備え、かつ、当該積層体を支持する基板を備えない薄膜圧電体素子において

、

前記接着膜のヤング率は、前記圧電体膜のヤング率より低く、
前記第 2 電極膜及び前記支持膜それぞれのヤング率が前記接着膜のヤング率より高く、
前記薄膜圧電体素子は前記圧電体膜以外に圧電体膜を有していない薄膜圧電体素子。

【請求項 4】

前記圧電体膜の表面を覆う絶縁膜を更に備える請求項 3 に記載の薄膜圧電体素子。

10

【請求項 5】

前記積層体を密封する絶縁膜を更に備える請求項 3 に記載の薄膜圧電体素子。

【請求項 6】

記録媒体に対して記録又は再生の少なくとも一方を行う薄膜磁気ヘッドを有するヘッドスライダと、

前記ヘッドスライダが搭載されたサスペンションと、

前記サスペンションの搭載面に搭載され、前記ヘッドスライダを前記サスペンションに対して相対的に変位させる薄膜圧電体素子と、

を備え、

前記薄膜圧電体素子は、

支持膜、接着膜、第 2 電極膜、圧電体膜及び第 1 電極膜のみからなり、この順に積層された積層体を備え、かつ、当該積層体を支持する基板を備えない薄膜圧電体素子において

20

、

前記接着膜のヤング率は、前記圧電体膜のヤング率より低く、
前記第 2 電極膜及び前記支持膜それぞれのヤング率が前記接着膜のヤング率より高く、
前記薄膜圧電体素子は前記圧電体膜以外に圧電体膜を有していないヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のヘッドジンバルアセンブリを備えるハードディスクドライブ。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電体膜の逆圧電効果による微小位置決めを用いる薄膜圧電体素子及びその製造方法並びにそれを用いたヘッドジンバルアセンブリ、及びそのヘッドジンバルアセンブリを用いたハードディスクドライブに関するもので、特に磁気記録ディスク装置の記録情報の読み取り及び書取りを行う磁気ヘッドの位置決め構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、磁気記録（ハードディスク）の高密度大容量化へのアプローチにおいて、トラッキングの高精度位置決め機構として薄膜圧電体素子の必要性が高くなっている。この種の薄膜圧電体素子を開示するものとしては、例えば、下記の特許文献 1～3 がある。

40

【0003】

特許文献 1 には、一对の電極膜 14A, 18A の間に圧電体膜 16A が介在する圧電積層体 21A と、一对の電極膜 14B, 18B の間に圧電体膜 16B が介在する圧電積層体 21B とが、接着剤膜 12 を介して重なっている薄膜圧電体素子が開示されている。また、特許文献 2 には、導電性接着剤 13 により電氣的に短絡されている第 1 の薄膜圧電体 11A 及び第 2 の薄膜圧電体 11B の 2 層構造を有する薄膜圧電体素子 10A 及び 10B が対をなして構成されている薄膜圧電体素子が開示されている。また、特許文献 3 には、第 1 の下層電極膜 52 と第 1 の上層電極膜 54 とで挟まれた第 1 の圧電体薄膜 53、第 2 の

50

下層電極膜56と第2の上層電極膜58とで挟まれた第2の圧電体薄膜57とを接着膜60で貼り合わせた構造体66が形成され、この構造体66を覆うように絶縁膜62が形成された薄膜圧電体素子が開示されている。

【特許文献1】特開2005-286037号公報

【特許文献2】特開2002-134807号公報

【特許文献3】特開2003-101095号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1～3に開示されている薄膜圧電体素子はすべて、圧電体膜を含む圧電積層体を2つ備えており、量産性と共に低価格性といった市場要求を満足させることが困難である。現在、薄膜圧電体素子において、このような2層の圧電積層体構造が採用されているのは、薄膜圧電体素子が薄膜で構成されていることに起因する。具体的に説明すると、圧電体膜等を含む各層を基板上に成膜する際に、熱、格子定数の不整合等による各種応力によって基板の反りが起こり、各製造工程を経て得られた薄膜圧電体素子にも大きく反りが発生してしまう。また、その反りは、薄膜圧電体素子中の圧電層体の目的方向ではない方向への変位（以下、屈曲変位という）を招くことになる。そして、従来の2つの圧電積層体を備えた薄膜圧電体素子を動作させる場合は、2つの圧電積層体の変位方向を同じにすることで屈曲変位を抑え、目的とする長手方向の変位を得る構造としており、構造上2つの圧電積層体を積層せざるを得ない。そのため、単層の圧電積層体構造では、薄膜圧電体素子の高性能化及び高信頼性を図ることができず、また、この薄膜圧電体素子を組み込んだ装置の破損、不具合等も不可避であった。

【0005】

以上の問題により、2層の圧電積層体を貼り合わせる2層の圧電積層体構造を採用することで製造時及び動作時の反りを相殺し、素子の変形の抑制及び屈曲変位の抑制を図っている。

【0006】

本発明は、このような問題を鑑みてなされたものであり、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性及び低コスト化が実現可能な薄膜圧電体素子及びその製造方法並びにそれを用いたヘッドジンバルアセンブリ、及び、ハードディスクドライブを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の課題を解決するため、本発明に係る薄膜圧電体素子の製造方法は、第1基板上に第1電極膜、圧電体膜及び第2電極膜を順に積層して第1積層体を形成する工程と、第2基板上に支持膜を積層して第2積層体を形成する工程と、第2電極膜と支持膜とが対向するように第1積層体と第2積層体とを接着膜で貼り合わせて第1積層体、接着膜及び第2積層体からなる第3積層体を形成する工程と、第3積層体から第1基板を除去する工程と、第1基板の除去工程後に、第3積層体を所望の形状に加工する工程と、第3積層体の加工工程後に、第2基板を除去する工程と、を備え、接着膜のヤング率は、圧電体膜のヤング率より低く、第2電極膜及び支持膜それぞれのヤング率が接着膜のヤング率より高く、第3積層体は、その圧電体膜以外に圧電体膜を有していない。

【0008】

本発明に係る薄膜圧電体素子の製造方法では、まず、1つの圧電体膜を含む第1積層体と圧電体膜を含んでいない第2積層体を接着膜で貼り付けて単層の圧電積層体である第3積層体を形成する。その後、第3積層体から第1基板を除去する工程と、第3積層体を所望の形状に加工する工程と、第2基板を除去する工程とを経て、薄膜圧電体素子を完成する。

【0009】

そのため、本薄膜圧電体素子の製造方法によれば、第1積層体形成工程において、熱、

10

20

30

40

50

結晶格子定数の不整合等に起因して圧電体膜と第1基板との間に生じる各種応力が、第1基板除去工程における第1基板の除去により開放されて、その開放された各種応力が第2基板に転移される。このとき、圧電体膜と第2基板との間に圧電体膜より低いヤング率を有する材料からなる接着膜が介在されているため、第2基板に転移される各種応力が接着膜により緩和される。そのため、本発明に係る製造方法により得られる薄膜圧電素子は単層の圧電積層体からなるものでありながらも、素子の反り及び屈曲変位が効果的に抑制される。また、接着膜が第2電極膜及び支持膜により挟まれた構造を採用しており、第2電極膜及び支持膜それぞれのヤング率が接着膜のヤング率より高いため、素子の反り及び屈曲変位が更に抑制される。また、単層の圧電積層体からなるため、製造コストが低減される。従って、本発明に係る薄膜圧電体素子の製造方法によれば、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性化及び低コスト化が実現可能な薄膜圧電体素子を容易に製造することができる。

10

【0010】

また、第3積層体の形成工程においては、接着剤を熱硬化することにより前記接着膜を形成し、第2電極膜及び支持膜それぞれの熱膨張係数が接着膜の熱膨張係数より小さいことが好ましい。これにより、接着膜で貼り合わせることで形成された第1積層体、接着膜及び第2積層体からなる第3積層体を形成する工程において、熱硬化により収縮が起こる際に、第2電極膜及び支持膜と接着膜との熱膨張係数の差により接着膜の中心方向に引張り応力が加わるため、応力が互いに相殺されて、第3積層体の反りが低減される。

【0011】

20

また、本発明に係る薄膜圧電体素子は、支持膜、接着膜、第2電極膜、圧電体膜及び第1電極膜が順に積層された積層体を備えた薄膜圧電体素子において、接着膜のヤング率は、圧電体膜のヤング率より低く、第2電極膜及び支持膜それぞれのヤング率が接着膜のヤング率より高く、薄膜圧電体素子は圧電体膜以外に圧電体膜を有していない。

【0012】

本発明に係る薄膜圧電体素子は、積層体中の圧電体膜以外に圧電体膜を有しない単層の圧電積層体を有するものであり、接着膜を更に備えている。また、接着膜のヤング率は圧電体膜のヤング率より低い。そのため、圧電体膜で生じて開放される応力が接着膜により緩和される。その結果、本発明に係る薄膜圧電素子によれば、単層の圧電積層体からなるものでありながらも、素子の反り及び屈曲変位が効果的に抑制される。また、接着膜が第2電極膜及び支持膜により挟まれた構造を採用しており第2電極膜及び支持膜それぞれのヤング率が接着膜のヤング率より高いため、素子の反り及び屈曲変位が更に抑制される。また、単層の圧電積層体からなるため、製造コストが低減される。従って、本発明に係る薄膜圧電体素子によれば、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性化及び低コスト化が実現可能となる。

30

【0013】

また、圧電体膜の表面を覆う絶縁膜を更に備えることが好適である。これにより、圧電体膜の表面を絶縁および保護することができる。

【0014】

また、積層体を密封する絶縁膜を更に備えることが好適である。このように、絶縁膜が単層の圧電積層体である積層体を密封することにより、低減された積層体の反りを更に相殺させることができると共に、外部応力から積層体の損傷を抑制することができる。また、素子の吸湿、腐食を更に防ぐことができ、素子としての信頼性をより確保することができる。

40

【0015】

また、本発明に係るヘッドジンバルアセンブリは、記録媒体に対して記録又は再生の少なくとも一方を行う薄膜磁気ヘッドを有するヘッドスライダと、ヘッドスライダが搭載されたサスペンションと、サスペンションの搭載面に搭載され、ヘッドスライダをサスペンションに対して相対的に変位させる薄膜圧電体素子と、を備え、薄膜圧電体素子は、支持膜、接着膜、第2電極膜、圧電体膜及び第1電極膜が順に積層された積層体を備えた薄膜

50

圧電体素子において、接着膜のヤング率は、圧電体膜のヤング率より低く、第2電極膜及び支持膜それぞれのヤング率が接着膜のヤング率より高く、薄膜圧電体素子は圧電体膜以外に圧電体膜を有していない。

【0016】

また、本発明に係るハードディスクドライブは、上述のヘッドジンバルアセンブリを備える。

【0017】

本発明に係るヘッドジンバルアセンブリは、このような構成を採用しているため、装置の高性能化、高信頼性化及び低コスト化を図ることができる。

【発明の効果】

10

【0018】

本発明によれば、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性化及び低コスト化が実現可能な薄膜圧電体素子及びその製造方法並びにそれを用いたヘッドジンバルアセンブリが提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、添付図面を参照して本発明に係る薄膜圧電アクチュエータ（薄膜圧電体素子）40及びヘッドジンバルアセンブリ（Head Gimbals Assembly：HGA）10の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

20

【0020】

まず、実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ40及びHGA10についての説明の前に、これらが適用されるハードディスク装置（ハードディスクドライブ）1の一例について説明する。図1は、本実施形態に係るHGA10を備えたハードディスク装置1を示す図である。ハードディスク装置1は、HGA10を作動させて、高速回転するハードディスク5の記録面に、ヘッドスライダ50の薄膜磁気ヘッド51によって磁気情報を記録及び再生するものである。

【0021】

ハードディスク装置1は、筐体3内に、記録媒体としてハードディスク5と、これに磁気情報を記録及び再生するHGA10と、HGA10によるハードディスク5への磁気情報の記録及び再生等の制御を行う制御部7と、後述する薄膜磁気ヘッド51をハードディスク5上から退避させておくためのランブ機構9とを備えている。

30

【0022】

ハードディスク5は、図示を省略するモータによって回転させられる。HGA10は、ボイスコイルモータ（VCM）21により、支軸23の回りを回動可能とされており、ハードディスク5に対応するように取り付けられたヘッドスライダ50を有している。

【0023】

以下、HGA10の構成について具体的に説明する。図2は、図1のHGA10の拡大斜視図であり、図3は、図2のHGA10の斜視分解図である。図2及び図3に示すように、HGA10は、サスペンションアーム20、フレクシャ30、及び薄膜圧電アクチュエータ40からなるサスペンション22と、サスペンション22に搭載されたヘッドスライダ50とを有している。薄膜圧電アクチュエータ40は、ヘッドスライダ50をサスペンションアーム20に対して相対的に変位させるものであり、HGA10が薄膜圧電アクチュエータ40を有することにより、HGA10は薄膜磁気ヘッド51を2段階で変動させることができる。すなわち、薄膜磁気ヘッド51の比較的大きな移動はVCM21によるサスペンション22全体の駆動により制御され、微小な移動は薄膜圧電アクチュエータ40によるヘッドスライダ50の駆動により制御される。

40

【0024】

サスペンションアーム20は、金属製のものであり、先端には、ヘッドスライダ50がランブ機構9に退避している際にスロープに乗り上がるためのタブ26が形成されている

50

【 0 0 2 5 】

フレクシャ 3 0 は、図 3 に示すようにポリイミド樹脂等で形成された可撓性を有する配線基板 3 2 と、ステンレス鋼によって形成されており配線基板 3 2 の底面に部分的に張り付けられている支持板 3 4 とにより構成されており、レーザスポット溶接によってサスペンションアーム 2 0 に接着されている。

【 0 0 2 6 】

配線基板 3 2 は、圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 とヘッドスライダ搭載領域 3 8 とにより構成されている。圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 は、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の形状に対応する形状を有しており、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 が搭載される前端部 3 6 a と、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 用の電極パッド 3 9 a ~ d、ヘッドスライダ 5 0 のための記録用電極及び再生用電極等のための電極パッド（図示せず）が形成されている後端部 3 6 b とを有している。

【 0 0 2 7 】

また、ヘッドスライダ搭載領域 3 8 は、圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 の前端部 3 6 a の先端側に連続的に設けられた領域に、ヘッドスライダ 5 0 の記録用パッド及び再生用パッドにそれぞれ接続される記録用電極（図示せず）及び再生用電極（図示せず）が配列されている。このヘッドスライダ搭載領域 3 8 上に配列された記録用電極及び再生用電極は、ソルダーボールボンディング等の方法で、配線基板 3 2 上の複数の配線により、対応するフレクシャ 3 0 の後端部 3 6 b 上の電極パッドと電氣的に接続されている。

【 0 0 2 8 】

また、フレクシャ 3 0 には、圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 の前端部 3 6 a の中央部にヘッドスライダ搭載領域 3 8 と離間して配置されており、ヘッドスライダ搭載領域 3 8 に搭載されるヘッドスライダ 5 0 の後端部が搭載される変位伝達板 3 3 が設けられている。なお、変位伝達板 3 3 は、圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 の後端部 3 6 b に張り付けられた支持板 3 4 から前端部 3 6 a の外側に沿って延びている曲線状のウィング部 3 5 と接続されることで、支持板 3 4 と一体化されている。圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 に薄膜圧電アクチュエータ 4 0 が搭載され、ヘッドスライダ搭載領域 3 8 及び変位伝達板 3 3 にヘッドスライダ 5 0 が搭載されると、変位伝達板 3 3 の上面はヘッドスライダ 5 0 の下面に対向し、変位伝達板 3 3 の下面は薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の上面に対向することになる。また、変位伝達板 3 3 は、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の動作時においては薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の変位をヘッドスライダ 5 0 に伝達する。なお、変位伝達板 3 3 及びウィング部 3 5 は、支持板 3 4 と同様にステンレス鋼から構成されている。

【 0 0 2 9 】

次に、図 3 及び図 4 を参照しながら薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の詳細について説明する。図 4 は、図 3 における IV-IV 方向の断面構成を示す模式図である。薄膜圧電アクチュエータ 4 0 は、伸縮方向が互いに異なるように構成され、分離した第 1 領域 4 0 a 及び第 2 領域 4 0 b を有している。第 1 領域 4 0 a と第 2 領域 4 0 b は、それぞれの互いに対向する内側の辺が離間して並行に延びており、それぞれの外側の辺が根元領域 4 0 R から先端側に向けて徐々に狭まるように配置される。なお、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 は根元領域 4 0 R でつながった構成としても良い。

【 0 0 3 0 】

第 1 領域 4 0 a の根元領域 4 0 R には、駆動電圧が印加される電極 4 1 a , 4 5 a が設けられており、第 2 領域 4 0 b の根元領域 4 0 R には、駆動電圧が印加される電極 4 1 b , 4 5 b が設けられている。薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の第 1 領域 4 0 a と第 2 領域 4 0 b は、紫外線硬化型樹脂により、フレクシャ 3 0 の圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 にそれぞれ接着され、各電極 4 1 a、4 5 a、4 1 b、4 5 b はソルダーボールボンディングにより電極パッド 3 9 a ~ d にそれぞれ接続される。なお、第 1 領域 4 0 a 及び第 2 領域 4 0 b は同一の構成を有しているため、以下の第 1 領域 4 0 a を中心に説明して重複する説明を省略する。第 1 領域 4 0 a は、第 2 電極膜 4 1、圧電体膜 4 3 及び第 1 電極膜 4

5が順に積層されて形成された積層体L2と、第2電極膜41の下側に順に設けられた接着膜47及び支持膜48と、積層体L2の表面を覆う樹脂膜(絶縁膜)49とを備える。

【0031】

根元領域40Rの第1領域40aの電極41a及び第2領域40bの電極41bは例えばコンタクトホールを介してそれぞれの第2電極膜41に接続されており、第1領域40aの電極45a及び第2領域40bの電極45bは例えばコンタクトホールを介してそれぞれの第1電極膜45に接続されている。これにより、第1領域40aの電極41a、45aと第2領域40bの電極41b、45bとは互いに逆のバイアスが印加されることにより、例えば第1領域40aにおける圧電体膜43は図3の矢印A1方向に収縮され、第2領域40bにおける圧電体膜43は矢印A2方向に伸張されることになる。

10

【0032】

第2電極膜41の材料は導電性材料であれば特に限定されず、例えばPt(ヤング率:152GPa、熱膨張係数:8.8ppm/°C)、Au(ヤング率:77.2GPa、熱膨張係数:14.4ppm/°C)、等の金属材料を用いることができる。また、SrRuO₃(SRO)等の導電性セラミックスを用いることも可能である。さらに、第2電極膜41の上下にくる構成材料との密着性や全体の応力調整の目的で、第2電極膜41を多層構造としても良い。第2電極膜41の厚みt1は特に限定されず、例えば、0.1~1μm程度とすることができる。なお、電極膜41が厚くなると変位量の障害になるので、接着膜47の厚さよりも薄いことが好ましい。屈曲抑制支持剛性と長手方向の変位量とはトレードオフの関係にあることに基づく。

20

【0033】

圧電体膜43の材料は、圧電特性を示すものであれば特に限定されず、例えば、PZT(ジルコン酸チタン酸鉛、ヤング率:47~95GPa)、等が挙げられる。圧電体膜43の厚みt2は特に限定されず、例えば、0.5~10μm程度とすることができる。

【0034】

第1電極膜45については、第2電極膜41と同様である。第1電極膜45の厚みt3は特に限定されず、例えば、0.1~1μm程度とすることができる。

【0035】

接着膜47の材料は、第2電極膜41と支持膜48とを接着できるものであれば特に限定されず、例えば、エポキシ樹脂(ヤング率:3.1GPa、熱膨張係数:60ppm/°C)、アクリル樹脂(ヤング率:3.1GPa、熱膨張係数:60ppm/°C)、シリコン樹脂(ヤング率:0.7GPa程度、熱膨張係数:200ppm/°C程度)、ポリイミド樹脂(ヤング率:3.0GPa、熱膨張係数:36ppm/°C)、フッ素樹脂(ヤング率:1.3GPa、熱膨張係数:60ppm/°C)、ポリイミドシリコン樹脂(ヤング率:2.4GPa、熱膨張係数:60ppm/°C)、ベンゾシクロブテン(BCB)樹脂(ヤング率:2.9GPa、熱膨張係数:52ppm/°C)等の樹脂接着剤や、Sn/Ag系(ヤング率:40~50GPa、熱膨張係数:50ppm/°C)等のハンダ(ソフトソルダー)を用いることができる。特に、樹脂接着剤の中でも、加熱により硬化した熱硬化性樹脂接着剤が好ましい。また、接着膜47の厚みt4は特に限定されず、例えば、1~30μm程度とすることができる。

30

40

【0036】

支持膜48の材料は、第2電極膜41と同程度の硬さの材料であれば特に限定されず、例えばPt(ヤング率:152GPa、熱膨張係数:8.8ppm/°C)、Au(ヤング率:77.2GPa、熱膨張係数:14.4ppm/°C)、等の金属材料を用いることができる。また、SRO等の導電性セラミックスを用いることも可能である。さらに、支持膜48の上下に位置する構成材料との密着性や全体の応力調整の目的で、支持膜48を多層構造としても良い。支持膜48の厚みt5は特に限定されず、例えば、0.1~1μm程度とすることができる。

50

【0037】

樹脂膜49の材料は、積層体L2との密着性を有し、積層体L2の表面を覆うことが可能なものであれば特に限定されないが、例えば接着膜47と同様のものとすることができる。樹脂膜49の厚み t_6 は特に限定されず、例えば、 $0.3 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。また、この構成部材は、樹脂に代えて絶縁性を有するセラミックス等の材料としても良く、厚みは特に限定されず $0.005 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【0038】

ここで、接着膜47のヤング率が圧電体膜43のヤング率より低く、かつ、第2電極膜41及び支持膜48それぞれのヤング率が接着膜47のヤング率より高いことが必要である。また、第2電極膜41及び支持膜48それぞれの熱膨張係数が接着膜47の熱膨張係数より小さいことが必要である。最も好ましい材料の組み合わせの一例は、第2電極膜41 / 圧電体膜43 / 第1電極膜45 / 接着膜47 / 支持膜48 / 樹脂膜49がPt / PZT / Pt / エポキシ樹脂 / Pt / ポリイミド樹脂である。

10

【0039】

以下、圧電体膜43の変位量 $u(l)$ と関連付けて、本実施形体に係る薄膜圧電アクチュエータ40の動作を説明する。薄膜圧電アクチュエータ40の圧電体膜43の変位量 $u(l)$ は以下のように表すことができる。

【0040】

【数1】

$$u(l) = \frac{nt_{pzt}E_{pzt}}{nt_{pzt}E_{pzt} + \sum_i t_i E_i} d_{31} L \frac{V}{t_{pzt}} \quad \dots (1)$$

20

【0041】

ここで、 n は圧電体膜43の積層数（本願においては $n = 1$ ）を、 i は各膜を、 t_i は各膜 i の等価膜厚を、 t_{pzt} は圧電体膜43の等価膜厚を、 E_i は各膜 i のヤング率を、 E_{pzt} は圧電体膜43のヤング率を、 d_{31} は d_{31} 方向（圧電体膜43の長手方向、すなわち図3におけるA1又はA2方向）の圧電定数を、 L は圧電体膜43の長手方向長さ、 V / t_{pzt} は圧電体膜43に係る電界強度をそれぞれ示すものである。各膜 i には、具体的には第2電極膜41、第1電極膜45、接着膜47及び支持膜48が含まれる。

30

【0042】

また、 $P_i = E_i \times t_i$ の関係を用いて上記の式(1)を以下の式(2)に簡略化することができる。式(2)において、 E_i は各膜 i のヤング率を、 t_i は各膜 i の厚みを、 P_i は各膜 i の剛性係数をそれぞれ表すものである。

【0043】

【数2】

$$u(l) = \frac{nP_{pzt}}{nP_{pzt} + \sum_i P_i} d_{31} L \frac{V}{t_{pzt}} \quad \dots (2)$$

40

【0044】

この式(2)に示されているように、材料の圧電定数 d_{31} 、アクチュエータ長さ L が決まっている場合の変位量 $u(l)$ は、 V / t_{pzt} の電界強度を調節することで、調節することができる。しかし、圧電体膜43が薄膜であるため、第2電極膜41、第1電極膜45及び接着膜47の剛性係数の影響も受けることになる。本実施形態においては、薄膜圧電アクチュエータ40を構成する接着膜47のヤング率が圧電体膜43のヤング率より低いため、 P_i の総合値を比較的到低く維持することができ P_i の総合値に対する P_{pzt}

50

の比率（以下、剛性占有率という）の低下を抑制することができる。その結果、変位量 $u(1)$ の低下を抑制することができる。

【0045】

また、接着膜 47 のヤング率が圧電体膜 43 のヤング率より低いため、薄膜圧電アクチュエータ 40 の製造時に、圧電体膜 43 で生じて開放される応力が接着膜 47 により緩和される。そのため、薄膜圧電アクチュエータ 40 は単層の圧電積層体からなるものでありながらも、素子の反り及び屈曲変位が効果的に抑制される。そのため、屈曲変位による変位量 $u(1)$ の損失を抑制することができ、目的変位方向（ d_{31} 方向）に効率よく変位を発生させることができる。また、接着膜 47 が第 2 電極膜 41 及び支持膜 48 により挟まれており、又第 2 電極膜 41 及び支持膜 48 それぞれのヤング率が接着膜 47 のヤング率より高い。そのため、素子の反り及び屈曲変位が更に抑制される。また、単層の圧電積層体からなるため、製造コストを低減することができる。従って、薄膜圧電アクチュエータ 40 によれば、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性化及び低コスト化が実現できる。

10

【0046】

また、薄膜圧電アクチュエータ 40 は、積層体 L2 の表面を覆う樹脂膜 49 を備えているため、第 2 電極膜 41 や第 1 電極膜 45 と接していない圧電体膜 43 の表面を絶縁および保護することができる。

【0047】

なお、本実施形態の薄膜圧電アクチュエータ 40 において、第 2 電極膜 41、接着膜 47 及び支持膜 48 は、圧電体膜 43 を支持する支持体として機能しており、それらの膜 41、47 及び 48 の合計厚みは、変位を起す圧電体膜 43 より厚いことが好ましい。これにより、本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ 40 は、積層体の厚み方向の応力コントロールが好適になされるため、薄膜圧電アクチュエータ 40 を駆動させた際に、屈曲方向の変位を極めて高度に抑制しつつ、目的とする長手方向の変位を得ることができる。また、第 2 電極膜 41、接着膜 47 及び支持膜 48 からなる支持体全体のヤング率が圧電体膜 43 と比べ充分小さいことが好ましい。これにより、長手方向の変位が容易となる。

20

【0048】

引き続き、図 5 を参照しながら、本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ 40 の変形例を説明する。図 5 は、変形例に係る薄膜圧電アクチュエータ 40 A の薄膜圧電アクチュエータ 40 の図 4 に対応する断面図である。図 5 に示されるように、薄膜圧電アクチュエータ 40 A は、支持膜 48 の下側に樹脂膜 46 を更に備える点、樹脂膜 49 が積層体 L2 のみならず接着膜 47、支持膜 48 及び樹脂膜（絶縁膜）46 をも覆うように設けられている点で薄膜圧電アクチュエータ 40 と相違する。なお、その他の構成は、薄膜圧電アクチュエータ 40 の構成と同等であるため、同一の符号を付して重複説明を省略する。

30

【0049】

樹脂膜 46 の材料は、支持膜 48 との密着性を有する樹脂であれば特に限定されないが、例えば、接着膜 47 と同様のものとすることができる。樹脂膜 46 の厚みは特に限定されず、例えば、 $0.3 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。また、この構成部材は、樹脂に代えて絶縁性を有するセラミックス等の材料としても良く、厚みは特に限定されず $0.005 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

40

【0050】

変形例に係る薄膜圧電アクチュエータ 40 A は、下側の樹脂膜 46 及び上側の樹脂膜 49 により積層体 L2、接着膜 47 及び支持膜 48 で構成されており単層の圧電積層体である積層体 P₂ を全体的に覆う構成を有することで、薄膜圧電アクチュエータ 40 と同様な効果が得られるほか、以下のような効果を更に奏することができる。すなわち、低減された積層体 P₂ の反りを更に相殺させることができると共に、外部応力から積層体 P₂ の損傷を抑制することができる。また、圧電体膜 43 の表面の絶縁および保護に加えて、薄膜圧電アクチュエータ 40 A 全体の吸湿、腐食などを防ぐことができる。さらに、接着膜 47 に接する構成部材との界面の接着強度を向上させることができ、素子としての信頼性を

50

より確保することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、図 6 ~ 図 1 1 を参照して、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の製造工程について説明する。図 6 (a)、図 7 (a)、図 8、図 9 (a)、図 1 0 (a) 及び図 1 1 は、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の製造工程を説明するための模式図である。図 6 (b) は図 6 (a) における VI b - VI b 方向の断面構成を示す模式図である。図 7 (b) は図 7 (a) における VII b - VII b 方向の断面構成を示す模式図である。図 9 (b) は図 9 (a) における IX b - IX b 方向の断面構成を示す模式図である。図 1 0 (b) は図 1 0 (a) における X b - X b 方向の断面構成を示す模式図である。薄膜圧電アクチュエータ 4 0 は、例えば以下の工程を経ることによって完成される。

10

【 0 0 5 2 】

(第 1 積層体形成工程)

この工程では、積層体 (第 1 積層体) L を形成する (図 6 (a) 及び (b) 参照) 。まず、第 1 基板 S 1 を用意する。そして、第 1 基板 S 1 上にバッファ膜 4 2、第 1 電極膜 4 5、圧電体膜 4 3 及び第 2 電極膜 4 1 を順次に積層させる。これらの層の積層には、エピタキシャル成長法を用いることができる。より具体的に説明すると、まず、第 1 基板 S 1 上にバッファ膜 4 2 をエピタキシャル成長させる。バッファ膜 4 2 は、(1 0 0) 方向、(0 1 0) 方向または (0 0 1) 方向に配向し、例えばその上面が { 1 1 1 } ファセット面を有するエピタキシャル成長膜を用いることができる。

20

【 0 0 5 3 】

引き続いて、バッファ膜 4 2 上に第 1 電極膜 4 5、及び圧電体膜 4 3 を順にエピタキシャル成長させ、更に圧電体膜 4 3 上に第 2 電極膜 4 1 を形成する。これにより、第 1 基板 S 1、バッファ膜 4 2、第 1 電極膜 4 5、圧電体膜 4 3 及び第 2 電極膜 4 1 からなる積層体 L が形成される。圧電体膜 4 3 の成長の際には、結晶配向方向を分極方向 (0 0 1) と揃えた配向圧電体膜を作ることで、外部から電場を加えていなくても物質が電気双極子を生じる自発分極が発生する強誘電体膜を得ることができる。なお、積層体 L の形成には、エピタキシャル成長法として、スパッタ法、CVD法等の成膜法等を用いることができる。

【 0 0 5 4 】

第 1 基板 S 1 の材料は、その上に積層体 L が形成可能なものであれば特に限定されず、例えば、Si、MgO等を用いることができる。第 1 基板 S 1 の厚みは特に限定されず、例えば、100 ~ 3000 μm程度とすることができる。また、バッファ膜 4 2 の材料は、格子定数ミスマッチのコントロール及び、配向方向をコントロールし、圧電体膜 4 3 の結晶性を良くするようなものであれば特に限定されず、例えば、ZrO₂膜、Y₂O₃膜等を用いることができる。バッファ膜 4 2 の厚みは特に限定されず、例えば、0.003 ~ 0.1 μm程度とすることができる。

30

【 0 0 5 5 】

(第 2 積層体形成工程)

次に、積層体 (第 2 積層体) M を形成する (図 7 (a) 及び (b) 参照) 。まず、第 2 基板 S 2 を用意して、第 2 基板 S 2 上に下地膜 4 4 及び支持膜 4 8 を順次に積層させる。これらの層の積層には、蒸着、スパッタ、メッキなどの一般的な薄膜形成方法を用いることができる。これにより、第 2 基板 S 2、下地膜 4 4 及び支持膜 4 8 からなる積層体 M が形成される。

40

【 0 0 5 6 】

第 2 基板 S 2 の材料は、その上に積層体 M が形成可能なものであれば特に限定されず、例えば、Si、ガラス、アルミナ等のセラミックス等を用いることができる。第 2 基板 S 2 の厚みは特に限定されず、例えば、100 ~ 3000 μm程度とすることができる。また、下地膜 4 4 の材料は、第 2 基板 S 2 と支持膜 4 8 との間の密着性を確保できるものであれば特に限定されず、例えば、SRO、Cr等を用いることができる。下地膜 4 4 の厚

50

みは特に限定されず、例えば、 $0.01 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【0057】

(第3積層体形成工程)

この工程においては、まず、積層体Lの第2電極膜41上に接着膜47a、及び積層体Mの支持膜48上に接着膜47bを形成する(図8参照)。接着膜47a及び47bの形成には、例えばモノマーを気化させて支持膜48に蒸着すると同時に重合させる、いわゆる重合蒸着法を用いることができる。また、接着膜47a及び47bを構成する樹脂をスピコートにより塗布する方法等で形成することもできる。

【0058】

その後、第2電極膜41と支持膜48とが対向するように接着膜47a及び47bを重ね合わせ、加圧しながら熱硬化法により接着し、積層体L、接着膜47a及び47b、及び積層体Mからなる積層体Pを形成する(図9参照)。なお、接着膜47a及び47bは接着膜47を構成することになる。また、接着膜47の形成には、熱硬化法の他に、常温硬化型の接着剤を用いる方法や熱溶融型の接着剤等が用いられてもよく、接着膜47が、例えば紫外線(UV)硬化型のエポキシ樹脂である場合には、紫外線照射により接着する方法が好ましい。また、接着膜47a及び47bのうち的一方のみを形成して接着をしても実施は可能である。更に、工程において位置合わせが必要な場合は、熱硬化・紫外線硬化併用型接着剤の使用も好ましい。

【0059】

次に、積層体Lの第1基板S1を除去する(図9(a)及び(b)参照)。第1基板S1の除去には、第1基板S1としてSiの単結晶基板が用いられる本実施形態のような場合には、フッ硝酸によるウェットエッチング、または反応性イオンエッチング法(RIE法)等によるドライエッチングを用いることができる。なお、前段階の粗削りとして砥石研削(パチカル)やコロイダルシリカ(CMP)によるポリッシングや、軟質金属定盤(ズズ定盤など)を使ったダイヤモンドによるポリッシングにより基板除去をすることができる。その後、RIE法によって、バッファ膜42をエッチングする。これにより、積層体Lは、第1基板S1及びバッファ膜42が除去され、第2電極膜41、圧電体膜43及び第1電極膜45からなる積層体L2になる。

【0060】

(積層体加工工程)

次に、積層体Lを所望の形状に加工(パターンニング)する(図10(a)及び(b)参照)。この工程では、まずフォトリソグラフィ及びエッチング技術を用いて第1領域40a及び第2領域40bに対応する形状のレジストパターン(図示せず)を形成する。その後、このレジストパターンをマスクとしてマスクされていない領域を下地膜44が露出するまでエッチングし、レジストパターンを除去する。

【0061】

次に、第2電極膜41、圧電体膜43及び第1電極膜45の腐食を回避するためにこれらの層を覆うように樹脂膜49を形成する。樹脂膜49は、樹脂膜49を構成する樹脂材料を塗布した後にベークすることにより形成される。その後、樹脂膜49上の第1領域40a及び第2領域40bそれぞれの根元領域40Rに駆動電圧を印加するための電極41a、45a及び電極41b、45bを形成する。

【0062】

(第2基板除去工程)

次に、ウェットエッチングを行い、下地膜44を除去する(図11参照)。これにより、第2基板S2が積層体Mから除去される。その結果、積層体Pは、積層体L2、接着膜47及び支持膜48からなる積層体P2となる。以上の工程を経ることで、図4に示されている薄膜圧電アクチュエータ40が完成される。なお、下地膜44の材料として、例えば ZrO_2 膜、 Y_2O_3 膜等のような絶縁保護膜を用いてもよい。この場合、この下地膜44はパターンニングしないで、パターンニングされた積層体Pは、樹脂膜49側をワックス

10

20

30

40

50

等を介して何らかの基材に保持し、その後ドライエッチングあるいはウェットエッチング等により第2基板S2を除去し、その後ワックス等を溶かして素子を個片化してもよい。この場合には、素子の個片化の際に、上面に素子が存在しない下地膜44の部分は破れてなくなる。こうすることで、エッチング時の素子へのダメージを低減させることができる。

【0063】

本実施形態の薄膜圧電アクチュエータ40の製造方法によれば、積層体Lの形成工程において、熱、結晶格子定数の不整合等に起因して圧電体膜43と第1基板S1との間に生じる各種応力が、第1基板S1の除去工程における第1基板S1の除去により開放されて、その開放された各種応力が第2基板S2に転移される。このとき、圧電体膜43と第2基板S2との間に圧電体膜43より低いヤング率を有する材料からなる接着膜47a及び47bが介在されているため、第2基板S2に転移される各種応力が接着膜47により緩和される。そのため、本実施形態に係る製造方法により得られる薄膜圧電アクチュエータ40は単層の圧電積層体からなるものでありながらも、素子の反り及び屈曲変位が効果的に抑制される。

10

【0064】

また、接着膜47が第2電極膜41及び支持膜48により挟まれるように積層体Pが形成され、第2電極膜41及び支持膜48それぞれのヤング率が接着膜47のヤング率より高い。そのため、素子の反り及び屈曲変位が更に抑制され、圧電体膜43の変位量 $u(1)$ 阻害が抑制された支持体を形成することができる。また、単層の圧電積層体からなるため、製造コストが低減される。従って、本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ40の製造方法によれば、単層の圧電積層体による高性能化、高信頼性化及び低コスト化が実現可能な薄膜圧電アクチュエータを容易に製造することができる。

20

【0065】

また、積層体Lを製造する際に、第1電極膜45をエピタキシャル成長させる前に、第1基板S1上に上面が{111}ファセット面を有するバッファ膜42を形成することにより、結晶配向の高い第1電極膜45を得ることができる。また、これに伴って第1電極膜45上にエピタキシャル成長される圧電体膜43の結晶性をも改善することができ、薄膜圧電アクチュエータ40の信頼性を向上させることができる。

【0066】

また、積層体L、接着膜47a、接着膜47b及び積層体Mからなる積層体Pの形成には熱硬化法が用いられているが、第2電極膜41及び支持膜48それぞれの熱膨張係数が接着膜47の熱膨張係数より小さい。これにより、熱硬化により収縮が起こる際に、第2電極膜41及び支持膜48と接着膜47との熱膨張係数の差により接着膜47の中心方向に引張り応力が加わるため、応力が互いに相殺されて、積層体Pの反りがより低減される。

30

【0067】

更に、従来のような2層の圧電積層体構造の場合には、変位阻害となる両側の基板を除去した後でなければ素子の正しい特性を評価することができなかったが、本実施形態に係る製造方法では第2基板S2に接着膜47を介して形成された圧電体膜43をパターンニングするため、ウェハーレベルの測定でも素子の誘電率等の特性を正しく評価することができる。

40

【0068】

なお、変形例に係る薄膜圧電アクチュエータ40Aを形成するためには、積層体Mの形成工程において、下地膜44と支持膜48との間に樹脂膜46を更に形成し、積層体加工工程後、樹脂膜49を形成する際に樹脂膜49を構成する樹脂材料を接着膜47、支持膜48及び樹脂膜46を更に覆うように塗布、硬化することで形成することができる。

【0069】

本変形例に係る薄膜圧電アクチュエータ40Aの製造方法によれば、本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ40の製造方法と同様な効果が得られる他、以下のような効果を

50

更に奏することができる。すなわち、低減された積層体 P 2 の反りを更に相殺すると共に外部応力から積層体 P 2 の損傷を抑制することができる薄膜圧電アクチュエータを容易に製造することができる。

【 0 0 7 0 】

続いて、図 3 を参照して H G A 1 0 の組立工程の一例を説明する。まず、フレクシャ 3 0 をレーザスポット溶接にてサスペンションアーム 2 0 に固定する。また、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 をフレクシャ 3 0 に対して位置決めした後に、紫外線硬化型接着剤等により支持膜 4 8 が圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 と接するように固定する。その後、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の第 1 領域 4 0 a 上の電極 4 1 a と第 2 領域 4 0 b 上の電極 4 1 b とが逆相に交流印加されるように、圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 の後端部 3 6 b 上の対応する電極パッド 3 9 a ~ d に接続させる。続いて、ヘッドスライダ搭載領域 3 8 及び変位伝達板 3 3 にヘッドスライダ 5 0 を搭載させ接着剤等により固定し、ヘッドスライダ搭載領域 3 8 上の記録用電極及び再生用電極にヘッドスライダ 5 0 上の記録用パッド及び再生用パッドを接着することにより、H G A 1 0 が得られる。

10

【 0 0 7 1 】

上記の製造方法で得られた薄膜圧電アクチュエータ 4 0 を用いて H G A 1 0 に組み立てることで、高性能化、高信頼性化及び低コスト化が可能な H G A 1 0 を製作することができる。また、上記の H G A 1 0 の組み立てにおいては、支持膜 4 8 が圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 と接するように薄膜圧電アクチュエータ 4 0 を圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 に固定するため、変位伝達板 3 3 の下面側に薄膜圧電アクチュエータ 4 0 の第 1 電極膜 4 5 が位置されることになるが、薄膜圧電アクチュエータ 4 0 は電圧の印加を受けると長手方向に変位するように設計されているため、第 1 電極膜 4 5 が圧電アクチュエータ搭載領域 3 6 に近い向きに薄膜圧電アクチュエータ 4 0 を搭載しても、H G A 1 0 の機能に差は生じない。

20

【 0 0 7 2 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明してきたが、上記実施形態は本発明の要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータ 4 0 においては、接着膜 4 7 a , 4 7 b がエポキシ樹脂からなるものであるが、これに限定されず、ヤング率が圧電体膜 4 3 より小さい限り、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、ポリイミドシリコン樹脂、フッ素樹脂などであってもよい。

30

【 0 0 7 3 】

また、第 2 電極膜 4 1 及び支持膜 4 8 は、上記に開示内容に限定されることはなく、接着膜 4 7 a , 4 7 b に比べて高いヤング率を有する硬質材であり、接着膜 4 7 a , 4 7 b に比べて低い熱膨張係数を有するものであれば、セラミック等であってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 4 】

【 図 1 】 本実施形態に係る H G A を備えたハードディスク装置を示す図である。

40

【 図 2 】 図 1 に示されている H G A の拡大斜視図である。

【 図 3 】 図 2 に示されている H G A の斜視分解図である。

【 図 4 】 本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータを示す図である。

【 図 5 】 変形例に係る薄膜圧電アクチュエータを示す図である。

【 図 6 】 本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

【 図 7 】 本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

【 図 8 】 本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

50

【図9】本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

【図10】本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

【図11】本実施形態に係る薄膜圧電アクチュエータの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

【符号の説明】

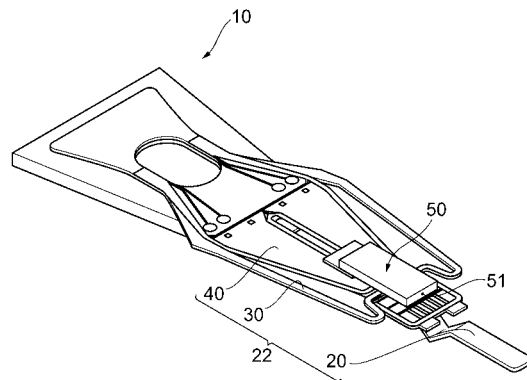
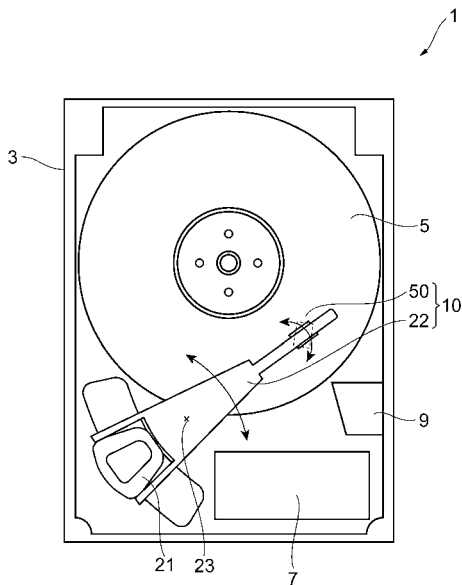
【0075】

S1...第1基板、S2...第2基板、P,L,M...積層体、10...ヘッドジンバルアセンブリ、22...サスペンション、40...薄膜圧電アクチュエータ、41...第2電極膜、43...圧電体膜、45...第1電極膜、44...下地膜、47,47a,47b...接着膜、48...支持膜、50...ヘッドスライダ、51...薄膜磁気ヘッド。

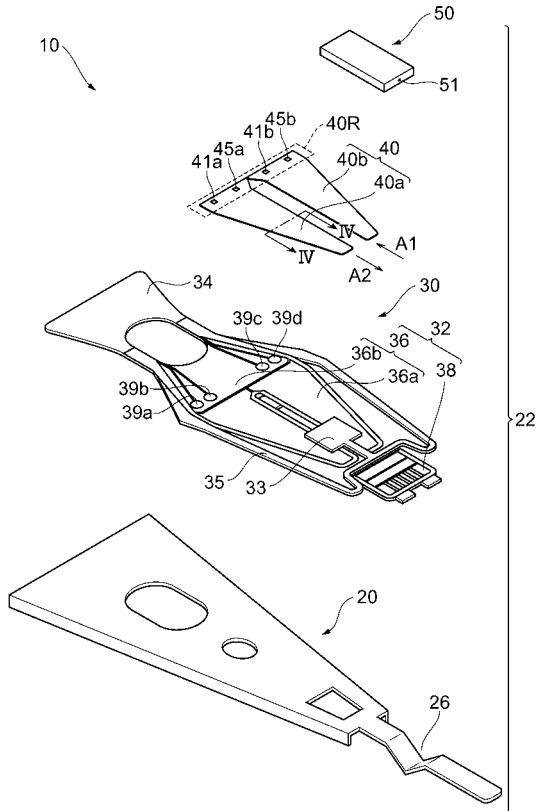
10

【図1】

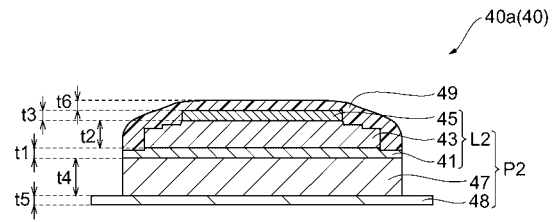
【図2】



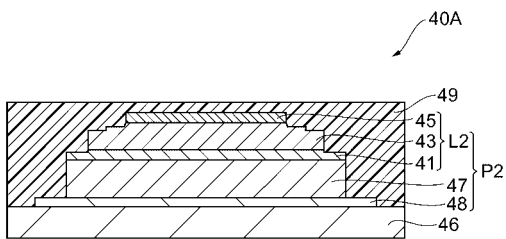
【 図 3 】



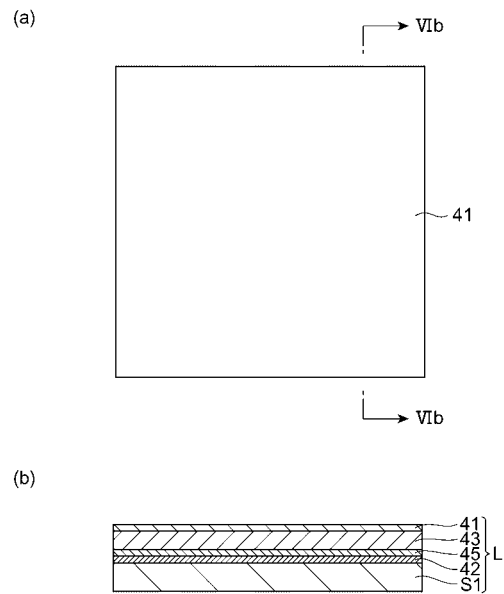
【 図 4 】



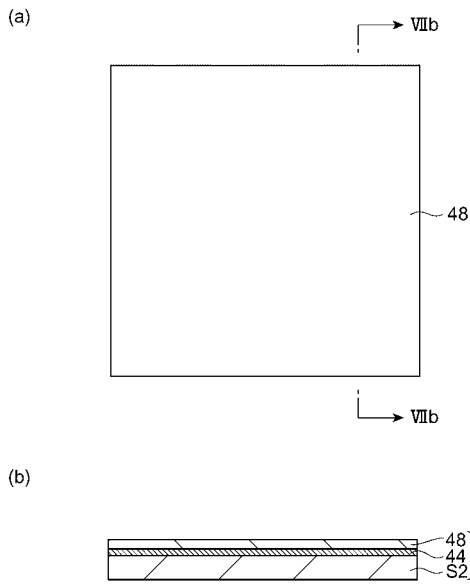
【 図 5 】



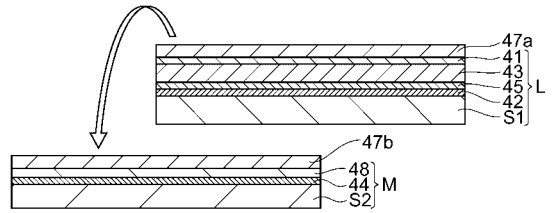
【 図 6 】



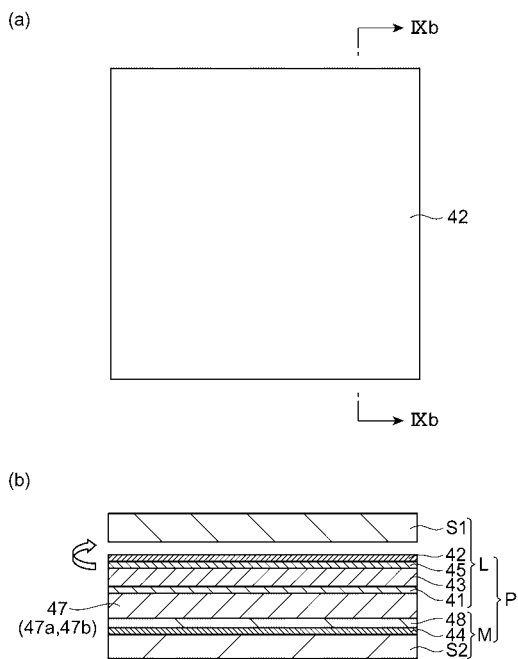
【 図 7 】



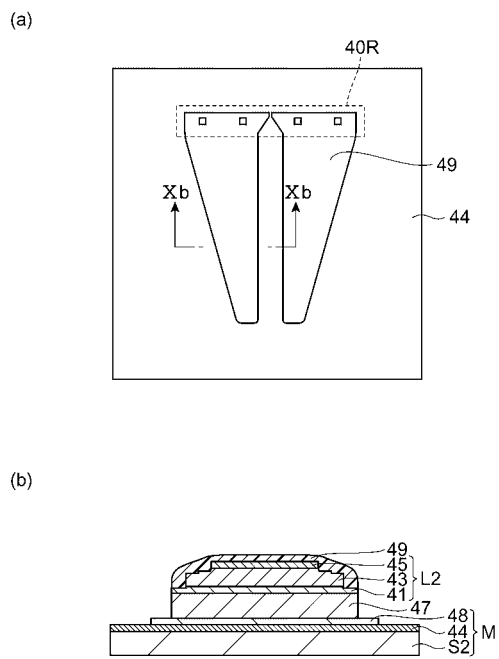
【 図 8 】



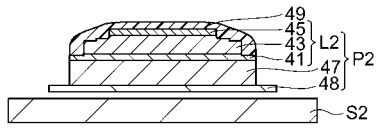
【 図 9 】



【 図 10 】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 1 1 B 21/21 D

- (74)代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
- (74)代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
- (74)代理人 100124062
弁理士 三上 敬史
- (74)代理人 100145012
弁理士 石坂 泰紀
- (72)発明者 秦 健次郎
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 佐々木 宏文
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 倉知 克行
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

審査官 河合 俊英

- (56)参考文献 特開2007-095275(JP,A)
特開2002-237626(JP,A)
特開2002-251853(JP,A)
特開2008-211140(JP,A)
特開2006-303044(JP,A)
特開2007-013009(JP,A)
特開平10-211701(JP,A)
特開2002-026412(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 1 L | 4 1 / 0 9 |
| G 1 1 B | 2 1 / 1 0 |
| G 1 1 B | 2 1 / 2 1 |
| H 0 1 L | 4 1 / 1 8 |
| H 0 1 L | 4 1 / 2 2 |