(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5245960号
(P5245960)

(45)発行日　平成25年7月24日(2013.7.24)　(24)登録日　平成25年4月19日(2013.4.19)

(51)Int.Cl.　F I
G11B 21/21 (2006.01)　G11B 21/21 E
G11B 21/21 101Z
G11B 21/21 101L

請求項の数 5　(全 38 頁)

(21)出願番号　特願2009-67861(P2009-67861)
(22)出願日　平成21年3月19日(2009.3.19)
(65)公開番号　特開2010-225187(P2010-225187A)
(43)公開日　平成22年10月7日(2010.10.7)
審査請求日　平成23年11月7日(2011.11.7)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100108187
弁理士　横山　淳一
(72)発明者　梅宮　茂良
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内
(72)発明者　青木　剛
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内
(72)発明者　栗原　和明
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ヘッドスライダ、ヘッドスライダの製造方法、及び記憶装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
スライダ基板の浮上面と交差する前記スライダ基板の端面上に固定端が固設され、可動端に固定された磁気ヘッドを前記スライダ基板の端面に沿って前記浮上面の上下方向に駆動するアクチュエータを備えたヘッドスライダにおいて、
前記アクチュエータは、
底面が前記固定端として前記スライダ基板の端面上に固定され、上面が前記可動端側に突出し、前記浮上面に平行に延在するメサストライプ形状を有し、前記浮上面の上下方向に互いに交互に配置された第１圧電体および第２圧電体と、
前記固定端から前記可動端へ向かう方向と平行方向に分極された前記第１圧電体の一方の側面に設けられた第１電極（９ａ、９ｃ）と、
前記第１圧電体の前記他方の側面に設けられた第２電極（１０ａ、１０ｃ）と、
前記浮上面の上下方向に分極された前記第２圧電体の前記一方の側面に設けられた第１電極（９ｂ、９ｄ）と、
前記第２圧電体の前記他方の側面に設けられ、前記第２圧電体の変形を拘束する第２電極（１０ｂ、１０ｄ）と、を備え、
前記第１電極（９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ）と前記第２電極（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ）間に電界が印加されると、前記第１圧電体はｄ１５モードの変位を生じ、同時に前記第２圧電体はｄ３１モードの変位を生ずる、
ことを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項２】
前記第１電極（９ｂ、９ｄ）および前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）は同一の導電材料からなり、
前記第１電極（９ｂ、９ｄ）から前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）へ向かう方向の前記第１電極（９ｂ、９ｄ）の厚さは、前記第１電極（９ｂ、９ｄ）から前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）へ向かう方向の前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項１に記載のヘッドスライダ。
【請求項３】
前記第１電極（９ｂ、９ｄ）から前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）へ向かう方向の前記第２圧電体の厚さは、前記第１電極（９ａ、９ｃ）から前記第２電極（１０ａ、１０ｃ）へ向かう方向の前記第１圧電体の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項１又は２に記載のヘッドスライダ。
【請求項４】
磁気情報を記録するための磁気記憶媒体と、
前記磁気記憶媒体への読み出し書き込みを行う磁気ヘッドと、
スライダ基板の浮上面と交差するスライダ基板端面上に固定端が固設され、可動端に固定された前記磁気ヘッドを前記スライダ基板端面に沿って前記浮上面の上下方向に駆動するアクチュエータを備えたヘッドスライダとを有する記憶装置において、
前記アクチュエータは、
底面が前記固定端として前記スライダ基板の端面上に固定され、上面が前記可動端側に突出し、前記浮上面に平行に延在するメサストライプ形状を有し、前記浮上面の上下方向に互いに交互に配置された第１圧電体および第２圧電体と、
前記固定端から前記可動端へ向かう方向と平行方向に分極された前記第１圧電体の両側面のうちの一方の側の側面に設けられた第１電極（９ａ、９ｃ）と、
前記第１圧電体の他方の側の側面に設けられた第２電極（１０ａ、１０ｃ）と、
前記浮上面の上下方向に分極された前記第２圧電体の前記一方の側の側面に設けられた第１電極（９ｂ、９ｄ）と、
前記第２圧電体の前記他方の側の側面に設けられ、前記第２圧電体の変形を拘束する第２電極（１０ｂ、１０ｄ）と、を備え、
前記第１電極（９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ）と前記第２電極（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ）間に電界が印加されると、前記第１圧電体はｄ１５モードの変位を生じ、同時に前記第２圧電体はｄ３１モードの変位を生ずる、
ことを特徴とする記憶装置。
【請求項５】
スライダ基板に形成されるべき浮上面に交差するな端面を有する前記スライダ基板の前記端面上に、下部電極（３３）、圧電体層および上部電極（４３）を順次形成する工程と、
前記下部電極（３３）および前記上部電極（４３）間に電圧を印加して、前記圧電体層を前記端面の垂直方向に分極する工程と、
前記上部電極（４３）を除去した後、前記圧電体層をドライエッチングすることにより、上面が前記端面の垂直方向に突出しかつ前記浮上面に平行に延在するメサストライプ形状を有する第１圧電体と、前記第１圧電体より幅狭の前記メサストライプ形状を有する第２圧電体とを、前記第１圧電体と前記第２圧電体とが前記浮上面の上下方向に交互に配置されるように形成する工程と、
前記第１および第２圧電体の間を金属で埋め込む工程と、
前記金属をエッチングして、前記第２圧電体の一方の側面に設けられ、前記第２圧電体の変形を拘束する前記金属からなる第２電極（１０ｂ、１０ｄ）と、前記第２圧電体の他方の側面および前記第１圧電体の両側面にそれぞれ設けられた、前記第２電極（１０ｂ、１０ｄ）より薄い前記金属からなる第１電極（９ｂ、９ｄ）、第１電極(９ａ、９ｃ)および第２電極(１０ａ、１０ｃ)とを形成する工程と、

前記第１および第２圧電体の前記上面上に、磁気ヘッドを形成する工程と、
前記第１電極（９ｂ、９ｄ）および第２電極（１０ｂ、１０ｄ）間に電圧を印加して、前記浮上面の垂直方向に前期第２圧電体を分極する工程と、
を有することを特徴とするヘッドスライダの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、浮上量制御用の圧電アクチュエータを備えるヘッドスライダ、そのヘッドスライダの製造方法、及びそのヘッドスライダを備える記憶装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、情報機器の小型化、精密化が進んでいる。情報を蓄積するためのディスクを回転させ、ディスクの表面に記録ヘッドを浮上させ、ディスクの情報を読み出す／または書き込む記憶装置において、ディスクの記録密度が増大する傾向にある。記録密度が増大傾向にあるディスクに読み出し及び書き込みを行うため、ヘッドーディスク間の距離（浮上量）は短くなる傾向にある。特に磁気ディスクにおいては、記録密度の進歩が著しく、現状、浮上量が１０ｎｍ程度又はそれ以下である。このように浮上量が小さい磁気ディスク装置において、磁気ヘッドの読み書き動作時における浮上量変動の影響は大きい。
【０００３】
この問題を解決するために、浮上量をコントロールするための様々な微小移動機構が提案されている。浮上量制御の１つの方法として、例えば、ヒータ回路をヘッドスライダに搭載し、記録ヘッドの熱膨張を利用してスライダ基板の浮上面（ディスクに対向する面）に対して記録ヘッドを突出させる方法が提案されている。しかし、ヒータ回路を用いた制御は、ヒータのＯＮ、ＯＦＦによる２値制御である。また、記録ヘッドの熱応答の遅延などがあり、記録ヘッドの突き出し動作を高速で行うのは困難である。
【０００４】
浮上量制御における別の方法として、例えば、圧電素子を利用する方法が提案されている。通電によって圧電素子を変形させ、この圧電素子の変形によって記録ヘッドの突き出し動作を行う。圧電アクチュエータによる浮上量の制御は連続制御が可能で、熱アクチュエータと比べて高速な応答が可能である。しかし、記録ヘッドの突き出しを高速で行うことができ、圧電体へ印加する電圧あたりの変位量が大きく、且つ組み込みプロセス及び設計が容易な微小移動機構は開発されていない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００５－１１４１３号公報
【特許文献２】特開２０００－３４８３２１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明は、記憶装置の動作中、ディスクーヘッド間の距離（浮上量）を維持することが可能で、組み込みプロセス及び設計が容易なヘッドスライダ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】
本発明の一側面によると、
スライダ基板の浮上面と交差する前記スライダ基板の端面上に固定端が固設され、可動端に固定された磁気ヘッドを前記スライダ基板の端面に沿って前記浮上面の上下方向に駆動するアクチュエータを備えたヘッドスライダにおいて、
前記アクチュエータは、

底面が前記固定端として前記スライダ基板の端面上に固定され、上面が前記可動端側に突出し、前記浮上面に平行に延在するメサストライプ形状を有し、前記浮上面の上下方向に互いに交互に配置された第１圧電体および第２圧電体と、
前記固定端から前記可動端へ向かう方向と平行方向に分極された前記第１圧電体の一方の側面に設けられた第１電極（９ａ、９ｃ）と、
前記第１圧電体の前記他方の側面に設けられた第２電極（１０ａ、１０ｃ）と、
前記浮上面の上下方向に分極された前記第２圧電体の前記一方の側面に設けられた第１電極（９ｂ、９ｄ）と、
前記第２圧電体の前記他方の側面に設けられ、前記第２圧電体の変形を拘束する第２電極（１０ｂ、１０ｄ）と、を備え、
前記第１電極（９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ）と前記第２電極（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ）間に電界が印加されると、前記第１圧電体はｄ１５モードの変位を生じ、同時に前記第２圧電体はｄ３１モードの変位を生ずる、
ことを特徴とするヘッドスライダが提供される。

【発明の効果】

【０００８】

本発明のヘッドスライダは、記憶装置の動作中、ディスクとヘッドと間の距離（浮上量）を維持することができ、その設計及び製造が容易である。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】磁気ディスク装置の内部を示す平面図であり、図２は、磁気ディスク装置を制御する回路の概略構成を示す図である。
【図２】磁気ディスク装置を制御する回路の概略構成を示す図である。
【図３】磁気ヘッド支持体を示した図である。
【図４】第１及び第２実施形態のヘッドスライダの概略構造を示す斜視図である。
【図５】図４のヘッドスライダにおいて、断面Ａにおける模式的断面図である。
【図６】作動部の変形を説明するための模式的断面図である。
【図７】図４、図５におけるヘッドスライダのアクチュエータについて、電極、接続部、電極線、及び電極パッドの配置のみを示した斜視図である。
【図８】図４のヘッドスライダにおいて、断面Ａにおける模式的断面図である。
【図９】サスペンションを示す図である。
【図１０】浮上量を一定に制御するフローチャートの一例である。
【図１１】第１実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。
【図１２】第１実施形態のヘッドスライダの製造方法の変形例を示す断面図である。
【図１３】第２実施形態のヘッドスライダを構成するアクチュエータを示した斜視図である。
【図１４】第２実施形態のヘッドスライダの作動部の形状を示した斜視図である。
【図１５】ｄ１５モードの変位を生じる圧電体を持つアクチュエータを示す断面模式図である。
【図１６】図１５のアクチュエータの作動部に電圧を印加したときの形状を示す断面模式図である。
【図１７】第３及び第４シミュレーションで用いたアクチュエータのサイズ等の構造パラメータを示す図である。
【図１８】第２実施形態のヘッドスライダの作動部を構成する電極に電位を供給するための配線パターンの一例を示す断面図である。
【図１９】第２実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。
【図２０】第２実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。
【図２１】第２実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

－磁気ディスク装置－

本発明のヘッドスライダを搭載した磁気ディスク装置（記憶装置）について説明する。図１は、磁気ディスク装置の内部を示す平面図であり、図２は、磁気ディスク装置を制御する回路の概略構成を示す図である。

【００１１】

図１に示した磁気ディスク装置１０１はハードディスクドライブ（ＨＤＤ）であり、外装としてハウジング１０２を有する。ハウジング１０２の内部には、回転軸１０３に装着されて回転する磁気ディスク１０４と、磁気ディスク１０４に対して情報記録と情報再生を行う磁気ヘッドが搭載されたスライダ１０５と、スライダ１０５を保持するサスペンション１０６と、サスペンション１０６が固定されてアーム軸１０７を中心に磁気ディスク４の表面に沿って移動するキャリッジアーム１０８と、キャリッジアーム１０８を駆動する電磁アクチュエータ１０９とが設けられている。なお、ハウジング１０２にはカバー（図示せず）が取り付けられて、ハウジング１０２とカバーで形成された内部空間に上述の構成部品が収容される。

【００１２】

磁気ディスク装置１０１は更に、図２に示すように、磁気ディスク装置１０１の動作を制御する制御部１１０を有する。制御部１１０は、例えばハウジング１０２内部に設けられたコントロールボード（不図示）に搭載される。制御部１１０は、図２に示すように、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）１１２、ＣＰＵ１１２が処理するデータ等を一時的に記憶させておくＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）１１４、制御用のプログラム等を格納するＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）１１５、外部に対して信号の入出力を行う入出力回路１１９、これらの回路間で信号を伝送するバス１１７等から構成される。

【００１３】

また、図２に示すように、スライダ１０５はスライダ基板１０５ａに形成されたヘッド部１０５ｂを有する。ヘッド部１０５ｂは、磁気ディスク１０４に対し記録用の磁界を発生する記録用の磁極や、磁気ディスク１０４に記録された磁気情報を読み取るためのセンサが設けられたヘッド素子１０５ｄを備える。ヘッド素子１０５ｄは、例えば、制御部１１０内の入出力回路１１９と配線１１１ａ、１１１ｂに接続され、磁気ディスク１０４への情報の記録（ライト動作）及び磁気ディスク４に記憶された情報の再生（リード動作）を行う。このリード動作またはライト動作を行なう際に、電磁アクチュエータ９によってキャリッジアーム８が駆動され、ヘッド素子１０５ｄを磁気ディスク１０４上の所望のトラックに移動する。

【００１４】

リード動作及びライト動作は、具体的に次のように行なわれる。ライト動作時には、制御部１１０によって、電気信号（電気的な記録信号）がヘッド素子１０５ｄに入力される。ヘッド素子１０５ｄは、当該記録信号に応じた磁界を磁気ディスク１０４の各微小領域に印加し、記録信号に担持された情報を（各微小領域の磁化方向に置き換えて）記録する。リード動作時には、ヘッド素子１０５ｄが、各微小領域に記録された情報を、各微小領域の磁化に応じた電気信号（電気的な再生信号）として取り出す。

【００１５】

また、ＣＰＵ１１２は、サスペンション１０６の曲げ部に設けられた圧電デバイスによって、当該曲げ部の曲げ角度を微小変位させ、スライダ１０５に設けられた磁気ヘッドの浮上量を高精度に制御する。

【００１６】

－磁気ヘッド支持体－

図３は、磁気ヘッド支持体（ｈｅａｄ　ｇｉｍｂａｌ　ａｓｓｅｍｂｌｙ：ＨＧＡ）を示した図である。図３（ａ）が磁気ヘッド支持体の斜視図であり、図３（ｂ）が磁気ヘッド支持体を図３に示すＸ方向を向いて見た図である。なお、図３に示されるように、浮上面に垂直で磁気ディスクから遠ざかる方向をＺ方向、Ｘ軸及びＺ軸に垂直な方向をＹ方向

とする。以後の図面におけるＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸は図３の方向に従うものとする。

【００１７】

図３に示すように、磁気ヘッド支持体１２０とは、一般に、サスペンション１０６にベースプレート１２２及びヘッドスライダ１０５等を取り付けた構造体のことをいうが、ベースプレート１２２及びヘッドスライダ１０５を取り付ける前の状態、すなわち、サスペンション１０６のみを磁気ヘッド支持体という場合もある。更には、サスペンション１０６にベースプレート１２２又はヘッドスライダ１０５のいずれか一方を取り付けた構造体のことを、磁気ヘッド支持体１２０という場合もある。ここで、サスペンション１０６は、例えば厚さ２０μｍのステンレス鋼からなる板状部材である。サスペンション１０６のキャリッジアーム１０８側の一端にはベースプレート１２２が接合され、他方の端（先端部１０６ｐ）には、ヘッドスライダ１０５が取り付けられる。より具体的には、例えば、ヘッドスライダ１０５は、サスペンション１０６の先端部１０６ｐに設けられたジンバル（ｇｉｍｂａｌ）１０６ｇに固定される。なお、ヘッドスライダ１０５は磁気ディスク表面１０４ｃと対向する位置に配置される。また、サスペンション１０６上に、浮上量の変動を検知するため圧電材料からなる加速度センサ１２３が設けられている。

【００１８】

また、図３（ｂ）に示すように、磁気ディスクが矢印Ｃの方向に回転することによって、矢印Ａｉｒの方向に空気流が生じ、ヘッドスライダの浮上面（磁気ディスクと対向する面）１０５ｆの下側へ空気が流入する。この空気流によるヘッドスライダの浮上面への揚力と、サスペンションのバネによりヘッドスライダをディスク方向に押し付ける力とが均衡する。ヘッド部（図示せず）において磁気ディスク１０４ｃに対し記録用の磁界を発生する記録用の磁極や、磁気ディスク１０４ｃに記録された磁気情報を読み取るためのセンサが設けられたヘッド素子１０５ｄ（図示せず）の浮上面１０５ｆ側の面と磁気ディスク１０４ｃとの距離（スペーシング方向Ｓの距離：浮上量）は一定に保たれる。

【００１９】

－第１実施形態のヘッドスライダ－

図４は、第１実施形態のヘッドスライダの概略構造を示す斜視図である。図４に示すように、アクチュエータ１０５ｃはスライダ基板１０５ａの端部に配置される。また、アクチュエータ１０５ｃを挟んでスライダ基板１０５ａの反対側には、ヘッド素子１０５ｄが設けられたヘッド部１０５ｂが配置されている。すなわち、ヘッド部１０５ｂはアクチュエータ１０５ｃを挟んでスライダ基板１０５ａの反対側に位置している。

【００２０】

スライダ基板１０５ａは、例えばアルチック（Al_2O_3－ＴｉＣ）材などのセラミックから構成される。アルチック材はアルミナ（Al_2O_3）と炭化チタン（ＴｉＣ）の焼成物である。

【００２１】

ヘッド部１０５ｂは、記憶装置内において、記憶媒体に情報を記録する又は記録媒体の情報を再生するために設けられる。ヘッド部１０５ｂは、ヘッド素子１０５ｄ、及びヘッド素子１０５ｄの周りに設けられる絶縁部３７を備える。ヘッド部１０５ｂの厚さは、例えば３０μｍ程度である。

【００２２】

ヘッド素子１０５ｄは、記憶装置内部において、記憶媒体に情報を記録する又は再生するために設けられる素子である。例えば、磁気ディスク装置に用いられる素子としては、記録媒体に情報を書き込む働きを有する記録素子、及び記録媒体に記録された磁気情報を電気信号として取り出す働きを有する、再生素子が挙げられる。記録素子は、例えば、ライトコイル、主磁極層、及び補助磁極層を含んでなる。ライトコイルは磁束を発生させる機能を有する。主磁極層は、ライトコイルにおいて発生した磁束を収容し、その磁束を磁気ディスクに向けて放出する機能を有する。補助磁極層は主磁極層から放出された磁束を磁気ディスクを経由して環流させる機能を有する。再生素子として、例えばＭＲ素子（磁気抵抗効果素子）などが挙げられる。ヘッド素子１０５ｄは記録素子及び再生素子のうち

少なくとも一方を有していればよく、その両方を有していてもよい。

【００２３】

ヘッド部１０５ｂには、例えば、図４に示すように、アクチュエータ１０５ｃに対して電圧を印加するための外部端子４４及び４７が設けられる。

【００２４】

絶縁部３７は、アクチュエータ１０５ｃとヘッド部１０５ｂとの間、及び複数の素子間を電気的且つ磁気的に絶縁するために設けられる。絶縁部３７は、絶縁材料からなる、例えば厚さ１～５０μｍ程度の膜である。絶縁部３７に使用可能な材料としては、例えばアルミナ（Al_2O_3）、酸化ケイ素（SiO_2）、酸化チタン（TiO_2）等の金属酸化物など、非磁性且つ非導電性の材料が挙げられる。

【００２５】

ヘッド部１０５ｂの層構成は特に限定されるものではなく、磁気記憶装置に用いられる磁気ヘッドを用途に合わせて設けることができる。ヘッド部１０５ｂの層構成及び製造方法の詳細については本明細書では省略する。

【００２６】

図５は、図４のヘッドスライダにおいて、断面Ａにおける模式的断面図である。アクチュエータ１０５ｃとスライダ基板１０５ａとの間には絶縁層６ｚが設けられている。絶縁層６ｚとスライダ基板１０５ａとの間には、更に電極３３が設けられている。スライダ基板１０５ａとアクチュエータ１０５ｃとの間には、更にスライダ基板１０５ａとの間を電気的に絶縁するための絶縁層３４が設けられている。

【００２７】

アクチュエータ１０５ｃは、記憶装置内部において作動させることにより、記憶媒体１０４とヘッド素子１０５ｄの浮上面との間の間隔を制御する働きを有する。アクチュエータ１０５ｃは、圧電体６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ（以下、圧電体６と総称する場合がある。）、第１電極９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄ（以下、第１電極９と総称する場合がある。）、第２電極１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ（以下、第２電極１０と総称する場合がある。）、樹脂１１ａ、１１ｂ、１１ｃ、１１ｄ、１１ｅ（以下、樹脂１１と総称する場合がある。）を含んでなる。圧電体６は、弾力性を有する第１電極９と第２電極１０とからなる一対の電極に挟まれている。この一対の電極９、１０と圧電体６からなる部分１８ａ、１８ｂ、１８ｃ、１８ｄは、本発明のヘッドスライダにおける作動部（圧電素子）に対応する。以下、この部分１８ａ、１８ｂ、１８ｃ、１８ｄを作動部１８と総称する場合がある。

【００２８】

なお、記憶装置の内部において、磁気ディスクに対向する面、すなわち浮上面１０５ｆは、通常、図５における浮上面１０５ｆｆの位置まで研磨される。

【００２９】

作動部１８は、圧電体６の分極方向と垂直に電圧を印加することによりｄ１５モード（圧電剪断効果）の変位に基づき変形する作動部１８ａ、１８ｃと、圧電体６の分極方向に電圧を印加することにより圧電体６のｄ３１モード（圧電横効果）の変位を応用した変形を生じる作動部１８ｂ、１８ｄとから構成される。図６は、作動部（圧電素子）の変形を説明するための模式的断面図である。

【００３０】

図６（ａ）、（ｂ）はｄ１５モードの変位を生じる圧電素子１３ａの模式的断面図である。圧電体６は電極１９、２０に挟まれている。電極１９、２０は、圧電体６に対して、圧電体６の分極の向きＰＡと交差する方向に電界ＥＡを印加することができる。電極１９、２０は、圧電体６に対して、圧電体６の分極ＰＡの方向に垂直な方向に電界ＥＡを印加することが、圧電アクチュエータ１０の変形量を大きくする点から好ましい。２つの電極１９、２０が電位差を与えられることにより、圧電体６はｄ１５モードの変位（剪断変位）を生じる。分極の方向、及び電界印加方向の両方を逆にしても、剪断変位の方向は同じである。分極の方向、もしくは電界印加方向の一方を逆にすると、剪断変位の方向も逆になる。

【００３１】
図６（ｃ）、（ｄ）はｄ３１モードの変位を生じる圧電素子１３ｂの模式的断面図である。圧電体６は電極２９、３０に挟まれている。電極２９は圧電体６を支えることにより圧電体６の変位方向を変える働きを有する。電極２９は、電極３０よりも外力に対して変形しにくい。この変形しにくさは、電極のヤング率（伸び弾性率）と、厚さとの積で定量的に表すことができる。電極２９と電極３０は製造が容易な点から通常同じ材料で構成される。このとき、電極２９は電極３０よりも厚い。電極２９、３０は、圧電体６に対して、圧電体６の分極の向きＰＢに沿った電界ＥＢを印加することができる。電界ＥＢによって、圧電体６に電界ＥＢと垂直な方向に縮む力が働くが、電極２９および電極３０が圧電体６の変形を拘束しようとする。電極２９と電極３０とでは電極２９の方が剛性が高いため、圧電体６の電極２９に近い側は変形量が小さい。その結果、図６（ｄ）のごとく電極２９を上向きとする凸形状に変形する。分極の方向及び電界印加方向の両方を逆にしても、圧電体６は同じ方向に縮む力が働くため、変形は同様である。

【００３２】
圧電体６は、圧電材料からなる。この圧電体６に使用可能な圧電材料としては、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（Ｐｂ（Ｚｒ，Ｔｉ）O_3：ＰＺＴ）、或いは、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛（（Ｐｂ，Ｌａ）（Ｚｒ，Ｔｉ）O_3：ＰＬＺＴ）、Ｎｂ添加ＰＺＴ、さらにはＰＮＮ－ＰＺＴ｛Ｐｂ（Ｎｉ，Ｎｂ）O_3－ＰｂTiO_3－ＰｂZrO_3｝、ＰＭＮ－ＰＺＴ｛Ｐｂ（Ｍｇ，Ｎｂ）O_3－ＰｂTiO_3－ＰｂZrO_3｝等のペロブスカイト酸化物が挙げられる。また、これら材料の他に、ニオブ酸カリウム（$KNbO_3$）や窒化アルミニウム（ＡｌＮ）なども使用可能である。

【００３３】
電極１９、２０、２９，３０（第１電極９及び第２電極１０）に使用可能な材料として、導電性の材料が挙げられる。例えば、ニッケル（Ｎｉ）、白金（Ｐｔ）、イリジウム（Ｉｒ）、クロム（Ｃｒ）、銅（Ｃｕ）等の金属が挙げられ、更に、窒化チタン（ＴｉＮ）等の窒化物、炭化タングステン（ＷＣ）等の炭化物、或いは、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）等の酸化物も使用可能である。

【００３４】
再び図５を用いて、第１実施形態のヘッドスライダを説明する。第１実施形態のヘッドスライダは、作動部１８の一方の端に基板１０５ａが配置され、もう一方の端にはヘッド部１０５ｂが配置されている。アクチュエータ１０５ｃの浮上面側からｄ１５モードの変位を生じる作動部とｄ３１モードの変位を生じる作動部とが交互に配置されている。ｄ１５モードの変位を生じる作動部１８ａ、１８ｃに含まれる圧電体６ａ、６ｃの主面（ｍａｊｏｒ　ｓｕｒｆａｃｅ）は、ｄ３１モードの変位を生じる作動部１８ｂ、１８ｄに含まれる圧電体６ｂ、６ｄの主面、および浮上面１０５ｆと略平行である。換言すれば、ｄ１５モードの変位を生じる圧電体の主面、及びｄ３１モードの変位を生じる圧電体の主面が、浮上面のほうを向くように配置される。

【００３５】
各作動部１８の主面に隣接するように、第１電極９及び第２電極１０が設けられている。ｄ３１モードの作動部１８ｂ、１８ｄに含まれる電極のうち、浮上面から遠い第２電極１０ｂ、１０ｄは第１電極９ｂ、９ｄよりもそれぞれ厚い。一方、ｄ１５モードの作動部１８ａ、１８ｂに含まれる第１電極９ａ、９ｂ、及び第２電極１０ａ、１０ｂの厚さの関係は特に限定されるものではなく、第１電極９ａ、９ｂの厚さと第２電極１０ａ、１０ｂの厚さとは同じであっても異なっていてもよい。

【００３６】
ｄ１５モードの変位を生じる作動部１８ａ、１８ｃを構成する圧電体６ａ、６ｃは、予め、セラミックス基板１０５ａからヘッド部１０５ｂへ向かう方向に分極させておく。ｄ３１モードの変位を生じる作動部１８ｂ、１８ｄに含まれる圧電体６ｂ、６ｄは、通常、圧電体６ａ、６ｃを分極させる際に同様の方向に分極する。しかし、第１電極９ｂから第２電極１０ｂに向かって抗電解以上の電界が印加されることにより、第１電極９ｂから第

２電極１０ｂに向かう（セラミックス基板１０５ａからヘッド部１０５ｂへ向かう方向と交差する）方向に分極させることができる。

【００３７】

ｄ１５モードの変位を生じる圧電体６ａ、６ｃと、ｄ３１モードの変位を生じる圧電体６ｂ、６ｄとは、ヘッド部１０５ｂに、スライダ基板１０５ａを基準として、スライダ基板１０５ａのアクチュエータが設けられた面内の略同一方向に向かって変位Ｓを生じさせる。

【００３８】

隣り合う作動部１８の間には樹脂１１が配置されている。（例えば、作動部１８ａと１８ｂとの間には樹脂１１ｂが配置されている。）樹脂１１は、電気的な絶縁性を有し、圧電材料以外の材料からなり、且つ第１電極９、第２電極１０及び圧電体６よりも変形しやすい（柔軟性が高い）ものが好ましい。樹脂１１に使用可能な材料は、例えば、ウレタン、ポリイミド、エポキシ、アラミド系樹脂等が挙げられ、耐熱性の点から、ポリイミド系樹脂が好ましく用いられる。また、圧電体よりヤング率が低い絶縁材料であれば、樹脂以外の材料も使用できる。例えば、発泡ガラスなどの微小の気泡を多く含むセラミックスでも良い。また、樹脂１１の部分が空隙であってもよい。

【００３９】

第１電極９及び第２電極１０に電位を印加するため、第１電極９及び第２電極１０とそれぞれ電気的に接続したビアなどの配線（図示せず）が設けられる。この配線が複雑にならない点から、第２電極１０ａと第１電極９ｂ、第２電極１０ｂと第１電極９ｃ、及び第２電極１０ｃと第１電極９ｄがそれぞれ接続部２１ａ、２１ｂ、２１ｃで電気的に接続されていることが好ましい。また、ｄ３１モードの変位を生じる圧電体６ｂ、６ｄへ分極方向が変化させるのに必要な電界である抗電解以上の電界を印加しｄ１５モードの変位を生じる圧電体６ａ、６ｃへ抗電解以上の電界を印加しないようにするため、ｄ３１モードの変位を生じる圧電体６ｂ、６ｄの浮上面に垂直な方向の長さはｄ１５モードの変位を生じる圧電体６ａ、６ｃのそれよりも小さいことが好ましく、圧電体６ａ、６ｃのそれの１／２以下であることがより好ましい。

【００４０】

図７は、図４、図５におけるヘッドスライダのアクチュエータ１０５ｃについて、第１電極９、第２電極１０、接続部２１ａ～２１ｃ、電極線１５、１６、及び電極パッド１４、１７の配置のみを示した斜視図である。

【００４１】

電極パッド１４は、図４における外部端子４４（図示せず）と電気的に接続されている。電極線１５は、電極パッド１４と電気的に接続している。電極線１５は、複数の箇所で分岐し、第１電極９ａ、接続部２１ｂ、及び第２電極１０ｄと電気的に接続されている。制御部１１０からの電位は、サスペンション上に形成された配線、外部端子４４、電極パッド１４、電極線１５経由して、第１電極９ａ、第２電極１０ｂ、第１電極９ｃ、及び第２電極１０ｄに供給される。

【００４２】

電極パッド１７は、図４における外部端子４４（図示せず）と電気的に接続されている。電極線１６は、電極パッド１７と電気的に接続している。電極線１６は、複数の箇所で分岐し、接続部２１ａ、接続部２１ｃと電気的に接続されている。制御部１１０からの電位は、サスペンション上に形成された配線、外部端子４４、電極パッド１４、電極線１５経由して、第２電極１０ａ、第１電極９ｂ、第２電極１０ｃ、及び第１電極９ｄに供給される。

【００４３】

電極パッド１４にグランド側の電位が供給され、電極パッド１７にバイアス側の電位が供給されると、図５に示される方向の電界Ｅが各圧電体１８ａ～１８ｄに印加される。ｄ１５モードの変位を生じる作動部の主な変位方向及びｄ３１モードの変位を生じる作動部の主な変位方向は、図３及び図５に示されるスペーシング方向Ｓである。

【００４４】
再び、図５を用いて、第１実施形態のヘッドスライダについて説明する。基板１０５ａは、上述のとおり、硬いアルチックからなる。また、その厚さ（Ｙ方向の長さ）は１ｍｍ程度である。一方、ヘッド部１０５ｂは種々の金属酸化物及び金属からなるが、アルチックよりも軟らかい材料を主に含む。また、その厚さ（Ｙ方向の長さ）は通常数十μｍ程度と、基板１０５ａに比べて非常に薄い。よって、図６に示すように、作動部１８ａ～１８ｄがそれぞれ変形すると、その基板１０５ａ側は基板１０５ａに固定されるためほとんど形状が変化しないのに対し、そのヘッド部１０５ｂ側は浮上面１０５ｆに垂直な方向に大きく変位する。記憶装置内部において、ヘッド部１０５ｂは記録再生素子と磁気ディスク媒体間方向（スペーシング方向：図３における矢印Ｓ方向）に大きく変位する。ゆえに、ヘッド部１０５ｂのヘッド素子１０５ｄと記憶媒体１０４との間隔（浮上量）は、アクチュエータ１０５ｃの浮上面１０５ｆ側で且つヘッド部１０５ｂ側の部分Ｂにおける矢印Ｓ方向の変位量が制御されることによって制御されうる。

【００４５】
比較実施形態として、ｄ１５モードの変位を生じる作動部のみで構成されるアクチュエータが挙げられる。このアクチュエータは、圧電体に印加される単位電界あたりの変位量が大きいため、スライダ基板１０５ａからヘッド部１０５ｂへ向かう方向の長さ（Ｙ方向の長さ）を例えば４～６μｍ程度としても十分なＳ方向の変位量を得られる。このアクチュエータを実装するには、圧電効果の性質上、隣接する圧電体の分極方向を交互に反転させるか、隣接する圧電体の分極方向を一方向にそろえ、各圧電体を挟む電極をパターニングによって独立させなければならない。前者は、ヘッドスライダの製造途中で生じさせた分極成分（特に図５において分極ＰＡとは反対方向の分極成分）が徐々に低下するため、Ｓ方向の変位量は徐々に低下する。後者は、前者と同様にヘッドスライダの製造途中で生じさせた分極成分が徐々に低下する場合がある。また、後者のアクチュエータは、作動部を駆動させるため電極９と電極１０とを電気的に絶縁する必要がある。電極９と電極１０の絶縁性を確保する点から、製造時に接続部２１ａを除去するためのパターニング工程を必要とする。このパターニング工程は、圧電体の間隔（ピッチ）を狭いと実現が難しい。

【００４６】
また、別の比較実施形態として、ｄ３１モードの変位を生じる作動部のみで構成されるアクチュエータが挙げられる。このアクチュエータは、作動部の分極の方向と変位を生じさせるのに必要な電界の方向が同じ方向であるため、分極量の低下の恐れがなく、長期に渡るヘッドスライダの使用に適している。しかし、圧電体に印加される単位電界あたりの変位量が小さいため、例えば１０～３０Ｖ程度の印加電圧でＳ方向に十分変位させるためには、スライダ基板１０５ａからヘッド部１０５ｂへ向かう方向の長さ（Ｙ方向の長さ）を例えば２０～３０μｍ程度に大きくする必要がある。ｄ３１モードの変位を生じる圧電体の幅（浮上面に垂直な方向の長さ：Ｚ方向の長さ）は、例えば０．５～２μｍ程度である。この圧電体の幅に対してスライダ基板１０５ａからヘッド部１０５ｂへ向かう方向の長さが大きいため、ヘッドスライダの製造プロセスにおいて、圧電体の形状をエッチングプロセスにより形成するとき、形状精度の高い圧電体を形成することが難しい。

【００４７】
本実施形態のヘッドスライダは、ｄ１５モードの変位を生じる作動部とｄ３１モードの変位を生じる作動部とが図５に示されるように交互に配置されるため、製造時において、電極９と電極１０の絶縁性を確保するためのパターニング工程が不要である。また、そのパターニング工程が不要であるため、圧電体の間隔（ピッチ）を狭めることができる。よって、得られるヘッドスライダは、小型で駆動力が高い。このようなヘッドスライダは長期の使用に適している。

【００４８】
また、本実施形態のヘッドスライダは、アクチュエータにｄ３１モードの変位を生じる作動部が５０％含まれるにもかかわらず、圧電体のスライダ基板からヘッド部へ向かう方向の長さがｄ１５モードの変位を生じる作動部のみで構成されるアクチュエータと同程度

であっても、スペーシング方向の変位量はｄ１５モードの作動部のみから構成されるアクチュエータのそれと遜色がない。よって、ヘッドスライダの製造プロセスにおいて、圧電体の形状をエッチングプロセスにより形成するとき、形状精度の高い圧電体を形成することができる。

【００４９】

図８は、図５と同様のヘッドスライダの断面図である。例えば、図８に示すようなヘッド部１０５ｂ、アクチュエータ１０５ｃ及びアルチック基板１０５ａからなるヘッドスライダについて、電極間に１０Ｖの電界を印加したときの点Ｂ１におけるスペーシング方向（Ｚ方向）の変位量をシミュレーションにより求めた。なお、ヘッドスライダの浮上面１０５ｆは、浮上面１０５ｆｆの位置まで研磨されている。また、分極の方向及び電界を印加する方向は図５のヘッドスライダと同様であるが、図示されていない。

【００５０】

（第１シミュレーション）

ｄ１５モードの作動部２５本と、ｄ３１モードの作動部２４本を交互に配列した。アクチュエータ１０５ｃの高さ（図８におけるＨ１）は４μｍとした。ｄ１５モードの作動部において、圧電体６ａは幅（図８におけるＷ６ａ）２μｍ、高さ（図８におけるＨ１）４μｍ、長さ（図８におけるＸ軸方向の長さ）５００μｍの大きさを有する。ｄ３１モードの作動部において、圧電体６ｂは幅（図８におけるＷ６ｂ）１μｍ、高さ（図８におけるＨ１）４μｍ、長さ（図８における紙面奥行き方向の長さ）５００μｍの大きさを有する。ｄ３１モードの作動部に設けられる第２電極１０ｂは、幅（図８におけるＷ１０ｂ）１μｍ、高さ（図８におけるＨ１）４μｍ、長さ（図８における紙面奥行き方向の長さ）５００μｍの大きさを有する。ｄ１５モードの作動部に設けられる第１電極９ａ、第２電極１０ａ、及びｄ３１モードの作動部に設けられる第１電極９ｂは、幅（図８におけるＷ９ａ、Ｗ１０ａ、Ｗ９ｂ）１５０ｎｍ、高さ（図８におけるＨ１）４μｍ、長さ（図８における紙面奥行き方向の長さ）５００μｍの大きさを有する。

【００５１】

作動部１８ａ以外のｄ１５モードの変位を生じる他の作動部は、作動部１８ａと同じ大きさを有する。作動部１８ｂ以外のｄ３１モードの変位を生じる他の作動部は、作動部１８ｂと同じ大きさを有する。樹脂１１は、浮上面に露出する樹脂を除き、幅（図８におけるＷ１１ｂ）２μｍ、高さ（図８におけるＨ１）４μｍ、長さ（図８における紙面奥行き方向の長さ）５００μｍの大きさを有する。絶縁層３５とヘッド部１０５ｂを合わせた高さ（図８におけるＨ２）は３０μｍだった。

【００５２】

電極間に１０Ｖの電界を印加したときの点Ｂにおけるスペーシング方向の変位量は３．６ｎｍだった。

【００５３】

（第２シミュレーション）

樹脂１１の設けられた部分を空隙としたことを除き、第１シミュレーションのヘッドスライダと同様のヘッドスライダについてシミュレーションをおこなった。電極間に１０Ｖの電界を印加したときの点Ｂにおけるスペーシング方向の変位量は３．８ｎｍだった。

【００５４】

（比較シミュレーション）

ｄ１５モードの作動部４９本に置き換えたことを除き、第１シミュレーションのヘッドスライダと同様のヘッドスライダについてシミュレーションを行った。電極間に１０Ｖの電界を印加したときの点Ｂにおけるスペーシング方向の変位量は５．４ｎｍだった。本構造では、分極方向を一方向にそろえ、圧電体の各駆動電極をパターニングによって独立させなければならず、シミュレーションの設計値である４μｍピッチの圧電体を製造することは極めて困難である。

【００５５】

本実施形態のヘッドスライダは、スライダ基板からヘッド部へ向かう方向の長さが小さ

いため、アクチュエータにより動かされる部分、すなわちヘッド部及びアクチュエータの部分の形状が小さく、当該部分の共振周波数が高い。したがって、作動部の駆動周波数を高く設定できる。アクチュエータにより動かされる部分の共振周波数が作動部を駆動させる駆動周波数に近い場合、そのアクチュエータにより動かされる部分の共振によって、作動部の正常な駆動が阻害される場合がある。そこで、そのような影響を受けずに制御を行なうことができるようにするため、アクチュエータにより動かされる部分の共振周波数よりも低い周波数で作動部を駆動する。よって、作動部の駆動周波数を高く設定することができると、磁気ヘッドの浮上量の制御を高速に行なうことが可能となる。

【００５６】

なお、本実施形態において、作動部１８ａと作動部１８ｂとの間、作動部１８ｂと作動部１８ｃとの間、作動部１８ｃと作動部１８ｄとの間に樹脂が設けられているが、この樹脂の部分を第１電極及び第２電極と同様、導電性の材料で形成してもよい。このとき、第２電極１０ａと第１電極９ｂとが一体となり、第２電極１０ｂと第１電極９ｃとが一体となり、第２電極１０ｃと第１電極９ｄとが一体となる。このような態様のヘッドスライダは、作動部の間に樹脂を設ける上記実施形態よりもアクチュエータ１０５ｃの変形量は小さくなるものの、上記実施形態と同様、長期の使用において圧電素子の変形量の低下が少なく、その設計及び製造が容易である。

【００５７】

本実施形態のヘッドスライダように、アクチュエータはｄ１５モードとｄ３１モードの変位を生じる作動部が浮上面側から順に交互に配置されることが、動作の安定性、アクチュエータの耐久性の点から好ましいが、必ずしも交互に配置される必要はない。また、アクチュエータは、ｄ１５モードの変位を生じる作動部とｄ３１モードの変位を生じる作動部とを少なくとも一つずつ備えていればよい。また、本実施形態のヘッドスライダのように、ｄ１５モードの作動部の占める割合は５０％に限定されるものではない。長期の使用に耐え且つ設計及び製造が容易である点からｄ１５モードの作動部の占める割合は４０～６０％であることが好ましい。

【００５８】

以下、再び図５を用いて、第１実施形態のヘッドスライダを説明する。

【００５９】

アクチュエータ１０５ｃとスライダ基板１０５ａとの間には絶縁層６ｚが設けられている。絶縁層６ｚは、アルチックなど導電性を有する材料からなるスライダ基板１０５ａと第１電極９または第２電極１０との電気的な短絡を防止する働きを有する。絶縁層６ｚに使用可能材料は、絶縁性を有するものであれば特に限定されるものではないが、例えば後述の圧電体６に使用される圧電材料の他、アルミナ（Al_2O_3）や酸化チタン（TiO_2）等が挙げられる。中でも、後述するヘッドスライダの製造方法に示すように、製造工程を増やすことなく絶縁層を設けることができる点から、圧電体６に使用される圧電材料を、圧電体６ａ～６ｄと一体化させて設けることが好ましい。

【００６０】

絶縁層６ｚとスライダ基板１０５ａとの間には、更に電極３３が設けられていてもよい。電極３３は、後述する作動部がｄ１５モードの変位を生じるのに必要な、スライダ基板１０５ａからヘッド部１０５に向かう方向の分極を、圧電体に生じさせる電界を印加するために設けられる。なお、本実施形態のヘッドスライダにおいて、アクチュエータ１０５ｃを挟んで電極３３の反対側に設けられる電極は、製造工程の途中で除去され、存在しない。電極３３の材料として、例えば、白金（Ｐｔ）などの高融点金属、金（Ａｕ）、イリジウム（Ｉｒ）等の化学的に安定な貴金属、ルテニウム酸ストロンチウム（$SrRuO_3$）、窒化チタン（ＴｉＮ）等が挙げられる。

【００６１】

スライダ基板１０５ａと間には、更にスライダ基板１０５ａとアクチュエータ１０５ｃとの間を電気的に絶縁するための絶縁層３４が設けられていてもよい。絶縁層３４は、例えば膜厚５００ｎｍの絶縁材料からなる膜であり、図４に示すように、スライダ基板１０

５ａの端部表面に形成される。絶縁層３４に使用可能な材料としては、例えばアルミナ（Al_2O_3）や酸化チタン（TiO_2）等が挙げられる。このような絶縁層３４を設けることにより、スライダ基板１０５ａをアクチュエータ１０５ｃの電極から完全に絶縁し、アクチュエータ１０５ｃ側のノイズがスライダ基板１０５ａに漏れることを防止することができる。

【００６２】

本実施形態のヘッドスライダにおいては、絶縁層３４と電極３３が設けられているが、これらを設けることなく、アルチックなどの導電性のスライダ基板１０５ａの上に絶縁層６ｚ及びアクチュエータ１０５ｃを設けてもよい。この場合、セラミックス基板１０５ａは、ｄ１５モードの変位を生じるのに必要な分極を印加するための電極として用いられる。

【００６３】

アクチュエータ１０５ｃとヘッド素子１０５ｄとの間には、アクチュエータ１０５ｃとヘッド素子１０５ｄとの間を電気的に絶縁するための絶縁層３５が設けられている。絶縁層３５は、例えば膜厚５００ｎｍの絶縁材料からなる膜である。絶縁層３５に使用可能な材料としては、例えばアルミナ（Al_2O_3）や酸化チタン（TiO_2）等が挙げられる。

【００６４】

磁気ディスク装置における浮上量の制御方法の一例を、図９及び図１０を用いて説明する。図９はサスペンション１０６を示す図である。図９（ａ）はサスペンションの側面図であり、図９（ｂ）は浮上面１０５ｆ側から見たサスペンションの平面図である。

【００６５】

ヘッド素子１０５ｄと入出力回路１１９とを接続する配線１１１ａ、１１１ｂと並行して、アクチュエータ１０５ｃに供給する電圧制御用の配線１１１ｃ、１１１ｄを配置する。また、サスペンション１０６に圧電素子からなる加速度センサ１２３が実装されている。加速度センサ１２３は、配線１１１ｅ、１１１ｆを経由して入出力回路１１９に接続されている。

【００６６】

浮上量が変動した際、加速度センサ１２３は電圧信号を出力する。出力した電圧信号は、配線１１１ｅ、１１１ｆ、入出力回路１１９を経由して、オペアンプ（増幅回路）１１８で増幅される。増幅された信号を、配線１１１ｃ、１１１ｄを経由してアクチュエータ１０５ｃの動作電圧として入力する。

【００６７】

図１０は、浮上量を一定に制御するフローチャートの一例である。ＣＰＵ１１２は、磁気ヘッド１０５に磁気ディスク１０４上を読み出し又は書き込み位置までシークさせる（Ｓ１０１）。シーク動作中、浮上量の変動が加速度センサ１２３によりセンスされる（Ｓ１０２）。浮上量の変動により加速度センサが電圧を出力すると（Ｓ１０３）、アクチュエータ１０５ｃに動作電圧が印加される（Ｓ１０４）。このとき、アクチュエータ１０５ｃは浮上量の変動を打ち消す動作をし、浮上量を一定に保持する。その後、読出し又は書き込み動作が行われる（Ｓ１０５）。読出し又は書き込み動作が終わるまで、ステップ１０２～１０５が繰り返される。読出し又は書き込み動作が終わると、再びシーク動作に移る（Ｓ１０１）。

【００６８】

このようにして、浮上量の変動に応じたアクチュエータ１０５ｃの微小駆動が行え、結果として浮上量を一定に保つことができる。具体的には、気圧の変化、熱膨張、ヘッドクラッシュによる衝撃や記憶装置のモータによる振動など、様々な要因による、スライダの浮上面（図３（ｂ）における１０５ｆ）と記憶媒体（図３（ｂ）における１０４ｃ）との間の距離の変化に対応して、容易に浮上量を補正することが可能である。さらに、磁気ディスクのうねりや局所的な凹凸、回転軸のブレなどによるディスクが１回転する間に生じる浮上量の変動にも高速に対応して、浮上量を安定化させることができる。

【００６９】
－第１実施形態のヘッドスライダの製造方法－
図１１は、第１実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。なお以下の説明で、厚さは基板に対して膜が堆積する方向（Ｙ方向）の長さを意味する。
【００７０】
ＡｌＴｉＣ基板１０５ａ上に絶縁層３４（厚さ５００ｎｍ、Al_2O_3）、下部電極３３（１５０ｎｍ、Ｐｔ／Ｔｉ）、圧電体６（厚さ５μｍ、ＰＺＴ）、上部電極４３（厚さ１５０ｎｍ、Ａｌ）をスパッタ法で形成する（図１１（１）～（４））。圧電体６は結晶化させるため高温（５００～７００℃）で成膜する。下部電極３３はＩｒなどの貴金属であればよく、圧電体６はＰＺＴ以外の圧電材料、ＰＬＺＴなどでもよい。上部電極４３は、ウェットエッチングでパターニング可能なＡｌなどが望ましい。
【００７１】
次に、上部電極４３と下部電極３３の間に電圧を印加して分極処理を行う。上部電極４３がＡｌであれば、分極終了後、ウェットエッチングにて剥離してもよい。次に、フォトリソを用いてマスクをパターニング、ドライエッチングにて圧電体６をエッチングする（図１１（５））。
【００７２】
次に鍍金用シード層３００ｎｍ（Ｃｕ／Ｃｒ）をスパッタ法で成膜し、更に銅（Ｃｕ）鍍金を行い、エッチングによりできた溝を第１電極９、第２電極１０となる銅で埋める（図１１（６））。次に研磨により圧電体６表面の面だしと上面の平坦化を行う（図１１（７））。さらに樹脂１１を設ける部分に存在する銅をドライエッチングする（図１１（８））。エッチングでできた溝４９に樹脂１１を埋め（図１１（９））、研磨にて圧電体６表面の面出しを行う（図１１（１０））。表面に絶縁層３５（厚さ５００ｎｍ、Al_2O_3）を形成後、ヘッド部１０５ｂを形成する（図１１（１１））。
【００７３】
図１２は、第１実施形態のヘッドスライダの製造方法の変形例を示す断面図である。図１２（８）までは、図１１の（８）までと同じ工程を行う。その後、Ｓｉなどの基板４８を用いて圧電体６の上面と貼り合わせる（図１２（９））。貼り合わせには接着剤を用いても良いが、表面活性化接合法などが望ましい。あるいは、接合面にＡｕ／Ｓｎをスパッタし共晶接合を用いても良い。溝４９はそのまま残されている。
【００７４】
次に研磨によって基板４８の厚さを薄層化し、さらにエッチングによって１０μｍ程度まで薄くする（図１２（１０））。その上に絶縁層３５（５００ｎｍ、Al_2O_3）を形成後、ヘッド部１０５ｂを形成する（図１２（１１））。
【００７５】
なお、ｄ３１モードの変位を生じさせる圧電体６に隣接する電極９と１０との間に抗電界以上の電界を印加することにより、電極間方向に平行な方向に分極させてからヘッドスライダを使用する。
【００７６】
－第２実施形態のヘッドスライダ－
第２実施形態のヘッドスライダは、図４に示される第１形態のヘッドスライダの概略構造と同様の概略構造を備える。アクチュエータ１０５ｃの構造が、第２実施形態のヘッドスライダと第１実施形態のヘッドスライダとで異なる。以下の説明では、アクチュエータ１０５ｃの構造について主に説明し、第１実施形態と重複する部分については説明を省略する。
【００７７】
図１３は、第２実施形態のヘッドスライダのアクチュエータ１０５ｃのみを示した斜視図である。図１３に示されるヘッドスライダは、図４の斜視図と同じ方向からアクチュエータ１０５ｃを見た図である。アクチュエータ１０５ｃは第１柱２０２、第２柱２０３と、第１柱２０２及び第２柱２０３に両端を取り付けた橋架部２０１と、第１柱２０２と前

記橋架部２０１の間に設けられた複数の第１作動部２１８ａ～２１８ｆ（以下第１作動部２１８と総称する場合がある。）と、第２柱２０３と橋架部２０１との間に設けられた複数の第２作動部３１８ａ～３１８ｆ（以下第２作動部３１８と総称する場合がある。）とを備える。なお、第１作動部２１８と第２作動部３１８は、それぞれ６つ設けられているが、それぞれ少なくとも一つ存在していればよい。第１柱２０２及び第２柱２０３は、図６において第１柱２０２及び第２柱２０３の左上方向に存在し図示されていないスライダ基板１０５ａに隣接している。一方、第１作動部２１８、第２作動部３１８、及び橋架部２０１とセラミックス基板１０５ａとの間には空隙２０４が設けられている。また、橋架部２０１は、図６において橋架部２０１の右下方向に存在し図示されていないヘッド部１０５ｂに隣接している。一方、第１柱２０２及び第１作動部２１８とヘッド部１０５ｂとの間には空隙２０５が設けられ、第２柱２０３及び第２作動部３１８とヘッド部１０５ｂとの間には空隙３０５が設けられている。

【００７８】

図１４は、第２実施形態のヘッドスライダの第１作動部２１８の形状を示した斜視図である。図１４に示される第１作動部２１８は、図４の斜視図と同じ方向から見た図である。第１作動部２１８は、圧電体２０６及び圧電体２０６に電界を印加するための一対の電極２０９、２１０を具備する。圧電体２０６、電極２０９、２１０の主面は、浮上面（図４における浮上面１０５ｆ）のほうを向くように配置される。圧電体２０６、電極２０９、電極２１０は、第１実施形態の圧電体６、電極９、電極１０にそれぞれ対応する。第２実施形態において、作動部２１８はｄ１５モードの変位を生じさせても、ｄ３１モードの変位を生じさせてもよい。駆動モード及び変位を生じさせる方向に応じた作動部の形状、並びに圧電体の分極の方向及び圧電体への電界の印加方向は図６を用いて説明したとおりである。複数の第１作動部２１８の駆動モードは互いに同じであっても異なっていてもよい。また、第２作動部３１８は第１作動部２１８と同様の形状とすることができる。複数の第２作動部３１８の駆動モードは互いに同じであっても異なっていてもよい。

【００７９】

橋架部２０１の動作を安定させるため、複数の第１作動部２１８と複数の第２作動部３１８の形状は同じであることが好ましい。

【００８０】

図１５（ａ）、（ｂ）はｄ１５モード（圧電剪断効果）の変位を生じる圧電体（活性部）を持つアクチュエータを示す断面模式図である。図１５を用いて、第２実施形態のアクチュエータの変形について説明する。図１５（ａ）はヘッド素子１０５ｄ側から見たアクチュエータ１０５ｃであり、図１５（ｂ）はヘッドスライダを上側（Ｚ軸方向）から見たアクチュエータ１０５ｃである。作動部２１８は第１柱２０２から橋架部２０１へ向かう分極Ｐ１を持ち、作動部３１８は第２柱２０３から橋架部２０１へ向かう分極Ｐ２を持つ。

【００８１】

図１６（ａ）、（ｂ）は、図１５のアクチュエータの作動部２１８及び３１８に電圧を印加したときの形状を示す断面模式図である。図１６（ａ）はヘッド素子１０５ｄ側から見たアクチュエータ１０５ｃであり、図１６（ｂ）はヘッドスライダを上側（Ｚ軸方向）から見たアクチュエータ１０５ｃである。図１６（ａ）に示されるように、作動部２１８に電界Ｅ１を印加し、作動部３１８に電界Ｅ２を印加する。すると、各作動部２１８、３１８は図６（ａ）（ｂ）で説明したｄ１５モードの変位を生じる。第１柱２０２と第２柱２０３は、図示されないスライダ基板１０５ａに固定されている。一方、第１作動部２１８、第２作動部３１８、及び橋架部２０１とスライダ基板１０５ａとの間には空隙２０４が設けられている。よって、第１柱２０２と第２柱２０３に対して、橋架部２０１が－Ｚ方向の変位を生じる。また、電界印加方向もしくは分極方向を逆にした場合は、第１柱２０２と第２柱２０３に対して、橋架部２０１が＋Ｚ方向に変位を行う。

【００８２】

各作動部２１８、３１８の間には、空隙２１１、３１１がそれぞれ設けられている。ア

クチュエータ１０５ｃにヘッド部１０５ｂを支えるのに必要な強度が不足している場合、空隙２１１、３１１の部分に、アルミナ等の補強材を設けてもよい。

【００８３】

（第３シミュレーション）

第２実施形態のヘッドスライダについて、変位量のシミュレーションを行った。計算ツールとして有限要素シミュレーション（ＡＮＳＹＳ　１１．０）を用いた。シミュレーションで用いたアクチュエータのサイズ等の構造パラメータを図１７を用いて説明する。図１７（ａ）はヘッド素子１０５ｄ側から見たアクチュエータ１０５ｃであり、図１７（ｂ）はヘッドスライダを上側（Ｚ軸方向）から見たアクチュエータ１０５ｃである。図１７（ｃ）は、図１７（ａ）の作動部２１８、３１８を拡大した図である。第１柱２０２と橋架部２０１の間にｄ１５モードの第１作動部２１８が８本、第２柱２０３と橋架部２０１の間にｄ１５モードの第２作動部３１８が８本配置されている。

【００８４】

アクチュエータの高さ（図１７（ｂ）におけるＨ１）は６μｍ、橋架部２０１の高さ（図１７（ｂ）におけるＨ３）、並びに第１柱２０２の高さ及び第２柱２０３の高さ（図１７（ｂ）におけるＨ４）は５μｍとした。空隙２０４の高さ（図１７（ｂ）におけるＨ５）、並びに空隙２０５及び空隙３０５（図１７（ｂ）におけるＨ６）は１μｍとした。作動部２１８、３１８の高さ（図１７（ｂ）におけるＨ７）はそれぞれ４μｍとした。

【００８５】

アクチュエータの長さ（図１７（ｂ）におけるＸ方向の長さＸ１）は７００μｍ、橋架部２０１の長さ（図１７（ｂ）における長さＸ３）は４２０μｍ、第１柱２０２及び第２柱の長さ（図１７（ｂ）における長さＸ４）は１２０μｍ、第１作動部２１８及び第２作動部３１８の長さ（図１７（ｂ）における長さＸ７）は２０μｍとした。

【００８６】

アクチュエータのＺ方向の長さ（図１７（ａ）における長さＷ１）は２３０μｍとした。各作動部２１８及び３１８において、圧電体２０６のＺ軸方向の長さ（図１７（ｃ）における長さＷ２０６）は２μｍ、電極２０９、２１０のＺ軸方向の長さ（図１７（ｃ）における長さＷ２０９、Ｗ２１０）はそれぞれ４μｍとした。

【００８７】

各作動部は、圧電体２０６としてチタン酸ジルコン酸ランタン鉛ＰＺＴ（Ｚｒ／Ｔｉ＝５２／４８）、電極２０９、２１０に銅を用いて構成した。橋架部２０１、第１柱２０２、及び第２柱２０３は前記ＰＺＴ（Ｚｒ／Ｔｉ＝５２／４８）とした。各作動部２１８、３１８の間には、空隙２１１、３１１が存在するものとした。空隙２１１、３１１のＺ方向の長さは、いずれも２０μｍとした。

【００８８】

また、ヘッドスライダを支持する基板として２３０μｍ（Ｚ方向）×７００μｍ（Ｘ方向）×８５０μｍ（Ｙ方向）のアルチックを材料とするスライダ基板１０５ａ（図示せず）、および、２３０μｍ（Ｚ方向）×７００μｍ（Ｘ方向）×３５μｍ（Ｙ方向）のサイズを持つヘッド素子１０５ｂを配置した。圧電体２０６への印加電圧は５Ｖとした。サスペンション１０６のヘッドジンバル１０６に拘束される部分はスライダ基板１０５ａ（図示せず）の上面（浮上面の反対側の面）とした。

【００８９】

その結果、ヘッド素子部は均一な突き出しを示し、ヘッド素子部の－Ｚ方向への変位量は４８．１ｎｍだった。現状の磁気ディスク装置において、浮上量は１０ｎｍ以下であることから、十分な低電圧駆動が可能となることを示唆している。

【００９０】

（第４シミュレーション）

空隙２１１、３１１の部分にアルミナを充填したことを除き、第３シミュレーションと同様の構造のヘッドスライダについて、変位量のシミュレーションを行った。

【００９１】

その結果、ヘッド素子部は均一な突き出しを示し、ヘッド素子部の－Ｚ方向への変位量は１１．８ｎｍだった。現状の磁気ディスク装置において、浮上量は１０ｎｍ以下であることから、十分な低電圧駆動が可能となることを示唆している。

【００９２】

図１８に第２実施形態のヘッドスライダの作動部を構成する電極に電位を供給するための配線パターンの一例を示す断面図である。各作動部２１８において、浮上面側の電極は配線２１５と電気的に接続され、浮上面の反対側の電極は配線２１６と電気的に接続されている。各作動部３１８において、浮上面側の電極は配線３１５と電気的に接続され、浮上面の反対側の電極は配線３１６と電気的に接続されている。配線２１６と配線３１６は電気的に接続されているが、それぞれ独立の配線であっても良い。配線２１５、３１５にグランド電位を、配線２１６、３１６にバイアス電位を印加すると、図１６に示される向きの電界Ｅ１、Ｅ２を圧電体に印加することができる。

【００９３】

第２実施形態のアクチュエータがｄ１５モードの変位を生じる作動部を含んで構成されるとき、その作動部を構成する圧電体に浮上面及びアクチュエータが設けられたスライダ基板の表面に垂直な方向に予め分極を生じさせておく。ｄ１５モードの変位用の分極を発生させるための一方の電極は、作動部２１８について第１柱２０２と圧電体２０６との間に設けられ、他方の電極は圧電体２０６を挟んで一方の電極の反対側に設けられる。第２実施形態に設けられる分極用電極を構成する材料として、例えば、例えば、ニッケル（Ｎｉ）、白金（Ｐｔ）、イリジウム（Ｉｒ）、クロム（Ｃｒ）、銅（Ｃｕ）等の金属が挙げられ、更に、窒化チタン（ＴｉＮ）等の窒化物、炭化タングステン（ＷＣ）等の炭化物、或いは、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）等の酸化物も使用可能である。分極用電極が配置される場所の一例は、後述の第２実施形態のヘッドスライダの製造方法において述べる。

【００９４】

第２実施形態のヘッドスライダは、スライダ基板上の一組の柱に圧電アクチュエータを介して両端を取付けた橋架部と、該橋架部上に設けた記録ヘッドとを備える。このような構造のヘッドスライダは、ヘッド部が設けられた橋架部とスライダ基板との間に空隙が生じ、スライダ基板に対するヘッド部の拘束力が小さくなる。よって、アクチュエータを構成する作動部（圧電素子）の圧電体に印加される電圧が低くても大きな変位量を得ることができる。

【００９５】

－第２実施形態のヘッドスライダの製造方法－

図１９～２１は、第２実施形態のヘッドスライダの製造方法を示す断面図である。図２０は、図１９（ｅ）におけるＢ－Ｂ’間の断面図である。

【００９６】

スライダ基板１０５ａの一例としてアルチック基板上に犠牲層５１を１μｍの厚さでスパッタ法を用いて形成する。犠牲層５１に使用する材料は、スライダ基板１０５ａ、圧電体２０６、電極２０９、２１０は除去できないエッチング液により除去できる材料である。犠牲層を構成する材料として、例えばSiO_2：シリカが挙げられる。次に犠牲層５１上にレジストを塗布し、一例としてｉ線ステッパを用いてパターニングを施し、ＩＣＰによるドライエッチングを行い、前述の犠牲層のパターニングを行う（図１９（ａ））。次に犠牲層５１上に例えばアルミナからなる絶縁層５２を２μｍの厚さで形成する。その後、ＣＭＰを用いてAl_2O_3：絶縁層５２の平坦化を行う。なお、犠牲層５１の上に設けられた絶縁層５２は、完成したヘッドスライダのアクチュエータ１０５ｃとともに変形する。よって、犠牲層５１の上に設けられた絶縁層５２の厚さはアクチュエータ１０５ｃが変形可能な程度の厚さであることが好ましく、例えば０．４μｍ以下が好ましい。一方、犠牲層５１の上に設けられた絶縁層５２の厚さは、アクチュエータ１０５ｃに強度を付与する点から、例えば０．２μｍ以上であることが好ましいが、犠牲層５１が露出した状態であってもよいもよい。絶縁層５２の平坦化後、一例として、ダマンシンプロセスにより

グランド側の配線５３をＰｔで形成する（図１９（ｂ））。ここで、ダマシンプロセスとは、露光、エッチング、鍍金およびＣＭＰにより配線を埋め込む技術を指す。次にアクチュエータの活性部となる圧電体２０６となるＰＺＴを製膜する（図１９（ｃ）、図２０（ａ））。圧電体２０６の厚さは例えば５μｍであり、スパッタ法を用いて形成できる。圧電体２０６の上にダマシンプロセスにより埋め込まれた例えばＣｕからなる分極用電極パターン５４ａ～５４ｄを形成する（図１９（ｄ））。図１９（ｅ）に示される矢印Ｐ１、Ｐ２の方向に分極させるため、分極用電極５４ａ～５４ｄにそれぞれ電位を印加する。分極用電極５４ａと５４ｂとの距離及び５４ｃと５４ｄとの距離は例えば２０μｍであり、５４ｂと５４ｃとの幅は例えば４２０μｍである。また、分極用電極５４ａから－Ｘ方向の端部までの距離、及び分極用電極５４ｄからＸ方向の端部までの距離は、例えばいずれも１２０μｍである。分極用電極５４ａと５４ｂとの間及び５４ｃと５４ｄとの間の圧電体２０６に、例えば３００Ｖの直流電圧を印加する。

【００９７】

分極処理後、例えば活性部となる圧電体２０６を誘導結合型プラズマ（ＩＣＰ）によりドライエッチングし、圧電体２０６の間に溝２０７を形成する（図２０（ｂ））。形成した溝２０７に、電極２０９、２１０となる銅（Ｃｕ）をダマシンプロセスにより埋め込む（図２０（ｃ）、（ｄ））。埋め込まれた銅を例えばＩＣＰによりドライエッチングし、電極２０９、２１０を形成する（図２０（ｅ））。次に、作動部間の空隙２１１を形成するため、犠牲層２１２としてSiO_2：シリカをスパッタで製膜し（図２０（ｆ））、更に平坦化を行う（図２０（ｇ）、図２１（ａ））。

【００９８】

なお、例えば、作動部間の空隙２１１をアルミナで充填する態様の場合は、シリカの代わりにアルミナをスパッタで製膜後、平坦化を行う。

【００９９】

次に、上面に銅（Ｃｕ）等の金属材料を形成し、更に、ｉ線レジストのリフトオフ等により銅をパターニングし、各作動部を構成する電極２０９、２１０に電気的に接続される配線２１５、２１６、３１５、３１６を形成する（図２１（ｂ））。

【０１００】

その後、例えばシリカからなる層をスパッタで製膜し、更にシリカ層上にレジストを塗布し、ｉ線ステッパを用いてパターニングを施し、ＩＣＰによるドライエッチングを行い、犠牲層５６のパターニングを行う（図２１（ｃ））。次にアルミナ層５７を製膜後、ダマシンプロセスにより上部ヘッド素子へ接続するためのビア５８を形成する（図２１（ｄ））。

【０１０１】

アクチュエータ層を形成後、通常のリードおよびライト素子を具備するヘッド素子を含んでなるヘッド部１０５ｂ形成する（図２１（ｅ））。ここで、アクチュエータに電圧を印加するためビア５８と電気的に接続している端子（図示せず）がヘッド部１０５の上面に形成される。この端子は予めサスペンションのジンバル側に設けた配線と金パッド等を用いて電気的に接続され、ＨＤＤに搭載されている各演算素子とドライバおよびコントローラを介して電気的に制御される。

【０１０２】

次に、犠牲層の除去を行う（図２１（ｆ））。ヘッド素子（図示せず）は概ねアルミナにより覆われているが、磁気ディスクとやり取りを行うリードおよびライト素子は露出された状態にある。リードおよびライト素子等のヘッド素子の浮上面に出ている重要な部位は、磁性を持つ合金材料を用いており、犠牲層のエッチャントに腐食されるため、パターン化したレジストで保護する。その後、バッファードフッ酸からなるエッチャントに浸漬し、製膜時に形成した犠牲層となるシリカを選択的に除去し、空隙２０４、２０５、３０５が形成され、本発明の構造を持つヘッドスライダが得られる。図２１（ｆ）において、点線で囲まれた領域Ｆ１は図１５における第１柱２０２に対応し、領域Ｆ２は図１５における第２柱２０３に対応し、領域Ｆ３は図１５における第１作動部２１８に対応し、領域

Ｆ４は図１５における第２作動部３１８に対応し、領域Ｆ５は橋架部２０１に対応する。

【０１０３】

尚、以上述べてきた構造およびその構造実現のための作製プロセスは一例であり、任意の構造および手法、工程入替、別手段を講じることも可能である。

【０１０４】

本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

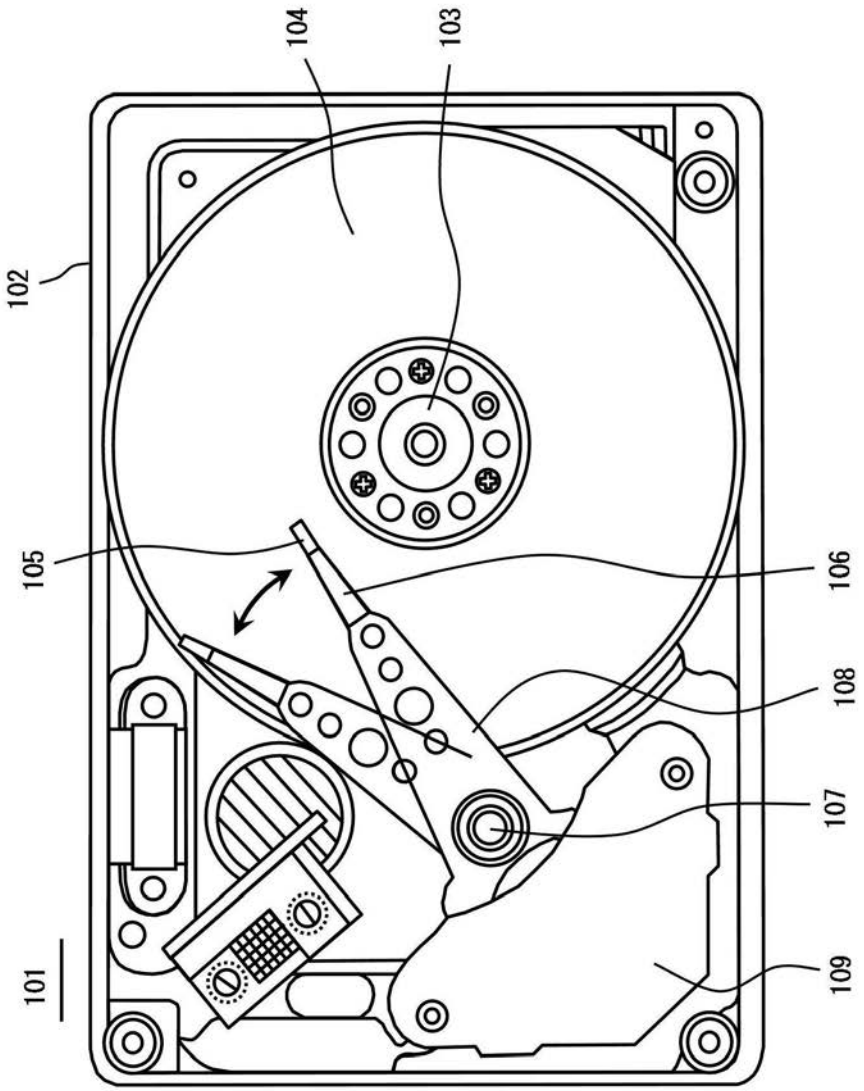
【符号の説明】

【０１０５】

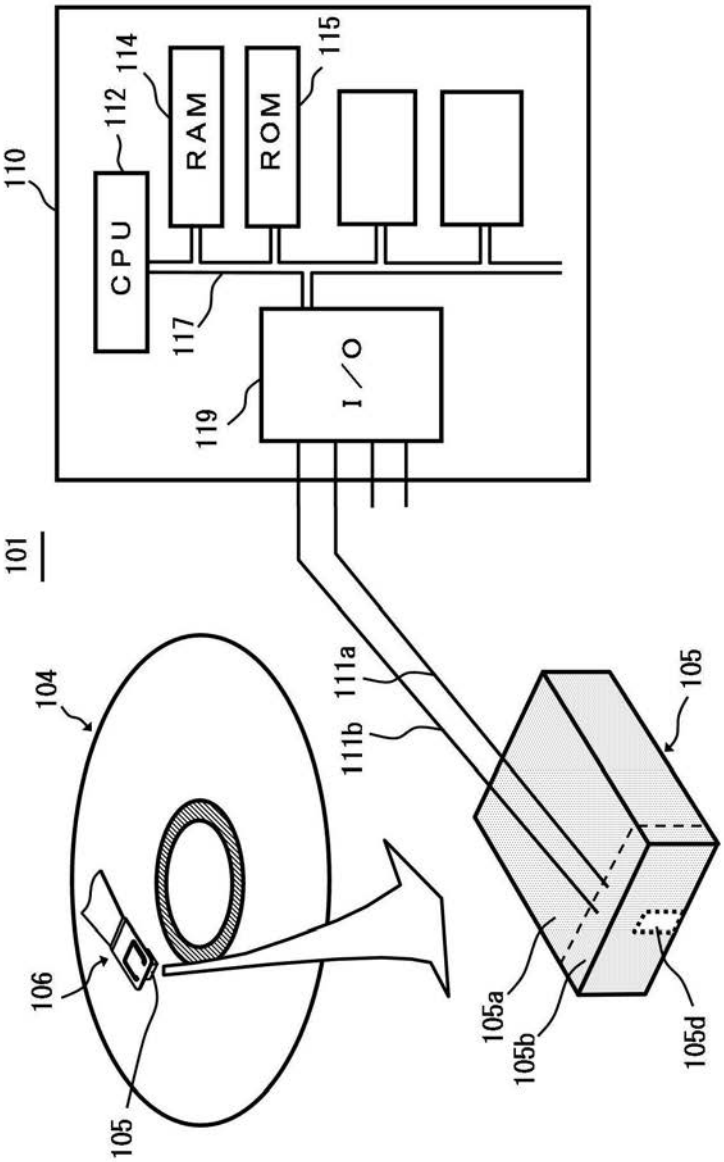
６、６ａ～６ｄ　圧電体
６ｚ　絶縁層
９、９ａ～９ｄ　第１電極
１０，１０ａ～１０ｄ　第２電極
１１、１１ａ～１１ｅ　樹脂
１３ａ、１３ｂ　圧電素子
１４　電極パッド
１５、１６　電極線
１７　電極パッド
１８、１８ａ～１８ｄ　作動部（圧電素子）
１９、２０、２９、３０　電極
２１ａ～２１ｃ　接続部
３３　（下部）電極
３４　絶縁層
３５　絶縁層
３７　絶縁部
４３　上部電極基板
４４、４７　外部端子
４８　基板
４９　溝
５１　犠牲層
５２　絶縁層
５３　グランド側の配線
５４ａ～５４ｄ　分極用電極
５６　犠牲層
５７　アルミナ層
５８　ビア
１０１　ハードディスクドライブ
１０２　ハウジング
１０３　回転軸
１０４　磁気ディスク
１０５　スライダ
１０５ａ　スライダ基板
１０５ｂ　ヘッド部
１０５ｃ　アクチュエータ
１０５ｄ　ヘッド素子
１０５ｆ、１０５ｆｆ　浮上面
１０６　サスペンション
１０６ｇ　ジンバル
１０７　アーム軸

１０８　キャリッジアーム
１０９　電磁アクチュエータ
１１０　制御部
１１１ａ～１１１ｈ　配線
１１２　ＣＰＵ
１１４　ＲＡＭ
１１５　ＲＯＭ
１１７　バス
１１８　オペアンプ
１１９　入出力回路
１２０　磁気ヘッド支持体
１２２　ベースプレート
１２３　加速度センサ
２０１　橋架部
２０２　第１柱
２０３　第２柱
２０４、２０５、３０５　空隙
２０６　圧電体
２０７　溝
２０９，２１０　電極
２１１、３１１　空隙
２１５、２１６、３１５、３１６　配線
２１８、２１８ａ～２１８ｆ　第１作動部
３１８、３１８ａ～３１８ｆ　第２作動部

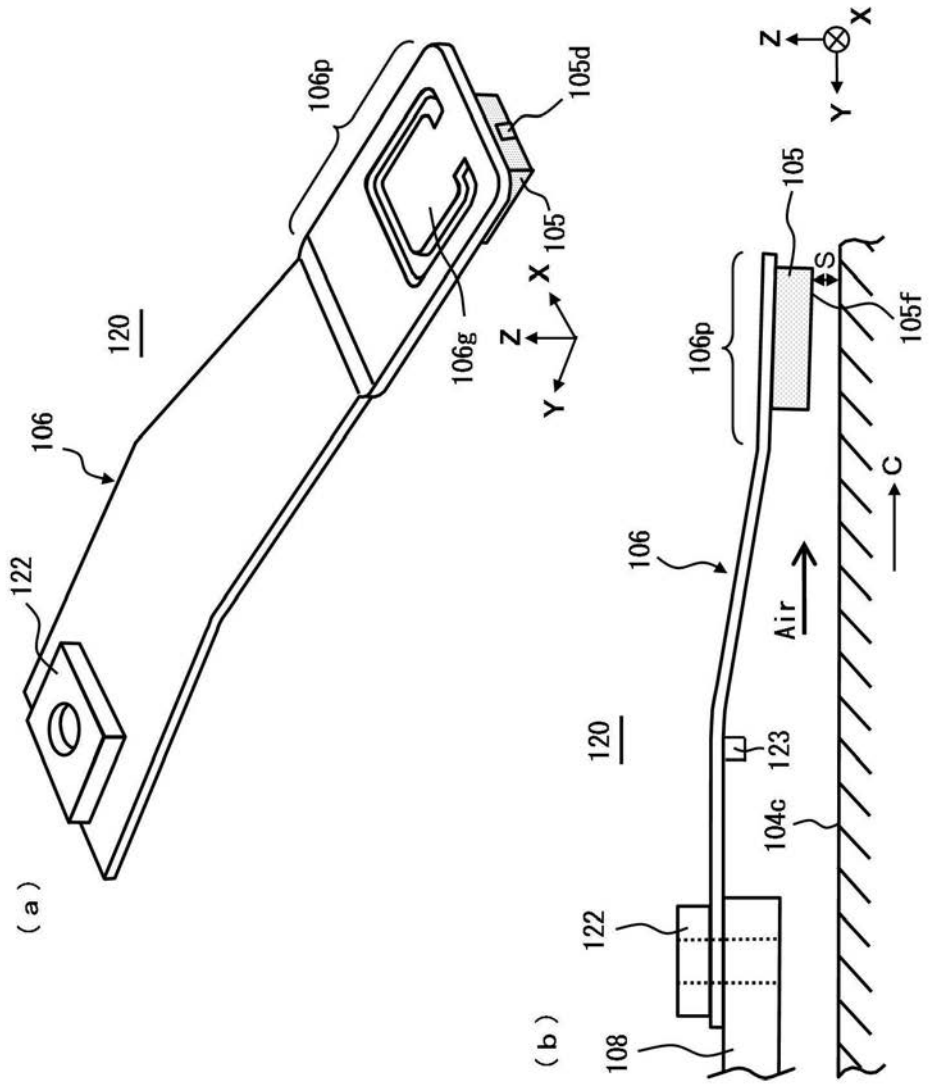
【図１】



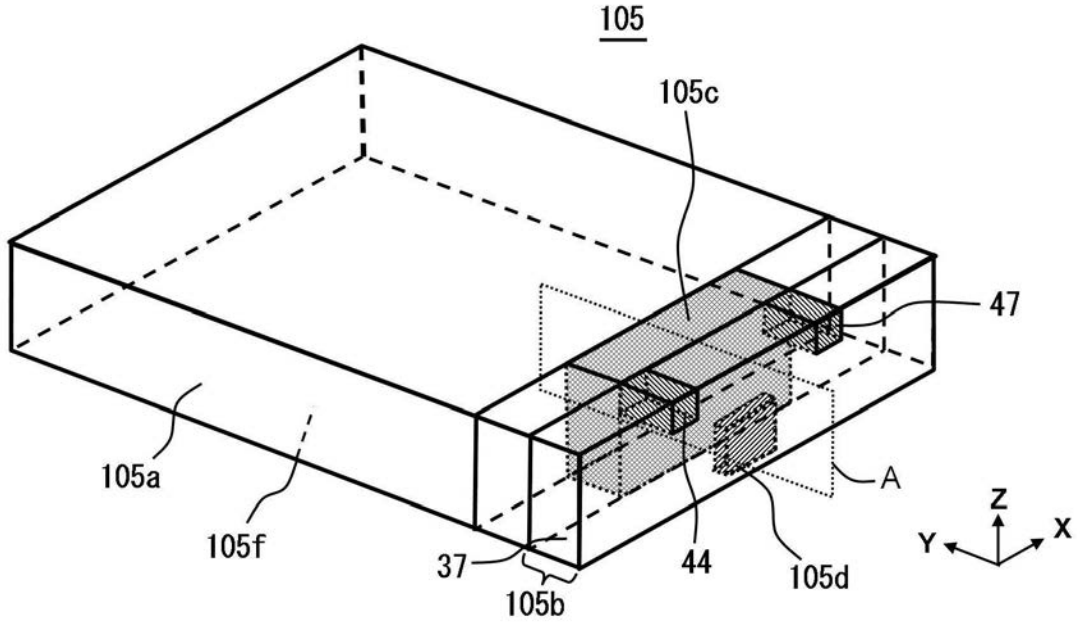
【図２】


110
CPU
112
RAM
114
ROM
115
117
I／O
119
101
104
106
105
111a
111b
105
105a
105b
105d

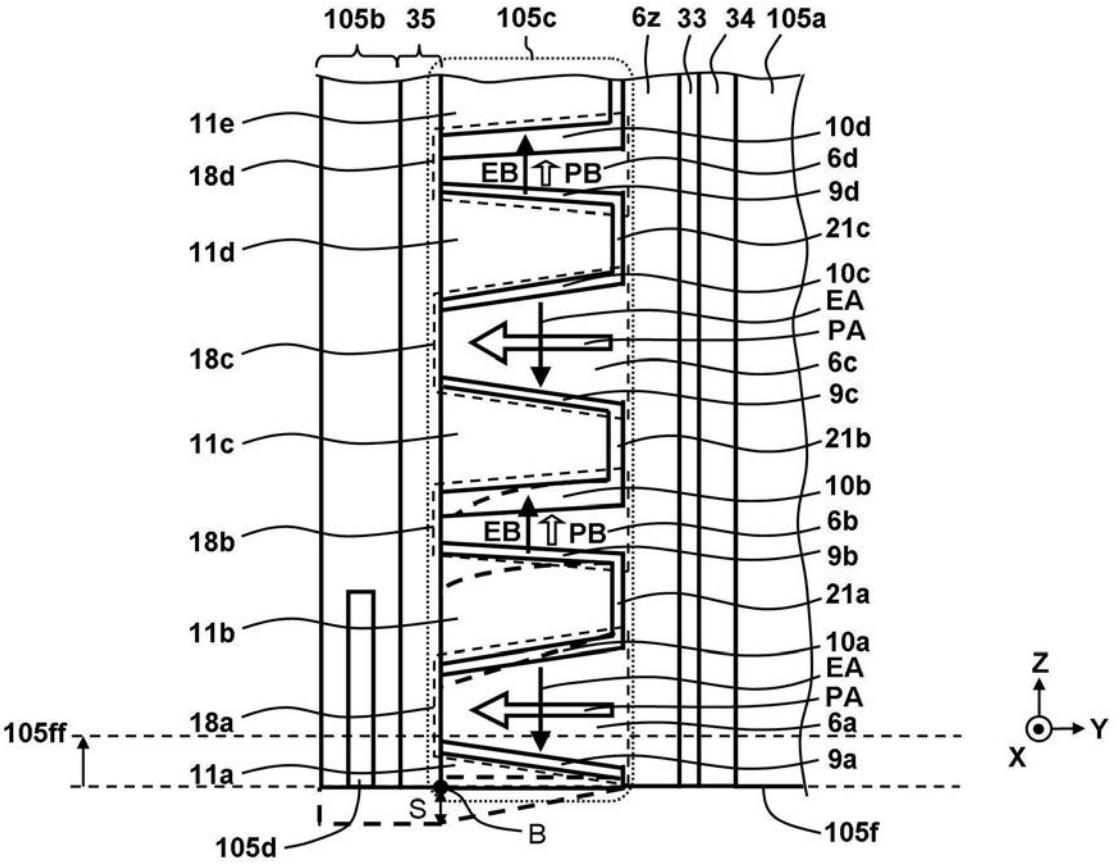
【図３】


(a)
120
106
122
106p
105d
105
106g
Z
X
Y
(b)
120
106
122
108
106p
105
S
105f
Z
X
Y
C
Air
123
104c

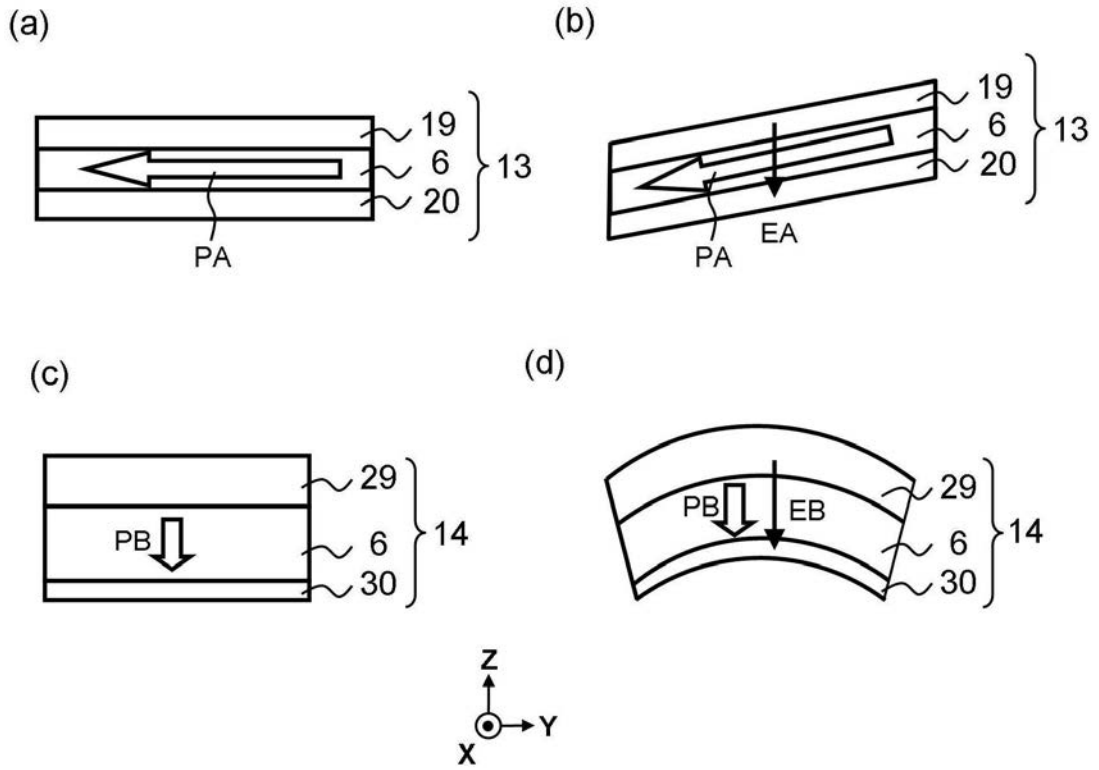
【図４】


105
105c
47
105a
105f
37
105b
44
105d
A
Z
Y
X

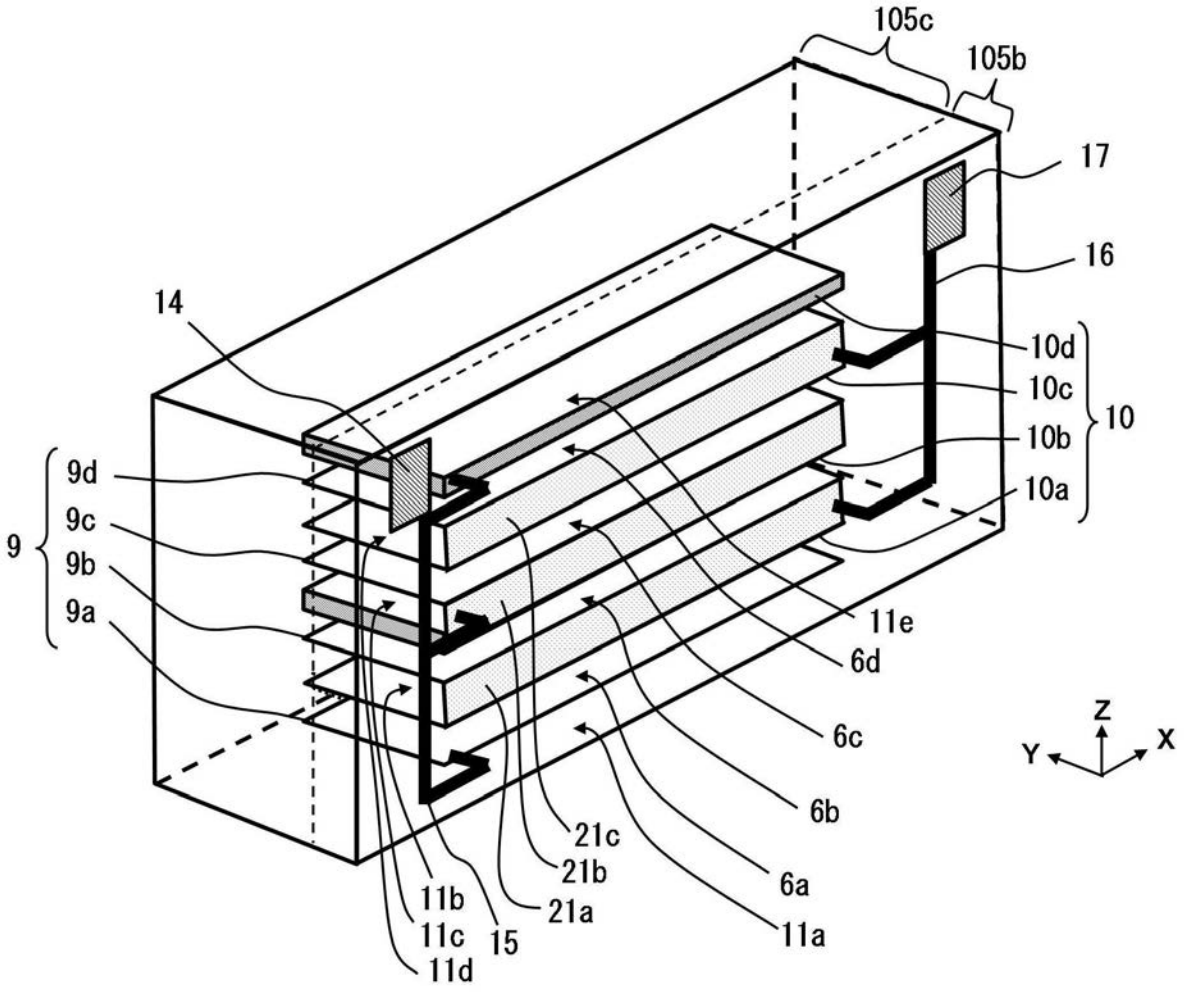
【図５】


105b
35
105c
6z
33
34
105a
11e
18d
11d
18c
11c
18b
11b
18a
11a
105ff
EB
PB
EB
PB
10d
6d
9d
21c
10c
EA
PA
6c
9c
21b
10b
6b
9b
21a
10a
EA
PA
6a
9a
S
B
105d
105f
Z
Y
X

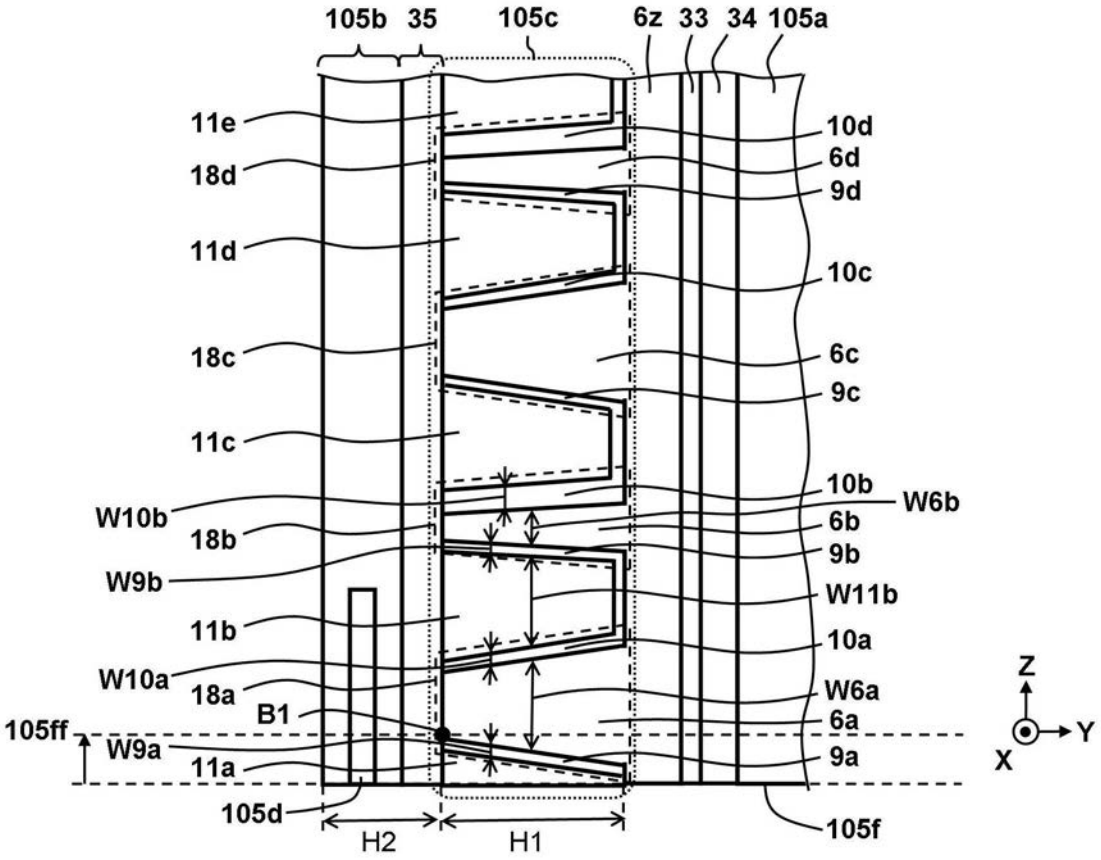
【図６】


(a)
19
6
20
13
PA
(b)
19
6
20
13
PA
EA
(c)
29
PB
6
30
14
(d)
PB
EB
29
6
30
14
Z
Y
X

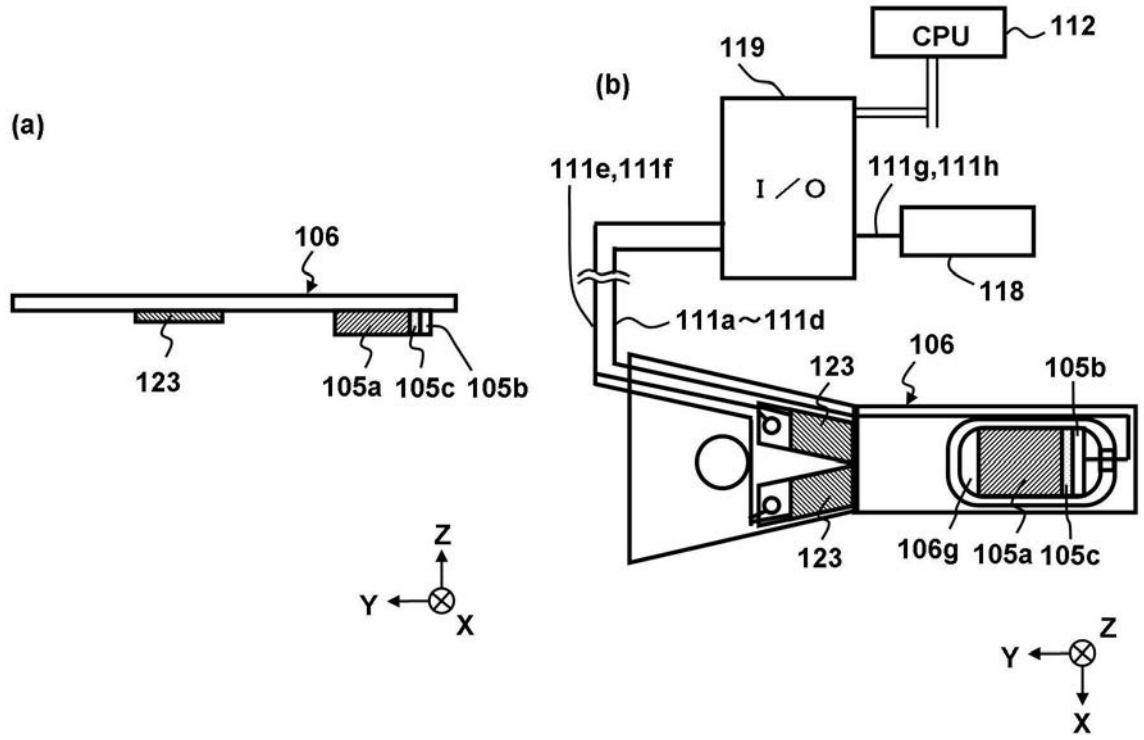
【図７】


105c
105b
17
16
14
10d
10c
10b
10a
10
9d
9c
9b
9a
9
11e
6d
6c
6b
6a
11a
21c
21b
21a
15
11b
11c
11d
Z
Y
X

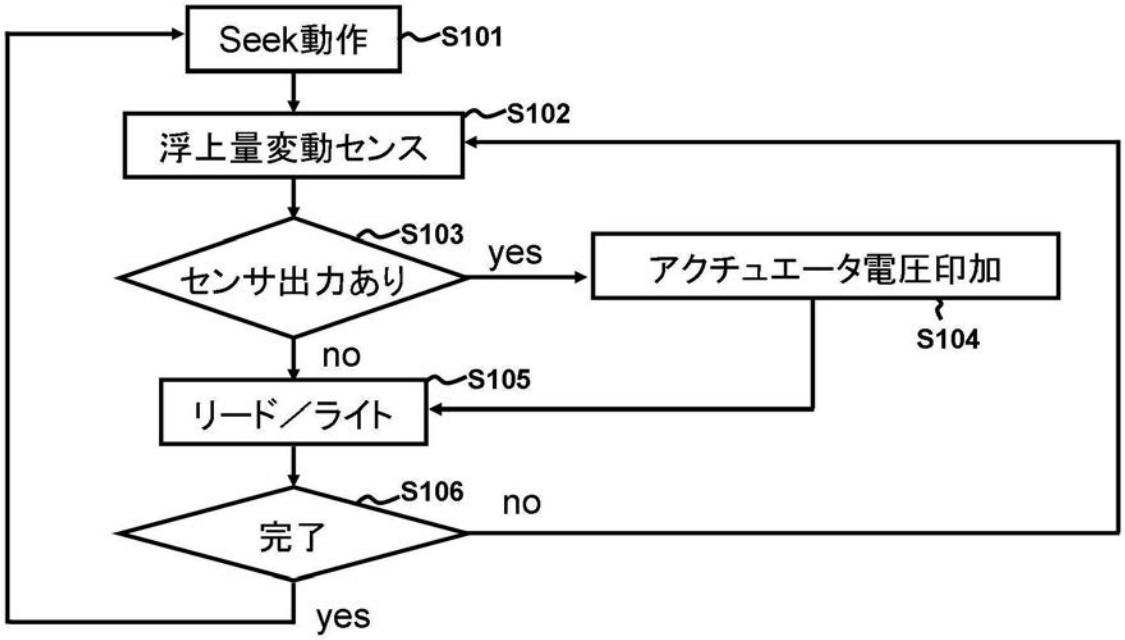
【図８】


105b
35
105c
6z
33
34
105a
11e
18d
11d
18c
11c
W10b
18b
W9b
11b
W10a
18a
B1
105ff
W9a
11a
105d
H2
H1
10d
6d
9d
10c
6c
9c
10b
W6b
6b
9b
W11b
10a
W6a
6a
9a
105f
Z
Y
X

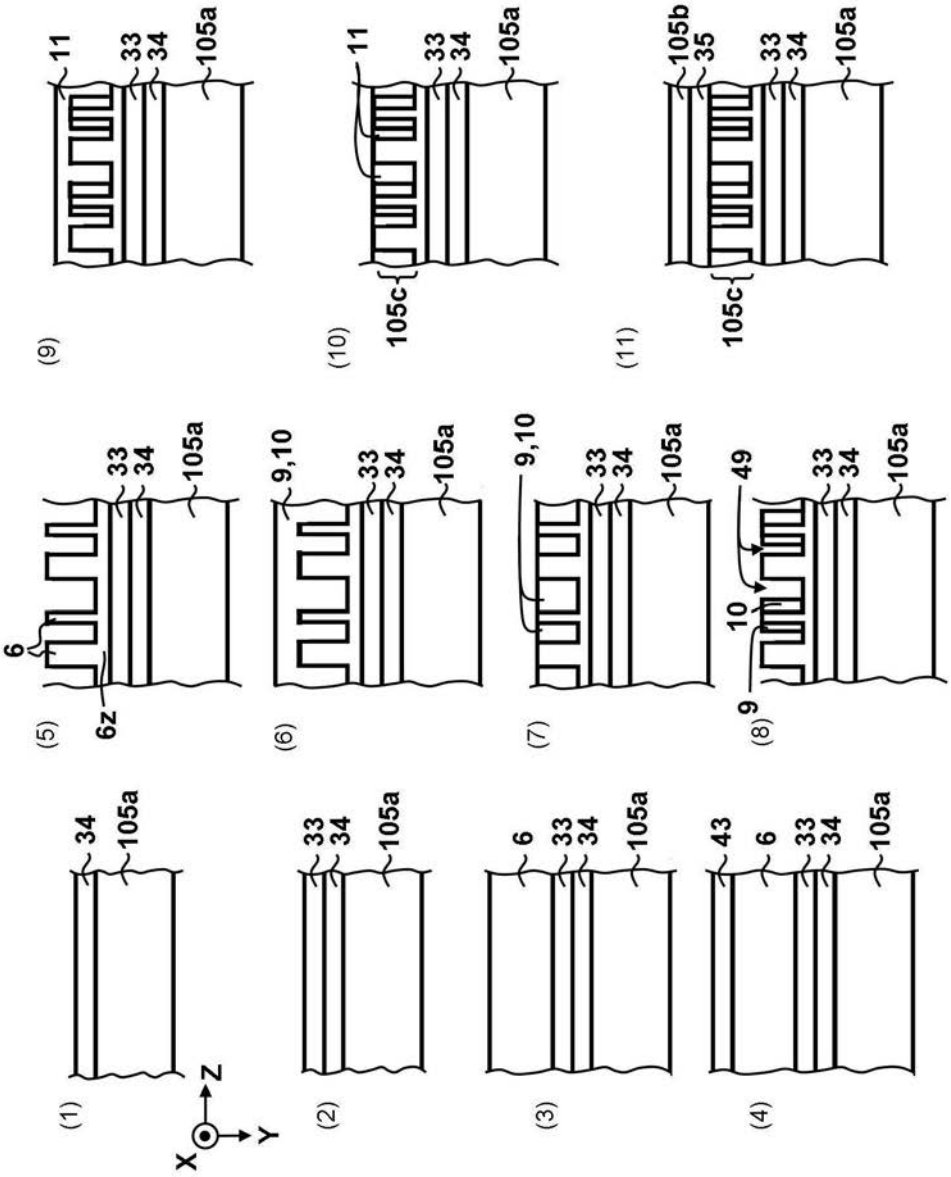
【図９】


(a)
106
123
105a
105c
105b
Z
Y
X
(b)
CPU
112
119
I／O
111e,111f
111g,111h
118
111a～111d
106
123
105b
123
106g
105a
105c
Z
Y
X

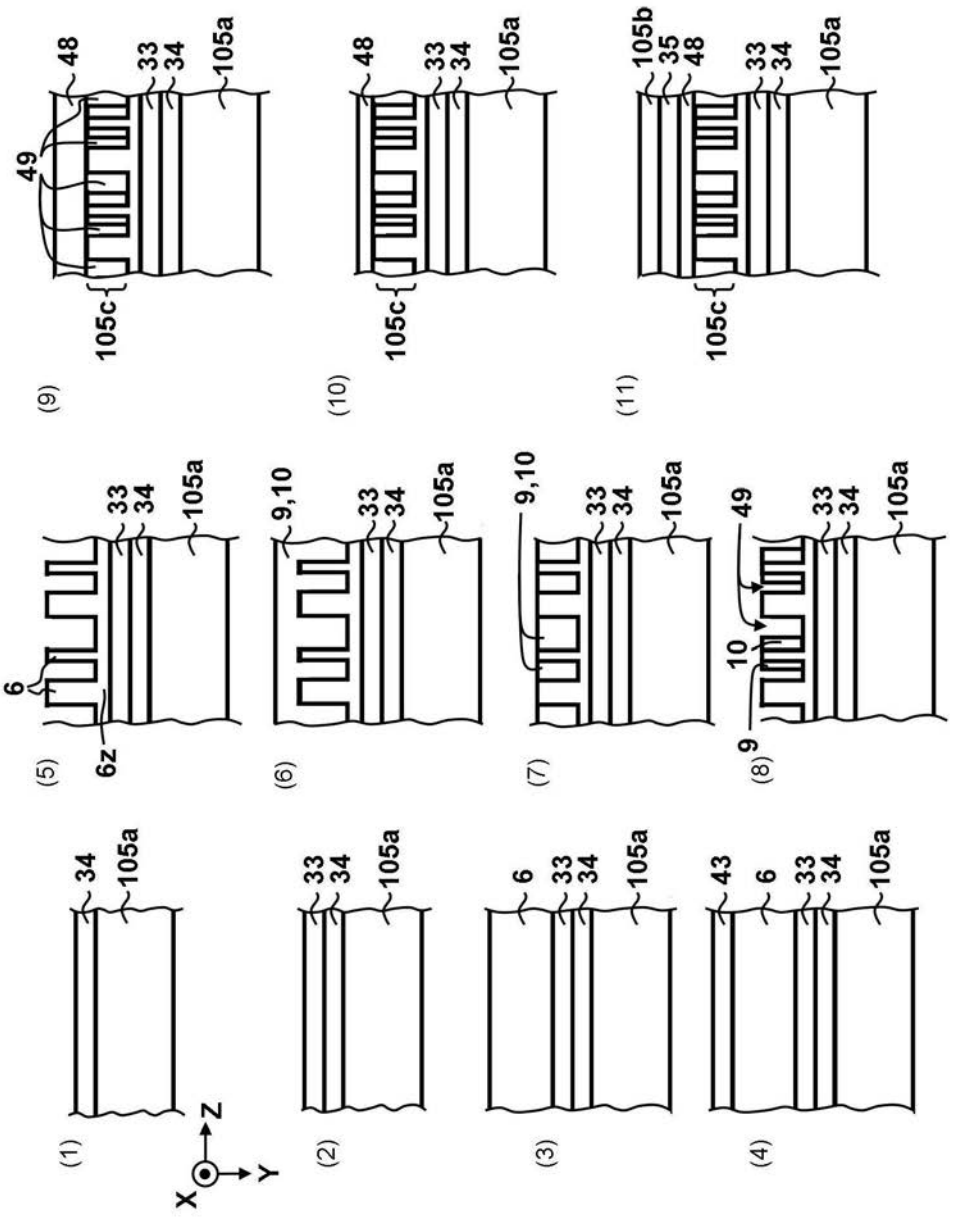
【図１０】


Seek動作
S101
浮上量変動センス
S102
センサ出力あり
S103
yes
アクチュエータ電圧印加
S104
no
リード／ライト
S105
完了
S106
no
yes

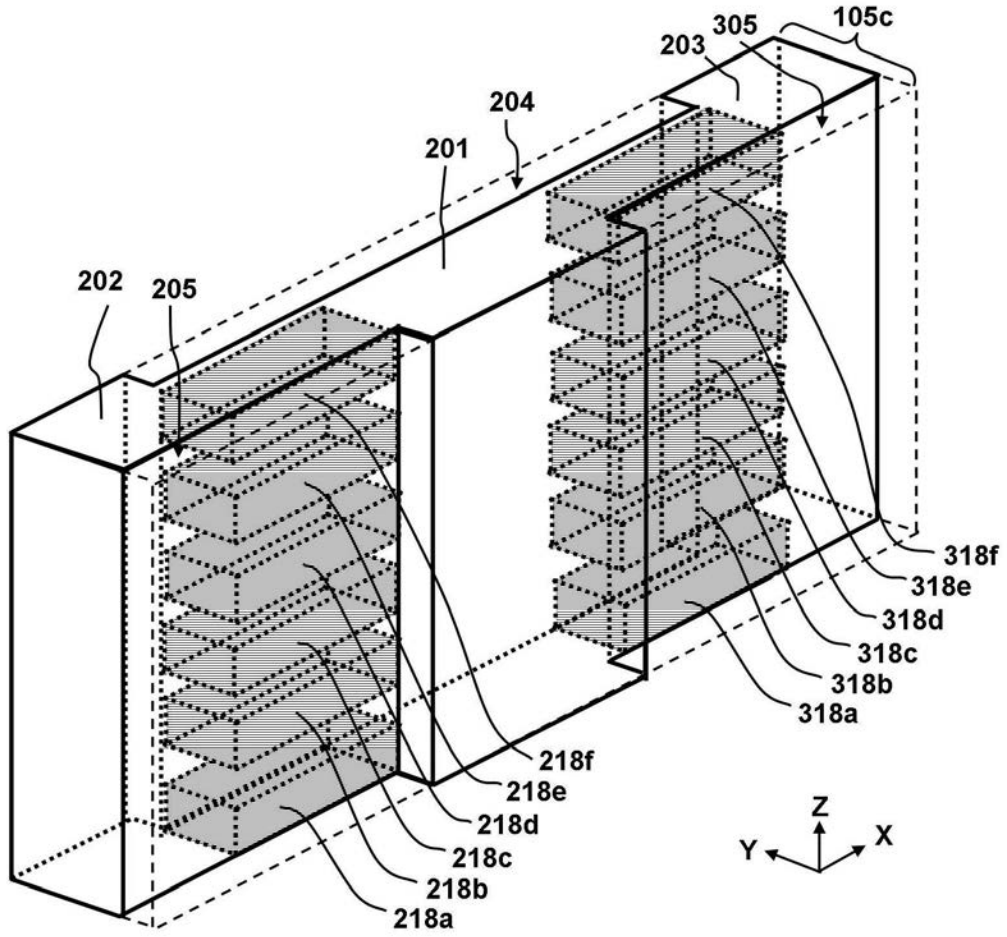
【図１１】


(1)
34
105a
Z
X
Y
(2)
33
34
105a
(3)
6
33
34
105a
(4)
43
6
33
34
105a
(5)
6
6z
33
34
105a
(6)
9,10
33
34
105a
(7)
9,10
33
34
105a
(8)
49
10
9
33
34
105a
(9)
11
33
34
105a
(10)
11
105c
33
34
105a
(11)
105b
35
105c
33
34
105a

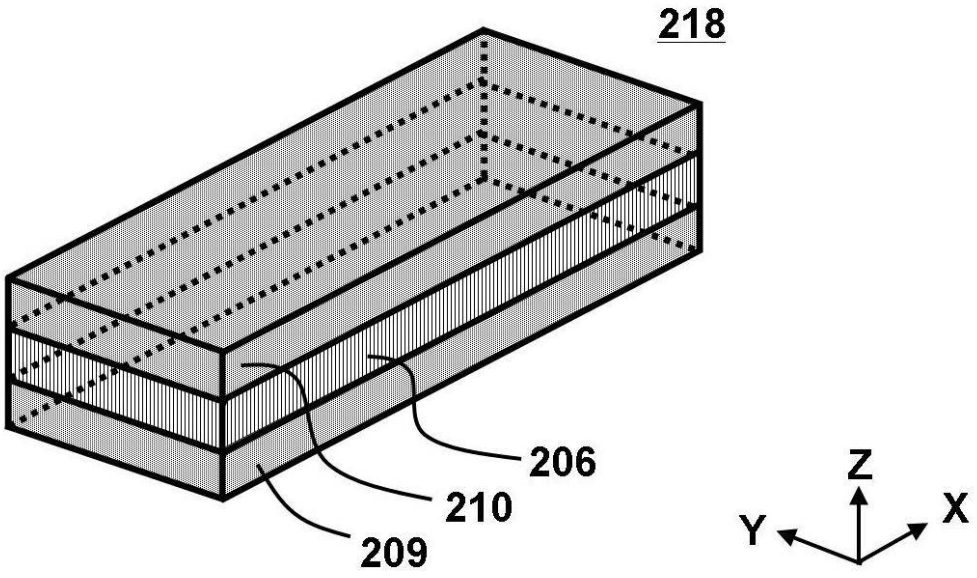
【図１２】


(1)
34
105a
Z
X
Y
(2)
33
34
105a
(3)
6
33
34
105a
(4)
43
6
33
34
105a
(5)
6
6z
33
34
105a
(6)
9,10
33
34
105a
(7)
9,10
33
34
105a
(8)
49
10
9
33
34
105a
(9)
48
49
33
34
105a
105c
(10)
48
33
34
105a
105c
(11)
105b
35
48
33
34
105a
105c

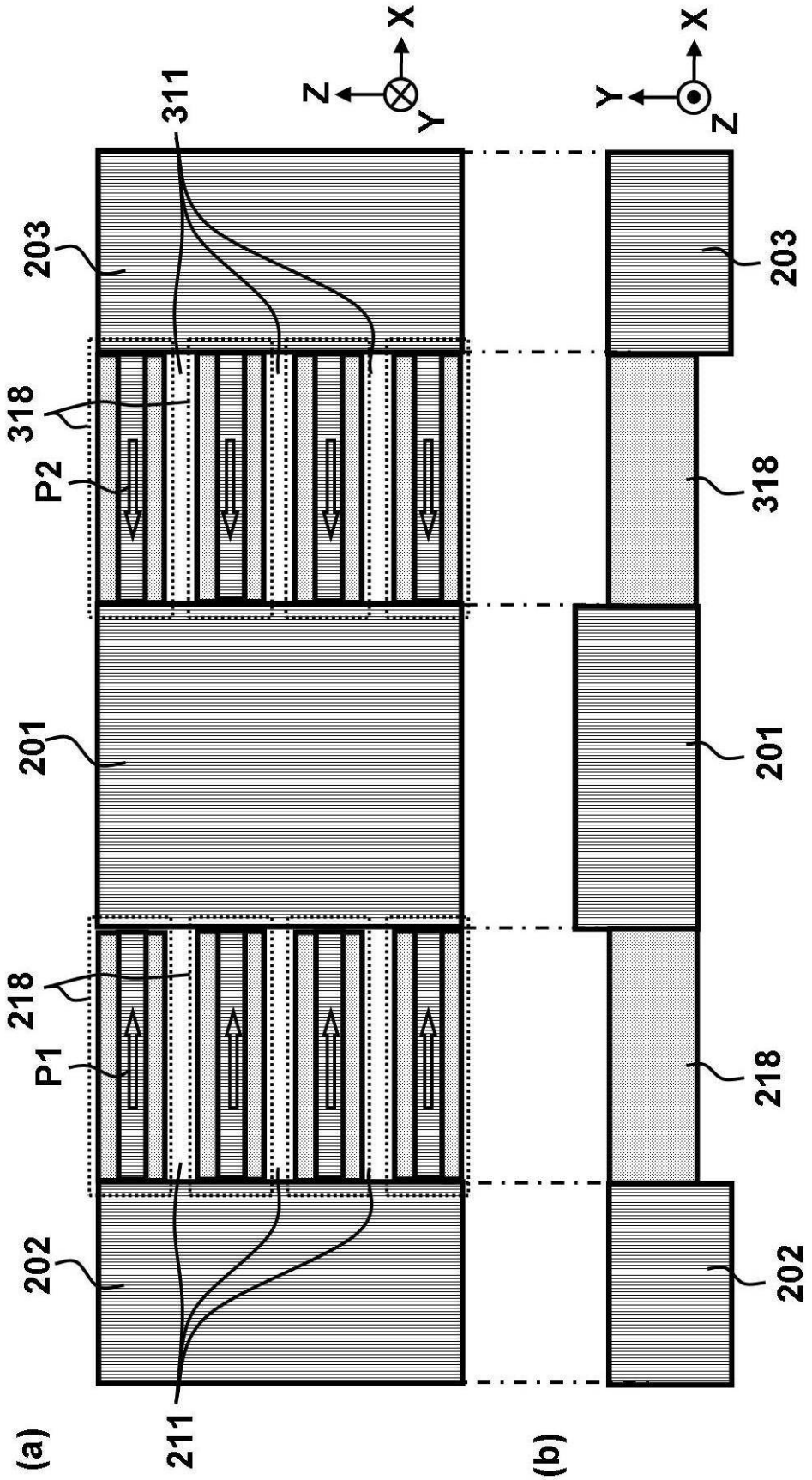
【図１３】


105c
305
203
204
201
202
205
318f
318e
318d
318c
318b
318a
218f
218e
218d
218c
218b
218a
Z
Y
X

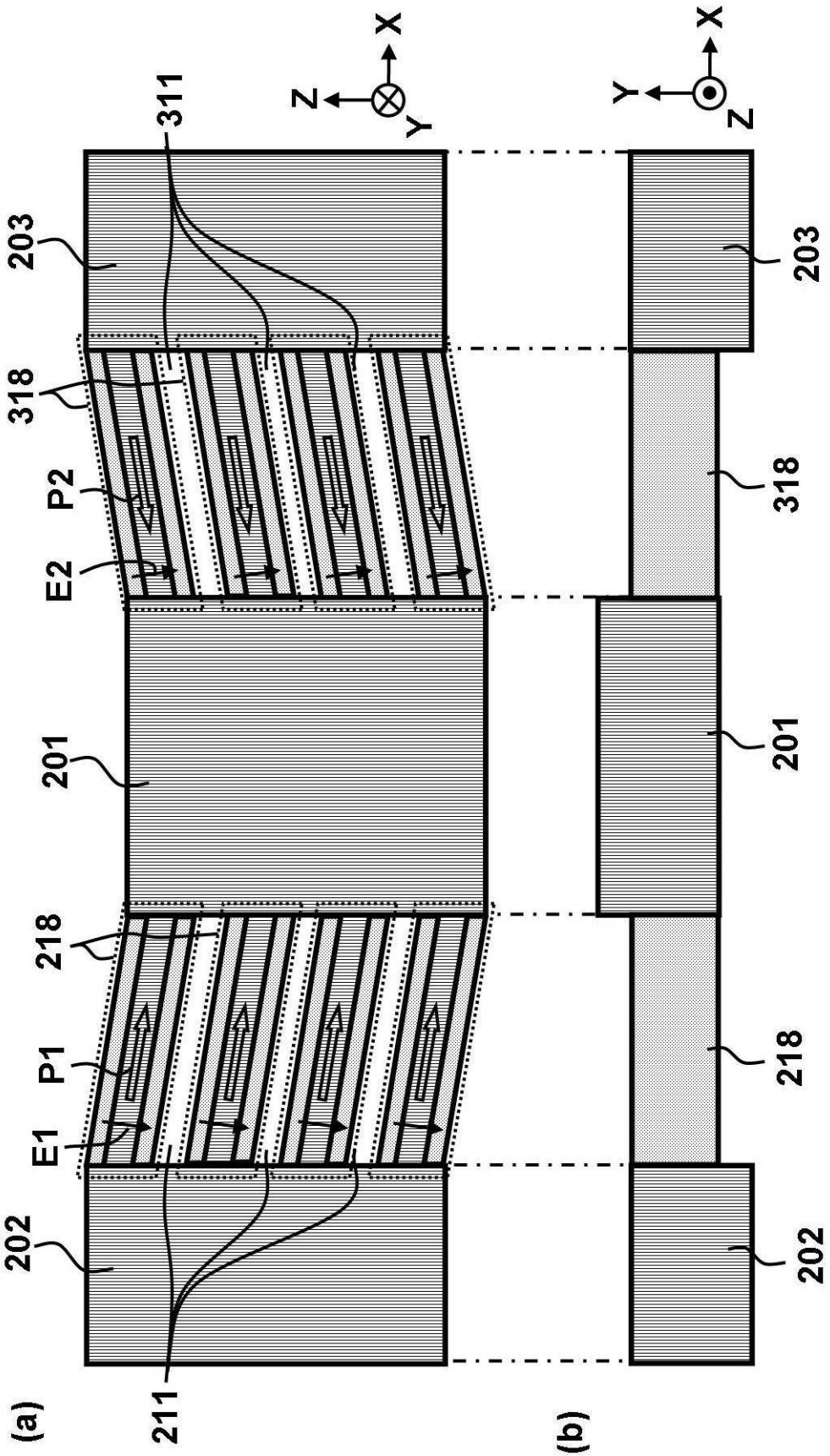
【図１４】


218
206
210
209
Z
Y
X

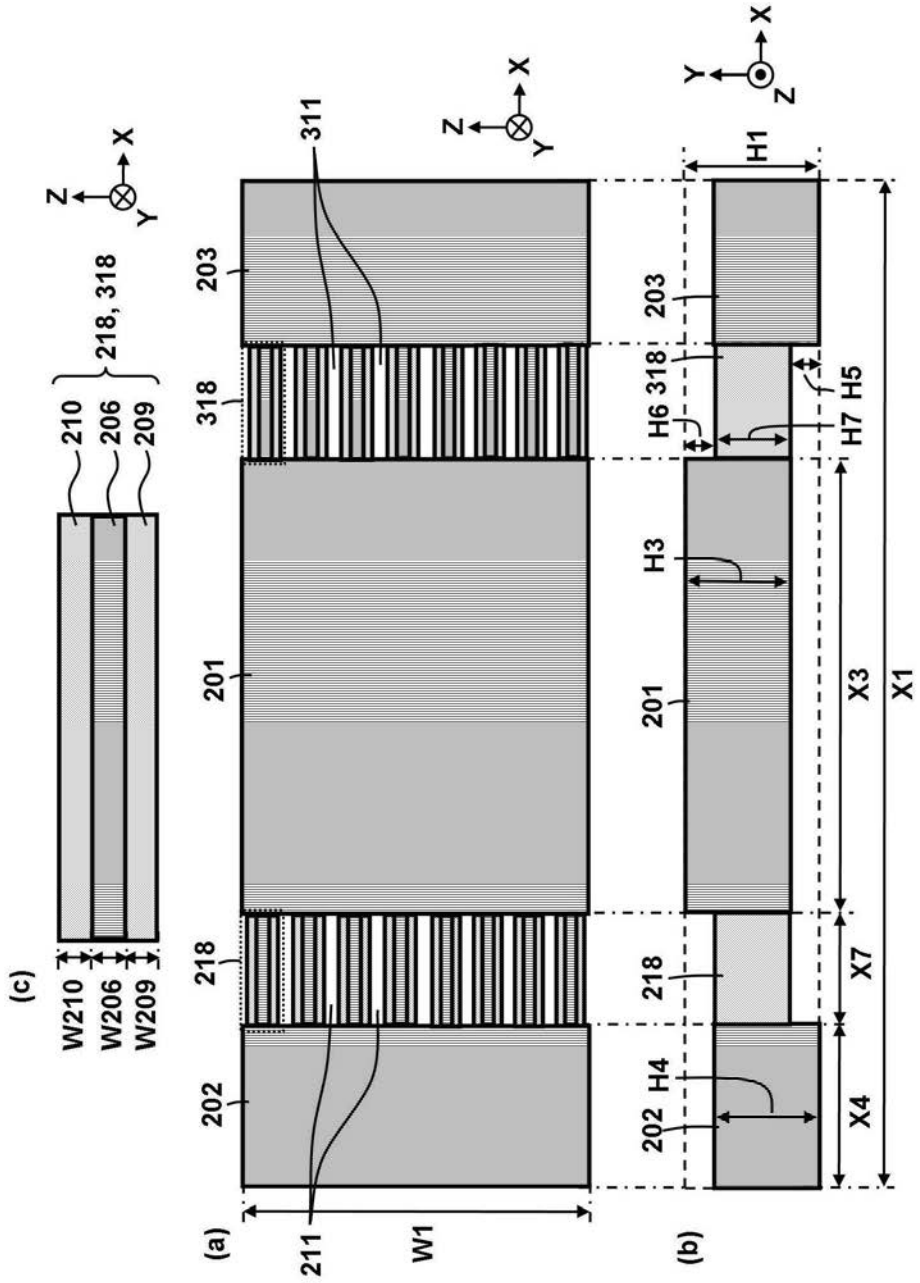
【図１５】



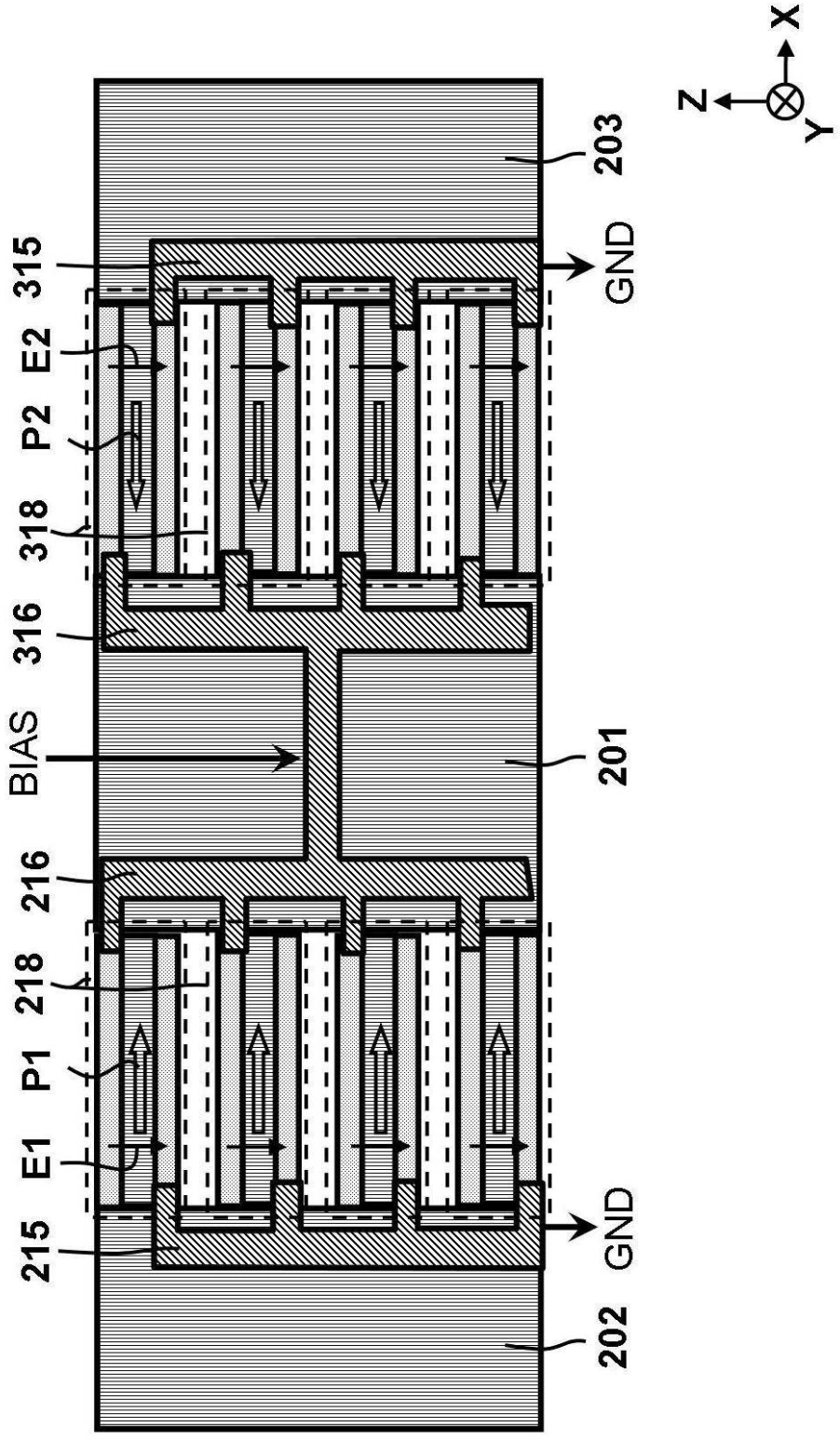
【図１６】


X
Z
Y
311
203
318
P2
E2
201
218
P1
E1
202
211
(a)
X
Y
Z
203
318
201
218
202
(b)

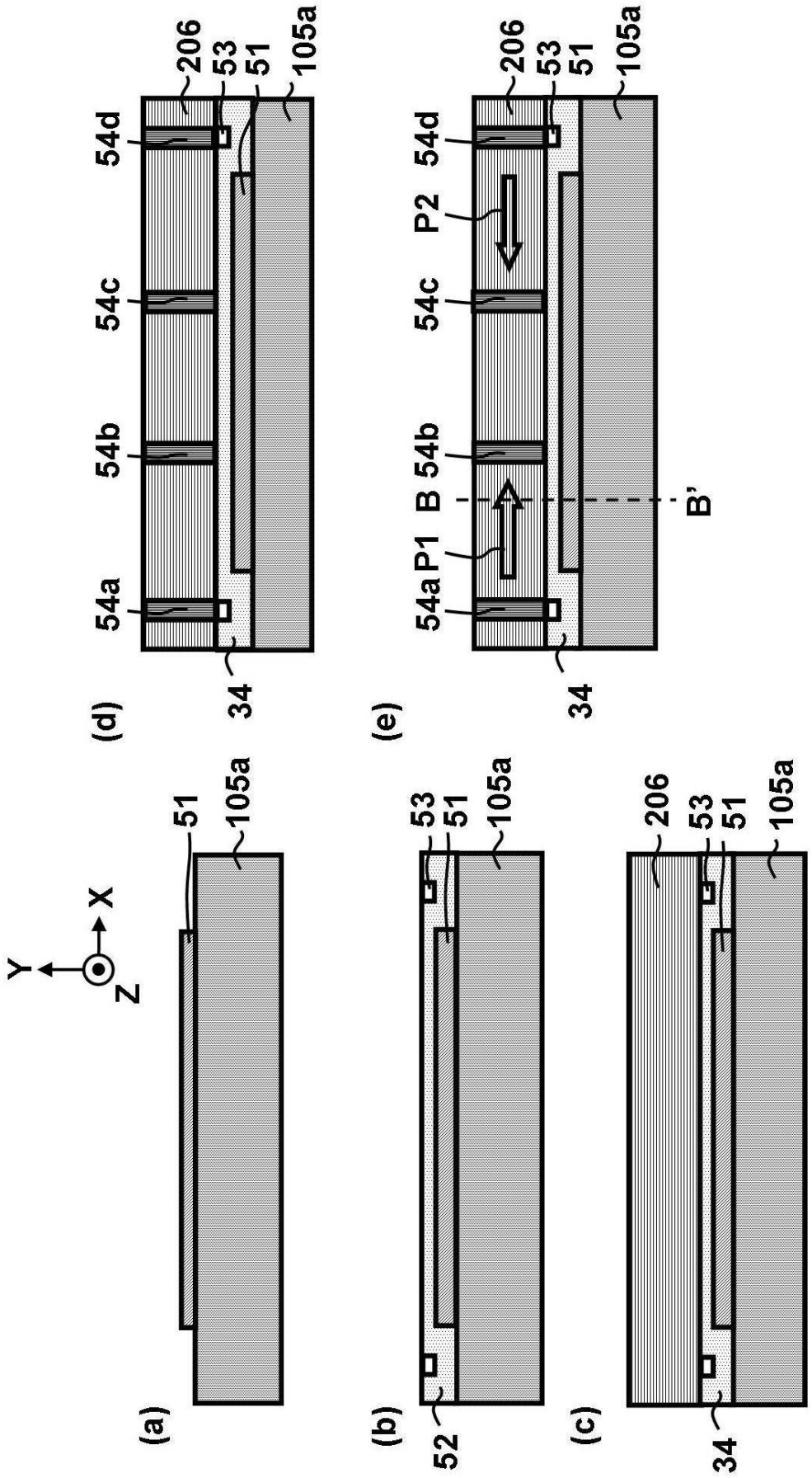
【図１７】


X
Z
Y
311
203
218, 318
210
206
209
318
201
218
202
211
W1
W210
W206
W209
(a)
(b)
(c)
H1
H6
H5
H7
H3
H4
X3
X1
X7
X4

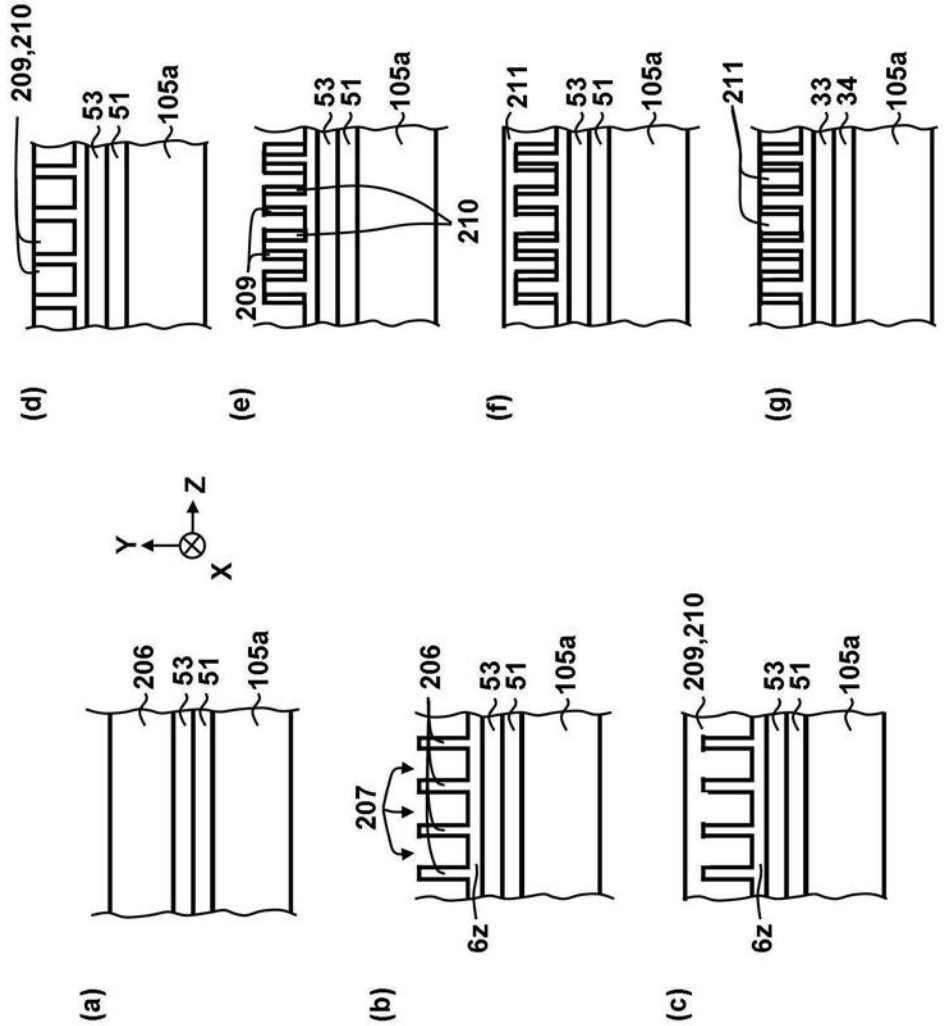
【図１８】



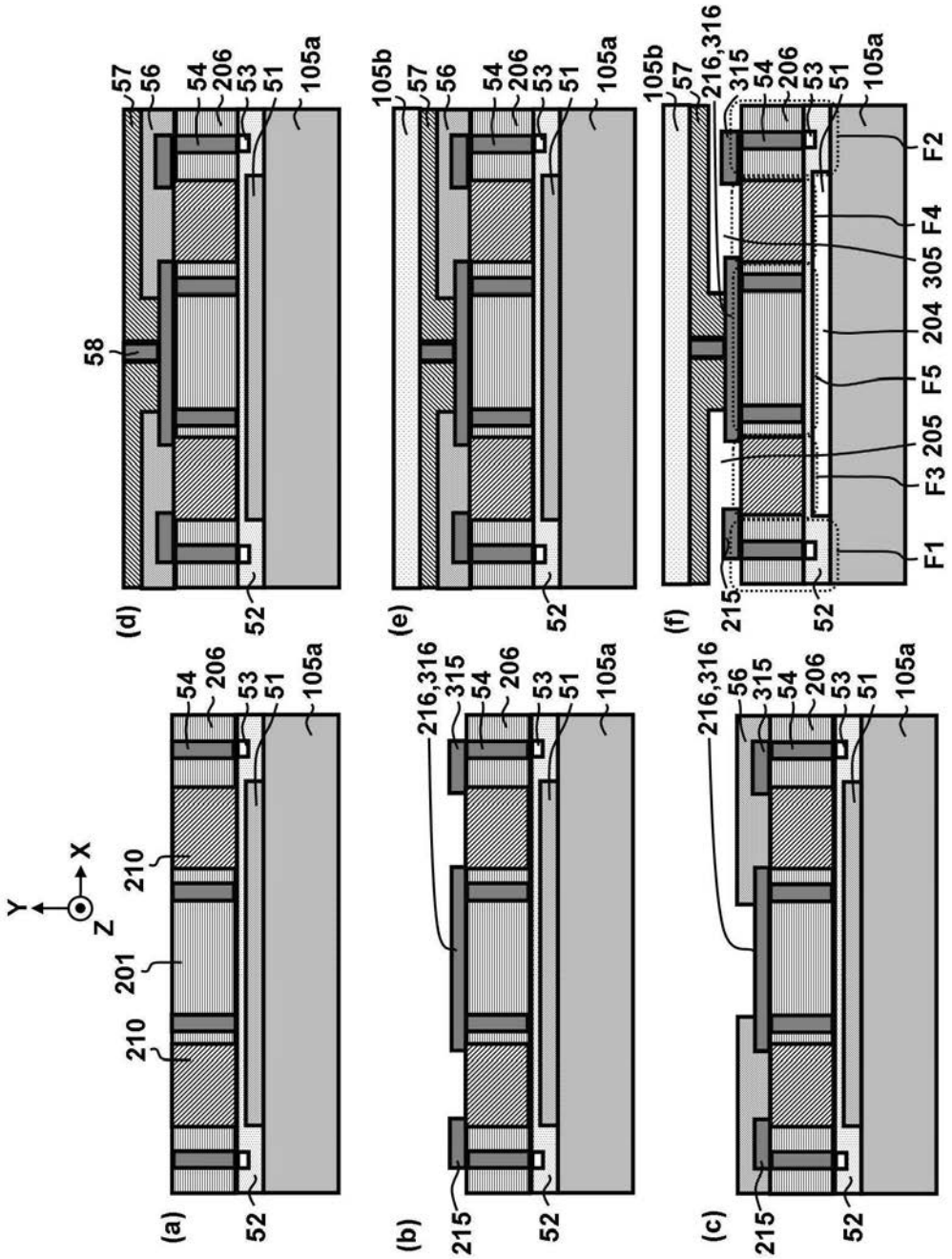
【図１９】



【図２０】



【図２１】


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
X
Y
Z
210
201
210
52
215
54
206
53
51
105a
105b
56
57
58
216,316
315
F1
F2
F3
F4
F5
204
205
305

フロントページの続き

審査官　齊藤　健一

(56)参考文献　特開２０００－３４８３２１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９８１８９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１４４９７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ　２１／１０，Ｇ１１Ｂ　２１／２１