

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008 年 10 月 23 日 (23.10.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/126244 A1

(51) 国際特許分類:
G11B 9/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057070

(22) 国際出願日: 2007 年 3 月 30 日 (30.03.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1538654 東京都目黒区目黒 1 丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 純 (SUZUKI,

Jun) [JP/JP]; 〒3598522 埼玉県所沢市花園 4 丁目 2 6 1 0 番地 パイオニア株式会社 所沢事業所内 Saitama (JP).

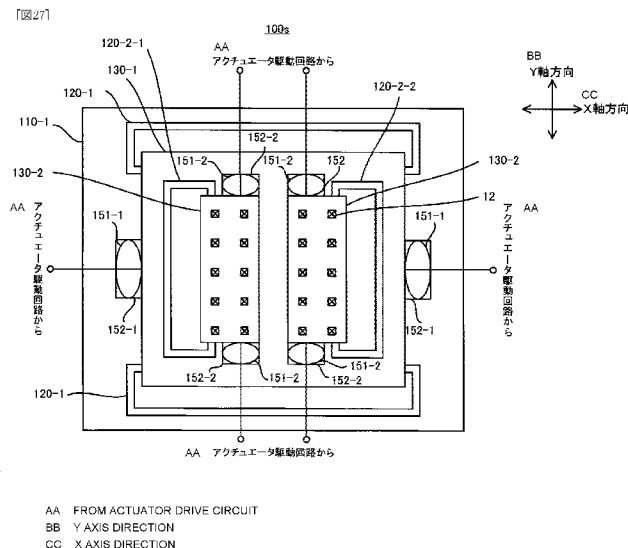
(74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 1 6 番 1 0 号 オークビル京橋 3 階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: DRIVER

(54) 発明の名称: 駆動装置



(57) Abstract: A driver (100p, 100s) comprises a base section (130-1), a movable stage section (130-2) for mounting a driven article (12), a resilient section (120-2) exhibiting resiliency for moving the stage section along one direction (Y axis), a first application section (151-2, 152-2, 22) which applies a shaking force for moving the stage section to oscillate alone the one direction at a resonance frequency determined by the stage section and the resilient section, and a second application section (151-1, 152-1, 22) which applies a driving force for moving the stage section or the driven article mounted thereon stepwise or continuously along other direction (X axis). The stage section or other stage section mounted thereon as a driven section is divided into a plurality of stage portions.

(57) 要約: 駆動装置 (100p、100s) は、ベース部 (130-1) と、被駆動物 (12) が搭載されると共に、移動可能なステージ部 (130-2) と、ステージ部を一方の方向 (Y 軸) に沿って移動させるような弾性を有する弾性部 (120-2) と、ステージ部及び弾性部により定まる共振周波数でステージ部が一方の方向に沿って共振するようにステージ部を移動させるための加振力を加える第 1 印加部 (151-2、152-2、22) と、ステージ部を又はステージ部上に搭載される被駆動物を他の方向 (X 軸) に沿って段階

[続葉有]

WO 2008/126244 A1



SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えばプローブ等を一軸方向や二軸方向に駆動しながら、媒体の表面等を走査する駆動装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 例えば記録媒体に対して、複数のプローブを含むプローブアレイを記録媒体の記録面に沿って移動させることで、記録媒体にデータを記録したり、或いは該記録媒体に記録されたデータを再生したりするプローブメモリの開発が進められている。このようなプローブメモリにおいては、記録媒体に対するプローブアレイの位置(言い換えれば、プローブアレイと記録媒体との位置関係)は、例えばプローブアレイが備え付けられたステージを移動させることで決定される。言い換えれば、ステージを備えと共に該ステージを移動することができるMEMS (Micro Electro Mechanical System) アクチュエータの動作により、記録媒体に対するプローブアレイの位置が決定される。

[0003] プローブアレイが備え付けられたステージを移動させるための具体的な構成としては、例えば特許文献1に開示されたMEMSアクチュエータが一例として挙げられる。このようなMEMSアクチュエータにおいては、相対的に低い周波数(より具体的には、ステージを含むばね・質量系の最低共振周波数よりも低い周波数)でステージが振動するようにステージに力を加えることで、ステージを移動させている。このように最低共振周波数よりも低い周波数でステージを振動させるようにステージに力を加えるのは、共振周波数付近の周波数でステージを振動させるようにステージに力を加えると、振動のゲイン(つまり、振幅の変動幅)が大きくなりすぎてしまったり、共振周波数より高い周波数では姿勢の制御が利きづらくなり、その結果、ステージの動作(つまり、MEMSアクチュエータの動作)が不安定になってしまうことを考慮しているからである。これにより、MEMSアクチュエータの動作の安定化を図ることができる。

[0004] 非特許文献1:長谷部建彦, 山中聖子, 原田武, 武藤康、「低電圧・可変ストローク電

磁駆動方式アクチュエータの開発 (development of wide lateral stroke electro-magnetic actuator driven by low voltage)」、電気学会センサ・マイクロマシン準部門総合研究会／マイクロマシン・センサシステム研究会、No. MSS-06-12

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 他方で、MEMSアクチュエータは、そのサイズが微小であることから、より一層の低消費電力化が望まれている。また、記録媒体の記録容量の大容量化のために、その記録密度を極めて高くし、且つ記録ピッチのナノメートル台までの極小化を目指している。このような超微小な領域に対してプローブを用いてデータを記録する際には、ほんのわずかなステージの駆動姿勢の乱れ、姿勢再現性が性能を左右する。このため、より効率的にステージを移動させることが望まれている。

[0006] 本発明が解決しようとする課題には上記のようなものが一例として挙げられる。本発明は、より効率的にステージを移動させることで、低消費電力化を実現可能であり、駆動姿勢の安定化を実現可能な駆動装置(つまり、MEMSアクチュエータ)を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために本発明の駆動装置は、ベース部と、被駆動物が搭載されると共に、移動可能なステージ部と、前記ベース部と前記ステージ部とを接続すると共に、前記ステージ部を一の方向に沿って移動させるような弾性を有する弾性部と、前記ステージ部及び前記弾性部により定まる共振周波数で前記ステージ部が前記一の方向に沿って共振するように前記ステージ部を移動させるための加振力を加える第1印加部と、前記ステージ部を又は前記ステージ部上に搭載される前記被駆動物を前記一の方向と略直交する他の方向に沿って段階的に又は連続的に移動させるための駆動力を加える第2印加部とを備え、前記ステージ部又は前記ステージ部上に前記被駆動物として搭載される他のステージ部は、複数のステージ部分に分割されている。

[0008] 本発明のこのような作用及び利得は次に説明する実施の形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本実施例に係る強誘電体記録再生装置の構成を概念的に示すブロック図である。
- [図2]本実施例において用いられる記録媒体の一例を概念的に示す平面図及び断面図である。
- [図3]データの記録動作を概念的に示す断面図である。
- [図4]データの再生動作を概念的に示す断面図である。
- [図5]第1実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図6]図5に示す第1実施例に係る駆動装置のステージが移動した場合の態様を概念的に示す平面図である。
- [図7]電磁力に起因した加振力をベースに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図8]静電力に起因した加振力をベースに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図9]第2実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図10]電磁力に起因した加振力を2本のサスペンションに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図11]静電力に起因した加振力を2本のサスペンションに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図12]第3実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図13]電磁力に起因した加振力をステージに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図14]静電力に起因した加振力をステージに加えることによりステージを移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図15]第4実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。
- [図16]第4実施例に係る駆動装置が動作した場合の態様を概念的に示す平面図である。
- [図17]ステージの質量を調整する駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図18]第5実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図19]図18に示す第5実施例に係る駆動装置の第1ステージが移動した場合の一の態様を概念的に示す平面図である。

[図20]図18に示す第5実施例に係る駆動装置の第1ステージが移動した場合の他の態様を概念的に示す平面図である。

[図21]電磁力に起因した加振力を第1ステージに加えることにより第2ステージをY軸の方向に沿って移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図22]静電力に起因した加振力を第1ステージに加えることにより第2ステージをY軸の方向に沿って移動させる駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図23]第2ステージをY軸の方向に沿って移動させるための駆動源を2種類備えている駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図24]第1ステージ上に複数の第2ステージを備える駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図25]第6実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図26]第6実施例に係る駆動装置の他の構成を概念的に示す平面図である。

[図27]第1ステージ上に複数の第2ステージを備える駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図28]第7実施例に係る駆動装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図29]図28に示す第7実施例に係る駆動装置のステージが移動した場合の態様を概念的に示す平面図である。

[図30]第8実施例に係る駆動装置により実現される複数のプローブの移動の軌跡を概念的に示す平面図である。

符号の説明

[0010] 1 強誘電体記録再生装置

12 プローブ

30 記録媒体

100 駆動装置

110 ベース

120 サスペンション
130 ステージ
141、143 電極
142 圧電素子
144 力伝達機構
151 コイル
152 磁極
161、162 電極
170 バネ定数調整部
171 部材
172 バネ
173 ステージ質量調整部
180 駆動源

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、発明を実施するための最良の形態として、本発明の駆動装置に係る実施形態について順に説明する。

[0012] 本発明の駆動装置に係る実施形態は、ベース部と、被駆動物が搭載されると共に、移動可能なステージ部と、前記ベース部と前記ステージ部とを接続すると共に、前記ステージ部を一の方向に沿って移動させるような弾性を有する弾性部と、前記ステージ部及び前記弾性部により定まる共振周波数で前記ステージ部が前記一の方向に沿って共振するように前記ステージ部を移動させるための加振力を加える第1印加部と、前記ステージ部を又は前記ステージ部上に搭載される前記被駆動物を前記一の方向と略直交する他の方向に沿って段階的に又は連続的に移動させるための駆動力を加える第2印加部とを備え、前記ステージ部又は前記ステージ部上に前記被駆動物として搭載される他のステージ部は、複数のステージ部分に分割されている。

[0013] 本発明の駆動装置に係る実施形態によれば、第1印加部の動作により、各種ばねを含む弾性部を介してベース部（つまり、基礎となる固定されたベース部）と接続されたステージ部が、ステージ部及び弾性部により定まる共振周波数で一方向（例え

ば、Y軸の方向)に沿って共振するような加振力が加えられる。つまり、第1印加部により加えられる加振力により、ステージ部は、共振周波数で共振するように移動する(言い換えれば、可動する)。加えて、本実施形態においては、第2印加部の動作により、ステージ部自身を又はステージ部上に搭載される被駆動物を他の方向(例えば、X軸の方向)に沿って段階的に又は連続的に移動させるための駆動力が加えられる。これにより、ステージ部又はステージ部上に搭載される被駆動物は、他の方向に沿ったトラッキング動作を行うように移動する。ここで、ステージ部を他の方向に沿って移動させる構成としては、(i)ベース部、ステージ部及び弾性部を含む共振振動系の全体を移動させる構成と、(ii)共振するように移動しているステージ部上に搭載される被駆動物(例えば、他のステージ部)のみを更に移動させる構成との2つが一例として挙げられる。

[0014] 本実施形態では特に、一の方向に沿って共振するステージ部が複数のステージ部分に分割されている。又は、一の方向に沿って共振するステージ部上に搭載され且つ他の方向に沿って移動する被駆動物としての他のステージ部が複数のステージ部分に分割されている。

[0015] このように、本実施形態に係る駆動装置においては、ステージ部を他の方向に沿って移動させると共に該ステージ部又は該ステージ部上に搭載される被駆動物を他の方向に沿って共振させることができる。これにより、ステージ部又はステージ部上に搭載された被駆動物を、一の方向に沿って共振させながら他の方向に沿って移動させることができる。つまり、ステージ部の2軸駆動を行うことができる。

[0016] 更に、本実施形態においては、ステージ部を一の方向に沿って移動させる際に、共振という性質を利用している。ここで、「共振」とは、無限小の力の繰り返しにより無限大の変位が生じる現象であることから、ステージ部が一の方向に沿って移動するために必要な加振力を小さくしても、ステージ部の移動範囲を大きくとることができる。つまり、ステージ部が一の方向に沿って移動するために必要な加振力を相対的に小さくすることができる。このため、ステージ部の一の方向に沿った移動に必要な加振力を加えるために必要な電力量をも少なくすることができる。従って、より効率的にステージ部を移動させることで、低消費電力化を実現することができる。

- [0017] 尚、上述した背景技術に記載された構成では、最低共振周波数よりも低い周波数でステージ部が振動するようにステージ部を移動させていた。しかしながら、本実施形態では、低消費電力化を目的として、共振周波数でステージ部が振動するようにステージ部を移動させている。このような低消費電力化は、MEMSアクチュエータのような微小な装置においては特に有利な効果と言える。
- [0018] 加えて、方向性を有する力を利用してステージ部が移動する駆動装置においては、ステージ部に加えられる力が作用する方向や位置によっては、ステージ部の姿勢が乱れてしまいかねない。つまり、ステージ部の重心に力を加えなければ、ステージ部の姿勢が乱れてしまいかねない。或いは、ステージ部に加えられる力に回転成分が含まれていれば、ステージ部の姿勢が乱れてしまいかねない。その結果、ステージ部の移動の態様に対する再現性が得られなくなるといえる。しかるに、本実施形態においては、共振というステージ部及び弾性部を含む振動系自身の自由な挙動を利用してステージ部を移動させることができるため、ステージ部の姿勢の安定性を維持することができる。その結果、ステージ部の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。
- [0019] そして、被駆動物としてのプローブアレイがステージ部に備え付けられており、且つプローブアレイと対向するように記録媒体が配置されていれば、プローブアレイが含む複数のプローブの夫々を、記録媒体上の所望の位置に移動させることができる。その結果、記録媒体上の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体上の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。特に、本実施形態に係る駆動装置によれば、2軸駆動が可能であるため、記録媒体上の概ね全ての記録面に対してデータを記録したり、記録媒体上の概ね全ての記録面に記録されたデータを再生したりすることができる。
- [0020] 更に、ステージ部又は該ステージ部上に搭載される他のステージ部が複数のステージ部分に分割されるため、個々のステージ部分のサイズを相対的に小さくすることができる。このため、夫々のステージ部分の質量を相対的に減少させることができる。これにより、夫々のステージ部分を支える弾性部のサイズを小さくしても（例えば、厚みを薄くしたり、幅を小さくしたりしても）、夫々のステージ部分を好適に支えることが

できる。従って、駆動装置の軽量化或いは小型化を図ることができる

本発明の駆動装置に係る実施形態の一の態様は、前記他のステージ部は、前記他の方向に沿って配列される前記複数のステージ部分に分割される。

[0021] この態様によれば、複数のステージ部分が、他の方向（つまり、トラッキング動作によるステージ部の移動の方向であって、ステージ部の共振の方向と略直交する方向）に沿って並ぶように配列されている。

[0022] ここで、プローブアレイが夫々のステージ部分に備え付けられており、且つプローブアレイと対向するように記録媒体が配置されている構成を例に用いて、上述した態様の効果について説明する。例えば、矩形の形状を有する記録媒体においては、記録媒体の記録面の一の領域における熱膨張と、該一の領域とは離れた位置にある他の領域における熱膨張との間にばらつきが生じかねない。このため、一の領域におけるデータのピッチと、他の領域におけるデータのピッチとが一致しない不都合が生じかねない。ここで、単一の他のステージ部を備える駆動装置を用いた場合には、トラッキング動作は、全てのプローブに対して共通の距離ずつ行われる。従って、他のステージ部の一方の端部に近接して備え付けられるプローブは、記録媒体の記録面の一の領域の所望のエリア部分（例えば、データを記録すべきエリア部分や、データを再生すべきエリア部分）に対してデータの記録や再生を行うことはできる一方で、他のステージ部の他方の端部に近接して備え付けられるプローブは、記録媒体の記録面の他の領域の所望のエリア部分に対してデータの記録や再生を行うことができないという不都合が生じかねない。しかるに、この態様によれば、他のステージ部が複数のステージ部分に分割されている。従って、記録媒体の記録面の一の領域における熱膨張と、他の領域における熱膨張との間にばらつきが生じていたとしても、一の領域及び他の領域の夫々におけるプローブの移動を独立して行うことができるため、一の領域及び他の領域の夫々に対してデータの記録動作及び再生動作を好適に行うことができる。

[0023] 上述の如く他のステージ部が他の方向に沿って配列される複数のステージ部分に分割される駆動装置の態様では、前記第2印加部は、前記他の方向に沿って配列される前記複数のステージ部分の夫々に対応するように複数備えられるように構成して

もよい。

[0024] このように構成すれば、他のステージ部が複数のステージ部分に分割されると共に、該複数のステージ部分の夫々が独立した第2印加部によって他の方向に沿って移動される。従って、上述したように、記録媒体の記録面の一の領域における熱膨張と、他の領域における熱膨張との間にばらつきが生じていたとしても、一の領域及び他の領域の夫々におけるプローブの移動を独立して行うことができるため、一の領域及び他の領域の夫々に対してデータの記録動作及び再生動作を好適に行うことができる。

[0025] 本発明の駆動装置に係る実施形態の他の態様は、前記ステージ部は、前記一の方法に沿って配列される前記複数のステージ部分に分割される。

[0026] この態様によれば、ステージ部自体を、一の方法(つまり、ステージ部の共振の方法)に沿って並ぶ複数のステージ部分に分割しても、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0027] 本発明の駆動装置に係る実施形態の他の態様は、前記第1印加部は、前記共振周波数に応じた周期で前記加振力を加える。

[0028] この態様によれば、例えば共振周波数が f_0 である仮定すれば、 $1/f_0$ の周期で或いは $1/f_0$ の N 倍ないしは $1/N$ 倍(但し、 N は1以上の整数)の周期で加振力が加えられる。言い換えれば、 $1/f_0$ の周期につき1回或いは $1/f_0$ の N 倍ないしは $1/N$ 倍(但し、 N は1以上の整数)の周期につき1回ずつ、加振力が加えられる。その結果、ステージ部の共振の態様に合わせて、該共振を強める又は維持するタイミングで加振力が加えられる。これにより、ステージ部は、共振周波数で共振するように移動する。従って、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0029] 本発明の駆動装置に係る実施形態の他の態様は、前記第1印加部は、圧電効果に起因した前記加振力を加える。

[0030] この態様によれば、例えば圧電素子に電圧を印加することで得られる圧電素子の形状の変位を、加振力として利用することができる。その結果、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0031] 本発明の駆動装置に係る実施形態の他の態様は、前記第1印加部は、電磁力に

起因した前記加振力を加える。

[0032] この態様によれば、例えばコイルに電流を流すことで発生する磁界と、該コイルに隣接するように設けられた磁極との間の電磁相互作用により得られる電磁力を、加振力として利用することができる。その結果、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0033] 本発明の駆動装置に係る実施形態の他の態様は、前記第1印加部は、静電力に起因した前記加振力を加える。

[0034] この態様によれば、例えば対向する2つの電極の電位差に起因して生ずる静電力を、加振力として利用することができる。その結果、上述した各種効果を好適に享受することができる。

[0035] 本発明のこのような作用及び他の利得は次に説明する実施の形態から明らかにされる。

[0036] 以上説明したように、本発明の駆動装置に係る実施形態によれば、ベース部と、ステージ部と、弾性部と、第1印加部と、第2印加部とを備える。従って、より効率的、及び安定的にステージを移動させることで、低消費電力化、及び姿勢の安定化を実現することができる。

実施例

[0037] 以下、図面を参照しながら、本発明の駆動装置に係る実施例について説明を進める。

[0038] (1) 情報記録再生装置

初めに、図1から図4を参照して、本発明の駆動装置に係る実施例を備える情報記録再生装置について説明する。尚、ここでは、強誘電体を記録材料として用いる記録媒体30に対して記録動作或いは再生動作を行う強誘電体記録再生装置について説明を進める。

[0039] (1-1) 構成

先ず、本実施例に係る強誘電体記録再生装置の構成について、図1を参照して説明する。ここに、図1は、本実施例に係る強誘電体記録再生装置の構成を概念的に示すブロック図である。

- [0040] 図1に示すように、強誘電体記録再生装置1は、記録媒体30に近接もしくは接触すると共に、駆動装置(言い換えれば、MEMSアクチュエータ)100に備え付けられたプローブ12と、該プローブ12に対向する位置に配置される記録媒体30とを備える。また、強誘電体記録再生装置1は、プローブ12から印加された信号再生用の高周波信号が戻るリターン電極11と、プローブ12とリターン電極11との間に設けられるインダクタLと、インダクタLとプローブ12の直下の誘電体材料31の表層ないしは内部に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量Csとで決まる共振周波数で発振する発振器13と、誘電体材料31に記録された分極状態を検出するための交番電界を印加するための交流信号発生器16と、誘電体材料31に分極状態を記録する記録信号発生器17と、交流信号発生器16及び記録信号発生器17の出力を切り替えるスイッチ18と、HPF(High Pass Filter)15と、プローブ12の直下の誘電体材料31が有する分極状態に対応した容量で変調されるFM信号を復調する復調器19と、復調された信号からデータを検出する信号検出部20と、復調された信号からトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー検出部21と、駆動装置100の動作を制御するアクチュエータ駆動回路22等を備えて構成される。
- [0041] プローブ12はHPF15を介して発振器13と接続され、またHPF15及びスイッチ18を介して交流信号発生器16及び記録信号発生器17と接続される。そして、誘電体材料31に電界を印加する電極として機能する。
- [0042] 尚、プローブ12は、後述する駆動装置100が備えるステージ130上に備え付けられており、記録媒体30の記録面に沿って平面移動することができる。このプローブ12の移動動作は、アクチュエータ駆動回路22の制御の下に行われる。尚、プローブ12の移動動作(言い換えれば、駆動装置100の構成及び動作)については、後に詳述する。
- [0043] リターン電極11は、プローブ12から誘電体材料31に印加される高周波電界(即ち、発振器13からの共振電界)が戻る電極であって、プローブ12を取り巻くように設けられている。尚、高周波電界が抵抗なくリターン電極11に戻るものであれば、リターン電極11の形状や配置は任意に設定が可能である。
- [0044] 尚、本実施例においては、説明の簡略化のために、図1においては、プローブ12

は一つだけ示しているが、実際には、記録速度及び再生速度を向上させるために、複数のプローブ12を備える構成を有していることが好ましい。この場合には、交流信号発生器16は、夫々のプローブ12に対応して複数設けられる。また、信号検出部20において夫々の交流信号発生器16に対応する再生信号を弁別可能なように、信号検出部20を複数備え、且つ夫々の信号検出部20は、夫々の交流信号発生器16より参照信号を取得することで、対応する再生信号を出力するように構成される。

[0045] インダクタLは、プローブ12とリターン電極11との間に設けられていて、例えばマイクロストリップラインで形成される。インダクタLと容量Csとを含んで共振回路14が構成される。この共振周波数が例えば1GHz程度を中心とした値になるようにインダクタLのインダクタンスが決定される。

[0046] 交流信号発生器16は、リターン電極11と電極32との間に存在する誘電体材料31の微小領域に交番電界を印加する。また、複数のプローブ12を用いる強誘電体記録再生装置においては、この周波数を参照信号として同期を取り、プローブ12で検出する信号を弁別する。その周波数は100kHz程度を中心としたものである。

[0047] 発振器13は、インダクタLと容量Csとで決定される共振周波数で発振する発振器である。その発振周波数は容量Csの変化に対応して変化するものである。従って、記録されているデータに対応した分極状態によって決定される容量Csの交番電界による変化に対応してFM変調が行われる。このFM変調を復調することで、記録媒体30に記録されているデータを読み取ることができる。

[0048] 尚、後に詳述するように、プローブ12、リターン電極11、発振器13、インダクタL、HPF15及び誘電体材料31中の容量Csから共振回路14が構成され、発信器13において増幅されたFM変調信号が復調器19へ出力される。

[0049] 記録信号発生器17は、記録用の信号を発生し、記録時にプローブ12に供給される。この信号はデジタル信号に限らずアナログ信号であってもよい。これらの信号として、音声情報、映像情報、コンピュータ用デジタルデータ等、各種の信号が含まれる。また、記録信号に重畳された交流信号は信号再生時の参照信号として各探針の情報を弁別して再生するためである。

[0050] スイッチ18は、再生時には、交流信号発生器16からの信号を、一方、記録時には

、記録信号発生器17からの信号をプローブ12に供給するようにその出力を選択する。この装置は機械式のリレーや半導体の回路が用いられるが、アナログ信号にはリレーが、デジタル信号には半導体回路で構成するのが好適である。

- [0051] HPF15は、インダクタ及びコンデンサを含んでなり、交流信号発生器16や記録信号発生器17からの信号が発振器13の発振に干渉しないように信号系統を遮断するためのハイパスフィルタを構成するために用いられていて、その遮断周波数は $f = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ である。ここで、LはHPF15に含まれるインダクタのインダクタンス、CはHPF15に含まれるコンデンサのキャパシタンスとする。交流信号発生器16から出力される交流信号の周波数は100KHz程度であり、発振器13の発振周波数は1GHz程度であるので、1次のLCフィルタで分離は十分に行われる。さらに次数の高いフィルタを用いてもよいが素子数が多くなるので装置が大きくなる虞がある。
- [0052] 復調器19は、FM変調信号を復調し、プローブ12がトレースした部位の分極された状態に対応した波形を復元する。記録されているデータがデジタルの「0」と「1」のデータであれば、変調される周波数は2種類であり、その周波数を判別することで容易にデータの再生が行われる。
- [0053] 信号検出部20は、復調器19で復調された信号から記録されたデータを再生する。この信号検出器19として例えばロックインアンプを用い、交流信号発生器16の交番電界の周波数に基づいて同期検波を行うことでデータの再生を行う。尚、他の位相検波手段を用いてもよいことは当然である。
- [0054] トラッキングエラー検出部21は、復調器19で復調された信号から、装置を制御するためのトラッキングエラー信号を検出する。検出したトラッキングエラー信号がトラッキング機構に入力されて制御がなされる。
- [0055] 続いて、図1に示す誘電体材料を用いた記録媒体30の一例について、図2を参照して説明する。ここに、図2は、本実施例において用いられる記録媒体30の一例を概念的に示す平面図及び断面図である。
- [0056] 図2(a)に示すように、記録媒体30は、例えば矩形の形状を有する。このような記録媒体30の記録面の上を、上述のプローブ12が相対的に移動することにより、記録媒体30にデータが記録され、或いは記録媒体30に記録されたデータが再生される。

[0057] また、図2(b)に示すように記録媒体30は、基板33の上に電極32が、また、電極32の上に誘電体材料31が積層されて形成されている。

[0058] 基板33は例えばSi(シリコン)であり、その強固さと化学的安定性、加工性等において好適な材料である。電極32はプローブ12(或いは、リターン電極11)との間で電界を発生させるためのもので、誘電体材料31に抗電界以上の電界を印加することで分極方向を決定する。データに対応して分極方向を定めることにより記録が行われる。

[0059] 誘電体材料31は、例えば強誘電体である LiTaO_3 等を電極32の上にスパッタリング等の公知の技術によって形成されている。そして、分極の+面と一面が180度のドメインの関係である LiTaO_3 のZ面に対して記録が行われる。他の誘電体材料を用いても良いことは当然である。この誘電体材料31は直流のバイアス電圧と同時に加わるデータ記録用の電圧によって、高速で微小な分極を形成する。

[0060] (1-2)動作原理

続いて、図3及び図4を参照して、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1の動作原理について説明する。尚、以下の説明では、図1に示した強誘電体記録再生装置1のうち一部の構成要素を抜き出して説明している。

[0061] (1-2-1)記録動作

まず、図3を参照して、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1の記録動作について説明する。ここに、図3は、データの記録動作を概念的に示す断面図である。

[0062] 図3に示すように、プローブ12と電極32との間に、誘電体材料31の抗電界以上の電界を印加することで、印加電界の方向に対応した方向を有して誘電体材料31は分極する。そして、印加する電圧を制御し、この分極の方向を変えることで所定のデータを記録することができる。これは、誘電体(特に、強誘電体)にその抗電界を超える電界を印加すると分極方向が反転し、且つその分極方向が状態で維持されるという性質を利用したものである。

[0063] 例えばプローブ12から電極32に向かう電界が印加されたとき、微小領域は下向きの分極Pとなり、電極32からプローブ12に向かう電界が印加されたときは上向きの分極Pとなるとする。これがデータを記録した状態に対応する。駆動装置100の動作によりプローブ12が矢印で示す方向に移動すると、検出電圧は分極Pに対応して、上

下に振れた矩形波として出力される。

[0064] (1-2-2)再生動作

続いて、図4を参照して、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1の再生動作について説明する。ここに、図4は、データの再生動作を概念的に示す断面図である。

[0065] 誘電体の非線形誘電率は、誘電体の分極方向に対応して変化する。そして、誘電体の非線形誘電率は、誘電体に電界を印加した時に、誘電体の容量の違いないし容量の変化の違いとして検出することができる。従って、誘電体材料に電界を印加し、そのときの誘電体材料の一定の微小領域における容量 C_s の違いないし容量 C_s の変化の違いを検出することにより、誘電体材料の分極の方向として記録されたデータを読み取り、再生することが可能となる。

[0066] 具体的にはまず、図4に示すように、不図示の交流信号発生器16からの交番電界が電極32及びプローブ12の間に印加される。この交番電界は、誘電体材料31の抗電界を越えない程度の電界強度を有し、例えば100kHz程度の周波数を有する。交番電界は、主として、誘電体材料31の分極方向に対応する容量変化の違いの識別を可能にするために生成される。尚、交番電界に代えて、直流バイアス電圧を印加して、誘電体材料31内に電界を形成してもよい。係る交番電界が印加されると記録媒体30の誘電体材料31内に電界が生ずる。

[0067] 次に、プローブ12の先端と記録面との距離がナノオーダーの極めて小さい距離となるまで、プローブ12を記録面に接近させる。この状態で発振器13を駆動する。尚、プローブ12直下の誘電体材料31の容量 C_s を高精度に検出するためには、プローブ12を誘電体材料31の表面、即ち、記録面に接触させることが好ましい。但し、プローブ12の先端を記録面に接触させなくとも、例えば実質的には接触と同視できる程度にプローブ12の先端を記録面に接近させても、再生動作(更には、上述の記録動作)を行なうことは可能である。

[0068] そして、発振器13は、プローブ12直下の誘電体材料31に係る容量 C_s とインダクタ L とを構成要因として含む共振回路14の共振周波数で発振する。この共振周波数は、上述のとおりその中心周波数をおおよそ1GHz程度とする。

[0069] ここで、リターン電極11及びプローブ12は、発振器13による発振回路14の一部を

構成している。プローブ12から誘電体材料31に印加された1GHz程度の高周波信号は、図4中点線の矢印にて示すように、誘電体材料31内を通過してリターン電極11に戻る。リターン電極11をプローブ12の近傍に設け、発振器13を含む発振回路14の帰還経路を短くすることにより、発振回路14内にノイズ(例えば、浮遊容量成分)が入り込むのを軽減することができる。

[0070] 付言すると、誘電体材料31の非線形誘電率に対応する容量 C_s の変化は微小であり、これを検出するためには、高い検出精度を有する検出方法を採用する必要がある。FM変調を用いた検出方法は、一般に高い検出精度を得ることができるが、誘電体材料31の非線形誘電率に対応する微小な容量変化の検出を可能とするために、さらに検出精度を高める必要がある。そこで、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1(即ち、SNDM原理を用いた記録再生装置)は、リターン電極11をプローブ12の近傍に配置し、発振回路14の帰還経路をできる限り短くしている。これにより、極めて高い検出精度を得ることができ、誘電体の非線形誘電率に対応する微小な容量変化を検出することが可能となる。

[0071] 発振器13の駆動後、プローブ12を記録媒体30上において記録面と平行な方向に移動させる。プローブ12直下の誘電体材料31のドメインの分極状態は、記録された信号に応じて変化しているので、プローブ12直下の誘電率の非線形成分が変化する。誘電率の非線形成分が変化すると、交番電界に対する共振周波数(即ち、発振器13の発振周波数)の位相が変化する。この結果、発振器13は、分極の状態即ち記録されたデータに基づいてFM変調された信号を出力する。

[0072] このFM信号は、復調器19によって周波数-電圧変換される。この結果、容量 C_s の変化は、電圧の大きさに変換される。容量 C_s の変化は、誘電体材料31の非線形誘電率に対応し、この非線形誘電率は、誘電体材料31の分極方向に対応し、この分極方向は、誘電体材料31に記録されたデータに対応する。従って、復調器19から得られる信号は、記録媒体30に記録されたデータに対応して電圧が変化する信号となる。更に、復調器19から得られた信号は、信号検出部20に供給され、例えば同期検波されることで、記録媒体30に記録されたデータが抽出される。

[0073] このとき、信号検出部20では、交流信号発生器16により生成された交流信号が参

照信号として用いられる。これにより、例えば復調器19から得られる信号がノイズを多く含んでおり、又は抽出すべきデータが微弱であっても、後述の如く参照信号と同期をとることで当該データを高精度に抽出することが可能となる。

[0074] (2)駆動装置

続いて、図5から図30を参照して、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1が備える複数のプローブ12を移動させるための駆動装置100について説明する。

[0075] (2-1)1軸駆動方式を採用する駆動装置

まず、図5から図17を参照して、本実施例に係る駆動装置100のうち、1軸駆動方式を採用する駆動装置(具体的には、後述の第1実施例に係る駆動装置から第4実施例に係る駆動装置)について説明を進める。尚、1軸駆動方式を採用する駆動装置とは、プローブ12を1つの軸(例えば、Y軸)に沿って移動させることができる駆動装置である。つまり、1軸駆動方式を採用する駆動装置とは、プローブ12の1次元移動を実現することができる駆動装置である。

[0076] (2-1-1)駆動装置の第1実施例

初めに、図5及び図6を参照して、第1実施例に係る駆動装置100aについて説明する。ここに、図5は、第1実施例に係る駆動装置100aの構成を概念的に示す平面図であり、図6は、図5に示す第1実施例に係る駆動装置100aのステージ130が移動した場合の態様を概念的に示す平面図である。

[0077] 図5に示すように、第1実施例に係る駆動装置100aは、ベース110と、2本のサスペンション120と、ステージ130と、電極141と、圧電素子142と、電極143とを備えている。

[0078] 固定された(言い換えれば、駆動装置100aという系の内部においては固定された)ベース110には、長手方向に伸張する2本のサスペンション120の夫々の一方の端部が固定されている。2本のサスペンション120の夫々は、本発明における「弾性部」の一具体例を構成しており、例えばシリコン、銅合金、鉄系合金、その他金属、樹脂等を材料とするバネ等のような弾性を有する部材である。2本のサスペンション120の夫々の他方の端部は、ステージ130に固定されている。つまり、ステージ130は、2本のサスペンション120により支えられている(言い換えれば、懸がされている)。ステー

ジ130は、2本のサスペンション120の弾性によってY軸の方向に沿って移動可能に構成されている。つまり、ステージ130は、図6に示すように、2本のサスペンション120により、Y軸の方向に沿って移動する。また、ステージ130上には、上述したプローブ12(ここでは、複数のプローブ12)が備え付けられている。更に、電極141は、ベース110に固定されると共に接地された電極143との間に圧電素子142を挟み込むように配置されている。

[0079] 尚、ベース110上には、上述した記録媒体30が保持されていることが好ましい。つまり、複数のプローブ12をステージ130に備え付けることにより複数のプローブ12を移動させているため、記録媒体30はベース110に固定されている(つまり、記録媒体30が移動しない)ように構成することが好ましい。

[0080] 更には、ベース110を、2本のサスペンション120やステージ130を内部の空隙に備える箱型の筐体として構成してもよい。この場合、箱型の筐体であるベース110の内部であって且つベース110上に、図1を参照して説明した強誘電体記録再生装置1の各種構成要素(但し、少なくともプローブ12を除く)が配置されているように構成してもよい。つまり、ベース110を筐体とするカード型のメモリ等として、本実施例に係る強誘電体記録再生装置1を構成してもよい。更に、ベース110が2本のサスペンション20に懸河されている可動体となるように構成してもよい。

[0081] ここで、上述した構成を有する第1実施例に係る駆動装置100aの動作について説明する。電極141には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。電極141への電圧の印加によって、圧電素子142はその形状を変化させる。ここで、電極143がベース110に固定されていることから、圧電素子142の形状の変化は、電極143を介して、力としてベース110に加わる。つまり、第1実施例においては、電圧の印加による圧電素子142の形状の変化(つまり、圧電効果)に起因した力がベース110に加えられる。

[0082] ここでベース110が準固定されていること及び、後述するように可動体(第1実施例においては、2本のサスペンション120及びステージ130)の共振周波数で力を加えることから、ベース110に対して圧電素子142より力が加えられたとしても、ベース110は殆ど動かない又は微小に振動する。また、微小に振動した場合であっても、その

周波数は、ステージ130の振動の周波数(つまり、後述する共振周波数)よりも十分に高い。言い換えれば、ベース110の振動の振幅は、ステージ130の振動の振幅よりも十分に小さい。

[0083] 他方で、ベース110に一方の端部が固定された2本のサスペンション120は、ベース110に対して圧電素子142より加えられる力に応じて、振動を開始する。その結果、2本のサスペンション120の他方の端部に固定されたステージ130は、図6に示すようにY軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0084] 尚、以降の説明では、ステージ130を移動させる(特に、共振周波数で振動させる)ためにベース110(或いは、後述するようにサスペンション120又はステージ130)に加えられる力を、“加振力”と称して説明を進める。

[0085] 第1実施例では特に、アクチュエータ駆動回路22は、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数でステージ130を振動させる(つまり、共振させる)ための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を電極141に対して印加する。例えば、ステージ130の質量が m であり、且つ2本のサスペンション120を1本のバネとみなした場合のバネ定数が k であるとすれば、アクチュエータ駆動回路22は、 $\sqrt{k/m}$ の周波数で(或いは、 $\sqrt{k/m}$ の $1/N$ (但し、 N は1以上の整数)倍の周波数で)ステージ130を共振させるための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を電極141に対して印加する。この場合、アクチュエータ駆動回路22は、共振周波数に同期するタイミングで加振力がベース110に加わるように、所望の電圧を電極141に印加することが好ましい。言い換えれば、共振周波数を f_0 とすれば、アクチュエータ駆動回路22は、 $1/f_0$ の周期で或いは $1/f_0$ の M (但し、 M は1以上の整数)倍の周期で加振力がベース110に加わるように、所望の電圧を電極141に印加することが好ましい。更に、アクチュエータ駆動回路22は、ステージ130の移動を維持することができる加振力(つまり、ステージ130の移動の方向と同一の方向に作用する力をステージ130に加えることができる加振力)を加えるように、所望の電圧を電極141に印加することが好ましい。もちろん、ステージ130の移動を停止させる(或いは、ステージ130の移動の幅を小さくする又は減衰する)場合には、ステージ130の移動を停止することができる加振力(つまり、ステージ130の移動の

方向と逆の方向に作用する力をステージ130に加えることができる加振力又はステージ130の移動の方向と同じ方向の力を、位相を180度ずらすようなタイミングでステージ130に加えることができる加振力)を加えることが好ましいことは言うまでもない。

[0086] このように、第1実施例においては、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数に応じたタイミングで加振力がベース110に加えられる。その結果、第1実施例に係る駆動装置100aは、ステージ130を、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数で共振させることができる。つまり、ステージ130は自励共振する。

[0087] ここで、「共振」とは、無限小の力の繰り返しにより無限大の変位が生じる現象であること。このため、ステージ130を移動させるためにベース110に加えられる加振力を小さくしても、ステージ130の移動範囲を大きくとることができる。つまり、ステージ130が移動するために必要な加振力を相対的に小さくすることができる。このため、ステージ130の移動に必要な加振力をベース110に加えるために必要な電力量をも少なくすることができる。従って、より効率的にステージ130を移動させることができ、その結果、駆動装置100aの低消費電力化を実現することができる。

[0088] 加えて、方向性を有する力をステージ130に加えることによりステージ130が移動する駆動装置においては、ステージ130に加えられる力(具体的には、加振力に応じてステージ130に加わる力)が作用する方向や位置によっては、ステージ130の姿勢が乱れてしまいかねない。例えば、ステージ130の重心に対して力を加えなければ、ステージ130の姿勢が乱れてしまいかねない。或いは、ステージ130に加えられる力に回転成分が含まれていれば、ステージ130の姿勢が乱れてしまいかねない。その結果、ステージ130の移動の態様に対する再現性が得られなくないかねない。しかるに、第1実施例に係る駆動装置100aにおいては、共振というステージ130及び2本のサスペンション120を含む振動系自身の挙動を利用してステージ130を移動させ、且つベース110に加振力を加える方式のため、ステージ130の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、ステージ130の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。

- [0089] 更に、共振周波数でステージを振動させる場合の振動のゲインが大きいという現象を利用するのとは違い、第1実施例においては、共振とは無限小の力の重ね合わせであるという現象を利用することにより、一回あたりの加振力の大きさを小さくすることが出来る。このため、より安定したステージ130の姿勢制御が可能となる。
- [0090] そして、複数のプローブ12がステージ130に備え付けられており、且つ複数のプローブ12と対向するように記録媒体30が配置されていれば、複数のプローブ12の夫々を、記録媒体30の所望の位置に移動させることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。
- [0091] 加えて、第1実施例においては、加振力をベース110に対して加えている。言い換えれば、加振力を加えるための駆動源（つまり、電極141、圧電素子142及び電極143）をベース110に固定させている。従って、2本のサスペンション120及びステージ130を含む可動部に固定される駆動源を設ける必要がなくなる。これにより、2本のサスペンション120及びステージ130を含む可動部における、駆動源に起因した熱の発生を相対的に抑制することができる。その結果、2本のサスペンション120及びステージ130を含む可動部に対する熱の悪影響を好適に抑制することができる。
- [0092] また、加振力をベース110に加えるがゆえに、2本のサスペンション120及びステージ130を含む可動部に駆動源を備え付ける必要がない。このため、2本のサスペンション120及びステージ130を含む可動部の質量を増加させることなく、加振力を加えることができる。従って、ステージ130の移動に係る感度を増加させることができる。
- [0093] 更に、第1実施例においては、圧電効果に起因した加振力を加えている。このため、圧電素子142の形状の変化量（つまり、圧電素子142の変位量）が相対的に小さい一方で、相対的に大きな加振力を加えることができる。言い換えれば、圧電素子142の形状の変化量（つまり、圧電素子142の変位量）をそれほど大きくすることなく、大きな加振力を加えることができる。
- [0094] 尚、圧電効果に起因した加振力を加える場合には、該加振力を間欠的に加えるように構成してもよい。例えば、上述したように、共振周波数を f_0 とすれば、 $1/f_0$ の周期につき1回或いは $1/f_0$ の M （但し、 M は2以上の整数）倍の周期につき1回加振

力を加えるように構成してもよい。このように構成しても、圧電効果に起因した加振力が相対的に大きいことから、ステージ130を好適に共振させることができる。その一方で、加振力が常時加えられる必要がなくなるため、加振力を加えるために必要な電力量をより少なくすることができる。但し、ステージ130を共振させることができる限りは、上述の例以外の周期で又は常時加振力を加えるように構成してもよいことは言うまでもない。また、後述するように、電磁力や静電力に起因した加振力を加える場合であっても、加振力を間欠的に加えるように構成してもよいし、加振力を常時加えるように構成してもよい。このように構成しても、圧電効果に起因した加振力を間欠的に加える場合と同様の効果を相応に享受することができる。以降説明する第2実施例等においても同様である。

[0095] 尚、第1実施例においては、ステージ130が共振しているため、ステージ130の移動速度は正弦波的に変動する。つまり、ステージ130の移動範囲の限界位置（つまり、ステージ130が最大量移動したときの位置）においては、ステージ130の移動方向が正の方向から負の方向へ（例えば、図5の上方向から図5の下方向へ）、或いは負の方向から正の方向へ（例えば、図5の下方向から図5の上方向へ）と変化する。このため、安定的な記録動作及び再生動作を行うという観点からは、ステージ130の移動範囲の限界位置付近では、プローブ12を用いた記録動作や再生動作を行わないように構成することが好ましい。以降説明する第2実施例等においても同様である。

[0096] また、上述した第1実施例に係る駆動装置100aの説明では、圧電効果に起因した加振力をベース110に加えることにより、ステージ130を移動させている。しかしながら、圧電効果に起因した加振力に加えて又は代えて、電磁力に起因した加振力や静電力に起因した加振力をベース110に加えてもよい。ここで、電磁力に起因した加振力をベース110に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100b及び静電力に起因した加振力をベース110に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100cの構成について、図7及び図8を参照して説明する。ここに、図7は、電磁力に起因した加振力をベース110に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100bの構成を概念的に示す平面図であり、図8は、静電力に起因した加振力をベース110に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100cの構成

を概念的に示す平面図である。

[0097] 図7に示すように、駆動装置100bは、駆動装置100aと同様に、ベース110と、2本のサスペンション1120と、ステージ130とを備えている。駆動装置100bは特に、駆動装置100aが備える電極141、圧電素子142及び電極143に代えて、少なくとも一方がベース110に固定されたコイル151及び磁極152を備えている。コイル151には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。コイル151への電圧の印加によって、コイル151と磁極152との間に電磁相互作用が生ずる。その結果、電磁相互作用による電磁力が発生する。ここで、コイル151及び磁極152の少なくとも一方がベース110に固定されていることから、この電磁力に起因した力がベース110に加わる。つまり、駆動装置100bにおいては、電磁力に起因した力が、加振力としてベース110に加えられる。その結果、ステージ130は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0098] このような駆動装置100bであっても、上述した圧電効果に起因した加振力をベース110に加える駆動装置100aが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

[0099] 図8に示すように、駆動装置100cは、駆動装置100aと同様に、ベース110と、2本のサスペンション1120と、ステージ130とを備えている。駆動装置100cは特に、駆動装置100aが備える電極141、圧電素子142及び電極143に代えて、電極161と、ベース110に固定されると共に接地された電極162とを備えている。電極161と電極162とは、間に所定の間隔を有して配置されている。電極161には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。ここで、電極161と電極162との間の電位差に起因して、電極161と電極162の間には静電力(言い換えれば、クーロン力)が生ずる。ここで、電極162がベース110に固定されていることから、この静電力に起因した力がベース110に加わる。つまり、駆動装置100cにおいては、静電力に起因した力が、加振力としてベース110に加えられる。その結果、ステージ130は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0100] このような駆動装置100cであっても、上述した圧電効果に起因した加振力をベース110に加える駆動装置100aが享受する効果と概ね同様の効果を享受することが

できる。

[0101] 尚、ベース110に加振力を加える構成においては、ベース110が殆ど振動しないことを考慮すれば、加振力としてそれほど大きな力が必要とはならない。また、圧電効果に起因した加振力及び電磁力に起因した加振力と比較して、静電力に起因した加振力は一般的には小さい。このため、ベース110に加振力を加える構成においては、静電力に起因した加振力を加えることが好ましい。

[0102] 尚、アクチュエータ駆動回路22と、電極141と、圧電素子142と、電極143との組み合わせが、本発明における「印加部」の一具体例を構成している。また、アクチュエータ駆動回路22と、コイル151と、磁極152との組み合わせが、本発明における「印加部」の一具体例を構成している。また、アクチュエータ駆動回路22と、電極161と、電極162との組み合わせが、本発明における「印加部」の一具体例を構成している。

[0103] (2-1-2) 駆動装置の第2実施例

続いて、図9を参照して、第2実施例に係る駆動装置100dについて説明する。ここに、図9は、第2実施例に係る駆動装置100dの構成を概念的に示す平面図である。尚、上述した第1実施例に係る駆動装置100a(更には、駆動装置100b及び駆動装置100c)と同様の構成については、同様の参照符号を付することにより、その詳細な説明については省略する。

[0104] 図9に示すように、第2実施例に係る駆動装置100dは、第1実施例に係る駆動装置100aと同様に、ベース110と、2本のサスペンション120と、ステージ130と、2本のサスペンションに対応する2組の電極141、圧電素子142及び電極143とを備えている。

[0105] 第2実施例に係る駆動装置100dでは特に、電圧の印加による圧電素子142の形状の変化(つまり、圧電効果)に起因した加振力は、ベース110に代えて2本のサスペンション120に加えられる。更に、加振力による変位量を増幅するための力伝達機構144を2組備えている。力伝達機構144は、テコの原理を利用しており、加振力による変位量を数倍ないしは数十倍に増幅可能に構成されている。そして、第2実施例に係る駆動装置100dにおいても、第1実施例に係る駆動装置100aと同様に、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数に応じたタイミングで

ステージ130を移動させることができる加振力が加えられる。これにより、加振力が加えられる2本のサスペンション120は、振動を開始する。その結果、2本のサスペンション120の他方の端部に固定されたステージ130は、Y軸の方向に沿って共振する（つまり、移動する）。

[0106] これにより、第2実施例に係る駆動装置100dにおいても、第1実施例に係る駆動装置100aが享受する効果と同様の効果を享受することができる。つまり、ステージ130の移動に必要な加振力を2本のサスペンション120に加えるために必要な電力量を少なくすることができる。従って、より効率的にステージ130を移動させることができ、その結果、駆動装置100dの低消費電力化を実現することができる。また、共振というステージ130及び2本のサスペンション120を含む振動系自身の挙動を利用してステージ130を移動させることができるため、ステージ130の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、ステージ130の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0107] 加えて、第2実施例に係る駆動装置100dにおいては、2本のサスペンション120に加振力が加えられる。ここで、2本のサスペンション120のうち加振力が加えられる点を力点とみなし、2本のサスペンション120のうちベース110と固定される点を支点とみなし、2本のサスペンション120のうちステージ130と固定される点を作用点とみなせば、テコの原理を利用してステージ130を共振させていることが分かる。つまり、第2実施例に係る駆動装置100dにおいては、2本のサスペンション120をテコとして利用している。これにより、相対的に小さな変位量を実現する加振力によって、ステージ130を相対的に大きく移動させることができる。

[0108] このように2本のサスペンション120をテコとして利用しているということを考慮すれば、加振力が加えられる点と、2本のサスペンション120とステージ130とが固定される点との間の距離は、加振力が加えられる点と、2本のサスペンション120とベース110とが固定される点との間の距離よりも大きいことが好ましい。言い換えれば、加振力が加えられる点は、2本のサスペンション120とベース110とが固定される点に近いことが好ましい。加振力が加えられる点が、2本のサスペンション120とベース110と

が固定される点に近づけば近づくほど、より小さな変位量を実現する加振力によって、ステージ130を相対的に大きく移動させることができる。

[0109] 尚、単に加振力を加えるという観点から考慮すれば、第2実施例に係る駆動装置100dは必ずしも力伝達機構144を備えていなくともよい。但し、電圧の印加による圧電素子142の形状の変化量が相対的に小さく且つ加振力によって2本のサスペンション120を実際に振動させる(つまり、動かす)必要があることを考慮すれば、圧電素子142の形状の変化量を力伝達機構144によって増幅すると共に該増幅した変位量に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることが好ましい。

[0110] 尚、第2実施例においては、圧電効果に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることによりステージ130を移動させている。しかしながら、第2実施例においても、第1実施例と同様に、圧電効果に起因した加振力に加えて又は代えて、電磁力に起因した加振力や静電力に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えてもよい。ここで、電磁力に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100eや静電力に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100fの構成について、図10及び図11を参照して説明する。ここに、図10は、電磁力に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100eの構成を概念的に示す平面図であり、図11は、静電力に起因した加振力を2本のサスペンション120に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100fの構成を概念的に示す平面図である。

[0111] 図10に示すように、駆動装置100eは、上述した駆動装置100bと同様に、駆動装置100dが備える2組の電極141、圧電素子142、電極143及び力伝達機構144に代えて、2本のサスペンション120のうち対応するサスペンション120に少なくとも一方が固定されたコイル151及び磁極152を2組備えている。この場合、対応するサスペンション120に固定されないコイル151及び磁極152のうちの他方は、ベース110に固定されるように構成してもよい。コイル151には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100eにおいては、電磁力に起因した力が、加振力として2本のサスペンション120に加えられる。そ

の結果、ステージ130は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。このような駆動装置100eであっても、上述した圧電効果に起因した加振力を2本のサスペンション120に加える駆動装置100dが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

- [0112] 図11に示すように、駆動装置100fは、上述した駆動装置100cと同様に、駆動装置100dが備える2組の電極141、圧電素子142、電極143及び力伝達機構144に代えて、夫々がベース110に固定される複数の電極161と、夫々が2本のサスペンション120のうち対応するサスペンション120に固定されると共に接地された複数の電極162とを備えている。特に、櫛歯状に配列される複数の電極161の夫々の間に、櫛歯状に配列される複数の電極162のうちの一つが配置されている。複数の電極161の夫々には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100fにおいては、静電力に起因した力が、加振力として2本のサスペンション120に加えられる。その結果、ステージ130は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。このような駆動装置100fであっても、上述した圧電効果に起因した加振力を2本のサスペンション120に加える駆動装置100dが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

- [0113] (2-1-3)第3実施例

続いて、図12を参照して、第3実施例に係る駆動装置100gについて説明する。ここに、図12は、第3実施例に係る駆動装置100gの構成を概念的に示す平面図である。尚、上述した第1実施例に係る駆動装置100a(更には、駆動装置100b及び駆動装置100c)や、第2実施例に係る駆動装置100d(更には、駆動装置100e及び駆動装置100f)と同様の構成については、同様の参照符号を付することにより、その詳細な説明については省略する。

- [0114] 図12に示すように、第3実施例に係る駆動装置100dは、第2実施例に係る駆動装置100dと同様に、ベース110と、2本のサスペンション120と、ステージ130と、2組の電極141、圧電素子142、電極143及び力伝達機構144とを備えている。

- [0115] 第3実施例に係る駆動装置100gでは特に、電圧の印加による圧電素子142の形状の変化(つまり、圧電効果)に起因した加振力は、ベース110及び2本のサスペン

ション120に代えて、ステージ130に直接加えられる。そして、第3実施例に係る駆動装置100gにおいても、第1実施例に係る駆動装置100aや第2実施例に係る駆動装置100dと同様に、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数でステージ130を共振させることができる加振力が加えられる。これにより、加振力が加えられるステージ130は、Y軸の方向に沿って共振する(つまり、移動する)。

[0116] これにより、第3実施例に係る駆動装置100gにおいても、第1実施例に係る駆動装置100aが享受する効果と同様の効果を享受することができる。つまり、ステージ130の移動に必要な加振力をステージ130に加えるために必要な電力量を少なくすることができる。従って、より効率的にステージ130を移動させることができ、その結果、駆動装置100gの低消費電力化を実現することができる。また、共振というステージ130及び2本のサスペンション120を含む振動系自身の挙動を利用してステージ130を移動させることができるため、ステージ130の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、ステージ130の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0117] 更に、ステージ130に対して加振力を加えるがゆえに、ステージ130の移動に合わせたタイミングで、いわば間欠的に加振力を加えれば、ステージ130を共振させることができる。具体的には、ステージ130の移動に応じて力伝達機構144とステージ130との間の距離は変わるが、力伝達機構144とステージ130とが接するときに加振力を加えれば、ステージ130を共振させることができる。このため、加振力が常時加えられる必要がなくなるため、加振力を加えるために必要な電力量をより少なくすることができる。

[0118] 尚、第3実施例においては、圧電効果に起因した加振力をステージ130に加えることによりステージ130を移動させている。しかしながら、第3実施例においても、第1実施例や第2実施例と同様に、圧電効果に起因した加振力に加えて又は代えて、電磁力に起因した加振力や静電力に起因した加振力をステージ130に加えてもよい。ここで、電磁力に起因した加振力をステージ130に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100hや静電力に起因した加振力をステージ130に加えることによ

りステージ130を移動させる駆動装置100iの構成について、図13及び図14を参照して説明する。ここに、図13は、電磁力に起因した加振力をステージ130に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100hの構成を概念的に示す平面図であり、図14は、静電力に起因した加振力をステージ130に加えることによりステージ130を移動させる駆動装置100iの構成を概念的に示す平面図である。

[0119] 図13に示すように、駆動装置100hは、上述した駆動装置100b及び駆動装置100eと同様に、駆動装置100gが備える2組の電極141、圧電素子142、電極143及び力伝達機構144に代えて、ステージ130に少なくとも一方が固定されたコイル151及び磁極152を2組備えている。この場合、ステージ130に固定されないコイル151及び磁極152のうちの他方は、ベース110に固定されるように構成してもよい。コイル151には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100hにおいては、電磁力に起因した力が、加振力としてステージ130に加えられる。その結果、ステージ130は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。このような駆動装置100hであっても、上述した圧電効果に起因した加振力をステージ130に加える駆動装置100gが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

[0120] 図14に示すように、駆動装置100iは、上述した駆動装置100c及び駆動装置100fと同様に、駆動装置100gが備える2組の電極141、圧電素子142、電極143及び力伝達機構144に代えて、夫々がベース110に固定される複数の電極161と、夫々がステージ130に固定されると共に接地された複数の電極162とを備えている。特に、櫛歯状に配列された複数の電極161の夫々の間に、櫛歯状に配列された複数の電極162のうちの 하나가配置されている。電極161には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100iにおいては、静電力に起因した力が、加振力としてステージ130に加えられる。このような駆動装置100iであっても、上述した圧電効果に起因した加振力をステージ130に加える駆動装置100gが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

[0121] (2-1-4) 第4実施例

続いて、図15及び図16を参照して、第4実施例に係る駆動装置100jについて説

明する。ここに、図15は、第4実施例に係る駆動装置100jの構成を概念的に示す平面図であり、図16は、第4実施例に係る駆動装置100jが動作した場合の態様を概念的に示す平面図である。尚、上述した第1実施例に係る駆動装置100a(更には、駆動装置100b及び駆動装置100c)や、第2実施例に係る駆動装置100d(更には、駆動装置100e及び駆動装置100f)や、第3実施例に係る駆動装置100g(更には、駆動装置100h及び駆動装置100i)と同様の構成については、同様の参照符号を付することにより、その詳細な説明については省略する。

[0122] 図15に示すように、第4実施例に係る駆動装置100jは、上述した第3実施例に係る駆動装置100i(図14参照)と同様に、ベース110と、2本のサスペンション120と、ステージ130と、夫々がベース110に固定される複数の電極161と、夫々がステージ130に固定されると共に接地された複数の電極162とを備えている。

[0123] 第4実施例に係る駆動装置100jは特に、2本のサスペンション120に対応する2つのバネ定数調整部170を備えている。2つのバネ定数調整部170の夫々は、2本のサスペンション120のうちの対応するサスペンション120に対して自在に付加及び剥離可能な所定の部材171と、該部材171を対応するサスペンション120に付加するための力又は対応するサスペンション120から剥離するための力を加えるバネ172とを備える。

[0124] バネ172は、アクチュエータ駆動回路22から出力される制御信号に応じて、伸張する。その結果、部材171が対応するサスペンション120に付加される。つまり、図16に示すように、部材171と対応するサスペンション120とが一体化する。その結果、2本のサスペンション120の夫々のバネ定数が変化する。他方、バネ172は、アクチュエータ駆動回路22から出力される制御信号に応じて、縮む。その結果、部材171が対応するサスペンション120から剥離される。つまり、一体化していた部材171と対応するサスペンション120とが分離される。その結果、2本のサスペンション120の夫々のバネ定数が変化する。

[0125] これにより、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数が変化するため、所望の周波数でステージ130を共振させることができる。

[0126] 尚、2本のサスペンション120のバネ定数を調整することで共振周波数を変化させ

ることに加えて又は代えて、ステージ130の質量を調整することで共振周波数を変化させるように構成してもよい。ここで、ステージ130の質量を調整する駆動装置100kの構成について、図17を参照して説明する。ここに、図17は、ステージ130の質量を調整する駆動装置100kの構成を概念的に示す平面図である。

[0127] 図17に示すように、駆動装置100kは、上述した駆動装置100jと同様に、ベース110と、2本のサスペンション120と、ステージ130と、夫々がベース110に固定される複数の電極161と、夫々がステージ130に固定されると共に接地された複数の電極162と、ステージ質量調整部173とを備えている。ステージ質量調整部173は、ステージ130に対して自在に付加及び剥離可能な所定の部材171と、該部材171をステージ130に付加するための力又は対応するサスペンション120から剥離するための力を部材171に加えるバネ172とを備える。

[0128] バネ172は、アクチュエータ駆動回路22から出力される制御信号に応じて、伸張する。その結果、部材171がステージ130に付加される。つまり、部材171とステージ130とが一体化する。その結果、ステージ130の質量が変化する。他方、バネ172は、アクチュエータ駆動回路22から出力される制御信号に応じて、縮む。その結果、部材171がステージ130から剥離される。つまり、一体化していた部材171とステージ130とが分離される。その結果、ステージ130の質量が変化する。

[0129] これにより、2本のサスペンション120及びステージ130により定まる共振周波数が変化するため、所望の周波数でステージ130を共振させることができる。

[0130] 尚、第4実施例では、部材171をステージ130に対して付加及び剥離するための力又は対応するサスペンション120に対して付加及び剥離するための力を部材171に加えるための駆動力発生部材をバネ172で示した。しかしながら、バネ172に代えて、静電力や電磁力等に利用する駆動力発生部材を採用してもよい。

[0131] 尚、上述の説明では、第3実施例に係る駆動装置100iに対して共振周波数を調整する構成を組み合わせることで実現される構成を用いて説明を進めた。しかしながら、第3実施例に係る他の駆動装置100g又は駆動装置100hに対して共振周波数を調整する構成を組み合わせてもよいことは言うまでもない。同様に、第1実施例に係る駆動装置100aから駆動装置100c又は第2実施例に係る駆動装置100dから100

fに対して共振周波数を調整する構成を組み合わせてもよいことは言うまでもない。

[0132] (2-2) 2軸駆動方式を採用する駆動装置

続いて、図18から図30を参照して、本実施例に係る駆動装置100のうち、2軸駆動方式を採用する駆動装置(具体的には、後述の第5実施例から第8実施例に係る駆動装置)について説明を進める。尚、2軸駆動方式を採用する駆動装置とは、プローブ12を2つの軸(例えば、X軸及びY軸)に沿って移動させることができる駆動装置である。つまり、1軸駆動方式を採用する駆動装置とは、プローブ12の2次元移動を実現することができる駆動装置である。

[0133] 尚、上述した第1実施例に係る駆動装置100a(更には、駆動装置100b及び駆動装置100c)や、第2実施例に係る駆動装置100d(更には、駆動装置100e及び駆動装置100f)や、第3実施例に係る駆動装置100g(更には、駆動装置100h及び駆動装置100i)や、第4実施例に係る駆動装置100j(更には、駆動装置100k)と同様の構成については、同様の参照符号を付することにより、その詳細な説明については省略する。

[0134] (2-2-1) 第5実施例

初めに、図18から図20を参照して、第5実施例に係る駆動装置100lについて説明する。ここに、図18は、第5実施例に係る駆動装置100lの構成を概念的に示す平面図であり、図19は、図18に示す第5実施例に係る駆動装置100lの第1ステージ130-1が移動した場合の一の態様を概念的に示す平面図であり、図20は、図18に示す第5実施例に係る駆動装置100lの第2ステージ130-2が移動した場合の他の態様を概念的に示す平面図である。

[0135] 図18に示すように、第5実施例に係る駆動装置100lは、第1ベース110-1と、第1ベース110-1に一方の端部が固定されると共にX軸の方向に沿って伸縮可能な第1サスペンション120-1と、第1サスペンション120-1の他方の端部が固定される第1ステージ130-1と、第1ステージ130-1に一方の端部が固定されると共にY軸の方向に沿って伸縮可能な第2サスペンション120-2と、第2サスペンション120-2の他方の端部が固定されると共に複数のプローブ12が備え付けられる第2ステージ130-2とを備えている。このように、第5実施例に係る駆動装置100lにおいては、第

1ステージ130-1が2本の第1サスペンション120-1により支えられていると共に、第2ステージ130-2が2本の第2サスペンション120-2により支えられている。更に、第5実施例に係る駆動装置100Iは、夫々が第1ベース110-1に固定された複数の電極161と、夫々が第1ステージ130-1に固定されると共に接地された複数の電極162とを備えている。更に、第5実施例に係る駆動装置100Iは、電極141と、第1ステージ130-1に固定されると共に接地された電極143と、電極141と電極143との間に配置された圧電素子142とを備えている。尚、第1ベース110-1、第1サスペンション120-1、複数の電極161及び複数の電極162は、第1ステージ130-1の左右両側の夫々に配置される。また、第2サスペンション120-2は、第2ステージ130-2の上下両側の夫々に配置される。つまり、第5実施例に係る駆動装置100Iは、2組の第1ベース110-1、2組の第1サスペンション120-1、2組の複数の電極161及び2組の複数の電極162を備えている。同様に、第5実施例に係る駆動装置100Iは、2組の第2サスペンション120-2を備えている。

[0136] ここで、上述した構成を有する第5実施例に係る駆動装置100Iの動作について説明する。まず、複数の電極161の夫々には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、静電力に起因した力が、加振力として第1ステージ130-1に加えられる。その結果、第1ステージ130-1は、第1サスペンション120-1の弾性を利用して、図19に示すように、X軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0137] このとき、アクチュエータ駆動回路22は、所定量ずつ段階的に又は連続的に第1ステージ130-1を移動させるための力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を複数の電極161の夫々に対して印加する。

[0138] 尚、以降の説明では、所定量ずつ段階的に又は連続的にステージ130を移動させる(言い換えれば、共振周波数で振動させる態様以外の態様でステージ130を移動させる)ためにベース110(或いは、後述するようにサスペンション120又はステージ130)に加えられる力を、“駆動力”と称して説明を進める。

[0139] より具体的には、アクチュエータ駆動回路22は、第1ステージ130-1の移動によって記録媒体30の記録面上におけるトラッキング動作を実現するための駆動力を加え

るように、所望のタイミングで所望の電圧を複数の電極161の夫々に対して印加する。例えば、記録媒体30上に記録されるデータのピッチ(いわゆるトラックピッチ)が t であれば、距離 t 又は距離 Lt (但し、 L は1以上の整数)ずつ第1ステージ130-1を移動させるための駆動力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を複数の電極161の夫々に対して印加する。その結果、第1ステージ130-1は、所定量ずつ段階的に又は連続的に移動する。

[0140] 他方で、電極141には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、圧電素子142の形状の変化(つまり、圧電効果)に起因した力が、加振力として第1ステージ130-1に加えられる。これにより、第1ステージ130-1に一方の端部が固定された2本の第2サスペンション120-2は振動を開始する。その結果、2本の第2サスペンション120-2の他方の端部に固定された第2ステージ130-2は、第2サスペンション120-2の弾性を利用して、図20に示すように、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0141] このとき、アクチュエータ駆動回路22は、2本の第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2により定まる共振周波数で第2ステージ130-2を振動させる(つまり、共振させる)ための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を電極141に対して印加する。特に、アクチュエータ駆動回路22は、第2ステージ130-2が第1ステージ130-1を基準位置として共振するための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を電極141に対して印加する。その結果、第2ステージ130-2は、第1ステージ130-1に対する相対的な位置としてみれば、2本の第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2により定まる共振周波数で共振する。

[0142] このように、第5実施例に係る駆動装置100Iにおいては、第1ステージ130-1をX軸の方向に沿って移動させると共に該第1ステージ130-1上に配置された第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って共振させることで、第2ステージ130-2を、Y軸の方向に沿って共振させながらX軸の方向に沿って移動させることができる。つまり、第2ステージ130-2(言い換えれば、第2ステージ130-2に備え付けられる複数のプローブ12)の2軸駆動を行うことができる。このため、複数のプローブ12を用いて、矩形の形状を有する記録媒体30上の概ね全ての記録面に対してデータを記録した

り、記録媒体30上の概ね全ての記録面に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0143] 更に、第5実施例に係る駆動装置100lにおいても、上述した第1実施例に係る駆動装置100a等と同様に共振を利用して第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させているため、第1実施例に係る駆動装置100aが享受する効果と同様の効果を享受することができる。つまり、第2ステージ130-2の移動に必要な加振力を第1ステージ130-1に加えるために必要な電力量を少なくすることができる。従って、より効率的に第2ステージ130-2を移動させることができ、その結果、駆動装置100lの低消費電力化を実現することができる。また、共振という第2ステージ130-2及び2本の第2サスペンション120-2を含む振動系自身の挙動を利用して第2ステージ130-2を移動させることができるため、第2ステージ130-2の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、第2ステージ130-2の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0144] 尚、第5実施例に係る駆動装置100lにおいては、1つの第1ベース110-1と、1つの第1サスペンション120-1と、第1ステージ130-1とを1つの駆動装置としてみなせば、1つの第1ベース110-1と1つの第1サスペンション120-1と第1ステージ130-1とを含む駆動装置は、上述した1軸駆動方式を採用する駆動装置(特に、第3実施例に係る駆動装置100i)と概ね同様の構成を有しているということが、上述の説明及び対応する図面から読み取ることができる。また、第1ステージ130-1と、1つの第2サスペンション120-2と、第2ステージ130-2とを1つの駆動装置としてみなせば、第1ステージ130-1と1つの第2サスペンション120-2と第2ステージ130-2とを含む駆動装置は、上述した1軸駆動方式を採用する駆動装置(特に、第1実施例に係る駆動装置100a)と概ね同様の構成を有しているということが、上述の説明及び対応する図面から読み取ることができる。つまり、第1ステージ130-1は、第1ステージ130-1、第1サスペンション120-1及び第1ステージ130-1を含む駆動系においては、上述したステージ130として機能する一方で、第1ステージ130-1、第2サ

スペンション120-2及び第2ステージ130-2を含む駆動系に対しては、上述したベース110として機能する。

[0145] 但し、第1ステージ130-1上に更に第2ベース110-2を配置し、該第2ベース110-2上に第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2を配置するように構成してもよい。このように構成しても、上述した各種効果を好適に享受することができることは言うまでもない。

[0146] また、上述した第5実施例に係る駆動装置100lの説明では、圧電効果に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えることにより、第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させている。しかしながら、圧電効果に起因した加振力に加えて又は代えて、電磁力に起因した加振力や静電力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えてもよい。ここで、電磁力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えることにより第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させる駆動装置100m及び静電力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えることにより第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させる駆動装置100nの構成について、図21及び図22を参照して説明する。ここに、図21は、電磁力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えることにより第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させる駆動装置100mの構成を概念的に示す平面図であり、図22は、静電力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加えることにより第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させる駆動装置100nの構成を概念的に示す平面図である。尚、ここでは、「加振力」を加えるための構成について説明しているが、「駆動力」を加えるための構成についても、圧電効果や電磁力や静電力を利用してもよいことは言うまでもない。

[0147] 図21に示すように、駆動装置100mは、上述した駆動装置100b、駆動装置100e及び駆動装置100hと同様に、駆動装置100lが備える電極141、圧電素子142及び電極143に代えて、第1ステージ130-1に少なくとも一方が固定されたコイル151及び磁極152を備えている。コイル151には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100mにおいては、電磁力に起因した力が、加振力として第1ステージ130-1に加えられる。その結果、

第2ステージ130-2は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。このような駆動装置100mであっても、上述した圧電効果に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える駆動装置100lが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

[0148] 図22に示すように、駆動装置100nは、上述した駆動装置100c及び駆動装置100f及び駆動装置100iと同様に、駆動装置100lが備える電極141、圧電素子142及び電極143に代えて、電極161と、第1ステージ130-1に固定されると共に接地された電極162とを備えている。電極161には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100nにおいては、静電力に起因した力が、加振力として第1ステージ130-1に加えられる。その結果、第2ステージ130-2は、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。このような駆動装置100nであっても、上述した圧電効果に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える駆動装置100lが享受する効果と概ね同様の効果を享受することができる。

[0149] 尚、図22に示すような静電力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える構成では、静電力に起因した加振力が相対的に小さいことを考慮して、第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させるための駆動源を2種類備えているように構成してもよい。この構成について、図23を参照して説明する。ここに、図23は、第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させるための駆動源を2種類備えている駆動装置100oの構成を概念的に示す平面図である。

[0150] 図23に示すように、駆動装置100oは、上述した駆動装置100nと同様の構成を有している。駆動装置100oは特に、第2ステージ130-2に少なくとも一方が固定されたコイル151及び磁極152を2組備えている。この場合、第2ステージ130-2に固定されないコイル151及び磁極152のうちの他方は、第1ステージ130-1に固定されるように構成してもよい。コイル151には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、駆動装置100oにおいては、電磁力に起因した力を、加振力として第2ステージ130-2に加えることができる。つまり、駆動装置100oにおいては、静電力に起因した加振力及び電磁力に起因した加振力

の夫々を第2ステージ130-2に加えることができる。

[0151] ここで、駆動装置100oにおいては、第2ステージ130-2を共振させ始める初期段階(つまり、第2ステージ130-2を共振させ始めてからの所定期間)には、電磁力に起因した加振力が第2ステージ130-2に加えられる。そして、初期段階が終了した後は、第2ステージ130-2の共振を維持するための加振力として、電磁力に起因した加振力が第2ステージ130-2に加えられる。

[0152] これにより、電磁力に起因した、相対的に大きな加振力を用いて第2ステージ130-2を共振させ始めると共に、第2ステージ130-2の挙動が安定した場合には、静電力に起因した、相対的に小さな加振力を用いて第2ステージ130-2の共振を維持することができる。このため、より効率的に第2ステージ130-2を共振させることができる。

[0153] 更に、第2ステージ130-2にとっては発熱源となるコイル151への電圧の印加を最小限にとどめることができる。つまり、2本の第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2を含む可動部における、駆動源としてのコイル151に起因した熱の発生を相対的に抑制することができる。その結果、2本の第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2を含む可動部に対する熱の悪影響を好適に抑制することができる。

[0154] 尚、静電力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える構成に限らず、圧電効果に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える構成や、電磁力に起因した加振力を第1ステージ130-1に加える構成であっても、第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させるための駆動源を2種類備えるように構成してもよい。

[0155] また、上述した第5実施例に係る駆動装置100lは、第1ステージ130-1上に1つの第2ステージ130-2を備えている。しかしながら、第1ステージ130-1上に複数の第2ステージ130-2を備えるように構成してもよい。言い換えれば、図18に示す第2ステージ130-2を分割してもよい。この構成について、図24を参照して説明する。ここに、図24は、第1ステージ130-1上に複数の第2ステージ130-2を備える駆動装置100pの構成を概念的に示す平面図である。

[0156] 図24に示すように、駆動装置100pは、上述した駆動装置100lと同様に、2組の第

1ベース110-1及び第1サスペンション120-1と、第1ステージ130-1と、複数の電極161と、複数の電極162と、電極141と、電極143と、圧電素子142とを備えている。

[0157] 駆動装置100pでは特に、第1ステージ130-1上に、夫々が相対的に小さなサイズを有する(具体的には、夫々が駆動装置100lにおける第2ステージ130-2よりも小さなサイズを有する)4つの第2ステージ130-2を備えている。4つの第2ステージ130-2の夫々は、対応する第2サスペンション120-2の他方の端部が固定されている。4つの第2サスペンション130-2の夫々の一方の端部は、第1ステージ130-1に固定されている。

[0158] 駆動装置100pにおいては、アクチュエータ駆動回路22は、対応する第2サスペンション120-2及び夫々の第2ステージ130-2により定まる共振周波数で夫々の第2ステージ130-2を振動させる(つまり、共振させる)ための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を電極141に対して印加する。その結果、4つの第2ステージ130-2の夫々は、対応する第2サスペンション120-2及び夫々の第2ステージ130-2により定まる共振周波数で共振する。

[0159] これにより、駆動装置100pにおいても、上述した駆動装置100lが享受する効果と同様の効果を享受することができる。

[0160] 更に、夫々の第2ステージ130-2のサイズを相対的に小さくすることができるため、夫々の第2ステージ130-2の質量を相対的に減少させることができる。このため、夫々の第2ステージ130-2を支える第2サスペンション120-2のサイズを小さくしても(例えば、厚みを薄くしたり、幅を小さくしたりしても)、夫々の第2ステージ130-2を好適に支えることができる。従って、駆動装置100pの軽量化或いは小型化を図ることができる

尚、上述した第5実施例に係る駆動装置100l(更には、駆動装置100mから駆動装置100p)では、第2ステージ130-2を共振させる駆動系については、第1ステージ130-2に加振力を加える構成(つまり、上述したベース110に加振力を加える第1実施例と同様の構成)を採用している。しかしながら、上述した第2実施例に係る駆動装置100d(更には、駆動装置100e及び駆動装置100f)と同様に、第2サスペン

ション120-2に加振力を加えるように構成してもよいことは言うまでもない。同様に、第3実施例に係る駆動装置100g(更には、駆動装置100h及び100i)と同様に、第2ステージ130-2に加振力を加えるように構成してもよいことは言うまでもない。

[0161] また、上述した第5実施例に係る駆動装置100l(更には、駆動装置100mから駆動装置100p)に対して、上述した第1実施例から第4実施例において説明した各種構成を適宜適用してもよいことは言うまでもない。特に第4実施例で説明した共振周波数を調整するための機構を組み込むことにより、複数のステージ130の共振周波数及び振幅等の偏差を調整し、より効率的な振動及び振幅の調整を行うことは効果的である。

[0162] (2-2-2)第6実施例

続いて、図25を参照して、第6実施例に係る駆動装置100qについて説明する。ここに、図25は、第6実施例に係る駆動装置100qの構成を概念的に示す平面図である。

[0163] 図25に示すように、第6実施例に係る駆動装置100qは、第1ベース110-1と、第1ベース110-1に一方の端部が固定されると共にY軸の方向に沿って伸縮可能な第1サスペンション120-1と、第1サスペンション120-1の他方の端部が固定される第1ステージ130-1と、第1ステージ130-1に一方の端部が固定されると共にX軸の方向に沿って伸縮可能な第2サスペンション120-2と、第2サスペンション120-2の他方の端部が固定されると共に複数のプローブ12が備え付けられる第2ステージ130-2とを備えている。このように、第6実施例に係る駆動装置100qにおいては、第1ステージ130-1が2本の第1サスペンション120-1により支えられていると共に、第2ステージ130-2が2本の第2サスペンション120-2により支えられている。更に、第6実施例に係る駆動装置100qは、少なくとも一方が第1ステージ130-1に固定されたコイル151-1及び磁極152-1を備えている。この場合、第1ステージ130-1に固定されないコイル151-1及び磁極152-1のうちの他方は、第1ベース110-1に固定されるように構成してもよい。更に、第6実施例に係る駆動装置100qは、少なくとも一方が第2ステージ130-2に固定されたコイル151-2及び磁極152-2を備えている。この場合、第2ステージ130-2に固定されないコイル151-2及

び磁極152-2のうちの他方は、第1ステージ130-1に固定される。尚、第1サスペンション120-1は、第1ステージ130-1の上下両側の夫々に配置される。また、コイル151-1及び磁極152-1は、第1ステージ130-1の左右両側の対称な位置の夫々に配置される。また、第2サスペンション120-2は、第2ステージ130-2の左右両側の夫々に配置される。また、コイル151-2及び磁極152-2は、第1ステージ130-1の上下両側の対称な位置の夫々に配置される。

[0164] ここで、上述した構成を有する第6実施例に係る駆動装置100qの動作について説明する。まず、2つのコイル151-1には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、電磁力に起因した力が、加振力として第1ステージ130-1に加えられる。その結果、第1ステージ130-1は、第1サスペンション120-1の弾性を利用して、Y軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0165] このとき、アクチュエータ駆動回路22は、2本の第1サスペンション120-1及び第1ステージ130-1により定まる共振周波数で第1ステージ130-1を振動させる(つまり、共振させる)ための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を2つのコイル151-1に対して印加する。その結果、第1ステージ130-1は、2本の第1サスペンション120-1及び第1ステージ130-1により定まる共振周波数で共振する。

[0166] 他方で、2つのコイル151-2には、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。これにより、電磁力に起因した力が、駆動力として第2ステージ130-2に加えられる。その結果、第2ステージ130-2は、第2サスペンション120-2の弾性を利用して、X軸の方向に沿って駆動される(つまり、移動する)。

[0167] このとき、アクチュエータ駆動回路22は、所定量ずつ段階的に又は連続的に第2ステージ130-2を移動させるための駆動力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を2つのコイル151-2に対して印加する。より具体的には、アクチュエータ駆動回路22は、第2ステージ130-2の移動によって記録媒体30の記録面上におけるトラッキング動作を実現するための駆動力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を2つのコイル151-2に対して印加する。その結果、第2ステージ130-2は、所

定量ずつ段階的に又は連続的に移動する。

[0168] このように、第6実施例に係る駆動装置100qにおいては、第1ステージ130-1をY軸の方向に沿って共振させると共に該第1ステージ130-1上に配置された第2ステージ130-2をX軸の方向に沿って移動させることで、上述した第5実施例に係る駆動装置100lと同様に、第2ステージ130-2を、Y軸の方向に沿って共振させながらX軸の方向に沿って移動させることができる。つまり、第2ステージ130-2(言い換えれば、第2ステージ130-2に備え付けられる複数のプローブ12)の2軸駆動を行うことができる。このため、複数のプローブ12を用いて、矩形の形状を有する記録媒体30上の概ね全ての記録面に対してデータを記録したり、記録媒体30上の概ね全ての記録面に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0169] 更に、第6実施例に係る駆動装置100qにおいても、上述した第1実施例に係る駆動装置100a等と同様に共振を利用して第2ステージ130-2をY軸の方向に沿って移動させているため、第1実施例に係る駆動装置100aが享受する効果と同様の効果を享受することができる。つまり、第2ステージ130-2の移動に必要な加振力を第1ステージ130-1に加えるために必要な電力量を少なくすることができる。従って、より効率的に第2ステージ130-2を移動させることができ、その結果、駆動装置100qの低消費電力化を実現することができる。また、共振という第2ステージ130-2が備え付けられた第1ステージ130-1及び2本の第1サスペンション120-1を含む振動系自身の挙動を利用して第1ステージ130-1を移動させることができるため、第1ステージ130-1(つまり、第1ステージ130-1上に備え付けられる第2ステージ130-2)の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、第2ステージ130-2の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0170] 尚、第6実施例に係る駆動装置100qにおいては、第1ベース110-1と、1つの第1サスペンション120-1と、第1ステージ130-1とを1つの駆動装置としてみなせば、第1ベース110-1と1つの第1サスペンション120-1と第1ステージ130-1とを含む駆動装置は、上述した1軸駆動方式を採用する駆動装置(特に、第3実施例に係

る駆動装置100i)と概ね同様の構成を有しているということが、上述の説明及び対応する図面から読み取ることができる。また、第1ステージ130-1と、1つの第2サスペンション120-2と、第2ステージ130-2とを1つの駆動装置としてみなせば、第1ステージ130-1と1つの第2サスペンション120-2と第2ステージ130-2とを含む駆動装置は、上述した1軸駆動方式を採用する駆動装置(特に、第3実施例に係る駆動装置100i)と概ね同様の構成を有しているということが、上述の説明及び対応する図面から読み取ることができる。つまり、第1ステージ130-1は、第1ステージ130-1、第1サスペンション120-1及び第1ステージ130-1を含む駆動系においては、上述したステージ130として機能する一方で、第1ステージ130-1、第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2を含む駆動系に対しては、上述したベース110として機能する。

[0171] 但し、第1ステージ130-1上に更に第2ベース110-2を配置し、該第2ベース110-2上に第2サスペンション120-2及び第2ステージ130-2を配置するように構成してもよい。このように構成しても、上述した各種効果を好適に享受することができることは言うまでもない。

[0172] 加えて、駆動装置100qにおいては、第1ステージ130-1を移動させるための駆動源であるコイル151-1及び磁極152-1は、第1ステージ130-1の左右両側の対称な位置の夫々に配置されている。これにより、2組のコイル151-1及び磁極152-1を用いて、第1ステージ130-1の姿勢制御を行うことができる。2組のコイル151-1及び磁極152-1の夫々に印加される電圧(例えば、その大きさや位相等)を調整することで、第1ステージ130-1が傾いたり或いは回転したりする不都合を好適に防止することができる。

[0173] また、駆動装置100qでは、第2ステージ130-2に固定されたコイル151-2及び磁極152-2の一方と第1ステージ130-1に固定されたコイル151-2及び磁極152-2の他方との間の電磁相互作用による電磁力を加振力として用いている。言い換えれば、加振力は、共振する第1ステージ130-1(つまり、自励共振子としての第1ステージ130-1)からの相体力として第2ステージ130-2に加えられている。このため、第2ステージ130-2と、第2ステージ130-2を移動させるための駆動源である

コイル151-2及び磁極152-2とが、共通の第1ステージ130-1上に配置される。これにより、第1ステージ130-1を共振させた場合であっても、第2ステージ130-2と、第2ステージ130-2を移動させるための駆動源であるコイル151-2及び磁極152-2とが、概ね同様の態様で移動することになる。従って、第1ステージ130-1の共振に起因したY軸の方向の偏倚の影響を考慮することなく、駆動装置100qを構成することができる。これにより、第2ステージ130-2と、第2ステージ130-2を移動させるための駆動源であるコイル151-2及び磁極152-2の構成の簡略化を図ることができる。具体的には、磁極152-2の小型化を図ることができる。

[0174] 尚、電磁力に起因した加振力を第2ステージ130-2に加える構成に代えて、静電力に起因した加振力を第2ステージ130-2に加える構成を採用する場合であっても、第1ステージ130-1からの相対力としての加振力を第2ステージ130-2に加えるように構成することで、図10等を用いて説明した櫛歯状の複数の電極を好適に形成することができる。また、電磁力に起因した加振力を第2ステージ130-2に加える構成に代えて、圧電効果に起因した加振力を第2ステージ130-2に加える構成を採用する場合であっても、第1ステージ130-1からの相対力としての加振力を第2ステージ130-2に加えるように構成することで、電極141、圧電素子142及び143を好適に形成することができる。

[0175] 但し、第1ステージ130-1からの相対力としての加振力を第2ステージ130-2に加えることに加えて又は代えて、第1ベース110-1からの相対力としての加振力を第2ステージ130-2に加えるように構成してもよい。この構成について、図26を参照して説明する。ここに、図26は、第6実施例に係る他の駆動装置100rの構成を概念的に示す平面図である。

[0176] 図26に示すように、駆動装置100rは、上述した駆動装置100qと概ね同様の構成を有している。駆動装置100rにおいては特に、第2ステージ130-2に固定されないコイル151-2及び磁極152-2のうちの他方(図26においては、コイル151-2)は、第1ステージ130-1に代えて、第1ベース110-1に固定される。従って、駆動装置100rにおいては、第2ステージ130-2に固定されたコイル151-2及び磁極152-2の一方と、第1ベース110-1に固定されたコイル151-2及び磁極152-2の他

方との間の電磁相互作用による電磁力を加振力として用いている。言い換えれば、加振力は、固定された第1ベース110-1からの相体力として第2ステージ130-2に加えられている。

[0177] このような構成を有する駆動装置100rにおいては、第1ステージ130-1を共振させた場合には、第2ステージ130-2の位置は、第2ステージ130-2を移動させるための駆動源であるコイル151-2及び磁極152-2の他方に対して変動することになる。従って、駆動装置100rでは、第1ステージ130-1の予期しないX軸の方向の偏倚の影響を受けることがなくなるため、複数のプローブ12の移動に焦点を当てれば、その移動の正確性が増加する。

[0178] 尚、上述した第6実施例に係る駆動装置100qは、第1ステージ130-1上に1つの第2ステージ130-2を備えている。しかしながら、第1ステージ130-1上に複数の第2ステージ130-2を備えるように構成してもよい。言い換えれば、図25に示す第2ステージ130-2を分割してもよい。この構成について、図27を参照して説明する。ここに、図27は、第1ステージ130-1上に複数の第2ステージ130-2を備える駆動装置100sの構成を概念的に示す平面図である。

[0179] 図27に示すように、駆動装置100sは、上述した駆動装置100qと同様に、第1ベース110-1と、2本の第1サスペンション120-1と、コイル151-1及び磁極152-1とを備えている。駆動装置100sでは特に、第1ステージ130-1上に、夫々が相対的に小さなサイズを有する(具体的には、夫々が駆動装置100qにおける第2ステージ130-2よりも小さなサイズを有する)2つの第2ステージ130-2を備えている。2つの第2ステージ130-2は、X軸の方向(言い換えれば、トラッキング動作による移動の方向)に沿って並ぶように配列されている。つまり、駆動装置100sにおける2つの第2ステージ130-2は、駆動装置100qにおける第2ステージ130-2をX軸と略直交する方向に沿って分割することで得られる。2つの第2ステージ130-2の夫々は、対応する第2サスペンション120-2の他方の端部が接続されている。2つの第2サスペンション130-2の夫々の一方の端部は、第1ステージ130-1に接続されている。更に、駆動装置100sは、1つの第2ステージ130-2を移動させるための駆動源であるコイル151-2及び磁極152-2を、第2ステージ130-2毎に2組独立して備えてい

る。

[0180] 駆動装置100sにおいては、アクチュエータ駆動回路22は、夫々の第2ステージ130-2を移動させるための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を各コイル151-2に対して印加する。その結果、2つの第2ステージ130-2の夫々は、X軸の方向に沿って振動する(つまり、移動する)。

[0181] これにより、駆動装置100sにおいても、上述した駆動装置100oが享受する効果と同様の効果を享受することができる。

[0182] 更に、夫々の第2ステージ130-2のサイズを相対的に小さくすることができるため、夫々の第2ステージ130-2の質量を相対的に減少させることができる。このため、夫々の第2ステージ130-2を支える第2サスペンション120-2のサイズを相対的に小さくしても(例えば、厚みを薄くしたり、幅を小さくしたりしても)、夫々の第2ステージ130-2を好適に支えることができる。従って、駆動装置100sの軽量化或いは小型化を図ることができる

加えて、駆動装置100sにおいては、トラッキング動作による移動の方向に沿って並ぶように複数の第2ステージ130-2が配列されている。ここで、矩形の形状を有する記録媒体30においては、記録媒体30の記録面の一の領域における熱膨張と、該一の領域とは離れた位置にある他の領域における熱膨張との間にばらつきが生じかねない。このため、一の領域におけるデータのピッチと、他の領域におけるデータのピッチとが一致しない不都合が生じかねない。ここで、単一の第2ステージ130-2を備える駆動装置を用いた場合には、トラッキング動作は、全てのプローブ12に対して共通の距離ずつ行われる。従って、第2ステージ130-2の一方の端部に近接して備え付けられるプローブ12は、記録媒体30の記録面の一の領域の所望のエリア部分(例えば、データを記録すべきエリア部分や、データを再生すべきエリア部分)に対してデータの記録や再生を行うことはできる一方で、第2ステージ130-2の他方の端部に近接して備え付けられるプローブ12は、記録媒体30の記録面の他の領域の所望のエリア部分に対してデータの記録や再生を行うことができないという不都合が生じかねない。しかるに、駆動装置100sによれば、2つの第2ステージ130-2を備えると共に、該2つの第2ステージ130-2の夫々が独立した2つの駆動源のうちの対応す

る駆動源によって移動される。従って、記録媒体30の記録面の一の領域における熱膨張と、他の領域における熱膨張との間にばらつきが生じていたとしても、一の領域及び他の領域の夫々におけるプローブ12の移動を独立して行うことができるため、一の領域及び他の領域の夫々に対してデータの記録動作及び再生動作を好適に行うことができる。

[0183] 尚、上述した第6実施例に係る駆動装置100q(更には、駆動装置100rから駆動装置100s)に対して、上述した第1実施例から第5実施例において説明した各種構成を適宜適用してもよいことは言うまでもない。

[0184] (2-2-3)第7実施例

続いて、図28及び図29を参照して、第7実施例に係る駆動装置100tについて説明する。ここに、図28は、第7実施例に係る駆動装置100tの構成を概念的に示す平面図であり、図29は、図28に示す第7実施例に係る駆動装置100tのステージ130が移動した場合の態様を概念的に示す平面図である。

[0185] 図28に示すように、第7実施例に係る駆動装置100tは、複数のプローブ12が備え付けられるステージ130を備えている。ステージ130の左右両側の夫々には、夫々が長手方向に伸張すると共に一方の端部がステージ130に固定される2本の第1サスペンション120-1を備えている。尚、以下の説明では、説明の簡略化のために、ステージ130の右側の構成について説明を進めるが、ステージ130の左側にも同様の構成を有していることは言うまでもない。

[0186] 2本の第1サスペンション120-1は、長手方向とX軸の方向が一致すると共に短手方向(つまり、Y軸の方向)に沿って隣接するように配列される。2本の第1サスペンション120-1の夫々の他方の端部は、ステージ130をY軸の方向に沿って移動させるための加振力を加えるための加振力印加部181と、ステージ130をX軸の方向に沿って移動させるための駆動力を加えるための駆動力印加部182とを備えると共にY軸の方向に沿って並ぶ2つの駆動源180の一方の端部に固定されている。駆動源180の他方の端部には、長手方向に伸張する2本の第2サスペンション120-2が固定されている。2本の第2サスペンション120-2は、長手方向とX軸の方向が一致すると共に短手方向(つまり、Y軸の方向)に沿って隣接するように配列される。2本の第

2サスペンション120-2の夫々の他方の端部は、X軸の方向に沿って伸張可能な第3サスペンション120-3の一方の端部に固定されている。第3のサスペンション120-3の他方の端部は、ベース110に固定されている。更に、ステージ130には、X軸の方向に沿ったステージ130のトラッキング動作を、駆動力印加部182によるトラッキング動作よりもより細かい範囲で行うためのトラッキング回路190が接続されている。

[0187] 尚、ステージ130と、2本の第1サスペンション120-1と、2つの駆動源180と、2本の第2サスペンション120-2と、第3サスペンション120-3と、ベース110とは、X軸の方向に沿って並ぶように配列されている。

[0188] ステージ130は、2本の第1サスペンション120-1及び2本の第2サスペンション120-2の弾性を利用して、図29に示すように、Y軸の方向に沿って移動する。この場合、2本の第1サスペンション120-1は実際に振動するが、2本の第2サスペンション120-2は振動しない又は殆ど振動しない。このため、第2サスペンション120-2を省略し、駆動源180と第3サスペンション120-3とを接続しても良いし、または第2サスペンション120-2と第3サスペンション120-3とを一体化しても良い。

[0189] また、ステージ130は、第3サスペンション120-3の弾性を利用して、図29に示すように、X軸の方向に移動する。このようにステージ130を移動させるための加振力及び駆動力は、駆動源180が備える加振力印加部181及び駆動力印加部182に対して、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで所望の電圧が印加されることによって加えられる。尚、加振力印加部181及び駆動力印加部182は、圧電効果に起因した加振力及び駆動力を加える構成(具体的には、電極141、圧電素子142及び電極143)を有していてもよいし、電磁力に起因した加振力及び駆動力を加える構成(具体的には、コイル151及び磁極152)を有していてもよいし、静電力に起因した加振力及び駆動力を加える構成(具体的には、電極161及び電極162)を有していてもよい。

[0190] また、アクチュエータ駆動回路22は、各々2本で合計4本の第1サスペンション120-1及びステージ130により定まる共振周波数でステージ130を振動させる(つまり、共振させる)ための加振力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を加振力印加部181に対して印加する。その結果、ステージ130は、各々2本で合計4本の第

1サスペンション120-1及びステージ130により定まる共振周波数で共振する。

[0191] 他方で、アクチュエータ駆動回路22は、所定量ずつ段階的に又は連続的にステージ130を移動させるための駆動力を加えるように、所望のタイミングで所望の電圧を駆動力印加部182に対して印加する。その結果、ステージ130は、所定量ずつ段階的に又は連続的にX軸の方向に沿って移動する。

[0192] 加えて、トラッキング回路190は、所定量ずつ段階的に又は連続的に且つ駆動力印加部182によるトラッキング動作よりもより細かい単位でステージ130を移動させる。その結果、ステージ130のX軸の方向に沿った高精度なトラッキング動作が行われる。

[0193] このため、第7実施例に係る駆動装置100tは、ステージ130をY軸の方向に沿って共振させると共に該ステージ130をX軸の方向に沿って移動させることができる。つまり、ステージ130(言い換えれば、ステージ130に備え付けられる複数のプローブ12)の2軸駆動を行うことができる。このため、複数のプローブ12を用いて、矩形の形状を有する記録媒体30上の概ね全ての記録面に対してデータを記録したり、記録媒体30上の概ね全ての記録面に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0194] 更に、第7実施例に係る駆動装置100tにおいても、上述した第1実施例に係る駆動装置100a等と同様に共振を利用してステージ130をY軸の方向に沿って移動させているため、第1実施例に係る駆動装置100aが享受する効果と同様の効果を享受することができる。つまり、ステージ130の移動に必要な加振力を加えるために必要な電力量を少なくすることができる。従って、より効率的にステージ130を移動させることができ、その結果、駆動装置100tの低消費電力化を実現することができる。また、共振というステージ130及び2本の第1サスペンション120-1を含む振動系自身の挙動を利用してステージ130を移動させることができるため、ステージ130の姿勢の安定性を好適に維持することができる。その結果、ステージ130の移動の態様に対する再現性を好適に得ることができる。その結果、記録媒体30の所望の位置にデータを記録したり、或いは記録媒体30の所望の位置に記録されたデータを再生したりすることができる。

[0195] 尚、第7実施例に係る駆動装置100tにおいては、Y軸の方向に沿って並ぶ2つの

駆動源180のうちの上側の駆動源180により加えられる加振力の位相(或いは、方向)と、2つの駆動源180のうちの下側の駆動源180により加えられる加振力の位相とをずらすように構成してもよい。このようにY軸の方向(つまり、共振の方向)に沿って並ぶ2つの駆動源180により加えられる加振力の位相をずらすことで、ステージ130の共振の振幅(つまり、ステージ130のY軸の方向における移動範囲)を調整することができる。例えば、上側の駆動源180がステージ130を上側に移動させる加振力を加え、且つ下側の駆動源180がステージ130を下側に(つまり、上側の駆動源180により加えられる加振力がステージを移動させる方向とは逆側に)移動させる加振力を加えることで、ステージ130の共振の振幅を減衰することができる。同様に、例えば、上側の駆動源180がステージ130を上側に移動させる加振力を加え、且つ下側の駆動源180がステージ130を下側に(つまり、上側の駆動源180により加えられる加振力がステージを移動させる方向と同一の側に)移動させる加振力を加えることで、ステージ130の共振の振幅を増幅することができる。

[0196] 上記の例では、また2つの駆動原の位相を180度ずらす例を示した。しかしながら、180度ずらす例に限らず、例えば45度ずらしてもよいし、90度ずらしてもよいし、その他の数値だけずらしてもよいし、連続的に変化させてもよい。この場合には、微妙な振幅の調整が可能となる。

[0197] 尚、上述した第7実施例に係る駆動装置100tに対して、上述した第1実施例から第6実施例において説明した各種構成を適宜適用してもよいことは言うまでもない。

[0198] (2-2-4)第8実施例

続いて、図30を参照して、第8実施例に係る駆動装置100uについて説明する。ここに、図30は、第8実施例に係る駆動装置100uにより実現される複数のプローブ12の移動の軌跡を概念的に示す平面図である。

[0199] 上述した第5実施例に係る駆動装置100l(更には、駆動装置100mから駆動装置100p)、第6実施例に係る駆動装置100q(更には、駆動装置100r及び駆動装置100s)及び第7実施例に係る駆動装置100tでは、第2ステージ130-2がY軸の方向のみに共振する状態を実現するように動作している。つまり、第2ステージ130-2は、X軸の方向に沿っては共振していない。しかしながら、第8実施例に係る駆動装置1

00uは、上述した第5実施例に係る駆動装置100l(更には、駆動装置100mから駆動装置100p)、第6実施例に係る駆動装置100q(更には、駆動装置100r及び駆動装置100s)及び第7実施例に係る駆動装置100tと同様の構成を有しつつ、第2ステージ130-2がY軸の方向及びX軸の方向の夫々に沿って共振する状態を実現するように動作する。

[0200] このとき、第8実施例に係る駆動装置100uにおいては、第2ステージ130-2のX軸の方向に沿った共振の位相と、第2ステージ130-2のY軸の方向に沿った共振の位相とが略90°ずらされる。言い換えれば、第2ステージ130-2のX軸の方向に沿った共振の位相と、第2ステージ130-2のY軸の方向に沿った共振の位相とを略90°ずらすことができる加振力を加えるように、アクチュエータ駆動回路22から所望のタイミングで、所望の電圧が印加される。その結果、複数のプローブ12の軌道は、図30に示すような円軌道となる。

[0201] この場合、第2ステージ130-2上に備え付けられるプローブ12の数に応じて円軌道の半径を変更するように構成してもよい。例えば、プローブ12の数が相対的に少なければ、1つのプローブ12によりデータの記録及び再生が行われるエリア部分が相対的に大きくなるため、円軌道の半径を相対的に大きくすることが好ましい。他方、プローブ12の数が相対的に多ければ、1つのプローブ12によりデータの記録及び再生が行われるエリア部分が相対的に小さくなるため、円軌道の半径を相対的に小さくすることが好ましい。

[0202] このような駆動装置100uであっても、上述した各種効果を相応に享受することができる。

[0203] 尚、上述した第8実施例に係る駆動装置100uに対して、上述した第1実施例から第7実施例において説明した各種構成を適宜適用してもよいことは言うまでもない。

[0204] 尚、上述の説明では、複数のプローブ12を駆動装置100のステージ130に備え付ける例について説明したが、複数のプローブ12に代えて記録媒体30を駆動装置100のステージ130に備え付けるように構成してもよい。

[0205] また、上述の説明では、駆動装置100を強誘電体記録再生装置1に適用した例について説明した。しかしながら、強誘電体記録再生装置1に限らず、各種プローブメ

メモリを含む各種情報記録再生装置に対して駆動装置100を適用してもよいことは言うまでもない。また、情報記録再生装置に限らず、プローブを利用する構成（例えば、AFM（Atomic Force Microscopy）に対して駆動装置100を適用してもよい。更には、ステージをX軸及びY軸の2軸に沿って移動させる各種装置に駆動装置100を適用してもよい。

- [0206] また、本発明は、請求の範囲及び明細書全体から読み取るこのできる発明の要旨又は思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う駆動装置もまた本発明の技術思想に含まれる。

産業上の利用可能性

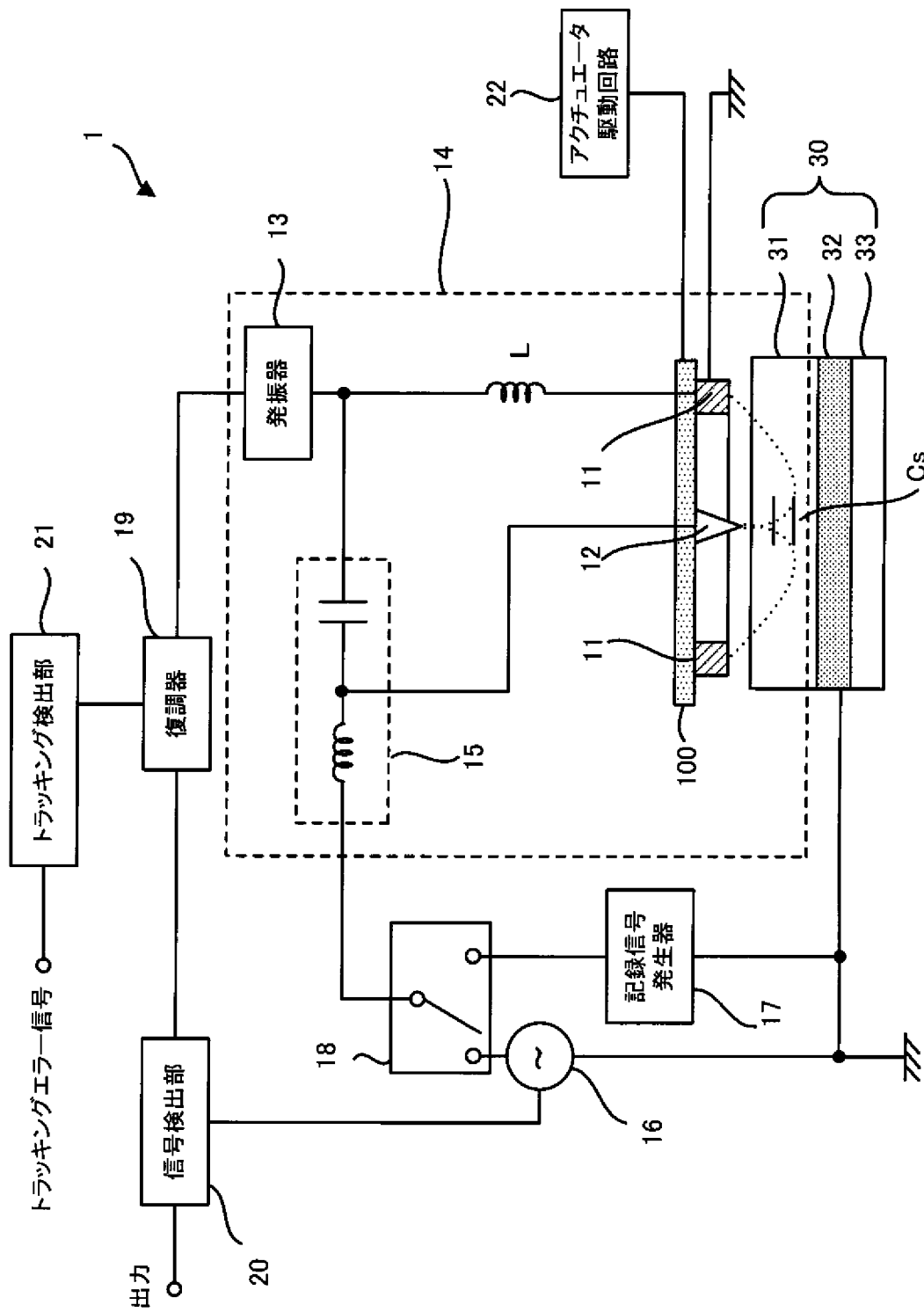
- [0207] 本発明に係る駆動装置は、例えば、媒体等を一軸方向や二軸方向に駆動しながら、プローブにより該媒体の表面等を走査する駆動装置に利用可能である。

請求の範囲

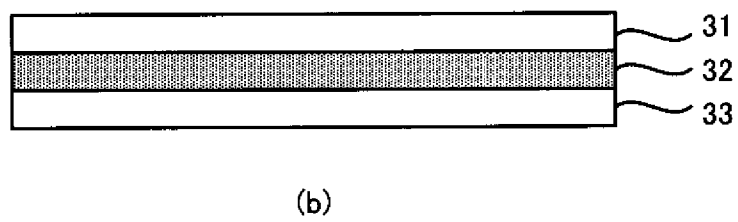
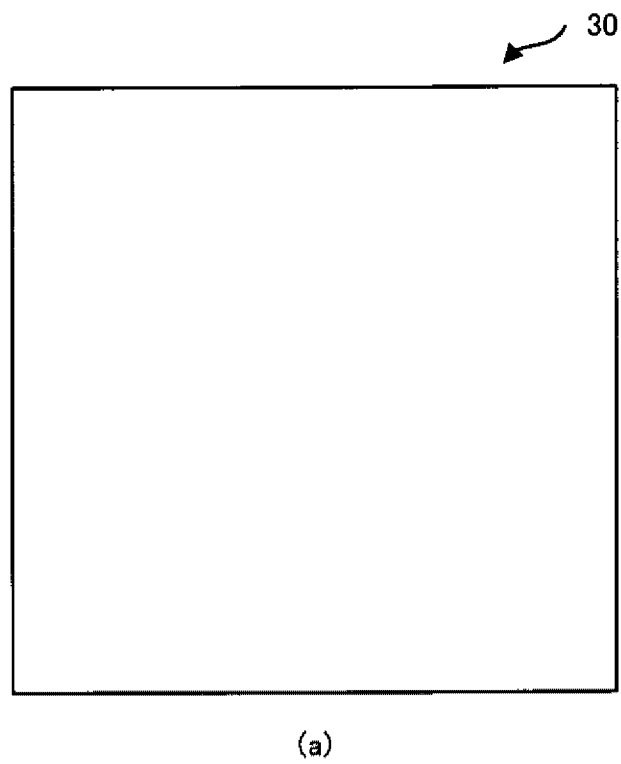
- [1] ベース部と、
被駆動物が搭載されると共に、移動可能なステージ部と、
前記ベース部と前記ステージ部とを接続すると共に、前記ステージ部を一の方向に沿って移動させるような弾性を有する弾性部と、
前記ステージ部及び前記弾性部により定まる共振周波数で前記ステージ部が前記一の方向に沿って共振するように前記ステージ部を移動させるための加振力を加える第1印加部と、
前記ステージ部を又は前記ステージ部上に搭載される前記被駆動物を前記一の方向と略直交する他の方向に沿って段階的に又は連続的に移動させるための駆動力を加える第2印加部と
を備え、
前記ステージ部又は前記ステージ部上に前記被駆動物として搭載される他のステージ部は、複数のステージ部分に分割されていることを特徴とする駆動装置。
- [2] 前記他のステージ部は、前記他の方向に沿って配列される前記複数のステージ部分に分割されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の駆動装置。
- [3] 前記第2印加部は、前記他の方向に沿って配列される前記複数のステージ部分の夫々に対応するように複数備えられることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の駆動装置。
- [4] 前記ステージ部は、前記一の方向に沿って配列される前記複数のステージ部分に分割されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の駆動装置。
- [5] 前記第1印加部は、前記共振周波数に応じた周期で前記加振力を加えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の駆動装置。
- [6] 前記第1印加部は、圧電効果に起因した前記加振力を加えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の駆動装置。
- [7] 前記第1印加部は、電磁力に起因した前記加振力を加えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の駆動装置。
- [8] 前記第1印加部は、静電力に起因した前記加振力を加えることを特徴とする請求の

範囲第1項に記載の駆動装置。

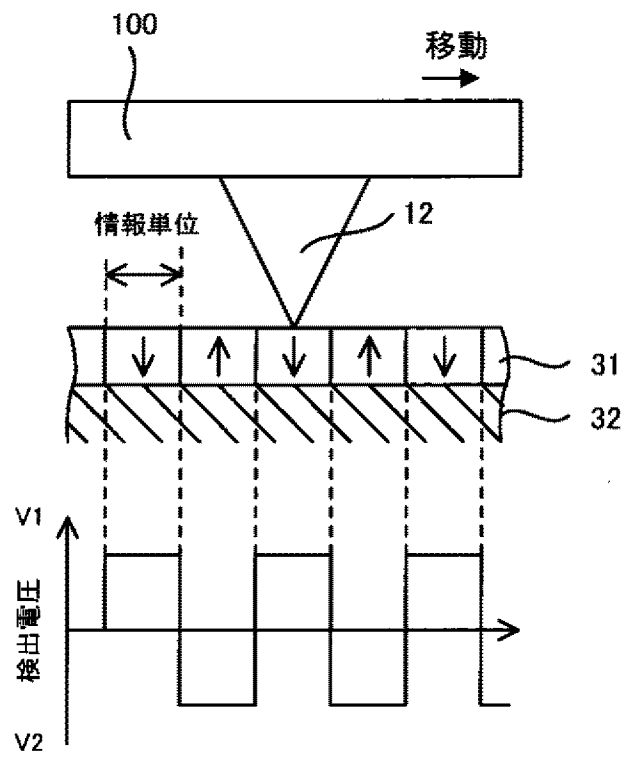
[図1]



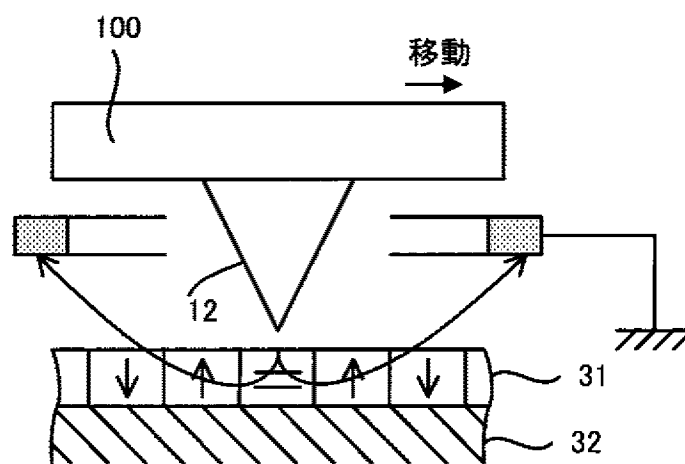
[図2]



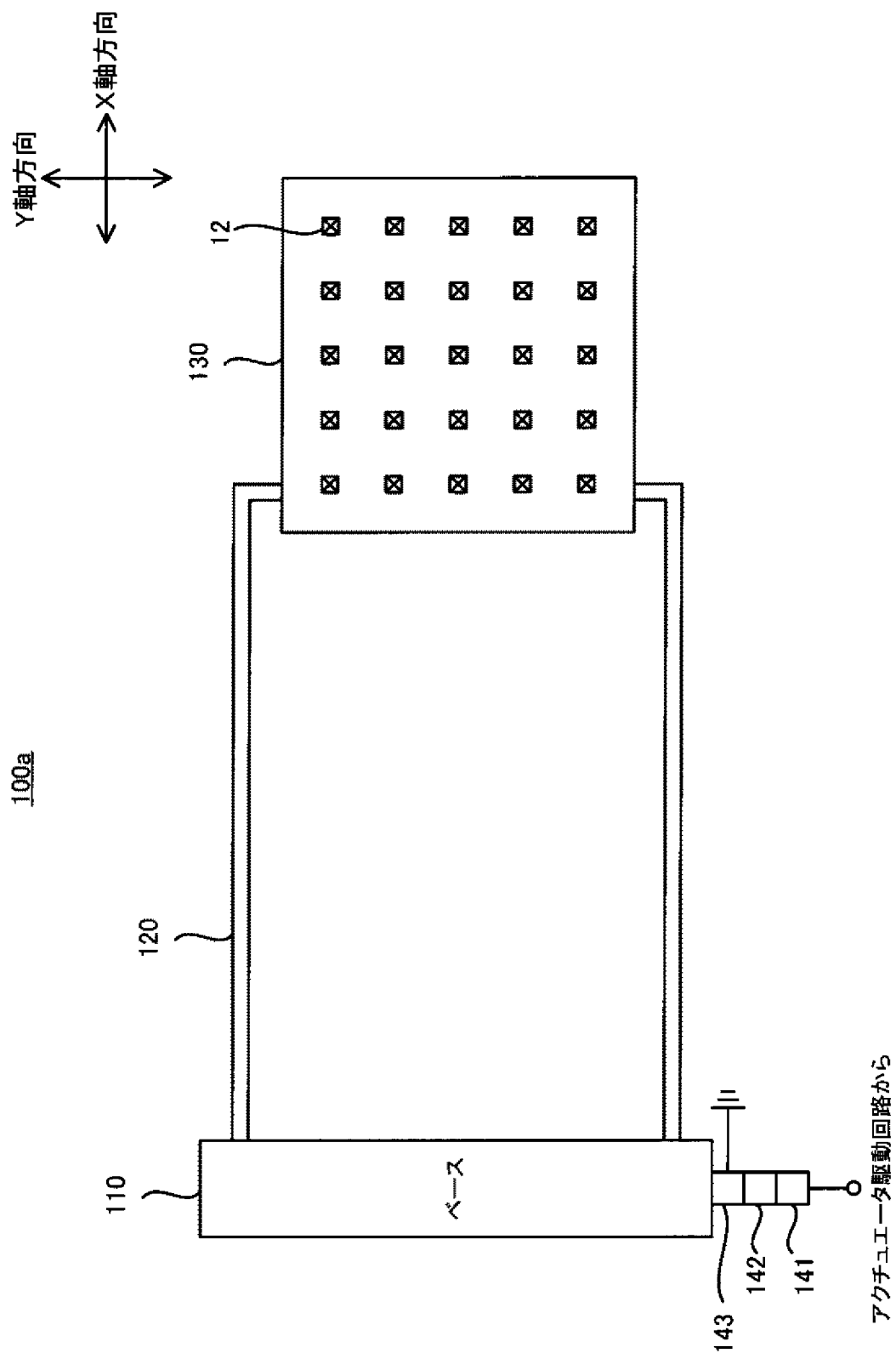
[図3]



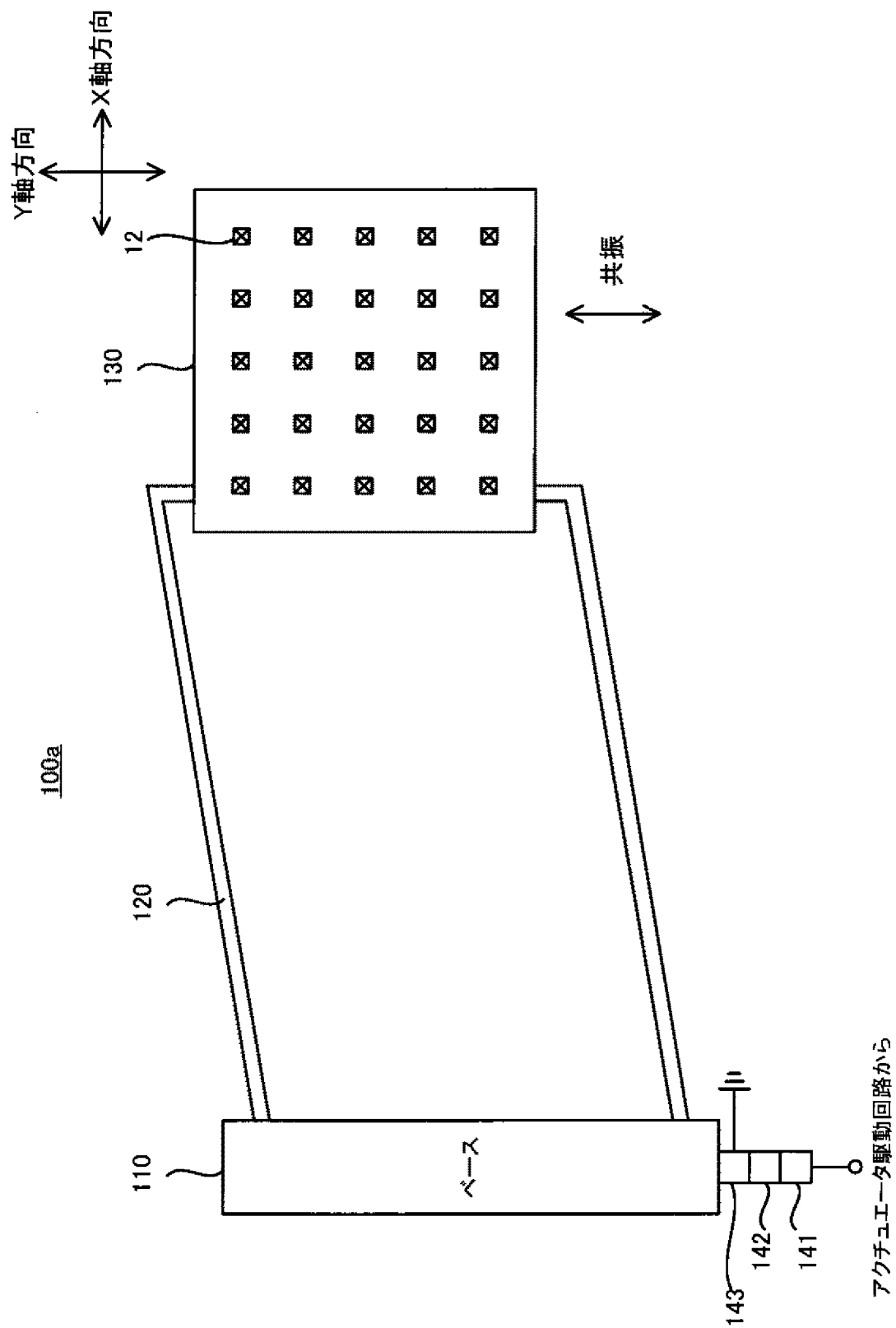
[図4]



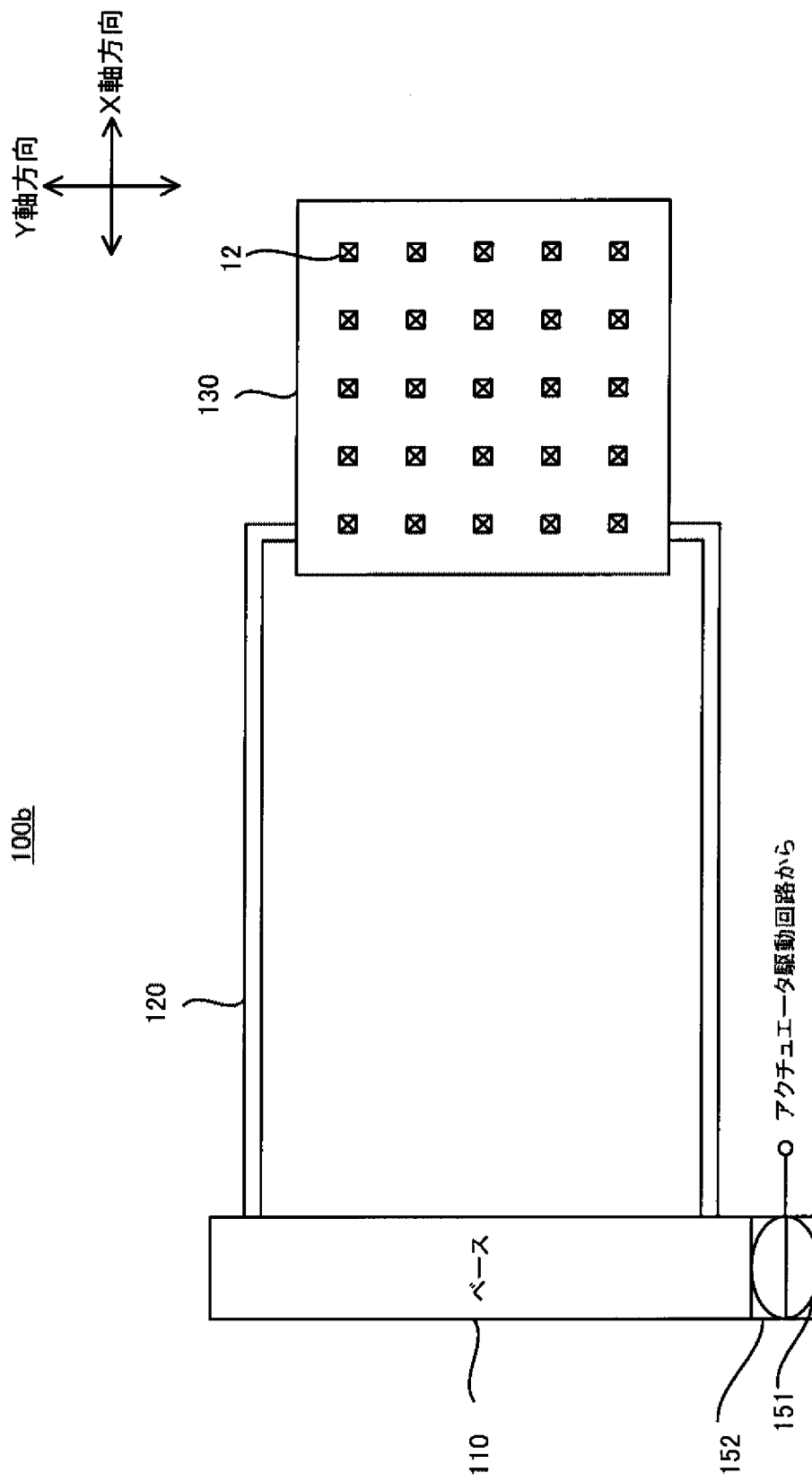
[図5]



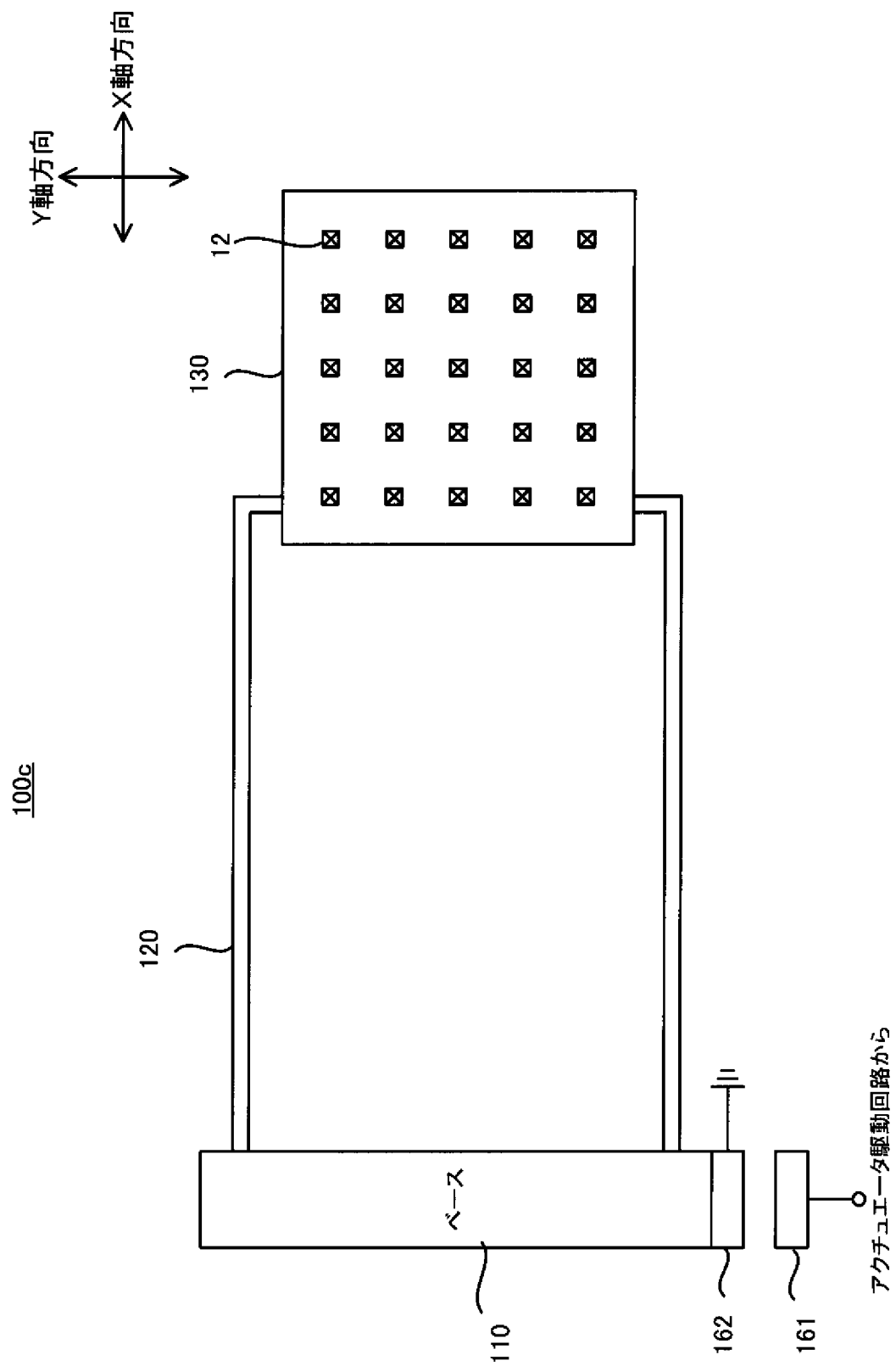
[図6]

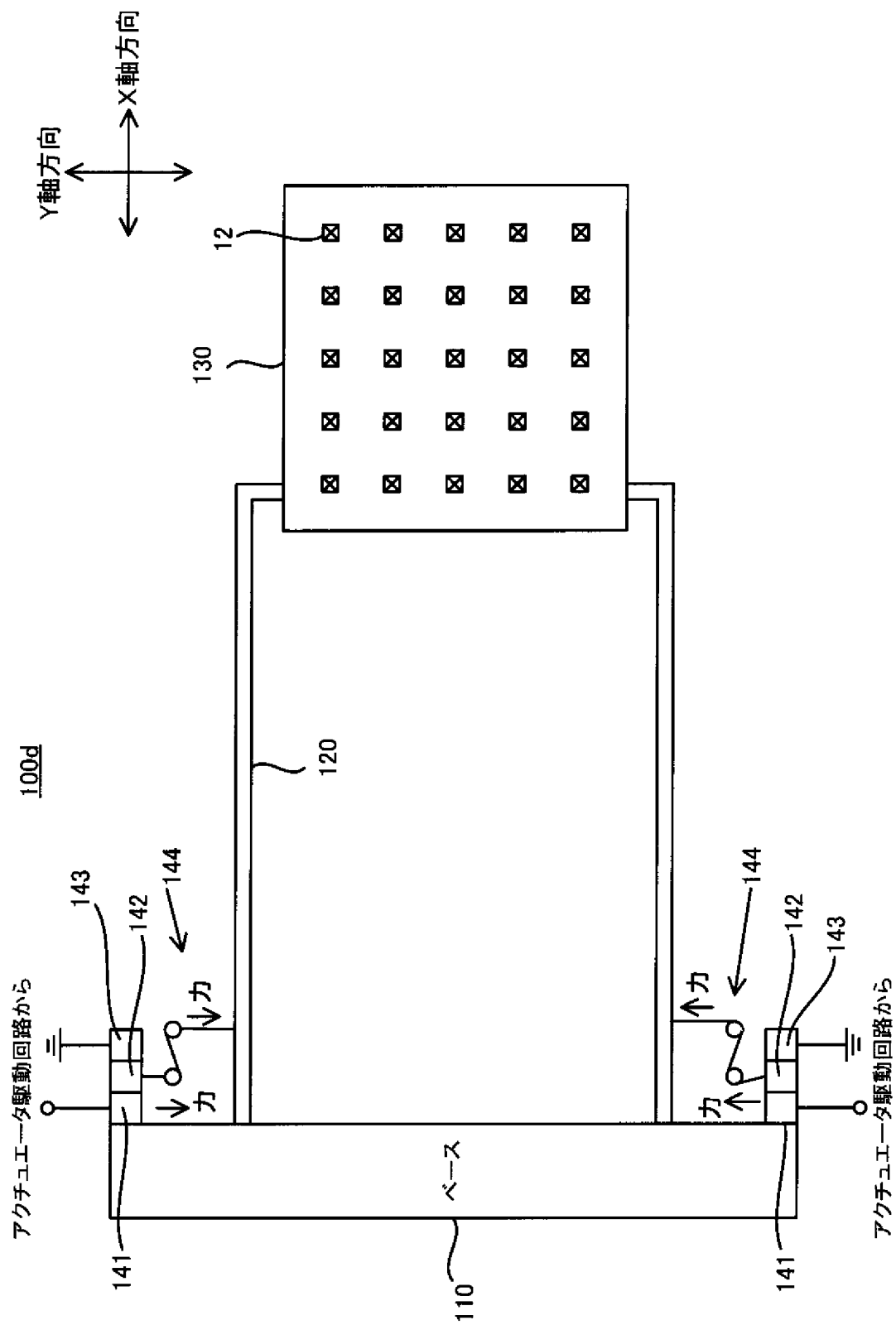


[図7]

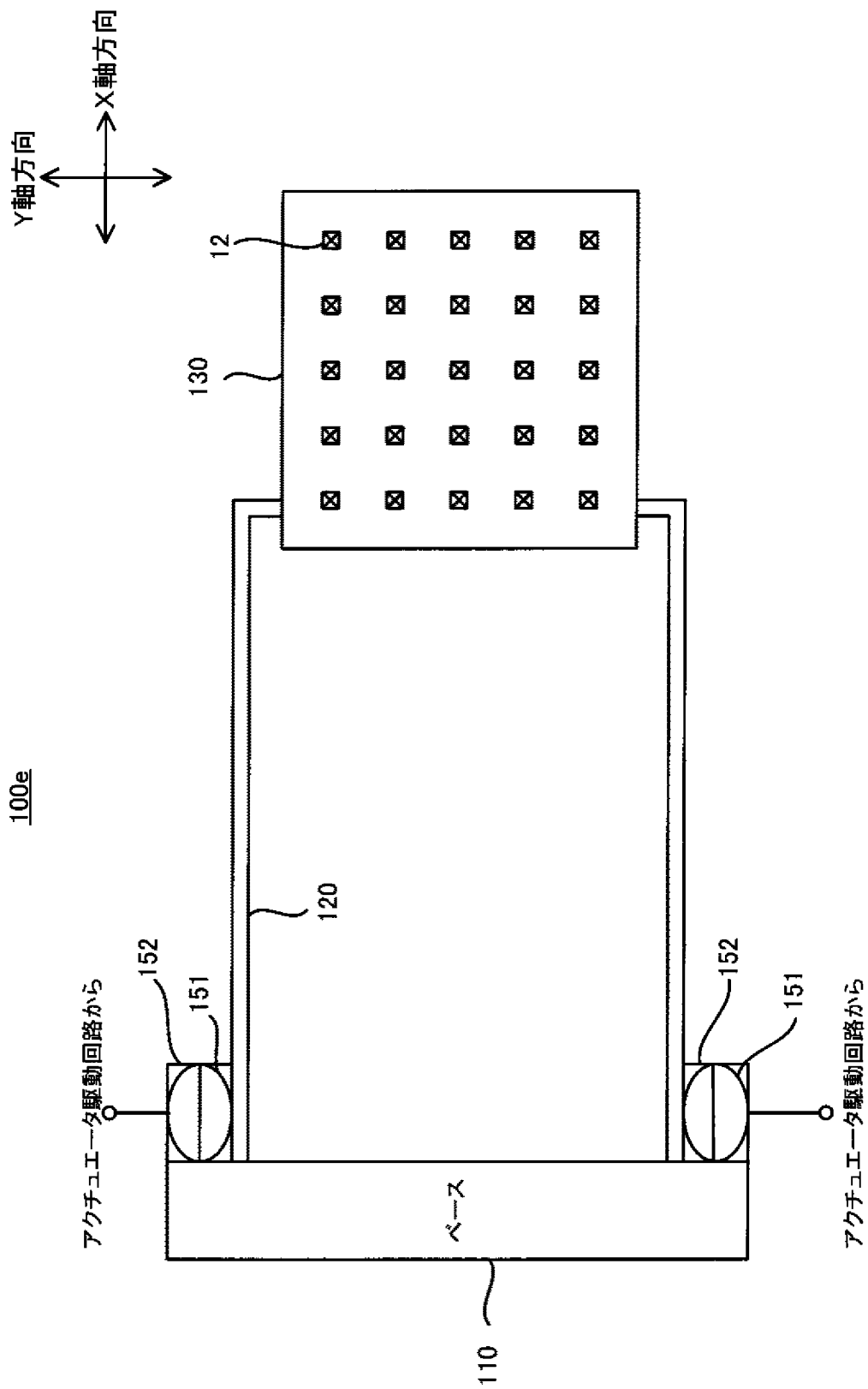


[図8]

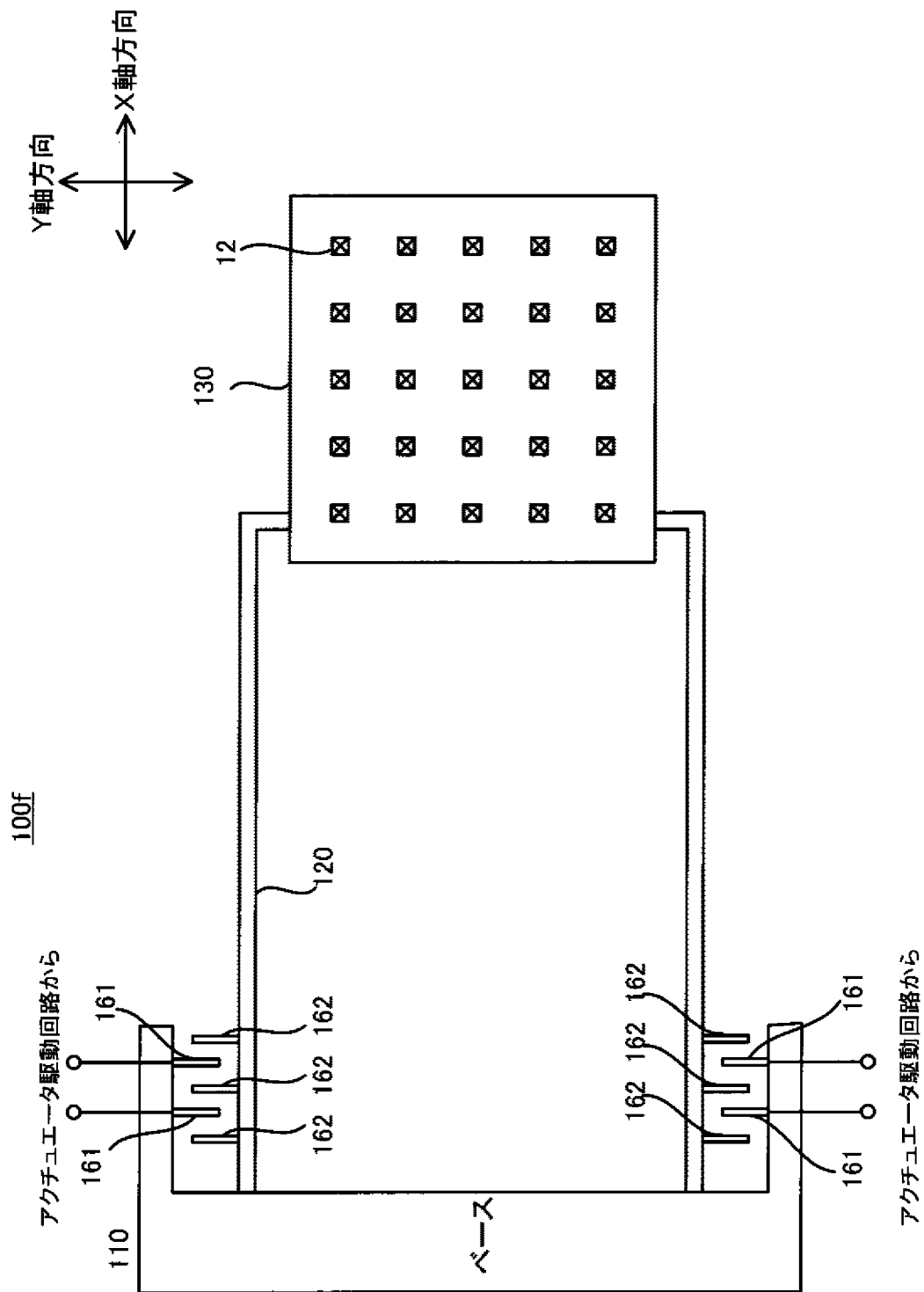




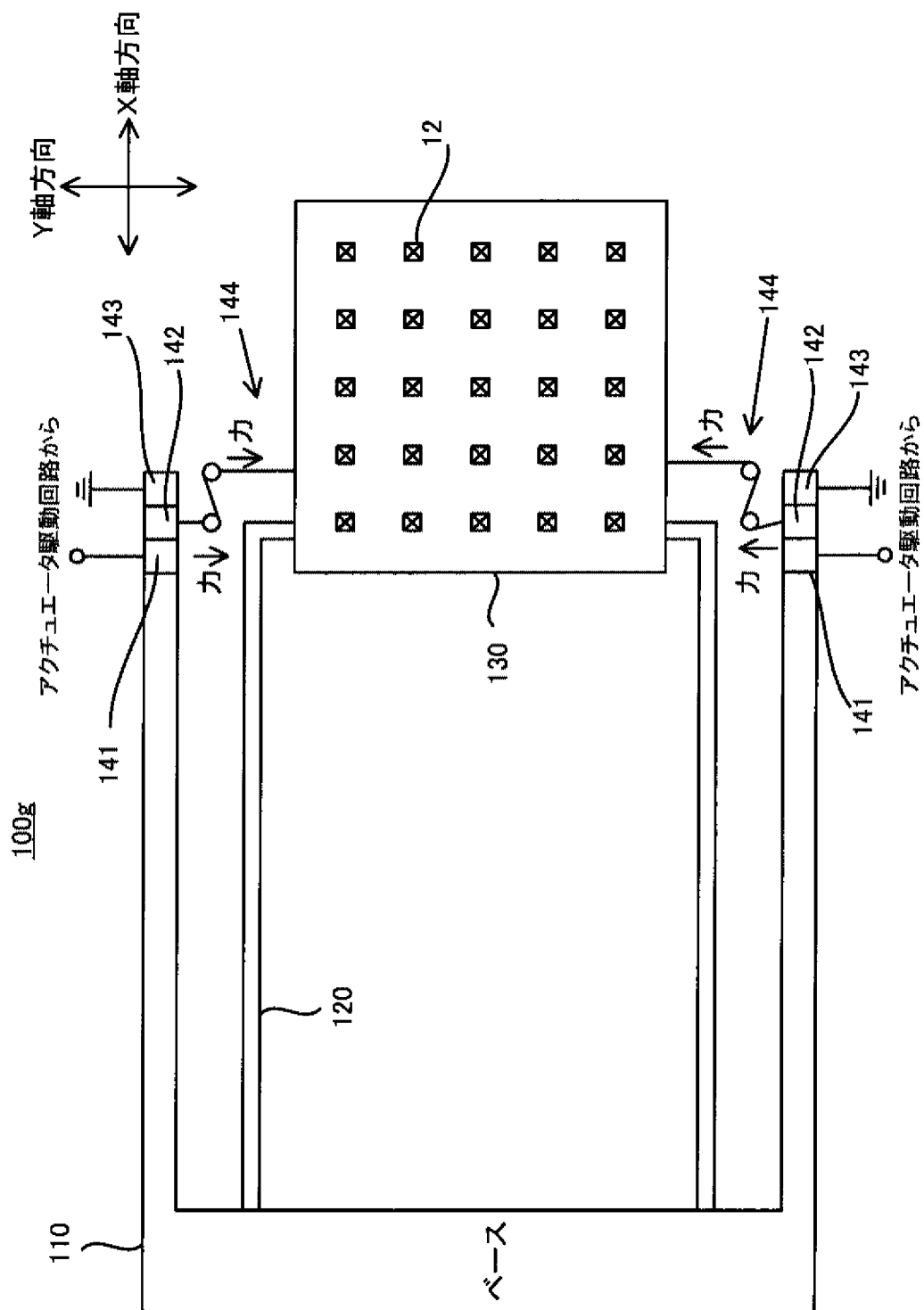
[図10]



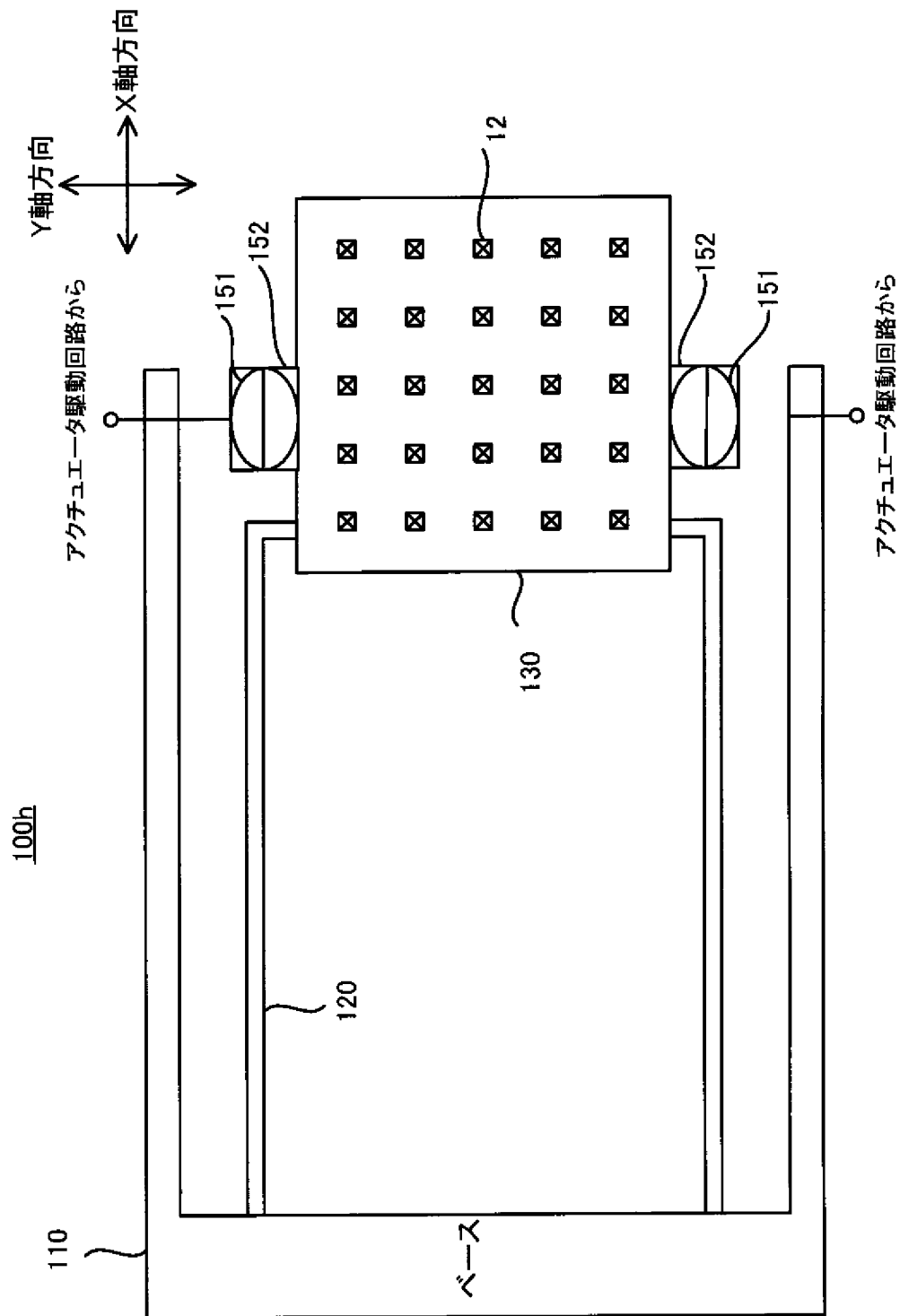
[図11]



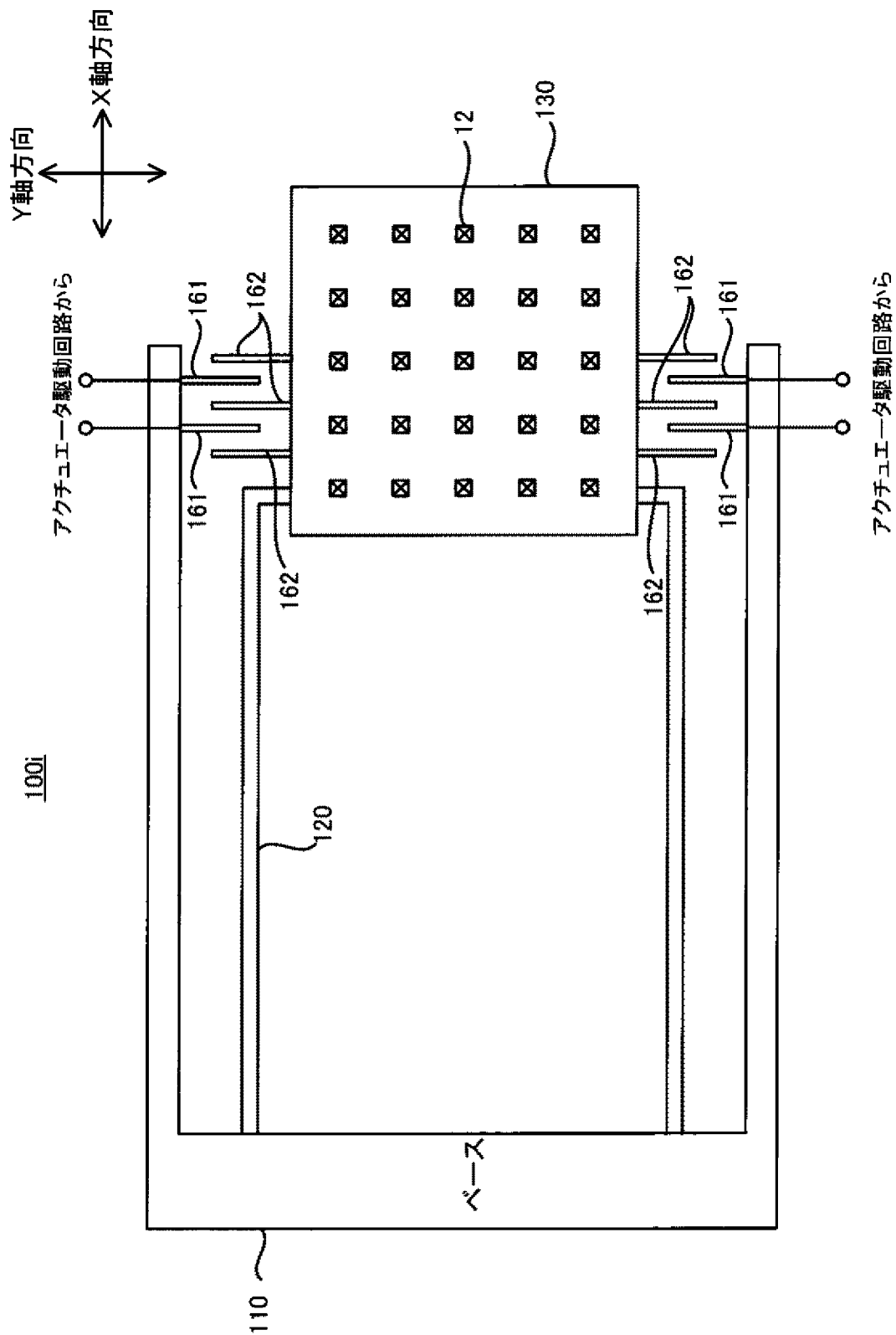
[図12]



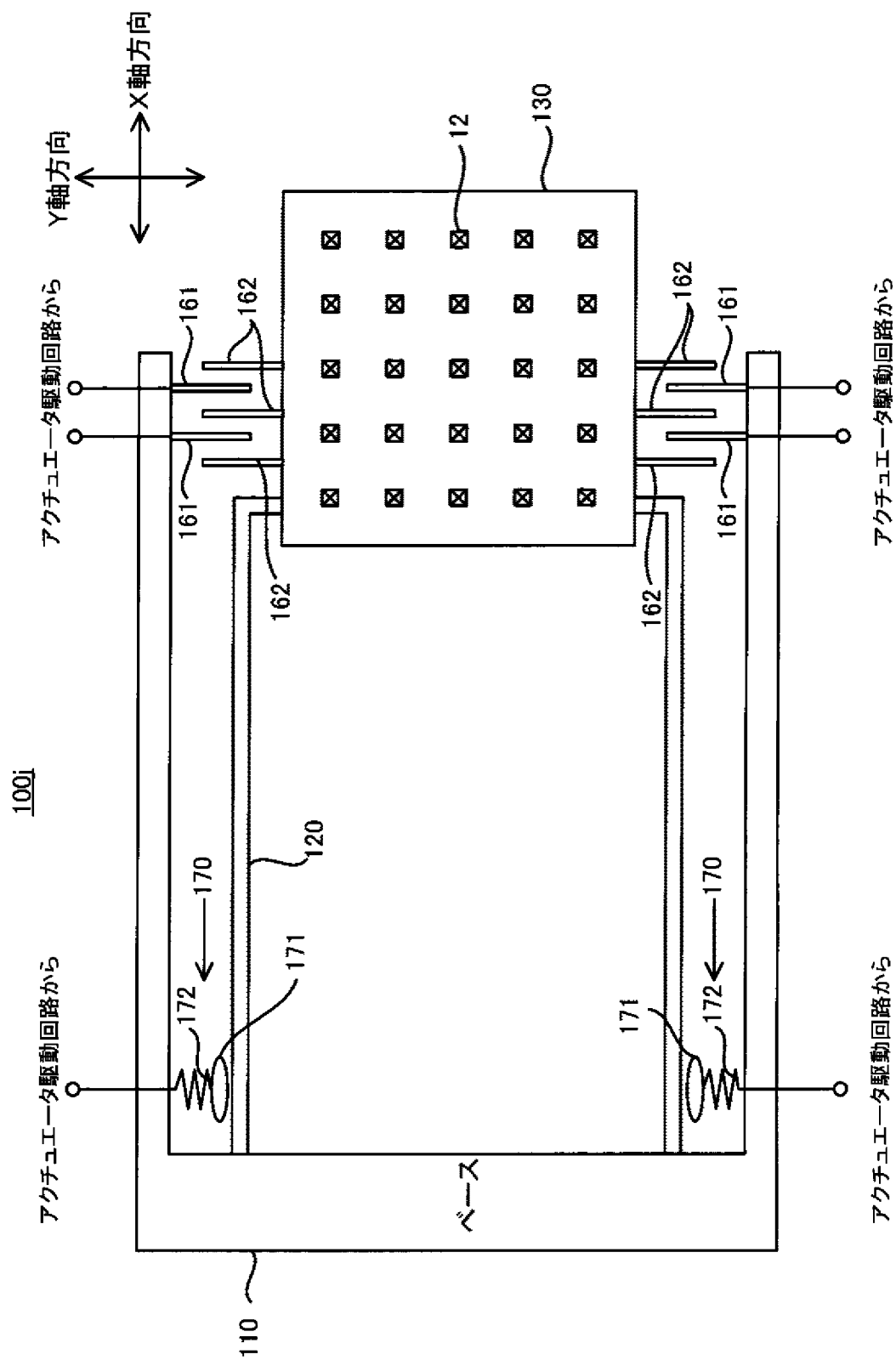
[図13]



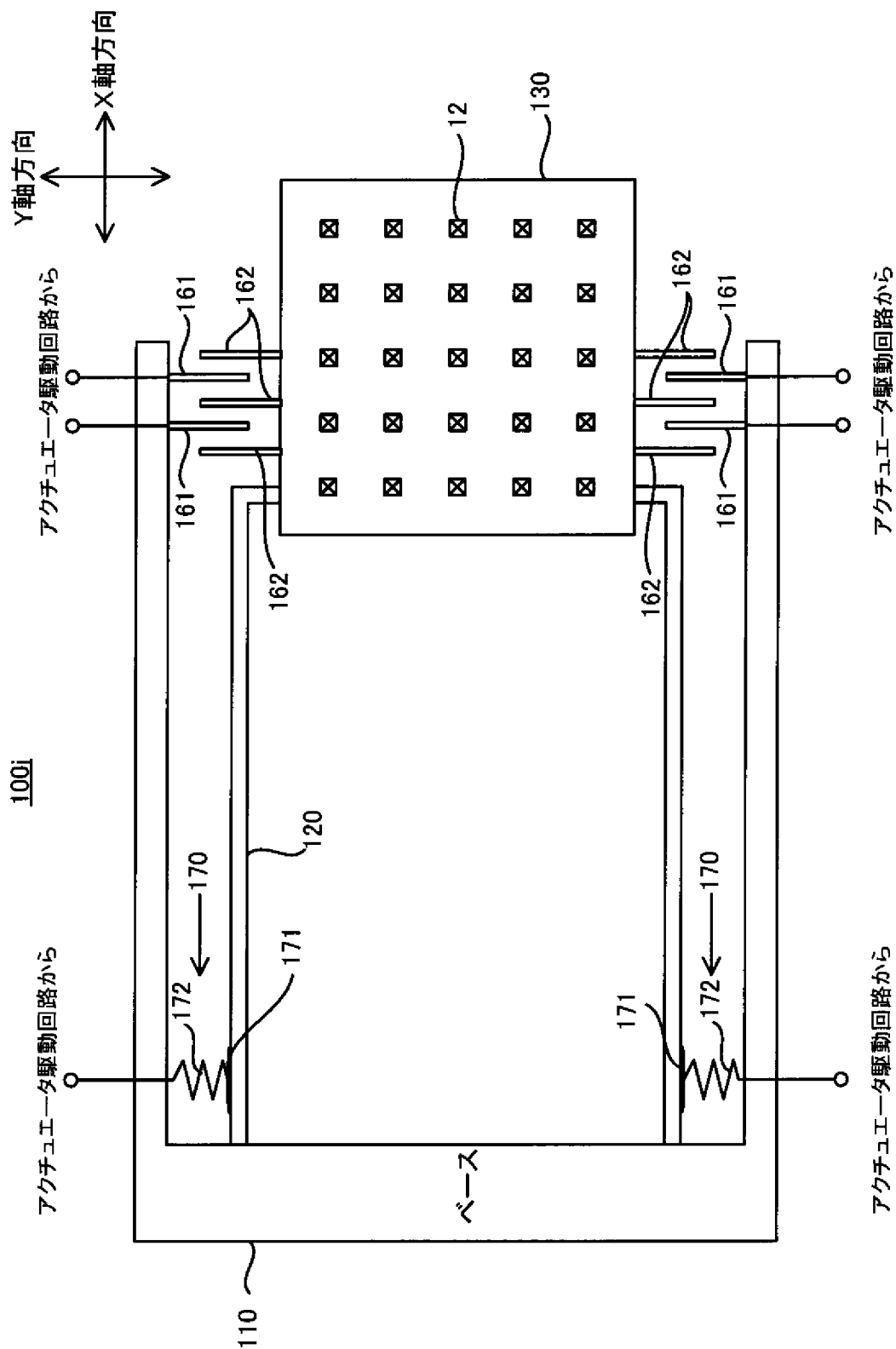
[図14]



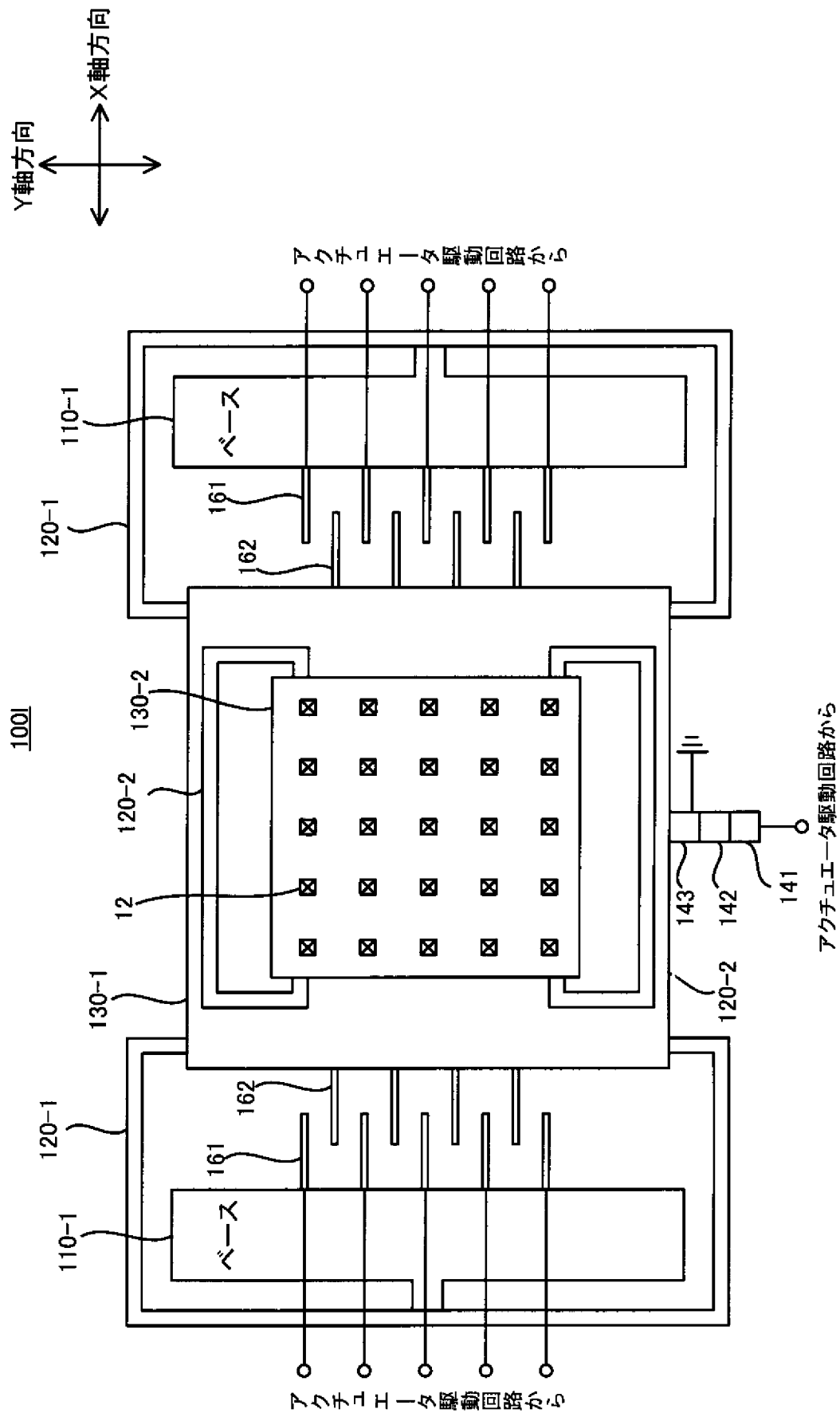
[図15]



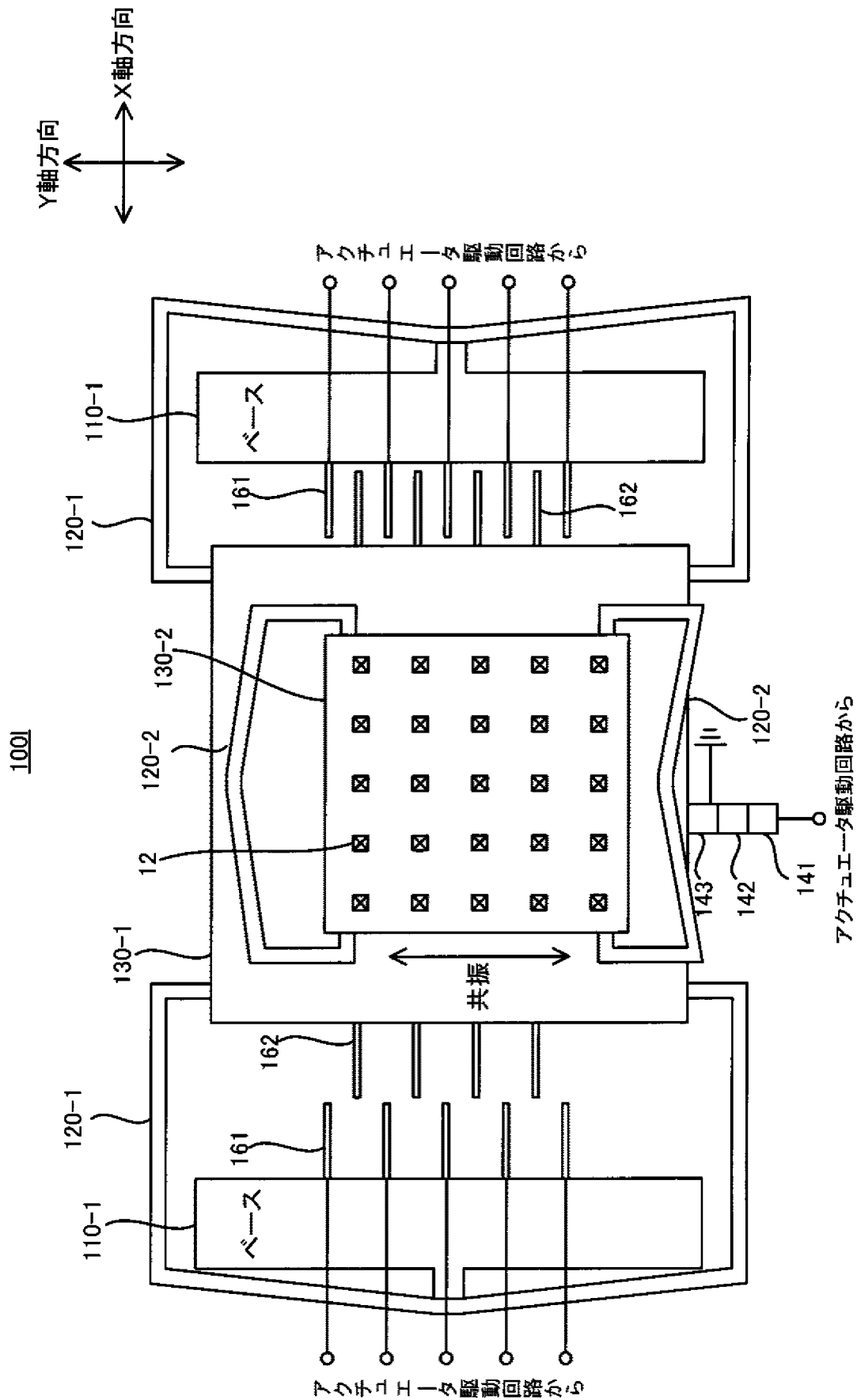
[図16]



[図18]



[図20]



[図23]

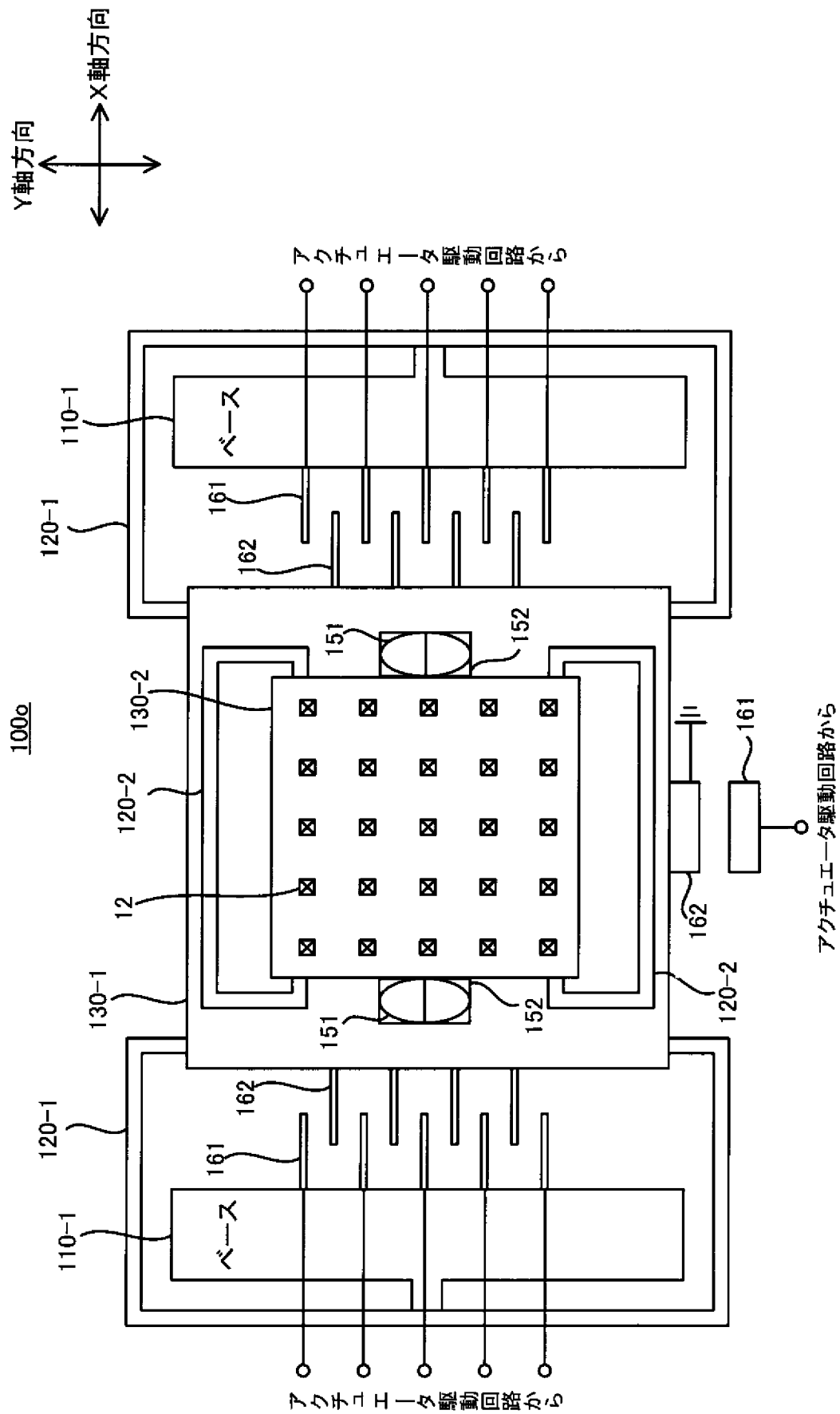
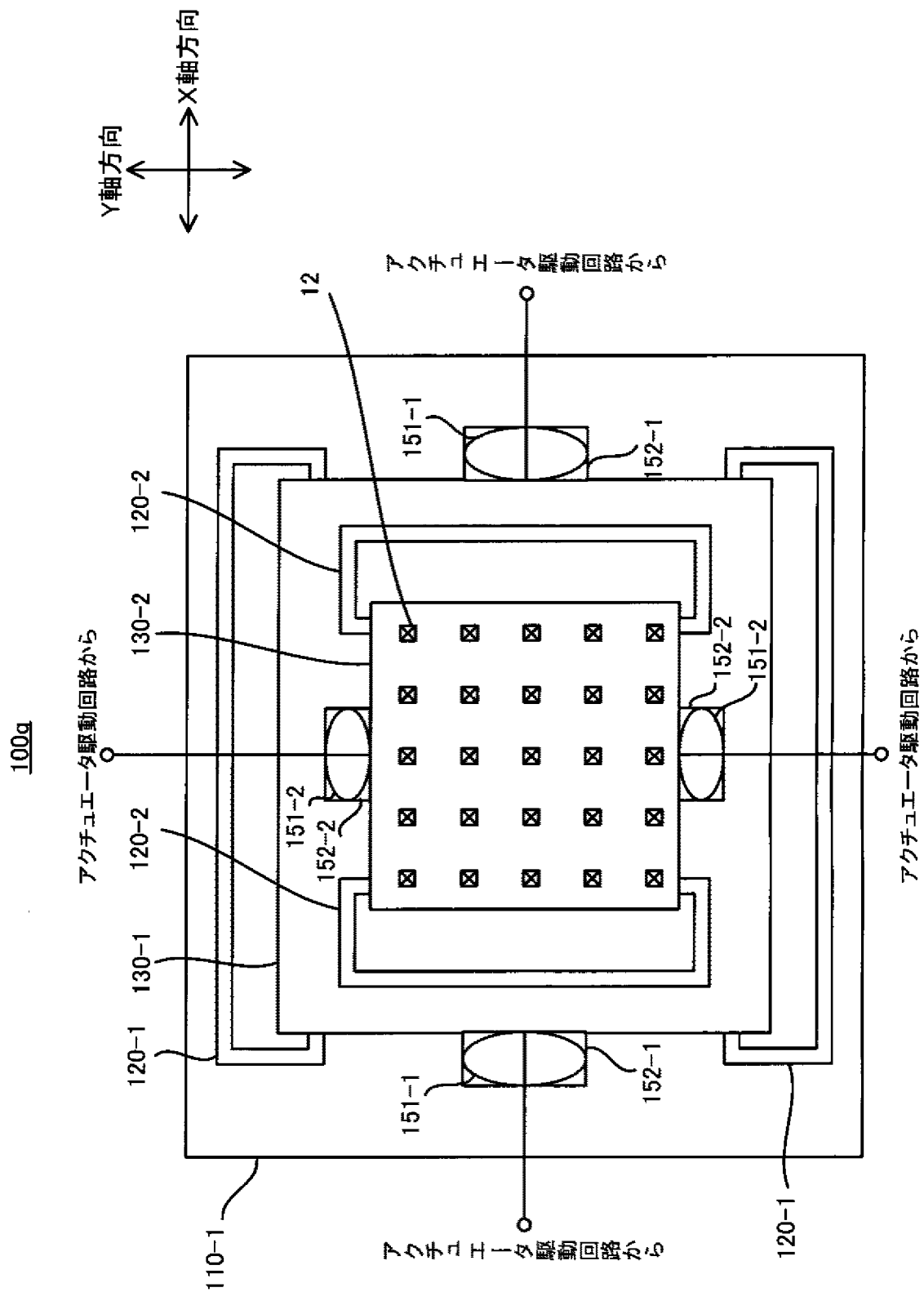
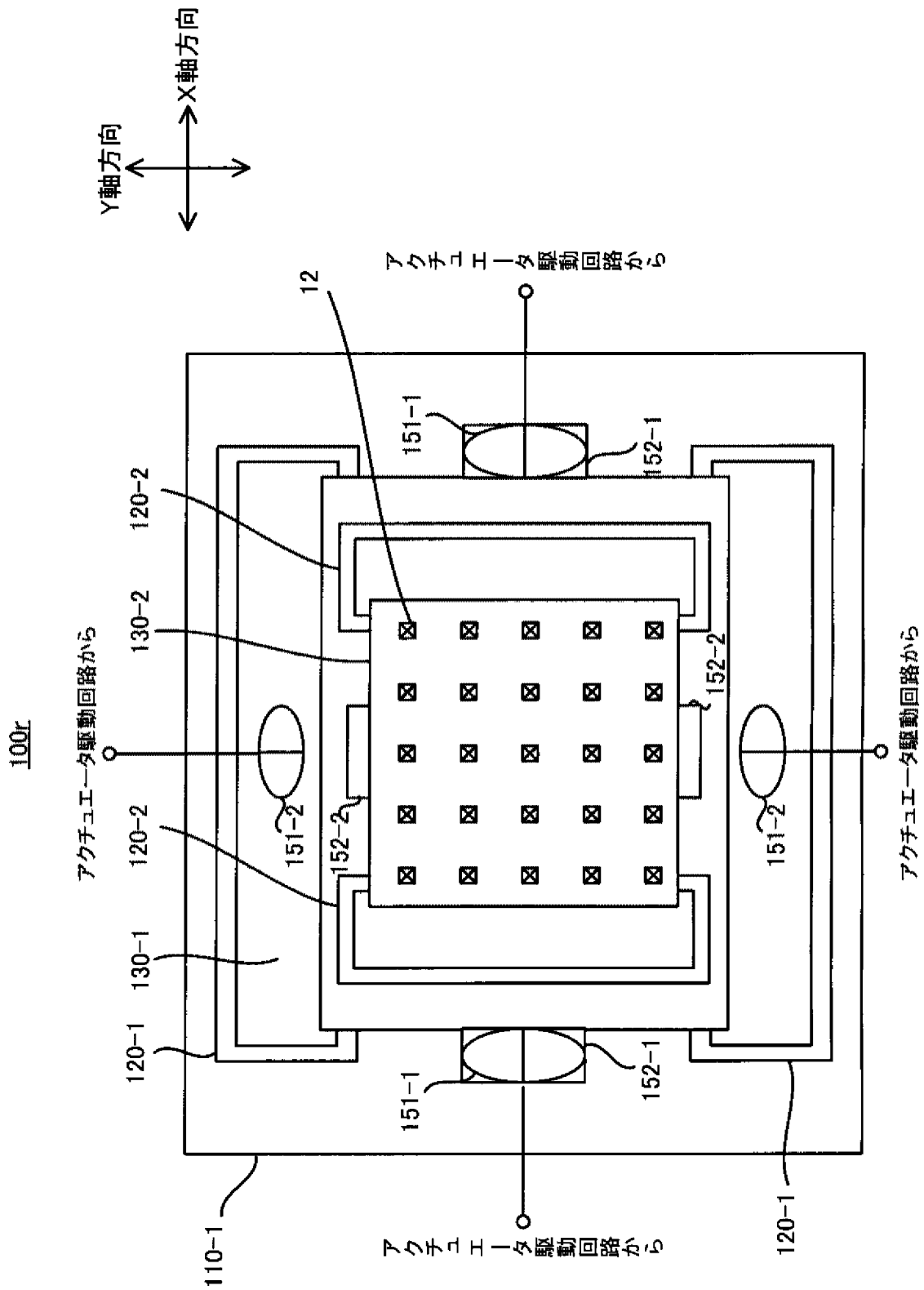


Figure 1 is a schematic diagram of a vibration system 12. The system is shown in a cross-sectional view. At the top, a coordinate system indicates the Y-axis direction (vertical) and the X-axis direction (horizontal). The system consists of two main parts, 110-1 and 110-2, which are bases. Each base 110-1 and 110-2 contains a base 161 and a base 162. Four actuators 130-1 and 130-2 are mounted on the bases. Each actuator 130-1 and 130-2 includes a coil 141, a spring 142, and a damper 143. The actuators are connected to a common ground 120-2. The system is driven by an actuator drive circuit 120-1. The diagram shows the internal components and the electrical connections between the actuators and the drive circuit.

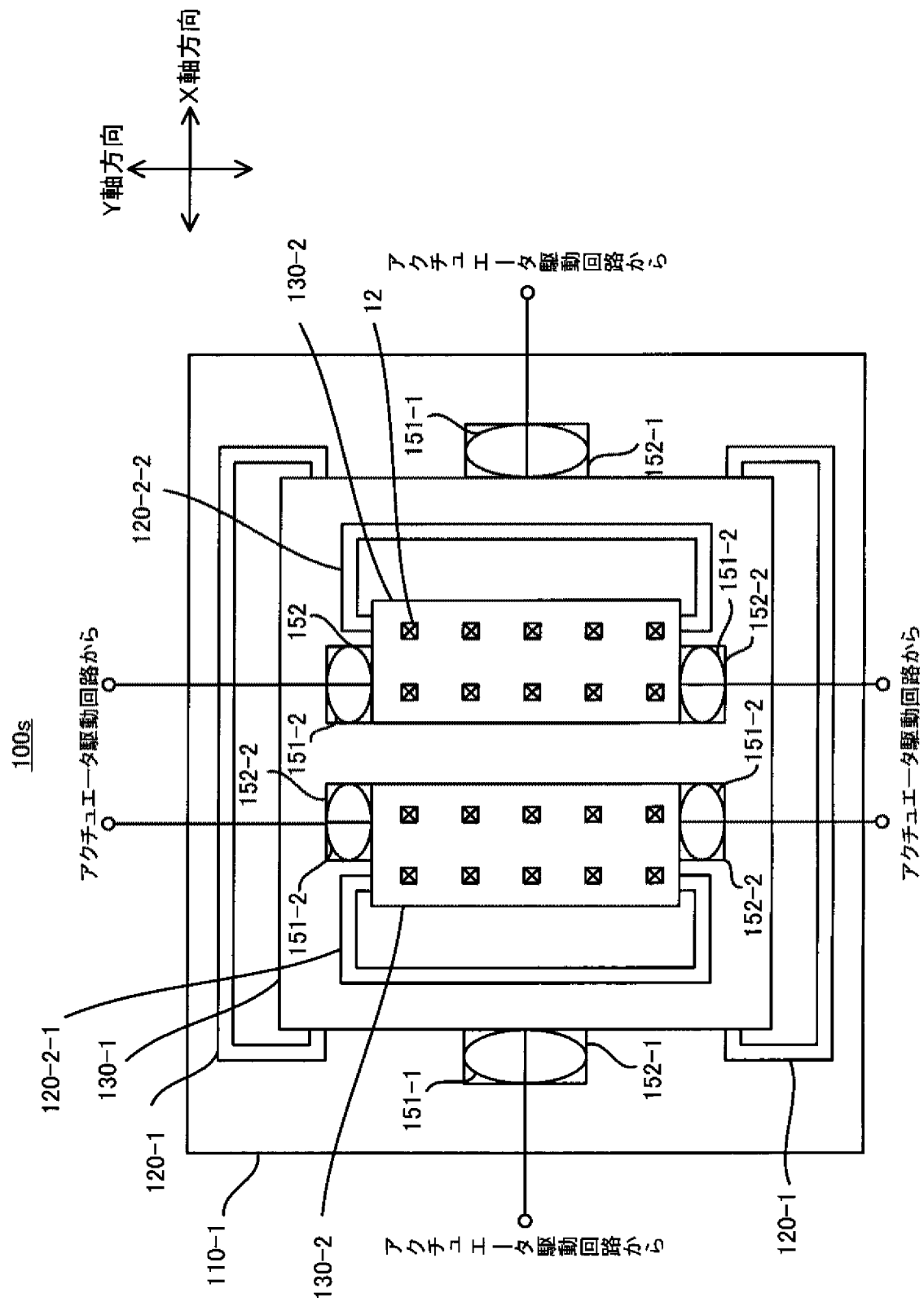
[図25]



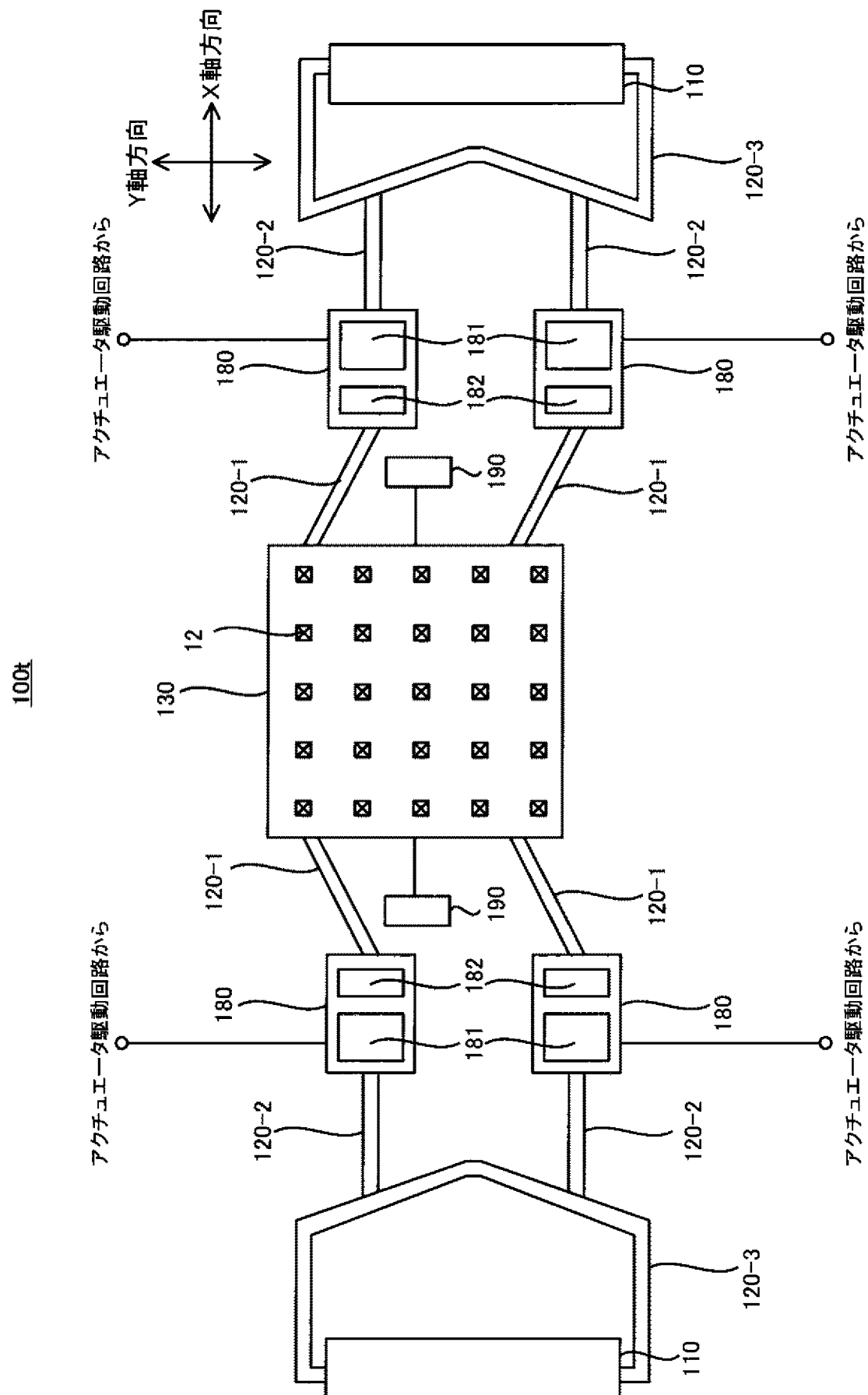
[図26]



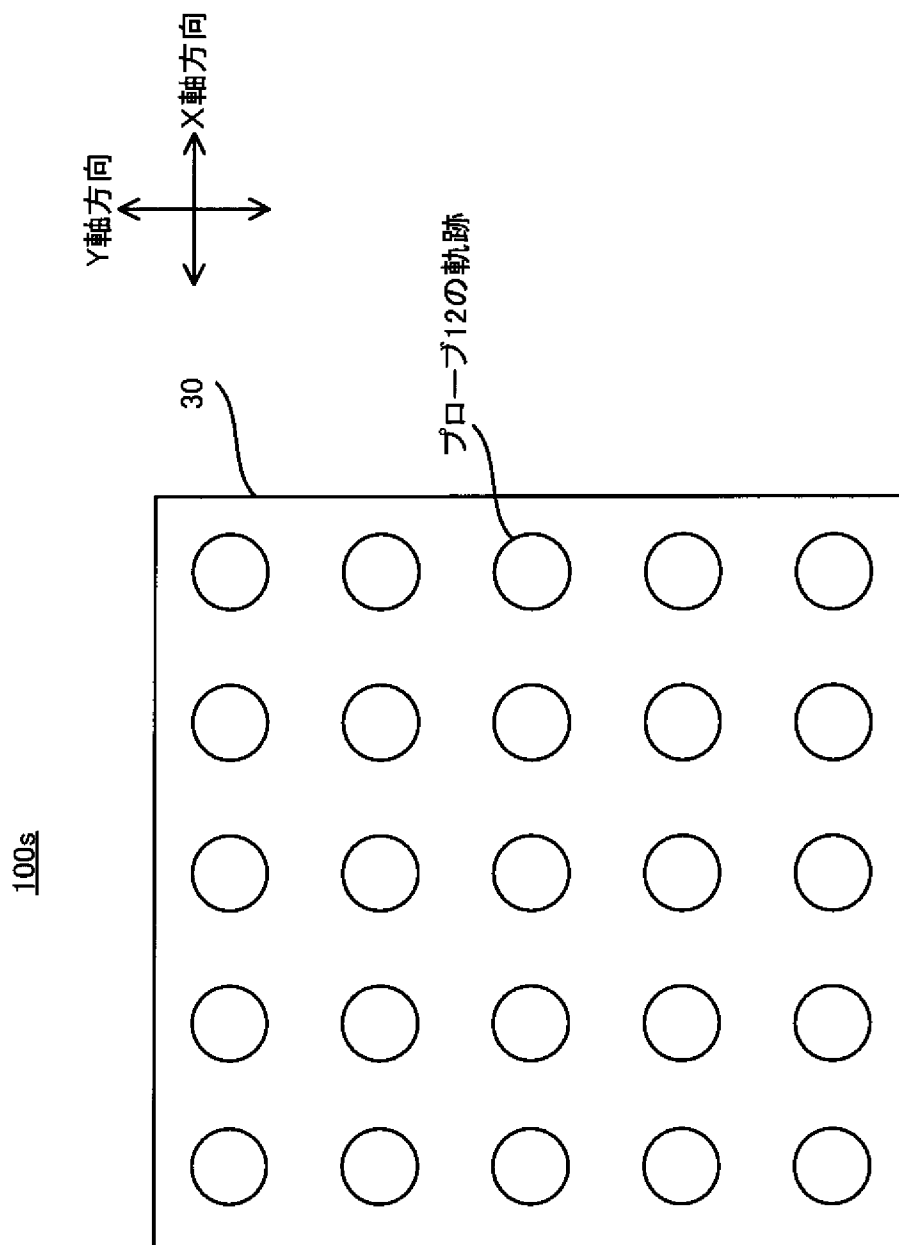
[図27]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B9/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B9/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-314549 A (Canon Inc.), 26 November, 1993 (26.11.93), Full text; Fig. 7 & US 5412641 A	1-8
Y	JP 5-126517 A (Canon Inc.), 21 May, 1993 (21.05.93), Full text; Fig. 8 (Family: none)	1-8
Y	JP 6-231493 A (Canon Inc.), 19 August, 1994 (19.08.94), Par. No. [0031] (Family: none)	6-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 April, 2007 (24.04.07)

Date of mailing of the international search report
15 May, 2007 (15.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B9/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B9/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 5-314549 A（キヤノン株式会社）1993.11.26, 全文、第7図 & US 5412641 A	1-8
Y	JP 5-126517 A（キヤノン株式会社）1993.05.21, 全文、第8図 （ファミリーなし）	1-8
Y	JP 6-231493 A（キヤノン株式会社）1994.08.19, 段落 0031 （ファミリーなし）	6-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.04.2007

国際調査報告の発送日

15.05.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

ゆずりは 広行

5D

3046

電話番号 03-3581-1101 内線 3551