

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-128307
(P2012-128307A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
GO2B 26/10 (2006.01) GO2B 26/10 104 2H045
 GO2B 26/10 C
 GO2B 26/10 F

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2010-281340 (P2010-281340)
 (22) 出願日 平成22年12月17日 (2010.12.17)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 日野 真希子
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 溝口 安志
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

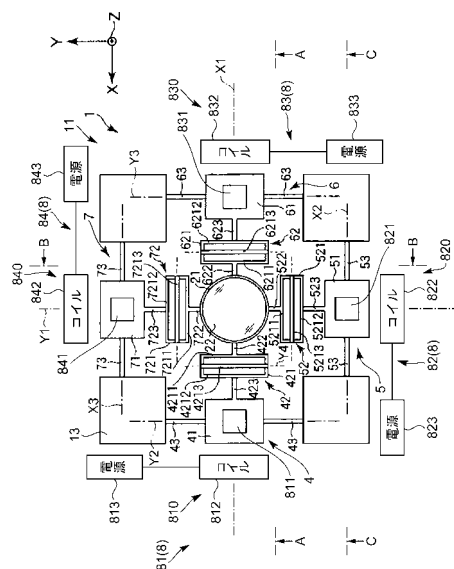
(54) 【発明の名称】 光スキャナー、光スキャナーの製造方法、および画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 可動板を互いに直交する2つの軸のそれぞれの軸まわりに安定して回転させることのできる光スキャナーおよび画像形成装置を提供すること。

【解決手段】 基台12に載置した固定部13に連結された駆動梁43、53、63、73が変位部41、51、61、71に接続され、変位部41、51、61、71に接続した可動梁42、52、62、72のもう一方の先端に配置された可動部201、202、203、204に、光反射部材20を支持する支持部材23が固定される。このため、固定部13と基台12の固着によって発生する各可動梁及び各駆動梁の歪みを緩和することができ、破損を防止しながら安定的に駆動する光スキャナー1を得ることができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光反射面を有する光反射部材と、
 前記光反射部材を支持する 4 つの可動部と、
 前記 4 つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って 90 度間隔で設けられた 4 つの可動梁と、
 前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、
 前記変位部に固定された永久磁石と、
 前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、
 前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、
 前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、
 前記固定部が固定された基台と、を備え、
 前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、
 前記光反射部材と前記 4 つの可動部とが接着剤を介して固着されていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光スキャナーにおいて、
 前記光反射部材は、前記可動梁と接触しない状態で、前記可動部に固着されていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光スキャナーにおいて、
 支持部材をさらに備え、
 前記可動部は、前記支持部材を介して前記光反射部材を支持し、
 前記支持部材は、前記可動梁と接触しない状態で、前記光反射部材及び前記可動部と固着されていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の光スキャナーにおいて、
 前記支持部材は、前記可動部の形状と係合する形状を有する係合部を備えることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 5】

光反射面を有する光反射部材と、
 前記光反射部材を支持する 4 つの可動部と、
 前記 4 つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って 90 度間隔で設けられた 4 つの可動梁と、
 前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、
 前記変位部に固定された永久磁石と、
 前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、
 前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、
 前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、
 前記固定部が固定された基台と、を備え、前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、前記光反射部材と前記可動部とが接着剤を介して固着されている光スキャナーの製造方法であって、
 前記可動部、前記可動梁、前記変位部、前記永久磁石、前記駆動梁、および前記固定部

を備える振動基板を製造する工程と、
 前記固定部を前記基台に固定する第 1 固定工程と、
 前記光反射部材を前記可動部に固定する第 2 固定工程と、を有し、
 前記第 1 固定工程を実施した後に、前記第 2 固定工程を実施することを特徴とする光スキャナーの製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の光スキャナーの製造方法において、
 前記振動基板は、前記光反射部材、前記可動部、前記可動梁、前記変位部、前記駆動梁、および前記固定部を取り囲んで形成される支持部と、
 前記固定部と前記支持部とを連結する分離部と、をさらに備え、
 前記第 1 固定工程と前記第 2 固定工程との間に、
 前記分離部において前記固定部と前記支持部とを分離する分離工程をさらに有することを特徴とする光スキャナーの製造方法。

10

【請求項 7】

光源と、前記光源からの光を走査する光スキャナーと、を備え、
 前記光スキャナーは、
 光反射面を有する光反射部材と、
 前記光反射部材を支持する 4 つの可動部と、
 前記 4 つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って 90 度間隔で設けられた 4 つの可動梁と、
 前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、
 前記変位部に固定された永久磁石と、
 前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、
 前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに交差して前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、
 前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、
 前記固定部が固定された基台と、を備え、
 前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、
 前記光反射部材と前記可動部とが接着剤を介して固着されていることを特徴とする画像形成装置。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光スキャナー、光スキャナーの製造方法、および画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、レーザープリンター等にて光走査により描画を行うための光スキャナーとして、振り振動子で構成されアクチュエーターを用いたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

特許文献 1 には、一对の永久磁石が設けられた絶縁基板と、一对の永久磁石の間に位置するように絶縁基板に支持されたスキャナー本体とを有するアクチュエーターが開示されている。また、スキャナー本体は、棒状の支持部と、支持部の内側に設けられた棒状の外側可動板と、外側可動板の内側に設けられた内側可動板（ミラー）とを有している。また、外側可動板は、X 軸方向に延長する一对の第 1 トーションバーを介して支持部に連結されており、内側可動板は、X 軸方向と直交する Y 軸方向に延長する第 2 トーションバーを介して外側可動板に連結している。また、外側可動板および内側可動板には、それぞれコイルが設けられている。

50

【 0 0 0 3 】

このような構成のアクチュエーターでは、通電により各コイルから発生する磁界と一対の永久磁石間に発生する磁界とを作用させることにより、外側可動板が内側可動板とともに第1 トーションバーを中心軸としてX軸まわりに回動し、内側可動板が第2 トーションバーを中心軸としてY軸まわりに回動する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 1 8 1 3 9 5 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

このように、特許文献1のアクチュエーターでは、内側可動板をX軸まわりに回動させる機構と、Y軸まわりに回動させる機構とが異なっている。そのため、内側可動板をX軸およびY軸まわりに等しい条件で回動させることができない。また、特許文献1のアクチュエーターでは、外側可動板に設けられたコイルから発生する磁場と、内側可動板に設けられたコイルから発生する磁場とが干渉し、内側可動板をX軸およびY軸のそれぞれの軸まわりに独立して回動させることができない。したがって、特許文献1のアクチュエーターでは、内側可動板をX軸およびY軸のそれぞれの軸まわりに安定して回動させることができないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、可動板を互いに直交する2つの軸のそれぞれの軸まわりに安定して回動させることができ、可動板と回動する軸との偏りを押さえ、正確な画像を実現することができる光スキャナーおよび画像形成装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するためになされたものである。以下の形態または適用例により実現することが可能である。

【 0 0 0 8 】

[適用例 1] 本適用例にかかる光スキャナーは、光反射面を有する光反射部材と、前記光反射部材を支持する4つの可動部と、前記4つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って90度間隔で設けられた4つの可動梁と、前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、前記変位部に固定された永久磁石と、前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、前記固定部が固定された基台と、を備え、前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、前記光反射部材と前記4つの可動部とが接着剤を介して固着されていることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本適用例にかかる光スキャナーによれば、基台に固定した固定部に連結された駆動梁が変位部に接続され、変位部に接続した可動梁の変位部ともう一方の先端に配置された可動部に、光反射部材が固定され、変位部と駆動部との間に働く駆動力によって、光反射部材を回動、振動させることが出来る。

互いに直交する2つの軸のうちの一方の軸回りの可動部の回動と、他方の軸回りの可動部の回動とを独立して行うことができる。そのため、可動部を互いに直交する2つの軸のそれぞれの軸回りに安定して回動させることのできる光スキャナーを提供することができる。

10

20

30

40

50

また、固定部と基台が固定されると、固定部と連結された駆動梁を介して、変位部、及び、可動梁には、応力による歪が生じるため、可動部が連結されている場合には、可動梁、及び、駆動梁が破損する恐れがある。しかし、4つの可動部を介して、光反射部材と固着する構造とすることにより、可動梁、及び、駆動梁の応力を緩和することができ、破損を防止しながら安定に駆動する光スキャナーを得ることができる。

【0010】

[適用例2] 上記適用例にかかる光スキャナーは、前記光反射部材が、前記可動梁と接触しない状態で、前記可動部に固着されていることが好ましい。

【0011】

この光スキャナーによれば、光反射部材が可動梁に接触しないため、光反射部材が可動梁に接触することに起因して可動梁の長さを変えてしまうことがない。また、光反射部材が可動梁に接触することに起因して光反射部材や可動梁が破損することを抑制して、安定して稼動することができる光スキャナーを得ることができる。

10

【0012】

[適用例3] 上記適用例にかかる光スキャナーは、支持部材をさらに備え、前記可動部は、前記支持部材を介して前記光反射部材を支持し、前記支持部材は、前記可動梁と接触しない状態で、前記光反射部材及び前記可動部と固着されていることが好ましい。

【0013】

この光スキャナーによれば、支持部材が可動梁に接触しないため、可動梁の長さを変えてしまうことがない。また、破損を防止しながら安定に駆動する光スキャナーを得ることができる。

20

【0014】

[適用例4] 上記適用例にかかる光スキャナーは、前記支持部材が、前記可動部の形状と係合する係合部を有することが好ましい。

【0015】

この光スキャナーによれば、可動部と支持部材とを容易に位置合わせして固着することが出来る。

【0016】

[適用例5] 本適用例にかかる光スキャナーの製造方法は、光反射面を有する光反射部材と、前記光反射部材を支持する4つの可動部と、前記4つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って90度間隔で設けられた4つの可動梁と、前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、前記変位部に固定された永久磁石と、前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、前記固定部が固定された基台と、を備え、前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、前記光反射部材と前記可動部とが接着剤を介して固着されている光スキャナーの製造方法であって、前記可動部、前記可動梁、前記変位部、前記永久磁石、前記駆動梁、および前記固定部を備える振動基板を製造する工程と、前記固定部を前記基台に固定する第1固定工程と、前記光反射部材を前記4つの可動部に固定する第2固定工程と、を有し、前記第1固定工程を実施した後に、前記第2固定工程を実施することを特徴とする。

30

40

【0017】

本適用例にかかる光スキャナーの製造方法によれば、光反射部材を備えた光スキャナーを製造することが出来る。基台と固定部の固定により、可動梁、及び、駆動梁には、応力による歪が生じるが、可動部が4つ設けられており、基台と固定部の固定工程の後に、支持部材を可動部に固定することによって、応力を緩和しながら、安定に駆動する光反射部材を備えた光スキャナーを得ることが出来る。

50

【 0 0 1 8 】

[適用例 6] 上記適用例にかかる光スキャナーの製造方法は、前記振動基板は、前記光反射部材、前記可動部、前記可動梁、前記変位部、前記駆動梁、および前記固定部を取り囲んで形成される支持部と、前記固定部と前記支持部とを連結する分離部と、をさらに備え、前記第 1 固定工程と前記第 2 固定工程との間に、前記分離部において前記固定部と前記支持部とを分離する分離工程をさらに有することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この光スキャナーの製造方法によれば、支持部を取り除いた光反射部材を備えた光スキャナーを製造することが出来るため、駆動部と変位部を近づけて配置でき、消費電力化を実現し安定に駆動する光スキャナーを得ることができる。

10

【 0 0 2 0 】

[適用例 7] 本適用例にかかる画像形成装置は、光源と、前記光源からの光を走査する光スキャナーと、を備え、前記光スキャナーは、光反射面を有する光反射部材と、前記光反射部材を支持する 4 つの可動部と、前記 4 つの可動部のそれぞれの可動部にそれぞれの一端が接続されており、前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記光反射面の平面視にて前記光反射部材の周方向に沿って 90 度間隔で設けられた 4 つの可動梁と、前記可動梁の前記可動部に接続された前記一端の他の一端に連結された変位部と、前記変位部に固定された永久磁石と、前記可動梁の延長方向に前記変位部から隔てて配置され、前記永久磁石と協働して前記変位部を駆動する駆動部と、前記変位部に一端が接続されており、前記可動梁に略直交するとともに交差して前記光反射面の面方向に略平行に延在し、前記変位部を支持する駆動梁と、前記駆動梁の前記変位部に接続された前記一端の他の一端が連結された固定部と、前記固定部が固定された基台と、を備え、前記可動梁は、前記光反射面の前記面方向と略垂直な方向に前記可動梁を屈曲変形させる屈曲部を有し、前記光反射部材と前記 4 つの可動部とが接着剤を介して固着されたことを特徴とする。

20

【 0 0 2 1 】

本適用例にかかる画像形成装置によれば、基台に固定した固定部に連結された駆動梁が変位部に接続され、変位部に接続した可動梁の変位部ともう一方の先端に配置された可動部に、光反射部材を支持する支持部材が固定され、変位部と駆動部との間に働く駆動力によって、光反射部材を回動、振動させることが出来る。固定部と基台が固定されると、固定部と連結された駆動梁を介して、変位部、及び、可動梁には、応力による歪が生じるため、可動部が連結されている場合には、可動梁、及び、駆動梁が破損する恐れがある。しかし、複数の可動部を介して、支持部材と固着する構造とすることにより、可動梁、及び、駆動梁の応力を緩和することが出来る光スキャナーを備えた画像形成装置を得ることが出来るとともに、消費電力化を実現し安定に駆動する光スキャナーを備えた画像形成装置を得ることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーを示す概略平面図。

【 図 2 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの断面図。

【 図 3 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーが有する連結部の斜視図。

40

【 図 4 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーが有する変位手段を説明する図。

【 図 5 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの駆動を説明する図。

【 図 6 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの駆動を説明する図。

【 図 7 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの駆動を説明する図。

【 図 8 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの駆動を説明する図。

【 図 9 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの支持部材の形状を示す説明図。

【 図 10 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの支持部材の形状を示す説明図。

【 図 11 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの製造方法を示すフローチャート。

【 図 12 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの製造方法を示す概略工程図。

【 図 13 】 第 1 実施形態にかかる光スキャナーの製造方法を示す概略工程図。

50

【図 1 4】第 2 実施形態にかかるミラーチップを示す概略平面図。

【図 1 5】第 2 実施形態にかかる光スキャナーの製造方法を示すフローチャート。

【図 1 6】第 2 実施形態にかかる光スキャナーの製造方法を示す概略工程図。

【図 1 7】第 3 実施形態にかかるプロジェクターを示す概略構成図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の光スキャナーおよび画像形成装置の好適な実施形態の一例について説明する。

【0024】

以下では、説明の便宜上、図中の左側を「左」、右側を「右」と言い、図中の上側を「上」、下側を「下」と言う。また、図 1 に示すように互いに直交する 3 軸を、X 軸、Y 軸および Z 軸と言う。X 軸に平行な方向を「X 軸方向」と言い、Y 軸に平行な方向を「Y 軸方向」と言い、Z 軸方向に平行な方向を「Z 軸方向」と言う。非駆動状態の可動部の面と、X 軸および Y 軸で形成される面とが平行であり、可動部の厚さ方向と Z 軸方向とが一致する。

【0025】

< 第 1 実施形態 >

光スキャナー、光スキャナーの製造方法、および画像形成装置に関わる第 1 実施形態の光スキャナーについて、図 1 および図 2 を参照して説明する。

図 1 は、光スキャナーの全体構成を示す平面図である。図 2 (a) は、図 1 に A - A で示した断面の断面図であり、図 2 (b) は、図 1 に B - B で示した断面の断面図であり、図 2 (c) は、図 1 に C - C で示した断面の断面図である。

図 1 および図 2 に示すように、光スキャナー 1 は、振動基板 1 1 と、基台 1 2 と、変位手段 8 と、を備えている。振動基板 1 1 は、4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 と、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 に支持される光反射部材 2 0 と、4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 のそれぞれにそれぞれ連結する 4 つの連結部 4 , 5 , 6 , 7 と、連結部 4 , 5 , 6 , 7 が連結されている固定部 1 3 とを備えている。振動基板 1 1 は、基台 1 2 に支持されている。可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 は、変位手段 8 によって変位させられる。以下、光スキャナー 1 の各構成について順次詳細に説明する。

【0026】

(1 - 1 . 振動基板 1 1)

第 1 実施形態では、光反射部材 2 0 を除く振動基板 1 1 (すなわち、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 、4 つの固定部 1 3 、および 4 つの連結部 4 , 5 , 6 , 7) は、S O I 基板の不要部位をドライエッチングおよびウェットエッチング等の各種エッチング法により除去することにより一体的に形成されている。

【0027】

4 つの固定部 1 3 は、それぞれ連結部 4 , 5 、連結部 5 , 6 、連結部 6 , 7 、又は連結部 4 , 7 に連結されている。4 つの固定部 1 3 と 4 つの連結部 4 , 5 , 6 , 7 とにより、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 の周囲を囲むように設けられている。4 つの固定部 1 3 の X Y 平面視形状は、矩形で図示したが、これに限定されず、例えば三角形、正方形等の多角形、円形または楕円形等であってもよい。また、4 つの固定部 1 3 の形状は、それぞれ同一の大きさおよび同一の形状で図示したが、これに限るものではなく、適宜形状を決定することができる。

可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 は、それぞれ、平板状をなしている。そして、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 には、支持部材 2 3 を介して光反射部材 2 0 が固定されている。光反射部材 2 0 は平板状をなし、光反射部材 2 0 の一方の面 (基台 1 2 と反対側の面) 2 1 には、光反射性を有する光反射部 2 2 が形成されている。そして、支持部材 2 3 が接着剤により 4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 に固定されることで、光反射部材 2 0 は、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 に支持される。光反射部

10

20

30

40

50

22は、例えば、面21上に金、銀、アルミニウム等の金属膜などを蒸着等により形成することにより得られる。光反射部22の光を反射する面が、光反射面に相当する。

【0028】

なお、第1実施形態では、光反射部材20のXY平面視形状は、円形であるが、光反射部材20のXY平面視形状としては、特に限定されず、例えば三角形、長方形、正方形等の多角形、楕円形等であってもよい。

このような光反射部材20は、それぞれ、可動部201, 202, 203, 204、及び、連結部4, 5, 6, 7によって固定部13に連結されている。4つの連結部4, 5, 6, 7は、光反射部材20の略XY平面視にて、光反射部材20の周方向に沿って等間隔、すなわち90度間隔で配置されている。

10

【0029】

そして、4つの連結部4, 5, 6, 7のうち、連結部4, 6は、光反射部材20を介してX軸方向に対向しかつ光反射部材20に対して対称的に形成されており、連結部5, 7は、光反射部材20を介してY軸方向に対向しかつ光反射部材20に対して対称的に形成されている。このような連結部4, 5, 6, 7に連結された可動部201, 202, 203, 204によって光反射部材20を支持することにより、光反射部材20を安定した状態で支持することができる。

【0030】

4つの連結部4, 5, 6, 7は、互いに同様の構成をなしている。

具体的には、連結部(第1の連結部)4は、可動部201と、変位部41と、可動梁42と、一对の駆動梁43とを有している。可動梁42は、変位部41と可動部201とを連結している。駆動梁43は、変位部41と固定部13とを連結している。

20

そして、連結部(第3の連結部)5は、可動部202と、変位部51と、可動梁52と、一对の駆動梁53とを有している。可動梁52は、変位部51と可動部202とを連結している。駆動梁53は、変位部51と固定部13とを連結している。

また、連結部(第2の連結部)6は、可動部203と、変位部61と、可動梁62と、一对の駆動梁63とを有している。可動梁62は、変位部61と可動部203とを連結している。駆動梁63は、変位部61と固定部13とを連結している。

同様に、連結部(第4の連結部)7は、可動部204と、変位部71と、可動梁72と、一对の駆動梁73とを有している。可動梁72は、変位部71と可動部204とを連結している。駆動梁73は、変位部71と固定部13とを連結している。

30

なお、前記「同様の構成」とは、連結部を構成する要素が共通しているということである。したがって、外形形状については一致している必要はない。

各連結部4, 5, 6, 7をこのような構成とすることにより、連結部の構成が簡単となるとともに、光反射部材20の回動中心軸X1, Y1まわりの回動等をスムーズに行うことができる。

【0031】

以下、連結部4, 5, 6, 7について具体的に説明するが、連結部4, 5, 6, 7の構成は、互いに同様であるため、連結部4について代表して説明し、他の連結部5, 6, 7については、その説明を省略する。なお、連結部5, 7は、光反射部材20のXY平面視にて、連結部4に対して90度回転した状態で配置されている。そのため、連結部5, 7については、下記の連結部4の説明中の「Y軸方向」を「X軸方向」とし、「X軸方向」を「Y軸方向」とすることで説明することもできる。

40

【0032】

図3は、連結部の構成を示す斜視図である。

図3に示すように、一对の駆動梁43は、変位部41を介してY軸方向に対向配置されており、変位部41を両持ち支持している。また、一对の駆動梁43は、それぞれ、Y軸方向に延長する棒状をなしている。また、一对の駆動梁43は、駆動梁43の中心軸まわりに捻じり変形可能となっている。このような一对の駆動梁43は、同軸的に設けられており、この軸(以下、「回動中心軸Y2」とも言う)を中心として、一对の駆動梁43が

50

捩じり変形するとともに変位部 4 1 が回転する。

【 0 0 3 3 】

変位部 4 1 は、可動部 2 0 1 に対して X 軸方向に離間して設けられている。また、変位部 4 1 は、前述したように一对の駆動梁 4 3 によって両持ち支持されている。このような変位部 4 1 には内枠部 4 1 1 が形成されている。内枠部 4 1 1 は、変位部 4 1 の、光反射部材 2 0 の光反射面に平行な面の法線方向に沿って変位部 4 1 を貫通する貫通孔である。この内枠部 4 1 1 に永久磁石 8 1 1 が挿通されて、固定されている。永久磁石 8 1 1 は、例えば、嵌合（圧入）や、接着剤によって、変位部 4 1 に固定されている。

【 0 0 3 4 】

なお、変位部 4 1 の平面視形状としては、特に限定されず、例えば、三角形や正方形や五角形以上の多角形であってもよいし、円形であってもよい。

このような変位部 4 1 は、可動梁 4 2 によって可動部 2 0 1 と連結している。可動梁 4 2 は、全体的に X 軸方向に延長するように設けられている。このような可動梁 4 2 は、変位部 4 1 と可動部 2 0 1 との間に設けられた屈曲部 4 2 1 と、可動部側可動梁 4 2 2 と、変位部側可動梁 4 2 3 とを有している。可動部側可動梁 4 2 2 は、屈曲部 4 2 1 と可動部 2 0 1 とを連結し、変位部側可動梁 4 2 3 は、屈曲部 4 2 1 と変位部 4 1 とを連結している。

可動部側可動梁 4 2 2 および変位部側可動梁 4 2 3 は、それぞれ、X 軸方向に延長する棒状をなしている。また、可動部側可動梁 4 2 2 および変位部側可動梁 4 2 3 は、同軸的に設けられている。

【 0 0 3 5 】

これら 2 つの軸部のうちの変位部側可動梁 4 2 3 は、光スキャナー 1 の駆動時に大きな変形が起こらない硬さに設定されているのが好ましく、実質的に変形しない硬さに設定されているのがより好ましい。これに対して可動部側可動梁 4 2 2 は、その中心軸まわりに捩じり変形可能となっている。このように、可動梁 4 2 が実質的に変形しない硬い部分およびその先端側に位置する捩じり変形可能な部位を有することにより、可動部 2 0 1 を X 軸および Y 軸のそれぞれの軸まわりに安定して回転させることができる。なお、前記「変形しない」とは、Z 軸方向への屈曲または湾曲および中心軸まわりの捩じり変形が実質的に起きないことを言う。

このような可動部側可動梁 4 2 2 および変位部側可動梁 4 2 3 は、屈曲部 4 2 1 を介して連結している。屈曲部 4 2 1 は、可動梁 4 2 が屈曲変形する際の節となる機能と、可動部側可動梁 4 2 2 の捩じり変形により発生するトルクを緩和（吸収）し、前記トルクが変位部側可動梁 4 2 3 に伝わるのを防止または抑制する機能とを有している。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、屈曲部 4 2 1 は、一对の変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 と、これらの間に設けられた非変形部 4 2 1 3 と、変形部 4 2 1 1 を非変形部 4 2 1 3 に接続する一对の接続部 4 2 1 4 と、変形部 4 2 1 2 を非変形部 4 2 1 3 に接続する一对の接続部 4 2 1 5 とを有している。

非変形部 4 2 1 3 は、Y 軸方向に延長する棒状をなしている。このような非変形部 4 2 1 3 は、光スキャナー 1 の駆動時に実質的に変形しない硬さに設定されている。これにより、非変形部 4 2 1 3 の回転中心軸 Y 4 を中心に可動梁 4 2 を屈曲させることができ、屈曲部 4 2 1 に節としての機能を確実に発揮させることができ、光スキャナー 1 を安定して駆動させることができる。

【 0 0 3 7 】

このような非変形部 4 2 1 3 に対して対称的に一对の変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 が配置されている。変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 は、それぞれ、Y 軸方向に延長する棒状をなしている。また、変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 は、互いに X 軸方向に離間して並設されている。このような変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 は、それぞれ、その中心軸まわりに捩じり変形可能となっている。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

可動部 201 側に位置する変形部 4211 は、その長手方向のほぼ中央にて可動部側可動梁 422 の一端と連結しているとともに、その両端部にて一对の接続部 4214 を介して非変形部 4213 に連結している。同様に、変位部 41 側に位置する変形部 4212 は、その長手方向のほぼ中央にて変位部側可動梁 423 の一端と連結しているとともに、その両端部にて一对の接続部 4215 を介して非変形部 4213 に連結している。

【0039】

一对の接続部 4214 の一方の接続部は、変形部 4211 および非変形部 4213 の一端部同士を連結し、他方の接続部は、変形部 4211 および非変形部 4213 の他端部同士を連結している。また、一对の接続部 4215 の一方の接続部は、変形部 4212 および非変形部 4213 の一端部同士を連結し、他方の接続部は、変形部 4212 および非変形部 4213 の他端部同士を連結している。

このような各接続部 4214, 4215 は、X 軸方向に延長する棒状をなしている。また、各接続部 4214, 4215 は、Z 軸方向に湾曲可能でかつその中心軸まわりに捩じり変形可能となっている。

以上、振動基板 11 の構成について具体的に説明した。

【0040】

前述したように、このような構成の振動基板 11 は、SOI 基板から一体的に形成されている。これにより、振動基板 11 の形成が容易となる。具体的には、前述したように、振動基板 11 には、積極的に変形させる部位と、変形させない（変形させたくない）部位とが混在している。一方、SOI 基板は、第 1 の Si 層と、SiO₂ 層と、第 2 の Si 層とがこの順に積層した基板である。そこで、変形させない部位を前記 3 つの層の全てで構成するとともに、積極的に変形させる部位を第 2 の Si 層のみで構成することにより、すなわち、SOI 基板の厚さを異ならせることにより、変形させる部位と変形させない部位が混在する振動基板 11 を簡単に形成することができる。なお、積極的に変形させる部位は、第 2 の Si 層と SiO₂ 層の 2 層で構成されていてもよい。

【0041】

前記「変形させる部位」には、駆動梁 43, 53, 63, 73、可動部側可動梁 422, 522, 622, 722、変形部 4211, 4212, 5211, 5212, 6211, 6212, 7211, 7212 および接続部 4214, 4215, 5214, 5215, 6214, 6215, 7214, 7215 が含まれる。

一方、前記「変形させない部位」には、可動部 201, 202, 203, 204、固定部 13、変位部 41, 51, 61, 71、変位部側可動梁 423, 523, 623, 723 および非変形部 4213, 5213, 6213, 7213 が含まれる。

【0042】

(1-2. 基台 12)

図 2(a) に示す図 1 の A-A 断面図のように、基台 12 は、平板状の基部 121 と、基部 121 の 4 隅に設けられた基板保持部 122 とを有している。このような基台 12 は、図 2(c) に示す図 1 の C-C 断面図のように、基板保持部 122 にて振動基板 11 の固定部 13 の下面と接合されている。これにより、基台 12 によって振動基板 11 が支持される。このような基台 12 は、例えば、パイレックス（登録商標）、テンパックスなどのガラスやシリコンあるいはアルミニウムを主材料として構成されている。なお、基台 12 と固定部 13 の接合方法としては、特に限定されず、例えば接着剤を用いて接合してもよく、陽極接合等の各種接合方法を用いてもよい。また、基台 12 は、4 隅に基板保持部 122 を有するとしたが、これに限定されず、基板保持部 122 は、振動基板 11 の固定部 13 の位置に対応して基部 121 上に設けられていればよい。

【0043】

(1-3. 変位手段 8)

図 1 に示すように、変位手段 8 は、第 1 の変位手段 81 と、第 2 の変位手段 82 と、第 3 の変位手段 83 と、第 4 の変位手段 84 とを有している。

第 1 の変位手段 81 は、永久磁石 811、コイル 812 が巻き付けられた駆動部 810

、および電源 8 1 3 を有している。第 2 の変位手段 8 2 は、永久磁石 8 2 1、コイル 8 2 2 が巻き付けられた駆動部 8 2 0、および電源 8 2 3 を有している。第 3 の変位手段 8 3 は、永久磁石 8 3 1、コイル 8 3 2 が巻き付けられた駆動部 8 3 0、および電源 8 3 3 を有している。第 4 の変位手段 8 4 は、永久磁石 8 4 1、コイル 8 4 2 が巻き付けられた駆動部 8 4 0、および電源 8 4 3 を有している。

【 0 0 4 4 】

そして、第 1 の変位手段 8 1 は、連結部 4 に対応して設けられており、第 2 の変位手段 8 2 は、連結部 5 に対応して設けられており、第 3 の変位手段 8 3 は、連結部 6 に対応して設けられており、第 4 の変位手段 8 4 は、連結部 7 に対応して設けられている。

このような構成によれば、変位手段 8 の構成が簡単となる。また、変位手段 8 を電磁駆動とすることにより、比較的大きな力を発生させることができ、光反射部材 2 0 をより確実に回動させることができる。また、各連結部 4, 5, 6, 7 に 1 つの変位手段 8 (8 1, 8 2, 8 3, 8 4) が設けられているため、各連結部 4, 5, 6, 7 を独立して変形させることができる。そのため、光反射部材 2 0 を様々な態様で変位させることができる。

【 0 0 4 5 】

以下、第 1 の変位手段 8 1、第 2 の変位手段 8 2、第 3 の変位手段 8 3 および第 4 の変位手段 8 4 について説明するが、これらはそれぞれ同様の構成であるため、以下では、第 1 の変位手段 8 1 について代表して説明し、第 2 の変位手段 8 2、第 3 の変位手段 8 3 および第 4 の変位手段 8 4 については、その説明を省略する。なお、第 2 の変位手段 8 2 および第 4 の変位手段 8 4 は、光反射部材 2 0 の平面視にて、第 1 の変位手段 8 1 に対して 9 0 度回転した状態で配置されている。そのため、第 2 の変位手段 8 2 および第 4 の変位手段 8 4 については、下記の第 1 の変位手段 8 1 の説明中の「 Y 軸方向」を「 X 軸方向」とし、「 X 軸方向」を「 Y 軸方向」とすることで説明することもできる。

【 0 0 4 6 】

図 3 および図 4 に示すように、永久磁石 8 1 1 は、棒状をなしており、その長手方向に磁化している。すなわち、永久磁石 8 1 1 は、その長手方向の一端側が S 極となっており、他端側が N 極となっている。このような永久磁石 8 1 1 は、変位部 4 1 に形成された内枠部 4 1 1 に挿通されており、長手方向のほぼ中央で変位部 4 1 に固定されている。そして、永久磁石 8 1 1 が、変位部 4 1 の上下に同じ長さだけ突出し、かつ変位部 4 1 (回動中心軸 Y 2) を介して S 極と N 極が対向する。これにより、光反射部材 2 0 を安定して変位させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、永久磁石 8 1 1 は、その長手方向が変位部 4 1 の面方向に直交するように設けられている。また、永久磁石 8 1 1 は、その中心軸が回動中心軸 Y 2 と交わるように設けられている。

このような永久磁石 8 1 1 としては、特に限定されず、例えば、ネオジウム磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石、ボンド磁石などの、硬磁性体を着磁したものを好適に用いることができる。

【 0 0 4 8 】

なお、第 1 実施形態では、永久磁石 8 1 1 は、棒状をなしているが、永久磁石の形状としては、特に限定されず、例えば、板状または円柱状をなしていてもよい。この場合には、永久磁石 8 1 1 を面方向に磁化し、その面方向が X 軸方向と直交するように変位部 4 1 に固定すればよい。これにより、永久磁石 8 1 1 の X 軸方向長さを短くすることができるため、変位部 4 1 の回動に伴って発生する慣性モーメントを抑えることができる。

【 0 0 4 9 】

コイル 8 1 2 は、永久磁石 8 1 1 に作用する磁界を発生する。このようなコイル 8 1 2 は、振動基板 1 1 の外側近傍に、X 軸方向にて永久磁石 8 1 1 と対向するように配置されている。また、コイル 8 1 2 は、X 軸方向の磁界を発生させることができるように、すなわち、コイル 8 1 2 の永久磁石 8 1 1 側が N 極となりその反対側が S 極となる状態と、コイル 8 1 2 の永久磁石 8 1 1 側が S 極となりその反対側が N 極となる状態とを発生させる

10

20

30

40

50

ことができるように設けられている。

【0050】

第1実施形態の光スキャナー1は、振動基板11の外側に基台12と固定的に設けられた駆動部810(820, 830, 840)にコイル固定部85を有しており、このコイル固定部85が有するX軸方向に延長する突出部851にコイル812が巻き付けられている。このような構成とすることにより、コイル812を振動基板11に対して固定でき、かつ、簡単に前述のような磁界を発生させることができる。また、突出部851を鉄などの軟磁性体で構成することにより、突出部851をコイル812の磁心として用いることができ、前述のような磁界をより効率的に発生させることもできる。

【0051】

電源813は、コイル812に電氣的に接続されている。そして、電源813からコイル812に所望の電圧を印加することにより、コイル812から前述したような磁界を発生させることができる。第1実施形態では、電源813は、交番電圧および直流電圧を選択して印加できるようになっている。また、交番電圧を印加する際には、その強さ、周波数を変更できるようになっており、さらにオフセット電圧(直流電圧)を重畳させることもできるようになっている。

【0052】

(2. 光スキャナー1の作動)

次いで、光スキャナーの作動について説明する。

上述のような構成の光スキャナー1では、光反射部材20を回動させるパターンと、光反射部材20を振動させるパターンと、光反射部材20を所定位置で静止させるパターンとを選択することができるようになっている。このように、光スキャナー1が種々のパターンで駆動することができるのは、各連結部4, 5, 6, 7の可動梁42, 52, 62, 72を屈曲変形させることにより得られる効果である。

以下、これら3つのパターンについて順次説明する。なお、以下では、説明の便宜上、永久磁石811, 821, 831, 841が全てN極を上側にして配置された構成について代表して説明する。

【0053】

(2-1. 回動)

< Y軸まわりの回動 >

図5に基づいて、光反射部材20のY軸まわりの回動について説明する。なお、図5は、図1中A-A線断面図に対応する断面図である。

まず、コイル812の永久磁石811側がN極、コイル832の永久磁石831側がS極となる第1の状態と、コイル812の永久磁石811側がS極、コイル832の永久磁石831側がN極となる第2の状態とが交互にかつ周期的に切り替わるように、電源813, 833からコイル812, 832に交番電圧を印加する。電源813, 833からコイル812, 832に印加される交番電圧は、互いに同じ波形(強さおよび周波数が同じ)であるのが好ましい。

【0054】

図5(a)に示す第1の状態では、永久磁石811のS極がコイル812に引き付けられるとともにN極がコイル812から遠ざかって傾斜するため、一对の駆動梁43を捺じり変形させつつ、変位部41がその上面を光反射部材20側に向けるように回動中心軸Y2まわりに傾斜する。これとともに、永久磁石831のN極がコイル832に引き付けられるとともにS極がコイル832から遠ざかって傾斜するため、一对の駆動梁63を捺じり変形させつつ、変位部61がその下面を光反射部材20側に向けるように回動中心軸Y3まわりに傾斜する。すなわち、変位部41, 61がともに図5(a)中時計回りに傾斜する。

【0055】

この変位部41, 61の傾斜とともに、変位部側可動梁423が光反射部材20側の端を下側に向けるように傾斜し、変位部側可動梁623が光反射部材20側の端を上側に向

10

20

30

40

50

けるように傾斜する。これにより、変位部側可動梁 4 2 3 , 6 2 3 の光反射部材 2 0 側の端同士が Z 軸方向にずれた状態となる。

そして、変位部側可動梁 4 2 3 , 6 2 3 の光反射部材 2 0 側の端同士が Z 軸方向にずれることによって、変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 , 6 2 1 1 , 6 2 1 2 をその中心軸まわりに捩じり変形させるとともに各接続部 4 2 1 4 , 4 2 1 5 , 6 2 1 4 , 6 2 1 5 を湾曲変形させながら、可動部側可動梁 4 2 2 , 6 2 2 および光反射部材 2 0 が一体的に図 5 (a) 中反時計回りに傾斜する。

【 0 0 5 6 】

このように、第 1 の状態では、連結部 4 の可動梁 4 2 がその途中にある屈曲部 4 2 1 で下側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 1 の変形) するとともに、連結部 6 の可動梁 6 2 がその途中にある屈曲部 6 2 1 で上側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 2 の変形) することにより、回動中心軸 Y 1 を中心として、光反射部材 2 0 が図 5 (a) 中反時計回りに傾斜する。

10

【 0 0 5 7 】

一方、図 5 (b) に示す第 2 の状態では、前述した第 1 の状態と逆の変形が起こる。すなわち、第 2 の状態では、連結部 4 の可動梁 4 2 が屈曲部 4 2 1 で上側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 2 の変形) するとともに、連結部 6 の可動梁 6 2 が屈曲部 6 2 1 で下側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 1 の変形) する。これにより、回動中心軸 Y 1 を中心として、光反射部材 2 0 が図 5 (b) 中時計回りに傾斜する。

【 0 0 5 8 】

このような第 1 の状態と、第 2 の状態とを交互にかつ周期的に切り替えることによって、光反射部材 2 0 を回動中心軸 Y 1 まわりに回動させることができる。なお、光反射部材 2 0 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動は、連結部 5 , 7 が有する可動部側可動梁 5 2 2 , 7 2 2 がその中心軸まわりに捩じり変形することによって許容される。

20

なお、コイル 8 1 2 , 8 3 2 に印加する交番電圧の周波数としては特に限定されず、光反射部材 2 0 、 4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 、および連結部 4 , 5 , 6 , 7 で構成される振動基板 1 1 の共振周波数と等しくても異なってもよいが、前記共振周波数と異なっているのが好ましい。すなわち、光スキャナー 1 を非共振で駆動するのが好ましい。これにより、光スキャナー 1 のより安定した駆動が可能となる。

【 0 0 5 9 】

< X 軸まわりの回動 >

30

次いで、図 6 に基づいて、光反射部材 2 0 の X 軸まわりの回動について説明する。なお、図 6 は、図 1 中 B - B 線断面図に対応する断面図である。

まず、コイル 8 2 2 の永久磁石 8 2 1 側が N 極、コイル 8 4 2 の永久磁石 8 4 1 側が S 極となる第 1 の状態と、コイル 8 2 2 の永久磁石 8 2 1 側が S 極、コイル 8 4 2 の永久磁石 8 4 1 側が N 極となる第 2 の状態とが交互にかつ周期的に切り替わるように、電源 8 2 3 , 8 4 3 からコイル 8 2 2 , 8 4 2 に交番電圧を印加する。電源 8 2 3 , 8 4 3 からコイル 8 2 2 , 8 4 2 に印加される交番電圧は、互いに同じ波形であるのが好ましい。

【 0 0 6 0 】

前述した光反射部材 2 0 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動と同様に、図 6 (a) に示す第 1 の状態では、連結部 5 の可動梁 5 2 がその途中にある屈曲部 5 2 1 で下側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 1 の変形) するとともに、連結部 7 の可動梁 7 2 がその途中にある屈曲部 7 2 1 で上側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 2 の変形) することにより、回動中心軸 X 1 を中心として、光反射部材 2 0 が図 6 (a) 中反時計回りに傾斜する。

40

【 0 0 6 1 】

一方、図 6 (b) に示す第 2 の状態では、前述した第 1 の状態と逆の変形が起こる。すなわち、第 2 の状態では、連結部 5 の可動梁 5 2 が屈曲部 5 2 1 で上側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 2 の変形) するとともに、連結部 7 の可動梁 7 2 が屈曲部 7 2 1 で下側に凸の V 字状に屈曲変形 (第 1 の変形) することにより、回動中心軸 X 1 を中心として、光反射部材 2 0 が図 6 (b) 中時計回りに傾斜する。

このような第 1 の状態と、第 2 の状態とを交互にかつ周期的に切り替えることによって

50

、光反射部材 20 を回動中心軸 X 1 まわりに回動させることができる。なお、光反射部材 20 の回動中心軸 X 1 まわりの回動は、連結部 4, 6 が有する可動部側可動梁 4 2 2, 6 2 2 がその中心軸まわりに捩じり変形することにより許容される。

【0062】

なお、コイル 8 2 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の周波数としては特に限定されず、光反射部材 20、4 つの可動部 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3, 2 0 4、および連結部 4, 5, 6, 7 で構成される振動基板 1 1 の共振周波数と等しくても異なってもよいが、前記共振周波数と異なっているのが好ましい。すなわち、光スキャナー 1 を非共振で駆動するのが好ましい。これにより、光スキャナー 1 のより安定した駆動が可能となる。

【0063】

< X 軸および Y 軸のそれぞれの軸まわりの回動 >

前述したような X 軸まわりの回動と、Y 軸まわりの回動とを同時に行うことにより、光反射部材 20 を回動中心軸 Y 1 および回動中心軸 X 1 のそれぞれの軸まわりに 2 次元的に回動させることができる。前述したように、光反射部材 20 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動は、可動部側可動梁 5 2 2, 7 2 2 がその中心軸まわりに捩じり変形することによって許容され、光反射部材 20 の回動中心軸 X 1 まわりの回動は、可動部側可動梁 4 2 2, 6 2 2 がその中心軸まわりに捩じり変形することにより許容される。

【0064】

前述した X 軸まわりの回動、Y 軸まわりの回動およびこれら 2 軸まわりの回動では、コイル 8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の周波数としては特に限定されず、光反射部材 20、4 つの可動部 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3, 2 0 4、および連結部 4, 5, 6, 7 で構成される振動基板 1 1 の共振周波数と等しくても異なってもよいが、前記共振周波数と異なっているのが好ましい。すなわち、光スキャナー 1 を非共振で駆動するのが好ましい。これにより、光スキャナー 1 のより安定した駆動が可能となる。

【0065】

また、光反射部材 20 を回動中心軸 Y 1 まわりに回動させるためにコイル 8 1 2, 8 3 2 に印加する交番電圧の周波数と、光反射部材 20 を回動中心軸 X 1 まわりに回動させるためにコイル 8 2 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の周波数とは等しくてもよいし異なってもよい。例えば、光反射部材 20 を回動中心軸 X 1 よりも回動中心軸 Y 1 まわりに速く回動させたい場合には、コイル 8 1 2, 8 3 2 に印加する交番電圧の周波数を、コイル 8 2 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の周波数よりも高く設定すればよい。

【0066】

また、コイル 8 1 2, 8 3 2 に印加する交番電圧の強さと、コイル 8 2 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の強さは、等しくても異なってもよい。例えば、光反射部材 20 を回動中心軸 X 1 よりも回動中心軸 Y 1 まわりに大きく回動させたい場合には、コイル 8 1 2, 8 3 2 に印加する交番電圧の強さを、コイル 8 2 2, 8 4 2 に印加する交番電圧の強さよりも強くすればよい。

【0067】

上記では、コイル 8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 に交番電圧を印加する駆動方法について説明したが、次のような駆動方法によっても光反射部材 20 を回動させることができる。すなわち、電源 8 1 3, 8 2 3, 8 3 3, 8 4 3 からコイル 8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 に印加される交番電圧に (+) または (-) のオフセット電圧 (直流電圧) を重畳してもよい。言い換えれば、永久磁石 8 1 1, 8 2 1, 8 3 1, 8 4 1 の N 極がコイル 8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 に引き付けられる強さ (以下、単に「N 極引き付け強さ」とも言う) と、永久磁石 8 1 1, 8 2 1, 8 3 1, 8 4 1 の S 極がコイル 8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 に引き付けられる強さ (以下、単に「S 極引き付け強さ」とも言う) とを異ならせてもよい。

【0068】

以下、具体的に説明するが、前述したような、N 極引き付け強さおよび S 極引き付け強さが等しい状態を「通常状態」と言う。

10

20

30

40

50

コイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 の S 極引き付け強さが N 極引き付け強さよりも大きい場合には、通常状態と比較して、図 1 の A - A 断面から見た変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 の光反射部材 2 0 側の端部における回動の上死点および下死点（回動方向が切り替わる点）が下側に移動する。その結果、図 7 に示すように、光反射部材 2 0 の回動中心軸 X 1 , Y 1 が通常状態に比べて下側に移動する。逆に、コイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 の S 極引き付け強さが N 極引き付け強さよりも弱い場合には、通常状態と比較して、図 1 の A - A 断面から見た変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 の回動の上死点および下死点がそれぞれ上側に移動する。このため、光反射部材 2 0 の回動中心軸 X 1 , Y 1 が通常状態に比べて上側に移動する。

【 0 0 6 9 】

このように、電源 8 1 3 , 8 2 3 , 8 3 3 , 8 4 3 からコイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 に印加される交番電圧にオフセット電圧を重畳することにより、光反射部材 2 0 の回動中心軸 X 1 , Y 1 を Z 軸方向にずらすことができる。これにより、例えば、光スキャナー 1 がプロジェクター等の画像形成装置に組み込まれている場合に、画像形成装置を組み立てた後でも、光源から出射される光の光反射部材 2 0 までの光路長を調整することができる。すなわち、画像形成装置の組み立て時には、光源と光反射部材 2 0 との位置決めを精密に行うが、仮にこれらの位置が設定値に対してずれてしまった場合でも、組み立て後に、光源と光反射部材 2 0 との位置を補正することができる。

【 0 0 7 0 】

(2 - 2 . 振動)

まず、コイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 の永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 側がそれぞれ N 極となる第 1 の状態と、コイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 の永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 側がそれぞれ S 極となる第 2 の状態とが、交互にかつ周期的に切り替わるように、電源 8 1 3 , 8 2 3 , 8 3 3 , 8 4 3 からコイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 に交番電圧を印加する。電源 8 1 3 , 8 2 3 , 8 3 3 , 8 4 3 からコイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 に印加される交番電圧は、互いに同じ波形であるのが好ましい。

【 0 0 7 1 】

図 8 (a) に示す第 1 の状態では、前述した回動の場合と同様にして、変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 は、それぞれ、その上面を光反射部材 2 0 側に向けるように回動中心軸 Y 2 , X 2 , Y 3 , X 3 まわりに傾斜する。このような変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 の傾斜に伴って、変位部側可動梁 4 2 3 , 5 2 3 , 6 2 3 , 7 2 3 は、それぞれ、光反射部材 2 0 側の端が下側を向くように傾斜する。これにより、可動梁 4 2 , 5 2 , 6 2 , 7 2 が屈曲部 4 2 1 , 5 2 1 , 6 2 1 , 7 2 1 で屈曲しながら、可動部側可動梁 4 2 2 , 5 2 2 , 6 2 2 , 7 2 2 および光反射部材 2 0 が一体的にかつ光反射部材 2 0 の姿勢（すなわち面方向）を一定に保ちつつ下側に移動する。

【 0 0 7 2 】

一方、図 8 (b) に示す第 2 の状態では、変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 は、それぞれ、その下面を光反射部材 2 0 側に向けるように回動中心軸 Y 2 , X 2 , Y 3 , X 3 まわりに傾斜する。このような変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 の傾斜に伴って、変位部側可動梁 4 2 3 , 5 2 3 , 6 2 3 , 7 2 3 は、それぞれ、光反射部材 2 0 側の端が上側を向くように傾斜する。これにより、可動梁 4 2 , 5 2 , 6 2 , 7 2 が屈曲部 4 2 1 , 5 2 1 , 6 2 1 , 7 2 1 で屈曲しながら、可動部側可動梁 4 2 2 , 5 2 2 , 6 2 2 , 7 2 2 および光反射部材 2 0 が一体的にかつ光反射部材 2 0 の姿勢を一定に保ちつつ上側に移動する。

【 0 0 7 3 】

このような第 1 の状態と、第 2 の状態とを交互に切り替えることによって、光反射部材 2 0 をその姿勢を保ちつつ、すなわち光反射部 2 2 の表面を X - Y 平面と平行に保ちつつ、Z 軸方向に振動させることができる。

なお、コイル 8 1 2 , 8 2 2 , 8 3 2 , 8 4 2 に印加する交番電圧の周波数としては特に限定されず、光反射部材 2 0 、 4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 、 および

10

20

30

40

50

連結部 4, 5, 6, 7 で構成される振動基板 11 の共振周波数と等しくても異なってもよいが、前記共振周波数と等しいのが好ましい。すなわち、光スキャナー 1 を共振で駆動するのが好ましい。これにより、光スキャナー 1 のより安定した駆動が可能となる。

このような振動パターンでも、前述した回動パターンと同様に、コイル 812, 822, 832, 842 に印加する交番電圧にオフセット電圧を重畳させることにより、自然状態から Z 軸方向にシフトして光反射部材 20 を振動させることができる。

【0074】

(2-3. 静止パターン)

例えば、コイル 812, 822, 832, 842 の永久磁石 811, 821, 831, 841 側がそれぞれ N 極となる状態となるように電源 813, 823, 833, 843 からコイル 812, 822, 832, 842 に直流電圧を印加する。電源 813, 823, 833, 843 からコイル 812, 822, 832, 842 に印加される直流電圧は、互いに同じ強さであるのが好ましい。このような電圧をコイル 812, 822, 832, 842 に印加すると図 8 (a) に示すような状態で光反射部材 20 が静止する。

10

【0075】

逆に、コイル 812, 822, 832, 842 の永久磁石 811, 821, 831, 841 側がそれぞれ S 極となる状態となるように電源 813, 823, 833, 843 からコイル 812, 822, 832, 842 に直流電圧を印加すると、図 8 (b) に示すような状態で光反射部材 20 が静止する。

このように、光反射部材 20 を自然状態とは異なる位置に維持することができる。このような駆動によれば、例えば光反射部 22 で反射した光の光路を自然状態のときに対してずらすことができるため、例えば、光スキャナー 1 を光スイッチとして利用するとき特に有効である。

20

【0076】

また、例えば、光スキャナー 1 がプロジェクター等の画像形成装置に組み込まれている場合に、光源から異常なレーザーが出射されるなどの理由から、レーザーの装置外部への出射を停止しなければならない場合に、光反射部材 20 を自然状態とは異なる位置（レーザーの光路と交わらない位置）に退避させることにより、光反射部 22 によるレーザーの反射を防止する。これにより、装置外部へのレーザーの出射を防止することができる。また、光反射部材 20 を変位させることにより光反射部 22 で反射されたレーザーの光路を変更することにより、装置外部へのレーザーの出射を防止してもよい。これにより、このような問題を解決するための安全機構を別途組み込まなくてもよくなり、画像形成装置の製造工程が簡易化されるとともに、製造コストを削減することができる。

30

【0077】

このような光反射部材 20 の静止駆動を応用し、コイル 812, 822, 832, 842 に印加する直流電圧の強さを互いに異ならせることにより、光反射部材 20 を自然状態に対して傾けた状態で維持することもできる。また、コイル 812, 822, 832, 842 に印加する直流電圧の強さを、それぞれ独立して、かつ経時的に変化させることにより、光反射部材 20 を連続的または段階的に不規則に変位させることもできる。このような駆動方法は、例えば、光反射部 22 で反射した光をベクタースキャンする時に特に有効である。

40

以上、光スキャナー 1 の駆動について詳細に説明した。

【0078】

このような光スキャナー 1 では、光反射部材 20 の回動中心軸 Y1 まわりの回動と回動中心軸 X1 まわりの回動とを同じ機構で行うことができる。また、光スキャナー 1 では、光反射部材 20 の回動中心軸 Y1 まわりの回動と回動中心軸 X1 まわりの回動とを独立して行うことができる。すなわち、光スキャナー 1 では、回動中心軸 Y1 の回動が回動中心軸 X1 まわりの回動に影響を受けず、逆に、回動中心軸 X1 の回動も回動中心軸 Y1 まわりの回動に影響を受けない。そのため、光スキャナー 1 によれば、回動中心軸 Y1 および回動中心軸 X1 のそれぞれの軸まわりに光反射部材 20 を安定して回動させることができる

50

。

【0079】

また、前述したように、光スキャナー1では、光反射部材20の回動中心軸Y1まわりの回動は、可動部側可動梁522, 722がその中心軸まわりに捩じり変形することによって許容され、光反射部材20の回動中心軸X1まわりの回動は、可動部側可動梁422, 622がその中心軸まわりに捩じり変形することにより許容される。このように、各連結部4, 5, 6, 7が中心軸まわりに捩じり変形可能な可動部側可動梁422, 522, 622, 722を有しているため、光反射部材20を回動中心軸Y1, X1のそれぞれの軸まわりにスムーズに回動させることができる。

【0080】

また、光スキャナー1では、連結部4において、前述のように捩じり変形する可動部側可動梁422と変形させたくない変位部側可動梁423との間に屈曲部421を設けている。そのため、前述の捩じり変形により生じた応力は、屈曲部421の変形部4211, 4212や接続部4214, 4215が変形することにより吸収・緩和され、変位部側可動梁423に伝わらない。すなわち、屈曲部421を設けることにより、光反射部材20の回動中に変位部側可動梁423がその中心軸まわりに捩じり変形してしまうのを確実に防止することができる。このことは、連結部4以外の他の連結部5, 6, 7についても同様である。そのため、光反射部材20を回動中心軸Y1, X1のそれぞれの軸まわりにスムーズに回動させることができる。

【0081】

さらには、各変位部側可動梁423, 523, 623, 723の破壊が効果的に防止される。すなわち、棒状の部材において、自然状態からZ軸方向の応力が加わったときの破壊強度よりも、中心軸まわりの捩じり変形が生じている状態からZ軸方向の応力が加わったときの破壊強度の方が低いことが技術的に明らかになっている。そのため、上述のように、屈曲部421, 521, 621, 721を設け、変位部側可動梁423, 523, 623, 723に捩じり変形を生じさせないことにより、変位部側可動梁423, 523, 623, 723の破壊を効果的に防止することができる。

【0082】

また、連結部4において、変位部側可動梁423が実質的に変形しないため、変位部41の回動によって生じる応力を効率よく光反射部材20の回動に用いることができる。このことは連結部5, 6, 7についても同様である。そのため、光反射部材20を大きい回動角度でしかも省電力で回動させることができたり、大きい振幅でZ軸方向に振動させたりすることができる。

【0083】

また、連結部4において、屈曲部421が非変形部4213を有しているため、この非変形部4213を軸にして可動梁42を屈曲させることができる。このことは、連結部5, 6, 7についても同様である。そのため、各連結部4, 5, 6, 7の可動梁42, 52, 62, 72を簡単かつ確実に屈曲させることができ、光反射部材20を安定して回動、振動させることができる。

【0084】

また、連結部4において、屈曲部421が可動部側可動梁422と連結する変形部4211と、変位部側可動梁423と連結する変形部4212とを有し、可動梁42の屈曲時に、変形部4211, 4212がその中心軸まわりに捩じり変形することにより、屈曲により発生する応力を効果的に緩和している。このことは、連結部5, 6, 7についても同様である。そのため、各連結部4, 5, 6, 7の可動梁42, 52, 62, 72を確実に屈曲させることができるとともに、可動梁42, 52, 62, 72の破壊を防止することができる。すなわち、光スキャナー1を安定して駆動することができる。

【0085】

また、連結部4において、屈曲部421が一对の変形部4211, 4212を有しているため、次のような効果も発揮することができる。すなわち、例えば、通電によりコイル

10

20

30

40

50

8 1 2 から発生する熱や光反射部 2 2 に照射される光によって生じる熱等による可動部側可動梁 4 2 2 および変位部側可動梁 4 2 3 の熱膨張を、変形部 4 2 1 1 , 4 2 1 2 が変形することにより許容することができる。このことは、連結部 5 , 6 , 7 についても同様である。そのため、光スキャナー 1 は、振動基板 1 1 に応力が残留してしまうのを防止または抑制することができ、温度によらずに所望の振動特性を発揮することができる。

【 0 0 8 6 】

また、光スキャナー 1 は、変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 を駆動する駆動部 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 が、可動梁 4 2 , 5 2 , 6 2 , 7 2 の延長方向に変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 から隔てて配置され、変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 の内枠部 4 1 1 に固定される永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 に近付けて配置することができる。

10

このため、永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 により駆動部 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 に発生させるトルクを高い状態にすることができる。トルクは磁界に比例し、コイルにより発生する磁界は電流に比例するので、同一のトルクを発生させることは、駆動部 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 が永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 に近付けて配置されることにより、低い電流で可能となる。そして、消費電力 W は、 $W = I^2 \times R$ (W は消費電力、 I は電流、 R は抵抗を示す) であらわされるように、電流の 2 乗に比例するので、変位部 4 1 , 5 1 , 6 1 , 7 1 を駆動する駆動部 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 の消費電力を低くすることができ、消費電力化を実現する光スキャナー 1 を得ることができる。たとえば、駆動部 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 と永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 との距離を、従来に比べて $1/4$ にすると、同一トルクを発生させるために、従来比 $1/4$ の電流、および従来比 $1/16$ の消費電力で、光スキャナー 1 を安定して駆動させることができる。

20

【 0 0 8 7 】

次に、支持部材 2 3 の形状について、図 9 を参照して説明する。図 9 は、支持部材の形状を示す説明図である。図 9 (a) は、図 1 の 4 つの可動部と支持部材を図 1 の裏面側から表示した図である。図 9 (b) は、図 9 (a) において X 1 軸を含む断面における断面図である。

【 0 0 8 8 】

図 9 (a)、及び図 9 (b) に示すように、支持部材 2 3 は矩形の固着面を有する柱状部材である。固着面の矩形形状の X 軸方向の寸法は、可動部 2 0 1 の可動部側可動梁 4 2 2 側の辺と可動部 2 0 3 の可動部側可動梁 6 2 2 側の辺との距離よりも小さい。また、固着面の矩形形状の Y 軸方向の寸法は、可動部 2 0 2 の可動部側可動梁 5 2 2 側の辺と可動部 2 0 4 の可動部側可動梁 7 2 2 側の辺との距離よりも小さい。

30

図 9 (a)、及び図 9 (b) に示すように、4 つの可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 と支持部材 2 3 を固着する。このとき、図 9 (a) の X 1 軸と Y 1 軸との交点 (X Y 平面視で可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 間の中心位置) と支持部材 2 3 の固着面の中心位置とが概ね同一位置となるように、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 と支持部材 2 3 を固着する。このため、支持部材 2 3 は、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 とは接着剤を介して接するが、可動梁 4 2 , 5 2 , 6 2 , 7 2 とは接しないように配置される。

40

【 0 0 8 9 】

支持部材 2 3 は、可動部 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 とは接着剤を介して接するが、可動部側可動梁 4 2 2 , 5 2 2 , 6 2 2 , 7 2 2 とは接しないため、可動梁の長さを変えることができない。これにより、可動梁のばね定数を一定に保つことができ、安定して駆動させることが出来る。また、可動梁との接触による破損を防ぐことが出来る。

【 0 0 9 0 】

次に、支持部材 2 3 とは異なる形状を有する支持部材の例について、図 9 (c)、図 9 (d)、図 9 (e)、及び図 9 (f)、を参照して説明する。図 9 (c) は、4 つの可動部と支持部材を支持部材の側から見た図である。図 9 (d) は、図 9 (c) において X 1 軸を含む断面における断面図である。図 9 (e) は、4 つの可動部と支持部材を支持部材

50

の側から見た図である。図 9 (f) は、図 9 (e) において X 1 軸を含む断面における断面図である。

【 0 0 9 1 】

図 9 (c)、及び図 9 (d) に示すように、支持部材 2 4 は、可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と固着する固着面 2 4 b の外周側に、斜面 2 4 a が形成されている。斜面 2 4 a は、固着面 2 4 b の外周側から支持部材 2 4 の外周側に向かって、光反射部 2 2 側に傾斜している。

【 0 0 9 2 】

図 9 (e) 及び図 9 (f) に示すように、支持部材 2 5 は、可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と固着する固着面 2 5 b に、凹部 2 5 a が、4 箇所形成されている。凹部 2 5 a は、支持部材 2 5 が可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と固着された状態で、可動部側可動梁 4 2 2、可動部側可動梁 5 2 2、可動部側可動梁 6 2 2、又は可動部側可動梁 7 2 2 と対向する位置に形成されている。凹部 2 5 a の平面形状は、可動部側可動梁 4 2 2、可動部側可動梁 5 2 2、可動部側可動梁 6 2 2、又は可動部側可動梁 7 2 2 の平面形状より大きく、形成されている。したがって、支持部材 2 5 において、可動部側可動梁 4 2 2、可動部側可動梁 5 2 2、可動部側可動梁 6 2 2、又は可動部側可動梁 7 2 2 には、凹部 2 5 a が臨んでおり、固着面 2 5 b は、可動部側可動梁 4 2 2、可動部側可動梁 5 2 2、可動部側可動梁 6 2 2、及び可動部側可動梁 7 2 2 とは接触しない。

【 0 0 9 3 】

支持部材 2 4 及び支持部材 2 5 は、可動梁 4 2、可動梁 5 2、可動梁 6 2、及び可動梁 7 2 の可動部側可動梁 4 2 2、可動部側可動梁 5 2 2、可動部側可動梁 6 2 2、及び可動部側可動梁 7 2 2 と接しない。このため、可動梁 4 2、可動梁 5 2、可動梁 6 2、及び可動梁 7 2 の長さを変えない。これにより、可動梁 4 2、可動梁 5 2、可動梁 6 2、及び可動梁 7 2 のばね定数を一定に保つことができ、安定して駆動させることが出来る。また、支持部材 2 4 又は支持部材 2 5 と可動梁 4 2、可動梁 5 2、可動梁 6 2、又は可動梁 7 2 との接触による、支持部材 2 4、支持部材 2 5、可動梁 4 2、可動梁 5 2、可動梁 6 2、又は可動梁 7 2 の破損を抑制することが出来る。

【 0 0 9 4 】

次に、上述した支持部材 2 3 などとは異なる形状を有する支持部材の例について、図 1 0 を参照して説明する。図 1 0 は、支持部材の形状を示す説明図である。図 1 0 (a)、図 1 0 (c)、及び図 1 0 (e) は、4 つの可動部と支持部材を支持部材の側から見た図である。図 1 0 (b)、図 1 0 (d)、及び図 1 0 (f) は、それぞれ図 1 0 (a)、図 1 0 (c)、又は図 1 0 (e) において、X 1 軸を含む断面における断面図である。

【 0 0 9 5 】

図 1 0 (a)、及び図 1 0 (b) に示すように、4 つの可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と支持部材 2 6 を固着する。支持部材 2 6 の可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 との接着面側には、可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と係合する形状を有する凹部 2 6 1、凹部 2 6 2、凹部 2 6 3、及び凹部 2 6 4 が設けられている。4 つの凹部 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4 に可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 が係合して、接着剤によって固着されている。

【 0 0 9 6 】

支持部材 2 6 の構成によれば、支持部材 2 6 と、可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 とを容易に位置合わせすることが出来る。また、支持部材 2 6 は、可動梁 4 2、5 2、6 2、7 2 とは接しないため、可動梁の長さを変えない。これにより、可動梁のばね定数を一定に保つことができ、安定して駆動させることが出来る。また、可動梁との接触による破損を防ぐことが出来る。

【 0 0 9 7 】

以下、支持部材 2 6 の凹部 2 6 1、凹部 2 6 2、凹部 2 6 3、及び凹部 2 6 4 とは異なる形状を有し、可動部 2 0 1、可動部 2 0 2、可動部 2 0 3、又は可動部 2 0 4 と係合する凹部を備える、支持部材 2 7 及び支持部材 2 8 について記載する。

【0098】

図10(c)、及び図10(d)に示すように、支持部材27は、凹部271、凹部272、凹部273、及び凹部274を備えている。凹部271、272、273、274のXY平面視形状は、一部の辺が円弧を有する形状である。このとき、可動部201、202、203、204のXY平面視形状は、各凹部と略同一形状の形状が望ましい。もちろん、凹部271、272、273、274は、上記の形状に限定されず、半円形、半楕円形であってもよく、可動部201、202、203、204は、三角形、正方形や五角形以上の多角形であっても良い。

【0099】

図10(e)、及び図10(f)に示すように、支持部材28は、凹部281、凹部282、凹部283、及び凹部284を備えている。凹部281、282、283、284のXY平面視形状は、台形である。このとき、可動部201、202、203、204のXY平面視形状は、各凹部と略同一形状の台形が望ましい。もちろん、凹部281、282、283、284は、台形に限定されず、三角形、正方形や五角形以上の多角形であってもよく、可動部201、202、203、204は、矩形、三角形、正方形や五角形以上の多角形であっても良い。

10

【0100】

支持部材27又は支持部材28によれば、支持部材27又は支持部材28と可動梁42、52、62、72の位置合わせを容易に行うことが出来る。また、可動梁42、52、62、72とは接しないため、可動梁の長さを変えないことが出来ない。これにより、可動梁のばね定数を一定に保つことができ、安定して駆動させることが出来る。また、可動梁との接触による破損を防ぐことが出来る。

20

【0101】

次に、光スキャナー1の製造方法について、図11～図13を参照して説明する。図11は、光スキャナーの製造方法のフローチャートである。図12は、光スキャナーの製造工程における構成部材の位置関係を示す断面図である。図13は、支持部材と可動部との接続状態を示す説明図である。

【0102】

まず、図11に示す第1固定工程(S101)を実施する。

図12(a)に示すように、振動基板11を保持部材(図示省略)などにより保持し、基台12の基板保持部122と向き合わせる。

30

そして、図12(b)に示すように、振動基板11の固定部13を、基台12の基板保持部122に配置する。そして、接着剤または陽極接合等の各種接合方法を用いて、固定部13を基板保持部122に固定する。これにより、振動基板11は基台12に固定される。なお、このときの振動基板11は、光反射部材20及び支持部材23が取り付けられていない状態の振動基板11である。

【0103】

次に、図11に示す第2固定工程(S102)を実施する。

図13(a)、及び図13(b)に示すように、4つの可動部201、202、203、204に、光反射部材20が固定された支持部材23を接着する。図13(a)は、図1の裏面から見た図である。また、図13(b)は、図13(a)のX1軸の断面図である。

40

【0104】

ここで、図12および図13において、振動基板11に永久磁石821(811、831、841)を固定しているとして図示したが、これに限るものではなく、第1固定工程(S101)、または、第2固定工程(S102)の後に永久磁石821(811、831、841)を固定するとしてもよい。

【0105】

このようにして、光反射部材を備えた光スキャナーを製造することが出来る。基台と固定部を固定することにより、可動梁、及び、駆動梁には、応力による歪が生じるが、可動

50

部が複数設けられており、基台と固定部の固定工程の後に、支持部材を可動部に固定することによって、応力による歪を緩和しながら、光反射部材を備えた光スキャナーを得ることが出来る。

【0106】

<第2実施形態>

第2実施形態の光スキャナー、および光スキャナーの製造方法について、図14～図16を参照して説明する。

本実施形態の光スキャナーの製造方法は、上述した振動基板11を含むミラーチップ10を用いて、光スキャナー1を製造する方法である。このため同様の構成については、同一の符号を付与し、構成の説明を省略する。

図14は、ミラーチップの構成を示す平面図である。図15は、光スキャナーの製造工程を示すフローチャートである。図16は、光スキャナーの製造工程における構成部材の位置関係を示す断面図である。

【0107】

図15に示すフローチャートにおいて、第1固定工程(S201)は、シリコン基板上に形成されたミラーチップ10を、基台12へ貼り付ける工程である。次に、分離工程(S202)は、基台12に固定されたミラーチップ10から、支持部3を分離する工程である。最後に、第2固定工程(S203)は、4つの可動部201, 202, 203, 204と支持部材23とを接着する工程である。

【0108】

図14に示すように、ミラーチップ10は、支持部3と、分離部14と、振動基板11とを備えている。

【0109】

支持部3は、振動基板11を取り囲んで形成されている。すなわち、支持部3は、可動部201, 202, 203, 204、可動梁42, 52, 62, 72、変位部41, 51, 61, 71、駆動梁43, 53, 63, 73、および固定部13を取り囲んで形成されている。

そして、支持部3は、分離部14により固定部13と連結されている。ミラーチップ10において、分離部14は支持部3と固定部13との間を部分的に連結している。すなわち、分離部14は、支持部3や固定部13に対して構造的な強度が弱くなるように形成されている。このため、分離部14において支持部3と固定部13とを確実に分離することが可能である。分離部14は、支持部3や固定部13に対して構造的な強度が弱くなるように構成されていればよく、上記の構成に限定されない。例えば、支持部3や固定部13の厚みよりも分離部14の厚みが小さくなるように形成してもよい。

なお、支持部3は、固定部13の外側に形成され、分離部14を介して固定部13の間を接続していればよく、上記の形に限定されるものではない。

【0110】

まず、図15に示す第1固定工程(S201)を実施する。

図16(a)に示すように、ミラーチップ10を保持部材(図示省略)などにより保持し、基台12の基板保持部122と向き合わせる。

そして、図16(b)に示すように、振動基板11の固定部13を、基台12の基板保持部122に配置する。そして、接着剤または陽極接合等の各種接合方法を用いて、固定部13を基板保持部122に固定する。これにより、振動基板11は基台12に固定される。なお、このときのミラーチップ10(振動基板11)は、光反射部材20及び支持部材23が取り付けられていない状態のミラーチップ10(振動基板11)である。

【0111】

次に、図15に示す分離工程(S202)を実施する。

図16(c)に示すように、保持治具91および分離治具92を矢印の方向に移動させ、保持治具91により固定部13を押し付け、分離治具92により支持部3および分離部14を押し付ける。ここで、分離部14は、保持治具91または分離治具92により押し

10

20

30

40

50

付けられていてもよく、いずれにも押し付けられないとしてもよく、適宜選択することができる。また、保持治具 9 1 および分離治具 9 2 を矢印の方向に移動させるとしたが、これに限るものではなく、固定部 1 3、つまり基台 1 2 を矢印の方向と逆の方向に移動させるとしてもよく、または保持治具 9 1 および分離治具 9 2 を矢印の方向に移動させるとともに、基台 1 2 を矢印の方向と逆の方向に移動させるとしてもよい。

引き続き、図 1 6 (d) に示すように、分離治具 9 2 を矢印の方向に移動させ、分離部 1 4 を破壊させて折り取ることで、基台 1 2 に固定されたミラーチップ 1 0 から、支持部 3 を分離する。これにより、固定部 1 3 が基台 1 2 によって支持された光スキャナー 1 を得る (図 2 参照) 。

【 0 1 1 2 】

引き続き、図 1 5 に示す第 2 固定工程 (S 2 0 3) を実施する。

第 2 固定工程 (S 2 0 3) では、上述した第 2 固定工程 (S 1 0 2) と同様に、4 つの可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と、光反射部材 2 0 が固定された支持部材 2 3 とを接着する。

【 0 1 1 3 】

ここで、図 1 6 において、振動基板 1 1 に永久磁石 8 2 1 (8 1 1、8 3 1、8 4 1) を固定しているとして図示したが、これに限るものではなく、第 1 固定工程 (S 2 0 1)、または、分離工程 (S 2 0 2)、または、第 2 固定工程 (S 2 0 3) の後に永久磁石 8 2 1 (8 1 1、8 3 1、8 4 1) を固定するとしてもよい。

【 0 1 1 4 】

本実施形態の製造方法によれば、ミラーチップ 1 0 は、固定部 1 3 が駆動梁 4 3、5 3、6 3、7 3 だけでなく、支持部 3 および分離部 1 4 により固定部が連結されて振動基板 1 1 が連結されているので、固定部 1 3 が駆動梁 4 3、5 3、6 3、7 3 だけに連結された振動基板 1 1 の場合と比べて剛性を高くすることができる。そのため、ミラーチップ 1 0 を保持して、振動基板 1 1 を基台 1 2 の基板保持部 1 2 2 に配置して、振動基板 1 1 と基台 1 2 とを接合させる際などにおいて、振動基板 1 1 を破損させることなく、上述のように、保持して、配置して、接合されることが可能となる。

さらに、第 1 固定工程の固定部 1 3 と基台 1 2 の固定により生じる歪は、複数の可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 が設けられていることにより、緩和され、分離工程により、支持部 3 を取り除いた後に、可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 と支持部材 2 3 を固着する第 2 固定工程を実施することによって、歪の影響を小さくしながら、光スキャナーを得ることが出来る。

【 0 1 1 5 】

また、支持部 3 を分離部 1 4 において折り取るので、支持部 3 が振動基板 1 1 を支持したままの構成に比べて、X Y 平面視にて小型化させた光スキャナー 1 を得ることができる。さらには、第 1 実施形態と同様に、消費電力化を実現する光スキャナー 1 を得ることができる。

【 0 1 1 6 】

< 第 3 実施形態 >

第 3 実施形態の画像形成装置について、図 1 7 を参照して説明する。

第 3 実施形態の画像形成装置は、第 1 実施形態の光スキャナーを備えている。また、かかる光スキャナーは、第 1 実施形態の構成と同様な構成を備えるか、または、第 2 実施形態で説明した製造方法と同様な製造方法を用いて製造されている。このため、同様の構成および製造方法については、同一の符号を付与し、構成および製造方法などの説明を省略する。

【 0 1 1 7 】

以上説明したような光スキャナー 1 は、例えば、プロジェクター、レーザープリンター、イメージング用ディスプレイ、バーコードリーダー、走査型共焦点顕微鏡などの画像形成装置に好適に適用することができる。図 1 7 は、本発明の画像形成装置の概要を示す模式図である。図 1 7 には、画像形成装置としてのプロジェクター 3 0 0 が示されている。

10

20

30

40

50

ここでは、スクリーン 380 の長手方向を「横方向」といい、長手方向に直角な方向を「縦方向」という。プロジェクター 300 は、レーザーなどの光を出射する光源装置 310 と、複数のダイクロイックミラー 320 と、光スキャナー 1 とを有している。

【0118】

光源装置 310 は、赤色光を出射する赤色光源装置 311 と、青色光を出射する青色光源装置 312 と、緑色光を出射する緑色光源装置 313 とを備えている。各ダイクロイックミラー 320 は、赤色光源装置 311、青色光源装置 312、緑色光源装置 313 のそれぞれから出射された光を合成する光学素子である。このようなプロジェクター 300 は、図示しないホストコンピューターからの画像情報に基づいて、光源装置 310 から出射された光をダイクロイックミラー 320 で合成し、この合成された光が光スキャナー 1 によって 2 次元走査され、固定ミラー 350 を介してスクリーン 380 上にカラー画像を形成するよう構成されている。

10

【0119】

2 次元走査の際、光スキャナー 1 の光反射部 22 が、Y 軸方向の軸まわりに回動し、光反射部 22 で反射した光がスクリーン 380 の横方向に走査（主走査）される。一方、光スキャナー 1 の光反射部 22 が、X 軸方向の軸まわりに回動し、光反射部 22 で反射した光がスクリーン 380 の縦方向に走査（副走査）される。光スキャナー 1 による光の走査は、いわゆるラスタースキャンによって行ってもよいし、いわゆるベクタースキャンによって行ってもよい。特に、光スキャナー 1 においては、その構成上、ベクタースキャンに適しているため、ベクタースキャンによって光を走査するのが好ましい。

20

【0120】

光スキャナー 1 にとって好ましいベクタースキャンとは、光源装置 310 から出射された光を、スクリーン 380 に対し、該スクリーン 380 上の異なる 2 点を結ぶ線分を順次形成するように走査する手法である。すなわち、微少な直線を集合させることにより、スクリーン 380 に所望の画像を形成する手法である。光スキャナー 1 では、光反射部 22 を、Y 軸方向の軸まわりおよび X 軸方向の軸まわりに、不規則に且つ連続的に変位させることが可能であるため、ベクタースキャンに特に適している。

【0121】

具体的に説明すれば、図 17 に示すような文字（a および b）をベクタースキャンにて描画する場合には、光源装置 310 から出射された光をそれぞれの文字を書くように走査する。この際、光スキャナー 1 が有する光反射部 22 の X 軸方向の軸まわりの姿勢（回動）と Y 軸方向の軸まわりの姿勢（回動）とをそれぞれ制御して、走査軌跡 330 に沿って不規則に光を走査することができ、a および b の文字を一筆書きのように描画することができる。このようなベクタースキャンによれば、ラスタースキャンのように、スクリーン 380 の全面に光を走査させなくてよいため、効率的に画像を描画することができる。なお、図 17 では、ダイクロイックミラー 320 で合成された光を光スキャナー 1 によって 2 次元的に走査した後、その光を固定ミラー 350 で反射させてからスクリーン 380 に画像を形成するように構成されているが、固定ミラー 350 を省略し、光スキャナー 1 によって 2 次元的に走査された光を直接スクリーン 380 に照射してもよい。

30

【0122】

本実施形態によれば、上述した実施形態で説明した光スキャナー 1 と同様の効果を奏することが可能な画像形成装置としてのプロジェクター 300 を提供することができる。

40

【0123】

なお、上記課題の少なくとも一部を解決できる範囲での変形、改良などは前述の実施形態に含まれるものである。

【0124】

たとえば、図 14 に示した分離部 14 の配置、形状、および数量などは、振動基板 11 の支持部 3 と固定部 13 との連結、および分離工程（S202）での支持部 3 の分離を考慮して、適宜決定することができる。

【0125】

50

また、内枠部 4 1 1 の X Y 平面視形状は、図 1、図 3、及び図 1 4 などに示した矩形に限定されず、例えば、三角形や正方形や五角形以上の多角形、または円形または楕円形であってもよく、適宜決定することができる。

【 0 1 2 6 】

また、永久磁石 8 1 1 , 8 2 1 , 8 3 1 , 8 4 1 の X Y 平面視形状としては、図 1 および図 3 で矩形と図示したが、特に限定されず、例えば、三角形や正方形や五角形以上の多角形、円形、楕円形であってもよい。

【 0 1 2 7 】

さらに、コイル固定部、変位手段、応力緩和部、振動基板、および可動板の構成および形状、ならびに振動基板を図示上下に反転して光反射部材を取り付けるなどは、前述の実施形態を限定するものではなく、適宜変更することが可能である。

10

【 0 1 2 8 】

以上、添付図面を参照しながら好適な実施形態について説明したが、好適な実施形態は、前記実施形態に限らない。実施形態は、要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論であり、以下のように実施することもできる。

【 0 1 2 9 】

(変形例 1) 前記実施形態においては、光反射部材 2 0 は、支持部材 2 3 を介して可動部 2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4 に固定されている。しかし、光反射部材が支持部材を介して可動部に支持されることは必須ではない。光反射部材は、直接可動部に支持される構成であってもよい。

20

【 符号の説明 】

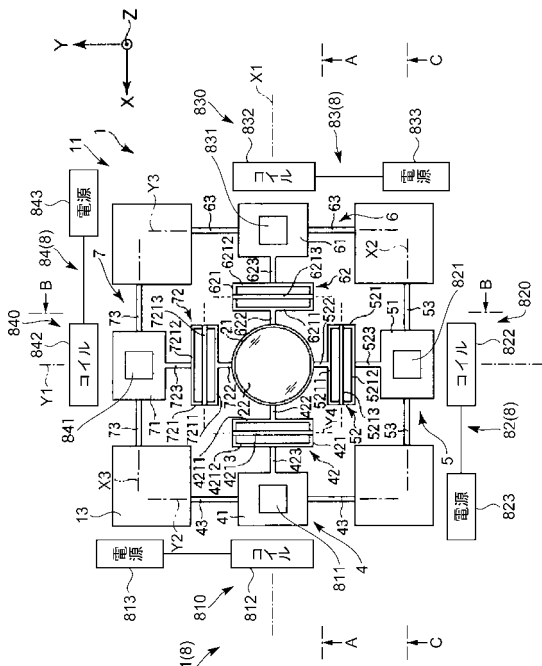
【 0 1 3 0 】

1 ... 光スキャナー、3 ... 支持部、4, 5, 6, 7 ... 連結部、8 ... 変位手段、1 1 ... 振動基板、1 2 ... 基台、1 3 ... 固定部、1 4 ... 分離部、2 0 ... 光反射部材、2 1 ... 面、2 2 ... 光反射部、2 3 ... 支持部材、4 1, 5 1, 6 1, 7 1 ... 変位部、4 2, 5 2, 6 2, 7 2 ... 可動梁、4 3, 5 3, 6 3, 7 3 ... 駆動梁、8 1 ... 第 1 の変位手段、8 2 ... 第 2 の変位手段、8 3 ... 第 3 の変位手段、8 4 ... 第 4 の変位手段、8 5 ... コイル固定部、9 1 ... 保持治具、9 2 ... 分離治具、1 2 1 ... 基部、1 2 2 ... 基板保持部、2 0 1, 2 0 2, 2 0 3, 2 0 4 ... 可動部、2 6 1, 2 6 2, 2 6 3, 2 6 4, 2 7 1, 2 7 2, 2 7 3, 2 7 4, 2 8 1, 2 8 2, 2 8 3, 2 8 4 ... 凹部、3 0 0 ... プロジェクター、3 1 0 ... 光源装置、3 1 1 ... 赤色光源装置、3 1 2 ... 青色光源装置、3 1 3 ... 緑色光源装置、3 2 0 ... ダイクロミックミラー、3 3 0 ... 走査軌跡、3 5 0 ... 固定ミラー、3 8 0 ... スクリーン、4 1 1 ... 内枠部、4 2 1, 5 2 1, 6 2 1, 7 2 1 ... 屈曲部、4 2 2, 5 2 2, 6 2 2, 7 2 2 ... 可動部側可動梁、4 2 3, 5 2 3, 6 2 3, 7 2 3 ... 変位部側可動梁、8 1 0, 8 2 0, 8 3 0, 8 4 0 ... 駆動部、8 1 1, 8 2 1, 8 3 1, 8 4 1 ... 永久磁石、8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2 ... コイル、8 1 3, 8 2 3, 8 3 3, 8 4 3 ... 電源、8 5 1 ... 突出部、4 2 1 1, 4 2 1 2, 6 2 1 1, 6 2 1 2 ... 変形部、4 2 1 3, 5 2 1 3, 6 2 1 3, 7 2 1 3 ... 非変形部、4 2 1 4, 4 2 1 5, 5 2 1 4, 5 2 1 5, 6 2 1 4, 6 2 1 5, 7 2 1 4, 7 2 1 5 ... 接続部、X 1, X 2, X 3, Y 1, Y 2, Y 3, Y 4 ... 回動中心軸。

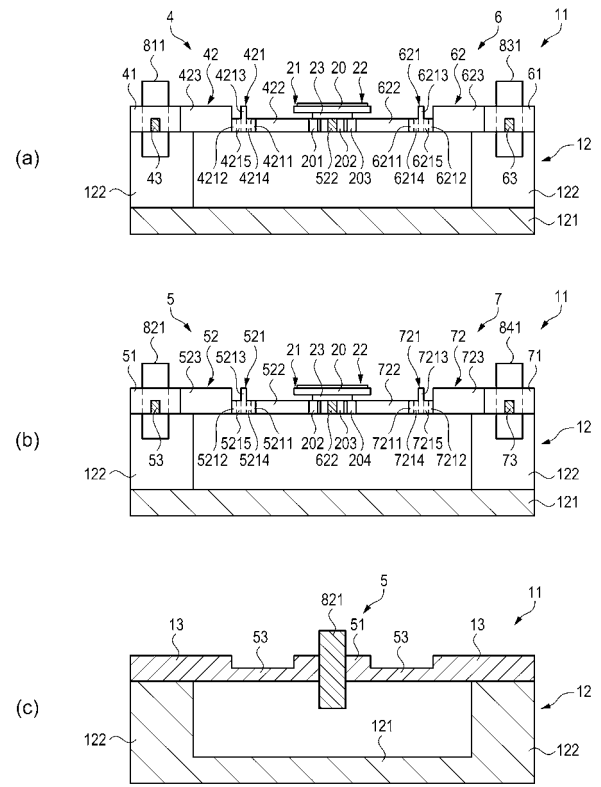
30

40

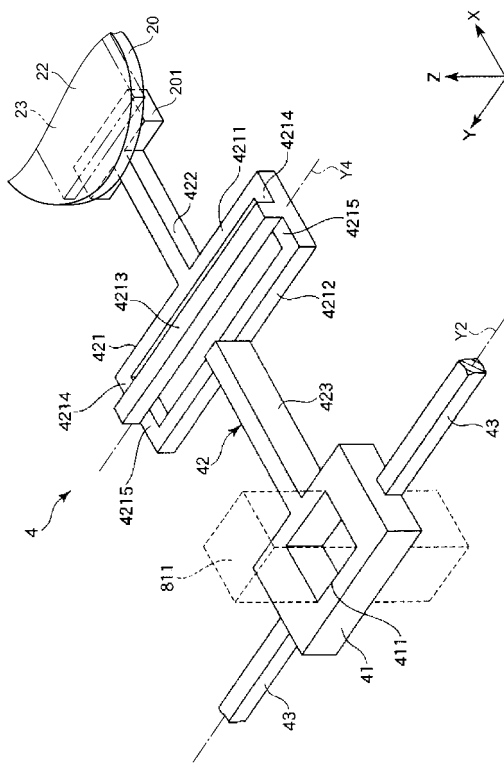
【 図 1 】



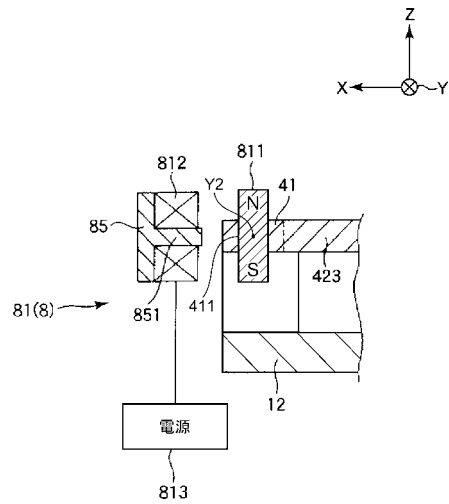
【 図 2 】



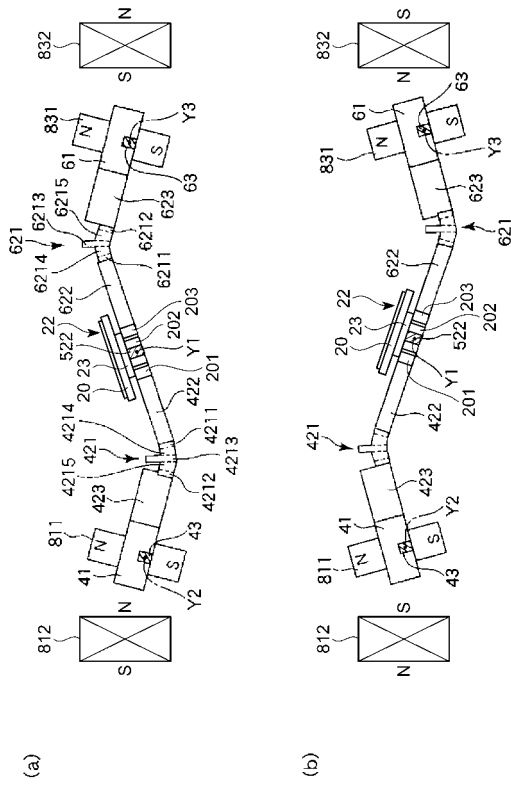
【 図 3 】



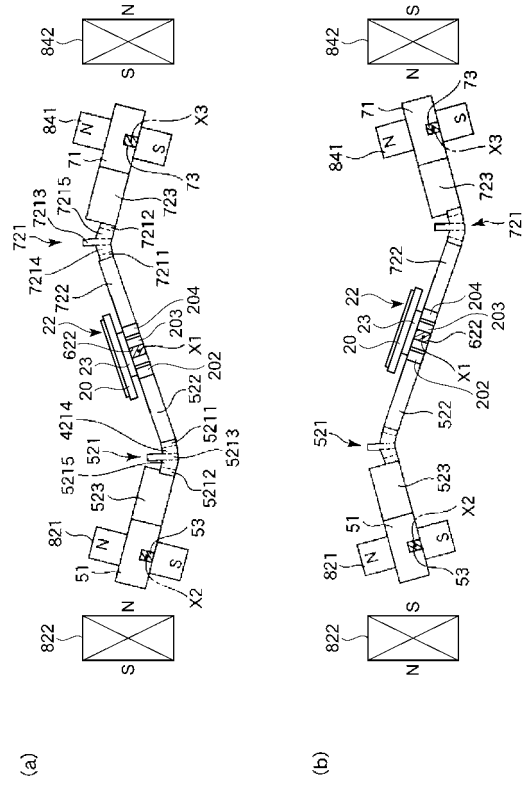
【 図 4 】



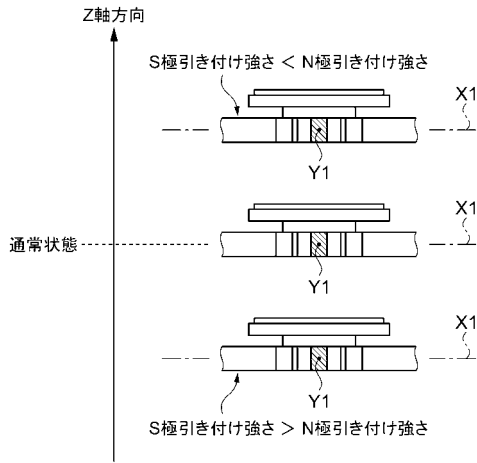
【 図 5 】



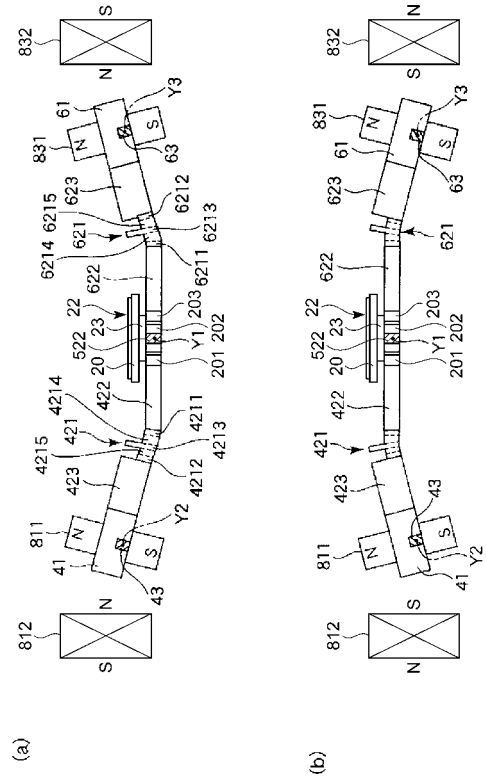
【 図 6 】



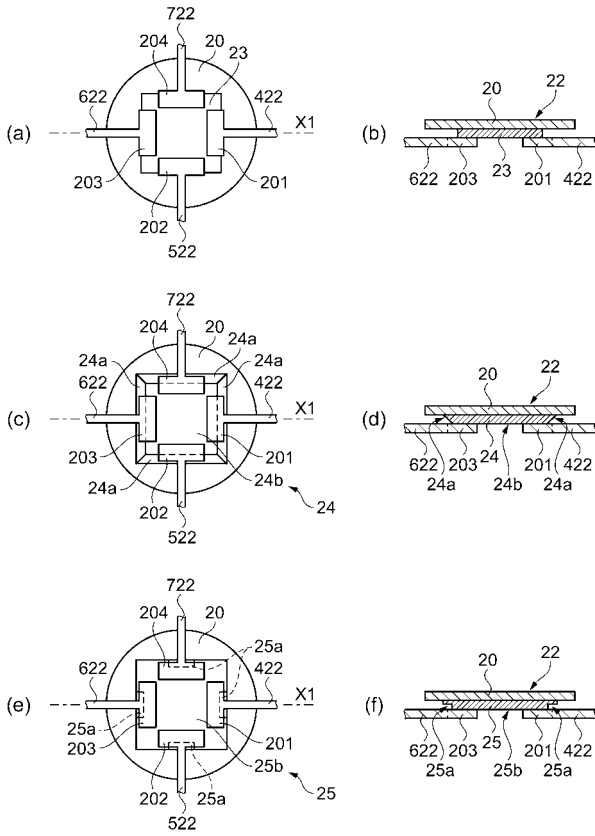
【 図 7 】



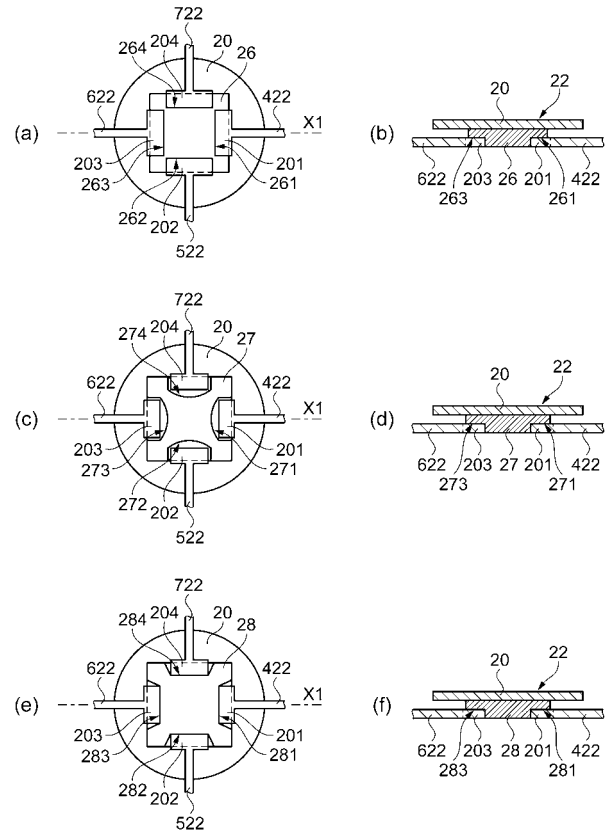
【 図 8 】



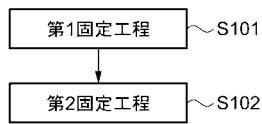
【 図 9 】



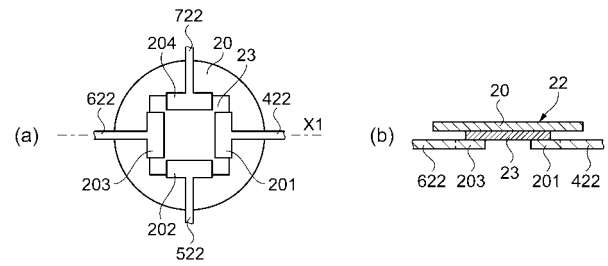
【 図 10 】



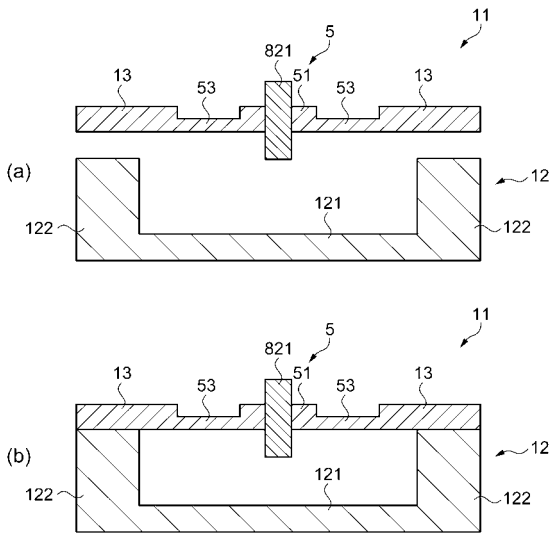
【 図 11 】



【 図 13 】



【 図 12 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H045 AB02 AB13 AB16 AB23 AB24 AB73 BA13 BA22 DA02