

(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2012-108164
(P2012-108164A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
GO2B	26/10	(2006.01)	GO2B	26/10	104Z	2H045
B81B	3/00	(2006.01)	B81B	3/00		3C081
HO4N	1/036	(2006.01)	HO4N	1/036	Z	5C051

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2010-254582 (P2010-254582)	(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
(22) 出願日	平成22年11月15日 (2010.11.15)	(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	児嶋 長子 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

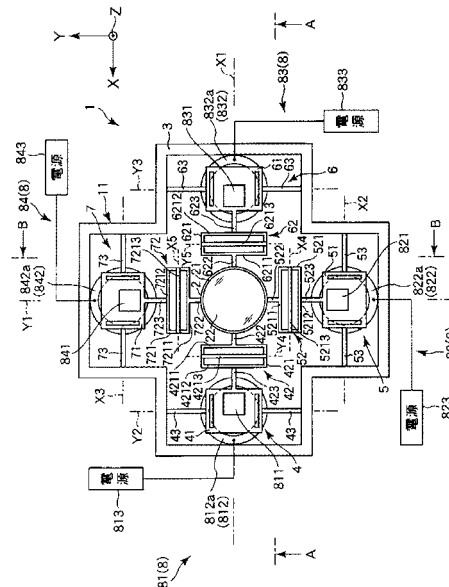
(54) 【発明の名称】 アクチュエーター、光スキャナーおよび画像形成装置

(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】 光スキャナー1は、支持部3と、光反射部22を備える可動板2と、支持部3に対して変位可能に設けられた駆動部41、51、61、71と、駆動部41、51、61、71と可動板2とを連結する第1の軸部42、52、62、72とを備える4つの連結部4、5、6、7と、可動板2を支持部3に対して変位させる変位手段8とを有し、各連結部4、5、6、7は、各駆動部41、51、61、71は、Z軸方向に変位可能に設けられ、各第1の軸部42、52、62、72は、駆動部41、51、61、71の変位に伴って、Z軸方向に屈曲変形するように構成され、変位手段8は、各駆動部41、51、61、71をZ軸方向に変位させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持部と、

光反射性を有する光反射部を備える可動板と、

前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する 3 つまたは 4 つの連結部と、

前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、

互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸としたときに、

前記各連結部は、前記 X 軸および前記 Y 軸の双方に平行な面に沿って設けられ、

前記各駆動部は、前記 Z 軸に平行な方向に変位可能に設けられ、

前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記 Z 軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、

前記変位手段は、前記各駆動部を前記 Z 軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とするアクチュエーター。

【請求項 2】

前記 3 つまたは 4 つの連結部は、前記 Z 軸に平行な方向からみたときに、前記可動板の外周に沿って周方向に等角度間隔で設けられている請求項 1 に記載のアクチュエーター。

【請求項 3】

前記連結部は 4 つ設けられ、

前記 4 つの連結部のうちの 2 つの連結部は、前記可動板を介して X 軸に平行な方向に互いに対向し、当該 2 つの連結部は、それぞれ、前記駆動部と前記支持部とを連結し Y 軸に平行な方向に延在する 1 対の梁部を備え、

前記 4 つの連結部のうちの他の 2 つの連結部は、前記可動板を介して Y 軸に平行な方向に互いに対向し、当該他の 2 つの連結部は、それぞれ、前記駆動部と前記支持部とを連結し X 軸に平行な方向に延在する 1 対の梁部を備える請求項 2 に記載のアクチュエーター。

【請求項 4】

前記変位手段は、前記各駆動部に設けられた永久磁石と、前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルとを備える請求項 3 に記載のアクチュエーター。

【請求項 5】

前記各永久磁石は、前記 Z 軸に平行な方向に磁化され、前記各コイルは、前記 Z 軸に平行な方向の磁界を発生させる請求項 4 に記載のアクチュエーター。

【請求項 6】

前記梁部の延在方向からみたときに、前記永久磁石の中心および前記梁部の中心は、それぞれ、前記コイルの軸線上に位置する請求項 5 に記載のアクチュエーター。

【請求項 7】

前記各駆動部の前記各梁部との接続部付近には、前記梁部の延在方向と直交する方向に延在するスリット状の貫通孔が形成されている請求項 3 ないし 6 のいずれかに記載のアクチュエーター。

【請求項 8】

前記各軸部は、前記可動板と前記駆動部の間に設けられた応力緩和部と、前記応力緩和部と前記可動板とを連結する可動板側軸部と、前記応力緩和部と前記駆動部とを連結する駆動部側軸部とを有し、前記応力緩和部で屈曲する請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のアクチュエーター。

【請求項 9】

前記各応力緩和部は、前記 Z 軸に平行な方向からみたときに、前記可動板側軸部および前記駆動部側軸部の延在方向に直交する方向に延在し、中心軸まわりに捩じり変形する変形部を有している請求項 8 に記載のアクチュエーター。

【請求項 10】

前記各応力緩和部は、前記変形部を一对有し、

10

20

30

40

50

前記一对の変形部のうちの一方向の変形部は、前記可動板側軸部に連結され、他方向の変形部は、前記駆動部側軸部に連結されている請求項 9 に記載のアクチュエーター。

【請求項 1 1】

前記各応力緩和部は、前記一对の変形部の間に設けられ、前記変形部の延在方向と平行な方向に延在し、中心軸まわりに捩じり変形しない非変形部を有している請求項 1 0 に記載のアクチュエーター。

【請求項 1 2】

前記各応力緩和部は、前記 X 軸に平行な方向および前記 Y 軸に平行な方向に交互に延在して蛇行する部位を有している請求項 8 に記載のアクチュエーター。

【請求項 1 3】

支持部と、
光反射性を有する光反射部を備える可動板と、
前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する 3 つまたは 4 つの連結部と、
前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、
互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸としたときに、
前記各連結部は、前記 X 軸および前記 Y 軸の双方に平行な面に沿って設けられ、
前記各駆動部は、前記 Z 軸に平行な方向に変位可能に設けられ、
前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記 Z 軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、
前記変位手段は、前記各駆動部を前記 Z 軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とする光スキャナー。

10

20

【請求項 1 4】

光源と、
前記光源からの光を走査する光スキャナーとを有し、
前記光スキャナーは、
支持部と、
光反射性を有する光反射部を備える可動板と、
前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する 3 つまたは 4 つの連結部と、
前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、
互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸としたときに、
前記各連結部は、前記 X 軸および前記 Y 軸の双方に平行な面に沿って設けられ、
前記各駆動部は、前記 Z 軸に平行な方向に変位可能に設けられ、
前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記 Z 軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、
前記変位手段は、前記各駆動部を前記 Z 軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とする画像形成装置。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、アクチュエーター、光スキャナーおよび画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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、振り振動系の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）。

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

50

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軸方向に延在する一对の第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軸方向に延在する第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。

【0003】

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对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軸まわりに回転し、内側可動板が第2トーションバーを中心軸としてY軸まわりに回転する。

10

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軸まわりに回転させる機構と、Y軸まわりに回転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転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転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転させることができないという問題がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-322227号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

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転させることのできるアクチュエーター、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。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のアクチュエーターは、支持部と、

光反射性を有する光反射部を備える可動板と、

前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する3つまたは4つの連結部と、

前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、

互いに直交する3つの軸をX軸、Y軸およびZ軸としたときに、

40

前記各連結部は、前記X軸および前記Y軸の双方に平行な面に沿って設けられ、

前記各駆動部は、前記Z軸に平行な方向に変位可能に設けられ、

前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記Z軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、

前記変位手段は、前記各駆動部を前記Z軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とする。

このような構成を有するアクチュエーターによれば、可動板を互いに直交する2つの軸の一方の軸まわりの回転と他方の軸まわりの回転とを独立して行うことができる。そのため、可動板を互いに直交する2つの軸まわりにそれぞれ安定して回転させることができる。

50

【0007】

本発明のアクチュエーターでは、前記3つまたは4つの連結部は、前記Z軸に平行な方向からみたときに、前記可動板の外周に沿って周方向に等角度間隔で設けられていることが好ましい。

これにより、制御を容易なものとしつつ、可動板を互いに直交する2つの軸まわりにそれぞれ安定して回動させることができる。

【0008】

本発明のアクチュエーターでは、前記連結部は4つ設けられ、

前記4つの連結部のうちの2つの連結部は、前記可動板を介してX軸に平行な方向に互いに対向し、当該2つの連結部は、それぞれ、前記駆動部と前記支持部とを連結しY軸に平行な方向に延在する1対の梁部を備え、

前記4つの連結部のうちの他の2つの連結部は、前記可動板を介してY軸に平行な方向に互いに対向し、当該他の2つの連結部は、それぞれ、前記駆動部と前記支持部とを連結しX軸に平行な方向に延在する1対の梁部を備えることが好ましい。

これにより、各梁部を曲げ変形させながら駆動部をZ軸に平行な方向に変位させることができる。

【0009】

本発明のアクチュエーターでは、前記変位手段は、前記各駆動部に設けられた永久磁石と、前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルとを備えることが好ましい。

電磁駆動は大きな駆動力を生じさせることができる。そのため、省電力化を図りつつ、大きな振れ角で可動板を回動させることができる。

本発明のアクチュエーターでは、前記各永久磁石は、前記Z軸に平行な方向に磁化され、前記各コイルは、前記Z軸に平行な方向の磁界を発生させることが好ましい。

これにより、永久磁石とコイルとの間の距離を小さくすることができる。その結果、省電力化を図りつつ、可動板の振れ角を大きくすることができる。

【0010】

本発明のアクチュエーターでは、前記梁部の延在方向からみたときに、前記永久磁石の中心および前記梁部の中心は、それぞれ、前記コイルの軸線上に位置することが好ましい。

これにより、駆動部の回動を抑えつつ、各梁部を曲げ変形させながら駆動部をZ軸に平行な方向に変位させることができる。

【0011】

本発明のアクチュエーターでは、前記各駆動部の前記各梁部との接続部付近には、前記梁部の延在方向と直交する方向に延在するスリット状の貫通孔が形成されていることが好ましい。

これにより、各梁部をZ軸に平行な方向に曲げ変形させる際に、駆動部の各梁部との接続部を捩り変形させることができる。そのため、駆動部のZ軸に平行な方向での変位に伴って駆動部と各梁部との接続部に応力集中が生じるのを防止することができ、その結果、梁部の長さを短く設計することができる。これに対し、かかるスリット状の貫通孔を駆動部に設けない場合、駆動部の各梁部との接続部が変形しづらいため、駆動部のZ軸に平行な方向での変位に伴って駆動部の各梁部との接続部に応力集中が生じてしまう。

【0012】

本発明のアクチュエーターでは、前記各軸部は、前記可動板と前記駆動部の間に設けられた応力緩和部と、前記応力緩和部と前記可動板とを連結する可動板側軸部と、前記応力緩和部と前記駆動部とを連結する駆動部側軸部とを有し、前記応力緩和部で屈曲することが好ましい。

これにより、可動板側軸部が受ける応力を応力緩和部で緩和することができ、その応力が駆動部側軸部へ伝わるのを防止または抑制することができる。そのため、各軸部が他の軸部の屈曲の影響を受けるのを防止または抑制しつつ各軸部を屈曲させることができる。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明のアクチュエーターでは、前記各応力緩和部は、前記Z軸に平行な方向からみたときに、前記可動板側軸部および前記駆動部側軸部の延在方向に直交する方向に延在し、中心軸まわりに捻じり変形する変形部を有していることが好ましい。

これにより、変形部が捻じり変形することにより第1の軸部に加わる応力を効果的に緩和することができる。

【0014】

本発明のアクチュエーターでは、前記各応力緩和部は、前記変形部を一对有し、前記一对の変形部のうち的一方の変形部は、前記可動板側軸部に連結され、他方の変形部は、前記駆動部側軸部に連結されていることが好ましい。

これにより、変形部が捻じり変形することにより第1の軸部に加わる応力を効果的に緩和することができる。

10

【0015】

本発明のアクチュエーターでは、前記各応力緩和部は、前記一对の変形部の間に設けられ、前記変形部の延在方向と平行な方向に延在し、中心軸まわりに捻じり変形しない非変形部を有していることが好ましい。

これにより、各連結部において、非変形部を軸にして第1の軸部を屈曲させることができる。そのため、各連結部の第1の軸部を簡単かつ確実に屈曲させることができ、可動板を安定して変位させることができる。

【0016】

本発明のアクチュエーターでは、前記各応力緩和部は、前記X軸に平行な方向および前記Y軸に平行な方向に交互に延在して蛇行する部位を有していることが好ましい。

20

これにより、可動板側軸部が受ける応力を応力緩和部で緩和することができ、駆動部側軸部へ伝わるのを防止または抑制することができる。

本発明の光スキャナーは、支持部と、

光反射性を有する光反射部を備える可動板と、

前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する3つまたは4つの連結部と、

前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、

互いに直交する3つの軸をX軸、Y軸およびZ軸としたときに、

30

前記各連結部は、前記X軸および前記Y軸の双方に平行な面に沿って設けられ、

前記各駆動部は、前記Z軸に平行な方向に変位可能に設けられ、

前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記Z軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、

前記変位手段は、前記各駆動部を前記Z軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とする。

これにより、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を提供することができる。

【0017】

本発明の画像形成装置は、光源と、

40

前記光源からの光を走査する光スキャナーとを有し、

前記光スキャナーは、

支持部と、

光反射性を有する光反射部を備える可動板と、

前記支持部に対して変位可能に設けられた駆動部と、前記駆動部と前記可動板とを連結する軸部とを備え、前記可動板を前記支持部に対して変位可能に連結する3つまたは4つの連結部と、

前記可動板を前記支持部に対して変位させる変位手段とを有し、

互いに直交する3つの軸をX軸、Y軸およびZ軸としたときに、

50

前記各連結部は、前記X軸および前記Y軸の双方に平行な面に沿って設けられ、

前記各駆動部は、前記 Z 軸に平行な方向に変位可能に設けられ、

前記各軸部は、前記駆動部の変位に伴って、前記 Z 軸に平行な方向に屈曲変形するように構成され、

前記変位手段は、前記各駆動部を前記 Z 軸に平行な方向に変位させることにより、前記可動板を変位させることを特徴とする。

これにより、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画像形成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】本発明の光スキャナーの第 1 実施形態を示す平面図である。

10

【図 2】図 1 に示す光スキャナーの断面図（図 1 中 A - A 線断面図）である。

【図 3】図 1 に示す光スキャナーが有する連結部の斜視図である。

【図 4】図 1 に示す光スキャナーが有する振動構造体の製造方法を説明する断面図である。

。

【図 5】図 1 に示す光スキャナーが有する振動構造体の製造方法を説明する断面図である。

。

【図 6】図 1 に示す光スキャナーが有する変位手段を説明する図である。

【図 7】図 1 に示す光スキャナーの駆動を説明する図である。

【図 8】本発明の光スキャナーの第 2 実施形態の変位手段を説明する図である。

【図 9】本発明の光スキャナーの第 3 実施形態の変位手段を説明する図である。

20

【図 10】本発明の光スキャナーの第 4 実施形態の変位手段を説明する図である。

【図 11】本発明の光スキャナーの第 5 実施形態の変位手段を説明する図である。

【図 12】本発明の光スキャナーの第 6 実施形態の変位手段を説明する図である。

【図 13】本発明の光スキャナーの第 7 実施形態の変位手段を説明する図である。

【図 14】本発明の光スキャナーの第 8 実施形態の連結部を説明する図である。

【図 15】本発明の光スキャナーの第 9 実施形態の振動構造体を説明する図である。

【図 16】本発明の光スキャナーの第 10 実施形態の振動構造体を説明する図（平面図）である。

【図 17】図 16 に示す光スキャナーが有する連結部の拡大斜視図である。

【図 18】本発明の光スキャナーの第 11 実施形態の振動構造体を説明する図（平面図）である。

30

【図 19】本発明の画像形成装置の概略を示す図である。

【図 20】図 19 に示す画像形成装置を用いた描画の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明のアクチュエーター、光スキャナーおよび画像形成装置の好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。なお、以下では、本発明のアクチュエーターを光スキャナーに適用した場合を例に説明するが、本発明のアクチュエーターは、例えば、光スイッチ、光アッテネーター等の光スキャナー以外の光学デバイスにも適用可能である。

40

【0020】

< 第 1 実施形態 >

まず、本発明の第 1 実施形態について説明する。

図 1 は、本発明の光スキャナーの第 1 実施形態を示す平面図、図 2 は、図 1 に示す光スキャナーの断面図（図 1 中 A - A 線断面図）、図 3 は、図 1 に示す光スキャナーが有する連結部の斜視図、図 4 は、図 1 に示す光スキャナーが有する振動構造体の製造方法を説明する断面図、図 5 は、図 1 に示す光スキャナーが有する振動構造体の製造方法を説明する断面図、図 6 は、図 1 に示す光スキャナーが有する変位手段を説明する図、図 7 は、図 1 に示す光スキャナーの駆動を説明する図である。

【0021】

50

なお、以下では、説明の便宜上、図 1 中の左側を「左」、右側を「右」と言い、図 2 ~ 図 7 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。また、図 1 ~ 3 および図 6 では、それぞれ、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸として X 軸、Y 軸および Z 軸を図示している。また、以下では、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。また、図 1 では、説明の便宜上、後述する変位手段 8 のコイル 8 1 2 b、8 2 2 b、8 3 2 b、8 4 2 b および取付部材 1 3 の図示を省略している。

図 1 および図 2 に示す光スキャナー 1 は、可動板 2、支持部 3 および 4 つの連結部 4、5、6、7 で構成された振動構造体 1 1 と、振動構造体 1 1 を支持する基台 1 2 と、可動板 2 を変位させる変位手段 8 とを有している。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。

【0022】

1 - 1 . 振動構造体 1 1

本実施形態では、振動構造体 1 1 (すなわち、可動板 2、支持部 3 および 4 つの連結部 4、5、6、7) は、SOI 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。なお、振動構造体 1 1 の製造方法については後に詳述する。

【0023】

支持部 3 は、可動板 2 を支持する機能を有する。具体的には、支持部 3 は、4 つの連結部 4、5、6、7 を介して可動板 2 を支持する。

このような支持部 3 は、棒状をなしており、可動板 2 の周囲を囲むように設けられている。なお、支持部 3 の形状としては、可動板 2 を支持することができれば、特に限定されず、例えば、各連結部 4、5、6、7 毎に 4 つに分割されていてもよい。

【0024】

支持部 3 の内側には、可動板 2 が設けられている。可動板 2 は、平板状をなし、一方の面 (基台 1 2 と反対側の面) には、光反射性を有する光反射部 2 2 が形成されている。光反射部 2 2 は、例えば金、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。

なお、本実施形態では、可動板 2 の平面視形状は、円形であるが、可動板 2 の平面視形状としては、特に限定されず、例えば長方形、正方形等の多角形、楕円形等であってもよい。

【0025】

このような可動板 2 は、4 つの連結部 4、5、6、7 によって支持部 3 に連結されている。各連結部 4、5、6、7 は、X 軸および Y 軸の双方に平行な面 (仮想面) に沿って設けられている。具体的には、4 つの連結部 4、5、6、7 は、可動板 2 の平面視にて (Z 軸方向からみたとき)、可動板 2 の外周に沿って周方向に等角度間隔、すなわち 90 度間隔で配置されている。

【0026】

そして、4 つの連結部 4、5、6、7 のうち、連結部 4、6 は、可動板 2 を介して X 軸方向に対向しかつ可動板 2 に対して対称的に形成されており、連結部 5、7 は、可動板 2 を介して Y 軸方向に対向しかつ可動板 2 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 によって可動板 2 を支持することにより、可動板 2 を安定した状態で支持することができる。また、制御を容易なものとしつつ、可動板 2 を互いに直交する 2 つの軸まわりにそれぞれ安定して回動させることができる。

【0027】

より具体的に説明すると、連結部 (第 1 の連結部) 4 は、駆動部 4 1 と、駆動部 4 1 と可動板 2 とを連結する第 1 の軸部 (軸部) 4 2 と、駆動部 4 1 と支持部 3 とを連結する一対の第 2 の軸部 (梁部) 4 3 とを有している。同様に、連結部 (第 3 の連結部) 5 は、駆動部 5 1 と、駆動部 5 1 と可動板 2 とを連結する第 1 の軸部 (軸部) 5 2 と、駆動部 5 1 と支持部 3 とを連結する一対の第 2 の軸部 (梁部) 5 3 とを有している。また、連結部 (

10

20

30

40

50

第 2 の連結部) 6 は、駆動部 6 1 と、駆動部 6 1 と可動板 2 とを連結する第 1 の軸部 (軸部) 6 2 と、駆動部 6 1 と支持部 3 とを連結する一対の第 2 の軸部 (梁部) 6 3 とを有している。また、連結部 (第 4 の連結部) 7 は、駆動部 7 1 と、駆動部 7 1 と可動板 2 とを連結する第 1 の軸部 (軸部) 7 2 と、駆動部 7 1 と支持部 3 とを連結する一対の第 2 の軸部 (梁部) 7 3 とを有している。

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、後述するように可動板 2 の回動中心軸 X 1、Y 1 まわりの回動等をスムーズに行うことができる。

【0028】

以下、連結部 4 を代表してさらに詳述する。なお、連結部 4、5、6、7 の構成は、互いに同様であるため、他の連結部 5、6、7 については、その説明を省略する。ただし、連結部 5、7 は、可動板 2 の平面視にて、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」、「X 軸方向」を「Y 軸方向」と適宜読み替えることで説明することができる。

【0029】

図 3 に示すように、一対の第 2 の軸部 4 3 は、駆動部 4 1 を介して Y 軸方向に対向配置されており、駆動部 4 1 を両持ち支持している。また、一対の第 2 の軸部 4 3 は、それぞれ、Y 軸方向に延在する棒状をなしている。このような一対の第 2 の軸部 4 3 は、Z 軸方向に曲げ変形可能となっている。これにより、駆動部 4 1 は、Z 軸方向に変位可能となっている。また、一対の第 2 の軸部 4 3 は、その中心軸まわりに捩じり変形可能となっている。このような一対の第 2 の軸部 4 3 は、同軸的に設けられており、この軸 (以下、「回動中心軸 Y 2」とも言う) を中心として、一対の第 2 の軸部 4 3 が捩じり変形する。これにより、駆動部 4 1 が回動可能となっている。

【0030】

駆動部 4 1 は、可動板 2 に対して X 軸方向に離間して設けられている。また、駆動部 4 1 は、前述したように一対の第 2 の軸部 4 3 によって両持ち支持されている。このような駆動部 4 1 には貫通孔 4 1 1 が形成されており、この貫通孔に永久磁石 8 1 1 が挿通、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、駆動部 4 1 に固定されている。この永久磁石 8 1 1 は、変位手段 8 の一部を構成する。なお、永久磁石 8 1 1 の詳細については、変位手段 8 の説明とともに後述する。

【0031】

また、駆動部 4 1 の各第 2 の軸部 4 3 との接続部付近には、各第 2 の軸部 4 3 の延在方向と直交する方向 (すなわち) に延在するスリット状の貫通孔 4 1 2 が形成されている。これにより、駆動部 4 1 の Y 軸方向での両端部 (駆動部 4 1 の各第 2 の軸部 4 3 との接続部) に X 軸方向に延びる梁部 4 1 3 が形成される。この梁部 4 1 3 は、X 軸方向に延びる軸線まわりに捩れ変形可能となっている。したがって、各第 2 の軸部 4 3 を Z 軸方向に曲げ変形させる際に、駆動部 4 1 の各第 2 の軸部 4 3 との接続部 (各梁部 4 1 3) を捩り変形させることができる。そのため、駆動部 4 1 の Z 軸方向での変位に伴って駆動部 4 1 と各軸部 4 3 との接続部に応力集中が生じるのを防止することができ、その結果、各軸部 4 3 の長さを短く設計することができる。これに対し、かかるスリット状の貫通孔 4 1 2 を駆動部 4 1 に設けない場合、駆動部 4 1 の各梁部 4 1 3 との接続部が変形しづらいため、駆動部 4 1 の Z 軸方向での変位に伴って駆動部 4 1 と各軸部 4 3 との接続部に応力集中が生じてしまう。

【0032】

また、本実施形態では、駆動部 4 1 の平面視形状 (平面視での外形) は、Y 軸方向を長手とする長方形である。駆動部 4 1 をこのような形状とすることにより、永久磁石 8 1 1 を固定するスペースを確保しつつ、駆動部 4 1 の幅 (X 軸方向の長さ) を抑えることができる。駆動部 4 1 の幅を抑えることにより、駆動部 4 1 が回動中心軸 Y 2 まわりに回動する際に発生する慣性モーメントを抑えることができ、駆動部 4 1 の反応性が高まり、より

10

20

30

40

50

高速な回動が可能となる。また、駆動部 4 1 の反応性が高まると、駆動部 4 1 の回動（特に回動方向が切り替わる切り返しの時）によって、不本意な振動が発生するのを抑えることができる。そのため、光スキャナー 1 を安定して駆動することができる。

【 0 0 3 3 】

なお、駆動部 4 1 の平面視形状としては、特に限定されず、例えば、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。

このような駆動部 4 1 は、第 1 の軸部 4 2 によって可動板 2 と連結されている。第 1 の軸部 4 2 は、全体的に X 軸方向に延在するように設けられている。このような第 1 の軸部 4 2 は、駆動部 4 1 と可動板 2 との間に設けられた応力緩和部 4 2 1 と、応力緩和部 4 2 1 と可動板 2 とを連結する可動板側軸部 4 2 2 と、応力緩和部 4 2 1 と駆動部 4 1 とを連結する駆動部側軸部（駆動部側軸部）4 2 3 とを有している。

10

【 0 0 3 4 】

可動板側軸部 4 2 2 および駆動部側軸部 4 2 3 は、それぞれ、X 軸方向に延在する棒状をなしている。また、可動板側軸部 4 2 2 および駆動部側軸部 4 2 3 は、同軸的に設けられている。本実施形態では、可動板側軸部 4 2 2 は、その横断面積が駆動部側軸部 4 2 3 の横断面積よりも小さい。言い換えると、駆動部側軸部 4 2 3 は、その横断面積が可動板側軸部 4 2 2 の横断面積よりも大きい。

【 0 0 3 5 】

これら 2 つの軸部のうちの駆動部側軸部 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とより好ましい。これに対して可動板側軸部 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、第 1 の軸部 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、後述するように、可動板 2 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。

20

【 0 0 3 6 】

このような可動板側軸部 4 2 2 および駆動部側軸部 4 2 3 は、応力緩和部 4 2 1 を介して連結している。応力緩和部 4 2 1 は、第 1 の軸部 4 2 が屈曲変形する際の節となる機能と、可動板側軸部 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、前記トルクが駆動部側軸部 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。

30

図 3 に示すように、応力緩和部 4 2 1 は、一対の変形部 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 に接続する一対の接続部 4 2 1 4 と、変形部 4 2 1 2 を非変形部 4 2 1 3 に接続する一対の接続部 4 2 1 5 とを有している。

【 0 0 3 7 】

非変形部 4 2 1 3 は、Y 軸方向に延在する棒状をなしている。本実施形態では、非変形部 4 2 1 3 の横断面積は、前述した各変形部 4 2 1 1、4 2 1 2 の横断面積よりも大きい。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、後述するように、非変形部 4 2 1 3 の中心軸 Y 4 を中心に第 1 の軸部 4 2 を屈曲させることができ、応力緩和部 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。

40

【 0 0 3 8 】

このような非変形部 4 2 1 3 に対して対称的に一対の変形部 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 軸方向に延在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 9 】

可動板 2 側に位置する変形部 4 2 1 1 は、その長手方向のほぼ中央にて可動板側軸部 4

50

2 2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4 2 1 4を介して非変形部4 2 1 3に連結している。同様に、駆動部4 1側に位置する変形部4 2 1 2は、その長手方向のほぼ中央にて駆動部側軸部4 2 3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4 2 1 5を介して非変形部4 2 1 3に連結している。

【0040】

一对の接続部4 2 1 4の一方の接続部は、変形部4 2 1 1および非変形部4 2 1 3の一端部同士を連結し、他方の接続部は、変形部4 2 1 1および非変形部4 2 1 3の他端部同士を連結している。また、一对の接続部4 2 1 5の一方の接続部は、変形部4 2 1 2および非変形部4 2 1 3の一端部同士を連結し、他方の接続部は、変形部4 2 1 2および非変形部4 2 1 3の他端部同士を連結している。

このような各接続部4 2 1 4、4 2 1 5は、X軸方向に延在する棒状をなしている。また、各接続部4 2 1 4、4 2 1 5は、Z軸方向に湾曲可能でかつその中心軸まわりに捻じり変形可能となっている。

以上、振動構造体1 1の構成について具体的に説明した。

【0041】

前述したように、このような構成の振動構造体1 1は、SOI基板から一体的に形成されている。これにより、振動構造体1 1の形成が容易となる。具体的には、前述したように、振動構造体1 1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

【0042】

前記「変形させる部位」には、第2の軸部4 3、5 3、6 3、7 3、可動板側軸部4 2 2、5 2 2、6 2 2、7 2 2、変形部4 2 1 1、4 2 1 2、5 2 1 1、5 2 1 2、6 2 1 1、6 2 1 2、7 2 1 1、7 2 1 2および接続部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が含まれる。

一方、前記「変形させない部位」には、可動板2、支持部3、駆動部4 1、5 1、6 1、7 1、駆動部側軸部4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3および非変形部4 2 1 3、5 2 1 3、6 2 1 3、7 2 1 3が含まれる。

【0043】

以下、図4および図5に基づいて、振動構造体1 1の製造方法の一例を簡単に説明する。なお、図4および図5は、それぞれ、図1中A-A線断面図に対応する断面図である。また、振動構造体1 1の製造方法は、これに限定されない。

まず、図4(a)に示すように、第1のSi層1 1 0と、SiO₂層1 2 0と、第2のSi層1 3 0とがこの順で上側から積層してなるSOI基板(シリコン基板)1 0 0を用意する。

【0044】

次いで、図4(b)に示すように、SOI基板1 0 0の両面にSiO₂膜M 1、M 2を形成する。次いで、図4(c)に示すように、SiO₂膜M 2をエッチングすることにより、可動板2、支持部3および連結部4、5、6、7の平面視形状にパターニングするとともに、SiO₂膜M 1をエッチングすることにより、可動板2、支持部3、駆動部4 1、5 1、6 1、7 1、駆動部側軸部4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3および非変形部4 2 1 3、5 2 1 3、6 2 1 3、7 1 2 3に対応する形状にパターニングする。

【0045】

次いで、図5(a)に示すように、SiO₂膜M 1を介してSOI基板1 0 0をエッチングする。この際、SOI基板1 0 0の中間層たるSiO₂層1 2 0は、前記エッチングのストップ層として機能する。このエッチングが終了した後、今度は、SiO₂膜M 2を

10

20

30

40

50

介してSOI基板100をエッチングする。この際も、SOI基板100の中間層たるSiO₂層120は、前記エッチングのストップ層として機能する。

【0046】

なお、エッチング方法としては、特に限定されず、例えば、プラズマエッチング、リアクティブイオンエッチング、ビームエッチング、光アシストエッチング等の物理的エッチング法、ウェットエッチング等の化学的エッチング法等のうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。なお、以下の各工程におけるエッチングにおいても、同様の方法を用いることができる。

【0047】

次いで、図5(b)に示すように、BHF(バッファードフッ酸)等によって、SiO₂膜M1、M2およびSiO₂層120の露出している部分をエッチング除去することにより、可動板2、支持部3および連結部4、5、6、7の外形形状に加工される。

さらに、図5(c)に示すように、可動板2の上面21に金属膜を形成し、光反射部22を形成する。金属膜(光反射部22)の形成方法としては、真空蒸着、スパッタリング(低温スパッタリング)、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、金属箔の接合等が挙げられる。

このようにして振動構造体11が得られる。

【0048】

1-2. 基台12

図2に示すように、基台12は、平板状の基部121と、基部121の縁部に沿って設けられた枠部122とを有しており、上方に開口する箱状をなしている。このような基台12は、枠部122にて振動構造体11の支持部3の下面と接合されている。これにより、基台12によって振動構造体11が支持される。このような基台12は、例えば、ガラスやシリコンを主材料として構成されている。なお、基台12と支持部3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。

【0049】

1-3. 変位手段8

図1に示すように、変位手段8は、永久磁石811、コイル812(812a、812b)および電源813を有する第1の変位手段81と、永久磁石821、コイル822(822a、822b)および電源823を有する第2の変位手段82と、永久磁石831、コイル832(832a、832b)および電源833を有する第3の変位手段83と、永久磁石841、コイル842(842a、842b)および電源843を有する第4の変位手段84とを有している。

【0050】

そして、第1の変位手段81は、連結部4に対応して設けられており、第2の変位手段82は、連結部5に対応して設けられており、第3の変位手段83は、連結部6に対応して設けられており、第4の変位手段84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、比較的大きな駆動力を発生させることができ、可動板2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、後述するように、可動板2を様々な態様で変位させることができる。

【0051】

以下、第1の変位手段81について代表して詳述する。なお、第2の変位手段82、第3の変位手段83および第4の変位手段84について、第1の変位手段81と同様の構成であるため、その説明を省略する。ただし、第2の変位手段82および第4の変位手段84は、可動板2の平面視にて、第1の変位手段81に対して90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82および第4の変位手段84については、下記の第1の変位手段81の説明中の「Y軸方向」を「X軸方向」、「X軸方向」を「Y軸方向

10

20

30

40

50

」と適宜読み替えることにより説明することができる。

【0052】

図6に示すように、永久磁石811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811は、その長手方向の一端側（本実施形態では下側）がS極となっており、他端側（本実施形態では上側）がN極となっている。このような永久磁石811は、駆動部41に形成された貫通孔411に挿通されており、長手方向のほぼ中央で駆動部41に固定されている。そして、永久磁石811が、駆動部41の上下に同じ長さだけ突出し、かつ駆動部41（回動中心軸Y2）を介してS極とN極が対向する。これにより、後述するように、可動板2を安定して変位させることができる。なお、永久磁石811の上側がS極、下側がN極であってもよい。

10

【0053】

また、永久磁石811は、その長手方向が駆動部41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811は、その中心軸が回動中心軸Y2と交わるように設けられている。

特に、本実施形態では、第2の軸部43の延在方向（すなわちY軸方向）からみたときに、永久磁石811の中心（重心）G1は、駆動部41の回動中心軸Y2（すなわち第2の軸部43の中心）に対して可動板2側にずれて設けられている。このような永久磁石811の中心G1と駆動部41の回動中心軸のずれにより、後述するコイル812a側に引き付けられたときに、駆動部41をコイル812a側に変位させるとともに、駆動部41を回動中心軸Y2まわりに回動させることができる。このようにして、駆動部41のZ軸方向の変位に加えて、各第2の軸部43を捻れ変形させながら駆動部41を回動させることができる。このような駆動部41の回動に伴って、第1の軸部42を屈曲変形させることもできる。そのため、可動板2を効率的かつ円滑に回動させることができる。

20

【0054】

なお、永久磁石811の中心が第2の軸部43の中心に対して可動板2とは反対側にずれていても、コイル812a側に引き付けられたときに、駆動部41をコイル812a側に変位させるとともに、駆動部41を回動中心軸Y2まわりに回動させることができる。

このような永久磁石811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。

30

コイル812は、永久磁石811に作用する磁界を発生する。

【0055】

本実施形態では、コイル812は、駆動部41に対して下側に設けられたコイル（以下、「下側コイル」とも言う）812aと、駆動部41に対して上側に設けられたコイル（「上側コイル」とも言う）812bとで構成されている。このような1対のコイル812a、812bは、駆動部41を介してZ軸方向に互いに対向している。また、コイル812aは、基台12の基部121の上面に設けられ、コイル812bは、振動構造体11の支持部3の上面に固定された取付部材13に取り付けられている。

このようなコイル812a、812bは、それぞれ、Z軸方向の磁界を発生させることができるように設けられている。

40

【0056】

すなわち、コイル812aは、通電により、コイル812aの永久磁石811側がN極となりその反対側がS極となる状態、または、コイル812aの永久磁石811側がS極となりその反対側がN極となる状態の磁界を発生させるように設けられている。同様に、コイル812bは、通電により、コイル812bの永久磁石811側がN極となりその反対側がS極となる状態、または、コイル812bの永久磁石811側がS極となりその反対側がN極となる状態の磁界を発生させるように設けられている。

より具体的に説明すると、コイル812a、812bは、それぞれ、筒状をなし、その軸線がZ軸方向に延在するとともに、互いの軸線が同一線分（軸線Z1）上に位置するように設けられている。

50

【 0 0 5 7 】

また、コイル 8 1 2 a は、永久磁石 8 1 1 の下端部を囲むように設けられ、また、コイル 8 1 2 b は、永久磁石 8 1 1 の上端部を囲むように設けられている。言い換えると、永久磁石 8 1 1 の下端部画コイル 8 1 2 a の内側に臨むように設けられているとともに、永久磁石 8 1 1 の上端部がコイル 8 1 2 b の内側に臨むように設けられている。

また、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b は、互いに独立して、前述したような磁界を発生し得るように構成されている。

【 0 0 5 8 】

特に、本実施形態では、図 6 に示すように、Y 軸方向からみたとき、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 は、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 に対して可動板 2 とは反対側にずれている。これにより、非駆動時において、永久磁石 8 1 1 とコイル 8 1 2 a との間の可動板とは反対側の空間が可動板側の空間よりも広くなる。そのため、駆動部 4 1 および永久磁石 8 1 1 が回動中心軸 Y 2 まわりに回動したとき、永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a に接触するのを防止することができる。

このように、永久磁石 8 1 1 が Z 軸方向に磁化され、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b が Z 軸方向の磁界を発生させるように構成されていると、永久磁石 8 1 1 とコイル 8 1 2 a、8 1 2 b との間の距離を小さくすることができる。その結果、省電力化を図りつつ、可動板 2 の振れ角を大きくすることができる。

【 0 0 5 9 】

電源 8 1 3 は、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b にそれぞれ電氣的に接続されている。そして、電源 8 1 3 からコイル 8 1 2 a、8 1 2 b にそれぞれ所望の電圧を印加することにより、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b からそれぞれ前述したような磁界を発生させることができる。本実施形態では、電源 8 1 3 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、電源 8 1 3 は、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b に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。

【 0 0 6 0 】

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。なお、以下では、説明の便宜上、永久磁石 8 1 1、8 2 1、8 3 1、8 4 1 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。

< 回動中心軸 Y 1 まわりの回動 >

図 7 に示すように、可動板 2 を回動中心軸 Y 1 を中心として反時計回りに回動させるには、コイル 8 1 2 a の永久磁石 8 1 1 側が N 極、コイル 8 3 2 b の永久磁石 8 3 1 側が S 極となる第 1 の状態（以下、単に「第 1 の状態」とも言う）となるように、電源 8 1 3、8 3 3 からコイル 8 1 2 a、8 3 2 b に電圧を印加する。この第 1 の状態では、コイル 8 1 2 b、8 3 2 a が磁界を発生しないように、電源 8 1 3、8 3 3 からコイル 8 1 2 b、8 3 2 a への電圧の印加は行わない。

【 0 0 6 1 】

第 1 の状態では、永久磁石 8 1 1 の S 極がコイル 8 1 2 a に引き付けられるため、1 対の第 2 の軸部 4 3 を曲げ変形させつつ、駆動部 4 1 が下側に変位する。また、前述したように永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 が駆動部 4 1 の回動中心軸 Y 2 に対して可動板 2 側にずれているので、永久磁石 8 1 1 の S 極がコイル 8 1 2 a に引き付けられると、1 対の第 2 の軸部 4 3 を捻じり変形させつつ、駆動部 4 1 が回動中心軸 Y 2 を中心として図 7 中時計回りに回動する。

【 0 0 6 2 】

同様に、第 1 の状態では、1 対の第 2 の軸部 6 3 を曲げ変形させつつ、駆動部 6 1 が上側に変位する。また、永久磁石 8 3 1 の中心が駆動部 6 1 の回動中心軸 Y 3 に対して可動板 2 側にずれているので、永久磁石 8 3 1 の N 極がコイル 8 3 2 b に引き付けられると、1 対の第 2 の軸部 6 3 を捻じり変形させつつ、駆動部 6 1 が回動中心軸 Y 3 を中心として

10

20

30

40

50

図 7 中時計回りに回転する。

このように、第 1 状態では、駆動部 4 1 が回転中心軸 Y 2 まわりに回転しつつ下側に変位するとともに、駆動部 6 1 が回転中心軸 Y 3 まわりに回転しつつ上側に変位する。

【 0 0 6 3 】

この駆動部 4 1、6 1 の回転および変位（上下動）に伴って、駆動部側軸部 4 2 3 が可動板 2 側の端を下側に向けるように傾斜し、駆動部側軸部 6 2 3 が可動板 2 側の端を上側に向けるように傾斜する。これにより、駆動部側軸部 4 2 3、6 2 3 の可動板 2 側の端同士が Z 軸方向にずれた状態となる。

そして、駆動部側軸部 4 2 3、6 2 3 の可動板 2 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押し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、可動板側軸部 4 2 2、6 2 2 および可動板 2 が一体的に図 7 中反時計回りに傾斜する。

【 0 0 6 4 】

このように、第 1 の状態では、連結部 4 の第 1 の軸部 4 2 がその途中にある応力緩和部 4 2 1 で下側に凸の V 字状に屈曲変形（第 1 の変形）するするとともに、連結部 6 の第 1 の軸部 6 2 がその途中にある応力緩和部 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、回転中心軸 Y 1 を中心として、可動板 2 が図 7 中反時計回りに傾斜する。

【 0 0 6 5 】

一方、可動板 2 を回転中心軸 Y 1 を回転中心として時計回りに回転させるには、前述した第 1 の状態と逆の状態、すなわち、コイル 8 1 2 b の永久磁石 8 1 1 側が S 極、コイル 8 3 2 a の永久磁石 8 3 1 側が N 極となる第 2 の状態（以下、単に「第 2 の状態」とも言う）となるように、電源 8 1 3、8 3 3 からコイル 8 1 2 b、8 3 2 a に電圧を印加する。この第 2 の状態では、コイル 8 1 2 a、8 3 2 b が磁界を発生しないように、電源 8 1 3、8 3 3 からコイル 8 1 2 a、8 3 2 b への電圧の印加は行わない。

【 0 0 6 6 】

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 の第 1 の軸部 4 2 が応力緩和部 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 の第 1 の軸部 6 2 が応力緩和部 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、回転中心軸 Y 1 を中心として、可動板 2 が図 7 中時計回りに傾斜する。

このような第 1 の状態と、第 2 の状態とを交互に切り替えることによって、可動板 2 を回転中心軸 Y 1 まわりに回転させることができる。なお、可動板 2 の回転中心軸 Y 1 まわりの回転は、連結部 5、7 が有する可動板側軸部 5 2 2、7 2 2 がその中心軸まわりに押し変形することによって許容される。

【 0 0 6 7 】

また、例えば、第 1 の状態と第 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 3 3 からコイル 8 1 2 a、8 1 2 b、8 3 2 a、8 3 2 b に交番電圧を印加すると、可動板 2 を回転中心軸 Y 1 まわりに周期的に往復回転させることができる。この場合、電源 8 1 3、8 3 3 からコイル 8 1 2 a、8 1 2 b、8 3 2 a、8 3 2 b 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。

【 0 0 6 8 】

なお、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b、8 3 2 a、8 3 2 b に印加する交番電圧の周波数としては特に限定されず、可動板 2 および連結部 4、5、6、7 で構成される振動系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 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 1 のより安定した駆動が可能となる。

【 0 0 6 9 】

< 回転中心軸 X 1 まわりの回転 >

10

20

30

40

50

前述した可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動と同様に、回動中心軸 X 1 を中心として、可動板 2 を回動させることができる。なお、可動板 2 の回動中心軸 X 1 まわりの回動は、連結部 4、6 が有する可動板側軸部 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。

【0070】

また、例えば、前述した可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動と同様に、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と、可動板 2 を回動中心軸 X 1 まわりに周期的に往復回動させることができる。この場合、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。

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、可動板 2 および連結部 4、5、6、7 で構成される振動系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。

【0071】

< 回動中心軸 X 1 および回動中心軸 Y 1 のそれぞれの軸まわりの回動 >

前述したような回動中心軸 X 1 まわりの回動と、回動中心軸 Y 1 まわりの回動とを同時に行うことにより、可動板 2 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、可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動は、可動板側軸部 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り許容され、可動板 2 の回動中心軸 X 1 まわりの回動は、可動板側軸部 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。

【0072】

また、可動板 2 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、可動板 2 を回動中心軸 X 1 まわり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、可動板 2 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。

【0073】

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、可動板 2 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。

【0074】

また、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に際しては、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 の上側コイルまたは下側コイル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。

【0075】

このオフセット電圧は、コイル 8 1 2、8 2 2、8 3 2、8 4 2 の上側コイルまたは下側コイルで互いに同じであってもよいし異なってもよい。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、可動板 2 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

10

20

30

40

50

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可動板 2 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、光源と可動板 2 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しまった場合でも、組み立て後に、光源と可動板 2 との位置を補正することができる。

【0076】

また、コイル 8 1 2、8 2 2、8 3 2、8 4 2 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、可動板 2 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 2 2 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。

10

以上、光スキャナー 1 の駆動について詳細に説明した。

【0077】

このような光スキャナー 1 では、可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動と回動中心軸 X 1 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、可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動と回動中心軸 X 1 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 Y 1 の回動が回動中心軸 X 1 まわりの回動に影響を受けず、逆に、回動中心軸 X 1 の回動も回動中心軸 Y 1 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 Y 1 および可動中心軸 X 1 のそれぞれの軸まわりに可動板 2 を安定して回動させることができる。

20

【0078】

また、前述したように、光スキャナー 1 では、可動板 2 の回動中心軸 Y 1 まわりの回動は、可動板側軸部 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、可動板 2 の回動中心軸 X 1 まわりの回動は、可動板側軸部 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。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板側軸部 4 2 2、5 2 2、6 2 2、7 2 2 を有しているため、可動板 2 を回動中心軸 Y 1、X 1 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。

【0079】

さらには、光スキャナー 1 では、可動板側軸部 4 2 2、5 2 2、6 2 2、7 2 2 が直接、可動板 2 に接続されているため、よりスムーズに、可動板 2 を回動中心軸 Y 1、X 1 のそれぞれの軸まわりに回動させることができたり、Z 軸方向へ振動させたりすることができる。

30

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板側軸部 4 2 2 と変形させたくない駆動部側軸部 4 2 3 との間に応力緩和部 4 2 1 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、応力緩和部 4 2 1 の変形部 4 2 1 1、4 2 1 2 や接続部 4 2 1 4、4 2 1 5 が変形することにより吸収・緩和され、駆動部側軸部 4 2 3 に伝わらない。すなわち、応力緩和部 4 2 1 を設けることにより、可動板 2 の回動中に駆動部側軸部 4 2 3 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、可動板 2 を回動中心軸 Y 1、X 1 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。

40

【0080】

さらには、各駆動部側軸部 4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3 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、応力緩和部 4 2 1、5 2 1、6 2 1、7 2 1 を設け、駆動部側軸部 4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3 に捩じり変形を生じさせないことにより、駆動部側軸部 4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3 の破壊を効果的に防止することができる。

【0081】

50

また、連結部 4 において、駆動部側軸部 4 2 3 が実質的に変形しないため、駆動部 4 1 の回動によって生じる応力を効率よく可動板 2 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、可動板 2 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。

【0082】

また、連結部 4 において、応力緩和部 4 2 1 が非変形部 4 2 1 3 を有しているため、この非変形部 4 2 1 3 を軸にして第 1 の軸部 4 2 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 の第 1 の軸部 4 2、5 2、6 2、7 2 を簡単かつ確実に屈曲させることができ、可動板 2 を安定して回動、振動させることができる。

10

【0083】

また、連結部 4 において、応力緩和部 4 2 1 が可動板側軸部 4 2 2 と連結する変形部 4 2 1 1 と、駆動部側軸部 4 2 3 と連結する変形部 4 2 1 2 とを有し、第 1 の軸部 4 2 の屈曲時に、変形部 4 2 1 1、4 2 1 2 がその中心軸まわりに挟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 の第 1 の軸部 4 2、5 2、6 2、7 2 を確実に屈曲させることができるとともに、第 1 の軸部 4 2、5 2、6 2、7 2 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。

【0084】

また、連結部 4 において、応力緩和部 4 2 1 が一对の変形部 4 2 1 1、4 2 1 2 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 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板側軸部 4 2 2 および駆動部側軸部 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、振動構造体 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。

20

【0085】

ここで、光スキャナー 1 の構成の説明に戻るが、連結部 4、6 について、回動中心軸 Y 1 と非変形部 4 2 1 3 の中心軸 Y 4 の離間距離および回動中心軸 Y 1 と非変形部 6 2 1 3 の中心軸 Y 5 の離間距離をそれぞれ L 1 とし、中心軸 Y 5 と回動中心軸 Y 2 の離間距離および中心軸 Y 5 と回動中心軸 Y 3 の離間距離をそれぞれ L 2 としたとき、L 1 と L 2 の大小関係は特に限定されず、 $L 1 > L 2$ の関係を満たしていてもよく、 $L 1 = L 2$ の関係を満たしていてもよく、 $L 1 < L 2$ の関係を満たしていてもよい。

30

【0086】

$L 1 > L 2$ の場合には、 $L 1 = L 2$ の場合と比較して可動板 2 の回動角が小さくなるが、可動板 2 の姿勢をより高精度に制御することができる。このことは、連結部 6 についても同様である。そのため、駆動部 4 1、6 1 を回動角に対して可動板 2 の回動角が小さくなる。これにより、可動板 2 の回動角や静止時の傾きを高精度に制御することができる。

また、 $L 1 > L 2$ の場合には、変形部 4 2 1 2 が変形部 4 2 1 1 よりも挟じり変形し易くなるように構成するのが好ましい。具体的には、例えば、変形部 4 2 1 2 の幅を挟じり変形部 4 2 1 1 の幅よりも細くするのが好ましい。これは、前述したように、連結部 4 は、SOI 基板 1 0 0 をその厚さ方向にエッチングすることにより形成されるため、SOI 基板 1 0 0 の面方向と一致する幅の制御は、簡単かつ、工程を増やさずに行うことができるためである。このことは、連結部 6 についても同様である。

40

【0087】

$L 1 < L 2$ の場合には、 $L 1 = L 2$ の場合と比較して可動板 2 の回動角を大きくすることができる。このことは、連結部 6 についても同様である。そのため、駆動部 4 1、6 1 を回動角に対して可動板 2 の回動角が大きくなる。これにより、可動板 2 の回動角や静止時の傾きを大きくすることができる。

50

また、 $L_1 < L_2$ の場合には、 $L_1 > L_2$ の場合とは逆に、変形部 4 2 1 1 が変形部 4 2 1 2 よりも捩じり変形し易くなるように構成するのが好ましい。このことは、連結部 6 についても同様である。

【0088】

以上、連結部 4、6 について説明したが、連結部 5、7 についても同様のことが言える。すなわち、回動中心軸 X 1 と非変形部 5 2 1 3 の中心軸 X 4 の離間距離および回動中心軸 X 1 と非変形部 7 2 1 3 の中心軸 X 5 の離間距離をそれぞれ L_3 とし、中心軸 X 4 と回動中心軸 X 2 の離間距離および中心軸 X 5 と回動中心軸 X 3 の離間距離をそれぞれ L_4 としたとき、 L_3 と L_4 の大小関係は特に限定されず、 $L_3 > L_4$ の関係を満たしていてもよく、 $L_3 = L_4$ の関係を満たしていてもよく、 $L_3 < L_4$ の関係を満たしていてもよい。なお、 $L_3 > L_4$ 、 $L_3 = L_4$ および $L_3 < L_4$ の場合の効果は、それぞれ、上述した $L_1 > L_2$ 、 $L_1 = L_2$ および $L_1 < L_2$ の場合の効果と同様であるため、その説明を省略する。

10

【0089】

L_1 、 L_2 の関係と L_3 、 L_4 の関係は、一致していてもよいし、一致していなくてもよい。すなわち、 $L_1 = L_2$ かつ $L_3 = L_4$ 、 $L_1 > L_2$ かつ $L_3 > L_4$ 、 $L_1 < L_2$ かつ $L_3 < L_4$ であってもよいし、 $L_1 = L_2$ かつ $L_3 > L_4$ 、 $L_1 > L_2$ かつ $L_3 = L_4$ 、 $L_1 > L_2$ かつ $L_3 < L_4$ 等であってもよい。また、 L_1 と L_3 および L_2 と L_4 は、それぞれ、等しくても異なってもよい。

20

このように、光スキャナー 1 では、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 の長さや関係を変化させることにより、異なる効果を発揮することができる。そのため、光スキャナー 1 は、優れた利便性を有している。なお、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 の長さや関係は、光スキャナー 1 の使用用途（求められる特性）に基づいて適宜設定すればよい。

【0090】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

図 8 は、本発明の光スキャナーの第 2 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 2 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0091】

第 2 実施形態の光スキャナーは、駆動部と永久磁石との位置関係、および、コイルと永久磁石との位置関係がそれぞれ異なる以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これらは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 A（第 1 の変位手段 8 1 A）について代表的に説明する。

30

【0092】

本実施形態の光スキャナー 1 A は、前述した第 1 実施形態の光スキャナー 1 において、駆動部 4 1 に代えて、駆動部 4 1 A を備える。

駆動部 4 1 A には、永久磁石 8 1 1 が設けられ、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y 2 との X 軸方向での位置が一致している。

40

また、第 2 の軸部 4 3 の延在方向（すなわち Y 軸方向）からみたときに、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 は、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 に対して可動板 2 とは反対側にずれて配置されている。すなわち、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b は、その軸線 Z 1 が永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 および駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y 2 に対して可動板 2 側に位置している。

【0093】

このような永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y 2 とコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 との位置関係を有することにより、永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の可動板 2 側の部分よりもその反対側の部分の磁力の影響を受けやすくな

50

る。そのため、コイル 8 1 2 a の磁力により永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a 側に引き付けられる際に、図 8 の 2 点鎖線で示すように、永久磁石 8 1 1 の下端部が可動板 2 とは反対側へ変位する。これに伴って、駆動部 4 1 A が、下側へ変位するとともに、図 8 において時計回りに回転する。

【 0 0 9 4 】

同様に、コイル 8 1 2 b の磁力により永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 b 側に引き付けられる際に、永久磁石 8 1 1 の上端部が可動板 2 とは反対側へ変位する。これに伴って、駆動部 4 1 A が、上側へ変位するとともに、図 8 において反時計回りに回転する。

このようにして、各第 2 の軸部 4 3 を捻れ変形させながら駆動部 4 1 を回転させることができる。なお、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 に対して可動板 2 側にずれて配置されていてもよい。この場合であっても、各第 2 の軸部 4 3 を捻れ変形させながら駆動部 4 1 を回転させることができる。

10

【 0 0 9 5 】

したがって、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4 1 A の回転中心軸 Y 2 との X 軸方向での位置が一致していても、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b の磁力により駆動部 4 1 を Z 軸方向に変位させるとともに回転中心軸 Y 1 まわりに回転させることができる。

このような第 2 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 0 9 6 】

< 第 3 実施形態 >

20

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

図 9 は、本発明の光スキャナーの第 3 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 3 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【 0 0 9 7 】

第 3 実施形態の光スキャナーは、駆動部および永久磁石とコイルとの位置関係が異なる以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これらは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 B (第 1 の変位手段 8 1 B) について代表的に説明する。

30

【 0 0 9 8 】

本実施形態の光スキャナー 1 B では、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 が駆動部 4 1 の回転中心軸 Y 2 に対して可動板 2 側に位置するとともに、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 上に位置している。

このような永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4 1 の回転中心軸 Y 2 とコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 との位置関係を有することにより、前述した第 1 実施形態と同様、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 が駆動部 4 1 の回転中心軸 Y 2 に対して X 軸方向にずれているので、永久磁石 8 1 1 は、下側に変位するのに伴って、回転中心軸 Y 1 まわりに回転する。その上、前述した第 2 実施形態と同様、永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の可動板 2 側の部分よりもその反対側の部分の磁力の影響を受けやすくなる。そのため、コイル 8 1 2 a の磁力により永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a 側に引き付けられる際に、図 9 の 2 点鎖線で示すように、永久磁石 8 1 1 の下端部が可動板 2 とは反対側へ変位する。これに伴って、駆動部 4 1 が、下側へ変位するとともに、図 9 中時計回りに回転する。

40

【 0 0 9 9 】

同様に、コイル 8 1 2 b の磁力により永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 b 側に引き付けられる際に、永久磁石 8 1 1 の上端部が可動板 2 とは反対側へ変位する。これに伴って、駆動部 4 1 が、上側へ変位するとともに、図 9 において反時計回りに回転する。

したがって、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b の磁力により駆動部 4 1 を Z 軸方向に変位させるとともに回転中心軸 Y 1 まわりに円滑に回転させることができる。特に、本実施形態で

50

は、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 上に位置している
ので、駆動部 4 1 を上下方向（Z 軸方向）に効率的に変位させることができる。なお、永
久磁石 8 1 1 の中心 G 1 がコイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 に対して可動板 2 側また
はその反対側にずれて位置していてもよい。

このような第 3 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができ
る。

【0100】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。

図 10 は、本発明の光スキャナーの第 4 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 4 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相
違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0101】

第 4 実施形態の光スキャナー 1 G は、永久磁石と駆動部およびコイルとの位置関係が異
なる以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態
と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャ
ナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これ
らは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 C（第
1 の変位手段 8 1 C）について代表的に説明する。

【0102】

本実施形態の光スキャナー 1 C は、前述した第 1 実施形態の光スキャナー 1 において、
駆動部 4 1 に代えて、駆動部 4 1 A を備える。

駆動部 4 1 A には、永久磁石 8 1 1 が設けられ、永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4
1 A の回動中心軸 Y 2 との X 軸方向での位置が一致している。

また、第 2 の軸部 4 3 の延在方向（すなわち Y 軸方向）からみたときに、永久磁石 8 1
1 の中心 G 1 および第 2 の軸部 4 3 の中心（駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y 2）は、それぞ
れ、コイル 8 1 2 a、8 1 2 b の軸線 Z 1 上に位置する。すなわち、コイル 8 1 2 a、8
1 2 b は、その軸線 Z 1 が永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 および駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y
2 を通るように設けられている。

【0103】

このような永久磁石 8 1 1 の中心 G 1 と駆動部 4 1 A の回動中心軸 Y 2 とコイル 8 1 2
a、8 1 2 b の軸線 Z 1 との位置関係を有することにより、コイル 8 1 2 a の磁力により
永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 a 側に引き付けられる際に、図 10 の 2 点鎖線で示すよう
に、永久磁石 8 1 1 および駆動部 4 1 A が傾くのを防止または抑制しつつ、永久磁石 8 1
1 および駆動部 4 1 A を下側へ変位させることができる。

【0104】

同様に、コイル 8 1 2 b の磁力により永久磁石 8 1 1 がコイル 8 1 2 b 側に引き付けら
れる際に、永久磁石 8 1 1 および駆動部 4 1 A が傾くのを防止または抑制しつつ、永久磁
石 8 1 1 および駆動部 4 1 A を上側へ変位させることができる。

このようにして、駆動部 4 1 A の回動を抑えつつ、各第 2 の軸部 4 3 を曲げ変形させな
がら駆動部 4 1 A を Z 軸方向に変位させることができる。

【0105】

このように永久磁石 8 1 1 および駆動部 4 1 A が上下に変位する際の傾きを防止または
抑制することにより、永久磁石 8 1 1 および駆動部 4 1 A の変位量と可動板 2 の回動角と
の関係が単純化されるため、変位手段 8 の制御を簡単化することができる。

このような第 4 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができ
る。

【0106】

< 第 5 実施形態 >

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。

10

20

30

40

50

図 1 1 は、本発明の光スキャナーの第 5 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 5 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

第 5 実施形態の光スキャナーは、永久磁石と駆動部およびコイルとの位置関係が異なるとともに、上側コイルを省略した以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これらは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 D (第 1 の変位手段 8 1 D) について代表的に説明する。

10

【 0 1 0 8 】

本実施形態の光スキャナー 1 D は、前述した第 1 実施形態の光スキャナー 1 において、駆動部 4 1 に代えて、駆動部 4 1 D を備える。

駆動部 4 1 D の下面には、凹部 4 1 1 D が形成され、その凹部 4 1 1 D には、永久磁石 8 1 1 D が挿入されている。そして、永久磁石 8 1 1 D の中心 G 1 と駆動部 4 1 D の回動中心軸 Y 2 との X 軸方向での位置が一致している。

【 0 1 0 9 】

また、コイル 8 1 2 a は、その軸線 Z 1 が永久磁石 8 1 1 D の中心 G 1 および駆動部 4 1 D の回動中心軸 Y 2 を通るように設けられている。

このような永久磁石 8 1 1 D の中心 G 1 と駆動部 4 1 D の回動中心軸 Y 2 とコイル 8 1 2 a の軸線 Z 1 との位置関係を有することにより、前述した第 4 実施形態と同様、永久磁石 8 1 1 D および駆動部 4 1 D が上下に変位する際の傾きを防止または抑制することができる。

20

【 0 1 1 0 】

また、本実施形態では、駆動部 4 1 D の上側にはコイルおよび永久磁石を設置しないので、装置構成が簡単になるという利点がある。

また、駆動部 4 1 D に形成した凹部 4 1 1 D により永久磁石 8 1 1 D の位置決めがなされるので、製造時に永久磁石 8 1 1 D を所望の位置に簡単かつ確実に設置することができる。

このような第 5 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

30

【 0 1 1 1 】

< 第 6 実施形態 >

次に、本発明の第 6 実施形態について説明する。

図 1 2 は、本発明の光スキャナーの第 6 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 6 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【 0 1 1 2 】

第 6 実施形態の光スキャナーは、永久磁石と駆動部およびコイルとの位置関係が異なるとともに、上側コイルを省略した以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。また、第 6 実施形態の光スキャナーは、駆動部に対する永久磁石の設置形態が異なる以外は、前述した第 5 実施形態の光スキャナーと同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これらは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 E (第 1 の変位手段 8 1 E) について代表的に説明する。

40

【 0 1 1 3 】

本実施形態の光スキャナー 1 E は、駆動部 4 1 の下面上に、ハンドル層 4 1 1 E が設けられている。そして、そのハンドル層 4 1 1 E の下面上に、永久磁石 8 1 1 E が設けられている。

50

また、永久磁石 8 1 1 E の中心 G 1 と駆動部 4 1 の回動中心軸 Y 2 との X 軸方向での位置が一致している。

【 0 1 1 4 】

また、コイル 8 1 2 a は、その軸線 Z 1 が永久磁石 8 1 1 E の中心 G 1 および駆動部 4 1 の回動中心軸 Y 2 を通るように設けられている。

このような永久磁石 8 1 1 E の中心 G 1 と駆動部 4 1 の回動中心軸 Y 2 とコイル 8 1 2 a の軸線 Z 1 との位置関係を有することにより、前述した第 4 実施形態と同様、永久磁石 8 1 1 E および駆動部 4 1 が上下に変位する際の傾きを防止または抑制することができる。

【 0 1 1 5 】

また、本実施形態では、駆動部 4 1 の上側にはコイルおよび永久磁石を設置しないので、装置構成が簡単になるという利点がある。

また、駆動部 4 1 の下面上に形成したハンドル層 4 1 1 E は、駆動部 4 1 に対する永久磁石 8 1 1 E の位置決めを行う機能を有する。このようなハンドル層 4 1 1 E を駆動部 4 1 に設けることによって、製造時に永久磁石 8 1 1 E を所望の位置に簡単かつ確実に設置することができる。

【 0 1 1 6 】

ハンドル層 4 1 1 E は、永久磁石 8 1 1 E の設置位置および設置範囲に対応した形状および大きさで形成されている。

このようなハンドル層 4 1 1 E の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、シリコン材料、樹脂材料、金属材料等が挙げられる。また、ハンドル層 4 1 1 E の形成方法は、特に限定されないが、例えば、真空蒸着、スパッタリング（低温スパッタリング）、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、薄膜の接合等が挙げられる。

このような第 6 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 1 1 7 】

< 第 7 実施形態 >

次に、本発明の第 7 実施形態について説明する。

図 1 3 は、本発明の光スキャナーの第 7 実施形態の変位手段を説明する図である。

以下、第 7 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【 0 1 1 8 】

第 7 実施形態の光スキャナーは、永久磁石の形態が異なるとともに、磁心を設けた以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。また、図示しないが、本実施形態の光スキャナーも 4 つの連結部およびそれに対応した第 1 ~ 4 の変位手段を有する。以下では、これらは互いに同様の構成であるため、1 つの連結部およびこれに対応する変位手段 8 F（第 1 の変位手段 8 1 F）について代表的に説明する。

【 0 1 1 9 】

本実施形態の光スキャナー 1 F は、駆動部 4 1 の下面上に設けられた永久磁石 8 1 1 a と、駆動部 4 1 の上面上に設けられた永久磁石 8 1 1 b とを有する。

永久磁石 8 1 1 a、8 1 1 b は、それぞれ、板状をなし、その厚さ方向（すなわち Z 軸方向）に磁化されている。なお、永久磁石 8 1 1 a の磁化の方向と、永久磁石 8 1 1 b の磁化の方向とは同方向であっても逆方向であってもよい。

【 0 1 2 0 】

また、基台 1 2 上には、磁心 8 5 a が固定的に設けられ、この磁心 8 5 a の外周を巻回するようにしてコイル 8 1 2 a が設けられている。

同様に、取付部材 1 3 上には、磁心 8 5 b が固定的に設けられ、この磁心 8 5 b の外周を巻回するようにしてコイル 8 1 2 b が設けられている。

10

20

30

40

50

このような磁心 8 5 a、8 5 b を設けることにより、永久磁石 8 1 1 a、8 1 1 b 付近におけるコイル 8 1 2 a、8 1 2 b による磁束密度を高めることができる。そのため、効率的に駆動部 4 1 を変位させることができる。

このような第 7 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0121】

< 第 8 実施形態 >

次に、本発明の第 8 実施形態について説明する。

図 1 4 は、本発明の光スキャナーの第 8 実施形態の連結部を説明する図である。

以下、第 8 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

10

【0122】

第 8 実施形態の光スキャナーは、各連結部の応力緩和部が有する非変形部の構成が異なる以外は、前述した光スキャナーとほぼ同様である。なお、本実施形態では、各連結部 4、5、6、7 における非変形部の構成が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、連結部 5、6、7 については、その説明を省略する。また、前述した第 1 実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0123】

図 1 4 に示すように、連結部 4 G の応力緩和部 4 2 1 G では、非変形部 4 2 1 3 G が一対設けられている。一対の非変形部 4 2 1 3 G は、互いに Y 軸方向に離間し、Y 軸と平行な 1 つの軸線上に位置している。このような構成の連結部 4 G でも、一対の非変形部 4 2 1 3 G 結んだ線分を軸にして第 1 の軸部 4 2 G を局所的に屈曲させることができる。

20

このような第 8 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0124】

< 第 9 実施形態 >

次に、本発明の第 9 実施形態について説明する。

図 1 5 は、本発明の光スキャナーの第 9 実施形態の振動構造体を説明する図である。

以下、第 9 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

30

【0125】

第 9 実施形態の光スキャナーは、振動構造体の向きおよび可動板の構成が異なる以外は、前述した光スキャナーとほぼ同様である。なお、前述した第 1 実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

図 1 5 に示すように、本実施形態の光スキャナー 1 H では、振動構造体 1 1 が前述した実施形態に対して表裏反転している。すなわち、前述した実施形態で基台 1 2 側に位置していた面が基台 1 2 と反対側に位置し、基台 1 2 と反対側に位置していた面が基台 1 2 側に位置するように設けられている。

【0126】

また、本実施形態では、可動板 2 H は、各連結部 4、5、6、7 と連結する基部 2 3 H と、柱部 2 4 H を介して基部 2 3 H に固定された光反射板 2 5 H とを有している。このような可動板 2 H では、光反射板 2 5 H の上面に光反射部 2 2 が設けられている。可動板 2 H をこのような構成とすることにより、光スキャナー 1 H の大型化を防止しつつ、光反射部 2 2 の面積を大きくすることができる。これにより、光反射部 2 2 で、より光束の太い光を反射することができる。また、光反射部 2 2 での光反射によって発生する熱を各連結部 4、5、6、7 に伝達し難くすることができ、連結部 4、5、6、7 の熱膨張を抑制することができる。各連結部 4、5、6、7 への熱の伝達を防止するという観点からすれば、柱部 2 4 D を優れた断熱性を有する材料で構成してもよい。

40

【0127】

なお、光反射板 2 5 H の形状および大きさとしては、光スキャナー 1 H の駆動を阻害し

50

ない限り、如何なるものであってもよいが、例えば、X軸方向において一对の非変形部4213、6213間に収まり、Y軸方向において一对の非変形部5213、7213間に収まるような形状および大きさであるのが好ましい。これにより、各連結部4、5、6、7の第1の軸部42、52、62、72が屈曲した際、駆動部側軸部423、523、623、723のいずれかと光反射板25Hとが接触してしまうのを確実に防止することができる。

【0128】

具体的に、光反射板25Hの平面視形状としては、例えば、一对の非変形部4213、6213の離間距離よりも小さい直径の円形であることが好ましい。また、X軸方向の長さが一对の非変形部4213、6213の離間距離より短く、Y軸方向の長さが一对の非変形部5213、7213の離間距離より短い矩形であることも好ましい。

このような第9実施形態によっても、第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0129】

<第10実施形態>

次に、本発明の第10実施形態について説明する。

図16は、本発明の光スキャナーの第10実施形態の振動構造体を説明する図(平面図)、図17は、図16に示す光スキャナーが有する連結部の拡大斜視図である。

以下、第10実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0130】

第10実施形態の光スキャナーは、応力緩和部の構成が異なる以外は、前述した光スキャナーとほぼ同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

図16に示すように、本実施形態の光スキャナー1Iにおいて、各連結部4I、5I、6I、7Iが有する応力緩和部421I、521I、621I、721Iは、それぞれ、X軸方向およびY軸方向に交互に延在するように蛇行したミアンダー構造をなしている。これら応力緩和部421I、521I、621I、721Iは、互いに同様の構成であるため、以下では、応力緩和部421Iについて代表して説明し、他の応力緩和部521I、621I、721Iについては、その説明を省略する。

【0131】

図17に示すように、応力緩和部421Iは、可動板側軸部422に接続され、X軸方向に延在する第1の延在部4211Iと、第1の延在部4211Iの端部からY軸方向に向けて延出する第2の延在部4212Iと、第2の延在部4212Iの端部からX軸方向に向けて延出する第3の延在部4213Iと、第3の延在部4213Iの端部からY軸方向に向けて延出する第4の延在部4214Iと、第4の延在部4214Iの端部からX軸方向に延出する第5の延在部4215Iと、第5の延在部4215Iの端部からY軸方向に延出する第6の延在部4216Iと、第6の延在部4216Iの端部からX軸方向に延出し駆動部側軸部423に接続される第7の延在部4217Iとを有している。

【0132】

X軸方向に延在する4つの延在部4211I、4213I、4215I、4217Iのうちの第1の延在部4211I、4217Iは、それぞれ、XY平面視にて回動中心軸X1上に設けられており、第3の延在部4213Iおよび第5の延在部4215Iは、XY平面視(図16の平面視)にて、回動中心軸X1に対して互いに反対側に設けられている。なお、第3の延在部4213Iおよび第5の延在部4215Iの回動中心軸X1との離間距離は互いに等しいことが好ましい。

【0133】

一方、Y軸方向に延在する3つの延在部4212I、4214I、4216Iのうちの第4の延在部4214Iは、XY平面視にて、回移動中心軸X1を跨いで設けられており、第2の延在部4212Iおよび第6の延在部4216Iは、XY平面視にて、回動中心

10

20

30

40

50

軸 X 1 に対して互いに反対側に設けられている。なお、これら 3 つの延在部 4 2 1 2 I、4 2 1 4 I、4 2 1 6 I は、X 軸方向に等ピッチで並んでいるのが好ましい。すなわち第 2 の延在部 4 2 1 2 I と第 4 の延在部 4 2 1 4 I の離間距離と、第 4 の延在部 4 2 1 4 I と第 6 の延在部 4 2 1 6 I の離間距離が等しいことが好ましい。

以上説明した 7 つの延在部 4 2 1 1 I ~ 4 2 1 7 I は、それぞれ、その中心軸まわりに捻じり変形可能であり、また湾曲変形可能でもある。例えば、これら 7 つの延在部 4 2 1 1 I ~ 4 2 1 7 I は、それぞれ、前述した第 1 実施形態の図 4 および図 5 で示す第 2 の S i 層 1 3 0 にて構成されている。

【 0 1 3 4 】

このような応力緩和部 4 2 1 I では、各延在部 4 2 1 1 I ~ 4 2 1 7 I が捻じり変形および湾曲変形の少なくとも一方の変形をすることにより、第 4 の延在部 4 2 1 4 I を軸にして第 1 の軸部 4 2 I を屈曲させることができ、また、可動板側軸部 4 2 2 の捻じり変形により生じる応力を緩和することができる。

以上、応力緩和部 4 2 1 I について説明した。

【 0 1 3 5 】

本実施形態では、応力緩和部 7 2 1 I、5 2 1 I、6 2 1 I は、それぞれ、応力緩和部 4 2 1 I を図 1 6 中時計回りに 90°、180°、270° 回転させた構成となっている。すなわち、可動板 2 を介して対向する応力緩和部 4 2 1 I、6 2 1 I が可動板 2 に対して回転対称であり、可動板 2 を介して対向する応力緩和部 5 2 1 I、7 2 1 I が可動板 2 に対して回転対称である。

【 0 1 3 6 】

なお、応力緩和部 4 2 1 I は、7 本の延在部が X 軸方向と Y 軸方向に交互に延在する構成であるが、延在部の本数は、これに限定されず、例えば、11 本や 15 本であってもよい。ただし、X 軸方向に延在する複数の延在部のうち、回動中心軸 X 1 に対して一方側にある延在部の数と、他方側にある延在部の数とが等しいことが好ましい。

このような第 10 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 1 3 7 】

< 第 1 1 実施形態 >

次に、本発明の第 1 1 実施形態について説明する。

図 1 8 は、本発明の光スキャナーの第 1 1 実施形態の振動構造体を説明する図（平面図）である。

以下、第 1 1 実施形態の光スキャナーについて、前述した実施形態の光スキャナーとの相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

第 1 1 実施形態の光スキャナー 1 J は、連結部の数および配置が異なるとともに、それに伴う変位手段の構成が異なる以外は、第 1 実施形態の光スキャナー 1 とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【 0 1 3 8 】

本実施形態の光スキャナー 1 J は、前述した第 1 実施形態の光スキャナー 1 において、連結部 7 および第 4 の変位手段 8 4 を省略するとともに、連結部 4 を図 1 にて可動板 2 を中心として時計回りに 30° 回転させ、連結部 6 を図 1 にて可動板 2 を中心として反時計回りに 30° 回転させた構成と同様の構成を有する。

このような光スキャナー 1 J は、可動板 2 を支持部 3 J に対して回動可能に支持する 3 つの連結部 4 J、5 J、6 J と、可動板 2 を変位させる変位手段 8 J とを有している。

【 0 1 3 9 】

3 つの連結部 4 J、5 J、6 J は、平面視において、可動板 2 を中心として、120° で等角度間隔で配置されている。

連結部 4 J、5 J、6 J は、前述したように配置（向き）が異なる以外は、互いに同様の構成を有する。

また、変位手段 8 J は、連結部 4 J に対応して設けられた第 1 の変位手段 8 1 J、連結

10

20

30

40

50

部 5 J に対応して設けられた第 2 の変位手段 8 2 J と、連結部 6 J に対応して設けられた第 3 の変位手段 8 3 J とを有する。

【 0 1 4 0 】

第 1 の変位手段 8 1 J は、連結部 4 J に設けられた永久磁石 8 1 1 と、永久磁石 8 1 1 に対応して設けられたコイル 8 1 2 と、コイル 8 1 2 に所定の電圧を印加する電源 8 1 3 J とを有する。

同様に、第 2 の変位手段 8 2 J は、連結部 5 J に設けられた永久磁石 8 2 1 と、永久磁石 8 2 1 に対応して設けられたコイル 8 2 2 と、コイル 8 2 2 に所定の電圧を印加する電源 8 2 3 J とを有する。また、第 3 の変位手段 8 3 J は、連結部 6 J に設けられた永久磁石 8 3 1 と、永久磁石 8 3 1 に対応して設けられたコイル 8 3 2 と、コイル 8 3 2 に所定の電圧を印加する電源 8 3 3 J とを有する。

10

【 0 1 4 1 】

このような変位手段 8 J において、例えば、可動板 2 を X 軸に平行な軸線まわりに回動させるには、駆動部 4 1 を上側に変位させるとともに駆動部 5 1、6 1 を下側に変位させる状態と、駆動部 4 1 を下側に変位させるとともに駆動部 5 1、6 1 を上側に変位させる状態とを交互に切り替えればよい。また、可動板 2 を Y 軸に平行な軸線まわりに回動させるには、駆動部 5 1 の上下方向での変位を行わずに、駆動部 4 1 を上側に変位させるとともに駆動部 6 1 を下側に変位させる状態と、駆動部 4 1 を下側に変位させるとともに駆動部 5 1 を上側に変位させる状態とを交互に切り替えればよい。

【 0 1 4 2 】

このような第 1 1 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

20

以上説明したような光スキャナーは、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。その結果、優れた描画特性を有する画像形成装置を提供することができる。

【 0 1 4 3 】

具体的に、図 1 9 に示すようなプロジェクター 2 0 0 について説明する。なお、説明の便宜上、スクリーン S 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。

30

プロジェクター 2 0 0 は、レーザーなどの光を照出する光源装置 2 1 0 と、複数のダイクロミックミラー 2 2 0、2 2 0、2 2 0 と、光スキャナー 1 とを有している。

【 0 1 4 4 】

光源装置 2 1 0 は、赤色光を照出する赤色光源装置 2 1 1 と、青色光を照出する青色光源装置 2 1 2 と、緑色光を照出する緑色光源装置 2 1 3 とを備えている。各ダイクロミックミラー 2 2 0 は、赤色光源装置 2 1 1、青色光源装置 2 1 2、緑色光源装置 2 1 3 のそれぞれから照出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 2 0 0 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 2 1 0 (赤色光源装置 2 1 1、青色光源装置 2 1 2、緑色光源装置 2 1 3) から照出された光をダイクロミックミラー 2 2 0 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、スクリーン S 上でカラー画像を形成するように構成されている。

40

【 0 1 4 5 】

2 次元走査の際、光スキャナー 1 の可動板 2 の、回動中心軸 Y 1 まわりの回動により光反射部 2 2 で反射した光がスクリーン S の横方向に走査 (主走査) される。一方、光スキャナー 1 の可動板 2 の、回動中心軸 X 1 まわりの回動により光反射部 2 2 で反射した光がスクリーン S 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、前述のようなラスタースキャンによって行ってもよい、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 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

50

い。

【0146】

ベクタースキャンとは、光源装置210から出射した光をスクリーンSに対し、当該スクリーンS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S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、前述したように、可動板2を不規則に連続的に変位させることができるため、このようなベクタースキャンに特に適している。

【0147】

具体的に説明すれば、図20に示すような文字の集合をベクタースキャンにて描画する場合には、光源装置210から出射した光をそれぞれの文字を書くように光を走査する。この際、光スキャナー1が有する可動板2の回動中心軸X1まわりの姿勢(回動)と回動中心軸Y1まわりの姿勢(回動)とをそれぞれ制御することにより、不規則に光を走査することができ、図20に示すような文字を一筆書きのごとく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S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。

10

【0148】

なお、図19中では、ダイクロイックミラー220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250で反射させてからスクリーンSに画像を形成するように構成されているが、固定ミラー250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Sに照射してもよい。

20

以上、本発明のアクチュエーター、光スキャナーおよび画像形成装置について、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明のアクチュエーター、光スキャナーおよび画像形成装置では、各部の構成は、同様の機能を発揮する任意の構成のものに置換することができ、また、任意の構成を付加することもできる。また、例えば、本発明の光スキャナーでは、前述した実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【0149】

また、前述した実施形態では、変位手段の構成として永久磁石と電磁コイルとを用いた電磁駆動を採用した構成について説明したが、可動板を前述のように変位させることができれば、これに限定されず、例えば、変位手段として、静電駆動、圧電駆動を採用してもよい。また、例えば、駆動部にコイルを設け、基台上に永久磁石を設けたムービングコイル方式の電磁駆動を採用することもできる。

30

【0150】

また、前述した実施形態では、各連結部の第1の軸部が応力緩和部を有する構成について説明したが、これに限定されず、応力緩和部を省略してもよい。すなわち、各連結部の第1の軸部は、可動板側軸部と駆動部側軸部とが直接接続されていてもよい。

また、前述した実施形態では、光スキャナーの駆動時に、各連結部の駆動部側軸部が実質的に変形しない構成について説明したが、これに限定されず、例えば、Z軸方向に曲げ変形(湾曲変形)するように構成されていてもよい。

【0151】

また、前述した実施形態では、SOI基板の厚さを異ならせることにより各連結部の変形させる部位(第2の軸部、可動板側軸部、変形部および接続部)と変形させない部位(駆動部、駆動部側軸部および非変形部)とを作り分けているが、これに限定させず、例えば、幅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とを作り分けてもよい。

40

【符号の説明】

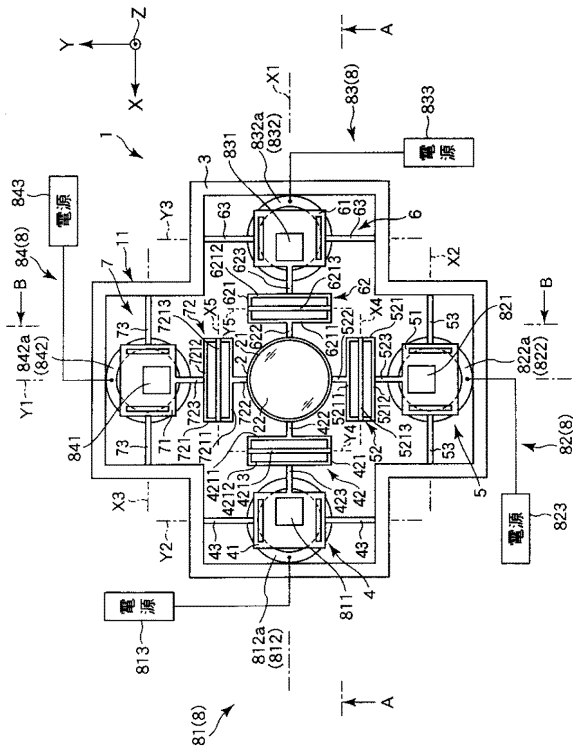
【0152】

- 1、1G...光スキャナー
- 11...振動構造体
- 12...基台
- 13...取付部材
- 121...基部
- 122...枠部
- 2、2H...可動板
- 21...上面
- 22...光反射部
- 23H...基部
- 24H...柱部
- 25H...光反射板

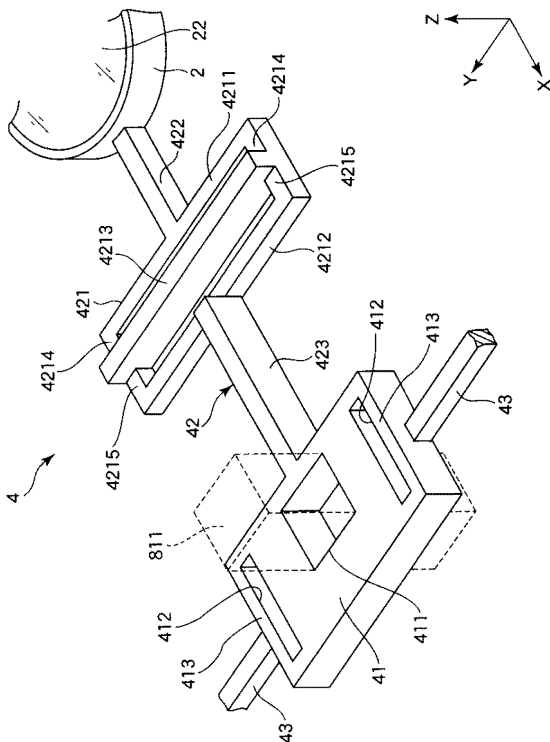
50

3 ... 支持部 4、4 G、4 I、4 J、5、5 J、6、6 J、7 ... 連結部 4 1、
 5 1、6 1、7 1 ... 駆動部 4 1 A、4 1 D ... 駆動部 4 1 1、4 1 2 ... 貫通
 孔 4 1 1 D ... 凹部 4 1 1 E ... ハンドル層 4 1 3 ... 梁部 4 2、4 2
 C、5 2、6 2、7 2 ... 第 1 の軸部 4 2 1、4 2 1 C、4 2 1 G、4 2 1 I、4 2
 1 E、5 2 1、5 2 1 E、5 2 1 I、6 2 1、6 2 1 E、6 2 1 I、7 2 1、7 2 1 I、
 7 2 1 E ... 応力緩和部 4 2 1 1、4 2 1 2、5 2 1 1、5 2 1 2、6 2 1 1、6 2
 1 2、7 2 1 1、7 2 1 2 ... 変形部 4 2 1 3、4 2 1 3 C、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 4 2 1 1 E、4 2 1 1 I ... 第 1 の延在部 4
 2 1 2 E、4 2 1 2 I ... 第 2 の延在部 4 2 1 3 E、4 2 1 3 I ... 第 3 の延在部 10
 4 2 1 4 E ... 第 4 の延在部 4 2 1 5 E、4 2 1 5 I ... 第 5 の延在部 4 2 1
 6 E ... 第 6 の延在部 4 2 1 7 E、4 2 1 7 I ... 第 7 の延在部 4 2 2、5 2 2
 、6 2 2、7 2 2 ... 可動板側軸部 4 2 3、5 2 3、6 2 3、7 2 3 ... 駆動部側軸
 部 4 3、5 3、6 3、7 3 ... 第 2 の軸部 8、8 J ... 変位手段 8 1 A ~ 8
 1 J ... 第 1 の変位手段 8 2、8 2 J ... 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 1 1、8 1 1 a、8 1 1 b、8 1 1 B、8 1 1 D、
 8 1 1 E、8 2 1、8 3 1、8 4 1 ... 永久磁石 8 1 2、8 1 2 a、8 1 2 b、8 2
 2、8 3 2、8 3 2 a、8 3 2 b、8 4 2 ... コイル 8 1 3、8 1 3 B、8 1 3 J、
 8 2 3、8 2 3 J、8 3 3、8 3 3 J、8 4 3 ... 電源 8 5、8 5 A ... コイル固定
 部 8 5 a、8 5 b ... 磁心 8 5 1 ... 突出部 8 5 2 A ... 本体部 1 0 0 20
 ... S O I 基板 1 1 0 ... 第 1 の S i 層 1 2 0 ... S i O₂ 層 1 3 0 ... 第
 2 の S i 層 2 0 0 ... プロジェクター 2 1 0 ... 光源装置 2 1 1 ... 赤色光
 源装置 2 1 2 ... 青色光源装置 2 1 3 ... 緑色光源装置 2 2 0 ... ダイクロ
 イックミラー 2 5 0 ... 固定ミラー G 1 ... 中心 M 1、M 2 ... S i O₂ 膜
 X 1 ~ X 3、Y 1 ~ Y 3 ... 回動中心軸 X 4、X 5、Y 4、Y 5 ... 中心軸
 Z 1 ... 軸線

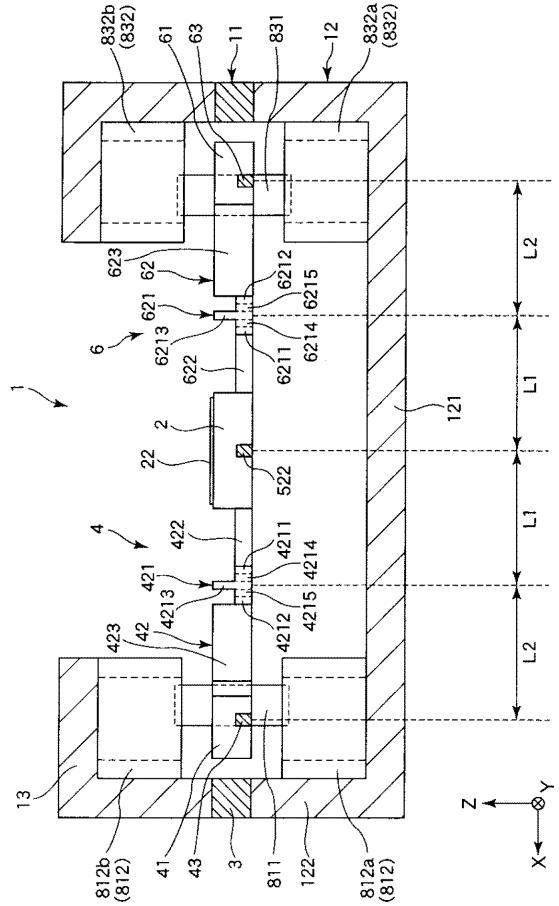
【図 1】



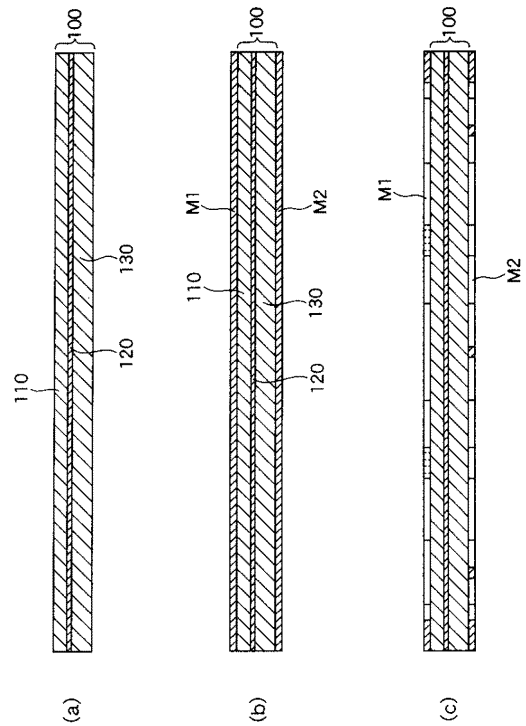
【図 3】



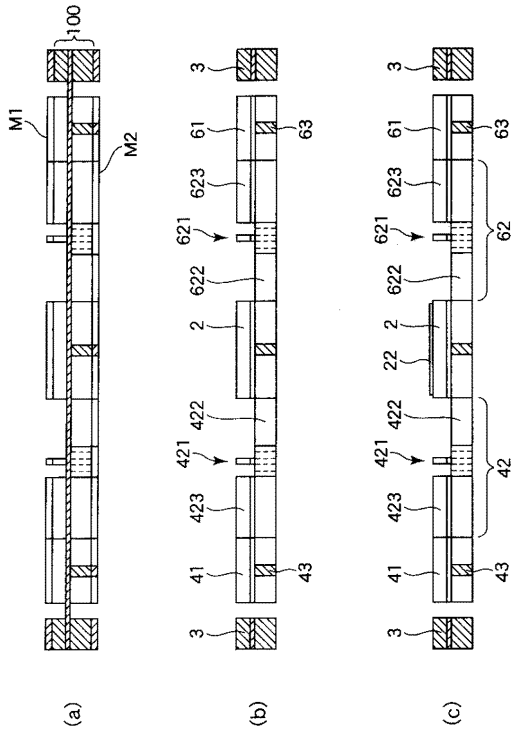
【図 2】



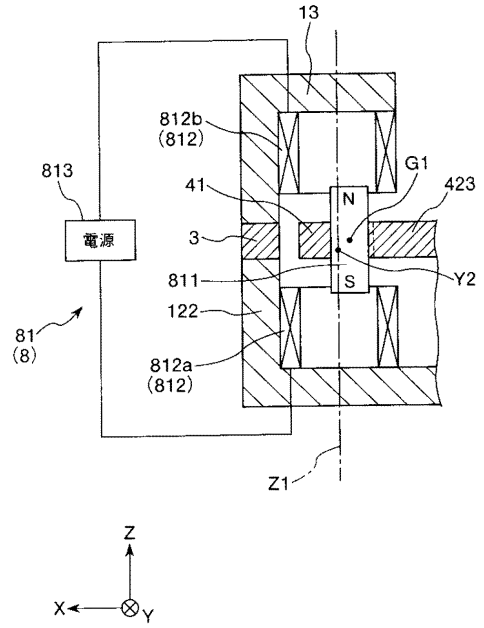
【図 4】



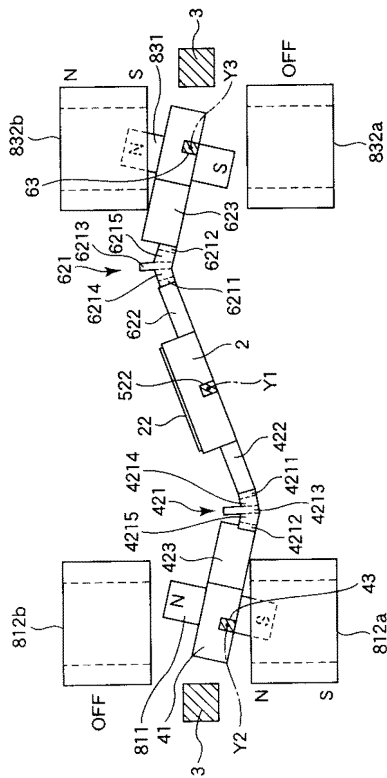
【 図 5 】



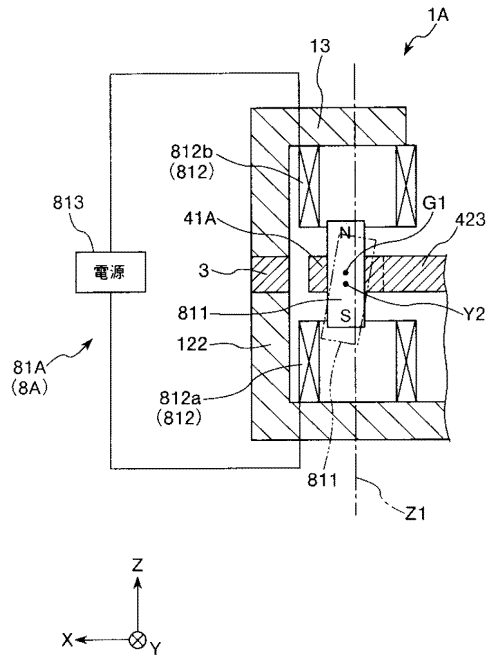
【 図 6 】



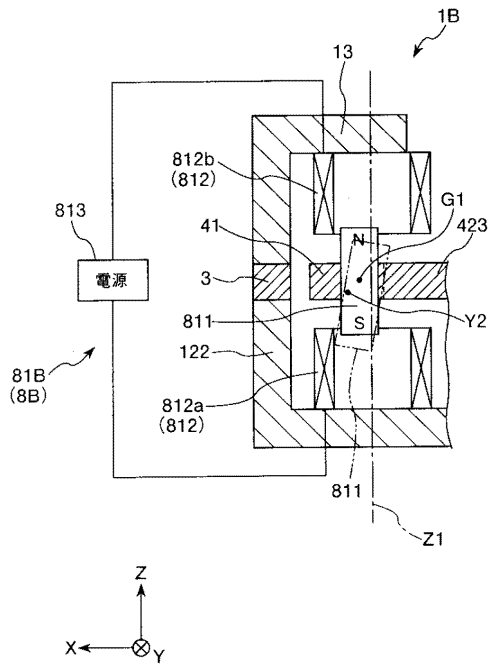
【 図 7 】



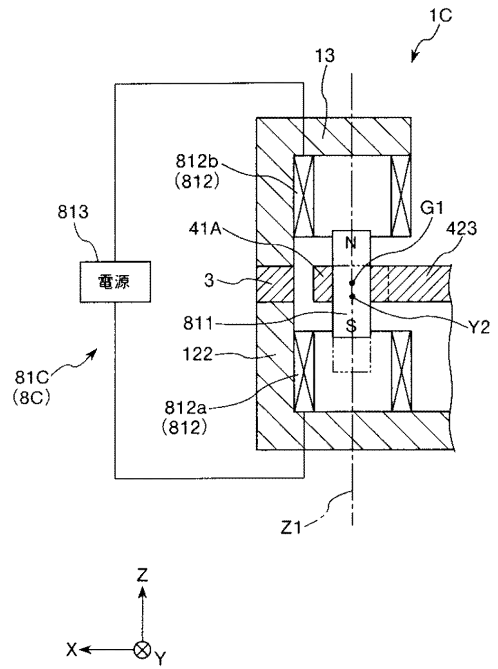
【 図 8 】



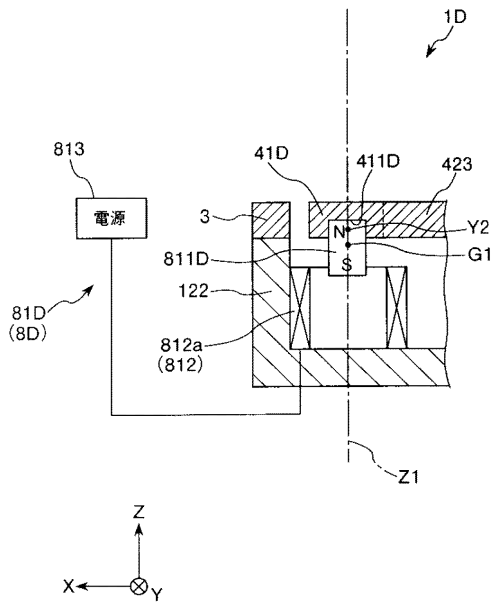
【 図 9 】



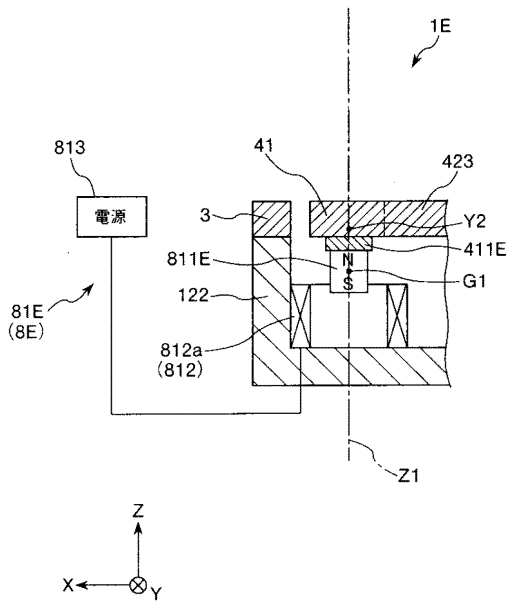
【 図 1 0 】



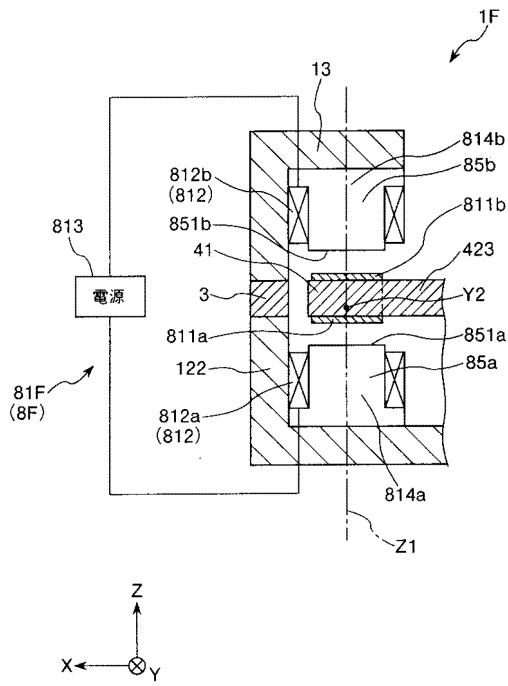
【 図 1 1 】



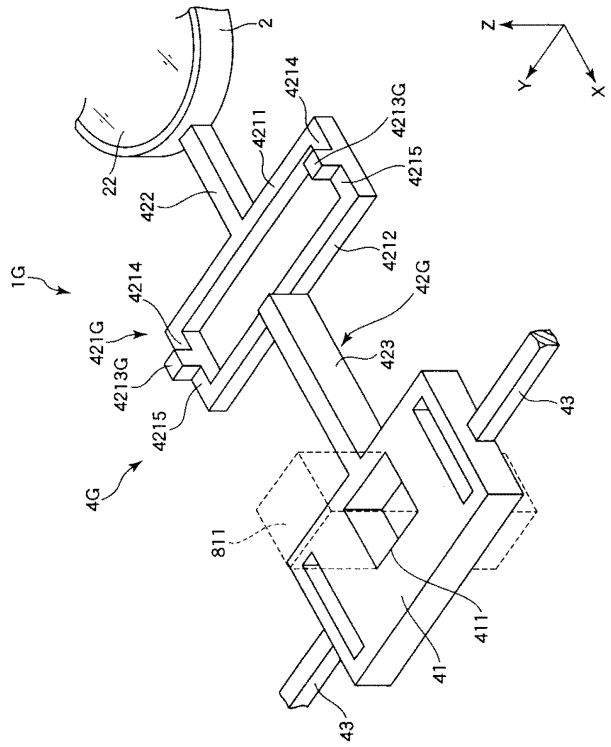
【 図 1 2 】



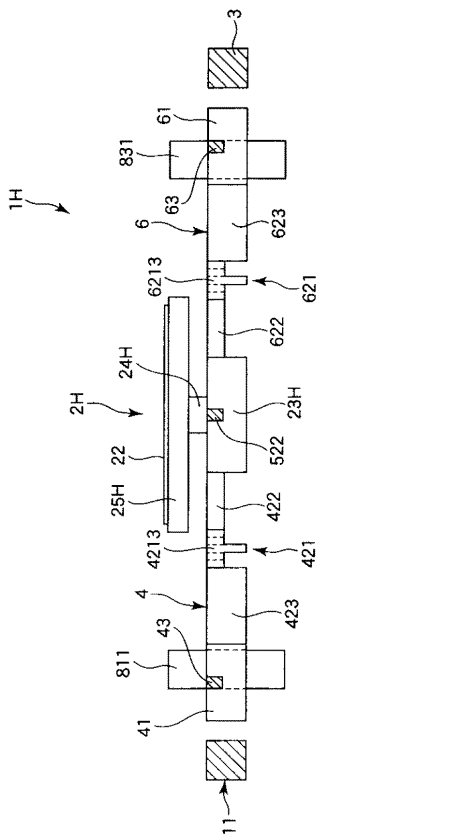
【図 13】



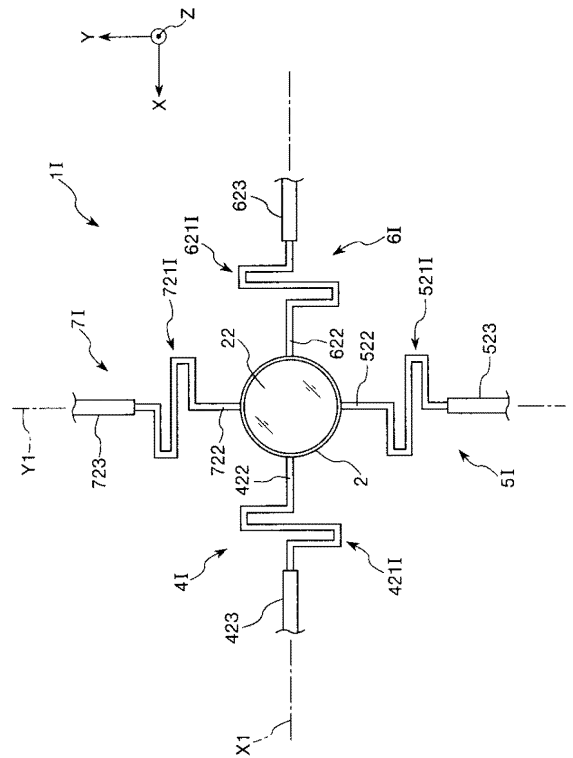
【図 14】



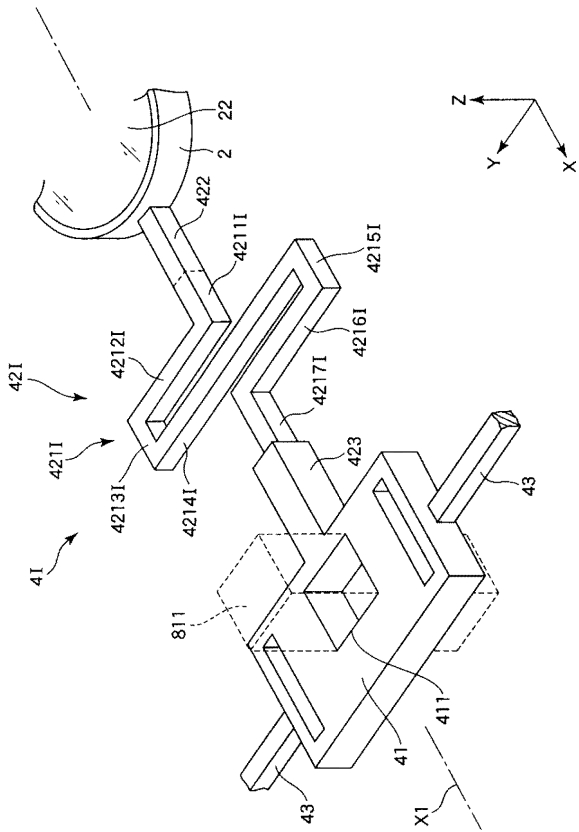
【図 15】



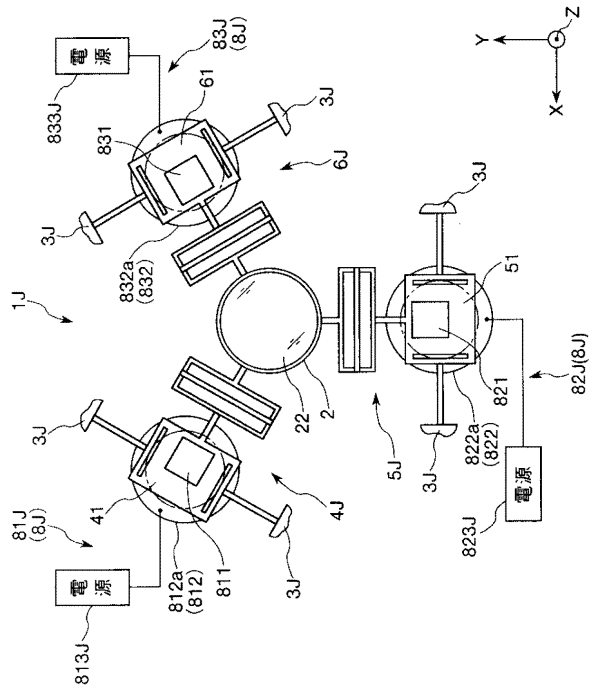
【図 16】



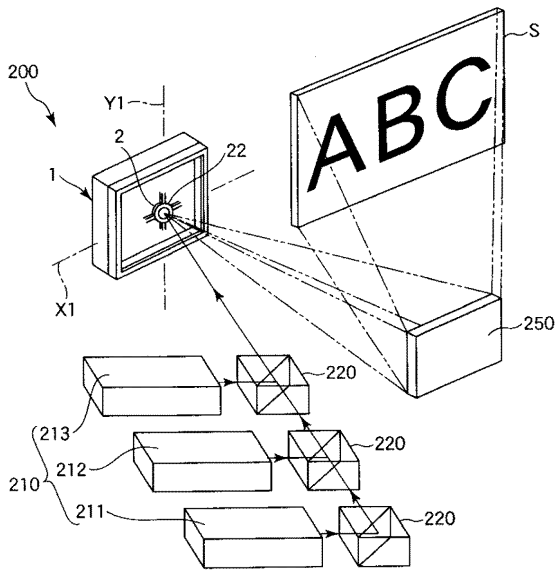
【 図 1 7 】



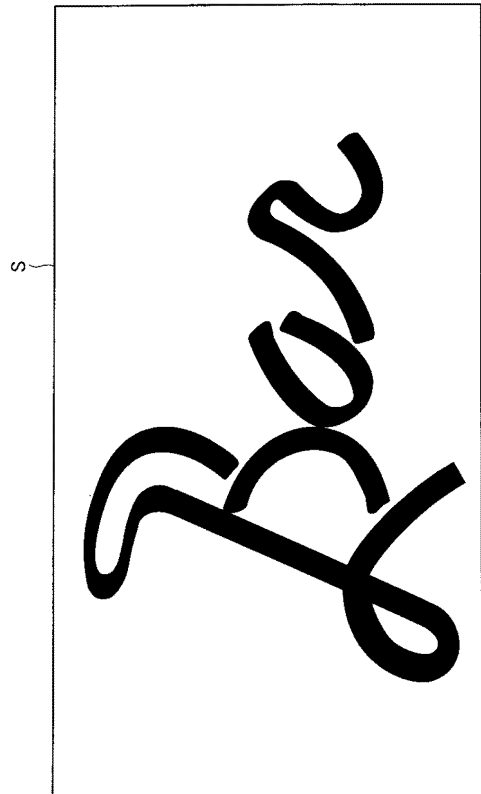
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H045 AB13 AB38 BA13 BA15 BA18 BA24
3C081 AA13 BA21 BA22 BA28 BA44 BA46 BA47 BA54 EA08 EA11
5C051 AA02 CA07 DA02 DB02 DB08 DB24 DB30 DC01 DC07 DE07
DE26 EA01