

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5991024号
(P5991024)

(45) 発行日 平成28年9月14日(2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月26日(2016.8.26)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 26/10 (2006.01)

G O 2 B 26/10

I O 4 Z

G O 2 B 26/08 (2006.01)

G O 2 B 26/10

C

B 8 1 B 3/00 (2006.01)

G O 2 B 26/10

F

G O 2 B 26/08

E

B 8 1 B 3/00

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-116250 (P2012-116250)
 (22) 出願日 平成24年5月22日(2012.5.22)
 (65) 公開番号 特開2013-242455 (P2013-242455A)
 (43) 公開日 平成25年12月5日(2013.12.5)
 審査請求日 平成27年5月18日(2015.5.18)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100164633
 弁理士 西田 圭介
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (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】 ミラーデバイス、光スキャナーおよび画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光反射性を有する光反射部を有する可動板と、
 前記可動板を第1の軸周りに揺動可能に支持する第1の軸部材と、
 前記第1の軸部材が接続され、前記可動板を平面視して前記可動板を囲んで設けられた
 枠状部材と、
 前記枠状部材を第2の軸周りに揺動可能に支持する第2の軸部材と、
 一方の磁極と他方の磁極とが前記第2の軸を挟んで前記枠状部材に配置された永久磁石
 と、
 前記枠状部材に設けられた剛体部と、を備え、
 前記剛体部は、少なくとも第1の剛体部と第2の剛体部とから構成され、
 前記第1の剛体部と前記第2の剛体部との間に前記永久磁石が配置され、
 前記剛体部が、前記枠状部材に連続的または断続的に環状に設けられていることを特徴
 とするミラーデバイス。

【請求項 2】

前記第1の軸の延長線上に前記永久磁石の端部が配置されている請求項1に記載のミラ
 ーデバイス。

【請求項 3】

前記永久磁石は、前記可動板の平面視で前記可動板と重なり、
 前記永久磁石の前記可動板側であって、前記可動板の平面視で前記可動板と重なる部位

に、凹部が設けられている請求項 1 ないし 2 に記載のミラーデバイス。

【請求項 4】

前記剛体部の剛性は、前記棒状部材よりも高い請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のミラーデバイス。

【請求項 5】

前記永久磁石の剛性は、前記棒状部材よりも高い請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のミラーデバイス。

【請求項 6】

前記永久磁石の剛性は、前記剛体部よりも高い請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のミラーデバイス。

【請求項 7】

一方の磁極と他方の磁極とが前記第 1 の軸を挟んで前記可動板に配置された永久磁石を有する請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のミラーデバイス。

【請求項 8】

光反射性を有する光反射部を有する可動板と、
前記可動板を第 1 の軸周りに揺動可能に支持する第 1 の軸部材と、
前記第 1 の軸部材が接続され、前記可動板を平面視して前記可動板を囲んで設けられた棒状部材と、

前記棒状部材を第 2 の軸周りに揺動可能に支持する第 2 の軸部材と、
一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで前記棒状部材に配置された永久磁石と、

前記棒状部材に設けられた剛体部と、
前記棒状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルと、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加手段と、を備え、
前記剛体部は、少なくとも第 1 の剛体部と第 2 の剛体部とから構成され、
前記第 1 の剛体部と前記第 2 の剛体部との間に前記永久磁石が配置され、
前記剛体部が、前記棒状部材に連続的または断続的に環状に設けられていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 9】

光を出射する光源と、
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、
光反射性を有する光反射部を有する可動板と、
前記可動板を第 1 の軸周りに揺動可能に支持する第 1 の軸部材と、
前記第 1 の軸部材が接続され、前記可動板を平面視して前記可動板を囲んで設けられた棒状部材と、

前記棒状部材を第 2 の軸周りに揺動可能に支持する第 2 の軸部材と、
一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで前記棒状部材に配置された永久磁石と、

前記棒状部材に設けられた剛体部と、
前記棒状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルと、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加手段と、を備え、
前記剛体部は、少なくとも第 1 の剛体部と第 2 の剛体部とから構成され、
前記第 1 の剛体部と前記第 2 の剛体部との間に前記永久磁石が配置され、
前記剛体部が、前記棒状部材に連続的または断続的に環状に設けられていることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、ミラーデバイス、光スキャナーおよび画像形成装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

例えば、プロジェクター、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、特許文献 1 に、2 次元的に光を走査する光スキャナーが開示されている。

特許文献 1 に記載の光スキャナーは、棒状の駆動部材と、駆動部材を X 軸まわりに回動（揺動）可能とするように、駆動部材を両持ち支持する 1 対の第 1 の軸部材とで構成された第 1 の振動系と、駆動部材の内側に設けられた可動板と、可動板を X 軸に直交する Y 軸まわりに回動可能とするように、可動板を駆動部材に両持ち支持する 1 対の第 2 の軸部材とで構成された第 2 の振動系と、駆動部材に設けられた永久磁石と、永久磁石に対向するように設けられたコイルと、コイルに電圧を印加する電圧印加手段とを備える駆動手段と、可動板との干渉（接触）を防止する空間を形成するように駆動部材と永久磁石との間に介在するスペーサーとを有している。永久磁石は、可動板の平面視にて、両極を結ぶ線分が X 軸および Y 軸のそれぞれの軸に対して傾斜するように設けられている。そして、この光スキャナーでは、第 2 の振動系の Y 軸まわりのねじり共振周波数と等しい周波数の電圧をコイルに印加して可動板を回動する。

しかしながら、特許文献 1 に記載の光スキャナーでは、駆動部材の剛性が不十分であり、光スキャナーの駆動中に、駆動部材が前記ねじり共振周波数付近の周波数で変形する変形モードが生じ、これにより、可動板の挙動がおかしくなるという問題がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 2 1 6 9 2 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、可動板を異なる 2 つの軸周りに適正に揺動させることができるミラーデバイス、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 5 】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のミラーデバイスは、光反射性を有する光反射部を備え、第 1 の軸周りに揺動可能な可動板と、

前記可動板の前記第 1 の軸に沿う方向の両端に接続された第 1 の軸部材と、

前記可動板を囲んでおり、前記第 1 の軸部材が接続され、前記第 1 の軸と方向の異なる第 2 の軸周りに揺動可能な棒状部材と、

前記棒状部材の前記第 2 の軸に沿う方向の両端に接続された第 2 の軸部材と、

一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで前記棒状部材に配置された永久磁石と、

前記棒状部材に連続的または断続的に環状に設けられた剛体部と、を備え、

前記剛体部は、互いに対向する少なくとも 1 対の端面を有し、該 1 対の端面により、前記永久磁石の位置を規制するガイド部が構成されており、

前記ガイド部に、前記永久磁石の少なくとも一部が配置されていることを特徴とする。

これにより、可動板および第 1 の軸部材等で構成される振動系の第 1 の軸周りのねじり共振周波数付近の周波数で棒状部材が変形する変形モードの発生を防止または抑制することができ、可動板を第 1 の軸周りおよび第 2 の軸周りに適正に揺動させることができる。

【 0 0 0 6 】

本発明のミラーデバイスでは、前記ガイド部は、前記剛体部における前記棒状部材の前記第 1 の軸の延長線上に位置する部位に設けられていることが好ましい。

これにより、杵状部材の第 1 の軸部材との接続部付近に永久磁石が配置され、その接続部付近の剛性を向上させることができ、これによって、前記変形モードが発生した場合でも、その杵状部材の振動が可動板に伝達されてしまうことを防止することができる。

【 0 0 0 7 】

本発明のミラーデバイスでは、前記永久磁石は、平面視で、前記可動板と重なる部位を有しており、

前記永久磁石の前記可動板側であって、前記可動板と重なる部位に、凹部が設けられていることが好ましい。

これにより、永久磁石と可動板との衝突を防止することができ、確実に可動板を揺動させることができる。

本発明のミラーデバイスでは、前記剛体部の剛性は、前記杵状部材よりも高いことが好ましい。

これにより、前記変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

本発明のミラーデバイスでは、前記永久磁石の少なくとも前記ガイド部に配置された部位の剛性は、前記杵状部材よりも高いことが好ましい。

これにより、前記変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

本発明のミラーデバイスでは、前記永久磁石の少なくとも前記ガイド部に配置された部位の剛性は、前記剛性部よりも高いことが好ましい。

これにより、前記変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

本発明のミラーデバイスでは、一方の磁極と他方の磁極とが前記第 1 の軸を挟んで前記可動板に配置された永久磁石を有することが好ましい。

これにより、可動板を第 1 の軸周りおよび第 2 の軸周りに確実に揺動させることができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の光スキャナーは、光反射性を有する光反射部を備え、第 1 の軸周りに揺動可能な可動板と、

前記可動板の前記第 1 の軸に沿う方向の両端に接続された第 1 の軸部材と、

前記可動板を囲んでおり、前記第 1 の軸部材が接続され、前記第 1 の軸と方向の異なる第 2 の軸周りに揺動可能な杵状部材と、

前記杵状部材の前記第 2 の軸に沿う方向の両端に接続された第 2 の軸部材と、

一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで前記杵状部材に配置された永久磁石と、

前記杵状部材に連続的または断続的に環状に設けられた剛体部と、

前記杵状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルと、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加手段と、を備え、

前記剛体部は、互いに対向する少なくとも 1 対の端面を有し、該 1 対の端面により、前記永久磁石の位置を規制するガイド部が構成されており、

前記ガイド部に、前記永久磁石の少なくとも一部が配置されていることを特徴とする。

これにより、可動板および第 1 の軸部材等で構成される振動系の第 1 の軸周りのねじり共振周波数付近の周波数で杵状部材が変形する変形モードの発生を防止することができ、可動板を第 1 の軸周りおよび第 2 の軸周りに適正に揺動させることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の画像形成装置は、光を出射する光源と、

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、

光反射性を有する光反射部を備え、第 1 の軸周りに揺動可能な可動板と、

前記可動板の前記第 1 の軸に沿う方向の両端に接続された第 1 の軸部材と、

前記可動板を囲んでおり、前記第 1 の軸部材が接続され、前記第 1 の軸と方向の異なる

10

20

30

40

50

第 2 の軸周りに揺動可能な杵状部材と、

前記杵状部材の前記第 2 の軸に沿う方向の両端に接続された第 2 の軸部材と、

一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで前記杵状部材に配置された永久磁石と、

前記杵状部材に連続的または断続的に環状に設けられた剛体部と、

前記杵状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記永久磁石に作用する磁界を発生するコイルと、

前記コイルに電圧を印加する電圧印加手段と、を備え、

前記剛体部は、互いに対向する少なくとも 1 対の端面を有し、該 1 対の端面により、前記永久磁石の位置を規制するガイド部が構成されており、

前記ガイド部に、前記永久磁石の少なくとも一部が配置されていることを特徴とする。

これにより、可動板および第 1 の軸部材等で構成される振動系の第 1 の軸周りのねじり共振周波数付近の周波数で杵状部材が変形する変形モードの発生を防止することができ、可動板を第 1 の軸周りおよび第 2 の軸周りに適正に揺動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【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。

【図 2】図 1 に示す光スキャナーの底面図である。

【図 3】図 1 の A - A 線断面図である。

【図 4】図 1 に示す光スキャナーが備える駆動手段の電圧印加手段を示すブロック図である。

【図 5】図 4 に示す第 1 の電圧発生部および第 2 の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。

【図 6】本発明の光スキャナーの第 2 実施形態における可動板、各軸部材、杵状部材、剛体部、各永久磁石を示す底面図である。

【図 7】本発明の光スキャナーの第 3 実施形態における可動板、各軸部材、杵状部材、剛体部、永久磁石を示す底面図である。

【図 8】図 7 に示す光スキャナーの永久磁石を示す側面図である。

【図 9】本発明の画像形成装置の実施形態を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のミラーデバイス、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、下記の実施形態では、代表的に、本発明のミラーデバイスを光スキャナーに適用した場合について説明する。

< 第 1 実施形態 >

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底面図、図 3 は、図 1 の A - A 線断面図、図 4 は、図 1 に示す光スキャナーが備える駆動手段の電圧印加手段を示すブロック図、図 5 は、図 4 に示す第 1 の電圧発生部および第 2 の電圧発生部での発生電圧の一例を示す図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 1 および図 2 中の右側を「右」、左側を「左」と言い、図 3 中の上側を「上」、下側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

【0013】

図 1 ~ 図 3 に示すように、光スキャナー 10 は、ミラーデバイス 1 と、ホルダー 17 と、コイル 30 と、コイル 30 に電圧を印加する電圧印加手段 40 とを備えている。ミラーデバイス 1 は、可動板本体 110 および光反射性を有する光反射部 12 を備える可動板 11 と、1 対の軸部材（第 1 の軸部材）13a、13b と、杵状部材 14 と、杵状部材 14 に設けられた剛体部 5 と、1 対の軸部材（第 2 の軸部材）15a、15b と、支持杵 16 と、1 対の永久磁石（第 2 永久磁石）20a、20b と、永久磁石（第 1 永久磁石）20c とを備えている。光反射部 12 は、可動板本体 110 の上面に設けられている。

【0014】

永久磁石 20c と、可動板 11 と、軸部材 13a、13b と、永久磁石 20a、20b と、枠状部材 14 と、剛体部 5 と、軸部材 15a、15b とで、軸部材 15a、15b (第 2 の軸部材) を回動軸とする第 2 の振動系が構成され、永久磁石 20c と、可動板 11 と、軸部材 13a、13b とで、軸部材 13a、13b (第 1 の軸部材) を回動軸とする第 1 の振動系が構成される。

【0015】

枠状部材 14 は、軸部材 15a、15b によって支持枠 16 に支持されている。また、可動板 11 は、枠状部材 14 の内側に配置され、軸部材 13a、13b によって枠状部材 14 に支持されている。すなわち、枠状部材 14 は、可動板 11 を囲んでいる。また、支持枠 16 は、ホルダー 17 に支持されている。

10

可動板 11 の形状は、図示の構成では、平面視で円形をなしているが、これに限定されず、平面視で、例えば、楕円形、四角形等の多角形であってもよい。また、枠状部材 14 の形状は、図示の構成では、平面視でその外形形状が四角形をなしているが、枠状であれば特に限定されず、平面視で外形形状が、例えば、円形、楕円形、五角形等の他の多角形であってもよい。

【0016】

軸部材 13a、13b および軸部材 15a、15b は、それぞれ、弾性変形可能である。軸部材 15a、15b は、枠状部材 14 を図 1 に示す X 軸 (第 2 の軸) 周りに回動 (揺動) 可能とするように、枠状部材 14 と支持枠 16 を連結している。この場合、軸部材 15a、15b は、枠状部材 14 の X 軸に沿う方向の両端に接続され、枠状部材 14 を支持枠 16 に両持ち支持する。また、軸部材 13a、13b は、可動板 11 を図 1 に示す Y 軸 (第 1 の軸) 周りに回動 (揺動) 可能とするように、可動板 11 と枠状部材 14 を連結している。この場合、軸部材 13a、13b は、可動板 11 の Y 軸に沿う方向の両端に接続され、可動板 11 を枠状部材 14 に両持ち支持する。なお、X 軸と Y 軸は、互いに直交している。また、枠状部材 14 の中心および可動板 11 の中心は、平面視にて、X 軸と Y 軸の交点上に位置している。なお、軸部材 15a、15b の軸線は、X 軸と一致し、軸部材 13a、13b の軸線は、Y 軸と一致している。

20

枠状部材 14 を X 軸周りに回動可能とし、可動板 11 を Y 軸周りに回動可能とすることにより、可動板 11 を X 軸および Y 軸の直交する 2 軸周りに回動させることができる。

【0017】

30

可動板 11、軸部材 13a、13b、枠状部材 14、軸部材 15a、15b、および支持枠 16 は、例えばシリコンを主材料として一体に形成されている。シリコンを主材料とすることにより、優れた回動特性を実現できるとともに、優れた耐久性を発揮することができる。また、微細な処理 (加工) が可能であり、光スキャナー 10 の小型化を図ることができる。なお、SOI 基板等の積層構造を有する基板を用いてこれらを形成してもよく、この場合、可動板 11、軸部材 13a、13b、枠状部材 14、軸部材 15a、15b、および支持枠 16 が一体となるように、積層構造基板の 1 つの層で形成するのが好ましい。

【0018】

ホルダー 17 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。ホルダー 17 の形状は、図示の構成では、凹状をなし、また、平面視で四角形をなしているが、支持枠 16 を支持することができれば特に限定されない。支持枠 16 とホルダー 17 との接合方法は、特に限定されず、例えば接着剤を用いて接合してもよいし、陽極接合により接合してもよい。また、例えば、支持枠 16 とホルダー 17 との間に SiO_2 を主材料として構成された SiO_2 層が介在していてもよい。

40

【0019】

枠状部材 14 の下面 (ホルダー 17 と対向する面) には、剛体部 5 が設けられている。剛体部 5 は、連続的または断続的に環状に設けられている。本実施形態では、剛体部 5 は、断続的に環状に設けられており、平面視で断続的な四角形の枠状をなしている。なお、剛体部 5 の形状は、四角形に限定されないことは、言うまでもない。

50

具体的には、剛体部 5 は、互いに離間するように配置された 1 対のリブ 5 1 a、5 1 b で構成されている。リブ 5 1 a は、X 軸に沿って延在する本体部 5 1 1 a と、その本体部 5 1 1 a の一方の端部から Y 軸方向に突出し、Y 軸に沿って延在する突出部 5 1 2 a と、他方の端部から Y 軸方向に突出し、Y 軸に沿って延在する突出部 5 1 3 a とで構成されている。リブ 5 1 b は、リブ 5 1 a と同様の形状をなし、本体部 5 1 1 b、突出部 5 1 2 b および 5 1 3 b で構成されている。

【0020】

そして、リブ 5 1 a とリブ 5 1 b とは、突出部 5 1 2 a の端面 5 1 4 a および突出部 5 1 3 a の端面 5 1 5 a と、突出部 5 1 2 b の端面 5 1 4 b および突出部 5 1 3 b の端面 5 1 5 b とが、それぞれ、所定距離離間して互いに対向するように配置されている。この端面 5 1 4 a と端面 5 1 4 b との間に、後述する長手形状の永久磁石 2 0 a が配置され、また、端面 5 1 5 a と端面 5 1 5 b との間に、後述する長手形状の永久磁石 2 0 b が配置されている。この場合、端面 5 1 4 a と端面 5 1 4 b とで、永久磁石 2 0 a の位置が規制されている。したがって、端面 5 1 4 a と端面 5 1 4 b とで、永久磁石 2 0 a の位置を規制するガイド部が構成される。また、端面 5 1 5 a と端面 5 1 5 b とで、永久磁石 2 0 b の位置が規制されている。したがって、端面 5 1 5 a と端面 5 1 5 b とで、永久磁石 2 0 b の位置を規制するガイド部が構成される。

【0021】

このようにして、剛体部 5 と、永久磁石 2 0 a、2 0 b とにより、環状体が構成されている。この剛体部 5、永久磁石 2 0 a および 2 0 b により、杵状部材 1 4 の剛性が向上し、第 1 の振動系の Y 軸周りのねじり共振周波数付近の周波数で杵状部材 1 4 が変形する変形モード（以下、単に「変形モード」とも言う）の発生を防止または抑制することができ、これにより、可動板 1 1 を X 軸および Y 軸のそれぞれの軸周りに適正に回転させることができる。

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b は、剛体部 5 の下面ではなく、リブ 5 1 a とリブ 5 1 b との間の隙間に配置されているので、前記剛体部 5 の下面に配置されている場合に比べて、軸部材 1 5 a、1 5 b を回転軸とする慣性モーメントを小さくすることができ、可動板 1 1 を容易に X 軸周りに回転させることができる。

【0022】

ここで、リブ 5 1 a、5 1 b、すなわち剛体部 5 の剛性は、杵状部材 1 4 よりも高いことが好ましい。これにより、変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

剛体部 5 の剛性を杵状部材 1 4 よりも高くするには、例えば、剛体部 5 の厚さ d 1 を杵状部材 1 4 の厚さ d 2 よりも厚くするか、または、剛体部 5 の構成材料として、杵状部材 1 4 の構成材料よりもヤング率等の高いものを用いる。

【0023】

また、剛体部 5 の厚さ d 1 と杵状部材 1 4 の厚さ d 2 との比 $d 1 / d 2$ は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、2 以上 10 以下であることが好ましく、3 以上 8 以下であることがより好ましい。

また、剛体部 5 の厚さ d 1 は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、50 μm 以上 600 μm 以下であることが好ましく、100 μm 以上 400 μm 以下であることがより好ましい。

なお、杵状部材 1 4 の厚さ d 2 は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、10 μm 以上 100 μm 以下であることが好ましく、20 μm 以上 80 μm 以下であることがより好ましい。

【0024】

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b の剛性は、杵状部材 1 4 よりも高いことが好ましい。これにより、変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

永久磁石 2 0 a、2 0 b の剛性を杵状部材 1 4 よりも高くするには、例えば、永久磁石 2 0 a、2 0 b の厚さ d 3 を杵状部材 1 4 の厚さ d 2 よりも厚くするか、または、永久磁

石 2 0 a、2 0 b の構成材料として、棒状部材 1 4 の構成材料よりもヤング率等の高いものを用いる。

【 0 0 2 5 】

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b の厚さ d_3 と棒状部材 1 4 の厚さ d_2 との比 d_3 / d_2 は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、2 以上 1 0 以下であることが好ましく、3 以上 8 以下であることがより好ましい。

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b の厚さ d_3 は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、 $60\mu\text{m}$ 以上 $700\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $150\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b の剛性は、剛体部 5 と等しいかまたは剛体部 5 よりも高いことが好ましく、剛体部 5 よりも高いことがより好ましい。これにより、変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

永久磁石 2 0 a、2 0 b の剛性を剛体部 5 よりも高くするには、例えば、永久磁石 2 0 a、2 0 b の厚さ d_3 を剛体部 5 の厚さ d_1 よりも厚くするか、または、永久磁石 2 0 a、2 0 b の構成材料として、剛体部 5 の構成材料よりもヤング率等の高いものを用いる。

また、永久磁石 2 0 a、2 0 b の厚さ d_3 と剛体部 5 の厚さ d_1 との比 d_3 / d_1 は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、1 以上 5 以下であることが好ましく、1.5 以上 4 以下であることがより好ましく、2 以上 4 以下であることがさらに好ましい。

【 0 0 2 7 】

なお、剛体部 5 の構成材料は、特に限定されないが、剛体部 5 は、例えば、シリコンを主材料として構成することができる。剛体部 5 と棒状部材 1 4 との接合方法は、特に限定されず、例えば接着剤を用いて接合してもよいし、陽極接合により接合してもよい。また、例えば、剛体部 5 と棒状部材 1 4 との間に SiO_2 を主材料として構成された SiO_2 層が介在していてもよい。また、剛体部 5 は、例えば、前記可動板 1 1、軸部材 1 3 a、1 3 b、棒状部材 1 4、軸部材 1 5 a、1 5 b および支持棒 1 6 とともに、SOI 基板等の積層構造を有する基板を用いて形成してもよい。

【 0 0 2 8 】

棒状部材 1 4 の下面（ホルダー 1 7 と対向する面）には、1 対の永久磁石 2 0 a、2 0 b が設けられており、可動板 1 1 の下面（光反射部 1 2 とは反対側の面）には永久磁石 2 0 c が設けられている。なお、永久磁石 2 0 a、2 0 b と棒状部材 1 4 との接合方法、永久磁石 2 0 c と可動板 1 1 との接合方法は、それぞれ、特に限定されず、例えば接着剤を用いて接合することができる。また、ホルダー 1 7 の上面には、永久磁石 2 0 a、2 0 b および 2 0 c に作用する磁界を発生するコイル 3 0 が設けられている。コイル 3 0 は電圧印加手段 4 0 に電氣的に接続されている。永久磁石 2 0 a、2 0 b、2 0 c、コイル 3 0、および電圧印加手段 4 0 によって可動板 1 1 および棒状部材 1 4 を回転させる駆動手段が構成される。

【 0 0 2 9 】

永久磁石 2 0 a、2 0 b は、それぞれ、長手形状、図示の構成では、板状でかつ真っ直ぐな棒状をなしており、その長手方向に磁化されている。すなわち、永久磁石 2 0 a の S 極と N 極とを結ぶ線分の方が、永久磁石 2 0 a の長手方向と一致している。換言すれば、永久磁石 2 0 a の S 極と N 極とを結ぶ線分が、永久磁石 2 0 a の軸線と一致している。永久磁石 2 0 b についても同様である。

【 0 0 3 0 】

永久磁石 2 0 a は、Y 軸よりも左側、すなわち端面 5 1 4 a と端面 5 1 4 b との間に配置され、永久磁石 2 0 b は、Y 軸よりも右側、すなわち端面 5 1 5 a と端面 5 1 5 b との間に配置されている。また、永久磁石 2 0 a、2 0 b は、それぞれ、その両極が X 軸を挟んで配置されている。すなわち、永久磁石 2 0 a、2 0 b は、それぞれ、両端部（各磁極）が、X 軸で分割される 2 つの領域に位置するように配置されている。そして、永久磁石

10

20

30

40

50

20 a、20 bは、それぞれ、その軸線がX軸に対して直交するように配置されている。これにより、円滑かつ確実に可動板11をX軸の周りに回動させることができ、また、可動板11のX軸周りの回動角を大きくすることができる。また、軸部材15 a、15 bに複合応力が生じることを防止または抑制することができる。

【0031】

なお、永久磁石20 a、20 bのそれぞれの形状は、長手形状に限定されるものではない。

また、永久磁石20 cは、長手形状、図示の構成では、板状でかつ真っ直ぐな棒状をなしており、その長手方向に磁化されている。すなわち、永久磁石20 cのS極とN極とを結ぶ線分の方が、永久磁石20 cの長手方向と一致している。換言すれば、永久磁石20 cのS極とN極とを結ぶ線分が、永久磁石20 cの軸線と一致している。

【0032】

この永久磁石20 cは、その両極がY軸を挟んで配置されている。そして、永久磁石20 cは、その軸線がX軸およびY軸に対して傾斜するように配置されている。また、永久磁石20 cは、両極がX軸を挟んで配置されている。すなわち、永久磁石20 cは、それぞれの端部（磁極）が、X軸で分割される2つの領域に位置するように配置されていると共に、Y軸で分割される2つの領域に位置するように配置されている。永久磁石20 cの軸線がY軸に対して傾斜していることにより、永久磁石20 cの軸線と、永久磁石20 aおよび永久磁石20 bの軸線とが直交しないので、永久磁石20 a用の着磁前の硬磁性体、永久磁石20 b用の着磁前の硬磁性体および永久磁石20 c用の着磁前の硬磁性体をそれぞれ棒状部材14および可動板11に設置した状態で、各硬磁性体の着磁を確実に行うことができる。

なお、永久磁石20 cの形状は、長手形状に限定されるものではない。

【0033】

また、Y軸、すなわち軸部材13 a、13 bの軸線と、永久磁石20 cの軸線とのなす角（Y軸に対する永久磁石20 cの軸線の傾斜角） θ は、特に限定されないが、 30° 以上 60° 以下であるのが好ましく、 45° 以上 60° 以下であることがより好ましく、 45° であるのがさらに好ましい。このように永久磁石20 cを設けることで、円滑かつ確実に可動板11をY軸の周りに回動させることができ、また、前記着磁を確実に行うことができる。これに対し傾斜角 θ が前記下限値未満であると、電圧印加手段40によりコイル30に印加される電圧の強さなどの諸条件によっては、可動板11を十分にY軸周りに回動させることができない場合がある。一方、傾斜角 θ が前記上限値を超えると、諸条件によっては、着磁前の硬磁性体を棒状部材14および可動板11に設置した状態でその硬磁性体を同時に着磁して永久磁石20 a、20 b、20 cとする際、十分に着磁することができない場合がある。また、また、永久磁石20 a、20 bを着磁した後に永久磁石20 cの他方を着磁する場合や、永久磁石20 cを着磁した後に永久磁石20 a、20 bを着磁する場合は、着磁のための磁界によって着磁済の永久磁石に大きな力が加わり、軸部材が破壊されるため、着磁ができない場合がある。

【0034】

また、永久磁石20 a、20 bは、それぞれ、平面視にて、X軸、すなわち軸部材15 a、15 bの軸線に対して線対称となるように配置されている。また、永久磁石20 aと、永久磁石20 bとは、Y軸、すなわち軸部材13 a、13 bの軸線に対して線対称となるように配置されているこれにより、可動板11を円滑にX軸周りに回動させることができる。

また、永久磁石20 cは、平面視にて、その中心が可動板11の中心と一致するように配置されている。そして、永久磁石20 cは、平面視にて、可動板11の中心に対して点対称となるように配置されている。これにより、可動板11を円滑にX軸周りおよびY軸周りに回動させることができる。

【0035】

なお、本実施形態では、永久磁石20 a、20 bは、棒状部材14の下面（ホルダー1

10

20

30

40

50

7と対向する面)に設けられているが、これに限らず、永久磁石20aは、枠状部材14の上面(光反射部12が設けられている側の面)に設けられていてもよく、また、枠状部材14の下面と上面の両方に設けられていてもよい。同様に、永久磁石20bは、枠状部材14の上面に設けられていてもよく、また、枠状部材14の下面と上面の両方に設けられていてもよい。なお、永久磁石20aが枠状部材14の上面に設けられる場合は、永久磁石20bも枠状部材14の上面に設けられることが好ましく、また、永久磁石20aが枠状部材14の下面と上面の両方に設けられる場合は、永久磁石20bも枠状部材14の下面と上面の両方に設けられることが好ましい。

【0036】

永久磁石20a、20b、20cとしては、例えば、ネオジム磁石、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。また、硬磁性体を着磁して永久磁石20a、20b、20cとする際は、着磁前の硬磁性体を枠状部材14および可動板11に設置した後に着磁を行う。既に着磁がなされて永久磁石20a、20b、20cとなったものを枠状部材14および可動板11に設置しようとする、永久磁石20a、20b、20cを枠状部材14および可動板11上に配置した際に、永久磁石20a、20b、20cのうちのいずれか2つまたは3つが磁力によって引き寄せ合い、その力によって枠状部材14および可動板11の構造が破壊されたり、また、永久磁石20a、20b、20cのうちのいずれか2つまたは3つが吸着し、永久磁石20a、20b、20cを設置できないからである。

なお、この光スキャナー10では、永久磁石20a、20bの軸線と永久磁石20cの軸線とが直交していないので、前記着磁を確実に行うことができる。

【0037】

永久磁石20a、20b、20cの直下には、コイル30が設けられている。すなわち、可動板11および枠状部材14の下面に対向するように、コイル30が設けられている。これにより、コイル30から発生する磁界を効率的に永久磁石20a、20b、20cに作用させることができる。これにより、光スキャナー10の省電力化および小型化を図ることができる。

【0038】

コイル30は、電圧印加手段40と電気的に接続されている。そして、電圧印加手段40によりコイル30に電圧が印加されることで、コイル30からX軸およびY軸に直交する磁束を有する磁界が発生する。なお、コイル30は磁心に巻き付けられていてもよい。

電圧印加手段40は、図4に示すように、可動板11をX軸周りに回転させるための第1の電圧V1を発生させる第1の電圧発生部41と、可動板11をY軸周りに回転させるための第2の電圧V2を発生させる第2の電圧発生部42と、第1の電圧V1と第2の電圧V2とを重畳し、その電圧をコイル30に印加する電圧重畳部43とを備えている。

【0039】

第1の電圧発生部41は、図5(a)に示すように、周期T1で周期的に変化する第1の電圧V1(垂直走査用電圧)を発生させるものである。

第1の電圧V1は、鋸波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー10は効果的に光を垂直走査(副走査)することができる。なお、第1の電圧V1の波形は、これに限定されない。ここで、第1の電圧V1の周波数(1/T1)は、垂直走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、30~120Hz(60Hz程度)であるのが好ましい。

本実施形態では、第1の電圧V1の周波数は、永久磁石20cと、可動板11と、軸部材13a、13bと、永久磁石20a、20bと、枠状部材14と、剛体部5と、軸部材15a、15bとで構成された第2の振動系のねじり共振周波数(共振周波数)と異なる周波数となるように調整されている。

【0040】

一方、第2の電圧発生部42は、図5(b)に示すように、周期T1と異なる周期T2で周期的に変化する第2の電圧V2(水平走査用電圧)を発生させるものである。

第2の電圧V2は、正弦波のような波形をなしている。そのため、光スキャナ10は効果的に光を主走査することができる。なお、第2の電圧V2の波形は、これに限定されない。

このような第2の電圧V2の周波数(第2周波数)は、第1の電圧V1の周波数(第1周波数)よりも大きいことが好ましい。すなわち、周期T2は、周期T1よりも短いことが好ましい。これにより、より確実かつより円滑に、可動板11をX軸周りに第1周波数で回動させつつ、Y軸周りに第2周波数で回動させることができる。

【0041】

また、第2周波数は、第1周波数と異なり、かつ、水平走査に適した周波数であれば、特に限定されないが、10~40kHzであるのが好ましい。このように、第2の電圧V2の周波数を10~40kHzとし、前述したように第1の電圧V1の周波数を60Hz程度とすることで、ディスプレイでの描画に適した周波数で、可動板11を互いに直交する2軸(X軸およびY軸)のそれぞれの軸周りに回動させることができる。ただし、可動板11をX軸およびY軸のそれぞれの軸周りに回動させることができれば、第1の電圧V1の周波数と第2の電圧V2の周波数との組み合わせは、特に限定されない。

【0042】

本実施形態では、第2周波数は、永久磁石20cと、可動板11と軸部材13a、13bとで構成される軸部材13a、13bを回動軸とする第1の振動系のねじり共振周波数(f_2)と等しくなるように設定されている。つまり、第1の振動系は、そのねじり共振周波数 f_2 が水平走査に適した周波数になるように設計(製造)されている。これにより、可動板11のY軸周りの回動角を大きくすることができる。また、第1周波数は、永久磁石20cと、可動板11と、軸部材13a、13bと、永久磁石20a、20bと、枠状部材14と、剛体部5と、軸部材15a、15bとで構成される軸部材15a、15bを回動軸とする第2の振動系のねじり共振周波数(f_1)の10分の1以下であることが望ましい。第2の振動系を非共振状態(振幅ゲインが1)で駆動するためには、第1周波数は f_1 の10分の1以下に設定する必要がある。10分の1より大きい周波数で駆動すると、第2の振動系の共振を起こす可能性があるからである。

【0043】

また、第2周波数は、第2の振動系を非共振状態(振幅ゲインが1)で駆動するため、第1周波数の10倍以上に設定することが望ましい。第2周波数が第1周波数に対して10倍未満であると、第2の電圧V2をコイル30に印加した時に、第2の振動系も回転運動してしまい、駆動信号のクロストークが発生してしまう。なお、上述のように、第1周波数は f_1 の10分の1以下が望ましいので、これらの関係から第2周波数は第1周波数よりも大きいことが望ましい。

【0044】

また、第2の振動系のねじり共振周波数を f_1 [Hz]とし、第1の振動系のねじり共振周波数を f_2 [Hz]としたとき、 f_1 と f_2 とが、 $f_2 > f_1$ の関係を満たすことが好ましく、 $f_2 = 10 f_1$ の関係を満たすことがより好ましい。これにより、より円滑に、可動板11をX軸周りに第1の電圧V1の周波数で回動させつつ、Y軸周りに第2の電圧V2の周波数で回動させることができる。 $f_2 = f_1$ とした場合は、第1周波数による第1の振動系の振動が起こる可能性がある。

【0045】

このような第1の電圧発生部41および第2の電圧発生部42は、それぞれ、制御部7に接続され、この制御部7からの信号に基づき駆動する。このような第1の電圧発生部41および第2の電圧発生部42には、電圧重畳部43が接続されている。

電圧重畳部43は、コイル30に電圧を印加するための加算器43aを備えている。加算器43aは、第1の電圧発生部41から第1の電圧V1を受けるとともに、第2の電圧発生部42から第2の電圧V2を受け、これらの電圧を重畳しコイル30に印加するようになっている。

【0046】

10

20

30

40

50

次に、光スキャナー 10 の駆動方法について説明する。なお、本実施形態では、前述したように、第 1 の電圧 V_1 の周波数は、第 2 の振動系のねじり共振周波数と異なる値に設定されており、第 2 の電圧 V_2 の周波数は、第 1 の振動系のねじり共振周波数と等しく、かつ、第 1 の電圧 V_1 の周波数よりも大きくなるように設定されている（例えば、第 1 の電圧 V_1 の周波数が 60 Hz で、第 2 の電圧 V_2 の周波数が 15 kHz ）。

【0047】

例えば、図 5 (a) に示すような第 1 の電圧 V_1 と、図 5 (b) に示すような第 2 の電圧 V_2 とを電圧重畳部 43 にて重畳し、重畳した電圧をコイル 30 に印加する。

すると、第 1 の電圧 V_1 によって、杵状部材 14 と永久磁石 20a、20b の N 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の N 極との接合部付近をコイル 30 に引き付けようとするとともに、杵状部材 14 と永久磁石 20a、20b の S 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の S 極との接合部付近をコイル 30 から離間させようとする磁界（この磁界を「磁界 A1」という）と、杵状部材 14 と永久磁石 20a、20b の N 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の N 極との接合部付近をコイル 30 から離間させようとするとともに、杵状部材 14 と永久磁石 20a、20b の S 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の S 極との接合部付近をコイル 30 に引き付けようとする磁界（この磁界を「磁界 A2」という）とが交互に切り換わる。

【0048】

ここで、上述したように、永久磁石 20a、20b は、それぞれの端部（磁極）が、X 軸で分割される 2 つの領域に位置するように配置される。すなわち平面視において、X 軸を挟んで一方側に永久磁石 20a の N 極が位置し、他方側に S 極が位置している。そのため、磁界 A1 と磁界 A2 とが交互に切り換わることで、軸部材 15a、15b を捩れ変形させつつ、杵状部材 14 が可動板 11 とともに、第 1 の電圧 V_1 の周波数で X 軸周りに回動する。

そして、この光スキャナー 10 では、永久磁石 20a、20b は、その軸線が X 軸に対して直交するように配置されているので、軸部材 15a、15b に発生する複合応力を低減またはその複合応力の発生を防止することができ、また、可動板 11 の X 軸周りの回動角を大きくすることができる。

【0049】

また、第 1 の電圧 V_1 の周波数は、第 2 の電圧 V_2 の周波数に比べて極めて低く設定されている。また、第 2 の振動系のねじり共振周波数は、第 1 の振動系のねじり共振周波数よりも低く設計されている（例えば、第 1 の振動系のねじり共振周波数の $1/10$ 以下）。つまり、第 2 の振動系は、第 1 の振動系よりも振動しやすいように設計されているため、杵状部材 14 は、第 1 の電圧 V_1 によって X 軸周りに回動する。すなわち、第 2 の電圧 V_2 によって、杵状部材 14 が X 軸周りに回動してしまうことを防止することができる。

【0050】

一方、第 2 の電圧 V_2 によって、杵状部材 14 と永久磁石 20a の N 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の N 極との接合部付近をコイル 30 に引き付けようとするとともに、杵状部材 14 と永久磁石 20a の S 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の S 極との接合部付近をコイル 30 から離間させようとする磁界（この磁界を「磁界 B1」という）と、杵状部材 14 と永久磁石 20a の N 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の N 極との接合部付近をコイル 30 から離間させようとするとともに、杵状部材 14 と永久磁石 20a の S 極との接合部付近、および可動板 11 と永久磁石 20c の S 極との接合部付近をコイル 30 に引き付けようとする磁界（この磁界を「磁界 B2」という）とが交互に切り換わる。

【0051】

ここで、上述したように、永久磁石 20c は、それぞれの端部（磁極）が、Y 軸で分割される 2 つの領域に位置するように配置される。すなわち平面視において、Y 軸を挟んで一方側に永久磁石 20c の N 極が位置し、他方側に S 極が位置している。そのため、磁界

B 1 と磁界 B 2 とが交互に切り換わることで、軸部材 1 3 a、1 3 b を捩れ変形させつつ、可動板 1 1 が第 2 の電圧 V 2 の周波数で Y 軸まわりに回転する。

なお、第 2 の電圧 V 2 の周波数は、第 1 の振動系のねじり共振周波数と等しい。そのため、第 2 の電圧 V 2 によって可動板 1 1 を Y 軸まわりに回転させることができる。つまり、第 1 の電圧 V 1 によって、可動板 1 1 が Y 軸まわりに回転してしまうことを防止することができる。

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本実施形態によれば、第 1 の電圧 V 1 と第 2 の電圧 V 2 とを重畳させた電圧をコイル 3 0 に印加することで、可動板 1 1 を X 軸周りに第 1 の電圧 V 1 の周波数で回転させつつ、Y 軸周りに第 2 の電圧の V 2 の周波数で回転させることができる。これにより、装置の低コスト化および小型化を図るとともに、可動板 1 1 を X 軸および Y 軸のそれぞれの軸周りに回転させることができる。また、簡単かつ小型な構成でありながら、永久磁石 2 0 a、2 0 b、2 0 c が設けられているため、コイルの数が少なくても大きな駆動力を得ることができる。これにより、振動系の走査角を大きくすることができる。とともに、高速走査も可能となる。

そして、枠状部材 1 4 に剛体部 5 が設けられているので、第 1 の振動系の Y 軸周りのねじり共振周波数付近の周波数で枠状部材 1 4 が変形する変形モードの発生を防止または抑制することができ、可動板 1 1 を X 軸および Y 軸のそれぞれの軸周りに適正に回転させることができる。

【 0 0 5 3 】

また、第 1 の電圧 V 1 および第 2 の電圧 V 2 を適宜変更することで、第 2 の振動系および第 1 の振動系の構造を変更することなく、所望の振動特性を得ることができる。

また、光スキャナー 1 0 は、枠状部材 1 4 に永久磁石 2 0 a、2 0 b を設け、可動板 1 1 に永久磁石 2 0 c を設け、永久磁石 2 0 a、2 0 b、2 0 c に対向するようにホルダー 1 7 上にコイル 3 0 を設けている。つまり、第 2 の振動系および第 1 の振動系上には発熱体であるコイル 3 0 が設けられていない。そのため、通電によってコイル 3 0 から発生する熱による振動系の撓みや共振周波数の変化を防止または抑制することができる。その結果、光スキャナー 1 0 は、長時間の連続使用であっても所望の振動特性を発揮することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本実施形態では、永久磁石 2 0 a、2 0 b、2 0 c のうち、永久磁石 c の軸線が、Y 軸に対して傾斜するように配置されているが、これに限らず、永久磁石 2 0 c の軸線と、永久磁石 2 0 a、2 0 b の軸線との少なくとも一方が、Y 軸に対して傾斜していればよい。例えば、永久磁石 2 0 a、2 0 b の軸線のみが、Y 軸に対して傾斜していてもよく、また、永久磁石 2 0 a、2 0 b、2 0 c が、Y 軸に対して傾斜していてもよい。

また、本実施形態では、永久磁石 2 0 a、2 0 b 全体がガイド部に配置されているが、これに限らず、永久磁石 2 0 a、2 0 b の一部が、ガイド部に配置されていてもよい。

また、剛体部 5 の途中に、その厚さ（図 3 中の上下方向の長さ）が薄い部位を設け、その部位における剛体部 5 の端面をガイド部としてもよい。

【 0 0 5 5 】

< 第 2 実施形態 >

図 6 は、本発明の光スキャナーの第 2 実施形態における可動板、各軸部材、枠状部材、剛体部、各永久磁石を示す底面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 6 中の右側を「右」、左側を「左」と言う。

以下、第 2 実施形態について、前述した第 1 実施形態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 5 6 】

図 6 に示すように、第 2 実施形態の光スキャナー 1 0 では、永久磁石 2 0 c が省略されている。そして、可動板 1 1 と、軸部材 1 3 a、1 3 b と、枠状部材 1 4 と、剛体部 5 と、軸部材 1 5 a、1 5 b と、永久磁石 2 0 a、2 0 b とで、軸部材 1 5 a、1 5 b（第 2

10

20

30

40

50

の軸部材)を回動軸とする第2の振動系が構成され、可動板11と、軸部材13a、13bとで、軸部材13a、13b(第1の軸部材)を回動軸とする第1の振動系が構成される。

【0057】

永久磁石20a、20bは、それぞれ、その軸線がX軸およびY軸に対して傾斜するように配置されている。

また、X軸、すなわち軸部材15a、15bの軸線と、永久磁石20a、20bの軸線とのなす角(X軸に対する永久磁石20a、20bの軸線の傾斜角)2は、それぞれ、特に限定されないが、30°以上60°以下であるのが好ましく、45°以上60°以下であることがより好ましく、45°であるのがさらに好ましい。このように永久磁石20a、20bを設けることで、円滑かつ確実に可動板11をX軸の周りに回動させることができる。

10

【0058】

永久磁石20aの傾斜角2と、永久磁石20bの傾斜角2とは、同一でもよく、また、異なってもよいが、本実施形態では、同一に設定されている。すなわち、永久磁石20a、20bは、それぞれの軸線が互いに平行となるように配置されている。そして、本実施形態では、永久磁石20a、20bは、平面視にて、永久磁石20aと永久磁石20bとが枠状部材14(可動板11)の中心に対して点対称となるように配置されている。これにより、可動板11を円滑にX軸周りおよびY軸周りに回動させることができる。なお、永久磁石20aのN極と永久磁石20bのS極とが点対称となり、永久磁石20aのS極と永久磁石20bのN極とが点対称となっている。

20

【0059】

また、永久磁石20a、20bは、それぞれ、永久磁石20aの一方の端部(N極端)と、永久磁石20bの一方の端部(S極端)とが、X軸、すなわち軸部材15a、15bの軸線に対して線対称となるように配置されている。また、永久磁石20aは、一方の端部(N極)がY軸、すなわち軸部材13a、13bの軸線上に位置するように配置され、永久磁石20bは、一方の端部(S極)がY軸上に位置するように配置されている。

【0060】

具体的には、永久磁石20aは、枠状部材14における軸部材13aの接続部(軸部材13aと枠状部材14の接続部)に、一方の端部(N極端)が位置するように配置されている。同様に、永久磁石20bは、枠状部材14における軸部材13bの接続部(軸部材13bと枠状部材14の接続部)に、一方の端部(S極端)が位置するように配置されている。これにより、これにより、円滑かつ確実に可動板11をX軸の周りに回動させることができる。

30

【0061】

剛体部5は、互いに離間するように配置されたリブ52a、52b、52c、52dで構成されている。リブ52aは、X軸に沿って延在する延在部521aと、その延在部521aの図6中左側の端部からY軸方向に突出し、Y軸に沿って延在する延在部522aとで構成されている。また、リブ52bは、X軸に沿って延在する延在部521bと、その延在部521bの図6中右側の端部からY軸方向に突出し、Y軸に沿って延在する延在部522bとで構成されている。また、リブ52cは、X軸に沿って延在する延在部521cと、その延在部521cの図6中右側の端部からY軸方向に突出し、Y軸に沿って延在する延在部522cで構成されている。また、リブ52dは、X軸に沿って延在する延在部521dと、その延在部521dの図6中右側の端部からY軸方向に突出し、Y軸に沿って延在する延在部522dとで構成されている。

40

【0062】

また、リブ52aとリブ52bとは、延在部521aの端面523aと延在部521bの端面523bとが、所定距離離間して互いに対向するように配置されている。また、リブ52cとリブ52dとは、延在部521cの端面523cと延在部521cの端面523cとが、所定距離離間して互いに対向するように配置されている。また、リブ52aと

50

リブ５２ｃとは、延在部５２２ａの端面５２４ａと延在部５２２ｃの端面５２４ｃとが、所定距離離間して互に対向するように配置されている。また、リブ５２ｂとリブ５２ｄとは、延在部５２２ｂの端面５２４ｂと延在部５２２ｄの端面５２４ｄとが、所定距離離間して互に対向するように配置されている。各端面端面５２３ａ、５２４ａ、５２３ｂ、５２４ｂ、５２３ｃ、５２４ｃ、５２３ｄ、５２４ｄは、それぞれ、永久磁石２０ａ、２０ｂの傾斜角 ２と同じ角度に傾斜している。

【００６３】

そして、端面５２３ａと端面５２３ｂとの間に、永久磁石２０ａの一方の端部（Ｎ極端）が配置され、端面５２４ａと端面５２４ｃとの間に、永久磁石２０ａの他方の端部（Ｓ極端）が配置されている。したがって、端面５２３ａ、５２３ｂ、５２４ａ、５２４ｃで、永久磁石２０ａの位置を規制するガイド部が構成される。

10

また、端面５２３ｃと端面５２３ｄとの間に、永久磁石２０ｂの一方の端部（Ｓ極端）が配置され、端面５２４ｂと端面５２４ｄとの間に、永久磁石２０ｂの他方の端部（Ｎ極端）が配置されている。したがって、端面５２３ｂ、５２３ｄ、５２４ａ、５２４ｄで、永久磁石２０ｂの位置を規制するガイド部が構成される。

【００６４】

このように、実施形態では、端面５２３ａ、５２３ｂで構成されるガイド部と、端面５２３ｃ、５２３ｄで構成されるガイド部とは、それぞれ、剛体部５における枠状部材１４のＹ軸上（第１の軸の延長線上）位置する部位に設けられている。これにより、枠状部材１４の軸部材１３ａ、１３ｂとの接続部付近に永久磁石２０ａ、２０ｂの端部が配置され、前記接続部付近の剛性を向上させることができ、これによって、変形モードが発生した場合でも、その枠状部材１４の振動が可動板１１に伝達されてしまうことを防止することができる。

20

【００６５】

なお、永久磁石２０ａ、２０ｂの剛性は、剛体部５と等しいかまたは剛体部５よりも高いことが好ましく、剛体部５よりも高いことがより好ましい。特に、永久磁石２０ａの一方の端部（Ｎ極端）、すなわち端面５２３ａ、５２３ｂで構成されるガイド部に配置された部位の剛性は、剛体部５よりも高いことが好ましい。同様に、永久磁石２０ｂの一方の端部（Ｓ極端）、すなわち端面５２３ｃ、５２３ｄで構成されるガイド部に配置された部位の剛性は、剛体部５よりも高いことが好ましい。これにより、変形モードの発生をより確実に防止または抑制することができる。

30

なお、本実施形態では、可動板１１に永久磁石が配置されていないが、これに限らず、可動板１１に永久磁石が配置されていてもよい。

【００６６】

< 第３実施形態 >

図７は、本発明の光スキャナーの第３実施形態における可動板、各軸部材、枠状部材、剛体部、永久磁石を示す底面図、図８は、図７に示す光スキャナーの永久磁石を示す側面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図７、図８中の右側を「右」、左側を「左」と言う。

以下、第３実施形態について、前述した第１実施形態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。

40

【００６７】

図７および図８に示すように、第３実施形態の光スキャナー１０では、永久磁石２０ａ、２０ｂ、２０ｃに替えて、永久磁石２０が設けられている。そして、可動板１１と、軸部材１３ａ、１３ｂと、枠状部材１４と、剛体部５と、軸部材１５ａ、１５ｂと、永久磁石２０とで、軸部材１５ａ、１５ｂ（第２の軸）を回動軸とする第２の振動系が構成され、可動板１１と、軸部材１３ａ、１３ｂとで、軸部材１３ａ、１３ｂ（第１の軸）を回動軸とする第１の振動系が構成される。

【００６８】

永久磁石２０は、その両極がＸ軸およびＹ軸をそれぞれ挟んで配置されている。換言す

50

れば、永久磁石 20 は、両端部（各磁極）が、X 軸で分割される 2 つの領域に位置し、かつ Y 軸で分割される 2 つの領域に位置するように配置されている。すなわち、永久磁石 20 は、平面視にて、その中心が可動板 11 の中心と一致し、その軸線が X 軸および Y 軸のそれぞれに対して傾斜するように配置されている。

【0069】

X 軸、すなわち軸部材 15 a、15 b の軸線と、永久磁石 20 の軸線とのなす角（X 軸に対する永久磁石 20 の軸線の傾斜角）3 は、特に限定されないが、30°以上 60°以下であるのが好ましく、40°以上 50°以下度であることがより好ましく、45度であるのがさらに好ましい。このように永久磁石 20 を設けることで、円滑かつ確実に可動板 11 を X 軸の周りおよび Y 軸の周りに回動させることができる。

10

【0070】

また、永久磁石 20 は、平面視で、可動板 11 と重なる部位を有しており、永久磁石 20 の可動板 11 側であって、可動板 11 と重なる部位に、凹部 21 が設けられている。本実施形態では、永久磁石 20 の両端部の間の部位、すなわち両端部を除く部位に、凹部 21 が設けられている。これにより、永久磁石 20 と可動板 11 との衝突を防止することができ、確実に可動板 11 を回動させることができる。

【0071】

剛体部 5 は、互いに離間するように配置されたりブ 53 a、53 b で構成されている。リブ 53 a は、X 軸に沿って延在する延在部 531 a と、その延在部 531 a の図 7 中左側の端部から Y 軸方向に突出し、Y 軸に沿って延在する延在部 532 a とで構成されている。また、リブ 53 b は、X 軸に沿って延在する延在部 531 b と、その延在部 531 b の図 7 中右側の端部から Y 軸方向に突出し、Y 軸に沿って延在する延在部 532 b とで構成されている。

20

【0072】

また、リブ 53 a とリブ 53 b とは、延在部 531 a の端面 533 a と延在部 531 b の端面 524 b とが、所定距離離間して互いに対向し、延在部 532 a の端面 534 a と延在部 531 b の端面 533 b とが、所定距離離間して互いに対向するように配置されている。各端面端面 533 a、534 a、533 b、534 b は、それぞれ、永久磁石 20 の傾斜角 3 と同じ角度に傾斜している。

そして、端面 533 a と端面 534 b との間に、永久磁石 20 の一方の端部（N 極端）が配置され、端面 534 a と端面 533 b との間に、永久磁石 20 の他方の端部（S 極端）が配置されている。したがって、端面 533 a、534 b、533 a、534 b で、永久磁石 20 の位置を規制するガイド部が構成される。

30

【0073】

以上説明したような光スキャナー 10 は、光反射部 12 を備えているため、例えば、レーザープリンター、バーコードリーダー、走査型共焦点レーザー顕微鏡、プロジェクター、ヘッドアップディスプレイ（HUD）、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）のようなイメージング用ディスプレイ等の画像形成装置が備える光スキャナー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。

40

【0074】

< 画像形成装置の実施形態 >

図 9 は、本発明の画像形成装置の実施形態を模式的に示す図である。

本実施形態では、画像形成装置の一例として、光スキャナー 10 をイメージング用ディスプレイの光スキャナーとして用いた場合を説明する。なお、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。また、X 軸、すなわち回動中心軸 X がスクリーン S の横方向と平行であり、Y 軸、すなわち回動中心軸 Y がスクリーン S の縦方向と平行である。

【0075】

画像形成装置（プロジェクター）9 は、レーザーなどの光を照出する光源装置（光源）

50

９１と、複数のダイクロイックミラー９２、９２、９２と、光スキャナー１０とを有している。

光源装置９１は、赤色光を照出する赤色光源装置９１１と、青色光を照出する青色光源装置９１２と、緑色光を照出する緑色光源装置９１３とを備えている。

各ダイクロイックミラー９２は、赤色光源装置９１１、青色光源装置９１２、緑色光源装置９１３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。

【００７６】

このようなプロジェクター９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９１（赤色光源装置９１１、青色光源装置９１２、緑色光源装置９１３）から照出された光をダイクロイックミラー９２で合成し、この合成された光が光スキャナー１０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。

10

【００７７】

２次元走査の際、光スキャナー１０の可動板１１の、回動中心軸Ｙ回りの回動により光反射部１２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１０の可動板１１の、回動中心軸Ｘ回りの回動により光反射部１２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。

なお、図９中では、ダイクロイックミラー９２で合成された光を光スキャナー１０によって２次元的に走査した後、その光を固定ミラーＫ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Ｋを省略し、光スキャナー１０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

【００７８】

以上、本発明のミラーデバイス、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、本発明のミラーデバイス、光スキャナーおよび画像形成装置では、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができ、また、他の任意の構成を付加することもできる。

また、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の２以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

【符号の説明】

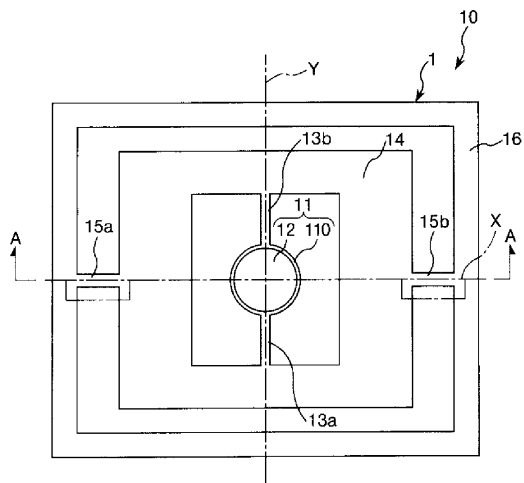
30

【００７９】

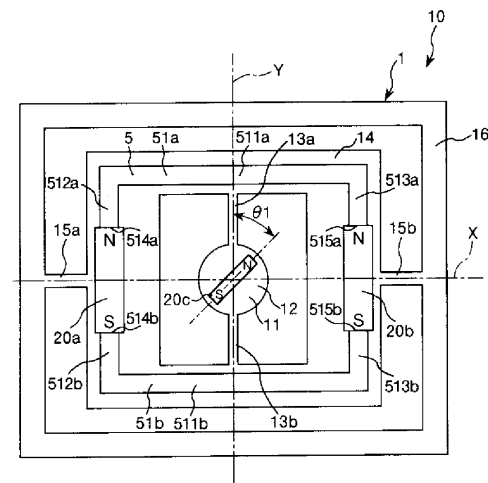
１…ミラーデバイス １０…光スキャナー １１…可動板 １１０…可動板本体 １２…光反射部 １３ａ、１３ｂ…軸部材 １４…枠状部材 １５ａ、１５ｂ…軸部材 １６…支持枠 １７…ホルダー ５…剛体部 ５１ａ、５１ｂ…リブ ５１１ａ、５１１ｂ…本体部 ５１２ａ、５１３ａ、５１２ｂ、５１３ｂ…突出部 ５１４ａ、５１４ｂ、５１５ａ、５１５ｂ…端面 ５２ａ、５２ｂ、５２ｃ、５２ｄ…リブ ５２１ａ、５２２ａ、５２１ｂ、５２２ｂ、５２１ｃ、５２２ｃ、５２１ｄ、５２２ｄ…延在部 ５２３ａ、５２４ａ、５２３ｂ、５２４ｂ、５２３ｃ、５２４ｃ、５２３ｄ、５２４ｄ…端面 ５３ａ、５３ｂ…リブ ５３１ａ、５３２ａ、５３１ｂ、５３２ｂ…延在部 ５３３ａ、５３４ａ、５３３ｂ、５３４ｂ…端面 ２０、２０ａ、２０ｂ、２０ｃ…永久磁石 ２１…凹部 ３０…コイル ４０…電圧印加手段 ４１…第１の電圧発生部 ４２…第２の電圧発生部 ４３…電圧重畳部 ４３ａ…加算器 ７…制御部 ９…プロジェクター ９１…光源装置 ９１１…赤色光源装置 ９１２…青色光源装置 ９１３…緑色光源装置 ９２…ダイクロイックミラー Ｋ…固定ミラー Ｓ…スクリーン

40

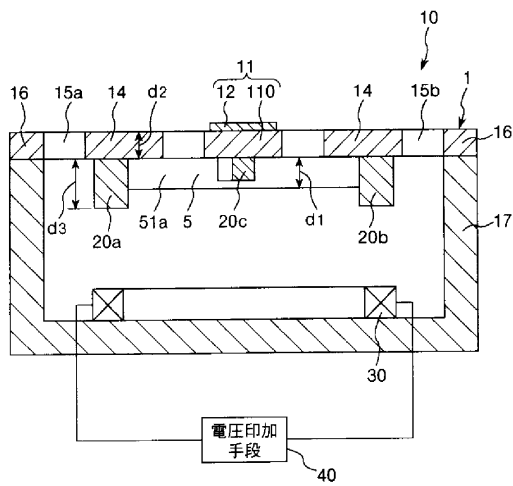
【図 1】



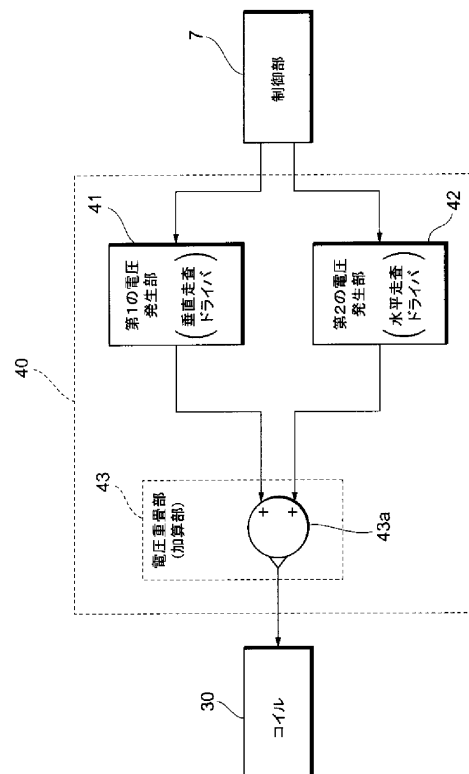
【図 2】



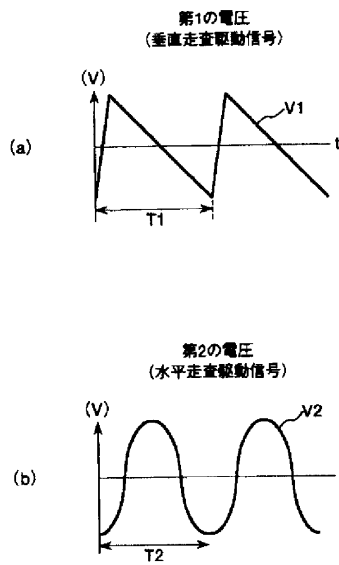
【図 3】



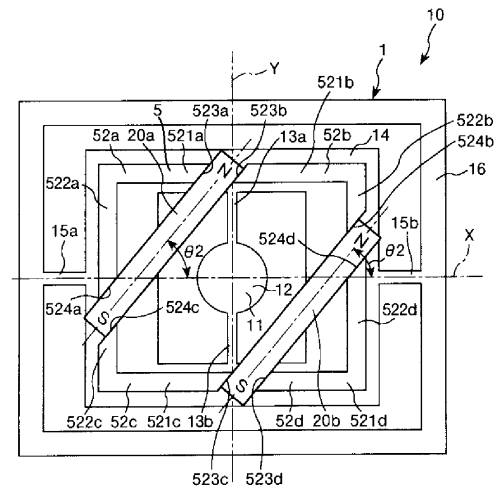
【図 4】



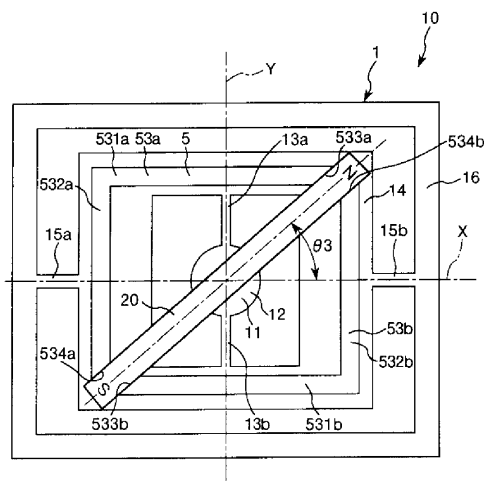
【図 5】



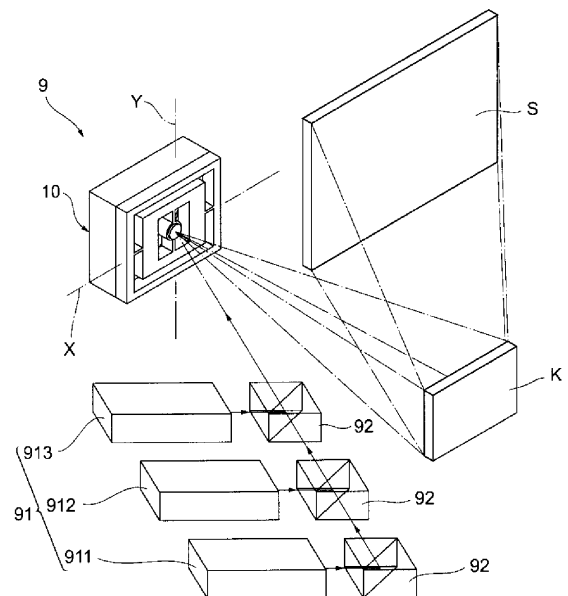
【図 6】



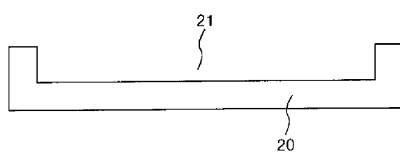
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(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

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開2008-228437(JP,A)
特開2010-079266(JP,A)
特開2008-216920(JP,A)
特表2006-500887(JP,A)
特開2000-310814(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	26/10	-	26/12
G02B	26/00	-	26/08
B81B	1/00	-	7/04
B81C	1/00	-	99/00
B41J	2/47		
H04N	1/04		
G02B	27/01	-	27/02