

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5803586号
(P5803586)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015. 11. 4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015. 9. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 26/10 (2006. 01)

G O 2 B 26/10 C

G O 2 B 26/08 (2006. 01)

G O 2 B 26/10 1 O 4 Z

B 8 1 B 3/00 (2006. 01)

G O 2 B 26/08 E

H O 4 N 1/113 (2006. 01)

B 8 1 B 3/00

H O 4 N 3/08 (2006. 01)

H O 4 N 1/04 1 O 4 Z

請求項の数 8 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-244209 (P2011-244209)
 (22) 出願日 平成23年11月8日(2011. 11. 8)
 (65) 公開番号 特開2013-101198 (P2013-101198A)
 (43) 公開日 平成25年5月23日(2013. 5. 23)
 審査請求日 平成26年10月23日(2014. 10. 23)

(73) 特許権者 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
 (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

審査官 鈴木 俊光

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の軸に交差する第2
 の軸周りに揺動可能な枠状部材と、
 前記枠状部材の前記第2の軸に沿う方向の両端に接続された第2の軸部材と、
 前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第1の軸を挟んで配置された
 第1永久磁石と、

前記枠状部材に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第2の軸を挟んで配置され
た第2永久磁石と、を備え、

前記第1永久磁石は、該第1永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸
 線が前記第1の軸部材の軸線および前記第2の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第2永久磁石は、該第2永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸
 線が前記第2の軸部材の軸線に対して直交して配置さ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の軸部材の軸線と、前記第1永久磁石の軸線とのなす角 は、30°以上60
 °以下である請求項1に記載のミラーデバイス。

【請求項 3】

前記第 2 永久磁石は、前記第 2 の軸部材の軸線に対して線対称に配置されている請求項 1 または 2 に記載のミラーデバイス。

【請求項 4】

前記可動板は、第 1 の凹部を有しており、

前記第 1 永久磁石は、前記第 1 の凹部内に配置されている請求項 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】

前記杵状部材は、第 2 の凹部または孔を有しており、

前記第 2 永久磁石は、前記第 2 の凹部または前記孔内に配置されている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のミラーデバイス。

10

【請求項 6】

2 つの前記第 2 永久磁石を有しており、

前記 2 つの第 2 永久磁石は、互いが前記第 1 の軸部材の軸線に対して線対称に配置されている請求項 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】

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 の軸に交差する第 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、

前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第 1 の軸を挟んで配置された第 1 永久磁石と、

20

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

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第 1 永久磁石および前記第 2 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、

前記第 1 永久磁石は、該第 1 永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸線が前記第 1 の軸部材の軸線および前記第 2 の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第 2 永久磁石は、該第 2 永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸線が前記第 2 の軸部材の軸線に対して直交して配置されており、

30

前記電圧印加手段は、第 1 周波数の第 1 の電圧を発生させる第 1 電圧発生部と、前記第 1 周波数と周波数の異なる第 2 周波数の第 2 の電圧を発生させる第 2 電圧発生部と、前記第 1 の電圧と前記第 2 の電圧とを重畳する電圧重畳部とを備え、前記電圧重畳部で重畳された電圧を前記コイルに印加することにより、前記可動板を前記第 1 周波数で前記第 2 の軸周りに揺動させるとともに、前記第 2 周波数で前記第 1 の軸周りに揺動させるよう構成されていることを特徴とする光スキャナー。

【請求項 8】

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、

40

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 の軸に交差する第 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、

前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第 1 の軸を挟んで配置された第 1 永久磁石と、

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

50

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第 1 永久磁石および前記第 2 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、

前記第 1 永久磁石は、該第 1 永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸線が前記第 1 の軸部材の軸線および前記第 2 の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第 2 永久磁石は、該第 2 永久磁石の前記一方の磁極と前記他方の磁極とを結んだ軸線が前記第 2 の軸部材の軸線に対して直交して配置されており、

前記電圧印加手段は、第 1 周波数の第 1 の電圧を発生させる第 1 電圧発生部と、前記第 1 周波数と周波数の異なる第 2 周波数の第 2 の電圧を発生させる第 2 電圧発生部と、前記第 1 の電圧と前記第 2 の電圧とを重畳する電圧重畳部とを備え、前記電圧重畳部で重畳された電圧を前記コイルに印加することにより、前記可動板を前記第 1 周波数で前記第 2 の軸周りに揺動させるとともに、前記第 2 周波数で前記第 1 の軸周りに揺動させるよう構成さ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】

【0001】

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】

【0002】

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、棒状部材と、棒状部材を第 1 の軸周りに回転可能とするように、棒状部材の第 1 の軸に沿う方向の両端に設けられた 1 対の第 1 の軸部材と、棒状部材の内側に設けられ、光反射性を有する光反射部を備える可動板と、可動板を第 1 の軸に直交する第 2 の軸周りに回転可能とするように、可動板の第 2 の軸に沿う方向の両端に設けられ、可動板を棒状部材に支持する 1 対の第 2 の軸部材と、棒状部材に設けられ、両極が第 1 の軸を挟んで配置された 2 つの第 1 永久磁石と、可動板に設けられ、両極が第 1 の軸を挟んで配置された第 2 永久磁石と、棒状部材に対向するように配置され、電圧の印加により第 1 永久磁石および第 2 永久磁石に作用する磁界を発生するコイルと、コイルに電圧を印加する電圧印加手段とを備えている。そして、第 1 永久磁石および第 2 永久磁石は、第 1 の軸に対して傾斜し、かつ第 1 永久磁石の方向と第 2 永久磁石の磁極の方向とが同じになるように配置されている。

【0003】

しかながら、特許文献 1 に記載の光スキャナーでは、第 1 永久磁石の軸線が第 1 の軸に対して傾斜しているので、駆動の際、第 1 の軸部材は、捩れ変形しつつ、特許文献 1 の図 2 中の上下方向にも湾曲または屈曲し、これにより、第 1 の軸部材に複合応力が生じ、第 1 の軸部材が破損するおそれがある。

そこで、第 1 永久磁石は、その軸線が第 1 の軸に対して直交するように配置することが好ましい。また、第 2 永久磁石も、その軸線が第 2 の軸に対して直交するように配置することが好ましい。第 1 永久磁石をその軸線が第 1 の軸に対して直交するように配置し、第 2 永久磁石をその軸線が第 2 の軸に対して直交するように配置してなる光スキャナーとしては、特許文献 2 に開示されている。

【0004】

但し、特許文献 1 に記載の光スキャナーは、回転する棒状部材および可動板にそれぞれ永久磁石が設けられた「ムービングマグネット」と呼ばれる形態のものであるのに対し、特許文献 2 に記載の光スキャナーは、棒状部材にコイルが設けられ、可動板に永久磁石が設けられた「ムービングコイル」と、「ムービングマグネットタイプ」とを組み合わせた形態のものである。

このため、特許文献 2 に記載の光スキャナーでは、棒状部材にコイルが設けられているので、駆動の際、コイルが発熱し、その熱により棒状部材に撓みが生じるという問題があ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 0 5 】

そこで、前記コイルの発熱により棒状部材に撓みが生じるという問題を解決する方法として、特許文献 2 に記載の光スキャナーを「ムービングマグネット」に適用すること、すなわち、第 1 永久磁石を第 1 の軸に対して直交するように棒状部材に設け、第 2 永久磁石を第 2 の軸に対して直交するように可動板に設けることが考えられるが、この場合は、下記の問題が生じる。

【 0 0 0 6 】

まず、硬磁性体を着磁して第 1 永久磁石、第 2 永久磁石とする際は、着磁前の硬磁性体を棒状部材および可動板に設置した後にその着磁を行う必要がある。その理由は、既に着磁がなされて第 1 永久磁石、第 2 永久磁石となったものをそれぞれ棒状部材および可動板に設置しようとする、第 1 永久磁石、第 2 永久磁石をそれぞれ棒状部材および可動板上に配置した際に、第 1 永久磁石と第 2 永久磁石とが磁力によって引き寄せ合い、その力によって棒状部材および可動板の構造が破壊されたり、また、第 1 永久磁石と第 2 永久磁石とが吸着し、第 1 永久磁石、第 2 永久磁石を設置できないからである。なお、第 1 永久磁石、第 2 永久磁石をそれぞれ棒状部材および可動板に設置できるようにするには、第 1 永久磁石と第 2 永久磁石との離間距離を大きくする必要があり、光スキャナーが大型化する。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、着磁前の硬磁性体を棒状部材および可動板に設置した後にその着磁を行う場合も、第 1 永久磁石の軸線と第 2 永久磁石の軸線とが直交しているので、同時に着磁を行うことができず、第 1 永久磁石を第 1 の軸に対して直交するように棒状部材に設け、第 2 永久磁石を第 2 の軸に対して直交するように可動板に設けてなる光スキャナーを実現することができないという問題がある。また、第 1 永久磁石と第 2 永久磁石との一方を着磁した後に他方を着磁する場合は、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（梁）が破壊されるため、着磁ができないという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 7 9 2 6 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 1 1 0 0 0 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 9 】

本発明の目的は、装置の小型化および低コスト化を図りつつ、第 2 の軸部材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、可動板を第 1 の軸および第 1 の軸に直交する第 2 の軸の周りに回動（揺動）させることの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 1 0 】

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 の軸に直交する第 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、

前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第 1 の軸を挟んで配置された長手形状をなす第 1 永久磁石と、

前記棒状部材に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第 2 の軸を挟んで配置され

10

20

30

40

50

た長手形状をなす第2永久磁石と、を備え、

前記第1永久磁石は、該第1永久磁石の軸線が前記第1の軸部材の軸線および前記第2の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第2永久磁石は、該第2永久磁石の軸線が前記第2の軸部材の軸線に対して直交して配置されていることを特徴とする。

【0011】

これにより、装置の小型化および低コスト化を図りつつ、可動板を第1の軸および第1の軸に直交する第2の軸の周りに回動（揺動）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、第1永久磁石と第2永久磁石が設けられているため、コイルの数が高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。

10

【0012】

また、第2永久磁石は、その軸線が第2の軸部材の軸線に対して直交するように配置されているので、第2の軸部材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、また、可動板の第2の軸周りの回動角を大きくすることができる。

また、第1永久磁石は、その軸線が第1の軸部材の軸線に対して傾斜するように配置され、これにより第1永久磁石の軸線と第2永久磁石の軸線とが直交しないので、第1永久磁石用の硬磁性体および第2永久磁石用の硬磁性体をそれぞれ枠状部材および可動板に設置した状態で、着磁を確実に行うことができる。

20

【0013】

本発明のミラーデバイスでは、前記第1の軸部材の軸線と、前記第1永久磁石の軸線とのなす角は、 30° 以上 60° 以下であることが好ましい。

これにより、円滑かつ確実に可動板を第1の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。

本発明のミラーデバイスでは、前記第2永久磁石は、前記第2の軸部材の軸線に対して線対称に配置されていることが好ましい。

これにより、可動板を円滑に第2の軸の周りに回動させることができる。

【0014】

本発明のミラーデバイスでは、前記可動板は、第1の凹部を有しており、

前記第1永久磁石は、前記第1の凹部内に配置されていることが好ましい。

30

これにより、第1永久磁石と、可動板と、第1の軸部材とで構成される、第1の軸部材を回動軸とする第1の振動系の慣性モーメントを小さくすることができ、装置の小型化を図ることができる。

【0015】

本発明のミラーデバイスでは、前記枠状部材は、第2の凹部または孔を有しており、

前記第2永久磁石は、前記第2の凹部または前記孔内に配置されていることが好ましい。

これにより、第2の軸部材に複合応力が生じることをより確実に防止または抑制することができる。

【0016】

本発明のミラーデバイスでは、2つの前記第2永久磁石を有しており、

前記2つの第2永久磁石は、互いが前記第1の軸部材の軸線に対して線対称に配置されていることが好ましい。

40

これにより、可動板をより円滑に第2の軸周りに回動させることができ、また、可動板の第2の軸周りの回動角をより大きくすることができる。

【0017】

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の軸に直交する第2

50

の軸周りに揺動可能な枠状部材と、

前記枠状部材の前記第２の軸に沿う方向の両端に接続された第２の軸部材と、

前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第１の軸を挟んで配置された長手形状をなす第１永久磁石と、

前記枠状部材に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第２の軸を挟んで配置された長手形状をなす第２永久磁石と、

前記枠状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記第１永久磁石および前記第２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、

前記第１永久磁石は、該第１永久磁石の軸線が前記第１の軸部材の軸線および前記第２の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第２永久磁石は、該第２永久磁石の軸線が前記第２の軸部材の軸線に対して直交して配置されており、

前記電圧印加手段は、第１周波数の第１の電圧を発生させる第１電圧発生部と、前記第１周波数と周波数の異なる第２周波数の第２の電圧を発生させる第２電圧発生部と、前記第１の電圧と前記第２の電圧とを重畳する電圧重畳部とを備え、前記電圧重畳部で重畳された電圧を前記コイルに印加することにより、前記可動板を前記第１周波数で前記第２の軸周りに揺動させるとともに、前記第２周波数で前記第１の軸周りに揺動させるよう構成されていることを特徴とする。

【００１８】

これにより、装置の小型化および低コスト化を図りつつ、可動板を第１の軸および第１の軸に直交する第２の軸の周りに回動（揺動）させることができる。また、簡単かつ小さな構成でありながら、第１永久磁石と第２永久磁石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。

【００１９】

また、第２永久磁石は、その軸線が第２の軸部材の軸線に対して直交するように配置されているので、第２の軸部材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、また、可動板の第２の軸周りの回動角を大きくすることができる。

また、第１永久磁石は、その軸線が第１の軸部材の軸線に対して傾斜するように配置され、これにより第１永久磁石の軸線と第２永久磁石の軸線とが直交しないので、第１永久磁石用の硬磁性体および第２永久磁石用の硬磁性体をそれぞれ枠状部材および可動板に設置した状態で、着磁を確実に行うことができる。

【００２０】

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の軸に直交する第２の軸周りに揺動可能な枠状部材と、

前記枠状部材の前記第２の軸に沿う方向の両端に接続された第２の軸部材と、

前記可動板に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第１の軸を挟んで配置された長手形状をなす第１永久磁石と、

前記枠状部材に配置され、一方の磁極と他方の磁極とが前記第２の軸を挟んで配置された長手形状をなす第２永久磁石と、

前記枠状部材に対向して配置され、電圧の印加により前記第１永久磁石および前記第２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、

前記第１永久磁石は、該第１永久磁石の軸線が前記第１の軸部材の軸線および前記第２

の軸部材の軸線に対して傾斜して配置され、

前記第２永久磁石は、該第２永久磁石の軸線が前記第２の軸部材の軸線に対して直交して配置されており、

前記電圧印加手段は、第１周波数の第１の電圧を発生させる第１電圧発生部と、前記第１周波数と周波数の異なる第２周波数の第２の電圧を発生させる第２電圧発生部と、前記第１の電圧と前記第２の電圧とを重畳する電圧重畳部とを備え、前記電圧重畳部で重畳された電圧を前記コイルに印加することにより、前記可動板を前記第１周波数で前記第２の軸周りに揺動させるとともに、前記第２周波数で前記第１の軸周りに揺動させるよう構成されていることを特徴とする。

【００２１】

10

これにより、装置の小型化および低コスト化を図りつつ、可動板を第１の軸および第１の軸に直交する第２の軸の周りに回動（揺動）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、第１永久磁石と第２永久磁石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。

【００２２】

また、第２永久磁石は、その軸線が第２の軸部材の軸線に対して直交するように配置されているので、第２の軸部材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、また、可動板の第２の軸周りの回動角を大きくすることができる。

また、第１永久磁石は、その軸線が第１の軸部材の軸線に対して傾斜するように配置され、これにより第１永久磁石の軸線と第２永久磁石の軸線とが直交しないので、第１永久磁石用の硬磁性体および第２永久磁石用の硬磁性体をそれぞれ枠状部材および可動板に設置した状態で、着磁を確実に行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【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のＡ－Ａ線断面図である。

【図３】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４】図３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。

30

【図５】本発明の光スキャナーの第２実施形態を示す平面図である。

【図６】図５のＢ－Ｂ線断面図である。

【図７】本発明の光スキャナーの第３実施形態を示す断面図である。

【図８】本発明の光スキャナーの第４実施形態を示す断面図である。

【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】

【００２４】

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。

40

< 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のＡ－Ａ線断面図、図３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４は、図３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中の紙面手前側を「上」、紙面奥側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言い、図２中の上側を「上」、下側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

【００２５】

図１および図２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１

50

7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、枠状部材14と、1対の軸部材(第2の軸部材)15a、15bと、支持枠16と、永久磁石(第2永久磁石)20a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。

【0026】

永久磁石20cと、可動板11(光反射部12)と、軸部材13a、13bと、永久磁石20aと、枠状部材14と、軸部材15a、15bとで、軸部材15a、15bを回転軸とする第2の振動系が構成され、永久磁石20cと、可動板11(光反射部12)と、軸部材13a、13bとで、軸部材13a、13bを回転軸とする第1の振動系が構成される。

10

【0027】

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。

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。

20

【0028】

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)周りに回転(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)周りに回転(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、図1の平面視にて、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。

30

枠状部材14をX軸周りに回転可能とし、可動板11をY軸周りに回転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軸周りに回転させることができる。

【0029】

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、優れた回転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。

40

【0030】

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

50

合してもよい。また、例えば、支持棒 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。

【0031】

棒状部材 14 の下面（ホルダー 17 と対向する面）には永久磁石 20a が設けられており、可動板 11 の下面（光反射部 12 とは反対側の面）には永久磁石 20c が設けられている。なお、永久磁石 20a と棒状部材 14 との接合方法、永久磁石 20c と可動板 11 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 17 の上面には、永久磁石 20a および 20c に作用する磁界を発生するコイル 30 が設けられている。コイル 30 は電圧印加手段 40 に電氣的に接続されている。永久磁石 20a、20c、コイル 30、および電圧印加手段 40 によって可動板 11 および棒状部材 14 を回動させる駆動手段が構成される。

10

【0032】

永久磁石 20a 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 20a の S 極と N 極とを結ぶ線分の方向が、永久磁石 20a の長手方向と一致している。換言すれば、永久磁石 20a の S 極と N 極とを結ぶ線分が、永久磁石 20a の軸線と一致している。

この永久磁石 20a は、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 20a 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。そして、永久磁石 20a 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。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 15a、15b 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。

20

なお、永久磁石 20a の形状は、長手形状であれば、特に限定されるものではない。

【0033】

また、永久磁石 20c 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 20c の S 極と N 極とを結ぶ線分の方向が、永久磁石 20c の長手方向と一致している。換言すれば、永久磁石 20c の S 極と N 極とを結ぶ線分が、永久磁石 20c の軸線と一致している。

この永久磁石 20c 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 20c 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 20c 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 20c 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 20c 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 20c の軸線と永久磁石 20a の軸線とが直交しないので、永久磁石 20a 用の着磁前の硬磁性体および永久磁石 20c 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。

30

なお、永久磁石 20c の形状は、長手形状であれば、特に限定されるものではない。

【0034】

また、Y 軸、すなわち軸部材 13a、13b の軸線と、永久磁石 20c の軸線とのなす角（Y 軸に対する永久磁石 20c の軸線の傾斜角）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 20c 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 20a、20c 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、永久磁石 20a、20c の一方を着磁した後に他方を着磁する場合

40

50

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。

【 0 0 3 5 】

また、永久磁石 2 0 a は、平面視にて、X 軸、すなわち軸部材 1 5 a、1 5 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 1 1 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 2 0 c は、平面視にて、その中心が可動板 1 1 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 2 0 c は、平面視にて、可動板 1 1 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 1 1 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。

10

なお、本実施形態では、永久磁石 2 0 a は、枠状部材 1 4 の下面（ホルダー 1 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 2 0 a は、枠状部材 1 4 の上面（光反射部 1 2 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 1 4 の下面と上面の両方に設けられていてもよい。

【 0 0 3 6 】

永久磁石 2 0 a、2 0 c 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 2 0 a、2 0 c とする際は、着磁前の硬磁性体を枠状部材 1 4 および可動板 1 1 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 2 0 a、2 0 c となったものを枠状部材 1 4 および可動板 1 1 に設置しようとすると、永久磁石 2 0 a、2 0 c を枠状部材 1 4 および可動板 1 1 上に配置した際に、永久磁石 2 0 a と永久磁石 2 0 c とが磁力によって引き寄せ合い、その力によって枠状部材 1 4 および可動板 1 1 の構造が破壊されたり、また、永久磁石 2 0 a と、永久磁石 2 0 c とが吸着し、永久磁石 2 0 a、2 0 c を設置できないからである。

20

なお、この光スキャナー 1 0 では、永久磁石 2 0 a の軸線と永久磁石 2 0 c 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。

【 0 0 3 7 】

永久磁石 2 0 a、2 0 c の直下には、コイル 3 0 が設けられている。すなわち、可動板 1 1 および枠状部材 1 4 の下面に対向するように、コイル 3 0 が設けられている。これにより、コイル 3 0 から発生する磁界を効率的に永久磁石 2 0 a、2 0 c に作用させることができる。これにより、光スキャナー 1 0 の省電力化および小型化を図ることができる。

30

コイル 3 0 は、電圧印加手段 4 0 と電気的に接続されている。そして、電圧印加手段 4 0 によりコイル 3 0 に電圧が印加されることで、コイル 3 0 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 3 0 は磁心に巻き付けられていてもよい。

【 0 0 3 8 】

電圧印加手段 4 0 は、図 3 に示すように、可動板 1 1 を X 軸周りに回動させるための第 1 の電圧 V 1 を発生させる第 1 の電圧発生部 4 1 と、可動板 1 1 を Y 軸周りに回動させるための第 2 の電圧 V 2 を発生させる第 2 の電圧発生部 4 2 と、第 1 の電圧 V 1 と第 2 の電圧 V 2 とを重畳し、その電圧をコイル 3 0 に印加する電圧重畳部 4 3 とを備えている。

第 1 の電圧発生部 4 1 は、図 4 (a) に示すように、周期 T 1 で周期的に変化する第 1 の電圧 V 1（垂直走査用電圧）を発生させるものである。

40

【 0 0 3 9 】

第 1 の電圧 V 1 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 1 0 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 V 1 の波形は、これに限定されない。ここで、第 1 の電圧 V 1 の周波数（ $1 / T 1$ ）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 ~ 80 Hz（60 Hz 程度）であるのが好ましい。

本実施形態では、第 1 の電圧 V 1 の周波数は、永久磁石 2 0 c と、可動板 1 1 と、軸部材 1 3 a、1 3 b と、永久磁石 2 0 a と、枠状部材 1 4 と、軸部材 1 5 a、1 5 b 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

50

整されている。

【 0 0 4 0 】

一方、第 2 の電圧発生部 4 2 は、図 4 (b) に示すように、周期 T_1 と異なる周期 T_2 で周期的に変化する第 2 の電圧 V_2 (水平走査用電圧) を発生させるものである。

第 2 の電圧 V_2 は、正弦波のような波形をなしている。そのため、光スキャナー 1 0 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 V_2 の波形は、これに限定されない。

このような第 2 の電圧 V_2 の周波数 (第 2 周波数) は、第 1 の電圧 V_1 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 T_2 は、周期 T_1 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 1 1 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。

10

【 0 0 4 1 】

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、 $10 \sim 40 \text{ kHz}$ であるのが好ましい。このように、第 2 の電圧 V_2 の周波数を $10 \sim 40 \text{ kHz}$ とし、前述したように第 1 の電圧 V_1 の周波数を 60 Hz 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 1 1 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 1 1 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 V_1 の周波数と第 2 の電圧 V_2 の周波数との組み合わせは、特に限定されない。

20

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、第 2 周波数は、永久磁石 2 0 c と、可動板 1 1 と軸部材 1 3 a、1 3 b とで構成される軸部材 1 3 a、1 3 b 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 1 1 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 2 0 c と、可動板 1 1 と、軸部材 1 3 a、1 3 b と、永久磁石 2 0 a と、枠状部材 1 4 と、軸部材 1 5 a、1 5 b とで構成される軸部材 1 5 a、1 5 b 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。

30

【 0 0 4 3 】

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 V_2 をコイル 3 0 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。

【 0 0 4 4 】

また、第 2 の振動系のねじり共振周波数を $f_1 [\text{Hz}]$ とし、第 1 の振動系のねじり共振周波数を $f_2 [\text{Hz}]$ 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 1 1 を X 軸周りに第 1 の電圧 V_1 の周波数で回動させつつ、Y 軸周りに第 2 の電圧 V_2 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。

40

【 0 0 4 5 】

このような第 1 の電圧発生部 4 1 および第 2 の電圧発生部 4 2 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 4 1 および第 2 の電圧発生部 4 2 には、電圧重畳部 4 3 が接続されている。

電圧重畳部 4 3 は、コイル 3 0 に電圧を印加するための加算器 4 3 a を備えている。加

50

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】

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 V1 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 V2 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 V1 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 V1 の周波数が 60 Hz で、第 2 の電圧 V2 の周波数が 15 kHz）。

【0047】

例えば、図 4 (a) に示すような第 1 の電圧 V1 と、図 4 (b) に示すような第 2 の電圧 V2 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 V1 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 A1」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 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 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。すなわち図 1 の平面視において、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 V1 の周波数で X 軸周りに回転する。

【0049】

なお、永久磁石 20a の軸線が X 軸に対して傾斜している従来例では、磁界 A1 と磁界 A2 とが交互に切り換わると、軸部材 15a、15b が捩れ変形しつつ、図 2 中の上下方向にも湾曲または屈曲し、これにより、軸部材 15a、15b に複合応力が生じ、軸部材 15a、15b が破損するおそれがある。

しかし、この光スキャナー 10 では、永久磁石 20a 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、前記従来例に比べて、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 軸周りの回転角を大きくすることができる。

【0050】

また、第 1 の電圧 V1 の周波数は、第 2 の電圧 V2 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 V1 によって X 軸周りに回転する。すなわち、第 2 の電圧 V2 によって、杵状部材 14 が X 軸周りに回転してしまうことを防止することができる。

【0051】

一方、第 2 の電圧 V2 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 1 1 と永久磁石 2 0 c の N 極との接合部付近をコイル 3 0 から離間させようとするとともに、杵状部材 1 4 と永久磁石 2 0 a の S 極との接合部付近、および可動板 1 1 と永久磁石 2 0 c の S 極との接合部付近をコイル 3 0 に引き付けようとする磁界（この磁界を「磁界 B 2」という）とが交互に切り換わる。

【 0 0 5 2 】

ここで、上述したように、永久磁石 2 0 c 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。すなわち図 1 の平面視において、Y 軸を挟んで一方側に永久磁石 2 0 c 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。

10

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 3 】

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 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。

20

【 0 0 5 4 】

また、永久磁石 2 0 a は、その軸線が軸部材 1 5 a、1 5 b の軸線に対して直交するように配置されているので、軸部材 1 5 a、1 5 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、また、可動板 1 1 の X 軸周りの回転角を大きくすることができる。

また、永久磁石 2 0 c は、その軸線が第 2 の軸部材 1 3 a、1 3 b の軸線に対して傾斜するように配置され、これにより永久磁石 2 0 c の軸線と永久磁石 2 0 c の軸線とが直交しないので、永久磁石 2 0 a 用の硬磁性体および永久磁石 2 0 c 用の硬磁性体をそれぞれ杵状部材 1 4 および可動板 1 1 に設置した状態で、着磁を確実に行うことができる。

30

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。

【 0 0 5 5 】

また、光スキャナー 1 0 は、杵状部材 1 4 に永久磁石 2 0 a 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 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。

40

【 0 0 5 6 】

< 第 2 実施形態 >

図 5 は、本発明の光スキャナーの第 2 実施形態を示す平面図、図 6 は、図 5 の B - B 線断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 5 中の紙面手前側を「上」、紙面奥側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言い、図 6 中の上側を「上」、下側を「下」、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 7 】

図 5 および図 6 に示すように、第 2 実施形態の光スキャナー 1 0 では、ミラーデバイス

50

1 は、さらに、枠状部材 1 4 の下面（ホルダー 1 7 と対向する面）に設けられた永久磁石（第 2 永久磁石）2 0 b を有している。永久磁石 2 0 b は、軸部材 1 3 a、1 3 b の軸線に対して永久磁石 2 0 a と線対称となるように配置されている。これにより、可動板 1 1 をより円滑に X 軸の周りに回動させることができ、また、可動板 1 1 の X 軸周りの回動角をより大きくすることができる。この永久磁石 2 0 b については、永久磁石 2 0 a と同様であるので、その説明は省略する。

なお、永久磁石 2 0 c と、可動板 1 1（光反射部 1 2）と、軸部材 1 3 a、1 3 b と、永久磁石 2 0 a、2 0 b と、枠状部材 1 4 と、軸部材 1 5 a、1 5 b とで、軸部材 1 5 a、1 5 b を回動軸とする第 2 の振動系が構成される。

【0058】

10

< 第 3 実施形態 >

図 7 は、本発明の光スキャナーの第 3 実施形態を示す断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 7 中の上側を「上」、下側を「下」、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 2 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。

【0059】

図 7 に示すように、第 3 実施形態の光スキャナー 1 0 では、ミラーデバイス 1 の枠状部材 1 4 の下面（ホルダー 1 7 と対向する面）に、2 つの凹部（第 2 の凹部）1 4 1、1 4 2 が形成されており、その凹部 1 4 1、1 4 2 内に、それぞれ、永久磁石 2 0 a、2 0 b が設置されている。本実施形態では、永久磁石 2 0 a の中心軸と、軸部材 1 5 a、1 5 b の中心軸とが交差している。すなわち、永久磁石 2 0 a の中心軸と、軸部材 1 5 a、1 5 b の中心軸との図 7 中の上下方向の位置が一致している。これにより、軸部材 1 5 a、1 5 b に複合応力が生じることをより確実に防止または抑制することができる。

20

【0060】

また、可動板 1 1 の下面（光反射部 1 2 とは反対側の面）に、凹部（第 1 の凹部）1 1 1 が形成されており、その凹部 1 1 1 内に、永久磁石 2 0 c が設置されている。本実施形態では、永久磁石 2 0 c の中心軸と、軸部材 1 3 a、1 3 b の中心軸とが交差している。すなわち、永久磁石 2 0 c の中心軸と、軸部材 1 3 a、1 3 b の中心軸との図 7 中の上下方向の位置が一致している。これにより第 1 の振動系の慣性モーメントを小さくすることができ、装置の小型化を図ることができる。

30

なお、凹部 1 1 1 は、本実施形態では、可動板本体 1 1 0 に形成されているが、これに限らず、後述する第 4 実施形態のように、可動板本体 1 1 0 に貫通孔が形成され、光反射部 1 2 が凹部 1 1 1 の底部となるように構成されていてもよい。

【0061】

< 第 4 実施形態 >

図 8 は、本発明の光スキャナーの第 4 実施形態を示す断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 8 中の上側を「上」、下側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

以下、第 4 実施形態について、前述した第 2 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

【0062】

図 8 に示すように、第 4 実施形態の光スキャナー 1 0 では、ミラーデバイス 1 の枠状部材 1 4 の下面（ホルダー 1 7 と対向する面）に、その枠状部材 1 4 を厚さ方向に貫通する 2 つの孔 1 4 3、1 4 4 が形成されており、その孔 1 4 3、1 4 4 内に、それぞれ、永久磁石 2 0 a、2 0 b が設置されている。本実施形態では、永久磁石 2 0 a の中心軸と、軸部材 1 5 a、1 5 b の中心軸とが交差している。すなわち、永久磁石 2 0 a の中心軸と、軸部材 1 5 a、1 5 b の中心軸との図 8 中の上下方向の位置が一致している。これにより、軸部材 1 5 a、1 5 b に複合応力が生じることをより確実に防止または抑制することができる。

50

【 0 0 6 3 】

また、可動板 1 1 の下面（光反射部 1 2 とは反対側の面）に、凹部 1 1 1 が形成されており、その凹部 1 1 1 内に、永久磁石 2 0 c が設置されている。本実施形態では、永久磁石 2 0 c の中心軸と、軸部材 1 3 a、1 3 b の中心軸とが交差している。すなわち、永久磁石 2 0 c の中心軸と、軸部材 1 3 a、1 3 b の中心軸との図 8 中の上下方向の位置が一致している。これにより第 1 の振動系の慣性モーメントを小さくすることができ、装置の小型化を図ることができる。

なお、本実施形態では、可動板本体 1 1 0 に貫通孔が形成され、光反射部 1 2 が凹部 1 1 1 の底部となるように構成されているが、これに限らず、前述した第 3 実施形態のように、可動板本体 1 1 0 に凹部 1 1 1 が形成されていてもよい。

10

【 0 0 6 4 】

以上説明したような光スキャナー 1 0 は、光反射部 1 2 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や、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。

【 0 0 6 5 】

< 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 1 0 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。

20

【 0 0 6 6 】

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）9 1 と、複数のダイクロイックミラー 9 2、9 2、9 2 と、光スキャナー 1 0 とを有している。

光源装置 9 1 は、赤色光を照出する赤色光源装置 9 1 1 と、青色光を照出する青色光源装置 9 1 2 と、緑色光を照出する緑色光源装置 9 1 3 とを備えている。

30

各ダイクロイックミラー 9 2 は、赤色光源装置 9 1 1、青色光源装置 9 1 2、緑色光源装置 9 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。

【 0 0 6 7 】

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からの画像情報に基づいて、光源装置 9 1（赤色光源装置 9 1 1、青色光源装置 9 1 2、緑色光源装置 9 1 3）から照出された光をダイクロイックミラー 9 2 で合成し、この合成された光が光スキャナー 1 0 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。

【 0 0 6 8 】

2 次元走査の際、光スキャナー 1 0 の可動板 1 1 の、回動中心軸 Y 回りの回動により光反射部 1 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 0 の可動板 1 1 の、回動中心軸 X 回りの回動により光反射部 1 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。

40

なお、図 9 中では、ダイクロイックミラー 9 2 で合成された光を光スキャナー 1 0 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 1 0 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。

【 0 0 6 9 】

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を、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く、各部の構成は、同様の

50

機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物や、工程が付加されていてもよい。

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。

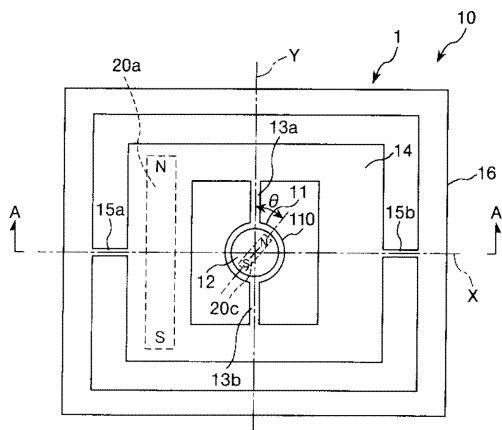
【符号の説明】

【００７０】

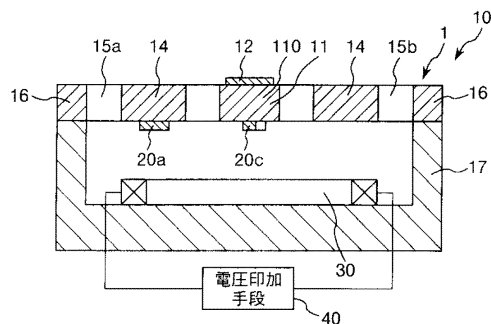
１…ミラーデバイス １０…光スキャナー １１…可動板 １１０…可動板本体 １１１…凹部 １１２…光反射部 １１３a、１１３b…軸部材 １１４…枠状部材 １１４１、１１４２…凹部 １１４３、１１４４…孔 １１５a、１１５b…軸部材 １１６…支持枠 １１７…ホルダー ２０a、２０b、２０c…永久磁石 ３０…コイル ４０…電圧印加手段 ４１…第１の電圧発生部 ４２…第２の電圧発生部 ４３…電圧重畳部 ４３a…加算器 ７…制御部 ９…プロジェクター ９１…光源装置 ９１１…赤色光源装置 ９１２…青色光源装置 ９１３…緑色光源装置 ９２…ダイクロイックミラー

10

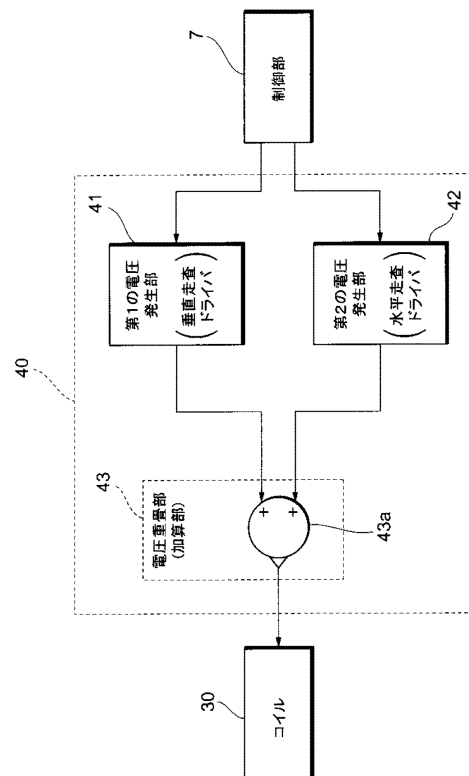
【図１】



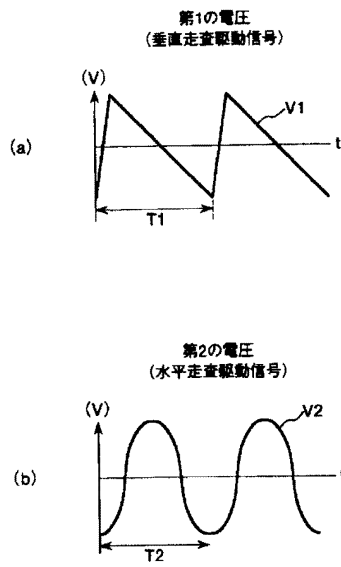
【図２】



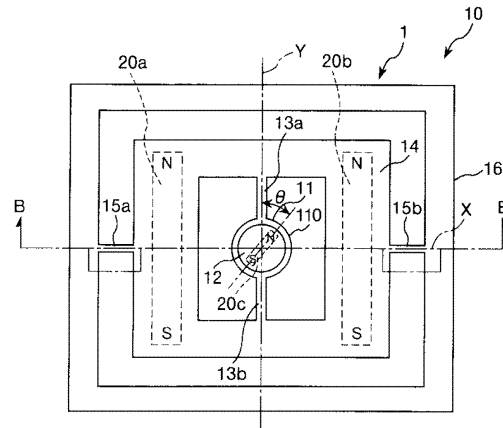
【図３】



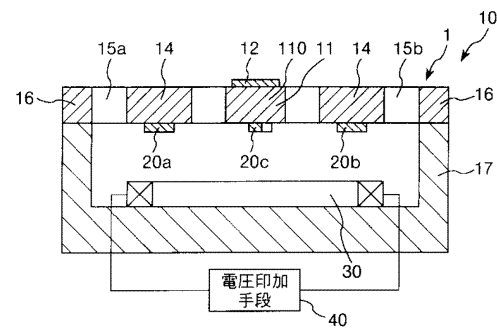
【図 4】



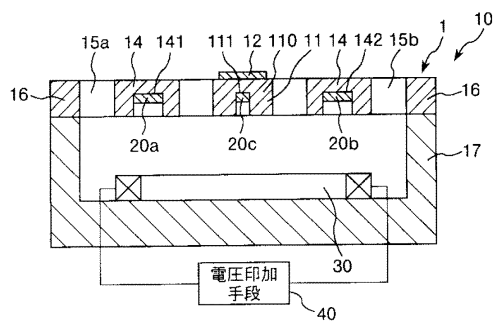
【図 5】



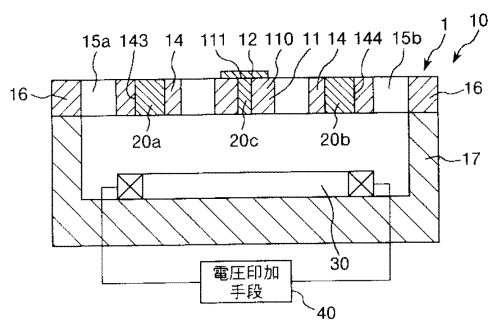
【図 6】



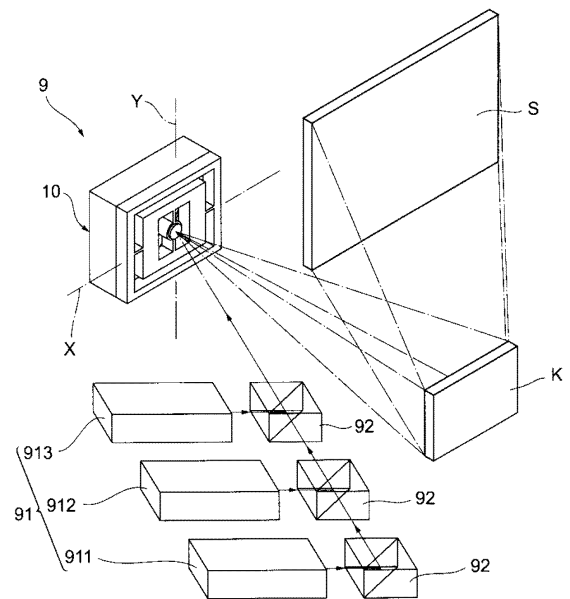
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 3/08

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 7 9 2 6 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 9 7 9 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 1 0 0 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 2 8 2 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 1 7 1 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 8 3 5 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 8 5 8 8 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 2 6 / 1 0
G 0 2 B 2 6 / 0 8
B 8 1 B 3 / 0 0