

(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2005-173411

(P2005-173411A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 26/10

B41J 2/44

B81B 3/00

G02B 26/08

H04N 1/036

F I

G02B 26/10

G02B 26/10

B81B 3/00

G02B 26/08

H04N 1/036

1 O 4 Z

C

E

Z

テーマコード (参考)

2 C 3 6 2

2 H 0 4 1

2 H 0 4 5

5 C 0 5 1

5 C 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-415786 (P2003-415786)

(22) 出願日 平成15年12月12日 (2003.12.12)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100086483

弁理士 加藤 一男

(72) 発明者 島田 康弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

(72) 発明者 加藤 貴久

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2C362 BA17 BA18 DA08

2H041 AA12 AB14 AC05 AC06 AZ02

AZ08

最終頁に続く

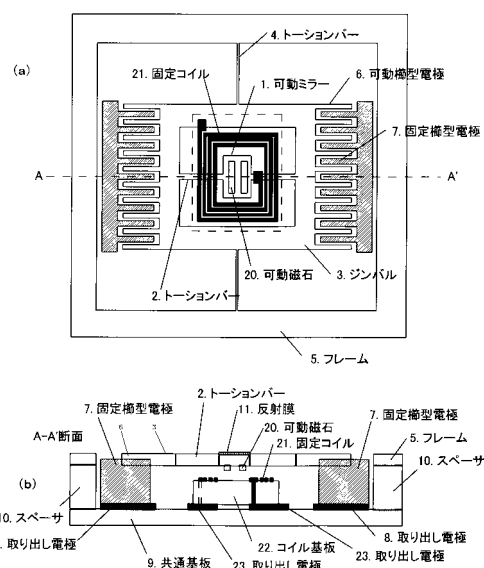
(54) 【発明の名称】 光偏向器

(57) 【要約】

【課題】二軸それぞれの駆動信号間のクロストークを低減できるジンバル構造による二軸駆動光偏向器である。

【解決手段】光偏向器は、可動ミラー1と、可動ミラー1を第1の支持部2により回転軸の回りで揺動可能に支持するジンバル3と、ジンバル3を第2の支持部4により可動ミラー1の回転軸と角度をなす回転軸の回りで揺動可能に支持するフレーム5と、ジンバル3の揺動方向とほぼ平行な面を持つジンバル3上の可動電極6と、可動電極6の面と対向し合うように配置された固定電極7と、可動電極6と固定電極7との間に働く静電力によりジンバル3を変位させる静電駆動手段と、電磁力により可動ミラー1を変位させる電磁駆動手段とを有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可動ミラーと、該可動ミラーを第 1 の支持部により回転軸の回りで揺動可能に支持するジンバルと、該ジンバルを第 2 の支持部により該可動ミラーの回転軸と角度をなす回転軸の回りで揺動可能に支持するフレームと、前記ジンバル上の該ジンバルの揺動方向とほぼ平行な面を持つ可動電極と、該可動電極の面と対向し合うように配置された固定電極と、可動電極と固定電極との間に働く静電力により該ジンバルを変位させる静電駆動手段と、電磁力により該可動ミラーを変位させる電磁駆動手段とを有することを特徴とする光偏向器。

【請求項 2】

前記可動電極は可動櫛型電極であり、前記固定電極は、該可動櫛型電極と隙間を隔てて互いに噛み合うように配置される固定櫛型電極である請求項 1 記載の光偏向器。

【請求項 3】

前記電磁駆動手段は、固定コイルと、前記可動ミラー上に配置される可動磁石とを有し、該固定コイルと該可動磁石との間に働く電磁力により該可動ミラーを変位させる請求項 1 または 2 に記載の光偏向器。

【請求項 4】

前記電磁駆動手段は、少なくとも 1 つ以上の固定磁石と、前記可動ミラー上に配置される可動コイルとを有し、該固定磁石と該可動コイルとの間に働く電磁力により該可動ミラーを変位させる請求項 1 または 2 に記載の光偏向器。

【請求項 5】

前記固定磁石が複数であり、かつ、ジンバルの回転軸と平行に一列に配置されている請求項 4 に記載の光偏向器。

【請求項 6】

前記フレーム、前記固定電極、前記固定コイルが形成されたコイル基板、前記固定磁石のうちの少なくとも 1 つが共通基板に支持されている請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光偏向器。

【請求項 7】

前記固定電極、前記コイル基板、前記固定磁石のうちの少なくとも 1 つが前記共通基板に形成された凹部に設置されている請求項 6 に記載の光偏向器。

【請求項 8】

前記電磁駆動手段と前記静電駆動手段の少なくとも一方が、前記可動ミラーまたは前記ジンバルを共振駆動させる手段である請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光偏向器。

【請求項 9】

光源、該光源からの光を偏向する請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の光偏向器を具備し、該光偏向器からの光で画像を形成す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、マイクロメカニクス的手法などにて作製される光偏向器に関するものである。

【従来の技術】**【0002】**

近年、マイクロメカニクス技術を用いたマイクロアクチュエータの開発が盛んである。駆動手段は静電駆動・圧電駆動・電磁駆動等がある。こうしたマイクロアクチュエータに対しては、コストダウンやモバイル機器等への需要に伴い、小型化・大出力（小電力で比較的大きな偏向角を得られること）の要請が強くなってきている。特に、2 つのトーションバー（ねじり梁）で支持された可動ミラーを偏向させる光偏向器は、簡便な構成で光センサーや画像形成装置を形成することが可能なデバイスとして開発が進んでいる。

【0003】

10

20

30

40

50

このような構成の可動ミラーを駆動する方法としては、まず、図 6 に断面図と平面図で示すように対向電極と可動ミラーとの間に働く静電力により可動ミラーをトーションバーの回転軸の回りで偏向（変位）させる方法がある（特許文献 1 参照）。また、図 7 に示すように可動ミラー上に櫛型電極を形成し、これと隙間を隔てて互いに噛み合うように櫛型電極を配置し、2つの櫛型電極の間に働く静電力により可動ミラーをトーションバーの回転軸の回りで偏向させる方法がある（特許文献 2 参照）。また、図 8 に示すように可動ミラー上にコイルを配線し、コイルの近傍に永久磁石を配置し、コイルに電流を流すことで発生する磁場が永久磁石と作用することにより可動ミラーをトーションバーの回転軸の回りで偏向させる、ムービングコイルと呼ばれる方法がある（特許文献 3 参照）。また、図 9 に示すように可動ミラー上に磁石を配置し、磁石の近傍にコイルを配置し、コイルに電流を流すことで発生する磁場が永久磁石と作用することにより可動ミラーをトーションバーの回転軸の回りで偏向させる、ムービングマグネットと呼ばれる方法がある（特開平 6 - 8 2 7 1 1）。

10

【0004】

さらに、図 10 に示すように上記のような偏向器を二軸偏向可能に配置した構造のアクチュエータも開発されている（特許文献 5 参照）。すなわち、可動ミラーが2つのトーションバーでジンバル（可動な基板ないしフレーム）に支持され、ジンバルが他の2つのトーションバーで基板に支持され、可動ミラーとジンバルとの駆動軸が互いに直交する構造を有しており、可動部と二対の対向電極との間の静電力により可動部を駆動する。ここには、磁気的手段による可動部の駆動も開示されている。この構成においては、可動ミラーとジンバルとの共振周波数を所望の値にして、ラスタ走査による画像形成が可能な二軸光偏向器を提供することができる。

20

【特許文献 1】特公昭 60 - 57051 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 343318 号公報

【特許文献 3】特公昭 60 - 57052 号公報

【特許文献 4】特開平 6 - 82711 号公報

【特許文献 5】特開昭 60 - 107017 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

上記のようなジンバル構造を有するアクチュエータにおいて、二軸の回りの駆動を静電駆動で行う場合、対向電極であるか櫛型電極であるか、また、その他の方法であるかに関わらず、二軸駆動のためにそれぞれの電極を配置する為、互いの作る電場のクロストークが問題となる。同様に、二軸の回りの駆動を電磁駆動で行う場合、ムービングマグネットであるかムービングコイルであるか、また、その他の方法であるかに関わらず、二軸駆動のためにそれぞれの永久磁石や電磁コイルを配置する為、磁石の配置の制限や、互いの作る磁場のクロストークが問題となる。また、一方の駆動が対向電極による静電駆動の場合、対向電極の構造上の欠点として、可動部駆動用発生力と可動部変位量とのどちらかを犠牲にしなければならない。すなわち、変位量が大きく取れるように電極間距離を大きくすると所望の変位角を得る為の駆動電圧が高くなるという問題点がある。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題に鑑み、本発明の光偏向器は、可動ミラーと、該可動ミラーを第 1 の支持部により回転軸の回りで揺動可能に支持するジンバルと、該ジンバルを第 2 の支持部により該可動ミラーの回転軸と角度をなす回転軸の回りで揺動可能に支持するフレームと、前記ジンバル上の該ジンバルの揺動方向とほぼ平行な面を持つ可動電極と、該可動電極の面と対向し合うように配置された固定電極と、可動電極と固定電極との間に働く静電力により該ジンバルを変位させる静電駆動手段と、電磁力により該可動ミラーを変位させる電磁駆動手段とを有することを特徴とする。

【0007】

50

上記基本構成に基づいて、以下の様な態様が可能である。

前記可動電極が可動櫛型電極であり、前記固定電極が、可動櫛型電極と隙間を隔てて互いに噛み合うように配置される固定櫛型電極である様にできる。或いは、ジンバルの両端部（ジンバルの回転軸に直交する方向の両端）に設けた可動電極に、ジンバルの揺動方向とほぼ平行な比較的広い面積の平面を持たせ、これと対向して比較的広い面積の平面を固定電極に持たせる様な態様にすることも可能である。また、第1の支持部が、ジンバルに対して可動ミラーを回転軸の回りでねじり回転可能に支持する2つのトーションバーであり、第2の支持部が、フレームに対してジンバルを、可動ミラーの回転軸と直交する回転軸の回りでねじり回転可能に支持する2つのトーションバーである様にできる。ねじり回転可能なトーションバーを用いる場合、共振駆動を容易に実現できて高速走査が可能となる。勿論、支持部としては、可動ミラーやジンバルを揺動可能に支持するものであればどのようなものでもよく、また、可動ミラーの回転軸とジンバルの回転軸は角度をなしていれば、直角以外の角度で交差する様になっていてもよい。

10

【0008】

また、前記電磁駆動手段は、固定コイルと、可動ミラー上に配置される可動磁石とを有し、固定コイルと可動磁石との間に働く電磁力により該可動ミラーを変位させる構成を有したり、少なくとも1つ以上の固定磁石と、可動ミラー上に配置される可動コイルとを有し、固定磁石と可動コイルとの間に働く電磁力により該可動ミラーを変位させる構成を有したりする。この場合、前記固定磁石が複数であり、かつ、ジンバルの回転軸と平行に一系列に離散的に配置されている態様にできる。こうした構成により、偏向角を大きく取れる。

20

【0009】

また、前記フレーム、固定電極、固定コイルが形成されたコイル基板、固定磁石のうちの少なくとも1つが共通基板に支持されている構成にもできる。この場合、前記固定電極、コイル基板、固定磁石のうちの少なくとも1つが共通基板に形成された凹部に設置されている様にできる。この構成において、固定電極が共通基板上に形成された取り出し電極上に設置されている構成や、フレームがスペーサを介して共通基板に支持されている構成を採り得る。

【0010】

また、前記電磁駆動手段と静電駆動手段の少なくとも一方が、可動ミラーまたはジンバルを共振駆動させる手段である様にもできる。

30

【0011】

更に、上記課題に鑑み、本発明の画像形成装置は、光源、該光源からの光を偏向する上記の光偏向器を具備し、該光偏向器からの光で画像を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明により、比較的変位角を大きくでき、比較的低電圧で駆動でき、コンパクトな構成にでき、高速走査が可能で、二軸それぞれの駆動信号間のクロストークを低減できるジンバル構造による二軸駆動光偏向器を実現できる。すなわち、ジンバルの揺動方向とほぼ平行な面同士で対向し合う可動電極と固定電極による静電駆動を用いるので比較的変位角を大きくでき、電磁力により可動ミラーを変位させる電磁駆動を用いるので比較的低電圧で駆動でき、こうした静電駆動手段や電磁駆動手段を用いるのでコンパクトな構成にでき、可動ミラーを変位させるのに電磁駆動を用いることでその慣性モーメントを比較的小さくできて高速走査が可能となり、二軸それぞれの駆動力の性質を異ならせているのでクロストークを低減できる。また、共通基板に凹部を形成する場合、そこに配置する固定電極や固定コイルや固定磁石の位置精度を向上させることができる。また、ジンバルの回転軸と平行な方向に固定磁石を離散的に一系列に配置する場合、二軸の偏向角を共に大きくすることができる。更に、本発明により、コンパクトな構成にでき、比較的低電圧で駆動でき、比較的偏向角を大きくでき、高精細な画像が得られる画像形成装置を実現できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

50

上述した様に、本発明は、ジンバル構造を有する二軸光偏向器において、ジンバル（可動な第１の基板）の揺動方向とほぼ平行な面を持つ電極（櫛型電極など）による静電駆動でジンバルを固定の第２の基板に対して揺動駆動し、かつ、可動ミラーを電磁駆動でジンバルに対して揺動駆動することを特徴とする。こうした特徴を有する本発明による光偏向器の一実施形態について、図１を用いて説明する。図１（ａ）は、光偏向器の反射面と反対側の面から見た可動部分の構成図、図１（ｂ）はＡ-Ａ'断面図である。

【００１４】

本実施形態では、反射膜１１を備えた可動ミラー１が、２つのトーションバー２により、ジンバル３にねじり回転可能に支持されている。ジンバル３は、他の２つのトーションバー４により、可動ミラー１の回転軸と直交する軸方向にねじり回転可能にフレーム５に支持されている。ジンバル３には２つの可動櫛型電極６が形成され、可動櫛型電極６と適当な隙間を隔てて互いに噛み合うように２つの固定櫛型電極７が配置されている。２つの固定櫛型電極７は取り出し電極８を介して共通基板９上に配置されている。また、フレーム５はスペーサ１０を介して共通基板９に接合されている。こうして、ジンバル３は静電力で駆動される。

10

【００１５】

一方、可動ミラー１は電磁力により駆動される。この電磁力は、可動ミラー１上の磁石２０と、コイル基板２２、取り出し電極２３を介して共通基板９上に配置された固定コイル２１との間で発生する。この構成では、コイル基板２２により固定コイル２１は磁石２０に接近して配置できて、電磁力は有効に磁石２０に作用する。図１においては固定コイル２１の作る磁場により可動ミラー１上の磁石２０が力を受けて変位するが、可動ミラー上のコイルに流れる電流が固定磁石の作る磁場と作用して変位する方法も、同様に用いることが可能である。

20

【００１６】

本実施形態においては、上記した様にジンバル３を櫛型電極６、７による静電駆動で駆動するが、櫛型電極駆動では、櫛歯のピッチや対向面積の設計により、背景技術ところで説明した対向電極より低電圧にでき、かつ、変位量を大きくできる。特に、ジンバル３は可動ミラー１と比較して端の辺の長さが大きいので、櫛歯の本数を多くできる為、駆動用発生力を大きくすることが可能である。

【００１７】

他方、ラスト走査の高速走査に対応する可動ミラー１の揺動は電磁駆動によるので、櫛型電極のジンバル３と比較して可動ミラー１の慣性モーメントを小さくでき、その共振周波数を高くできる。この結果、可動ミラー１は小型でかつ高速走査が可能となる。また、電磁駆動の特徴として比較的低電圧で駆動でき、可動体１が高電圧にならないので、ショートの問題が無いという利点がある。さらに、可動ミラー１を電磁駆動、ジンバル３を櫛型電極による静電駆動とすることで二軸それぞれの駆動信号間のクロストークを低減でき、高性能なデバイスを提供できる。

30

【００１８】

図２は本実施形態による光偏向器の駆動の様子を示したものである。図２（ａ）は駆動前の状態（中立の状態）、図２（ｂ）はジンバル３を偏向させた状態、図２（ｃ）はジンバル３と可動ミラー１との両方を偏向させた状態である。すなわち、可動ミラー１およびジンバル３を支持するそれぞれのトーションバー２、４が捻れることにより、可動ミラー１およびジンバル３が偏向する。こうして、可動ミラー１の偏向にはジンバル３の偏向が重畳され、可動ミラー１の二次元的な偏向が可能となる。偏向には後述するＤＣ駆動を用いてもよいが、可動ミラー１およびジンバル３それぞれの共振振動を利用することにより、比較的小さい消費電力で可動ミラー１を駆動できる。

40

【００１９】

本発明の光偏向器においては、また、固定櫛型電極と共通基板とを別体で形成し、固定櫛型電極を共通基板上に設置した構成をも採り得る（図３等参照）。この構成により、固定櫛型電極と可動櫛型電極との位置関係を任意に設計できる。また、固定櫛型電極やコイル

50

基板や固定磁石を共通基板上の凹部に設置することにより、位置制御を容易にすることが可能となる。

【0020】

本発明の光偏向器においては、また、固定磁石をジンバルの回転軸と平行に一行に配置した構成をも採り得る（図4等参照）。この配置方法により、ジンバルの変位の影響を受けずに可動ミラーを偏向させることができる。

【0021】

本発明は、また、本発明の光偏向器を用いた画像形成装置をも対象とする。本発明による低電圧駆動が可能で、高速走査に対応でき、変位角を大きく取れる光偏向器を用いることで、小型かつ低コストで、消費電力が小さく、解像度の高い画像形成装置を実現することが可能となる。

10

【実施例】

【0022】

以下、具体的な実施例を挙げて本発明を詳細に説明する。

【0023】

（実施例1）

本実施例は本発明による光偏向器の第一態様である。図1にその構成を示す。その概略構成は上記実施形態のところで説明した通りである。本実施例において、可動ミラー1、トーシヨンバー2、ジンバル3、トーシヨンバー4、およびフレーム5は、厚さ150μmのシリコン基板をエッチング加工することにより一体形成される。可動ミラー1上には、反射膜11が形成され、また、可動ミラー1の反射膜11と反対面上には2つの可動磁石20が接合されている。

20

【0024】

固定コイル21は、コイル基板22上に形成され、コイル基板22は2つの取り出し電極23を介して共通基板9上に配置されている。2つの取り出し電極23は、それぞれコイル基板22に形成された貫通配線を経由して、固定コイル21の最内周と最外周とに接続される。

【0025】

本実施例による光偏向器は、さらに、可動櫛型電極6と固定櫛型電極7との間に電位差を発生させ、可動櫛型電極6と固定櫛型電極7との間に働く静電力によりジンバル3を駆動させる静電駆動手段（不図示）と、固定コイル21に電流を流すことで発生する磁場が可動磁石20に作用することにより可動ミラー1を駆動させる電磁駆動手段（不図示）とを有している。

30

【0026】

本実施例の駆動方法を説明する。本実施例においては、可動ミラー1およびジンバル3を共振駆動により駆動させる。まず、ジンバル3の駆動方法について説明する。駆動電源と制御回路よりなる静電駆動手段により、可動櫛型電極6と固定櫛型電極7との間にジンバル3のねじり振動周波数と同じ周波数の交流電圧を印加して、ジンバル3を振動させる。

【0027】

この共振駆動されるジンバル3の外形寸法は4×10mm、厚さは150μmとする。ジンバル3用のトーシヨンバー4の長さは5mm、幅は20μm、厚さは150μmとする。また、ジンバル3は一回往復振動する間にラスト走査の2フレームを描画する様にする。ここでのフレームレートは60Hzで、従ってジンバル3の共振周波数は30Hzである。偏向角は±10°とする。

40

【0028】

さらに、ジンバル3の慣性モーメントIは約 1×10^{-10} [kgm²]、トーシヨンバー4のばね定数kは約 3.6×10^{-6} [Nm]とする。その共振のQ値は約100であり、偏向角±10°の振動に必要なトルクを求めると約 5×10^{-9} [kgm²]となる。ジンバル3の長辺は上記の如く10mmであり、トルクより必要な力を求

50

めると力 $F = \text{約 } 1 \times 10^{-6}$
[N]である。

【0029】

一方、櫛型電極の発生力 F は、ジンバル 3 の変位（偏向）に伴う可動櫛型電極 6 と固定櫛型電極 7 との間の静電容量 C の変化を用いて、

$$F = 1/2 \cdot dC/dx \cdot V^2 \quad (\text{変位量 } x)$$

で表現される。櫛歯の間隔は $10 \mu\text{m}$ 、櫛歯の幅は $10 \mu\text{m}$ としたので、櫛歯は片側 $40 \mu\text{m}$ ピッチである。櫛歯の形成されるジンバル 3 の辺の長さは $4000 \mu\text{m}$ (4mm) なので、櫛歯の本数は片側 100 本となる。1 本の櫛歯の長さは $300 \mu\text{m}$ とする。共振の Q 値は 100 であるので、偏向角 $\pm 10^\circ$ の振動に必要な電圧を上式を用いて求めると約 6V であった。 10

【0030】

次に、可動ミラー 1 の駆動方法について説明する。駆動電源と制御回路よりなる電磁駆動手段を用いて、固定コイル 21 に可動ミラー 1 のねじり振動周波数と同じ周波数の交流電流を流すことにより交流磁界を発生させ、この磁界と可動磁石 20 との作用により可動ミラー 1 を駆動させる。

【0031】

可動ミラー 1 の外形寸法は $1.1 \times 1.3 \text{mm}$ 、厚さは $150 \mu\text{m}$ 、慣性モーメント I は $7 \times 10^{-14} [\text{kgm}^2]$ とする。可動ミラー 1 用のトーションバー 2 の長さは 3.7mm 、幅は $100 \mu\text{m}$ 、厚さは $150 \mu\text{m}$ とする。可動ミラー 1 の共振周波数は 20kHz で偏向角は $\pm 12^\circ$ である。また、固定コイル 21 の配線幅は $30 \mu\text{m}$ 、高さは $50 \mu\text{m}$ 、ターン数は 40 ターンとする。ここにおいて、共振の Q 値は約 3000 であり、駆動に必要な電圧は約 8V であった。 20

【0032】

上記構成の本実施例により、比較的変位角（偏向角）が大きく、比較的低電圧で駆動でき、コンパクトな構成であり、高速走査が可能で、2 つの駆動信号のクロストークを低減できる光偏向器を実現できた。

【0033】

（実施例 2）

本実施例は本発明による光偏向器の第二態様である。図 3 にその構成を示す。図 3 (a) は、光偏向器の反射面と反対側の面から見た可動部分の構成図、図 3 (b) は A-A' 断面図であり、その構成は実施例 1 と略同様である。 30

【0034】

本実施例が実施例 1 と異なる点は、共通基板 9 に設けた複数の凹部 25 に、固定櫛型電極 7 とコイル基板 22 とを設置したことにある。凹部 25 はフォトリソグラフィとエッチングの手法により共通基板 9 に精度良く形成することが可能である。本実施例においては、共通基板 9 として面方位 (100) の単結晶シリコン基板を用い、 100°C に加熱した 30% の水酸化カリウム水溶液を用いて $200 \mu\text{m}$ の深さの凹部 25 を形成する。

【0035】

本実施例に示す様に、凹部 25 に固定櫛型電極 7 とコイル基板 22 とを設置することにより、可動櫛型電極 6 と固定櫛型電極 7 との相対位置、および、可動ミラー 1 とコイル基板 22 との相対位置を精度良く形成することができた。 40

【0036】

（実施例 3）

本実施例は本発明による光偏向器の第三態様である。図 4 にその構成を示す。図 4 (a) は、光偏向器の反射面と反対側の面から見た可動部分の構成図、図 4 (b) は A-A' 断面図、図 4 (c) は B-B' 断面図である。本実施例においても、可動ミラー 1 は 2 つのトーションバー 2 によりジンバル 3 にねじり回転可能に支持されている。可動ミラー 1 上には反射膜 11 が形成され、また、可動ミラー 1 の反射膜 11 と反対面上には可動コイル 31 が形成されている。可動コイル 31 の最内周端と最外周端からは、トーションバー 2、ジ 50

ンバル 3、トーションバー 4 上を経て配線が引き出され、フレーム 5 上の電極パッド 3 3 にそれぞれ接続されている。

【0037】

さらに、本実施例においても、ジンバル 3 は 2 つのトーションバー 4 により可動ミラー 1 の回転軸と直交する軸方向にねじり回転可能にフレーム 5 に支持されている。そして、可動ミラー 1、トーションバー 2、ジンバル 3、トーションバー 4、およびフレーム 5 は、厚さ $150\text{ }\mu\text{m}$ のシリコン基板をエッチング加工することにより一体形成される。また、上記実施例と同様に、ジンバル 3 には 2 つの可動櫛型電極 6 が形成され、可動櫛型電極 6 と隙間を隔てて互いに噛み合うように 2 つの固定櫛型電極 7 が配置されている。フレーム 5 はスペーサ 10 を介して共通基板 9 に接合される。

10

【0038】

本実施例では、共通基板 9 の表面に設けた複数の凹部 2 5 に、2 つの固定櫛型電極 7 と 3 つの固定磁石 3 2 とが設置されている。2 つの固定櫛型電極 7 は取り出し電極 8 を介して凹部 2 5 に配置されている。また、3 つの固定磁石 3 2 は接着剤により凹部 2 5 に固定されている。本実施例の凹部 2 5 は高密度プラズマを用いたドライエッチングにより形成した。

【0039】

3 つの固定磁石 3 2 はいずれも Fe と Cr と Co を含有する円筒状の永久磁石であり、長手方向に着磁されている。また、中央の固定磁石 3 2 と両脇の固定磁石 3 2 とは互いに逆方向に着磁されており、可動ミラー 1 を駆動させる磁場が可動コイル 3 1 に対して効果的に作用する配置となっている。ただし、固定磁石の数、着磁方向、配置形態はこれに限らず、磁場が可動コイル 3 1 に対して効果的に作用する態様であれば、どのようなものでもよい。また、3 つの固定磁石 3 2 は、図 4 (a) のようにジンバル 3 を支持するトーションバー 4 の伸長方向と平行な方向に一直列に配置されている。これにより、ジンバル 3 の揺動範囲が 3 つの固定磁石 3 2 の存在で制限されず、ジンバル 3 の偏向角を大きく取れる構造となっている。更に、3 つの固定磁石 3 2 は、可動コイル 3 1 を支持するトーションバー 2 の伸長方向と直角な方向に配置されているが、3 つが図 4 (c) に示すごとく空間を開けて離散的に配置されているので可動ミラー 1 が揺動する際にその端部が固定磁石 3 2 に触れる恐れは無く、可動ミラー 1 の偏向角も大きく取れる構造となっている。

20

【0040】

本実施例による光偏向器は、さらに、可動櫛型電極 6 と固定櫛型電極 7 との間に電位差を発生させ、可動櫛型電極 6 と固定櫛型電極 7 との間に働く静電力によりジンバル 3 を駆動させる静電駆動手段 (不図示) と、可動コイル 3 1 に電流を流すことで発生する磁場が固定磁石 3 2 と作用することにより、可動ミラー 1 を駆動させる電磁駆動手段 (不図示) とを有している。

30

【0041】

本実施例の駆動方法を説明する。本実施例においては、可動ミラー 1 を共振駆動により駆動し、ジンバル 3 をノコギリ波駆動信号を用いた DC 制御により駆動する。まず、ジンバル 3 の駆動方法について説明すると、駆動電源と制御回路よりなる静電駆動手段により、可動櫛型電極 6 と固定櫛型電極 7 との間に 60 Hz のノコギリ波を印加して、ジンバル 3 を $\pm 10^\circ$ の偏向角範囲で偏向させる。

40

【0042】

本実施例では、ジンバル 3 の外形寸法は $4 \times 10\text{ mm}$ 、厚さは $150\text{ }\mu\text{m}$ とする。また、トーションバー 4 の長さは 4 mm 、幅は $130\text{ }\mu\text{m}$ (上記実施例のものより相当大きくなっている)、厚さは $150\text{ }\mu\text{m}$ である。ジンバル 3 の共振周波数は 600 Hz 、トーションバー 4 のばね定数は $1.5 \times 10^{-3} [\text{Nm}]$ であって、ジンバル 3 を $\pm 10^\circ$ 偏向させるために必要なトルクは $2.5 \times 10^{-4} [\text{Nm}]$ である。ここにおいて必要とされる電圧は約 1.2 kV であった。本実施例においては、上記の様に、ジンバル 3 の駆動に共振駆動でなくノコギリ波による DC 駆動を用いる。DC 駆動では駆動電圧が比較的高くなる欠点はあるが、画像形成において画像データを並べ替える必要が無い点で、1 フレーム分のメモ

50

りが必要な往復利用の共振駆動と比較して有利である。

【0043】

次に、可動ミラー1の駆動方法について説明する。駆動電源と制御回路よりなる電磁駆動手段を用いて、可動コイル31に可動ミラー1のねじり振動周波数と同じ周波数の交流電流を流すことにより交流磁界を発生させ、この磁界と3つの固定磁石32との作用により可動ミラー1を電磁駆動させる。

【0044】

本実施例では、可動ミラー1の外形寸法は1.1×1.3mm、厚さは150μm、慣性モーメントIは 7×10^{-14} [kgm²]とする。トーションバー2の長さは3.7mm、幅は100μm、厚さは150μmである。また、可動ミラー1の共振周波数は20kHzで、偏向角は±12°である。さらに、可動コイル31の配線幅は30μm、厚さは1μm、ターン数は10ターンである。この場合、共振のQ値は約3000であり、駆動に必要な電圧は約10Vであった。

【0045】

上記構成の本実施例では、ジンバル3の回転軸伸長方向と平行な方向に固定磁石32を一列に配置することにより、ジンバル3の偏向角を妨げずに可動ミラー1の偏向を行なえた。また、凹部25を形成してそこに固定磁石32を納めることで固定磁石32の長さを大きくすることができ、磁場発生力を大きくできた。

【0046】

(実施例4)

本実施例は、本発明による光偏向器を用いた画像形成装置の例である。図5に本実施例の構成を示す。まず、光源変調駆動部51から出た変調信号52により直接変調光源53の変調を行う。本実施例においては、直接変調光源53として赤色の半導体レーザを用いた。直接変調光源53は、また、赤色、青色、緑色の直接変調可能な光源を用い、これらを混色光学系にて混色して用いてもよい。直接変調光源53から直接変調された出力光54は、光偏向器55の反射面に照射される。さらに、光偏向器55により2次元的に偏向された反射光は、補正光学系56を通して画像表示体57上に画像として表示される。補正光学系56は、投影による画像の歪みを補正する光学系である。

【0047】

本実施例の光偏向器55は、両方向において共振駆動である実施例2による光偏向器であり、光偏向器55を用いて出力光54をラスタ走査することにより、画像表示体57に画像を表示する。高速走査(可動ミラー)は、周波数20kHzの往復描画であり、偏向角は±10°で、反射角にすると±20°である。低速走査(ジンバル)は、30Hzの往復描画であり、偏向角は±8°で、反射角にすると±16°である。また、光偏向器55の駆動電圧は8Vである。

【0048】

上記構成の本実施例により、コンパクトな構成を有し、比較的低電圧で駆動でき、偏向角が大きく、高精細な画像が得られる画像形成装置を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の一実施形態および実施例1による光偏向器を示す図。

【図2】図1の光偏向器の駆動状態を示す図。

【図3】実施例2による光偏向器を示す図。

【図4】実施例3による光偏向器を示す図。

【図5】実施例4による画像形成装置を示す図。

【図6】従来例による光偏向器を示す図。

【図7】従来例による光偏向器を示す図。

【図8】従来例による光偏向器を示す図。

【図9】従来例による光偏向器を示す図。

【図10】従来例による光偏向器を示す図。

10

20

30

40

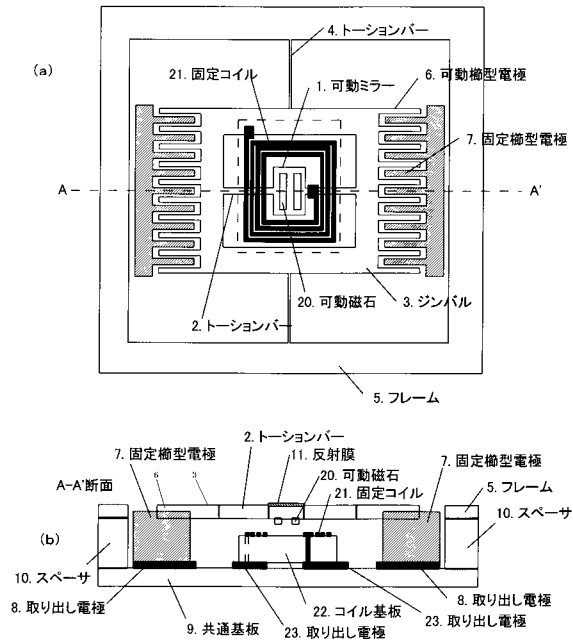
50

【符号の説明】

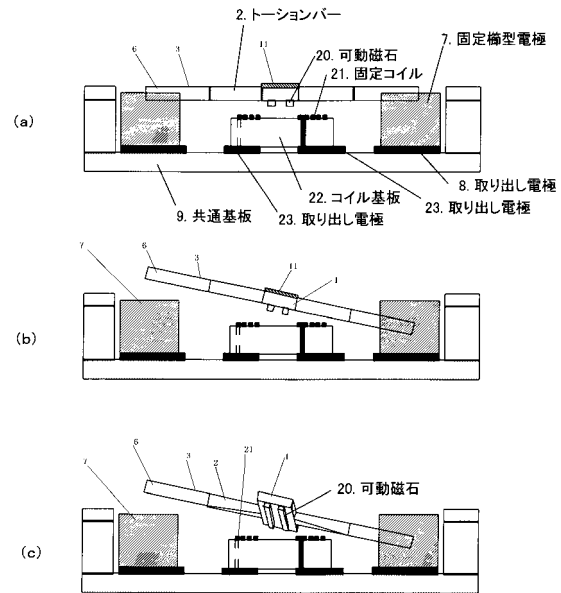
【0050】

1	可動ミラー	
2、4	トーションバー	
3	ジンバル	
5	フレーム	
6	可動櫛型電極	
7	固定櫛型電極	
8	固定櫛型電極の取り出し電極	
9	共通基板	10
10	スペーサ	
11	反射膜	
20	可動磁石	
21	固定コイル	
22	コイル基板	
23	固定コイルの取り出し電極	
25	凹部	
31	可動コイル	
32	固定磁石	
33	電極パッド	20
51	光源変調駆動部	
52	変調信号	
53	直接変調光源	
54	直接変調された出力光	
55	光偏向器	
56	補正光学系	
57	画像表示体	

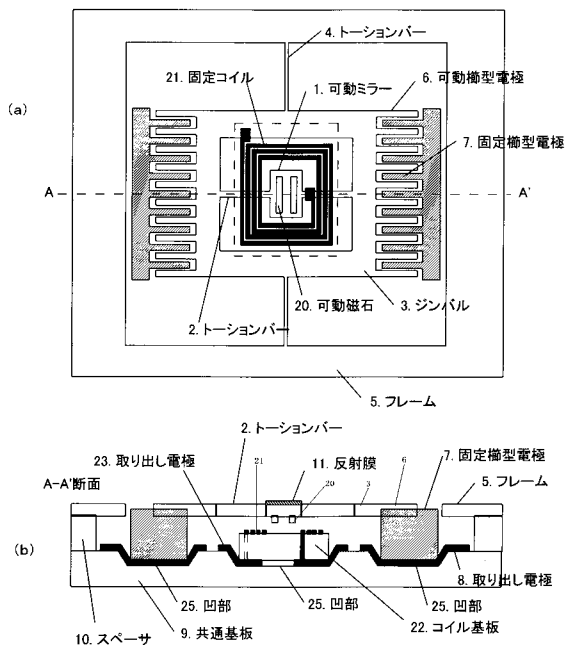
【図 1】



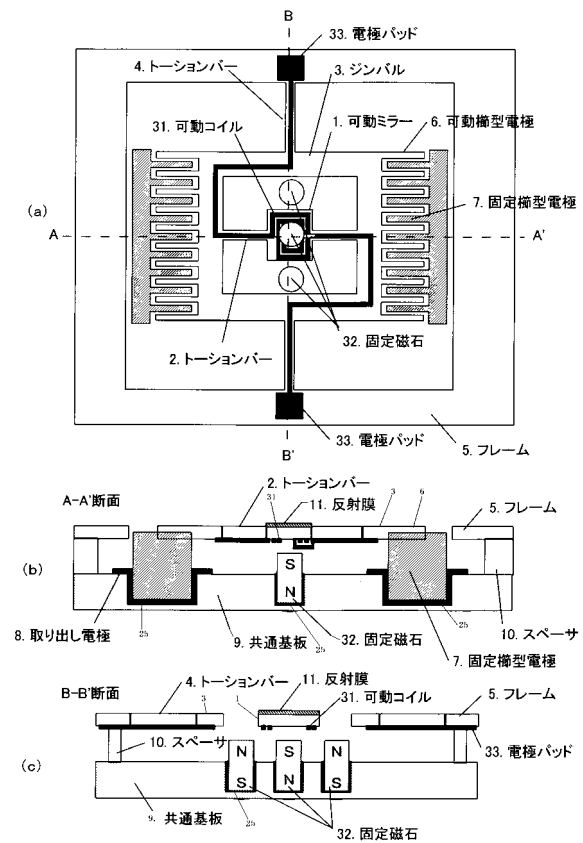
【図 2】



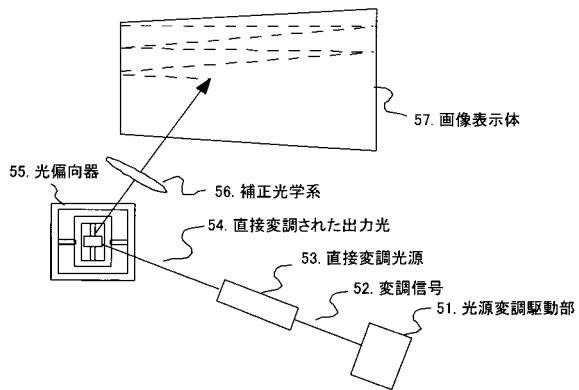
【図 3】



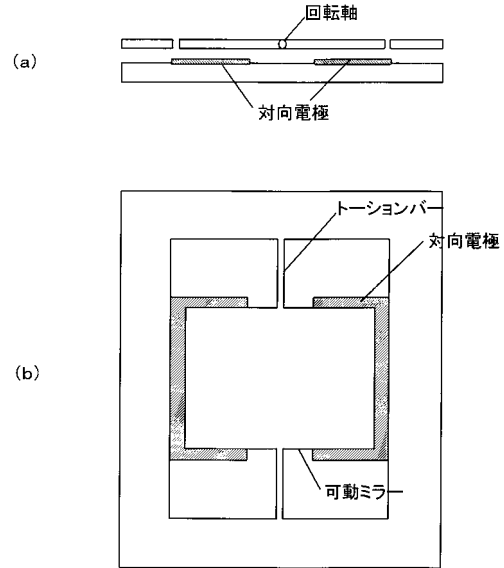
【図 4】



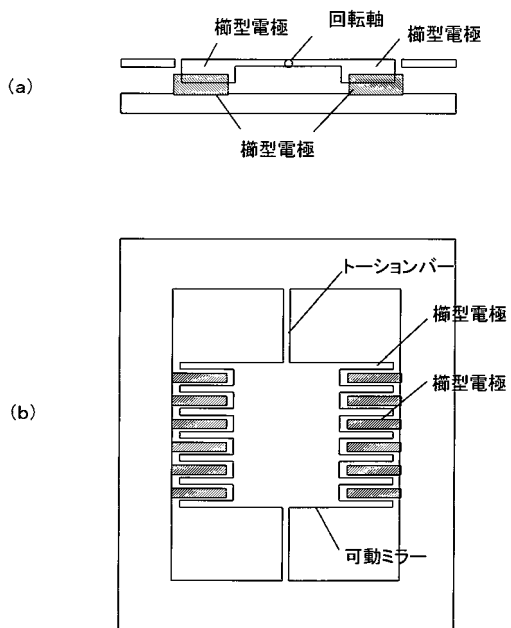
【図 5】



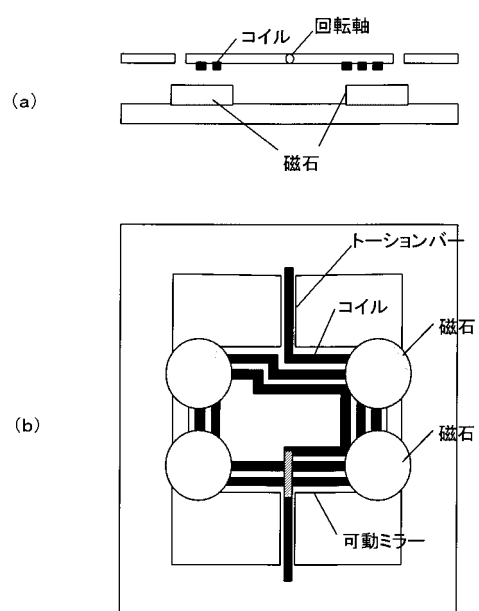
【図 6】



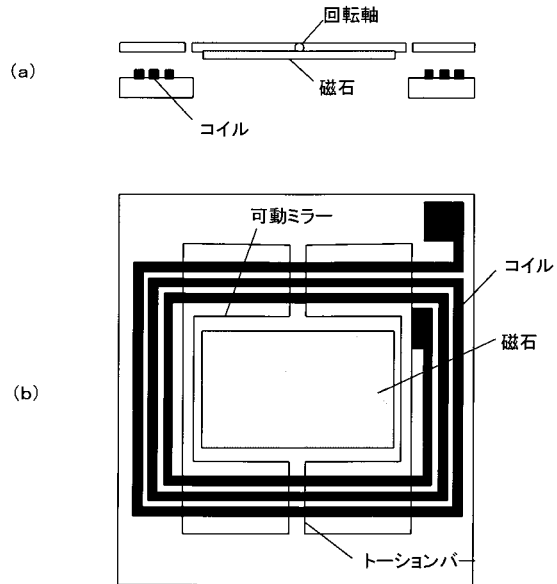
【図 7】



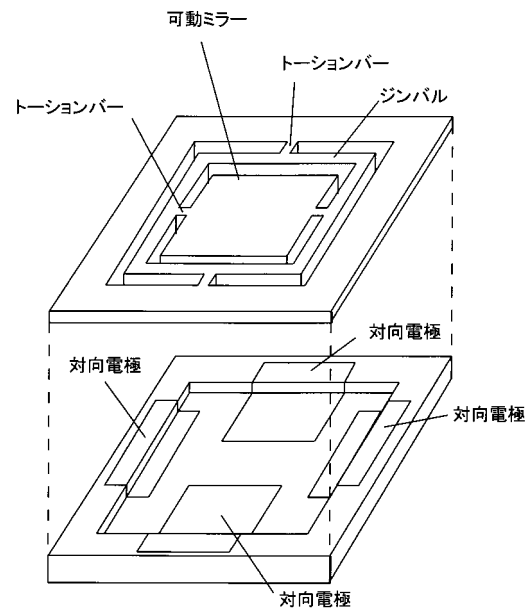
【図 8】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/113	B 4 1 J 3/00 D	
	H 0 4 N 1/04 1 0 4 Z	

F ターム(参考) 2H045 AB13 AB16 AB38 AB73 BA13 DA02
5C051 AA02 CA07 DB02 DB22 DB24 DB30 DC04 DC07 DE26
5C072 AA03 BA01 BA03 BA05 HA02 HA12 HB06 HB15 XA01 XA05