

(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2007-10823

(P2007-10823A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)
G02B 26/10 (2006.01) G02B 26/10 104Z 2H045
 G02B 26/10 C

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2005-189284 (P2005-189284)
 (22) 出願日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(71) 出願人 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100111811
 弁理士 山田 茂樹
 (72) 発明者 金野 賢治
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ
 カミノルタオプト株式会社内
 (72) 発明者 阿部 芳久
 大阪府堺市大仙西町三丁目9番地 コニカ
 ミノルタセンシング株式会社内

最終頁に続く

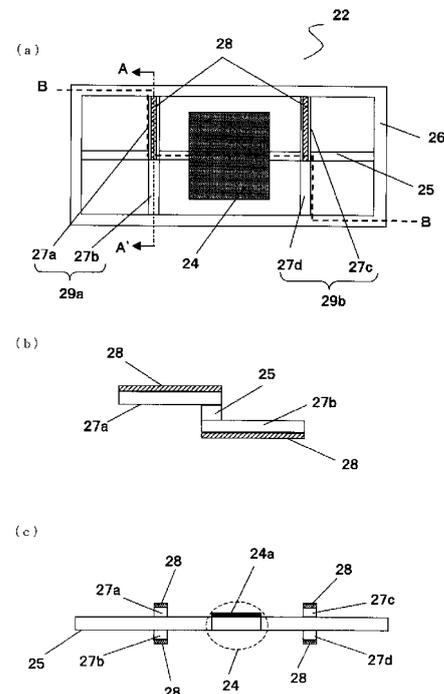
(54) 【発明の名称】 駆動ミラー及び光走査光学装置並びに画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光源から発せられた光ビームを走査できるように、ミラーが回転可能に設けられる駆動ミラーにおいて、ミラー速度を高速にし、ミラーの振れ角を増大しても装置耐久性の要求を満足できる駆動ミラーを提供する。また、そのような駆動ミラーを備える光走査光学装置及び画像表示装置を提供する。

【解決手段】 駆動ミラー22は、ミラー部24と、ミラー部24を保持する梁25と、梁25を支える固定枠26と、梁25を回転するために設けられた腕部27a~27dと、腕部27a~27dに設けられる圧電膜28とで構成される。なお、腕部27aと腕部27b、及び腕部27cと腕部27dは、それぞれ一対で駆動腕29a、29bを構成する。圧電体28に電圧が印加されると圧電体28の伸縮に伴い駆動腕29a、29bが変位し、梁25に回転力が発生される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を反射する反射面を設けたミラー部と、前記ミラー部を保持する梁と、前記梁を固定する固定部と、前記梁を圧電素子の伸縮により回転させる駆動部と、を備える駆動ミラーにおいて、

前記駆動部は、前記梁を挟むように前記梁に連結される 2 本の腕部から成る駆動腕を少なくとも 1 本有し、前記腕部は前記梁と略垂直に配置され、前記腕部それぞれには前記圧電素子が設けられることを特徴とする駆動ミラー。

【請求項 2】

前記圧電素子は、前記腕部が前記梁を挟む側の裏面側に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載の駆動ミラー。 10

【請求項 3】

前記腕部は、前記反射面と略平行に設けられることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の駆動ミラー。

【請求項 4】

前記 2 本の腕部は、前記梁の断面中心に対して略点对称に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の駆動ミラー。

【請求項 5】

前記駆動部は、前記駆動腕を 2 つ有し、前記駆動腕は前記ミラー部を挟んで対称に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の駆動ミラー。 20

【請求項 6】

前記固定部は、前記ミラー部を囲むように配置され、前記腕部の一端は前記固定部に連結されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の駆動ミラー。

【請求項 7】

前記ミラー部は、共振により振動するように設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の駆動ミラー。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の駆動ミラーを備えることを特徴とする光走査光学装置。 30

【請求項 9】

光源と、該光源から出射された光を平行光に変換するコリメート光学系と、該コリメート光学系を通過した光を反射する反射面が設けられるミラー部を駆動することにより光を 2 次元的に走査する光走査部と、該光走査部で走査された光を表示部へと導く投影光学系とを備える光走査光学装置において、

前記光走査部の 2 次元的な光走査は、前記ミラー部を、前記反射面の略中心を通り前記反射面に平行で互いに直交する 2 つの回転軸を中心に回転することによって行われ、前記回転軸による回転駆動のうち一方は、前記ミラー部を有し、1 次元に光走査可能な駆動ミラーで行い、他方は前記駆動ミラー全体を一体で回転する全体駆動装置を用いて行われることを特徴とする光走査光学装置。

【請求項 10】

前記駆動ミラーは、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の駆動ミラーであることを特徴とする請求項 9 に記載の光走査光学装置。 40

【請求項 11】

前記全体駆動装置は、ステップ駆動することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の光走査光学装置。

【請求項 12】

前記全体駆動装置は前記駆動ミラーと、前記駆動ミラーに連結され、前記駆動ミラーを回転可能にする回転軸と、該回転軸の軸受けと、前記回転軸を回転駆動させる回転駆動部と、を備え、前記回転駆動部は、ベース上に固定され所定の位相差をもって伸縮振動する第 1 変位部及び第 2 変位部と、両変位部を連結して楕円回転を発生しつつ前記回転軸に押 50

圧されるチップ部とから成ることを特徴とする請求項 1 1 に記載の光走査光学装置。

【請求項 1 3】

前記チップ部が楕円回転を 1 回転する際に前記回転軸が回転する回転量を A、前記全体駆動装置の駆動により光を走査して、その光走査方向に前記表示部における画像を 1 画素分移動するのに必要な前記回転軸の回転量を B とした時に、以下の式 (A) を満たすことを特徴とする請求項 1 2 に記載の光走査光学装置。

$$B / A > 3 \quad \dots (A)$$

【請求項 1 4】

前記投影光学系は、前記光走査部が光走査する 2 方向のそれぞれで射影方式が異なるように設けられていることを特徴とする請求項 9 乃至請求項 1 3 のいずれかに記載の光走査光学装置。

10

【請求項 1 5】

前記射影方式は、前記投影光学系の焦点距離を f (m m)、前記表示部の中心に向かう光束の中心光線を光軸とし、前記ミラー部で反射され前記投影光学系へ入射する入射光を、前記光軸を含み前記 2 方向のうち前記駆動ミラーによって光走査を行う第 1 の方向に平行な面に投影した場合に、投影した光が前記光軸となす角を (r a d)、前記 がとり得る値の最大値を $m a x$ 、前記入射光を、前記光軸を含み前記 2 方向のうち前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に平行な面に射影した場合に、射影した光が前記光軸となす角を (r a d)、前記表示部上において、前記表示部の中心を通る前記第 1 の方向と直交する直線と前記入射光が前記表示部へ投影されて作る像との距離を $y 1$ (m m)、前記表示部の中心を通る前記第 2 の方向と直交する直線と前記入射光が前記表示部へ投影されて作る像との距離を $y 2$ (m m)、 a と k を所定の係数とした時に、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向への射影方式はそれぞれ次の式 (B)、(C) で表されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の光走査光学装置。

20

$$y 1 = a \cdot a r c s i n (k \cdot / m a x) \quad \dots (B)$$

$$y 2 = f \cdot \quad \dots (C)$$

【請求項 1 6】

前記投影光学系には、アナモルフィック非球面レンズ又は自由曲面レンズが使用されることを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 5 に記載の光走査光学装置。

【請求項 1 7】

前記光源と前記光走査部との間に色合成プリズムが配置されていることを特徴とする請求項 9 乃至請求項 1 6 のいずれかに記載の光走査光学装置。

30

【請求項 1 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の駆動ミラーを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 1 9】

画像信号を入力する画像信号入力部と、該画像信号入力部に入力された画像信号を輝度信号に変換する輝度信号変換部と、該輝度信号変換部で変換された輝度信号に基づいて光源の強度を制御する光源輝度制御部と、前記光源から出射される光の周波数を変調する光源周波数変調部と、を有する光制御部と、請求項 9 乃至請求項 1 7 のいずれかに記載の光走査光学装置とを備え、前記表示部の水平方向の光走査は前記駆動ミラーを用い、前記表示部の垂直方向の光走査は前記全体駆動装置を用い、前記水平方向の走査速度が前記垂直方向の走査速度よりも高速であることを特徴とする画像表示装置。

40

【請求項 2 0】

前記水平方向の走査速度を $V x$ 、前記垂直方向の走査速度を $V y$ とした時に、 $V x$ と $V y$ が以下の式 (D) を満たすことを特徴とする請求項 1 9 に記載の画像表示装置。

$$V x / V y > 5 0 0 \quad \dots (D)$$

【請求項 2 1】

前記垂直方向の走査周波数が 5 0 H z より大きいことを特徴とする請求項 1 9 又は請求項 2 0 に記載の画像表示装置。

50

【請求項 2 2】

前記光源周波数変調部は、前記表示部の前記水平方向の中心側と端部側とで前記光源から出射される光の周波数が異なるように変調することを特徴とする請求項 1 9 乃至請求項 2 1 のいずれかに記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、プロジェクタやレーザービームプリンタ等に用いられる光源からの光を走査する駆動ミラーに関し、より詳細には、1次元の光走査を高速に行うことが可能な小型駆動ミラーに関する。また本発明は、そのような駆動ミラーを備えることにより、所定の方向に対して光を高速に走査することが可能で、また、装置全体のサイズを小型にできる光走査光学装置に関する。更に本発明は、そのような駆動ミラーや光走査光学装置を備える画像表示装置に関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

画像表示装置等においては、スクリーン等に映像を映し出すにあたって、光源からの光ビームを2次元に走査する。この点、光ビームを2次元に走査する方法としては、光ビームを1次元に走査する2つのガルバノミラーを組み合わせた方法や、或いは2つのポリゴンミラーを組み合わせた方法等が知られている。

【0 0 0 3】

しかし、2つのガルバノミラー等を組み合わせて光源からの光ビームを走査する方式の場合、画像表示装置の装置全体の大きさが大きくなるという問題がある。また、2つのガルバノミラー等の位置関係を精密に調整する必要があるために設計が非常に難しいという問題がある。

20

【0 0 0 4】

このため、例えば特許文献1においては、レーザー光を反射し、X軸、Y軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラー部と、ミラー部を両側から支持するシリコン基板で形成された梁部と、を備え、ミラー部を静電方式で駆動する2次元走査型の光スキャナが提案されている。また、特許文献2においては、X、Y方向に光走査可能で、ミラーを電磁駆動方式で走査する2次元MEMSスキャナが紹介されている。そして、これらの光走査装置を用いれば、画像表示装置等の装置サイズを小さくすることが可能となる。

30

【0 0 0 5】

しかしながら、これらの2次元走査型の光スキャナでは、例えば光源からの光ビームを水平方向と垂直方向に走査する場合、水平方向と垂直方向の駆動方式が同一であるために、水平方向と垂直方向で走査速度に大きな差を設けることが難しい。このため、この2次元走査型の光スキャナを用いて、例えばスクリーン等の表示部に画像を表示する場合、垂直方向の解像度について高解像度を得ることは難しい。また、特に静電方式で駆動する場合には、発生力が小さいために大きなミラーを駆動するのが難しいという問題もある。更に、このような2次元走査光スキャナは、ジンバル方式で1枚のウェハーから作製されるが、この場合、作製プロセスが複雑になるという問題もある。

40

【0 0 0 6】

他の2次元光走査装置としては、特許文献3に電磁駆動方式の1次元光走査装置を別体の駆動装置で、回転駆動、直線駆動、及び揺動駆動することにより、光源からの光ビームを2次元走査する装置が提案されている。これによると、光の走査方向によって駆動方式が異なるため、水平方向と垂直方向で走査速度に差をつけることは可能となる。しかしながら、1次元光走査装置が電磁駆動方式や静電方式で駆動される場合、ミラーの走査速度やミラーのサイズ等について制約が大きく、例えば高解像度の映像を得ようとした場合に問題が生じる場合がある。

【0 0 0 7】

この点、特許文献4においては、光走査装置の駆動方式として圧電体を用いた駆動方式

50

とし、ばね部の構成に工夫を加えることで、反射ミラー部の共振周波数を高い周波数で維持しつつ、十分なねじれ角を得ることができる1次元の光走査を行う高速光走査装置が提案されている。この装置を用いると、ミラーサイズが1mm×1mmでミラー部の走査周波数25kHzを達成している。しかしながら、特許文献4に提案される高速光走査装置の場合、ミラーサイズを大きくすると大きな周波数を達成できず(この点については後述する。)、ミラー速度、ミラー角度、光走査装置自体の耐久性の全てを満足する構成の光走査装置を得ることは難しいという問題がある。

【特許文献1】特開平6-180428号公報

【特許文献2】特表2005-502910号公報

【特許文献3】特開2004-4276号公報

【特許文献4】特開2004-177543号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上の問題点を鑑みて、本発明の目的は、光源から発せられた光ビームを走査できるように、ミラーが回転可能に設けられる駆動ミラーにおいて、ミラー速度を高速にし、ミラーの振れ角を増大しても装置耐久性の要求を満足できる駆動ミラーを提供することである。また、本発明の他の目的は、ミラーが高速度で回転し、ミラーの振れ角が大きく、耐久性も満足できる駆動ミラーを備え、所定の方向に高速に光走査ができる小型な光走査光学装置を提供することである。更に本発明の目的は、2次元に光走査を行え、2つの走査方向の走査速度に大きな差を設けられる小型の光走査光学装置を提供することである。更に、本発明の他の目的は、高解像度の画像を表示できる小型の画像表示装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために第1の発明の駆動ミラーは、光を反射する反射面を設けたミラー部と、前記ミラー部を保持する梁と、前記梁を固定する固定部と、前記梁を圧電素子の伸縮により回転させる駆動部と、を備える駆動ミラーにおいて、前記駆動部は、前記梁を挟むように前記梁に連結される2本の腕部から成る駆動腕を少なくとも1本有し、前記腕部は前記梁と略垂直に配置され、前記腕部それぞれには前記圧電素子が設けられることを特徴としている。

30

【0010】

また、第2の発明の駆動ミラーは、上記第1の発明の構成において、前記圧電素子は、前記腕部が前記梁を挟む側の裏面側に設けられることを特徴としている。

【0011】

また、第3の発明の駆動ミラーは、上記第1又は第2の発明の構成において、前記腕部は、前記反射面と略平行に設けられることを特徴としている。

【0012】

また、第4の発明の駆動ミラーは、上記第1乃至第3のいずれかの発明の構成において、前記2本の腕部は、前記梁の断面中心に対して略点対称に設けられることを特徴としている。

40

【0013】

また、第5の発明の駆動ミラーは、上記第1乃至第4のいずれかの発明の構成において、前記駆動部は、前記駆動腕を2つ有し、前記駆動腕は前記ミラー部を挟んで対称に設けられることを特徴としている。

【0014】

また、第6の発明の駆動ミラーは、上記第1乃至第5のいずれかの発明の構成において、前記固定部は、前記ミラー部を囲むように配置され、前記腕部の一端は前記固定部に連結されることを特徴としている。

【0015】

50

また、第7の発明の駆動ミラーは、上記第1乃至第6のいずれかの発明の構成において、前記ミラー部は、共振により振動するように設けられていることを特徴としている。

【0016】

また、第8の発明の光走査光学装置は、上記第1乃至第7のいずれかの発明の構成の駆動ミラーを備えることを特徴としている。

【0017】

また、第9の発明の光走査光学装置は、光源と、該光源から出射された光を平行光に変換するコリメート光学系と、該コリメート光学系を通過した光を反射する反射面が設けられるミラー部を駆動することにより光を2次元的に走査する光走査部と、該光走査部で走査された光を表示部へと導く投影光学系とを備える光走査光学装置において、前記光走査部の2次元的な光走査は、前記ミラー部を、前記反射面の略中心を通り前記反射面に平行で互いに直交する2つの回転軸を中心に回転することによって行われ、前記回転軸による回転駆動のうち一方は、前記ミラー部を有し、1次元に光走査可能な駆動ミラーで行い、他方は前記駆動ミラー全体を一体で回転する全体駆動装置を用いて行われることを特徴としている。

10

【0018】

また、第10の発明の光走査光学装置は、上記第9の発明の構成において、前記駆動ミラーは、請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の駆動ミラーであることを特徴としている。

【0019】

また、第11の発明の光走査光学装置は、上記第9又は第10の発明の構成において、前記全体駆動装置は、ステップ駆動することを特徴としている。

20

【0020】

また、第12の発明の光走査光学装置は、上記第11の発明の構成において、前記全体駆動装置は前記駆動ミラーと、前記駆動ミラーに連結され、前記駆動ミラーを回転可能にする回転軸と、該回転軸の軸受けと、前記回転軸を回転駆動させる回転駆動部と、を備え、前記回転駆動部は、ベース上に固定され所定の位相差をもって伸縮振動する第1変位部及び第2変位部と、両変位部を連結して楕円回転を発生しつつ前記回転軸に押圧されるチップ部とから成ることを特徴としている。

30

【0021】

また、第13の発明の光走査光学装置は、上記第12の発明の構成において、前記チップ部が楕円回転を1回転する際に前記回転軸が回転する回転量をA、前記全体駆動装置の駆動により光を走査して、その光走査方向に前記表示部における画像を1画素分移動するのに必要な前記回転軸の回転量をBとした時に、以下の式(A)を満たすことを特徴としている。

$$B/A > 3 \quad \dots (A)$$

【0022】

また、第14の発明の光走査光学装置は、上記第9乃至第13のいずれかの発明の構成において、前記投影光学系は、前記光走査部が光走査する2方向のそれぞれで射影方式が異なるように設けられていることを特徴としている。

40

【0023】

また、第15の発明の光走査光学装置は、上記第14の発明の構成において、前記射影方式は、前記投影光学系の焦点距離を f (mm)、前記表示部の中心に向かう光束の中心光線を光軸とし、前記ミラー部で反射され前記投影光学系へ入射する入射光を、前記光軸を含み前記2方向のうち前記駆動ミラーによって光走査を行う第1の方向に平行な面に投影した場合に、投影した光が前記光軸となす角を (rad) 、前記 θ がとり得る値の最大値を max 、前記入射光を、前記光軸を含み前記2方向のうち前記第1の方向と異なる第2の方向に平行な面に射影した場合に、射影した光が前記光軸となす角を (rad) 、前記表示部上において、前記表示部の中心を通る前記第1の方向と直交する直線と前記入射光が前記表示部へ投影されて作る像との距離を y_1 (mm)、前記表示部の中心を

50

通る前記第 2 の方向と直交する直線と前記入射光が前記表示部へ投影されて作る像との距離を y_2 (mm)、 a と k を所定の係数とした時に、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向への射影方式はそれぞれ次の式 (B)、(C) で表されることを特徴としている。

$$y_1 = a \cdot \arcsin(k \cdot \dots) \dots (B)$$

$$y_2 = f \cdot \dots (C)$$

【0024】

また、第 16 の発明の光走査光学装置は、上記第 14 又は第 15 の発明の構成において、前記投影光学系には、アナモルフィック非球面レンズ又は自由曲面レンズが使用されることを特徴としている。

【0025】

また、第 17 の発明の光走査光学装置は、上記第 9 乃至第 16 のいずれかの発明の構成において、前記光源と前記光走査部との間に色合成プリズムが配置されていることを特徴としている。

【0026】

また、第 18 の発明の画像表示装置は、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の駆動ミラーを備えることを特徴としている。

【0027】

また、第 19 の発明の画像表示装置は、画像信号を入力する画像信号入力部と、該画像信号入力部に入力された画像信号を輝度信号に変換する輝度信号変換部と、該輝度信号変換部で変換された輝度信号に基づいて光源の強度を制御する光源輝度制御部と、前記光源から出射される光の周波数を変調する光源周波数変調部と、を有する光制御部と、請求項 9 乃至請求項 17 のいずれかに記載の光走査光学装置とを備え、前記表示部の水平方向の光走査は前記駆動ミラーを用い、前記表示部の垂直方向の光走査は前記全体駆動装置を用い、前記水平方向の走査速度が前記垂直方向の走査速度よりも高速であることを特徴としている。

【0028】

また、第 20 の発明の画像表示装置は、上記第 19 の発明の構成において、前記水平方向の走査速度を V_x 、前記垂直方向の走査速度を V_y とした時に、 V_x と V_y が以下の式 (D) を満たすことを特徴としている。

$$V_x / V_y > 500 \dots (D)$$

【0029】

また、第 21 の発明の画像表示装置は、上記第 19 又は第 20 の発明の構成において、前記垂直方向の走査周波数が 50 Hz より大きいことを特徴としている。

【0030】

また、第 22 の発明の画像表示装置は、上記第 19 乃至第 21 のいずれかの発明の構成において、前記光源周波数変調部は、前記表示部の前記水平方向の中心側と端部側とで前記光源から出射される光の周波数が異なるように変調することを特徴としている。

【発明の効果】

【0031】

第 1 の発明の構成によれば、ミラー部が回転可能に設けられた駆動ミラーにおいて、ミラー部を回転する駆動部が圧電駆動方式のため、高速にミラーを回転することが可能となる。また、圧電素子が駆動した際の装置にかかる負荷を分散でき、更に耐久性確保のために梁の幅を増大しても、ミラー部を回転するのに必要な駆動部の変位量が変わらない構成となっているので、ミラーの走査速度の高速化、ミラーの振れ角の増大、装置の高耐久性の全てを満足する駆動ミラーを実現することができる。

【0032】

また、第 2 の発明の構成によれば、上記第 1 の発明の構成の駆動ミラーにおいて、圧電素子を容易に配置できる構成となり、しかも梁を挟む側に配置する場合より大きな圧電素子を配置できるために、ミラー部を駆動する駆動力を大きくできる。

【0033】

10

20

30

40

50

また、第3の発明の構成によれば、上記第1又は第2の発明の構成の駆動ミラーにおいて、駆動ミラーを平らな形状とできるために、駆動ミラー全体の大きさをコンパクトにでき、更にプロセス加工し易くなる。

【0034】

また、第4の発明の構成によれば、上記第1乃至第3のいずれかの発明の構成の駆動ミラーにおいて、ミラー部を保持する梁を安定して支えることができる構造とできるため、耐久性に優れた駆動ミラーを実現できる。

【0035】

また、第5の発明の構成によれば、上記第1乃至第4のいずれかの発明の構成の駆動ミラーにおいて、ミラー部を保持するために設けられた梁を回転する駆動部をミラー部の両側に対称に設けているために、各駆動部に印加する電圧を減らすことができ、各駆動部にかかる負荷を低減することが可能となる。また、駆動ミラーの構造が安定した形状となるために、耐久性の向上を図ることが可能となる。

10

【0036】

また、第6の発明の構成によれば、上記第1乃至第5のいずれかの発明の構成の駆動ミラーにおいて、駆動部を取り付けるための固定部分を別途設ける必要がなく、余計な部品点数の増加を避けることが可能となる。また、駆動ミラーを平らに構成できるために駆動ミラー全体の大きさをコンパクトにでき、更にプロセス加工し易い形状となる。

【0037】

また、第7の発明の構成によれば、上記第1乃至第6のいずれかの発明の構成の駆動ミラーにおいて、ミラー部の振動が共振であるために、低消費電力でミラー部の振れ角が大きい駆動ミラーを得ることが可能となる。

20

【0038】

また、第8の発明の構成によれば、光源から発せられた光ビームを走査する光走査装置において、ミラー部が高速度に回転し、ミラー部の振れ角が大きく、高耐久性を有する1次元に走査可能な駆動ミラーを備えているために、高速化に対応した光走査装置を得ることが可能となる。

【0039】

また、第9の発明の構成によれば、光源から発せられた光ビームを2次元的に光走査し、投影光学系を用いて表示部へ光を導く光走査光学装置において、光走査部が光走査を行う2つの方向で、光走査の駆動方式が異なるために、2つの方向の光走査速度に大きな差を設けることが可能となる。また、駆動方式が別駆動であっても、2方向への光走査を反射面の中心を通り、反射面に平行で互いに直行する2つの軸を中心にミラー部を回転する方式で行っているため、反射面付近に瞳を配すことができ光走査光学装置全体が大型にならない。

30

【0040】

また、第10の発明の構成によれば、上記第9の発明の構成の光走査光学装置において、光走査部で光走査する2方向のうち一方の光走査は高速に回転できる駆動ミラーを用いることになるために、各方向の光走査速度に大きな差を設けることが容易となる。

【0041】

また、第11の発明の構成によれば、上記第10の発明の構成の光走査光学装置において、駆動ミラーが一方の方向に所定量走査するごとに、全体駆動装置を用いて他の方向に走査する構成が実現できる。

40

【0042】

また、第12の発明の構成によれば、上記第11の発明の構成の光走査光学装置において、全体駆動装置のサイズをコンパクトに設計できるために、2次元型の光走査装置全体の大きさを小型化できる。

【0043】

また、第13の発明の構成によれば、上記第12の発明の構成の光走査光学装置において、全体駆動装置による光走査を小刻みに段階的に行うように設定しているため、全体駆

50

動装置のチップ部が1回の回転で回転軸を回転する回転量に誤差が生じて、その誤差の修正が行い易い。

【0044】

また、第14の発明の構成によれば、上記第9乃至第13のいずれかの発明の構成の光走査光学装置において、光走査部が光を走査する2方向のそれぞれで光走査の駆動方式が異なる場合、スクリーン等の表示部に投影される画像に歪みが発生する可能性があるが、その歪みを光学系により解消できる。

【0045】

また、第15の発明の構成によれば、上記第14の発明の構成の光走査光学装置において、光走査部が走査する2方向の光の走査速度が一方の光走査が共振駆動、他方の光走査がステップ駆動の場合に発生する非対称歪みを、光学系により解消できる。

10

【0046】

また、第16の発明の構成によれば、上記第14又は第15の発明の構成の光走査光学装置において、部品点数を少なく光走査の駆動方式の違いによる歪みの解消が可能となる。また、自由曲面レンズを用いた場合には、上述の歪みに加えて、光走査を行うミラーに、有限角度をもって光を入射させる場合に発生することがある台形的な歪みの解消も可能となる。

【0047】

また、第17の発明の構成によれば、上記第9乃至第16のいずれかの発明の構成の光走査光学装置において、異なる波長を有する光源が複数ある場合に、複数の光源から発せられる光の合成が可能となる。また、複数の光源から出射される、異なる波長の光ビームを少ない部品点数で合成できる。

20

【0048】

また、第18の発明の構成によれば、上記請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の駆動ミラーを備えているために、高解像度の画像表示装置を得ることが可能となる。

【0049】

また、第19の発明の構成によれば、上記第9乃至第17のいずれかの発明の構成の光走査装置を備えているために、高解像度で小型な画像表示装置を得ることが可能となる。

【0050】

また、第20の発明の構成によれば、上記第19の発明の構成において、水平方向の光走査速度が垂直方向の光走査速度に比べて大きく設定されているために、垂直方向の解像度が増加し、VGA(横640×縦480ドットの解像度)やHDTV(横1920×縦1080ドットの解像度)の画質を得ることが可能となる。

30

【0051】

また、第21の発明の構成によれば、上記第19又は第20の発明の構成において、画像の表示周期(フレームレート)を短く設定しているために、良好な画像が得られ、特に動画の動きを滑らかにできる。

【0052】

また、第22の発明の構成によれば、上記第19乃至第21のいずれかの発明の構成において、光学系にのみならず電気制御により画像の歪みの補正が可能となる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0053】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の駆動ミラー及び光走査光学装置を備える画像表示装置の実施形態の一例を示したものである。なお、図1は本実施形態の画像表示装置の概略構成を示すブロック図である。図1において、画像表示装置1は、例えばパソコンやテレビ等から出力される画像信号を入力し、その処理を行う光制御部2と、光制御部2から出力される信号を受けて光の走査を行い、例えばスクリーンや壁等の表示部15に光を投光する光走査光学装置3から構成されている。

【0054】

50

図2は、光走査光学装置3の外観を示す概略斜視図であり、図に示すように、光走査光学装置は、例えば直方体或いは立方体形状をしている。光走査光学装置3は超小型に構成することが可能で、例えば、図の縦、横、奥行き方向のそれぞれの長さを30mm以内に設計することも可能である。

【0055】

この光走査光学装置3は、図1に示すように、それぞれが赤色、緑色、青色（以下RGBと省略する）に対応する3つの光源4～6と、色合成プリズム7と、コリメータレンズ8と、光走査部9と、投影光学系10と、ミラー位置検知用光源12と、ミラー位置検出手段13と、光走査制御部14とから構成される。

【0056】

そして、RGBに対応する3つ光源4～6から出射された光は、色合成プリズム7、コリメータレンズ8の順に通過し、光走査部9で光走査されて、投影光学系10を透過して、例えばスクリーンや壁等の表示部15に結像する。

【0057】

次に、画像表示装置1における各部分の詳細について説明する。まず、光制御部2について図1及び図3を用いて説明する。なお、図3は、光制御部2の構成を示すブロック図である。図3に示すように光制御部2は画像信号入力部16と輝度信号変換部17と光源輝度制御部18と、光源周波数変調部19とを備えている。

【0058】

画像信号入力部16は、例えばパソコンやテレビ等のメディアから出力される画像信号を入力し処理する部分である。画像信号入力部16に入力された画像信号は、輝度信号変換部17に送られて、そこで輝度信号に変換される。光源輝度制御部18は、輝度信号変換部17で変換された輝度信号に基づいてRGB各光源4～6が強度変調した光を発生できるように、RGB各光源4～6に駆動信号を供給する。なお、光源輝度制御部18から供給された信号に基づく光源の強度変調は、光源へ供給される電流を直接変調することにより行われる。

【0059】

光源周波数変調部19は、光走査部9が光を走査する走査速度とスクリーン等の表示部15に投影される画像の解像度との関係で、光源4～6から出射される光の周波数を決定し、その信号を光源4～6へ供給する。光制御部2はこの他にも、光走査部9が表示部15の水平方向（図1の左右方向）と垂直方向（図1の紙面方向）に光走査する動きを制御する光走査制御部14と接続されて、走査動作の同期に必要な同期信号を供給している。また、光制御部2はミラー位置検出手段13とも接続されており、ミラー位置検出手段13から供給される信号に基づいて、光源4～6から光を出射するタイミングの制御も行っている。

【0060】

次に光走査光学装置3の詳細について説明する。光源4～6は、図1に示すように3つの光源が設けられており、例えば、光源4が赤色の半導体レーザダイオード、光源5が緑色の半導体レーザダイオード、光源6が青色の半導体レーザダイオードに対応する。そして、それぞれの半導体レーザダイオードの波長は、例えば、赤色が660nm、緑色が532nm、青色が450nmに設定されている。

【0061】

なお、本実施形態では、光源に半導体レーザダイオードを用いているがこれに限定される趣旨ではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で変更可能である。特に、緑色の半導体レーザダイオードは、入手困難であることから、緑色のみ半導体レーザで結晶を励起する方式のDPSS（Diode Pumping Solid State）レーザを外部変調器で変調するものを用いて構わない。また、赤色、緑色、青色の全ての色について、半導体レーザダイオードに代えて、発光ダイオード（LED）や固体レーザ等を光源に用いても構わない。ただし、光源のサイズは小さい方が好ましく、その点で半導体レーザダイオードが好ましい。

10

20

30

40

50

【0062】

色合成プリズム7は、光源4～6から出射されたレーザ光を合成する役割を果たし、光源4～6から出射されたレーザ光はここで合成され、合成された色をスクリーン等の表示部14に表示する。なお、本実施形態では、色合成プリズムを用いているがこれに限定される趣旨ではない。例えば、図4に示すようにダイクロミックミラー20、21を2つ用いて、赤色光を反射し緑色光を透過するダイクロミックミラー20で赤色と緑色の光源4、5から出射されたレーザ光を合成し、その後、青色光を反射し、赤色光と緑色光は透過するダイクロミックミラー21を用いて、先に合成されたレーザ光に青色の光源6から出射されたレーザ光を合成するような形態としても構わない。ただし、装置の部品点数を少なくすることと、装置全体のサイズを小さくできる点で色合成プリズム7を用いるのが好ましい。

【0063】

コリメータレンズ8は、光源4～6から出射され、色合成プリズム7を通過してきた発散光を平行光へ変換するレンズである。また、コリメータレンズ8は、投影光学系10で発生する色収差を補正するようにピント位置が調整されている。

【0064】

光走査部9は、コリメータレンズ9を透過してきたレーザ光を走査することができ、本実施形態においては、スクリーン等の表示部15に対して水平方向(図1の左右方向)と垂直方向(図1の紙面方向)にレーザ光を走査する。図5は、本実施形態の光走査部9を示す概略斜視図である。図5に示すように、光走査部9は1次元に光を走査することができる駆動ミラー22と、駆動ミラー22全体を、回転軸31を中心として一体で回転させる全体駆動装置23とで構成される。

【0065】

光走査部9による水平方向と垂直方向への光の走査は、駆動ミラー22に備えられるミラー部24を用いて行われる。すなわち、ミラー部24は、駆動ミラー22自身の駆動によって駆動ミラー22が備える梁25が回転されると共に回転し、また、全体駆動装置23によって駆動ミラー22全体が回転されることによって回転される。この時、梁25と、全体駆動装置23を回転する回転軸31の中心線31aは、ミラー部24の反射面(図の手前側)の略中心を通り、反射面に平行な面で互いが直交するように設定されている。このため、駆動ミラー22による梁25の回転によって、光を水平方向に走査できるように設定することで、全体駆動装置23によって駆動ミラー22全体を回転すると光が垂直方向に走査される。以下に、駆動ミラー22と全体駆動装置23の詳細について説明する。

【0066】

まず、駆動ミラー22の詳細について図6(a)～(c)を参照して説明する。なお、図6(a)は、本実施形態の駆動ミラー22の構成を示す概略図であり、ミラー部24の光走査を行う反射面側から見た正面図である。図6(b)は、図6(a)のAA'断面を図の左方向から見た図である。図6(c)は、図6(a)の固定枠26を除いて図の下側から見た図である。

【0067】

図6(a)及び図6(c)に示すように、駆動ミラー22は、ミラー部24と、ミラー部24を保持する梁25と、梁25を支える固定枠26と、梁25を回転するために設けられた腕部27a～27dと、腕部27a～27dに設けられる圧電膜28とで構成される。なお、腕部27aと腕部27b、及び腕部27cと腕部27dは、それぞれ一対で駆動腕29a、29bを構成する。

【0068】

ミラー部24は、図6(a)に示されるように長方形又は正方形の矩形状に形成されており、固定枠26のほぼ中央に配置されている。また、ミラー部24の表面は、光を反射できるように例えば、AuやAl等の反射層24a(図6(c)参照)が設けられている。なお、本実施形態ではミラー部24は矩形状としたがこれに限定される趣旨ではない。

【0069】

梁25は、図6(a)の左右方向に伸び、ミラー部24の略中心を通るようにミラー部24を支持しており、その両端は固定枠26に固定されている。そして、この梁25には腕部27a~27dが、梁25に対して略直交し、かつミラー部24と略平行となるように取り付けられている。図6(b)に示すように、駆動腕29aを形成する腕部27aと腕部27bは、梁25の断面方向の中心に対して略点对称に設けられている。この点は、駆動腕29bを形成する腕部27cと27dについても同様である。また、駆動腕29aと駆動腕29bは、ミラー部24に対して対称位置に設けられている。

【0070】

圧電膜28は、腕部27a、27cについては、図6(c)に示すように腕部の上面に設けられ、一方、腕部27b、27dについては腕部の下面に設けられている。すなわち、駆動腕単位で見ると(例えば腕部29aの場合について説明)、腕部27a、27bが梁25と繋げられる面と反対側の面に圧電膜28が配置されている。腕部27a~27dに配置される圧電膜28としては、例えばPZT、ZnO、BST等が用いられる。なお、圧電膜28は図示しない電極層に挟まれており、これにより電圧を印加されて伸縮する。

10

【0071】

次に駆動ミラー22の製造方法の一例を、図7を参照しながら説明する。図7は、駆動ミラー22の製造方法を示す図であり、図6(a)のB-B鎖線に沿って駆動ミラーを切った断面図を図の下側から見た図である。なお、駆動ミラー22の製法は、ここで示す方法に限定されないのは言うまでもない。

20

【0072】

駆動ミラー22は、例えばシリコン基材を用いて作製される。まず、シリコン基材表面及び裏面を、図6に示したミラー部24と、梁25と、腕部27a~27dが形成されるようにフォトレジストとエッチングにより加工する(工程a、工程b)。次に、シリコン基材表面側のミラー部24に、例えばAuやAl等の反射層24aを形成する(工程c)。次に、シリコン基板の表面側に下電極層30b、圧電膜28、上電極層30aの順に薄膜形成する(工程d)。更に、シリコン基板の裏面側からも同様に、下電極層30bから順に上電極層30aまで形成する(工程e)。これにより、駆動ミラー22が形成される。

30

【0073】

なお、工程cから工程eの薄膜形成の方法は、スパッタリング法、化学蒸着法(CVD法)、ゾルゲル法、エアロゾルデポジション法(AD法)などが挙げられるが、エアロゾルデポジション法が好ましい。これによれば、スパッタリング法、CVD法、ゾルゲル法に比べてエッチング工程等が省略でき、成膜速度の向上、工程短縮が可能となる。なお、エアロゾルデポジション法とは、あらかじめ他の手法で準備された微粒子、超微粒子原料をガスと混合してエアロゾル化し、減圧雰囲気下でノズルを通して基材に噴射して被膜を形成する技術のことを示している。

【0074】

次に、駆動ミラー22の動作について図8を用いて説明する。図8は、駆動ミラー22の動きを説明するための模式図で、駆動腕29aの圧電膜28に電圧が印加され、圧電膜28が伸縮する様子を示している。図8(a)は、圧電膜28に電圧が印加されておらず、ミラー部24(図6参照)も静止した状態を示している。

40

【0075】

図8(b)は、電極30a、30b(図7参照)間に電圧が印加されて、圧電体28が伸びた様子を示している。圧電膜28が伸びると腕部27a、27bにはそれぞれ引張り負荷が発生し、腕部27a、27bは図の矢印方向に伸びようとする。このため、腕部27a、27bに挟まれて存在する梁25は、図の反時計回り方向に回転し、ミラー部24も同時に同方向に回転する。

【0076】

50

一方、図 8 (c) は図 8 (b) の場合と逆の電圧が印加され、圧電膜 2 8 が縮んだ様子
を示している。圧電膜 2 8 が縮むと腕部 2 7 a、2 7 b にはそれぞれ圧縮負荷が発生し、
腕部 2 7 a、2 7 b は図のように撓んだ状態になる。このため、腕部 2 7 a、2
7 b に挟まれて存在する梁 2 5 は、図の時計回り方向へ回転し、ミラー部 2 4 も同時に同
方向に回転する。

【 0 0 7 7 】

電極に所定の周波数の電圧を印加すると圧電膜 2 8 は伸び縮みを繰り返すことになるた
め、ミラー部 2 4 は梁 2 5 を中心に所定の角度だけプラス方向とマイナス方向に振れるよ
うに振動する。なお、本実施形態においては、ミラー部 2 4 は共振するように設定されて
いる。これにより、少ない消費電力で大きなミラー部 2 4 の走査角度を大きくすることが
可能となる。

10

【 0 0 7 8 】

本実施形態の駆動ミラー 2 2 は、ミラー部 2 4 の走査速度、走査角度及び耐久性の全て
を高いレベル満足できる構造となっているが、この点について計算結果を用いて説明する
。ここでは、便宜上、図 9 の楕円 C、D、E で示す部分をそれぞれ、第 1 トーションバー
、第 2 トーションバー、第 3 トーションバーと表現する。また、計算に当たってはミラー
部 2 4 のサイズを図 9 に示すように、縦 4 mm、横 3 mm としている。なお、計算の比較
として、図 1 0 に示す特許文献 4 の構成の場合についても説明する。図 1 0 の楕円 F、G
、H で示す部分をそれぞれ、第 1 トーションバー、第 2 トーションバー、第 3 トーション
バーと表現する。図 1 0 におけるミラー部 2 4 のサイズは図 9 の場合と同様である。

20

【 0 0 7 9 】

まず、本実施形態の駆動ミラー 2 2 に関する計算について説明する。本実施形態の駆動
ミラー 2 2 の構成では、共振周波数 f_n はミラーの慣性モーメント J と、第 1 トーション
バーのねじり剛性と、第 2 トーションバーの曲げ剛性を加算したばね剛性 k から計算され
る。以下に関係式を示す。

【 0 0 8 0 】

【数 1】

$$f_n = \frac{kn^2}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{J}}$$

30

【 0 0 8 1 】

【数 2】

$$k = \frac{2 \cdot k_3 \cdot t_1 \cdot d_1^3}{L_1} \cdot G + \frac{t_2 \cdot d_2^3}{12L_2} \cdot E$$

【 0 0 8 2 】

【数 3】

$$J = \frac{M(a^2 + b^2)}{12}$$

40

【 0 0 8 3 】

ここで k_n は振動係数、 k_3 はねじり係数、 L_1 、 t_1 、 d_1 、 G はそれぞれ第 1 トーション
バーの長さ、厚み、幅、横弾性係数、 L_2 、 t_2 、 d_2 、 E はそれぞれ第 2 トーションバ
ーの長さ、厚み、幅、縦弾性係数、 M 、 a 、 b はそれぞれミラーの重量、縦の長さ、横の
長さを表す。なお、ここでトーションバーの長さとは、図 9 を紙面方向に見た場合の、ト
ーションバーの長手方向の長さであり、幅は短いほうの長さである。また、トーションバ

50

の厚みとは、トーシヨンバーの紙面方向の長さである。

【0084】

次に、ミラー部24を所定の角度傾げるのに、第2トーシヨンバーに加えるのに必要な力Fと第2トーシヨンバーの変位量L(図11参照)の計算式、及び第2トーシヨンバー上に配置される圧電膜28の発生力 F_A と変位量 L_A の計算式を示す。なお、ここでは計算を容易化するために、図11に示すように圧電膜28が梁25方向に発生する力は、圧電膜28が配置される全域で第2トーシヨンバーに等分布の荷重が負荷されると仮定し、また、共振を利用することにより10倍の変位量と発生力が得られると仮定している。なお、圧電膜28の駆動でミラー部24を所定の角度傾げることができる必要があるために、 $F < F_A$ 、 $L < L_A$ を満足する必要がある。

10

【0085】

【数4】

$$\Delta L = \frac{t_2}{2} \cdot \tan^{-1} \theta$$

【0086】

【数5】

$$F = \frac{8EI}{L_2^3} \cdot \Delta L$$

20

【0087】

【数6】

$$\Delta L_A = \frac{3}{4} \left(\frac{L_a}{t_a} \right)^2 \cdot d_{31} \cdot V$$

【0088】

【数7】

$$F_A = \frac{t_a \cdot d_a}{L_a} \cdot \frac{d_{31}}{S_{11E}} \cdot V$$

30

【0089】

ここで、 θ はミラー部24の回転角度、Iは第2トーシヨンバーの断面2次モーメント、 L_a 、 t_a 、 d_a 、 d_{31} 、 S_{11E} 、Vはそれぞれ圧電膜28の長さ、厚み、幅、圧電歪定数、圧電膜28に印加する電圧を表わす。なお、圧電膜28の長さとは図9の上下方向の長さであり、幅とは左右方向の長さである。

40

【0090】

ミラー部24を所定の角度傾けた場合に発生する最大負荷部分は第1トーシヨンバーのねじれ部分(図9の円Iで示す部分。)である。この部分にかかる最大ねじり応力(せん断応力) $m a x$ は以下の式で計算される。

【0091】

【数 8】

$$\tau_{max} = \frac{k_1}{k_3} \cdot d_1 \cdot G \cdot \theta$$

【0092】

ここで、 k_1 はねじり係数を表わす。数 1 から数 8 の各式に 例 えば、図 1 2 に示す入
力値を代入して計算すると、共振周波数 f_n は 68.3 kHz 、ミラー部 2 4 を例 えば 1
 2.5° 傾けるのに必要な変位量 L は $10.7 \mu\text{m}$ 、必要な力 F は 28.9 mN と計算
される。また、圧電膜 2 8 が発生させる変位量 L_A は 2.63 mm 、発生力 F_A は $43.$ 10
 3 mN となり、 $F < F_A$ 、 $L < L_A$ を満足する。

【0093】

更に、第 1 トーションバーに負荷される最大ねじり応力 τ_{max} は 371 MPa となる
。この点、トーションバーの素材であるシリコンの破壊強度は約 2 GPa であるので耐久
性も十分であると言える。以上の計算結果から、本実施形態の駆動ミラー 2 2 は、走査速
度、ミラー走査角度について高水準の要求を満たすことができ、且つ耐久性も兼ね備えた
、優れた構成の駆動ミラーであると言える。

【0094】

次に、特許文献 4 の構成について比較のために図 1 0 を用いながら説明する。まず、特
許文献 4 の構成の駆動ミラーの動作について簡単に説明する。この構成では、ミラー部 2 20
4 の左右に存在するトーションバーの曲げ変形をねじれ変形に変換する方式でミラー部 2
4 を振動させている。片側のトーションバーにのみ注目して説明すると、一对の第 1 トー
ションバーの片面（図 1 0 では紙面手前側）それぞれには圧電膜 2 8 が積層されており、
各圧電膜 2 8 に電圧を印加すると圧電膜 2 8 が伸縮し、第 1 トーションバーが曲げ変形さ
れる。そして、一对の第 1 トーションバーのそれぞれに配置される圧電膜 2 8 には、交互
に伸び縮みするように各圧電膜 2 8 に印加する電圧が設定されているため、第 2、第 3 ト
ーションバーを介して第 1 トーションバーに繋がるミラー部 2 4 が振動する。

【0095】

このように構成される場合においても、共振周波数 f_n とミラー部 2 4 の慣性モーメン
ト J はそれぞれ、数 1 と数 3 と同様である。ただし、ばね剛性 k は第 1 トーションバーの 30
曲げ剛性のみであるので、ばね剛性 k は次式で表わされる。

【0096】

【数 9】

$$k = \frac{d_1 \cdot t_1^3}{12L_1} \cdot G$$

【0097】

その他については、本実施形態の場合と同様に求められる。なお、特許文献 4 の構成に
よる場合、ミラー部 2 4 を所定角度傾けた場合に発生する最大負荷部分は第 1 トーション 40
バーの図 1 0 の円 K で示した部分であり、ねじり応力と曲げ応力の合算値になる。この点
、本実施形態の駆動ミラー 2 2 が、ねじれ応力（図 1 0 の円 I 部）と曲げ応力（図 1 0 の
円 J 部）が別々に位置に働くのとは異なる。

【0098】

特許文献 4 の構成について計算した結果、本実施形態のようにミラー部 2 4 の走査速度
、走査角度、耐久性を高い水準で満足する解は得られず、走査速度で 10 kHz 程度まで
しか得られない結果となった。この両者の差は、以下の点に起因すると考えられる。

【0099】

本実施形態の駆動ミラー 2 2 は、ミラー部 2 4 の走査速度に関係するばね剛性が、第 1
トーションバーのねじり剛性と、第 2 トーションバーの曲げ剛性を加算する形で得られる 50

。一方、特許文献4に示される構成の場合、ばね剛性は第1トーションバーの曲げ剛性のみで得られる。このため、本実施形態の駆動ミラー22は、特許文献4の場合と異なり、トーションバーにかかる負荷を分散しながら走査速度を上げることが可能となる。従って、本実施形態の駆動ミラー22の方が特許文献4の駆動ミラーに比べて耐久性の面で有利である。

【0100】

また、本実施形態の駆動ミラー22は、圧電膜28が配置された第2トーションバーは、第1及び第3トーションバーを横から挟むような構成となっている。一方、特許文献4に示される構成では、圧電膜28を配置された第1トーションバーが、第2、第3トーションバーと同一平面上に配置されている。

10

【0101】

このため、特許文献4の場合は、ばねの剛性及び走査速度の両方を上げるために第1トーションバーの幅を増すと、第2トーションバーの長さを伸ばす必要が生じるために、第1トーションバーの変位量を大きくする必要が生じ、逆に第1トーションバーの負荷が増す。一方、本実施形態の駆動ミラー22の場合には、耐久性確保のために第1トーションバーの幅を増しても、ミラー部24を回転するために第2のトーションバーを変位する量は変わらず、耐久性の確保を図りながら走査速度を上げることが可能となる。従って、この点においても、本実施形態の駆動ミラー22の方が特許文献4の駆動ミラーに比べて耐久性の面で有利である。

【0102】

以上、本実施形態の駆動ミラー22について説明したが、駆動ミラーの構成は本実施形態の構成に限る趣旨ではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で変形可能である。例えば、梁25の数は2本以上でも構わず、駆動腕29a、29b(図6参照)に配置される圧電膜28の位置も梁25がある側に設ける構成としても構わない。また、駆動腕29a、29bとミラー部24を必ずしも平行に設ける必要もないなく、例えば、図6(b)の図が時計回り方向に45°回転したような構成としても構わない。但し、この場合には駆動腕29a、29bの端部を固定する固定部が別途必要となる。

20

【0103】

更に、駆動腕29a、29bの数も2本に限らず、1本でも3本以上でも構わないし、駆動腕29a、29bの構成も例えば、図13(a)~(c)に示すような構成としても構わない。図13(a)は、駆動ミラー22の構成の変形例を示す概略図であり、図13(b)は図13(a)の断面AA'を図の左方向から見た図である。図13(c)は図13(a)の断面BB'を図の左方向から見た図である。

30

【0104】

図13に示す構成では、本実施形態の駆動ミラー22における駆動腕29aの場合と異なり、駆動腕29aの腕部27a、27bが梁25に対して線対称に設けられている。この点については駆動腕29bも同様である。そして、この構成においては、ミラー部24を回転する場合、本実施形態に示した駆動ミラー22の場合と異なり、腕部27a、27cと腕部27b、27dとで反対の極の電圧を印加する必要がある点で異なる。

【0105】

以上、光走査部9を構成する駆動ミラー22の構成の詳細について説明したので、次に光走査部9を構成する全体駆動装置23の構成の詳細について説明する。図14は全体駆動装置23の構成を示す概略正面図である。

40

【0106】

全体駆動装置23は、駆動ミラー22全体を回転させるための回転軸31と、回転軸31の軸受け32と、回転軸31を回転させる回転駆動部33とで構成されている。そして、回転駆動部33は、ベース34と、第1の圧電素子35と、第2の圧電素子36と、第1の圧電素子35と第2の圧電素子36とを連結するチップ部37で構成される。

【0107】

第1及び第2の圧電素子35、36はベース34に接着剤等により固定されている。そ

50

して、第1の圧電素子35と第2の圧電素子36は、ほぼ90°の角度を持って固定されている。第1及び第2の圧電素子34、35を連結するチップ部37の頂部は、回転軸31に押圧されるために剛体で構成されている。なお、本実施形態では第1の圧電素子35と第2の圧電素子36が90°の角度をもって固定されているが、これに限定される趣旨ではない。

【0108】

図示しない制御回路により、第1の圧電素子35と第2の圧電素子36には、例えば、図15に実線と点線で示すような90°の位相差を持った電圧がそれぞれ印加されるようになってい

10

【0109】

本実施形態においては、チップ部37は、例えば図16において、楕円軌道中に示した矢印の部分

【0110】

なお、本実施形態の全体駆動装置23においては、駆動部33を圧電素子により駆動する構成として

20

【0111】

以上により、光走査部9を構成する駆動ミラー22と全体駆動装置23の構成について説明したので、光走査部9の光の走査方法について説明する。光走査部9による光の走査は光走査制御部14(図1参照)において制御される。そして、光走査制御部14は、光制御部2(図1参照)からの信号や後述するミラー位置検出手段13(図1参照)からの信号に基づいて、駆動ミラー22と全体駆動装置23の動作制御を行う。

【0112】

上述のように、本実施形態の画像表示装置1においては、光走査部9での光の走査は、表示部15(図1参照)に対して水平方向の光走査は駆動ミラー22を駆動させることによって、垂直方向の光走査は全体駆動装置23を駆動させることによって行われる。

30

【0113】

なお、本実施形態においては、垂直方向の解像度を増加するために、水平方向の光の走査速度 V_x を垂直方向の光の走査速度 V_y よりもかなり大きく設定している。そして、この速度の差は、 $V_x / V_y > 500$ を満たすのが好ましく、更には $V_x / V_y > 1000$ を満たすのがより好ましい。これにより、VGAの画質(垂直方向の分解能480本)、更にはHDTVの画質(垂直方向の分解能1080本)を達成できる。

【0114】

また、垂直方向の走査周波数は50Hzより大きく設定している。これにより表示部15の表示周期が短くなり、動画の動きを滑らかにすることができる。

40

【0115】

図17は、光走査部9によってスクリーン等の表示部15上を光が走査される様子を示した模式図である。本実施形態においては、表示部15の左上から光走査が行われるように設定されている。光走査のスタート位置(図の円Sで表示される部分)は表示部15の外側に配置されている。

【0116】

光走査が始まると、駆動ミラー22によるミラー部24の振動により、まず図の右方向に向かって水平に光が走査される。そして、光が表示部15の外に出ると、全体駆動装置

50

23が回転軸31(図5参照)をステップ駆動して光が図の下方方向に走査される。この時、駆動ミラー22によるミラー部24の駆動は続いているために、ミラー部24は駆動ミラー22と全体駆動装置23の両方で駆動されることになり、例えば図に円Tで示すように弧を描くような形で光走査される。

【0117】

なお、この際の全体駆動装置23による回転軸31の回転量の設定としては、回転軸31を1度回転するだけで垂直方向へ走査すべき所定の回転量を回転してしまうような設定ではなく、小刻みに何回か回転軸31を回転することにより所定の回転量に到達するような設定が好ましい。

【0118】

すなわち、本実施形態の構成の全体駆動装置23の場合には、1回のチップ部37(図14参照)の楕円回転による回転軸31の回転量をA、垂直方向に画像を1画素移動するのに必要な回転軸31の回転量をBとした時に、 $B/A > 3$ であることが好ましく、更には $B/A > 10$ であることがより好ましい。このように構成することにより、1回のチップ部37の楕円回転による回転軸31の回転量に誤差が生じた場合にも、その誤差を補正するように全体駆動装置23の駆動を制御することで、所定の回転量(例えば画像1画素分)を回転する間に誤差を補正することが可能となる。

【0119】

全体駆動装置23により所定の回転量だけミラー部24が回転され、図の下方方向に光が走査されると、今度は駆動ミラー22のみによって図の左方向に向かって水平に光が走査され、光が表示部15の外に出ると、先程と同様に全体駆動装置23が駆動して下方方向にも光が走査される。以上が表示部15下方の所定の位置まで繰り返される。そして、所定の位置(図の円Uで示される部分)まで光走査されると、今度は全体駆動装置23はこれまでと反対方向に回転軸31(図5参照)を回転し、光を上方向に走査する。

【0120】

図18は、光走査部9により表示部15上を上から下まで走査された光が、下から上へ走査される際の光走査を説明するための説明図である。図の実線は、光走査部9により、光が上から下まで光走査される場合の光の走査位置(図17に同じ)を示しており、図の鎖線は、光が下から上まで光走査される場合の光の走査位置を示したものである。

【0121】

表示部15の下方の所定位置(図17の円Uで示される位置)まで光が走査されると、全体駆動装置23はこれまでと回転軸31を逆回転して、光が上から下方方向に走査されていた時の回転量の半分だけ回転軸31を回転して光を上方にずらす。上方にずらされた光は、図の左方向に向かって水平に走査され、表示部15の外に出ると全体駆動装置23がステップ駆動して光を上方に走査する。この際、全体駆動装置23が回転軸31を回転する回転量は、光が上から下へ走査されていた時と同じ所定の回転量だけ回転することになる。この走査を繰り返すことにより、図18の点線位置上を光が走査され、表示部15の上方の所定位置まで光が走査される。

【0122】

なお、光走査部9による光の走査方法は以上の走査方法に限定される趣旨ではない。例えば、表示部15の上から下まで走査された後、同位置を通るように下から上へ走査する形式としても構わない。ただし、本実施形態のように、表示部15の上から下へ光を走査した後、下から上へと走査される光が、上から下へ走査した時の間を通るように光走査した方が、解像度の高い画像を得やすい。

【0123】

また、本実施形態では、水平方向に走査する光が表示部15の外に出たときに全体駆動装置23をステップ駆動させる形式としているが、必ずしもこれに限定されない。すなわち、本実施形態の場合、駆動ミラー22によって走査される水平方向の全領域のうち、両端の一部を画像領域として使わない構成としているが、駆動ミラーによって走査される水平方向の全領域を画像として使用できるように、全体駆動装置23の駆動のタイミングを

10

20

30

40

50

光が表示部 15 の端部に来た時とする構成等としても構わない。

【0124】

更に、全体駆動装置 23 をステップ駆動でなく等速で駆動する構成しても構わない。ただし、この場合、駆動ミラー 22 による水平方向の光走査と同時に垂直方向にも光が走査されるために、表示部 15 の両端に画像不良が発生する可能性があるために、全体駆動装置 23 はステップ駆動で、水平方向の両端で駆動する構成が好ましい。

【0125】

以上光走査部 9 による光の走査方法について説明したが、表示部 15 に画像を形成するためには、光走査部 9 による光の走査位置と画像を形成するために光源 4 ~ 6 からの出射されるレーザ光の強度が対応している必要がある。このため、駆動ミラー 22 のミラー部 24 (図 6 参照) の位置を把握できるように、光走査光学装置 3 内には、ミラー位置検知用光源 12 (図 1 参照) と、ミラー位置検出手段 13 (図 1 参照) とが設けられている。

【0126】

ミラー位置検出用光源 12 は、ミラー部 24 の光走査面の裏面側に光を照射するようになっており、ミラー位置検出手段 13 は、この反射光を受光するように構成されている。そして、反射光の受光位置に関する情報からミラー位置が検出できる。ミラー位置検出手段 13 で検出された受光位置に関する情報が信号として光制御部 2 に供給され、光制御部 2 はこの情報に基づいて光源 4 ~ 6 の動作を制御している。また、ミラー位置検出手段 13 で検出された受光位置に関する情報は光走査制御部 14 (図 1 参照) にも供給されており、光走査制御部 14 はこれにより、駆動ミラー 22 と全体駆動装置 23 の駆動を制御している。

【0127】

なお、ミラー部 24 の位置の検出手段は上述の構成に限定されるものでなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で変形可能である。すなわち、例えば、図 17 の光走査開始位置 (図の円 S の位置) に光を反射するようにミラー部 24 が位置しているか否かのみを把握できるように、検出手段を設ける構成等としても構わない。

【0128】

次に、投影光学系 10 (図 1 参照) について説明する。本実施形態の投影光学系 10 は、光走査部 9 で走査されたレーザ光を表示部 15 に結像する以外に、画像の歪みを解消する役割も担っている。本実施形態の画像表示装置においては、光走査部 9 の光の走査方式が、水平方向は駆動ミラー 22 による共振駆動方式、垂直方向は全体駆動装置 23 によるステップ駆動方式と、水平方向と垂直方向で異なっている。このため、光走査部 9 からのレーザ光を通常の軸対称レンズを用いて結像した場合には、例えば、図 19 に示すように、画像が非対称に歪む。なお、図 19 は、イメージ図であり必ずしも実際の歪みの様子を示している訳ではない。

【0129】

このことから、本実施形態の投影光学系 10 には、水平方向と垂直方向で曲率が異なる形状に作製されたアナモルフィック非球面レンズを使用し、画像の非対称歪みを解消している。このアナモルフィック非球面レンズを用いると、光走査部 9 のミラー部 24 で反射され、アナモルフィック非球面レンズに入射するレーザ光の水平方向と垂直方向の射影方式は異なったものとなる。なお、アナモルフィック非球面レンズは、ガラス製でも、プラスチック成型によって作製されたプラスチック製のものでも構わない。プラスチック成型したものの方が、特にコスト面で有利である。

【0130】

まず、水平方向の射影方式について図 20 を用いて説明する。なお、図 20 はミラー部 24 で反射された光が投影光学系 10 を経て表示部 15 に結像する様子を説明するための模式図で、表示部 15 を真上方向から見た図である。図の鎖線は表示部 15 の中心 38 の向かう光束の中心線である光軸 39 を示す。また、実線及び一点鎖線は、ミラー部 24 が図の反時計周りに回転した 2 つの状態について、それぞれミラー部 24 で反射されて、表示部 15 に導かれる光束の中心線を描いている。なお、投影光学系 10 は便宜上、簡易に

10

20

30

40

50

描いている。

【0131】

水平方向の光の走査方式は共振駆動であるために、水平方向に走査される光のうち表示部15の中央側(図では中心38側)で走査速度が最大となり、中央側から端部に向けて光の走査速度が遅くなる。このため、水平方向の中央側は幅が狭まり、端部側は幅が広がるように射影する方式とする必要がある。そこで、本実施形態のアナモルフィック非球面レンズの水平方向への射影方式は、次式で表わされる方式となっている。

【0132】

$$y_h = a \cdot \arcsin(k \cdot \theta / \max)$$

ここで、 θ は、ミラー部24から反射されて投影光学系10に入射する入射光を、光軸39を含み表示部15の水平方向に平行な面(図では紙面が相当する)に投影した時に投影した光が光軸39となす角(単位はラジアン)である。また、 \max は、 θ がとり得る値の最大値であり、ミラー部24が最大傾いた角度の2倍が相当する。 y_h は、水平方向の画像の高さを表わし、表示部15の中心38を通る垂直方向(図では紙面方向)の線とある角度で投影光学系10に入射する入射光が表示部15に投影された時に形成する像との距離(単位はmm)が相当する。 a と k は所定の係数である。なお、係数 k は、駆動ミラー22によって走査される水平方向の全領域のうち、画像を表示しない割合によって決められる係数である。

【0133】

次に、垂直方向の射影方式について図21を用いて説明する。なお、図21はミラー部24で反射された光が投影光学系10を経て表示部15に結像する様子を説明するための模式図で、表示部15を真横から見た図である。図の鎖線は表示部15の中心38の向かう光束の中心線である光軸39を示す。実線及び一点鎖線は、ミラー部24が図の反時計周りに回転した2つの状態について、ミラー部24で反射されて、表示部15に導かれる光束の中心線を描いている。なお、投影光学系10は便宜上、簡易に描いている。

【0134】

垂直方向の光の走査方式はステップ駆動であるために、垂直方向の画像は、水平方向の場合のように、光の走査速度の差に起因する歪みは生じないために、投影光学系10への入射角に応じて像の高さが決定される方式で射影すれば良い。このため、本実施形態のアナモルフィック非球面レンズの水平方向への射影方式は、次式で表わされる方式となっている。

【0135】

$$y_v = f \cdot \theta$$

ここで、 f は、投影光学系10の焦点距離(単位はmm)である。 θ は、ミラー部24から反射されて投影光学系10に入射する入射光を、光軸39を含み表示部15の垂直方向に平行な面(図では紙面が相当する)に投影した時に投影した光が光軸となす角(単位はラジアン)である。 y_v は、垂直方向の画像の高さを表わし、表示部15の中心38を通る水平方向(図では紙面方向)の線とある角度で投影光学系10に入射する入射光が表示部15に投影された時に形成する像との距離(単位はmm)が相当する。

【0136】

以上のように投影光学系10にアナモルフィック非球面レンズを用いれば、画像の非対称歪みが解消できるが、非対称歪みを解消するレンズはアナモルフィック非球面レンズに限定される趣旨ではない。例えば、2枚の直交配置されるシリンダレンズを組み合わせて、アナモルフィック非球面レンズと同じ働きをさせるようにしても構わない。

【0137】

なお、本実施形態の投影光学系10ではレンズを2枚配置する構成としているがこれに限る趣旨ではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲で変更可能である。また、本実施形態の投影光学系10に用いるアナモルフィック非球面レンズは、水平方向の走査方式が振動による駆動で、垂直方向の走査方式がステップ駆動となる2次元光走査装置を含む光学系であれば適用可能であり、例えば画像表示装置1において、駆動ミラー22が電磁駆動、

10

20

30

40

50

或いは静電駆動タイプのものにも適用可能である。

【0138】

上述のように、本実施形態の画像表示装置1では、水平方向の光の走査方式が共振駆動であることに起因する画像の歪みが発生するため、投影光学系10にアナモルフィック非球面レンズを用いる構成としたが、必ずしもこのような構成としなくても、画像の非対称歪みの解消を図ることが可能である。

【0139】

すなわち、共振駆動方式の場合、表示部15の水平方向の走査速度が、中央側で速く、端部側で遅くなるため、光源4～6から出射されるレーザ光のオンオフの切り替え速度を表示部15の水平方向中央側で速くし、端部側程遅くなるように光制御部2(図1参照)で制御する構成とすることで、歪みの解消を図ることも可能である。なお、光源4～6からのレーザ光のオンオフの切り替え速度は、光源周波数変調部19(図3参照)における光源4～6の周波数の変調を制御することで可能となり、周波数を高く変調すれば、レーザ光のオンオフの切り替えは速くなり、周波数を低くすればその逆となる。また、このような構成と投影光学系にアナモルフィック非球面レンズを用いた構成とを組み合わせる構成等とすることも可能である。

10

【0140】

なお、以上においては、水平方向と垂直方向とで、光走査の駆動方式が異なることに起因する画像の歪みの解消について述べたが、本実施形態のように、光走査を行うミラー部24に入射する光が、ゼロでない有限角度をもっている場合には、表示部15上に表示される表示画像(格子)は、例えば、画像の枠を構成する4本線のうち、水平方向の線の中央部が下側に湾曲する台形歪みが発生することがある。

20

【0141】

このため、付加的に投影光学系10を平行偏心及び/又は傾き偏心させて歪みを補正するようにしても構わない。また、本実施形態では、投影光学系10にアナモルフィック非球面レンズを用いているが、これに代えて自由曲面を用いたレンズ(光学系)を利用するようにしても構わない。このようにすれば、光走査の駆動方式が異なることに起因する画像の歪みと、上述の台形歪みの解消が可能となる。

【0142】

また、投影光学系10だけでは、表示部15に表示される画像の歪み(ここでは、上述の2つの歪みを含む、光走査光学装置3に装置構成に由来する全ての歪みを指す。)を十分に解消できない場合に、例えば、光制御部2で光源4～6のオンオフのタイミングを本来のタイミングとは異なるように制御することで歪みを補正するようにしても構わない。このことについて図22を用いて説明する。なお、図22は光制御部2による画像の歪みの補正方法を説明するための模式図である。

30

【0143】

本来、光制御部2は水平方向のドット(例えば図の41a～41d)に順次像が描かれるように光源4～6からのレーザ光の出射を制御する。しかし、図22に示すように画像の水平方向のラインが歪んでいる場合には、ドット41aから41dへと順次像を描くように光源4～6からのレーザ光の出射するのではなく、本来41b、41cに描くべき像を40a、40bのところで描くように光制御部2が、光源4～6から出射されるレーザ光のオンオフのタイミングを制御すれば、表示部15に表示される画像は見かけ上歪まない。従って、このよう制御を適宜行えるように光制御部2を構成しておけば、画像の歪みが極めて少ない映像を得ることが可能となる。

40

【0144】

また、画像表示装置1により投影される画像は、画像表示装置1本体の構成に由来する歪み以外に、例えば、スクリーン等の表示部15が傾いている場合等に発生する台形歪みも存在する。このため、光制御部2によってこの台形歪みが補正できるように光制御部2を構成しておいても構わない。

【0145】

50

以上、本発明の駆動ミラーと光走査光学装置を備える画像表示装置について説明したが、本発明の駆動ミラーと光走査光学装置は画像表示装置以外にも適用可能である。例えば、図23に示すようにレーザビームプリンタ(LBP)等にも搭載することも可能である。

【0146】

図23はLBPに搭載される本発明の駆動ミラーを備える光走査光学装置と感光体ドラムの関係を示したものである。図において、100は本発明の光走査光学装置、101はレーザ光源、102はシリンダリカルレンズ、103は本発明の駆動ミラー、104はfレンズ、105は感光体ドラムである。

【0147】

レーザ光源101から出射されたレーザ光はシリンダリカルレンズ102を透過後、駆動ミラー103により反射され、fレンズ104を透過して感光体ドラム105に結像する。そして、駆動ミラー103は、例えば、図6に示されるような構成をしており、ミラー部24を回転させることで、感光体ドラム105の長手方向(図の感光体ドラム105上に描かれた矢印方向)にレーザ光を走査できるように設定されている。

【0148】

このような装置において、従来は、高速化に対応したLBPを作製するにあたって、光走査を行うためのポリゴンミラーを複数配置する必要があったため装置が大型化した。しかし、本発明の駆動ミラー103では高速にミラー部24を回転し、光走査を高速に行えるため、駆動ミラー103を1個配置すれば高速化対応のLBPを作製できる。このため、装置全体が大型化せず、消費電力の低減も可能となる。

【実施例】

【0149】

以下に、本発明の画像表示装置であるプロジェクタの実施例を示す。

【0150】

画面サイズは20インチとし、投影距離は300mmとした。光学系の投影角度は、水平方向が ± 37 度、垂直方向が ± 22 度とした。画面の解像度は、ハイビジョンテレビと同等の1920×1080サイズの表示解像度とした。プロジェクタの光学系は、図1に示す構成とし、投影光学系には本実施形態に示した水平方向と垂直方向の投影方式が異なるアナモルフィック非球面レンズを用いた。

【0151】

光源には赤色、緑色、青色のレーザダイオードを用い、赤色の波長は660nm、緑色の波長は532nm、青色の波長は450nmとした。レーザダイオードの変調周波数は125MHzとした。

【0152】

駆動ミラーは、図6に構成される駆動ミラーを用い、図6(a)において、駆動ミラー全体の大きさは左右方向が17.4mm、上下方向が5mmとし、駆動ミラーの各パーツのサイズは図12に示すサイズのものとした。また、全体駆動装置には図14に示す構成のものを用い、回転軸の直径は10mmとした。また、駆動ミラーによる水平方向の光の走査周波数は65000Hz、全体駆動装置による垂直方向の光の走査周波数は60Hzとした。

【0153】

このプロジェクタにおいて、光源にレーザダイオードの消費電力は、赤色、緑色、青色の3つを合わせて、2.5W程度であった。駆動ミラー及び全体駆動装置の消費電力はいずれも0.5W程度であった。制御系の消費電力は1.5W程度であった。従って、プロジェクタ全体では、およそ5Wとなった。

【0154】

ただし、制御系については、安全性対策部品等を設けていないので、それらを設けるとさらに大きな値となる。この場合でも、プロジェクタ全体の消費電力は10Wを超えないので、バッテリー駆動できるという結果となった。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0155】

本発明の駆動ミラーによれば、ミラーを有する梁を圧電方式で駆動し、梁を横から錐を回転させるようなスタイルで回転させる構成となっている。このため、ミラーを高速且つ広角度に回転でき、更にそのような条件で使用しても十分高耐久性を有する。このため、高速に光走査を行う必要があるプロジェクタ等の画像表示装置や高速LBPへの適用が可能となる。

【0156】

本発明の光走査光学装置は、ミラーを高速に回転できる駆動ミラーとステップ駆動で駆動ミラー全体を回転する全体駆動装置を備える構成のために、2方向の光走査の走査速度に大きな差を設けることができる。このため、高解像度のプロジェクタ等の提供が可能となる。また、駆動ミラーのミラーの回転軸と全体駆動装置のミラーの回転軸がミラーの反射面の中心を通るように直交しているため、反射面付近に瞳を配することができ、本発明の光走査光学装置を備える画像表示装置を小型にできる。

【0157】

また、本発明の光走査光学装置は、異なる駆動方式を用いて2方向に光を走査する方式となっているが、特殊な投影光学系で、駆動方式の違いに合わせて、2方向の射影方式を異なるように設定しているために、画像表示装置に適用したときに複雑な電気制御をすることなく解像度の高い画像の提供が可能となる。

【0158】

本発明の画像表示装置は、上記の駆動ミラーと光走査光学装置を備えるために、高解像度であり、装置全体が小型で、更に低消費電力である。このため、携帯性を有する画像表示装置の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0159】

【図1】は、本実施形態の画像表示装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】は、本実施形態の画像表示装置が備える光走査光学装置の概観を示す概略斜視図である。

【図3】は、本実施形態の画像表示装置が備える光制御部の構成を示すブロック図である。

【図4】は、色合成プリズムを用いない場合の一例を示す説明図である。

【図5】は、本実施形態の画像表示装置が備える光走査部を示す概略斜視図である。

【図6】は、本実施形態の駆動ミラーの構成を説明するための説明図である。

【図7】は、本実施形態の駆動ミラーの製造方法を説明するための説明図である。

【図8】は、本実施形態の駆動ミラーの動作を説明するための模式図である。

【図9】は、本実施形態の駆動ミラーの性能優位性を示すための計算をするに当たって、計算に用いた駆動ミラーの構成を説明する説明図である。

【図10】は、本実施形態の駆動ミラーの性能優位性を示すために比較に用いた特許文献4の光走査装置の構成を示す概略図である。

【図11】は、本実施形態の駆動ミラーの性能優位性を計算するに際して用いた圧電膜の発生力の計算モデルを示した図である。

【図12】は、本実施形態の駆動ミラーの性能優位性を計算するのに用いた数値を示した表である。

【図13】は、本実施形態の駆動ミラーの構成の変形例を示す説明図である。

【図14】は、本実施形態の全体駆動装置の構成を示す概略正面図である。

【図15】は、本実施形態の全体駆動装置上に設けられる圧電素子に加える電圧のパターンを示した図である。

【図16】は、本実施形態の全体駆動装置のチップ部の楕円運動を説明するための模式図である。

【図17】は、本実施形態の画像表示装置において、光走査部により表示部上を光が走査

10

20

30

40

50

する様子を示した模式図である。

【図 18】は、本実施形態の画像表示装置において、光走査部により表示部上を光が走査される際の走査方法を説明する説明図である。

【図 19】は、画像が歪んだ状態を示すイメージ図である。

【図 20】は、本実施形態の画像表示装置において、ミラー部で反射された光が投影光学系を経て表示部に結像する様子を説明するための模式図で、表示部を真上から見た図である。

【図 21】は、本実施形態の画像表示装置において、ミラー部で反射された光が投影光学系を経て表示部に結像する様子を説明するための模式図で、表示部を真横から見た図である。

10

【図 22】は、光制御部による画像の歪みの補正方法を説明するための模式図である。

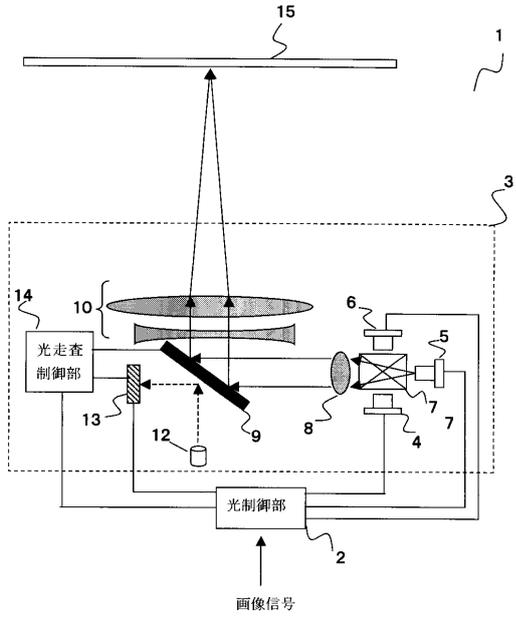
【図 23】は、本発明の駆動ミラーと光走査光学装置を備える L B P の一部構成を示す概略図である。

【符号の説明】

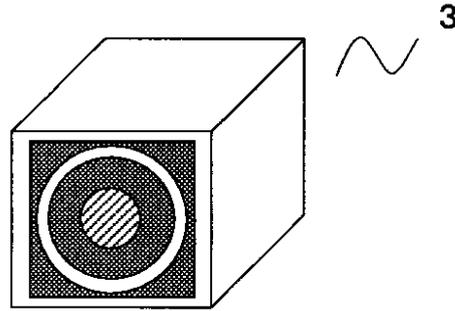
【 0 1 6 0 】

1	画像表示装置	
2	光制御部	
3	光走査光学装置	
4 ~ 6	光源	
7	色合成プリズム	20
8	コリメータレンズ	
9	光走査部	
10	投影光学系	
15	表示部	
16	画像信号入力部	
17	輝度信号変換部	
18	光源輝度制御部	
19	光源周波数変換部	
22	駆動ミラー	
23	全体駆動装置	30
24	ミラー部	
24 a	反射層	
25	梁	
26	固定枠（固定部）	
27 a ~ 27 d	腕部	
28	圧電膜	
29 a、29 b	駆動腕	
31	回転軸	
32	軸受け	
33	回転駆動部	40
34	ベース	
35	第 1 の圧電素子（第 1 の変位部）	
36	第 2 の圧電素子（第 2 の変位部）	
37	チップ部	
38	表示部の中心	
39	光軸	

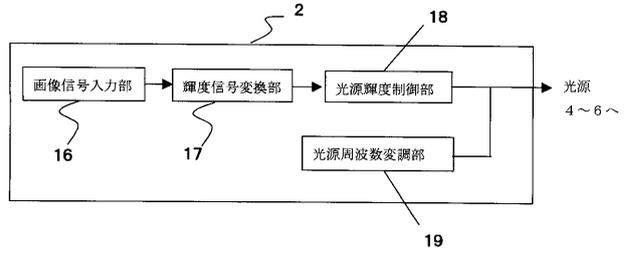
【 図 1 】



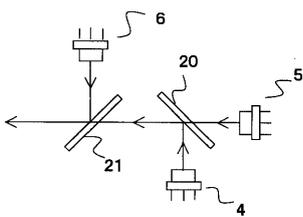
【 図 2 】



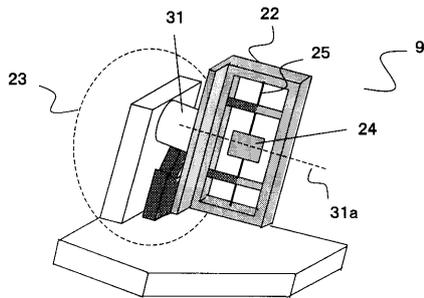
【 図 3 】



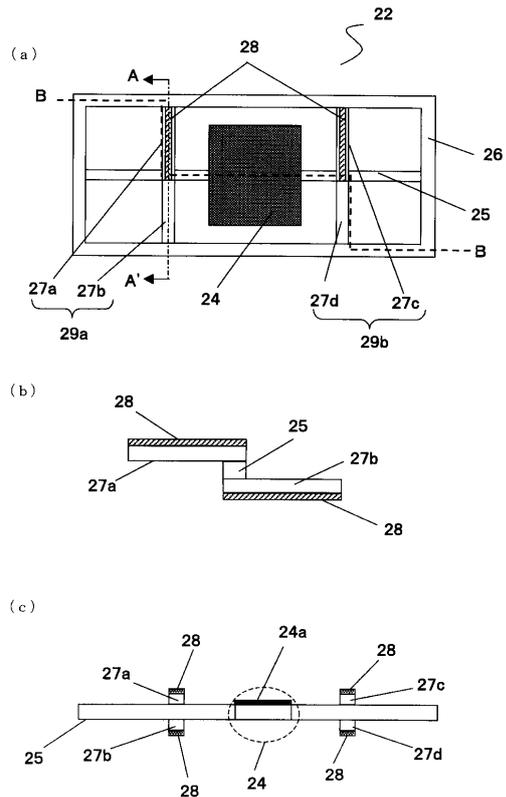
【 図 4 】



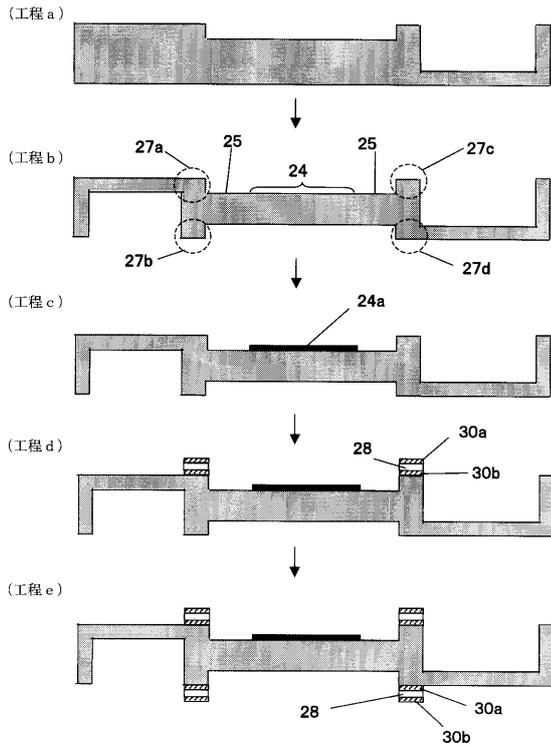
【 図 5 】



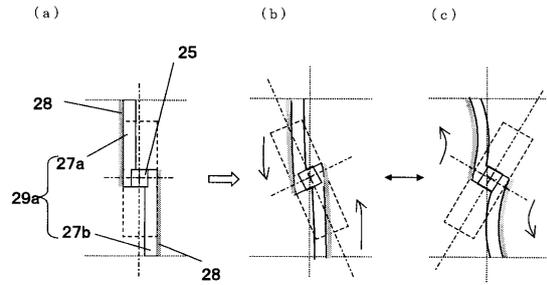
【 図 6 】



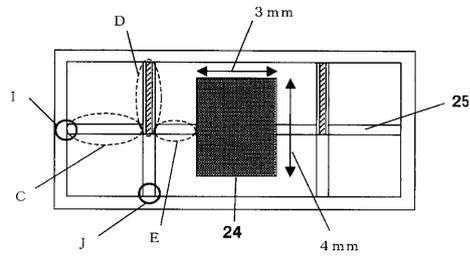
【図7】



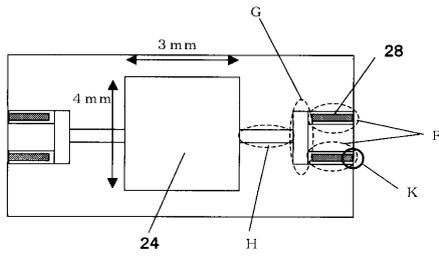
【図8】



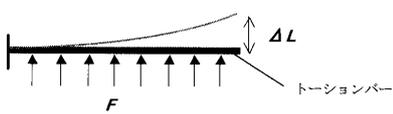
【図9】



【図10】



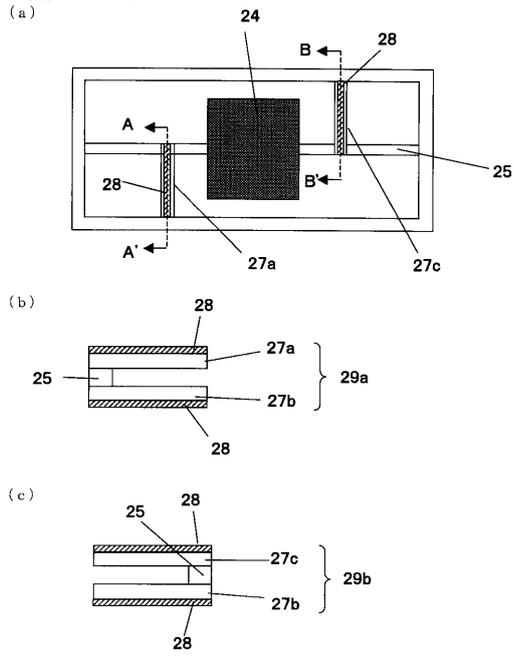
【図11】



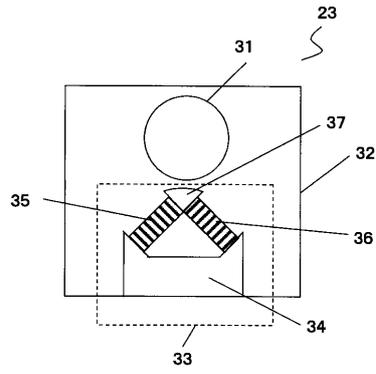
【図12】

第1トーションバー		ミラー	
長さ(mm)	3	縦(mm)	4
幅(μm)	80	横(μm)	3
厚み(mm)	60	厚み(mm)	100
ねじり係数k1	0.224	シリコン素材の物性	
ねじり係数k3	0.178	ヤング率(N/mm ²)	130000
第2トーションバー		密度(g/cc)	2.33
長さ(mm)	3	ポアソン比	0.28
幅(μm)	1300		
厚み(mm)	40	圧電膜	
第3トーションバー		厚み(mm)	10
長さ(mm)	0.5	幅(μm)	400
幅(μm)	80	長さ(mm)	3
厚み(mm)	100	歪定数(m/V)	1.3 × 10 ⁻¹⁰
		弾性定数(m ² /N)	1.2 × 10 ⁻¹¹
振動係数	2.4	電圧(V)	30

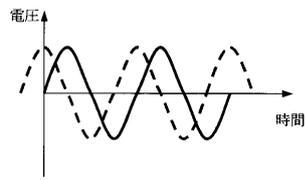
【 図 1 3 】



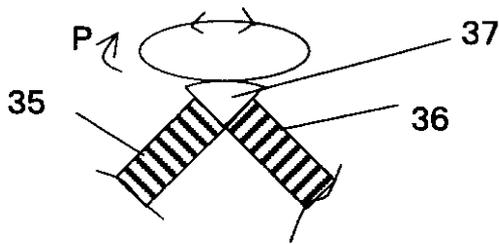
【 図 1 4 】



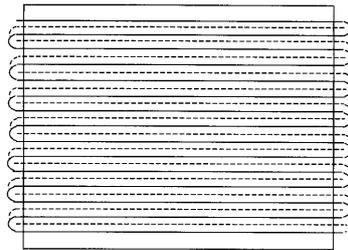
【 図 1 5 】



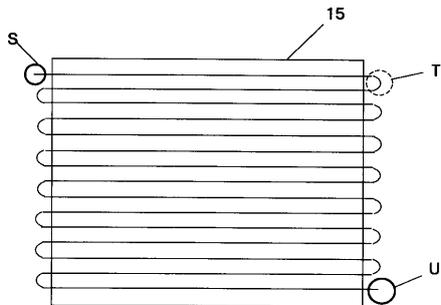
【 図 1 6 】



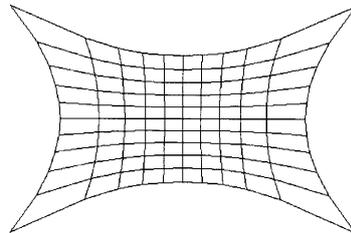
【 図 1 8 】



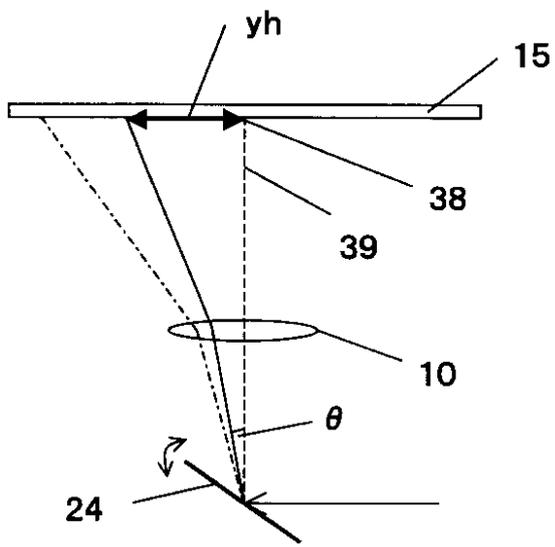
【 図 1 7 】



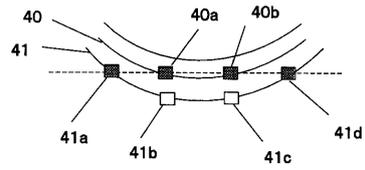
【 図 1 9 】



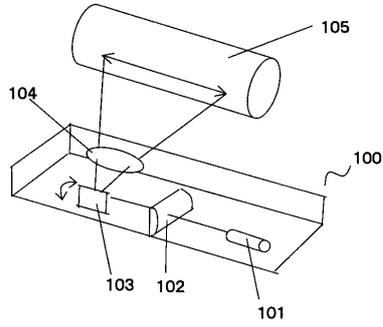
【 図 2 0 】



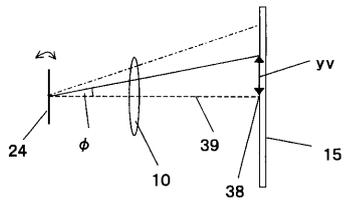
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 中口 将亨

東京都千代田区丸の内1丁目6番1号 コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社内

(72)発明者 越村 靖

東京都千代田区丸の内1丁目6番1号 コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社内

Fターム(参考) 2H045 AB10 AB13 AB38 AB72 AB81 BA12