

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5983055号  
(P5983055)

(45) 発行日 平成28年8月31日 (2016. 8. 31)

(24) 登録日 平成28年8月12日 (2016. 8. 12)

(51) Int. Cl.

F I

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

G O 2 B 26/10 1 O 4 Z

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

G O 2 B 26/10 B

G O 2 B 27/02 (2006. 01)

G O 2 B 26/10 C

G O 2 B 27/01 (2006. 01)

G O 2 B 26/08 E

H O 4 N 5/64 (2006. 01)

G O 2 B 27/02 Z

請求項の数 13 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-127449 (P2012-127449)  
 (22) 出願日 平成24年6月4日 (2012. 6. 4)  
 (65) 公開番号 特開2013-250538 (P2013-250538A)  
 (43) 公開日 平成25年12月12日 (2013. 12. 12)  
 審査請求日 平成27年6月3日 (2015. 6. 3)

(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 100091292  
 弁理士 増田 達哉  
 (74) 代理人 100091627  
 弁理士 朝比 一夫  
 (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  
 (72) 発明者 石田 大輔  
 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 石田 昌士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる波長の光を出射する複数の光源部と、  
 前記複数の光源部からの光を合成する光合成部と、  
 前記光合成部にて合成された光を第1の軸周り、および第2の軸周りに走査する光走査部と、  
 前記光合成部にて合成された光の光軸上に設けられ、前記光合成部にて合成された光の光軸を傾け、かつ、断面形状を変化させるプリズムと、を有し、  
 前記複数の光源部から前記光合成部を経て前記光走査部へ向かう光の光軸は、第1面内に位置し、  
 前記光走査部は、  
 前記第1の軸周りおよび前記第2の軸周りに揺動する基部と、  
 前記光合成部からの光を反射する光反射面を有し、かつ前記光反射面が前記基部の面積よりも大きい面積を有する、光反射板と、を含み、  
 前記第1の軸は、前記第1面内に位置し、  
 前記第2の軸は、前記第1面の法線方向と平行であり、  
 前記光反射面は、前記光走査部の非駆動状態において前記第1面と垂直に配置され、  
 前記複数の光源部から出射される前記光のうち波長の短い光ほど前記プリズムへの入射角が大きくなるように構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記光反射面の法線に対して傾斜した方向から前記光が前記光反射面に照射される請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記基部の前記第 1 の軸周りの揺動の振幅は、前記第 2 の軸周りの揺動の振幅よりも大きい請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記光走査部は、前記基部を囲むように設けられた枠体部と、前記枠体部を支持する支持部と、前記枠体部に対して前記基部を第 1 の軸周りに揺動可能とするように前記基部と前記枠体部とを連結する第 1 の軸部と、前記支持部に対して前記枠体部を前記第 2 の軸周りに揺動可能とするように前記枠体部と前記支持部とを連結する第 2 の軸部と、を有する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像表示装置。

10

【請求項 5】

前記光反射板は、前記第 1 の軸部に対して前記光反射板の板厚方向に離間するとともに、前記板厚方向からみたときに前記第 1 の軸部の少なくとも一部と重なって設けられている請求項 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記第 1 の軸部は、前記第 1 面の面内方向と平行に配置されており、

前記光反射板、前記基部、および前記第 1 の軸部を含む第 1 の振動系を共振駆動することにより、前記基部を前記第 1 の軸周りに共振で揺動させる請求項 4 または 5 に記載の画像表示装置。

20

【請求項 7】

前記枠体部の前記第 1 面の法線方向の幅は、前記第 1 面の面内方向の幅よりも小さい請求項 5 または 6 に記載の画像表示装置。

【請求項 8】

前記光走査部は、前記枠体部に設けられた永久磁石と、前記枠体部と対向配置され、前記永久磁石に作用する磁界を発生させるコイルと、を有している請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 9】

前記光源部からの光は、前記プリズムの入射面に対して s 偏光となる直線偏光である請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の画像表示装置。

30

【請求項 10】

前記プリズムは、前記光の断面形状の前記第 1 面の面内方向の幅を広げる請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 11】

前記プリズムの出射面は、前記光を集光するレンズ面となっている請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 12】

前記複数の光源部から出射される光の前記第 1 面の法線方向の放射角は、当該出射される光の前記第 1 面の面内方向の放射角よりも大きい請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の画像表示装置。

40

【請求項 13】

入射した光の少なくとも一部を反射する光反射部材と、  
前記光反射部材に光を照射する画像表示装置と、を有し、  
前記画像表示装置は、

異なる波長の光を出射する複数の光源部と、

前記複数の光源部からの光を合成する光合成部と、

前記光合成部にて合成された光を第 1 の軸周り、および第 2 の軸周りに走査する光走査部と、

前記光合成部にて合成された光の光軸上に設けられ、前記光合成部にて合成された光の光軸を傾け、かつ、断面形状を変化させるプリズムと、を有し、

50

前記複数の光源部から前記光合成部を経て前記光走査部へ向かう光の光軸は、第1面内に位置し、

前記光走査部は、

前記第1の軸周りおよび前記第2の軸周りに揺動する基部と、

前記光合成部からの光を反射する光反射面を有し、かつ前記光反射面が前記基部の面積よりも大きい面積を有する、光反射板と、を含み、

前記第1の軸は、前記第1面内に位置し、

前記第2の軸は、前記第1面の法線方向と平行であり、

前記光反射面は、前記光走査部の非駆動状態において前記第1面と垂直に配置され、

前記複数の光源部から出射される前記光のうち波長の短い光ほど前記プリズムへの入射角が大きくなるように構成されていることを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示装置およびヘッドマウントディスプレイに関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、スクリーンに画像を表示するための画像表示装置として、光源と、光源からの光を2次元走査する光スキャナーとを有する構成が知られている（例えば、特許文献1参照）。

20

特許文献1に記載の画像表示装置は、3つの半導体レーザー、各々の半導体レーザーに対応したカップリングレンズ、ダイクロイックミラーおよび集光レンズを備えるビーム供給部と、ビーム供給部から出射されたビームを2次元走査するビーム走査部とを有している。また、ビーム走査部が有する反射ミラーの反射面は、各半導体レーザーから出射されたビームの光軸と平行であり、かつ、当該光軸に対して筐体の厚さ方向にずれた位置に設けられている。そのため、ビーム供給部とビーム走査部との間に平面ミラーが設けられており、ビーム供給部から出射されたビームは、平面ミラーで筐体の厚さ方向に反射したのちビーム走査部の反射ミラーに入射するようになっている。

このような特許文献1の画像表示装置では、反射ミラーの反射面が筐体の厚さ方向に対して直交しているため筐体の薄型化（小型化）を図ることができるが、ビームを厚さ方向へ反射するための平面ミラーなどの余分な部材が必要となるため、部品点数が増えてしまい、装置の組立工数が増加してしまう。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平2011-154344号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、部品点数の削減と小型化とを図ることのできる画像表示装置、および、この画像表示装置を備えたヘッドマウントディスプレイを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の画像表示装置は、異なる波長の光を出射する複数の光源部と、

前記複数の光源部からの光を合成する光合成部と、

前記光合成部にて合成された光を第1の軸周り、および第2の軸周りに走査する光走査部と、

前記光合成部にて合成された光の光軸上に設けられ、前記光合成部にて合成された光の光軸を傾け、かつ、断面形状を変化させるプリズムと、を有し、

50

前記複数の光源部から前記光合成部を経て前記光走査部へ向かう光の光軸は、第1面内に位置し、

前記光走査部は、

前記第1の軸周りおよび前記第2の軸周りに揺動する基部と、

前記光合成部からの光を反射する光反射面を有し、かつ前記光反射面が前記基部の面積よりも大きい面積を有する、光反射板と、を含み、

前記第1の軸は、前記第1面内に位置し、

前記第2の軸は、前記第1面の法線方向と平行であり、

前記光反射面は、前記光走査部の非駆動状態において前記第1面と垂直に配置され、

前記複数の光源部から出射される前記光のうち波長の短い光ほど前記プリズムへの入射角が大きくなるように構成されていることを特徴とする。

10

#### 【0006】

これにより、光合成部にて合成された光を第1面と交差する方向に反射させることなく光走査部へ入射させることができ、平面ミラーが不要となる。また、光走査部においては、光反射面の面積に対して光反射面を揺動させるための機構部分を小さくすることができ、光反射面と平行な方向の光走査部の面積を小さくすることができる。従って、光反射面を第1面に直交するように配置しても、第1面に直交する方向の画像表示装置の大きさを増加させない。すなわち、部品点数の削減と小型化を図ることができる。

#### 【0007】

20

本発明の画像表示装置では、前記光反射面の法線に対して傾斜した方向から前記光が前記光反射面に照射されることが好ましい。

これにより、光走査部によって2次元走査された光が他の部材と干渉することなく対象物に照射される。言い換えると、光走査部によって2次元走査された光の光路を変更する平面ミラー等の設置が必要ないため、画像表示装置の小型化を図ることができる。

#### 【0008】

本発明の画像表示装置では、前記基部の前記第1の軸周りの揺動の振幅は、前記第2の軸周りの揺動の振幅よりも大きいことが好ましい。

これにより、光の描画可能領域に含まれる、実際に画像を表示するのに使用できる有効描画領域をより大きくすることができる。

30

本発明の画像表示装置では、前記光走査部は、前記基部を囲むように設けられた枠体部と、前記枠体部を支持する支持部と、前記枠体部に対して前記基部を第1の軸周りに揺動可能とするように前記基部と前記枠体部とを連結する第1の軸部と、前記支持部に対して前記枠体部を前記第2の軸周りに揺動可能とするように前記枠体部と前記支持部とを連結する第2の軸部と、を有することが好ましい。

これにより、光走査部の構成が簡単となるとともに、光走査部の小型化を図ることができる。

#### 【0009】

本発明の画像表示装置では、前記光反射板は、前記第1の軸部に対して前記光反射板の板厚方向に離間するとともに、前記板厚方向から見たときに前記第1の軸部の少なくとも一部と重なって設けられていることが好ましい。

40

これにより、光反射板が第1の軸部に対して厚さ方向に離間するとともに厚さ方向から見たときに第1の軸部の少なくとも一部と重なって設けられているので、光走査部の小型化を図ることができる。

#### 【0010】

本発明の画像表示装置では、前記第1の軸部は、前記第1面の面内方向と平行に配置されており、

前記光反射板、前記基部、および前記第1の軸部を含む第1の振動系を共振駆動することにより、前記基部を前記第1の軸周りに共振で揺動させることが好ましい。

これにより、小さいエネルギーで基部を第1の軸まわりに大きく揺動させることができ

50

る。

【 0 0 1 1 】

本発明の画像表示装置では、前記枠体部の前記第 1 面の法線方向の幅は、前記第 1 面の面内方向の幅よりも小さいことが好ましい。

これにより、画像表示装置の薄型化を図ることができる。

本発明の画像表示装置では、前記光走査部は、前記枠体部に設けられた永久磁石と、前記枠体部と対向配置され、前記永久磁石に作用する磁界を発生させるコイルと、を有していることが好ましい。

これにより、光走査部の光反射面の面内方向の幅を小さくすることができる。そのため、本発明の画像表示装置に適した形状の光走査部となる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の画像表示装置では、前記光源部からの光は、前記プリズムの入射面に対して s 偏光となる直線偏光であることが好ましい。

これにより、例えばプリズムを通過する際の光の損失を低減することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の画像表示装置では、前記プリズムは、前記光の断面形状の前記第 1 面の面内方向の幅を広げることが好ましい。

これにより、光源部から出射した時点では楕円形（または長円形）であった光の断面形状を略円形に整形することができ、画像表示特性が向上する。

本発明の画像表示装置では、前記プリズムの出射面は、前記光を集光するレンズ面となっていることが好ましい。

20

これにより、レンズ面の焦点距離付近に位置する対象物に画像を表示する際に、より高い画像表示特性を発揮することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の画像表示装置では、前記複数の光源部から出射される光の前記第 1 面の法線方向の放射角は、当該出射される光の前記第 1 面の面内方向の放射角よりも大きいことが好ましい。

光源として一般的に用いられる半導体レーザーから出射されるレーザー光の強度分布の輪郭形状は、略楕円形状を有している。すなわち、長軸方向におけるレーザー光の放射角と、短軸方向におけるレーザー光の放射角とが異なっており、放射角の大きい長軸方向を第 1 面に直交する方向とすることにより、例えば、プリズムを第 1 面内で傾けて配置することができ、装置の小型化を図ることができる。

30

【 0 0 1 5 】

本発明のヘッドマウントディスプレイは、入射した光の少なくとも一部を反射する光反射部材と、

前記光反射部材に光を照射する画像表示装置と、を有し、

前記画像表示装置は、

異なる波長の光を出射する複数の光源部と、

前記複数の光源部からの光を合成する光合成部と、

前記光合成部にて合成された光を第 1 の軸周り、および第 2 の軸周りに走査する光走査部と、

40

前記光合成部にて合成された光の光軸上に設けられ、前記光合成部にて合成された光の光軸を傾け、かつ、断面形状を変化させるプリズムと、を有し、

前記複数の光源部から前記光合成部を経て前記光走査部へ向かう光の光軸は、第 1 面内に位置し、

前記光走査部は、

前記第 1 の軸周りおよび前記第 2 の軸周りに揺動する基部と、

前記光合成部からの光を反射する光反射面を有し、かつ前記光反射面が前記基部の面積よりも大きい面積を有する、光反射板と、を含み、

前記第 1 の軸は、前記第 1 面内に位置し、

50

前記第 2 の軸は、前記第 1 面の法線方向と平行であり、  
前記光反射面は、前記光走査部の非駆動状態において前記第 1 面と垂直に配置され、  
前記複数の光源部から出射される前記光のうち波長の短い光ほど前記プリズムへの入射角が大きくなるように構成されていることを特徴とする。

これにより、部品点数を削減したヘッドマウントディスプレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】本発明の画像表示装置の好適な実施形態を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示すレーザー光源が出射するレーザー光の断面を示す図である。

10

【図 3】図 1 に示す画像表示装置の側面図である。

【図 4】図 1 に示す画像表示装置が有する光走査部（光スキャナー）を示す平面図である。

【図 5】図 4 に示す光スキャナーの断面図である。

【図 6】図 4 に示す光スキャナーが有する電圧印加部のブロック図である。

【図 7】図 6 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 8】光スキャナーの配置による描画可能領域の違いを示す図である。

【図 9】本発明の画像表示装置を応用したヘッドアップディスプレイを示す斜視図である。

20

【図 10】本発明のヘッドマウントディスプレイを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の画像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ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。

#### 1. 画像表示装置

図 1 は、本発明の画像表示装置の好適な実施形態を示す平面図、図 2 は、図 1 に示すレーザー光源が出射するレーザー光の断面を示す図、図 3 は、図 1 に示す画像表示装置の側面図である。図 4 は、図 1 に示す画像表示装置が有する光走査部（光スキャナー）を示す平面図、図 5 は、図 4 に示す光スキャナーの断面図、図 6 は、図 4 に示す光スキャナーが有する電圧印加部のブロック図、図 7 は、図 6 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 8 は、光スキャナーの配置による描画可能領域の違いを示す図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 5 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。また、図 1 に示すように、互いに直交する 3 軸をそれぞれ X 軸、Y 軸および Z 軸とする。

30

【0018】

図 1 に示す画像表示装置 1 は、例えば、スクリーン、壁面などの対象物 10 に光を走査して画像を表示する装置である。

画像表示装置 1 は、描画用レーザー光 LL を出射する描画用光源ユニット 2 と、描画用レーザー光 LL の光軸を傾けるとともに、描画用レーザー光 LL の横断面形状を変形させるプリズム（光学部材）3 と、プリズム 3 を通過した描画用レーザー光 LL を走査する光走査部 4 と、描画用レーザー光 LL の強度を検知する検出部 5 と、描画用光源ユニット 2 および光走査部 4 の作動を制御する制御部 6 とを有している。

40

【0019】

画像表示装置 1 は、XY 平面方向に広がりを持ち、Z 軸方向に高さを有する扁平形状の筐体 9 を有しており、この筐体 9 内に、描画用光源ユニット 2、プリズム 3、光走査部 4 および検出部 5 が XY 平面方向に並んで配置、収容されている。本実施形態の筐体 9 は、その厚さ方向から見た平面視にて、略矩形の外形形状をなしている。また、筐体 9 には、例えば透明な部材（ガラス、プラスチック等）で構成された窓部 91 が形成されており、この窓部 91 を介して、光走査部 4 によって走査された描画用レーザー光 LL が筐体 9 の

50

外へ出射される。なお、制御部 6 は、本実施形態のように筐体 9 内に収容されていてもよいし、制御部 6 は筐体 9 の外側に設けられていてもよい。

【 0 0 2 0 】

以下、各部構成について順次説明する。

1 - 1 . 描画用光源ユニット

図 1 に示すように、描画用光源ユニット 2 は、赤色、緑色、青色、各色のレーザー光源（光源部）2 1 R、2 1 G、2 1 B と、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B に対応して設けられたコリメーターレンズ 2 2 R、2 2 G、2 2 B およびダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B とを備えている。

【 0 0 2 1 】

レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、図示しない光源と駆動回路とを有している。そして、レーザー光源 2 1 R は、赤色のレーザー光 R R を射出し、レーザー光源 2 1 G は、緑色のレーザー光 G G を射出し、レーザー光源 2 1 B は、青色のレーザー光 B B を射出する。レーザー光 R R、G G、B B は、それぞれ、制御部 6 から送信される駆動信号に対応して出射され、コリメーターレンズ 2 2 R、2 2 G、2 2 B によって平行光または略平行光にされる。

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B が、レーザー光源 2 1 R、レーザー光源 2 1 B、レーザー光源 2 1 G の順で - Y 軸方向に並んで、かつ筐体 9 の図 1 中左側の端部に配置されている。そして、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、+ X 軸方向に向けてレーザー光 R R、G G、B B を射出する。このような配置とすることにより、より小さいスペースでレーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B を配置することができる。そのため、画像表示装置 1（筐体 9）の小型化を図ることができる。なお、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B の配置は、上記の配置に限定されない。

このようなレーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B としては、例えば、端面発光半導体レーザー、面発光半導体レーザーなどの半導体レーザーを用いることができる。半導体レーザーを用いることにより、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B の小型化を図ることができる。

【 0 0 2 3 】

レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B として、半導体レーザーを用いた場合、一般的には、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から出射されるレーザー光 R R、G G、B B が有する光強度分布の輪郭形状（いわゆる F F P : Far Field Pattern）は、それぞれ、略楕円形状となる。なお、以下では、レーザー光 R R、G G、B B の「断面形状」を、レーザー光 R R、G G、B B の「光強度分布の輪郭形状」と同義の意味で用いる。すなわち、この場合には、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から出射されるレーザー光 R R、G G、B B は、それぞれ、略楕円形の断面形状を有していると言い換えることができる。ここで、断面形状とは、レーザー光 R R、G G、B B の光軸に垂直な断面における形状である。

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、略楕円状（長円状）の断面形状を有するレーザー光 R R、G G、B B を射出する。そして、これらレーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、楕円の長軸が Z 軸とほぼ一致し、短軸が Y 軸（X Y 平面）とほぼ一致するように筐体 9 内に配置されている。言い換えると、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、Z 軸方向（X Y 平面の法線方向）の放射角が、Y 軸方向（X Y 平面の面内方向）の放射角よりも大きいレーザー光 R R、G G、B B を射出する。これにより、例えば上記と逆の場合（Z 軸方向の放射角が Y 軸方向の放射角よりも小さい場合）と比較して、Y 軸方向に並ぶ 3 つのレーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B を狭ピッチで配置することができる。そのため、筐体 9 の X Y 面内方向の広がりを抑えることができる。したがって、画像表示装置 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 2 5 】

また、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B が出射するレーザー光 R R、G G、B B は、それぞれ、直線偏光である。また、レーザー光 R R、G G、B B は、それぞれ、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B の反射面 / 透過面（入射面）およびプリズム 3 の入射面に対して垂直な偏光成分である s 偏光である。すなわち、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、それぞれ、振動方向（偏光方向）が Z 軸方向となる偏光であり、振動方向と、断面形状である楕円の長軸方向とが一致するレーザー光 R R、G G、B B を出射するように構成されている。レーザー光 R R、G G、B B を s 偏光とすることにより、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B およびプリズム 3 でのレーザー光 R R、G G、B B の損失を少なくすることができる。

【 0 0 2 6 】

10

ダイクロイックミラー 2 3 R は、レーザー光 R R を反射する特性を有している。ダイクロイックミラー 2 3 B は、レーザー光 B B を反射するとともに、レーザー光 R R を透過する特性を有している。ダイクロイックミラー 2 3 G は、レーザー光 G G を透過するとともに、レーザー光 R R、B B を反射する特性を有している。これらダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B によって、各色のレーザー光 R R、G G、B B の光軸を一致または略一致（合成）させ、1つの描画用レーザー光 L L が + X 軸方向に出射される。すなわち、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B は、レーザー光 R R、G G、B B を合成する光合成部 2 3 を構成している。

【 0 0 2 7 】

20

本実施形態では、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B の配置に倣って、ダイクロイックミラー 2 3 R、ダイクロイックミラー 2 3 B、ダイクロイックミラー 2 3 G の順で - Y 軸方向に並んで配置されている。また、ダイクロイックミラー 2 3 R は、レーザー光源 2 1 R から + X 軸方向に出射されたレーザー光 R R を - Y 軸方向に反射するように設けられる。そして、ダイクロイックミラー 2 3 B は、レーザー光源 2 1 B から + X 軸方向に出射されたレーザー光 B B を - Y 軸方向に反射し、ダイクロイックミラー 2 3 R によって - Y 軸方向に反射されたレーザー光 R R を透過するように設けられる。さらに、ダイクロイックミラー 2 3 G は、レーザー光源 2 1 G から + X 軸方向に出射されたレーザー光 G G を透過し、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 B によって - Y 軸方向に反射されたレーザー光 R R、B B を + X 軸方向に反射するように設けられている。これにより、光合成部 2 3 から描画用レーザー光 L L が + X 軸方向に出射される。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B は、レーザー光の波長による屈折率差により生ずる分散性を考慮して、短い波長のレーザー光ほどプリズム 3 への入射角が大きくなるように配置されているのが好ましい。すなわち、青色のレーザー光 B B の入射角  $\theta_B$  > 緑色のレーザー光 G G の入射角  $\theta_G$  > 赤色のレーザー光 R R の入射角  $\theta_R$  の関係を満たすように、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B が、反射面を Z 軸まわりに僅かにずらして配置されている。

【 0 0 2 9 】

#### 1 - 2 . プリズム

プリズム 3 は、描画用レーザー光 L L の光軸を傾ける第 1 の機能と、描画用レーザー光 L L の形状（断面形状）を変形させる第 2 の機能と、描画用レーザー光 L L の放射角を制御する（集光させる、等）第 3 の機能とを有する光学部材である。プリズム 3 は、ガラスや水晶で構成された実質的に無色透明な多面体である。このようなプリズム 3 としては、上記のような機能を有していれば特に限定されず、例えば、略三角柱状をなす三角プリズムを用いることができる。なお、例えば、三角プリズムの各角部は、機能に影響を及ぼさない限り面取り等されていてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

まず、上記第 1 の機能について説明する。プリズム 3 は、入射面 3 1 から入射した描画用レーザー光 L L を、出射面 3 2 から + X 軸方向に対して + Y 軸方向に傾斜した方向（筐体 9 の中心側へ向かう方向）に出射する。すなわち、描画用レーザー光 L L の光軸を Z 軸

50



まわりに（XY平面内にて）傾けている。このようなプリズム3によれば、描画用レーザー光LLを筐体9の中心側へ向かわせることができる。筐体9内において、レーザー光源21R、21Bからの出射光の光軸上には、部材を配置するスペースが十分に存在し、このスペースに光走査部4を配置することにより、筐体9の内部空間を効率的に使用することができる。すなわち、描画用レーザー光LLの光軸を筐体9の中心側へ傾けることにより、筐体9内のデッドスペース（部材が配置されていない無駄なスペース）をより少なくすることができ、画像表示装置1の小型化を図ることができる。

#### 【0031】

次に、上記第2の機能について説明する。プリズム3は、描画用レーザー光LLの光軸に垂直な断面形状を略楕円形から略円形へ整形する。具体的には、プリズム3は、入射した描画用レーザー光LLの断面形状のZ軸方向の幅をほぼ一定に保ちつつ、XY面内方向の幅を広くすることにより、描画用レーザー光LLの断面形状を略円形に整形する。言い換えると、プリズム3は、断面形状である楕円の短軸の長さを大きくし、短軸と長軸の比（アスペクト比）がほぼ1となるように描画用レーザー光LLの断面形状を整形する。このように、描画用レーザー光LLの断面形状を略円形とすることにより、優れた画像表示特性を発揮することのできる画像表示装置1となる。ここで、前述したように、描画用レーザー光LLの断面形状を、Z軸方向を長軸とする略楕円形とすることにより、プリズム3をXY平面内で回転させるだけでよくなるため、プリズム3が占有する筐体9の厚み方向（Z軸方向）の長さが最少となるように配置することができる。そのため、画像表示装置1の小型化（薄型化）を図ることができる。

#### 【0032】

次に、上記第3の機能について説明する。プリズム3の出射面32は、湾曲凸面（レンズ面）で構成されており、集光レンズとして機能し、平行光としてプリズム3に入射した描画用レーザー光LLを集光（収束）させる。このように描画用レーザー光LLを収束させることにより、焦点付近に位置する対象物10に対して、より鮮明な画像（高解像度感の画像）を表示することができる。また、出射面32を集光レンズとして機能させることにより、集光レンズをプリズム3と別に設ける必要がなく、部品点数を低減でき、画像表示装置1の小型化を図ることができる。なお、プリズム3の出射面32の構成は、放射角を制御することができれば、凸面（集光レンズ）に限られる必要はなく、例えば凹面（発散レンズ）であってもよい。

また、画像表示装置1では、光学部材としてプリズム3を用いているが、前述したプリズム3の機能と同様の効果を発揮することができれば、プリズム以外の他の光学部材を用いてもよい。

#### 【0033】

以上、描画用光源ユニット2およびプリズム3について詳細に説明した。画像表示装置1では、図3に示すように、レーザー光RR、GG、BB（描画用レーザー光LL）の光軸が同一のXY平面（第1面F）上に位置している。すなわち、面F内において、レーザー光源21R、21G、21Bがレーザー光RR、GG、BBを出射し、光合成部23がレーザー光RR、GG、BBを合成して描画用レーザー光LLを出射し、プリズム3が描画用レーザー光LLの光軸をXY平面内で傾けている。

#### 【0034】

##### 1-3. 光走査部

光走査部4は、プリズム3を通過した描画用レーザー光LLを2次元走査する機能を有している。このような光走査部4としては、描画用レーザー光LLを2次元走査することができれば、特に限定されないが、例えば、次のような構成の光スキャナー40を用いることができる。

図4および図5に示すように、光スキャナー40は、可動部41と、1対の軸部421、422（第1の軸部）と、枠体部43と、2対の軸部441、442、443、444（第2の軸部）と、支持部45と、永久磁石46と、コイル47と、磁心48と、電圧印加部49とを備えている。

## 【 0 0 3 5 】

これらのうち可動部 4 1、1 対の軸部 4 2 1、4 2 2 は、軸部 4 2 1、4 2 2 を軸として第 1 の軸 J 1 周りに揺動（往復回動）する第 1 の振動系を構成する。また、可動部 4 1、1 対の軸部 4 2 1、4 2 2、枠体部 4 3、2 対の軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 および永久磁石 4 6 は、第 2 の軸 J 2 周りに揺動（往復回動）する第 2 の振動系を構成する。また、永久磁石 4 6、コイル 4 7 および電圧印加部 4 9 は、前述した第 1 の振動系および第 2 の振動系を駆動させる駆動部を構成する。

## 【 0 0 3 6 】

以下、光スキャナー 4 0 の各部を順次詳細に説明する。

図 4 および図 5 に示すように、可動部 4 1 は、基部 4 1 1 と、スペーサー 4 1 2 を介して基部 4 1 1 に固定された光反射板 4 1 3 とを有する。光反射板 4 1 3 の上面（一方の面）には、光反射性を有する光反射部 4 1 4 が設けられている。そして、光反射部 4 1 4 の表面が描画用レーザー光 L を反射する光反射面 4 1 4 a を構成する。上述の通り、可動部 4 1 は、第 1 の軸 J 1 および第 2 の軸 J 2 周りに揺動する。すなわち、可動部 4 1 を構成する基部 4 1 1、スペーサー 4 1 2、光反射板 4 1 3 および光反射面 4 1 4 a についても、第 1 の軸 J 1 および第 2 の軸 J 2 周りに揺動するといえる。

## 【 0 0 3 7 】

光反射板 4 1 3 は、スペーサー 4 1 2 を介して、基部 4 1 1 および軸部 4 2 1、4 2 2 に対して厚さ方向に離間するとともに、厚さ方向からみたときに（以下、「平面視」ともいう）軸部 4 2 1、4 2 2 と重なって設けられている。

そのため、軸部 4 2 1 と軸部 4 2 2 との間の距離を短くしつつ、光反射板 4 1 3 の板面の面積を大きくすることができる。また、軸部 4 2 1 と軸部 4 2 2 との間の距離を短くすることから、枠体部 4 3 の小型化を図ることができる。さらに、枠体部 4 3 の小型化を図ることができることから、軸部 4 4 1、4 4 2 と軸部 4 4 3、4 4 4 との間の距離を短くすることができる。このようなことから、光反射板 4 1 3 の板面の面積を大きくしても、光スキャナー 4 0 の小型化を図ることができる。すなわち、光スキャナー 4 0 の小型化を図りつつ、光反射板 4 1 3 を大きくすることができ、解像度を高めることができる。

## 【 0 0 3 8 】

また、光反射板 4 1 3 は、平面視にて、軸部 4 2 1、4 2 2 の全体を覆うように形成されている。言い換えると、軸部 4 2 1、4 2 2 は、それぞれ、平面視にて、光反射板 4 1 3 の外周に対して内側に位置している。これにより、光反射板 4 1 3 の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部 4 1 4 の面積を大きくすることができる。また、不要な光（例えば、光反射板 4 1 3 に入射できなかった光）が軸部 4 2 1、4 2 2 で反射して迷光となるのを防止することができる。

## 【 0 0 3 9 】

また、光反射板 4 1 3 は、平面視にて、枠体部 4 3 の全体を覆うように形成されている。言い換えると、枠体部 4 3 は、平面視にて、光反射板 4 1 3 の外周に対して内側に位置している。これにより、光反射板 4 1 3 の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部 4 1 4 の面積を大きくすることができる。また、不要な光が枠体部 4 3 で反射して迷光となるのを防止することができる。

さらに、光反射板 4 1 3 は、平面視にて、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の全体を覆うように形成されている。これにより、光反射板 4 1 3 の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部 4 1 4 の面積を大きくすることができる。また、不要な光が軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 で反射して迷光となるのを防止することができる。

本実施形態では、光反射板 4 1 3 は、平面視にて、円形をなしている。なお、光反射板 4 1 3 の平面視形状は、これに限定されず、例えば、楕円形、四角形等の多角形であってもよい。

## 【 0 0 4 0 】

このような光反射板 4 1 3 の下面（他方の面、光反射板 4 1 3 の基部 4 1 1 側の面）に

10

20

30

40

50

は、硬質層 4 1 5 が設けられている。

硬質層 4 1 5 は、光反射板 4 1 3 本体の構成材料よりも硬質な材料で構成されている。これにより、光反射板 4 1 3 の剛性を高めることができる。そのため、光反射板 4 1 3 の揺動時における撓みを防止または抑制することができる。また、光反射板 4 1 3 の厚さを薄くし、光反射板 4 1 3 の第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 周りの揺動時における慣性モーメントを抑えることができる。

【0041】

このような硬質層 4 1 5 の構成材料としては、光反射板 4 1 3 本体の構成材料よりも硬質な材料であれば、特に限定されず、例えば、ダイヤモンド、水晶、サファイヤ、タンタル酸リチウム、ニオブ酸カリウム、カーボンナイド膜などを用いることができるが、特に、ダイヤモンドを用いるのが好ましい。なお、硬質層 4 1 5 は、必要に応じて設けられるものであり、省略することもできる。

10

【0042】

また、光反射板 4 1 3 の下面は、スペーサー 4 1 2 を介して基部 4 1 1 に固定されている。これにより、軸部 4 2 1、4 2 2、枠体部 4 3 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 との接触を防止しつつ、光反射板 4 1 3 を第 1 の軸 J 1 周りに揺動させることができる。

また、基部 4 1 1 は、平面視にて、光反射板 4 1 3 の外周に対して内側に位置している。また、基部 4 1 1 の平面視での面積は、基部 4 1 1 がスペーサー 4 1 2 を介して光反射板 4 1 3 を支持することができれば、できるだけ小さいのが好ましい。これにより、光反射板 4 1 3 の板面の面積を大きくしつつ、軸部 4 2 1 と軸部 4 2 2 との間の距離を小さくすることができる。

20

【0043】

枠体部 4 3 は、枠状をなし、前述した可動部 4 1 の基部 4 1 1 を囲んで設けられている。言い換えると、可動部 4 1 の基部 4 1 1 は、枠状をなす枠体部 4 3 の内側に設けられている。そして、枠体部 4 3 は、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 を介して支持部 4 5 に支持されている。また、可動部 4 1 の基部 4 1 1 は、軸部 4 2 1、4 2 2 を介して枠体部 4 3 に支持されている。

【0044】

また、枠体部 4 3 は、第 1 の軸 J 1 に沿った方向での長さが第 2 の軸 J 2 に沿った方向での長さよりも長くなっている。すなわち、第 1 の軸 J 1 に沿った方向における枠体部 4 3 の長さを  $a$  とし、第 2 の軸 J 2 に沿った方向における枠体部 4 3 の長さを  $b$  としたとき、 $a > b$  なる関係を満たす。これにより、軸部 4 2 1、4 2 2 に必要な長さを確保しつつ、第 2 の軸 J 2 に沿った方向における光スキャナー 4 0 の長さを抑えることができる。後述するように、光スキャナー 4 0 は、第 2 の軸 J 2 が Z 軸と平行となるように筐体 9 に配置されるため、前述したような  $a > b$  なる関係を満足することにより、筐体 9 の厚さ (Z 軸方向の長さ) を薄くすることができる。

30

【0045】

また、枠体部 4 3 は、平面視にて、可動部 4 1 の基部 4 1 1 および 1 対の軸部 4 2 1、4 2 2 からなる構造体の外形に沿った形状をなしている。これにより、可動部 4 1、1 対の軸部 4 2 1、4 2 2 で構成された第 1 の振動系の振動、すなわち、可動部 4 1 の第 1 の軸 J 1 周りの揺動を許容しつつ、枠体部 4 3 の小型化を図ることができる。なお、枠体部 4 3 の形状は、枠状であれば、図示のものに限定されない。

40

【0046】

軸部 4 2 1、4 2 2 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、それぞれ、弾性変形可能である。そして、軸部 4 2 1、4 2 2 は、可動部 4 1 を第 1 の軸 J 1 周りに揺動可能とするように、可動部 4 1 と枠体部 4 3 を連結している。また、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、枠体部 4 3 を第 1 の軸 J 1 に直交する第 2 の軸 J 2 周りに揺動可能とするように、枠体部 4 3 と支持部 4 5 を連結している。

【0047】

50

軸部 4 2 1、4 2 2 は、可動部 4 1 の基部 4 1 1 を介して互いに対向するように配置されている。また、軸部 4 2 1、4 2 2 は、それぞれ、第 1 の軸 J 1 に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部 4 2 1、4 2 2 は、それぞれ、一端部が基部 4 1 1 に接続され、他端部が枠体部 4 3 に接続されている。また、軸部 4 2 1、4 2 2 は、それぞれ、中心軸が第 1 の軸 J 1 に一致するように配置されている。このような軸部 4 2 1、4 2 2 は、それぞれ、可動部 4 1 の第 1 の軸 J 1 周りの揺動に伴ってねじれ変形する。

【0048】

軸部 4 4 1、4 4 2 および軸部 4 4 3、4 4 4 は、枠体部 4 3 を介して互いに対向するように配置されている。また、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、それぞれ、第 2 の軸 J 2 に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、それぞれ、一端部が枠体部 4 3 に接続され、他端部が支持部 4 5 に接続されている。また、軸部 4 4 1、4 4 2 は、第 2 の軸 J 2 を介して互いに対向するように配置され、同様に、軸部 4 4 3、4 4 4 は、第 2 の軸 J 2 を介して互いに対向するように配置されている。このような軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、枠体部 4 3 の第 2 の軸 J 2 周りの揺動に伴って、軸部 4 4 1、4 4 2 全体および軸部 4 4 3、4 4 4 全体がそれぞれねじれ変形する。

【0049】

このように、可動部 4 1 を第 1 の軸 J 1 周りに揺動可能とするとともに、枠体部 4 3 を第 2 の軸 J 2 周りに揺動可能とすることにより、可動部 4 1 (すなわち光反射板 4 1 3) を互いに直交する第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 の 2 軸周りに揺動させることができる。

なお、軸部 4 2 1、4 2 2 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の形状は、それぞれ、前述したものに限定されず、例えば、途中の少なくとも 1 箇所に屈曲または湾曲した部分や分岐した部分を有していてもよい。

【0050】

前述したような基部 4 1 1、軸部 4 2 1、4 2 2、枠体部 4 3、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 および支持部 4 5 は、一体的に形成されている。

本実施形態では、基部 4 1 1、軸部 4 2 1、4 2 2、枠体部 4 3、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 および支持部 4 5 は、第 1 の Si 層 (デバイス層) と、SiO<sub>2</sub> 層 (ボックス層) と、第 2 の Si 層 (ハンドル層) とがこの順に積層した SOI 基板をエッチングすることにより形成されている。これにより、第 1 の振動系および第 2 の振動系の振動特性を優れたものとすることができる。また、SOI 基板は、エッチングにより微細な加工が可能であるため、SOI 基板を用いて基部 4 1 1、軸部 4 2 1、4 2 2、枠体部 4 3、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 および支持部 4 5 を形成することにより、これらの寸法精度を優れたものとすることができ、また、光スキャナー 4 0 の小型化を図ることができる。

【0051】

そして、基部 4 1 1、軸部 4 2 1、4 2 2 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 は、それぞれ、SOI 基板の第 1 の Si 層で構成されている。これにより、軸部 4 2 1、4 2 2 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の弾性を優れたものとすることができる。また、基部 4 1 1 が第 1 の軸 J 1 周りに回転する際に枠体部 4 3 に接触するのを防止することができる。

【0052】

また、枠体部 4 3 および支持部 4 5 は、それぞれ、SOI 基板の第 1 の Si 層、SiO<sub>2</sub> 層および第 2 の Si 層からなる積層体で構成されている。これにより、枠体部 4 3 および支持部 4 5 の剛性を優れたものとすることができる。また、枠体部 4 3 の SiO<sub>2</sub> 層および第 2 の Si 層は、枠体部 4 3 の剛性を高めるリブとしての機能だけでなく、可動部 4 1 が永久磁石 4 6 に接触するのを防止する機能も有する。

【0053】

また、平面視にて、光反射板 4 1 3 の外側に位置する、軸部 4 2 1、4 2 2、軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4、枠体部 4 3、支持部 4 5 の上面には、反射防止処理が施さ

10

20

30

40

50

れているのが好ましい。これにより、光反射板 4 1 3 以外に照射された不要光が迷光となるのを防止することができる。かかる反射防止処理としては、特に限定されないが、例えば、反射防止膜（誘電体多層膜）の形成、粗面化処理、黒色処理等が挙げられる。

なお、前述した基部 4 1 1、軸部 4 2 1、4 2 2 および軸部 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の構成材料および形成方法は、一例であり、本発明は、これに限定されるものではない。

#### 【0054】

また、本実施形態では、スペーサー 4 1 2 および光反射板 4 1 3 も、SOI 基板をエッチングすることにより形成されている。そして、スペーサー 4 1 2 は、SOI 基板の SiO<sub>2</sub> 層および第 2 の Si 層からなる積層体で構成されている。また、光反射板 4 1 3 は、SOI 基板の第 1 の Si 層で構成されている。このように、SOI 基板を用いてスペーサー 4 1 2 および光反射板 4 1 3 を形成することにより、互いに接合されたスペーサー 4 1 2 および光反射板 4 1 3 を簡単かつ高精度に製造することができる。

このようなスペーサー 4 1 2 は、例えば、接着剤、ろう材等の接合材（図示せず）により基部 4 1 1 に接合されている。

#### 【0055】

前述した枠体部 4 3 の下面には、永久磁石 4 6 が接合されている。永久磁石 4 6 と枠体部 4 3 との接合方法としては、特に限定されないが、例えば、接着剤を用いた接合方法を用いることができる。永久磁石 4 6 は、平面視にて、第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 に対して傾斜する方向に磁化されている。

本実施形態では、永久磁石 4 6 は、第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 の両軸に対して傾斜する方向に延在する長手形状（棒状）をなす。そして、永久磁石 4 6 は、その長手方向に磁化されている。すなわち、永久磁石 4 6 は、一端部を S 極とし、他端部を N 極とするように磁化されている。また、永久磁石 4 6 は、平面視にて、第 1 の軸 J 1 と第 2 の軸 J 2 との交点を中心として対称となるように設けられている。

#### 【0056】

第 2 の軸 J 2 に対する永久磁石 4 6 の磁化の方向（延在方向）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 4 6 を設けることで、円滑かつ確実に可動部 4 1 を第 2 の軸 J 2 周りに揺動させることができる。

このような永久磁石 4 6 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、ボンド磁石等を好適に用いることができる。このような永久磁石 4 6 は、硬磁性体を着磁したものであり、例えば、着磁前の硬磁性体を枠体部 4 3 に設置した後に着磁することにより形成される。既に着磁がなされた永久磁石 4 6 を枠体部 4 3 に設置しようとする、外部や他の部品の磁界の影響により、永久磁石 4 6 を所望の位置に設置できない場合があるからである。

#### 【0057】

永久磁石 4 6 の直下には、コイル 4 7 が設けられている。これにより、コイル 4 7 から発生する磁界を効率的に永久磁石 4 6 に作用させることができる。これにより、光スキャナー 4 0 の省電力化および小型化を図ることができる。コイル 4 7 は、磁心 4 8 に巻回されて設けられている。これにより、コイル 4 7 で発生した磁界を効率的に永久磁石 4 6 に作用させることができる。なお、磁心 4 8 は、省略してもよい。

このようなコイル 4 7 は、電圧印加部 4 9 に電氣的に接続されている。そして、電圧印加部 4 9 によりコイル 4 7 に電圧が印加されることで、コイル 4 7 から第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 に直交する磁束を有する磁界が発生する。

#### 【0058】

電圧印加部 4 9 は、図 6 に示すように、可動部 4 1 を第 1 の軸 J 1 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 9 1 と、可動部 4 1 を第 2 の軸 J 2 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 9 2 と、第 1 の電圧 V 1 と第 2 の電圧 V 2 とを重畳する電圧重畳部 4 9 3 とを備え、電圧重畳部 4 9 3 で

重畳した電圧をコイル 47 に印加する。

【0059】

第1の電圧発生部491は、図7(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 $V_1$ (主走査用電圧)を発生させるものである。第1の電圧 $V_1$ は、正弦波のような波形をなしている。第1の電圧 $V_1$ の周波数( $1/T_1$ )は、例えば、10~40kHz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、可動部41、1対の軸部421、422で構成される第1の振動系のねじり共振周波数( $f_1$ )と等しくなるように設定されている。これにより、可動部41の第1の軸J1周りの回動角を大きくすることができる。

【0060】

一方、第2の電圧発生部492は、図7(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 $V_2$ (副走査用電圧)を発生させるものである。第2の電圧 $V_2$ は、鋸波のような波形をなしている。第2の電圧 $V_2$ の周波数( $1/T_2$ )は、第1の電圧 $V_1$ の周波数( $1/T_1$ )と異なっていればよく、例えば、30~80Hz(60Hz程度)であるのが好ましい。本実施形態では、第2の電圧 $V_2$ の周波数は、可動部41、1対の軸部421、422、枠体部43、2対の軸部441、442、443、444および永久磁石46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。

このような第2の電圧 $V_2$ の周波数は、第1の電圧 $V_1$ の周波数よりも小さいことが好ましい。これにより、より確実かつより円滑に、可動部41を第1の軸J1周りに第1の電圧 $V_1$ の周波数で揺動させつつ、第2の軸J2周りに第2の電圧 $V_2$ の周波数で揺動させることができる。

【0061】

また、第1の振動系のねじり共振周波数を $f_1$ [Hz]とし、第2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、 $10f_2 = f_1$ 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、可動部41を、第1の軸J1周りに第1の電圧 $V_1$ の周波数で回動させつつ、第2の軸J2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。これに対し、 $f_1 = f_2$ とした場合は、第2の電圧 $V_2$ の周波数による第1の振動系の振動が発生する可能性がある。

このような第1の電圧発生部491および第2の電圧発生部492は、それぞれ、制御部6に接続され、この制御部6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491および第2の電圧発生部492には、電圧重畳部493が接続されている。

電圧重畳部493は、コイル47に電圧を印加するための加算器493aを備えている。加算器493aは、第1の電圧発生部491から第1の電圧 $V_1$ を受けるとともに、第2の電圧発生部492から第2の電圧 $V_2$ を受け、これらの電圧を重畳しコイル47に印加するようになっている。

【0062】

次に、光スキャナ40の駆動方法について説明する。なお、第1の電圧 $V_1$ の周波数は、第1の振動系のねじり共振周波数と等しく設定されており、第2の電圧 $V_2$ 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、かつ、第1の電圧 $V_1$ の周波数よりも小さ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15kHz、第2の電圧 $V_2$ の周波数が60Hzに設定されている)ものとする。

【0063】

例えば、図7(a)に示すような第1の電圧 $V_1$ と、図7(b)に示すような第2の電圧 $V_2$ とを電圧重畳部493にて重畳し、重畳した電圧をコイル47に印加する。すると、第1の電圧 $V_1$ によって、永久磁石46の一端部(N極)をコイル47に引き付けようとするとともに、永久磁石46の他端部(S極)をコイル47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、永久磁石46の一端部(N極)をコイル47から離間させようとするとともに、永久磁石46の他端部(S極)をコイル47に引き付け

10

20

30

40

50

ようとする磁界（この磁界を「磁界 A 2」という）とが交互に切り換わる。

【0064】

このように磁界 A 1 と磁界 A 2 とが交互に切り換わることで、枠体部 4 3 に第 1 の軸 J 1 周りのねじり振動成分を有する振動が励振され、その振動に伴って、軸部 4 2 1、4 2 2 を捩れ変形させつつ、可動部 4 1 が第 1 の電圧 V 1 の周波数で第 1 の軸 J 1 周りに揺動する。なお、第 1 の電圧 V 1 の周波数は、第 1 の振動系のねじり共振周波数と等しいため、共振振動によって、可動部 4 1 を大きく揺動させることができる。

【0065】

一方、第 2 の電圧 V 2 によって、永久磁石 4 6 の一端部（N 極）をコイル 4 7 に引き付けようとするとともに、永久磁石 4 6 の他端部（S 極）をコイル 4 7 から離間させようとする磁界（この磁界を「磁界 B 1」という）と、永久磁石 4 6 の一端部（N 極）をコイル 4 7 から離間させようとするとともに、永久磁石 4 6 の他端部（S 極）をコイル 4 7 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。

【0066】

このように磁界 B 1 と磁界 B 2 とが交互に切り換わることで、軸部 4 4 1、4 4 2 および軸部 4 4 3、4 4 4 をそれぞれ捩れ変形させつつ、枠体部 4 3 が可動部 4 1 とともに、第 2 の電圧 V 2 の周波数で第 2 の軸 J 2 周りに揺動する。なお、前述のように、第 2 の電圧 V 2 の周波数が第 1 の電圧 V 1 の周波数に比べて極めて低く設定され、第 2 の振動系のねじり共振周波数が第 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ため、可動部 4 1 が第 2 の電圧 V 2 の周波数で第 1 の軸 J 1 周りに回転してしまうことを防止することができる。

【0067】

以上説明したように光スキャナー 4 0 では、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 4 7 に印加することで、可動部 4 1 を、第 1 の軸 J 1 周りに第 1 の電圧 V 1 の周波数で回転させつつ、第 2 の軸 J 2 周りに第 2 の電圧 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、電磁駆動方式（ムービングマグネット方式）により、可動部 4 1 を第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 のそれぞれの軸周りに揺動させ、光反射部 4 1 4 で反射した描画用レーザー光 LL を 2 次元走査することができる。また、駆動源を構成する部品（永久磁石およびコイル）の数を少なくすることができるため、簡単かつ小型な構成とすることができる。また、コイル 4 7 が光スキャナー 4 0 の振動系と離間しているため、かかる振動系に対するコイル 4 7 の発熱による悪影響を防止することができる。

【0068】

以上、光スキャナー 4 0 の構成について詳細に説明した。上述のような、ジンバル型をなす 2 次元走査型の光スキャナー 4 0 によれば、1 つの装置で描画用レーザー光 LL を 2 次元走査することができるため、例えば、1 次元走査型の光スキャナーを 2 つ組み合わせて描画用レーザー光 LL を 2 次元走査させる構成と比較して、光走査部 4 の小型化を図ることができる。また、アライメントの調整も容易となる。

【0069】

また、光スキャナー 4 0 は、永久磁石 4 6 とコイル 4 7 とを用いて駆動する電磁駆動型の光スキャナーである。このような構成とすることにより、図 5 に示すように、永久磁石 4 6 とコイル 4 7 とを対向配置しなければならないため、光スキャナー 4 0 の厚さ（第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 の交点と交わりこれら両軸に直交する軸 J 3 方向の長さ）が厚くなるが、反対に、第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 を含む面内方向での大きさを小さくすることができる。このように、厚さ方向よりも前記面内方向での小型化を図ることにより、光スキャナー 4 0 は、画像表示装置 1 に適した光スキャナーとなる。

【0070】

図 1 および図 3 に示すように、以上説明したような構成の光スキャナー 4 0 は、非駆動状態（コイル 4 7 に電圧が印加されていない状態）にて、光反射部 4 1 4 が XY 平面と直交するように筐体 9 内に配置されている。言い換えると、光スキャナー 4 0 は、第 1、第

10

20

30

40

50

2の軸J1、J2を含む平面がXY平面と直交する(軸J3が面F内に位置する)ように筐体9内に配置されている。ここで、前述したように、光スキャナー40は、第1、第2の軸J1、J2を含む平面方向の大きさが小さく抑えられているため、このような配置とすることにより、画像表示装置1(筐体9)の小型化(薄型化)を図ることができる。なお、光スキャナー40は、軸J3方向の厚さがそれほど薄くないが、画像表示装置1では、軸J3が面F内に位置するように配置されているため、それに伴う装置の大型化を最低限に抑えている。

また、プリズム3を通過した描画用レーザー光LLは、軸J3に対して傾斜した方向から光反射部414に入射する。なお、光スキャナー40の非駆動状態において、軸J3と光反射部414に入射する描画用レーザー光LLとのなす角 としては、特に限定されないが、30°以上、60°以下程度であるのが好ましい。

10

#### 【0071】

このように、軸J3(光反射面414aの法線)に対して傾斜した方向から描画用レーザー光LLを光反射部414に入射することにより、光スキャナー40で走査された描画用レーザー光LLを、他の部材(例えばプリズム3)と干渉することなく筐体9の外部に出射させることができる。そのため、光スキャナー40によって走査された描画用レーザー光LLの光路を変更する平面ミラーやプリズム等の設置が必要ないため、画像表示装置1の小型化を図ることができる。

#### 【0072】

また、光スキャナー40では、共振駆動である第1の軸J1周りの可動部41の振幅(揺動角)が、非共振駆動である第2の軸J2周りの可動部41の振幅よりも大きい。光スキャナー40は、XY平面の面内方向の振幅よりも、Z軸方向の振幅の方が大きくなるように配置されている。すなわち、光スキャナー40は、第1の軸J1(軸部421、422)がXY平面の面内方向と平行となり(面Fと一致し)、第2の軸J2(軸部441、442、443、444)がZ軸と平行となるように配置されている。このような配置とすることにより、次のような効果を発揮することができる。

20

#### 【0073】

前述したように、描画用レーザー光LLは、軸J3に対して傾斜した方向から光反射部414に入射するため、光反射部414によって2次元走査された描画用レーザー光LLは、図8(a)、(b)に示すような描画可能領域Sに照射される。図8(a)は、本実施形態のように、光スキャナー40を、第1の軸J1がXY平面の面内方向と平行となり、第2の軸J2がZ軸と平行となるように配置した場合の描画可能領域を示し、図8(b)は、反対に、光スキャナー40を、第1の軸J1がZ軸と平行となり、第2の軸J2がXY平面の面内方向と平行となるように配置した場合の描画可能領域を示す。図8から分かるように、(a)の方が(b)よりも描画可能領域Sの歪みが小さく、描画可能領域S内に確保できる矩形の有効描画領域(実際に描画用レーザー光LLを照射して画像を表示させる領域)S'が大きい。したがって、図8(a)の方が(b)よりも描画可能領域Sを有効に利用することができ、より効率的かつ大きな画像を描画することができる。

30

なお、光スキャナー40の配置は、図8(a)のような配置が好ましいが、図8(b)のような配置としてもよい。

40

#### 【0074】

##### 1-4. 検出部

検出部5は、描画用レーザー光LL(各レーザー光RR、GG、BB)の強度を検知する機能を有している。このような検出部5は、筐体9内に設けられたフォトダイオード等の受光素子51を有している。プリズム3の入射面31は、各レーザー光RR、GG、BBを僅かに反射するように構成されており(例えば0.1%程度の反射率)、反射光の光路上に受光素子51が位置している。受光素子51からは、受光した反射光の強度に応じた大きさの信号(電圧)が出力され、この信号に基づいて、各レーザー光RR、GG、BBの強度を検出することができる。

#### 【0075】

50



検出した各レーザー光 R R、B B、G G の強度に関する情報は、制御部 6 に送られ、受信した情報に基づいて、制御部 6 がレーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B の駆動を制御する。

具体的には、予め、コリメーターレンズ 2 2 R、2 2 G、2 2 B、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B の各レーザー光 R R、G G、B B の反射率および透過率と、入射面 3 1 の各レーザー光 R R、G G、B B の反射率を測定し、これらの情報を制御部 6 の図示しないメモリーに記憶させておく。

#### 【 0 0 7 6 】

次に、例えば、画像の描画を開始する前に、制御部 6 から所定の大きさ（電圧）の駆動信号を駆動回路に送信し、レーザー光源 2 1 R からレーザー光 R R を出射する。これにより、レーザー光 R R の一部がプリズム 3 の入射面 3 1 で反射し、この反射光を受光素子 5 1 が受光し、反射光の強度が検出される。そして、前記メモリーに記憶された各部のレーザー光 R R の反射率に基づいて、レーザー光源 2 1 R から出射されたレーザー光 R R の実際の強度を求める。これにより、レーザー光 R R の強度と駆動信号の大きさ（電圧値）との関係が求められ、所定強度のレーザー光 R R を出射するために必要な駆動信号の大きさが明らかとなる。

#### 【 0 0 7 7 】

このような関係は、前記メモリーに記憶される。そして、画像を描画する際には、この関係に基づいて、レーザー光源 2 1 R から所望強度のレーザー光 R R が出射されるように、制御部 6 が所望の駆動信号を駆動回路に送信する。レーザー光 G G、B B についても同様にして、レーザー光 G G、B B の強度と駆動信号の大きさとの関係を求め、求めた関係に基づいて、レーザー光源 2 1 G、2 1 B から所望強度のレーザー光 G G、B B が出射されるように、制御部 6 が所望の駆動信号を駆動回路に送信する。

これにより、所望の色および輝度の描画用レーザー光 L L を生成することができ、画像表示特性が向上する。

#### 【 0 0 7 8 】

なお、前述では、画像の描画を開始する前に、レーザー光 R R の強度と駆動信号の大きさ（電圧値）との関係を得る場合について説明したが、このような関係を得るタイミングは、これに限定されず、例えば、画像を描画している最中であってもよい。前述したように、描画用レーザー光 L L は、描画可能領域 S 内の有効描画領域 S ' に照射され、その他の部分（非描画領域 S ''）には照射されない。そのため、画像を描画している最中であって、可動部 4 1（光反射部 4 1 4）が非描画領域 S '' に向き、描画用レーザー光 L L が出射されていないときに、上述のようにしてレーザー光 R R の強度と駆動信号の大きさ（電圧値）との関係を得てもよい。

#### 【 0 0 7 9 】

##### 1 - 5 . 制御部

制御部 6 は、描画用光源ユニット 2 および光走査部 4 の作動を制御する機能を有している。具体的には、制御部 6 は、光スキャナー 4 0 を駆動して可動部 4 1 を第 1、第 2 の軸 J 1、J 2 周りに揺動させるとともに、可動部 4 1 の揺動に同期させて描画用光源ユニット 2 から描画用レーザー光 L L を出射させる。制御部 6 は、例えば外部コンピューターから送信された画像データに基づいて、各レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から所定強度のレーザー光 R R、G G、B B を所定のタイミングで出射させ、所定色および強度（輝度）の描画用レーザー光 L L を所定タイミングで出射させる。これにより、対象物 1 0 に画像データに応じた画像が表示される。

以上、画像表示装置 1 の構成について詳細に説明した。

#### 【 0 0 8 0 】

このような画像表示装置 1 では、各部材、すなわち、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B、コリメーターレンズ 2 2 R、2 2 G、2 2 B、ダイクロイックミラー 2 3 R、2 3 G、2 3 B、プリズム 3、光スキャナー 4 0 および受光素子 5 1 が、X Y 平面方向に平面的（同一平面内）に配置されている。そして、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から

出射されたレーザー光 R R、G G、B B、これらが合成された描画用レーザー光 L L の光軸は、それぞれ、光スキャナー 4 0 へ入射するまで X Y 平面と平行な同一平面（第 1 面 F）上に位置している。また、光反射面 4 1 4 a が、面 F に直交するように配置されている。また、画像表示装置 1 は、プリズム 3 によって、面 F 内で描画用レーザー光 L L の光軸を傾けているため、各構成部材（特に光スキャナー 4 0）の配置を平面的に行うことができる。そのため、画像表示装置 1 の各構成部材のアライメントを平面的なものとすることができ、画像表示装置 1 の組立性を優れたものにすることができる。さらに、画像表示装置 1 は、プリズム 3 によって描画用レーザー光 L L の整形を行っているため、優れた画像表示特性を発揮することができる。また、部品点数の削減を図り、それに伴って小型化を図ることができる。

10

#### 【0081】

##### 2. ヘッドアップディスプレイ

次に、本発明の画像表示装置をヘッドアップディスプレイに応用した構成について説明する。

図 9 は、本発明の画像表示装置を応用したヘッドアップディスプレイを示す斜視図である。

#### 【0082】

図 9 に示すように、ヘッドアップディスプレイシステム 2 0 0 では、画像表示装置 1 は、自動車のダッシュボードに、ヘッドアップディスプレイ 2 1 0 を構成するよう搭載されている。このヘッドアップディスプレイ 2 1 0 により、フロントガラス 2 2 0 に、例えば、目的地までの案内表示等の所定の画像を表示することができる。なお、ヘッドアップディスプレイシステム 2 0 0 は、自動車に限らず、例えば、航空機、船舶等にも適用することができる。

20

#### 【0083】

##### 3. ヘッドマウントディスプレイ

次に、本発明の画像表示装置を適用したヘッドマウントディスプレイ（本発明のヘッドマウントディスプレイ）について説明する。

図 1 0 は、本発明のヘッドマウントディスプレイを示す斜視図である。

図 1 0 に示すように、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 は、眼鏡 3 1 0 と、眼鏡 3 1 0 に搭載された画像表示装置 1 とを有している。そして、画像表示装置 1 により、眼鏡 3 1 0 の本来レンズである部位に設けられた表示部（光反射部材）3 2 0 に、一方の目で視認される所定の画像を表示する。

30

#### 【0084】

表示部 3 2 0 は、透明であってもよく、また、不透明であってもよい。表示部 3 2 0 が透明な場合は、現実世界からの情報に画像表示装置 1 からの情報を重ねて使用することができる。また、表示部 3 2 0 は、入射した光の少なくとも一部を反射すればよく、例えば、ハーフミラーなどを用いることができる。

なお、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 に、2 つ画像表示装置 1 を設け、両方の目で視認される画像を、2 つの表示部に表示するようにしてもよい。

#### 【0085】

以上、本発明の画像表示装置およびヘッドマウントディスプレイを、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、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

40

また、前述した実施形態では、光スキャナーの枠体を可動部の基部よりも図 5 中下側へ厚く形成し、枠体部の下面に永久磁石を固定する構成について説明したが、枠体部の構成は、これに限定されず、例えば、基部と同じ厚さに形成してもよい。この場合には、枠体部の下面に固定された永久磁石への基部の接触を避けるために、永久磁石の上面に凹部（逃げ部）を形成すればよい。

#### 【符号の説明】

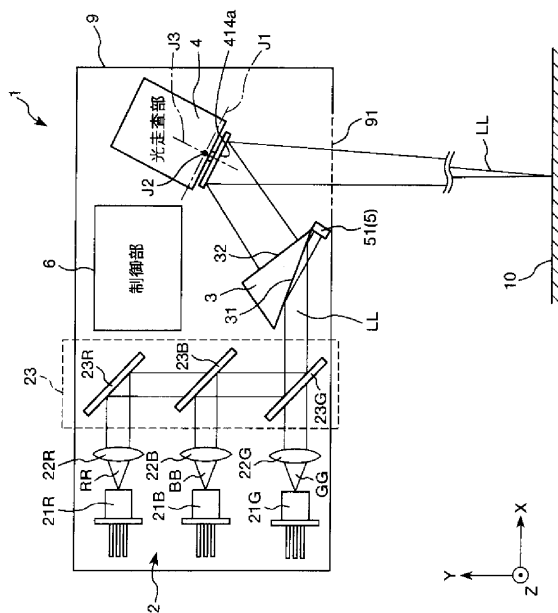
50

## 【 0 0 8 6 】

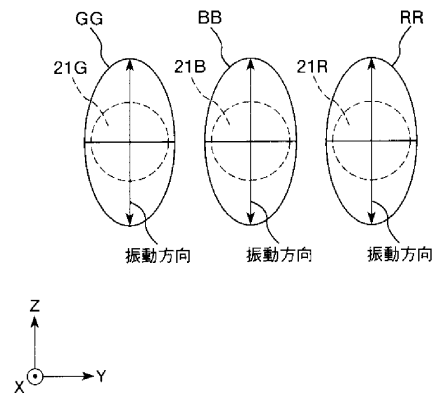
1 ... 画像表示装置 10 ... 対象物 2 ... 描画用光源ユニット 21B ... レーザー光源  
 21G ... レーザー光源 21R ... レーザー光源 22B ... コリメーターレンズ 22G ...  
 コリメーターレンズ 22R ... コリメーターレンズ 23 ... 光合成部 23B ... ダイクロ  
 イックミラー 23G ... ダイクロイックミラー 23R ... ダイクロイックミラー 3 ... プ  
 リズム 31 ... 入射面 32 ... 出射面 4 ... 光走査部 40 ... 光スキャナー 41 ... 可動  
 部 411 ... 基部 412 ... スペーサー 413 ... 光反射板 414 ... 光反射部 414  
 a ... 光反射面 415 ... 硬質層 421 ... 軸部 422 ... 軸部 43 ... 枠体部 441 ...  
 軸部 442 ... 軸部 443 ... 軸部 444 ... 軸部 45 ... 支持部 46 ... 永久磁石 4  
 7 ... コイル 48 ... 磁心 49 ... 電圧印加部 491 ... 電圧発生部 492 ... 電圧発生部  
 493 ... 電圧重畳部 493a ... 加算器 5 ... 検出部 51 ... 受光素子 6 ... 制御部  
 9 ... 筐体 91 ... 窓部 200 ... ヘッドアップディスプレイシステム 210 ... ヘッドア  
 ップディスプレイ 220 ... フロントガラス 300 ... ヘッドマウントディスプレイ 3  
 10 ... 眼鏡 320 ... 表示部 J1 ... 第1の軸 J2 ... 第2の軸 J3 ... 軸 BB ... 青色  
 のレーザー光 GG ... 緑色のレーザー光 RR ... 赤色のレーザー光 LL ... 描画用レーザ  
 ー光 F ... 第1面 S ... 描画可能領域 S' ... 有効描画領域 S'' ... 非描画領域

10

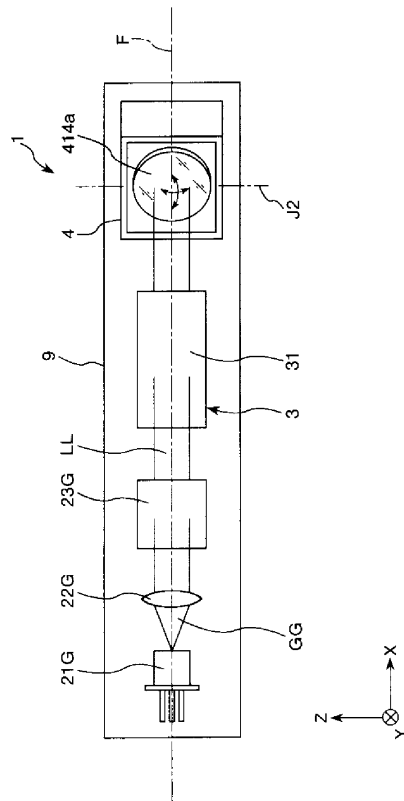
【 図 1 】



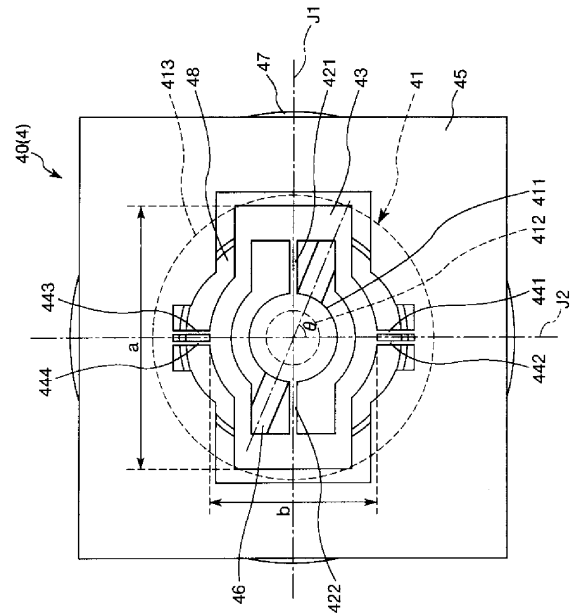
【 図 2 】



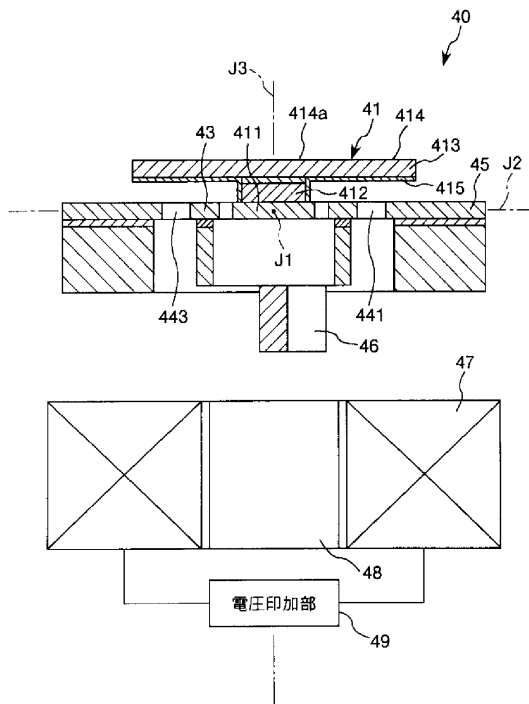
【図 3】



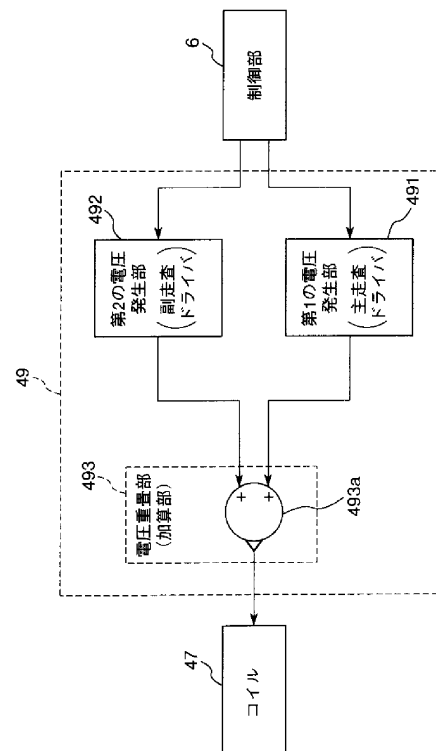
【図 4】



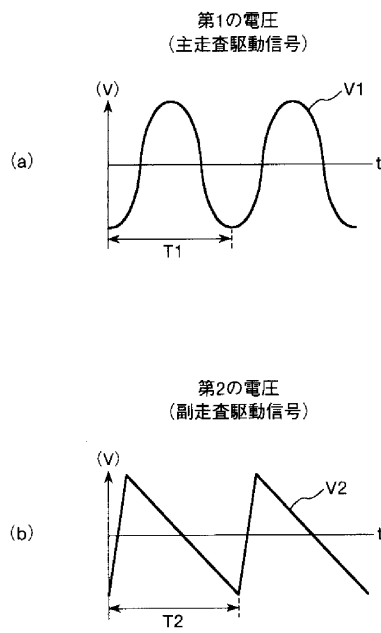
【図 5】



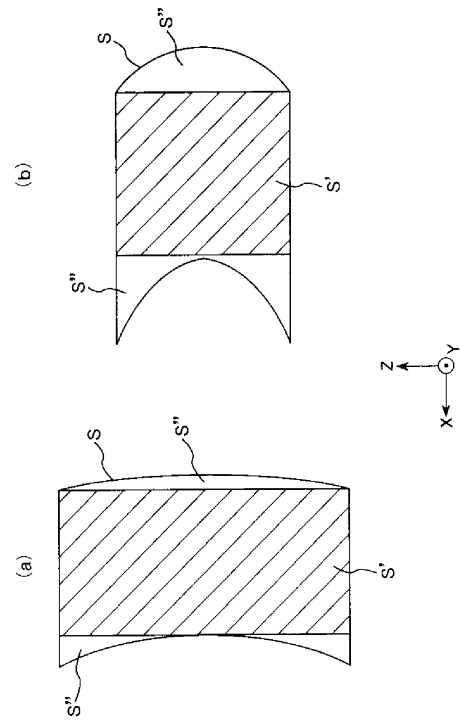
【図 6】



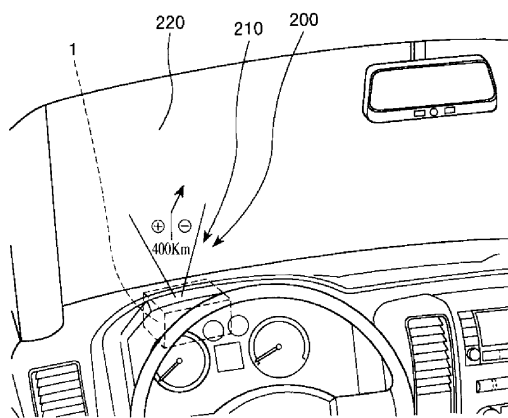
【図 7】



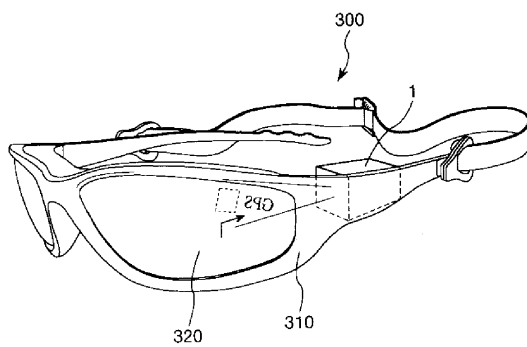
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
                   G 0 2 B 27/01  
                   H 0 4 N 5/64 5 1 1 A

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 8 0 4 6 2 ( J P , A )  
                   国際公開第 2 0 0 9 / 1 3 3 6 9 8 ( W O , A 1 )  
                   国際公開第 2 0 1 0 / 0 4 4 2 0 5 ( W O , A 1 )  
                   特開 2 0 0 8 - 3 1 0 0 4 3 ( J P , A )  
                   特開 2 0 1 0 - 2 5 6 3 8 4 ( J P , A )  
                   特開 2 0 1 0 - 0 3 2 7 9 7 ( J P , A )  
                   特開昭 6 2 - 1 8 9 6 3 7 ( J P , A )  
                   特開 2 0 1 0 - 2 4 9 9 6 6 ( J P , A )  
                   特開平 0 5 - 0 2 7 1 9 5 ( J P , A )  
                   特開 2 0 0 8 - 3 0 4 7 2 6 ( J P , A )  
                   特開 2 0 1 1 - 1 7 5 0 4 5 ( J P , A )  
                   特開 2 0 1 2 - 2 4 2 6 2 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
                   G 0 2 B 2 6 / 0 0 - 2 6 / 0 8  
                   G 0 2 B 2 6 / 1 0 - 2 6 / 1 2  
                   G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2  
                   H 0 4 N 5 / 6 4