

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5983056号
(P5983056)

(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				
GO2B 26/10	(2006.01)	GO2B	26/10	104Z	
GO2B 26/08	(2006.01)	GO2B	26/10	B	
GO2B 27/02	(2006.01)	GO2B	26/10	C	
GO2B 27/01	(2006.01)	GO2B	26/08	E	
HO4N 5/64	(2006.01)	GO2B	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2012-127450 (P2012-127450)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年6月4日 (2012. 6. 4)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-250539 (P2013-250539A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年12月12日 (2013. 12. 12)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成27年6月3日 (2015. 6. 3)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(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
		(72) 発明者	米窪 政敏
			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の断面形状を変化させるプリズムと、
前記プリズムからの光を第1の軸周り、および第2の軸周りに揺動して走査する光走査部と、

前記光走査部の前記第1の軸周りの揺動の振幅を、前記第2の軸周りの揺動の振幅よりも大きく制御する制御部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第1の軸は第1面内に位置し

10

、
前記光走査部は、非駆動状態において前記第1面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、
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】

前記光走査部は、前記光反射面を有する可動部と、前記可動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可動部を前記第1の軸周りに揺動可能とするように前記可動部と前記枠体部とを連結する第1の軸部と、前記

20

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、を有している請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記枠体部の前記第 1 面に直交する方向の幅は、前記第 1 面の面内方向の幅よりも小さい請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

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 2 または 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記光反射面は、前記第 1 面に直交する方向に共振で揺動する請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 6】

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 5 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 7】

前記プリズムは、前記光の前記第 1 面の面内方向の幅を広げることにより、前記光の断面形状を変化させる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 8】

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 7 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 9】

前記光源部から出射され、前記プリズムの入射面にて反射した光の量を検出する検出部を有し、前記検出部によって検出された光の量に基づいて前記光源部の駆動を制御する請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 10】

前記光源部から前記第 1 面に直交する方向へ出射される光の放射角が前記第 1 面の面内方向へ出射される光の放射角よりも大きくなるように構成されている請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 11】

前記光源部および前記光走査部は、前記第 1 面の面内方向に並んで配置されている請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 12】

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の断面形状を変化させるプリズムと、
前記プリズムからの光を第 1 の軸周り、および第 2 の軸周りに揺動して走査する光走査部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第 1 の軸は第 1 面内に位置し、

前記光走査部は、非駆動状態において前記第 1 面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、

前記光走査部の前記第 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く、

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 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、

10

20

30

40

50

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の断面形状を変化させるプリズムと、
 前記プリズムからの光を第1の軸周り、および第2の軸周りに揺動して走査する光走査部と、

前記光走査部の前記第1の軸周りの揺動の振幅を、前記第2の軸周りの揺動の振幅よりも大きく制御する制御部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第1の軸は第1面内に位置し、

前記光走査部は、非駆動状態において前記第1面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、
 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。

【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）。

特許文献1に記載の画像表示装置は、複数の半導体レーザー、半導体レーザーからのレーザー光を平行化する平行化レンズ、複数のレーザー光を合成する偏光ビームスプリッター、偏光ビームスプリッターからのレーザー光を2次元走査するMEMS（光スキャナー）とを有している。また、MEMSが有するミラーは、各半導体レーザーからのレーザー光の光軸を含む面に対して直交して配置されており、ミラーの法線に対して傾斜した方向から、レーザー光がミラーに照射される。特許文献1では、このような構成によって、装置の小型化を図っている。

【0003】

特許文献1の画像表示装置では、ミラーを前記面の面内方向に共振駆動によって大きく揺動させ、面外方向（面に直交する方向）に前記面内方向の振動よりも小さい振幅で振動させている。前述したように、レーザー光LLは、ミラーの法線に対して面内方向に傾斜した方向からミラーに照射されるため、このように、面内方向への振幅が大きいと、図8（b）に示すように、スクリーンや壁面等の対象物にレーザー光を走査することのできる領域である描画可能領域Sの両端が大きく歪んでしまい、その中に確保する矩形の有効描画領域（実際にレーザー光を照射して画像を表示する領域）S'が小さくなってしまふ。そのため、効率的なレーザー光の走査が行えず、優れた画像表示特性を得ることができない。

すなわち、特許文献1の画像表示装置では、小型化を図りつつ、優れた画像表示特性を發揮することができないという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平2008-304726号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、小型化を図ることができるとともに、画像表示特性の向上（特に、描

10

20

30

40

50

画有効領域の拡大)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。

【課題を解決するための手段】

【0006】

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の断面形状を変化させるプリズムと、

前記プリズムからの光を第1の軸周り、および第2の軸周りに揺動して走査する光走査部と、

前記光走査部の前記第1の軸周りの揺動の振幅を、前記第2の軸周りの揺動の振幅よりも大きく制御する制御部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第1の軸は第1面内に位置し、

前記光走査部は、非駆動状態において前記第1面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、

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、小型化を図ることができるとともに、画像表示特性の向上(特に、描画有効領域の拡大)を図ることのできる画像表示装置を提供することができる。

【0007】

本発明の画像表示装置では、前記光走査部は、前記光反射面を有する可動部と、前記可動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可動部を前記第1の軸周りに揺動可能とするように前記可動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、を有していることが好ましい。

これにより、光走査部の構成が簡単となる。また、2次元走査の光スキャナーを用いることにより、光走査部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、前記枠体部の前記第1面に直交する方向の幅は、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法線方向の厚みが厚くなるが、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。

【0009】

本発明の画像表示装置では、前記光反射面は、前記第1面に直交する方向に共振で揺動することが好ましい。

これにより、簡単かつ確実に、光反射面を、第1面に直交する方向に大きく揺動させることができる。

【0010】

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、光学部材である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。

10

20

30

40

50

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

これにより、光源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。

【0011】

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。

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。

本発明の画像表示装置では、前記光源部から出射され、前記プリズムの入射面にて反射した光の量を検出する検出部を有し、前記検出部によって検出された光の量に基づいて前記光源部の駆動を制御することが好ましい。

これにより、所望の色および強度の光を発生させることができるようになり、優れた画像表示特性を発揮することができる。

【0012】

本発明の画像表示装置では、前記光源部から前記第1面に直交する方向へ出射される光の放射角が前記第1面の面内方向へ出射される光の放射角よりも大きくなるように構成されていることが好ましい。

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部分分布は、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面に直交する方向とすることにより、例えば、プリズムを横置きに配置することができ、装置の小型化を図ることができる。

本発明の画像表示装置では、前記光源部および前記光走査部は、前記第1面の面内方向に並んで配置されていることが好ましい。

これにより、画像表示装置の小型化（薄型化）を図ることができる。

【0013】

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の断面形状を変化させるプリズムと、
前記プリズムからの光を第1の軸周り、および第2の軸周りに揺動して走査する光走査部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第1の軸は第1面内に位置し、

前記光走査部は、非駆動状態において前記第1面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、

前記光走査部の前記第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く、

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、小型化を図ることができるとともに、画像表示特性の向上（特に、描画有効領域の拡大）を図ることのできる画像表示装置を提供することができる。

【0014】

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の断面形状を変化させるプリズムと、

10

20

30

40

50

前記プリズムからの光を第 1 の軸周り、および第 2 の軸周りに揺動して走査する光走査部と、

前記光走査部の前記第 1 の軸周りの揺動の振幅を、前記第 2 の軸周りの揺動の振幅よりも大きく制御する制御部と、を有し、

前記光源部から前記光走査部へ向かう光の光軸および前記第 1 の軸は第 1 面内に位置し、

前記光走査部は、非駆動状態において前記第 1 面に直交するように配置された光反射面を有し、

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、

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

これにより、信頼性の高い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】

【0015】

【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。

【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。

20

【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。

【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】

【0016】

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。

30

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。また、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。また、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。

40

【0017】

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 の断面形状を変形させるプリズム 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。

【0018】

50

画像表示装置 1 は、X Y 平面方向に広がりをも有し、Z 軸方向に高さをも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 X Y 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 9 1 が形成されており、この窓部 9 1 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。

【0019】

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。

【0020】

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 RR を射出し、レーザー光源 2 1 G は、緑色のレーザー光 GG を射出し、レーザー光源 2 1 B は、青色のレーザー光 BB を射出する。レーザー光 RR、GG、BB 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射出され、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。

【0021】

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 RR、GG、BB 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。

【0022】

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 から射出されるレーザー光 RR、GG、BB が有する光強度分布の輪郭形状（いわゆる FFP : 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 RR、GG、BB の「断面形状」を、レーザー光 RR、GG、BB 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 から射出されるレーザー光 RR、GG、BB 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 RR、GG、BB の光軸に垂直な断面における形状である。

【0023】

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、略楕円形の断面形状を有するレーザー光 RR、GG、BB 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（X Y 平面に直交する方向）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 軸方向の放射角が、

10

20

30

40

50

Y軸方向(XY平面の面内方向)の放射角よりも大きいレーザー光RR、GG、BBを出射する。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21R、21G、21Bを狭ピッチで配置することができる。そのため、筐体9のXY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。

【0024】

また、レーザー光源21R、21G、21Bが出射するレーザー光RR、GG、BBは、それぞれ、直線偏光である。また、レーザー光RR、GG、BBは、それぞれ、ダイクロイックミラー23R、23G、23B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21R、21G、21B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RR、GG、BBを出射するように構成されている。レーザー光RR、GG、BBをs偏光とすることにより、ダイクロイックミラー23R、23G、23Bおよびプリズム3でのレーザー光RR、GG、BBの損失を少なくすることができる。

10

【0025】

ダイクロイックミラー23Rは、レーザー光RRを反射する特性を有している。ダイクロイックミラー23Bは、レーザー光BBを反射するとともに、レーザー光RRを透過する特性を有している。ダイクロイックミラー23Gは、レーザー光GGを透過するとともに、レーザー光RR、BB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23R、23G、23Bによって、各色のレーザー光RR、GG、BB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LL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23R、23G、23Bは、レーザー光RR、GG、BBを合成する光合成部23を構成している。

20

【0026】

本実施形態では、レーザー光源21R、21G、21Bの配置に倣って、ダイクロイックミラー23R、ダイクロイックミラー23B、ダイクロイックミラー23G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23Rは、レーザー光源21Rから+X軸方向に出射されたレーザー光RR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23Bは、レーザー光源21Bから+X軸方向に出射されたレーザー光BBを-Y軸方向に反射し、ダイクロイックミラー23Rによって-Y軸方向に反射されたレーザー光RR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23Gは、レーザー光源21Gから+X軸方向に出射されたレーザー光GGを透過し、ダイクロイックミラー23R、23Bによって-Y軸方向に反射されたレーザー光RR、BB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23から描画用レーザー光LLが+X軸方向に出射される。

30

【0027】

ここで、ダイクロイックミラー23R、23G、23B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BBの入射角 θ_B > 緑色のレーザー光GGの入射角 θ_G > 赤色のレーザー光RRの入射角 θ_R の関係を満たすように、ダイクロイックミラー23R、23G、23B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。

40

【0028】

1-2.プリズム

プリズム3は、描画用レーザー光LLの光軸を傾ける第1の機能と、描画用レーザー光LL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LLの放射角を制御(集光させる、等)する第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

50

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。

【0029】

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31から入射した描画用レーザー光LLを、出射面32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LLの光軸をZ軸まわり（XY平面内にて）に傾けている。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。

10

【0030】

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。

20

【0031】

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。

30

なお、画像表示装置1では、前述した機能と同様の機能を発揮することができれば、プリズム以外の光学部材を用いてもよい。

【0032】

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）内に位置している。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。

40

【0033】

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

50

ことができる。

【0034】

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軸部）と、枠体部43と、2対の軸部441、442、443、444（第2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。

これらのうち可動部41、1対の軸部421、422は、軸部421、422を軸として第1の軸J1周りに揺動（往復回転）する第1の振動系を構成する。また、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は、第2の軸J2周りに揺動（往復回転）する第2の振動系を構成する。また、永久磁石46、コイル47および電圧印加部49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。

10

【0035】

以下、光スキャナー40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41は、基部411と、スペーサー412を介して基部411に固定された光反射板413とを有する。光反射板413の上面（一方の面）には、光反射性を有する光反射部414が設けられている。そして、光反射部414の表面が描画用レーザー光LLを反射する光反射面414aを構成する。上述の通り、可動部41は、第1の軸J1および第2の軸J2周りに揺動する。すなわち、可動部41を構成する基部411、スペーサー412、光反射板413および光反射面414aについて

20

も、第1の軸J1および第2の軸J2周りに揺動するといえる。
光反射板413は、軸部421、422に対して光反射板413の板厚方向に離間するとともに、板厚方向からみたときに（以下、「平面視」ともいう）軸部421、422と重なって設けられている。

【0036】

そのため、軸部421と軸部422との間の距離を短くしつつ、光反射板413の板面の面積を大きくすることができる。また、軸部421と軸部422との間の距離を短くすることから、枠体部43の小型化を図ることができる。さらに、枠体部43の小型化を図ることから、軸部441、442と軸部443、444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413の板面の面積を大きくしても、光スキャナー40の小型化を図ることができる。

30

【0037】

また、光反射板413は、平面視にて、軸部421、422の全体を覆うように形成されている。言い換えると、軸部421、422は、それぞれ、平面視にて、光反射板413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413の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部414の面積を大きくすることができる。また、不要な光（例えば、光反射部414に入射できなかった光）が軸部421、422で反射して迷光となるのを防止することができる。

【0038】

また、光反射板413は、平面視にて、枠体部43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43は、平面視にて、光反射板413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413の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部414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43で反射して迷光となるのを防止することができる。

40

さらに、光反射板413は、平面視にて、軸部441、442、443、444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413の板面の面積が大きくなり、その結果、光反射部414の面積を大きくすることができる。また、不要な光が軸部441、442、443、444で反射して迷光となるのを防止することができる。

【0039】

本実施形態では、光反射板413は、平面視にて、円形をなしている。なお、光反射板

50

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。

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)には、硬質層4 1 5が設けられている。

【0 0 4 0】

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。

10

【0 0 4 1】

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、カーボンナイトラ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。

【0 0 4 2】

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。

20

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。

【0 0 4 3】

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。

30

また、枠体部4 3は、第2の軸J 2に沿った方向での長さが第1の軸J 1に沿った方向での長さよりも短くなっている。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。

40

【0 0 4 4】

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。

【0 0 4 5】

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、

50

443、444は、枠体部43を第1の軸J1に直交する第2の軸J2周りに揺動可能とするように、枠体部43と支持部45を連結している。

【0046】

軸部421、422は、可動部41の基部411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421、422は、それぞれ、第1の軸J1に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部421、422は、それぞれ、一端部が基部411に接続され、他端部が枠体部43に接続されている。また、軸部421、422は、それぞれ、中心軸が第1の軸J1に一致するように配置されている。このような軸部421、422は、それぞれ、可動部41の第1の軸J1周りの揺動に伴ってねじれ変形する。

【0047】

軸部441、442および軸部443、444は、枠体部43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441、442、443、444は、それぞれ、第2の軸J2に沿った方向に延在する長手形状をなす。そして、軸部441、442、443、444は、それぞれ、一端部が枠体部43に接続され、他端部が支持部45に接続されている。また、軸部441、442は、第2の軸J2を介して互いに対向するように配置され、同様に、軸部443、444は、第2の軸J2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441、442、443、444は、枠体部43の第2の軸J2周りの揺動に伴って、軸部441、442全体および軸部443、444全体がそれぞれねじれ変形する。

このように、可動部41を第1の軸J1周りに揺動可能とするとともに、枠体部43を第2の軸J2周りに揺動可能とすることにより、可動部41（すなわち、光反射板413）を互いに直交する第1、第2の軸J1、J2の2軸周りに揺動させることができる。

【0048】

なお、軸部421、422および軸部441、442、443、444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箇所には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。

前述したような基部411、軸部421、422、枠体部43、軸部441、442、443、444および支持部45は、一体的に形成されている。

【0049】

本実施形態では、基部411、軸部421、422、枠体部43、軸部441、442、443、444および支持部45は、第1のSi層（デバイス層）と、SiO₂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411、軸部421、422、枠体部43、軸部441、442、443、444および支持部45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40の小型化を図ることができる。

【0050】

そして、基部411、軸部421、422および軸部441、442、443、444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421、422および軸部441、442、443、444の弾性を優れたものとすることができる。また、基部411が第1の軸J1周りに回転する際に枠体部43に接触するのを防止することができる。

【0051】

また、枠体部43および支持部45は、それぞれ、SOI基板の第1のSi層、SiO₂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43および支持部45の剛性を優れたものとすることができる。また、枠体部43のSiO₂層および第2のSi層は、枠体部43の剛性を高めるリブとしての機能だけでなく、可動部41が永久磁石46に接触するのを防止する機能も有する。

10

20

30

40

50

【0052】

また、平面視にて光反射板413の外側に位置する、軸部421、422、軸部441、442、443、444、枠体部43、支持部45の上面には、反射防止処理が施されているのが好ましい。これにより、光反射板413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411、軸部421、422および軸部441、442、443、444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。

【0053】

また、本実施形態では、スペーサー412および光反射板413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412は、SOI基板のSiO₂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413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412および光反射板413を形成することにより、互いに接合されたスペーサー412および光反射板413を簡単かつ高精度に製造することができる。

【0054】

このようなスペーサー412は、例えば、接着剤、ろう材等の接合材（図示せず）により基部411に接合されている。

前述した枠体部43の下面には、永久磁石46が接合されている。永久磁石46と枠体部43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46は、平面視にて、第1、第2の軸J1、J2に対して傾斜する方向に磁化されている。

【0055】

本実施形態では、永久磁石46は、第1、第2の軸J1、J2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46は、その長手方向に磁化されている。すなわち、永久磁石46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46は、平面視にて、第1の軸J1と第2の軸J2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J2に対する永久磁石46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46を設けることで、円滑かつ確実に可動部41を第2の軸J2周りに揺動させることができる。

【0057】

このような永久磁石46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46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43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46を枠体部43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46を所望の位置に設置できない場合があるからである。

【0058】

永久磁石46の直下には、コイル47が設けられている。これにより、コイル47から発生する磁界を効率的に永久磁石46に作用させることができる。これにより、光スキャナー40の省電力化および小型化を図ることができる。コイル47は、磁心48に巻回されて設けられている。これにより、コイル47で発生した磁界を効率的に永久磁石46に作用させることができる。なお、磁心48は、省略してもよい。

このようなコイル47は、電圧印加部49に電氣的に接続されている。そして、電圧印加部49によりコイル47に電圧が印加されることで、コイル47から第1、第2の軸J1、J2に直交する磁束を有する磁界が発生する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

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 4 7 に印加する。

【 0 0 6 0 】

第 1 の電圧発生部 4 9 1 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 ~ 40 k Hz 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 4 1、1 対の軸部 4 2 1、4 2 2 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 4 1 の第 1 の軸 J 1 周りの回動角を大きくすることができる。

10

【 0 0 6 1 】

一方、第 2 の電圧発生部 4 9 2 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 ~ 80 Hz (60 Hz 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 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 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。

20

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 4 1 を第 1 の軸 J 1 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 J 2 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。

【 0 0 6 2 】

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、 $10 f 2 = f 1$ 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 4 1 を、第 1 の軸 J 1 周りに第 1 の電圧 V 1 の周波数で回動させつつ、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。

30

【 0 0 6 3 】

このような第 1 の電圧発生部 4 9 1 および第 2 の電圧発生部 4 9 2 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 4 9 1 および第 2 の電圧発生部 4 9 2 には、電圧重畳部 4 9 3 が接続されている。

電圧重畳部 4 9 3 は、コイル 4 7 に電圧を印加するための加算器 4 9 3 a を備えている。加算器 4 9 3 a は、第 1 の電圧発生部 4 9 1 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 4 9 2 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 4 7 に印加するようになっている。

40

【 0 0 6 4 】

次に、光スキャナー 4 0 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 15 k Hz、第 2 の電圧 V 2 の周波数が 60 Hz に設定されている) もとする。

【 0 0 6 5 】

50

例えば、図7(a)に示すような第1の電圧V1と、図7(b)に示すような第2の電圧V2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V1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に引き付けようとする磁界(この磁界を「磁界A2」という)とが交互に切り換わる。

【0066】

このように磁界A1と磁界A2とが交互に切り換わることで、枠体部43に第1の軸J1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421、422を捩れ変形させつつ、可動部41が第1の電圧V1の周波数で第1の軸J1周りに揺動する。第1の電圧V1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(共振振動)によって、可動部41を大きく揺動させることができる。すなわち、前述した枠体部43の第1の軸J1周りのねじり振動成分を有する振動が小さくても、その振動に伴う可動部41の第1の軸J1周りの揺動角を大きくすることができる。

10

【0067】

一方、第2の電圧V2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B1」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に引き付けようとする磁界(この磁界を「磁界B2」という)とが交互に切り換わる。

20

【0068】

このように磁界B1と磁界B2とが交互に切り換わることで、軸部441、442および軸部443、444をそれぞれ捩れ変形させつつ、枠体部43が可動部41とともに、第2の電圧V2の周波数で第2の軸J2周りに揺動する。なお、前述のように、第2の電圧V2の周波数が第1の電圧V1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41が第2の電圧V2の周波数で第1の軸J1周りに回動してしまうことを防止することができる。

【0069】

30

以上説明したように光スキャナー40では、第1の電圧V1と第2の電圧V2とを重畳させた電圧をコイル47に印加することで、可動部41を、第1の軸J1周りに第1の電圧V1の周波数で回動させつつ、第2の軸J2周りに第2の電圧のV2の周波数で回動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41を第1、第2の軸J1、J2のそれぞれの軸周りに揺動させ、光反射部414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47が光スキャナー40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47の発熱による悪影響を防止することができる。

40

【0070】

以上、光スキャナー40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40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、また、アライメントの調整も容易となる。

【0071】

また、光スキャナー40は、永久磁石46とコイル47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46とコイル47とを対向配置しなければならないため、光スキャナー40の厚さ(第1

50

、第2の軸J1、J2の交点と交わりこれら両軸に直交する軸J3方向の長さ)が厚くなるが、反対に、第1、第2の軸J1、J2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40は、画像表示装置1に適した光スキャナーとなる。

【0072】

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40は、非駆動状態(コイル47に電圧が印加されていない状態)にて、光反射部414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40は、第1、第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。

10

【0073】

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。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。

20

【0074】

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(揺動角)よりも大きい。そして、このような光スキャナー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がXY平面の面内方向と平行となり(第1面Fと一致し)、第2の軸J2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。

30

【0075】

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、本発明のように、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、従来技術のように、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。

40

【0076】

図8から分かるように、本発明を示す(a)の方が、従来技術を示す(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。

なお、前述したように、枠体部43の第2の軸J2方向の長さbが、第1の軸J1方向の長さaよりも短く構成されているため、上述のような配置で光スキャナー40を筐体9に配置することにより、光スキャナー40のZ軸方向の長さを抑えることができ、画像表示装置1の薄型化を図ることができる。

【0077】

50

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。

【0078】

検出した各レーザー光 RR、BB、GG 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 21R、21G、21B の駆動を制御する。

10

具体的には、予め、コリメーターレンズ 22R、22G、22B、ダイクロイックミラー 23R、23G、23B の各レーザー光 RR、GG、BB の反射率および透過率と、入射面 31 の各レーザー光 RR、GG、BB 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。

【0079】

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 21R からレーザー光 RR を出射する。これにより、レーザー光 RR の一部がプリズム 3 の入射面 31 で反射し、この反射光を受光素子 51 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 RR の反射率に基づいて、レーザー光源 21R から出射されたレーザー光 RR の実際の強度を求める。これにより、レーザー光 RR 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 RR 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。

20

【0080】

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 21R から所望強度のレーザー光 RR 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 GG、BB についても同様にして、レーザー光 GG、BB 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 21G、21B から所望強度のレーザー光 GG、BB 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。

30

【0081】

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

なお、前述では、画像の描画を開始する前に、レーザー光 RR 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 LL 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 41 (光反射部 414) が非描画領域 S'' に向き、描画用レーザー光 LL 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 RR 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。

40

【0082】

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 40 を駆動して可動部 41 を第 1、第 2 の軸 J1、J2 周りに揺動させるとともに、可動部 41 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 LL 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 21R、21G、21B から所定強

50

度のレーザー光RR、GG、BB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LLを所定タイミングで出射させる。これにより、対象物10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。

【0083】

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21R、21G、21B、コリメーターレンズ22R、22G、22B、ダイクロイックミラー23R、23G、23B、プリズム3、光スキャナー40および受光素子51が、XY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21R、21G、21Bから出射されたレーザー光RR、GG、BB、これらが合成された描画用レーザー光LLの光軸は、それぞれ、光スキャナー40へ入射するまでXY平面と平行な同一平面（第1面F）内に位置している。

10

【0084】

また、画像表示装置1は、プリズム3によって、第1面F内で描画用レーザー光LLの光軸を傾けているため、各構成部材（特に光スキャナー40）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にすることができ、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LLの整形を行っているため、優れた画像表示特性を發揮することができる。

20

【0085】

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。

【0086】

図9に示すように、ヘッドアップディスプレイシステム200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210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210により、フロントガラス220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200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。

30

【0087】

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10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10に示すように、ヘッドマウントディスプレイ300は、眼鏡310と、眼鏡310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310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）320に、一方の目で視認される所定の画像を表示する。

40

【0088】

表示部320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320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320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。

【0089】

なお、ヘッドマウントディスプレイ300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。

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

50

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。

【符号の説明】

【0090】

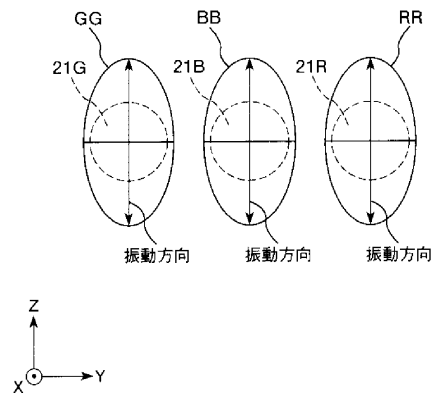
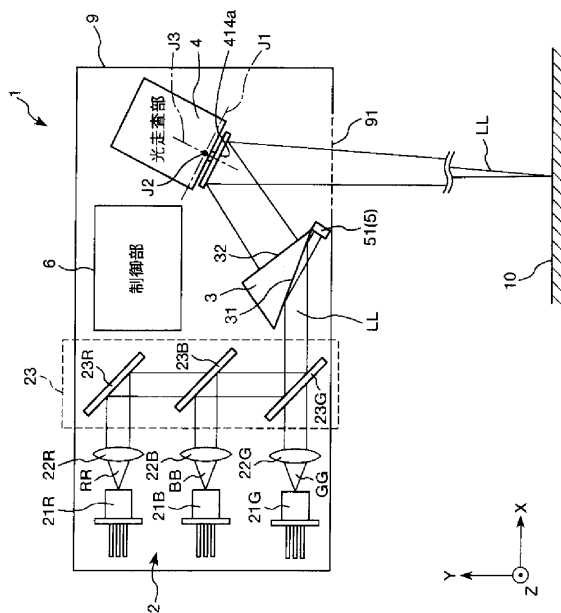
1 ... 画像表示装置 10 ... 対象物 2 ... 描画用光源ユニット 21 B ... レーザー光源
 21 G ... レーザー光源 21 R ... レーザー光源 22 B ... コリメーターレンズ 22 G ...
 コリメーターレンズ 22 R ... コリメーターレンズ 23 ... 光合成部 23 B ... ダイクロ
 イックミラー 23 G ... ダイクロイックミラー 23 R ... ダイクロイックミラー 3 ... プ
 リズム 31 ... 入射面 32 ... 出射面 4 ... 光走査部 40 ... 光スキャナー 41 ... 可動
 部 411 ... 基部 412 ... スペース 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 ... 第1の電圧発生部 492 ... 第2
 の電圧発生部 493 ... 電圧重畳部 493 a ... 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 21
 0 ... 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 310 ... 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

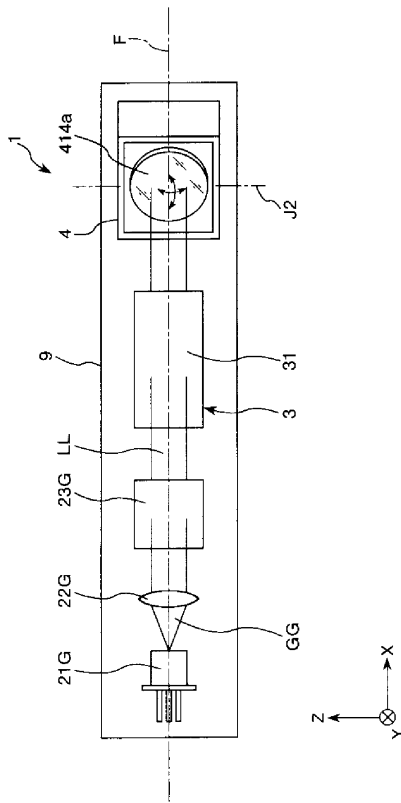
20

【図1】

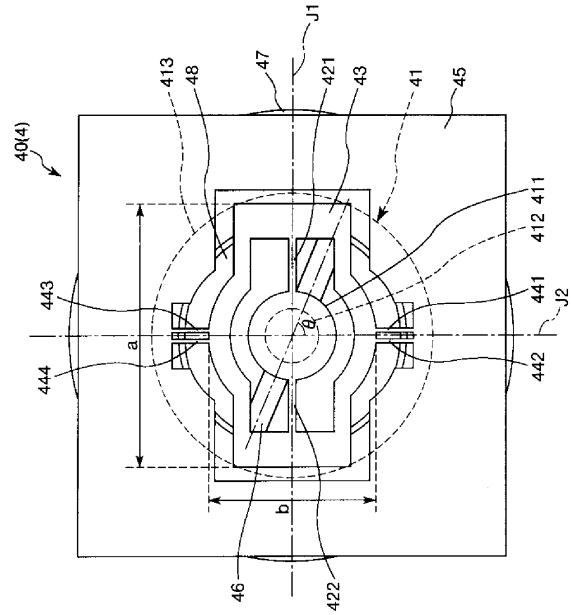
【図2】



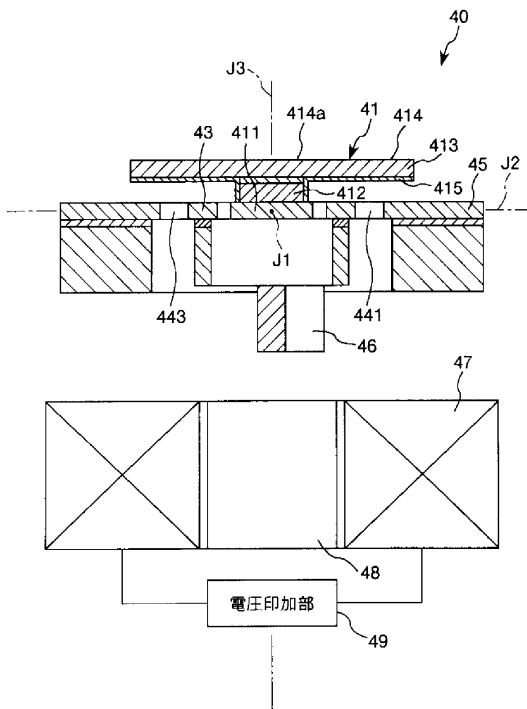
【図3】



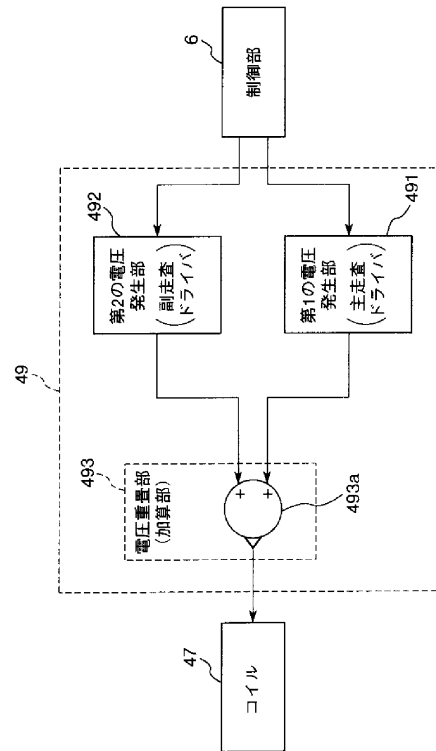
【図4】



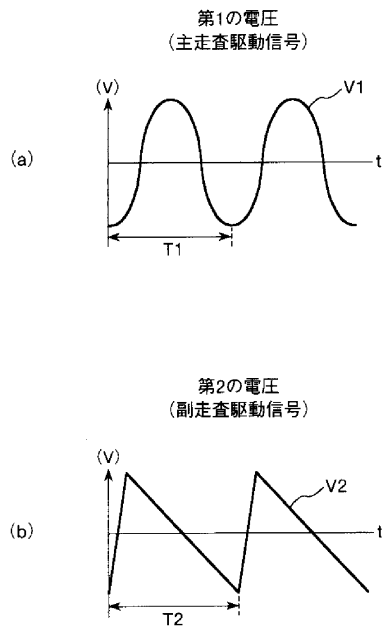
【図5】



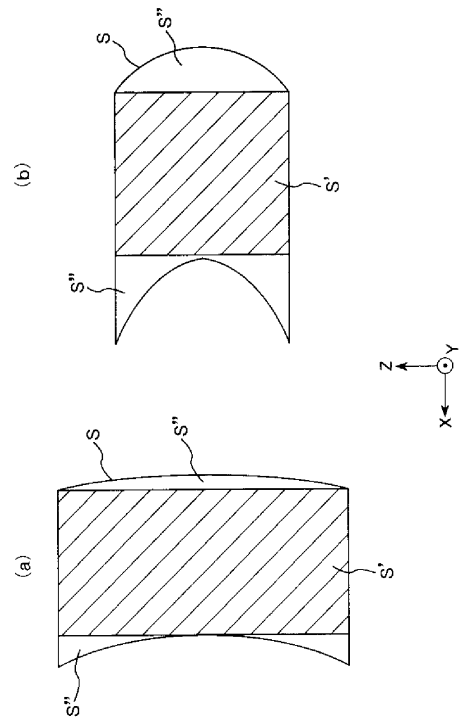
【図6】



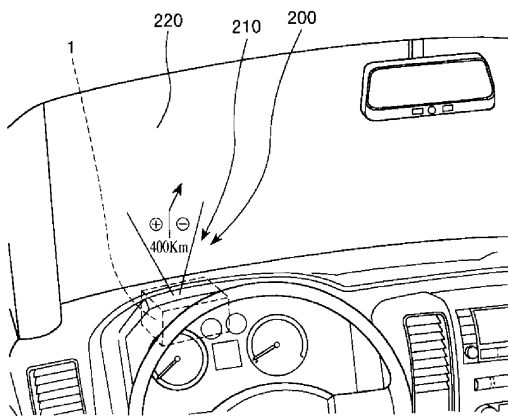
【図7】



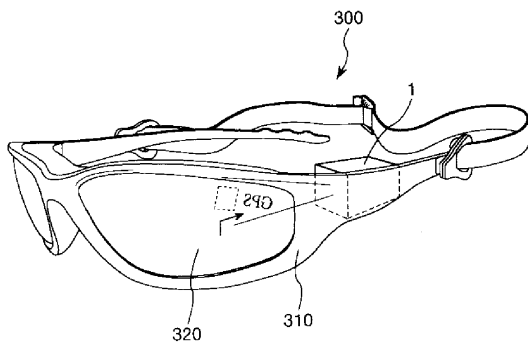
【図8】



【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 国際公開第2009/133698(WO,A1)
国際公開第2010/044205(WO,A1)
特開2010-256384(JP,A)
特開2011-180462(JP,A)
特開2010-032797(JP,A)
特開昭62-189637(JP,A)
特開2010-249966(JP,A)
特開平05-027195(JP,A)
特開2008-304726(JP,A)
特開2011-175045(JP,A)
特開2012-242626(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G 0 2 B 2 6 / 1 0 - 2 6 / 1 2
G 0 2 B 2 6 / 0 0 - 2 6 / 0 8
G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2
H 0 4 N 5 / 6 4