

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7202539号
(P7202539)

(45)発行日 令和5年1月12日(2023.1.12)

(24)登録日 令和4年12月28日(2022.12.28)

(51)国際特許分類	F I
G 02 B 27/01 (2006.01)	G 02 B 27/01
G 02 B 26/08 (2006.01)	G 02 B 26/08 E
G 02 B 26/10 (2006.01)	G 02 B 26/10 104Z
H 04 N 5/74 (2006.01)	H 04 N 5/74 A
	G 02 B 26/10 C

請求項の数 8 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-193809(P2018-193809)	(73)特許権者	000006747
(22)出願日	平成30年10月12日(2018.10.12)		株式会社リコー
(65)公開番号	特開2019-164324(P2019-164324)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
	A)	(74)代理人	100098626
(43)公開日	令和1年9月26日(2019.9.26)	(72)発明者	弁理士 黒田 壽
審査請求日	令和3年7月26日(2021.7.26)		平川 真
(31)優先権主張番号	特願2018-50900(P2018-50900)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株
(32)優先日	平成30年3月19日(2018.3.19)		式会社リコー内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	市井 大輔

神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目2番
地3 リコーインダストリアルソリューションズ株式会社内

審査官 山本 貴一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像表示装置、画像投写装置及び移動体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像をスクリーンに表示する画像表示装置において、
画像形成素子を有し、
前記スクリーンと前記画像形成素子との間に光を反射する作用のある光学部材を有し、
前記光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されており、
前記光学部材は、前記スクリーンに近い側の第一光学部材と、前記スクリーンから遠い側の第二光学部材とを有し、
前記第二光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記第一光学部材を介して前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】

請求項1に記載の画像表示装置において、

前記画像を前記スクリーンに形成するために光源からの光により前記スクリーンを光走査する光走査部材を有し、

前記光学部材は、前記光走査部材からの光を前記スクリーンへ案内するものであることを特徴とする画像表示装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の画像表示装置において、

前記光学部材は、前記法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が前記画像の短辺に沿った方向における前記スクリーンの外側を通るように配置されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の画像表示装置において、

前記光学部材は、前記法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が前記画像の長辺に沿った方向における前記スクリーンの外側を通るように配置されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置において、

前記スクリーンは、透過型のスクリーンであることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置において、

前記スクリーンは、反射型のスクリーンであることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置と、

前記画像表示装置によって前記スクリーンに形成された画像を投写する投写光学系とを有することを特徴とする画像投写装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置、又は、請求項 7 に記載の画像投写装置を備えることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示装置、画像投写装置及び移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、画像をスクリーンに表示する画像表示装置が知られている。当該画像表示装置に表示された画像は、例えばヘッドアップディスプレイ (H U D) 装置の中間画像として利用できる。

【0003】

特許文献 1 には、車両 (移動体) に搭載されるヘッドアップディスプレイ (H U D) 装置 (画像投写装置) に適用された画像表示装置が開示されている。この画像表示装置は、マイクロミラーがアレイ状に配置されたスクリーンを光走査器により光走査することで、スクリーン上に中間画像を形成する。形成された中間画像は、反射面を有する拡大鏡により拡大されて投写される。この画像表示装置では、拡大鏡の反射面へと入射した外光がスクリーンに向かい、スクリーンで反射しても、その反射光が拡大鏡の反射面には戻らないように、スクリーンと拡大鏡との光学位置関係が規定されている。この画像表示装置によれば、スクリーンで反射した外光が画像に重なって画像の視認性を低下させる事態を抑制することができるとされている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の画像表示装置では、スクリーンから更に光源側へと進入した外光が、この光源側に配置された光反射部材又は光透過部材からなる光学部材の光出射面で反射する場合がある。この場合、その反射した外光は、画像光と同じ光路でスクリーンに入射し、画像に重なって画像の視認性を低下させる事態を引き起こす。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するために、本発明は、画像をスクリーンに表示する画像表示装置

10

20

30

40

50

において、画像形成素子を有し、前記スクリーンと前記画像形成素子との間に光を反射する作用のある光学部材を有し、前記光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されており、前記光学部材は、前記スクリーンに近い側の第一光学部材と、前記スクリーンから遠い側の第二光学部材とを有し、前記第二光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記第一光学部材を介して前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、スクリーンから光源側へと進入した外光が光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光により画像の視認性を低下させることを抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態における画像表示装置の一例を示す概略図。

【図2】同画像表示装置の一例のハードウェア構成図。

【図3】同画像表示装置の制御装置の一例の機能ブロック図。

【図4】同画像表示装置に係る処理の一例のフローチャート。

【図5】同画像表示装置の光偏向器の一例を+Z方向から見たときの平面図。

【図6】図5に示す光偏向器のP-P'断面図。

20

【図7】図5に示す光偏向器のQ-Q'断面図。

【図8】光偏向器の第二駆動部の変形を模式的に表した模式図。

【図9】(a)は、光偏向器の圧電駆動部群Aに印加される駆動電圧Aの波形の一例を示すグラフ図。(b)は、光偏向器の圧電駆動部群Bに印加される駆動電圧Bの波形の一例を示すグラフ図。(c)は、(a)の駆動電圧の波形と(b)の駆動電圧の波形を重ね合わせた一例を示すグラフ図。

【図10】同画像表示装置による光走査を説明する図。

【図11】同画像表示装置を適用したヘッドアップディスプレイ装置を搭載した自動車の一例の概略図。

【図12】同ヘッドアップディスプレイ装置の一例の概略図である。

30

【図13】外光により投写画像の視認性が低下する状況を示す説明図。

【図14】図13に示す平面ミラーを曲面ミラーに置き換えた場合において、外光により投写画像の視認性が低下する状況を示す説明図。

【図15】実施形態における平面ミラーの配置構成を示す説明図。

【図16】図15に示す平面ミラーを曲面ミラーに置き換えた場合における配置構成を示す説明図。

【図17】変形例1におけるIRカットフィルターの配置構成を示す説明図。

【図18】変形例2における第一平面ミラー及び第二平面ミラーの配置構成を示す説明図。

【図19】図18にしめす第一平面ミラーをレンズに置き換えた場合の配置構成を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

40

【0008】

以下、本発明の一実施形態について説明する。

まず、図面を参照して、本実施形態に係る画像表示装置について説明する。

【0009】

図1は、本実施形態における画像表示装置の一例を示す概略図である。

図1に示すように、画像表示装置10は、制御装置11の制御に従って光源装置12から照射された光を光走査部材としての光偏向器13が有する反射面14により偏向してスクリーン部材15を光走査して中間画像を形成する。光偏向器13により光走査可能な領域である走査可能領域16は、有効走査領域17を含む。本実施形態において、スクリーンは、スクリーン部材15の光入射面上における少なくとも有効走査領域17を含む部分

50

を意味する。

【0010】

画像表示装置10は、制御装置11、光源装置12、光偏向器13、第一受光器18、第二受光器19により構成される。

【0011】

制御装置11は、例えばCPU(Central Processing Unit)及びFPGA(Field-Programmable Gate Array)等を備えた電子回路ユニットである。光源装置12は、例えばレーザ光を照射するレーザ装置である。光偏向器13は、例えば反射面14を有し、反射面14を可動可能なMEMS(Micro Electromechanical Systems)デバイスである。スクリーン部材15は、例えば光拡散部材であり、具体的には、マイクロレンズが二次元配置されたマイクロレンズアレイである。なお、スクリーン部材15は、光拡散板など他の部材であってもよく、また必ずしも光拡散部材である必要はない。第一受光器18及び第二受光器19は、例えば光を受光して受光信号を出力するPD(Photo Diode)である。

10

【0012】

制御装置11は、外部装置等から取得した光走査情報(画像情報)に基づいて光源装置12及び光偏向器13の制御信号を生成し、制御信号に基づいて光源装置12及び光偏向器13に駆動信号を出力する。また、光源装置12から出力される信号、光偏向器13から出力される信号、第一受光器18から出力される第一受光信号、第二受光器19から出力される第二受光信号に基づいて、光源装置12と光偏向器13の同期や制御信号の生成を行う。

20

【0013】

光源装置12は、制御装置11から入力された駆動信号に基づいて光源の照射を行う。

【0014】

光偏向器13は、制御装置11から入力された駆動信号に基づいて反射面14を一軸方向(一次元方向)又は二軸方向(二次元方向)の少なくともいずれかに可動させ、光源装置12からの光を偏向する。なお、駆動信号は、所定の駆動周波数を有する信号である。光偏向器13は、所定の固有振動数(共振周波数とも呼ぶ。)を有している。

【0015】

これにより、例えば、光走査情報(画像情報)に基づいた制御装置11の制御によって、光偏向器13の反射面14を所定の範囲で2軸方向に往復可動させ、反射面14に入射する光源装置12からの照射光を偏向して光走査することにより、スクリーン部材15に任意の中間画像を形成(投影)することができる。

30

【0016】

なお、光偏向器13の詳細及び制御装置11による制御の詳細については後述する。

【0017】

次に、図2を参照して、画像表示装置の一例のハードウェア構成について説明する。

図2は、画像表示装置の一例のハードウェア構成図である。

図2に示すように、画像表示装置10は、制御装置11、光源装置12、光偏向器13、第一受光器18、第二受光器19を備え、それぞれが電気的に接続されている。その中でも制御装置11の詳細について以下に説明する。

40

【0018】

制御装置11は、CPU20、RAM(Random Access Memory)21、ROM(Read Only Memory)22、FPGA23、外部I/F24、光源装置ドライバ25、光偏向器ドライバ26を備えている。

【0019】

CPU20は、ROM22等の記憶装置からプログラムやデータをRAM21上に読み出し、処理を実行して、制御装置11の全体の制御や機能を実現する演算装置である。RAM21は、プログラムやデータを一時保持する揮発性の記憶装置である。

【0020】

50

R O M 2 2 は、電源を切ってもプログラムやデータを保持することができる不揮発性の記憶装置であり、C P U 2 0 が画像表示装置1 0 の各機能を制御するために実行する処理用プログラムやデータを記憶している。

【 0 0 2 1 】

F P G A 2 3 は、C P U 2 0 の処理に従って、光源装置ドライバ2 5 及び光偏向器ドライバ2 6 に適した制御信号を出力する回路である。また、光源装置ドライバ2 5 及び光偏向器ドライバ2 6 を介して光源装置1 2 及び光偏向器1 3 の出力信号を取得し、さらに第一受光器1 8 及び第二受光器1 9 から受光信号を取得し、出力信号及び受光信号に基づいて制御信号を生成する。

【 0 0 2 2 】

外部I / F 2 4 は、例えば外部装置やネットワーク等とのインターフェースである。外部装置には、例えば、P C (Personal Computer) 等の上位装置、U S B メモリ、S D カード、C D、D V D、H D D、S S D 等の記憶装置が含まれる。また、ネットワークは、例えば自動車のC A N (Controller Area Network) やL A N (Local Area Network) 、車車間通信、インターネット等である。外部I / F 2 4 は、外部装置との接続又は通信を可能にする構成であればよく、外部装置ごとに外部I / F 2 4 が用意されてもよい。

【 0 0 2 3 】

光源装置ドライバ2 5 は、入力された制御信号に従って光源装置1 2 に駆動電圧等の駆動信号を出力する電気回路である。

【 0 0 2 4 】

光偏向器ドライバ2 6 は、入力された制御信号に従って光偏向器1 3 に駆動電圧等の駆動信号を出力する電気回路である。

【 0 0 2 5 】

制御装置1 1 において、C P U 2 0 は、外部I / F 2 4 を介して外部装置やネットワークから光走査情報を取得する。なお、C P U 2 0 が光走査情報を取得することができる構成であればよく、制御装置1 1 内のR O M 2 2 やF P G A 2 3 に光走査情報を格納する構成としてもよいし、制御装置1 1 内に新たにS S D 等の記憶装置を設けて、その記憶装置に光走査情報を格納する構成としてもよい。

【 0 0 2 6 】

ここで、光走査情報とは、光源装置1 2 と光偏向器1 3 によりスクリーン部材1 5 にどのように光走査させるかを示した情報であり、具体的には、例えば、光走査により中間画像を表示する場合の画像データである。

【 0 0 2 7 】

次に、図3を参照して、画像表示装置1 0 の制御装置1 1 の機能構成について説明する。

図3は、画像表示装置の制御装置の一例の機能ブロック図である。

本実施形態に係る制御装置1 1 は、C P U 2 0 の命令及び図2に示したハードウェア構成によって、次に説明する機能構成を実現することができる。

【 0 0 2 8 】

図3に示すように、制御装置1 1 は、機能として制御部3 0 と駆動信号出力部3 1 とを有する。制御部3 0 は、例えばC P U 2 0 、F P G A 2 3 等により実現される制御手段であり、光走査情報や各デバイスからの信号を取得し、それらに基づいて制御信号を生成して駆動信号出力部3 1 に出力する。

【 0 0 2 9 】

例えば、制御部3 0 は、外部装置等から画像データを光走査情報として取得し、所定の処理により画像データから制御信号を生成して駆動信号出力部3 1 に出力する。また、制御部3 0 は、駆動信号出力部3 1 を介して光源装置1 2 、光偏向器1 3 の各出力信号を取得し、各出力信号に基づいて制御信号を生成する。さらに、制御部3 0 は、第一受光器1 8 及び第二受光器1 9 の各受光信号を取得し、各受光信号に基づいて制御信号を生成する。

【 0 0 3 0 】

駆動信号出力部3 1 は、光源装置ドライバ2 5 、光偏向器ドライバ2 6 等により実現さ

10

20

30

40

50

れ、入力された制御信号に基づいて光源装置 1 2 又は光偏向器 1 3 に駆動信号を出力する。駆動信号出力部 3 1 は例えば駆動電圧を光源装置 1 2 又は光偏向器 1 3 に印加する印加手段として機能する。駆動信号出力部 3 1 は、駆動信号を出力する対象ごとに設けられてもよい。

【 0 0 3 1 】

なお、駆動信号は、光源装置 1 2 又は光偏向器 1 3 の駆動を制御するための信号である。例えば、光源装置 1 2 においては、光源の照射タイミング及び照射強度を制御する駆動電圧である。また、例えば、光偏向器 1 3 においては、光偏向器 1 3 の有する反射面 1 4 を可動させるタイミング及び可動範囲を制御する駆動電圧である。

【 0 0 3 2 】

次に、図 4 を参照して、画像表示装置 1 0 がスクリーン部材 1 5 を光走査する処理について説明する。

図 4 は、画像表示装置に係る処理の一例のフローチャートである。

ステップ S 1 1 において、制御部 3 0 は、外部装置等から光走査情報を取得する。また、制御部 3 0 は、駆動信号出力部 3 1 を介して光源装置 1 2 、光偏向器 1 3 の各出力信号をそれぞれ取得し、第一受光器 1 8 及び第二受光器 1 9 の各受光信号をそれぞれ取得する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 2 において、制御部 3 0 は、取得した光走査情報、各出力信号、各受光信号から制御信号を生成し、制御信号を駆動信号出力部 3 1 に出力する。このとき、起動時は各出力信号、各受光信号を取得できない場合があるため、起動時は別ステップにより所定動作を行ってもよい。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 3 において、駆動信号出力部 3 1 は、入力された制御信号に基づいて駆動信号を光源装置 1 2 及び光偏向器 1 3 に出力する。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 4 において、光源装置 1 2 は、入力された駆動信号に基づいて光照射を行う。また、光偏向器 1 3 は、入力された駆動信号に基づいて反射面 1 4 の可動を行う。光源装置 1 2 及び光偏向器 1 3 の駆動により、任意の方向に光が偏向され、光走査される。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態の画像表示装置 1 0 では、1 つの制御装置 1 1 が光源装置 1 2 及び光偏向器 1 3 を制御する装置及び機能を有しているが、光源装置用の制御装置と光偏向器用の制御装置を別体に設けてもよい。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態の画像表示装置 1 0 では、一つの制御装置 1 1 に光源装置 1 2 及び光偏向器 1 3 の制御部 3 0 の機能及び駆動信号出力部 3 1 の機能を設けているが、これらの機能は別体として存在していてもよく、例えば制御部 3 0 を有した制御装置 1 1 とは別に駆動信号出力部 3 1 を有した駆動信号出力装置を設ける構成としてもよい。

【 0 0 3 8 】

次に、図 5 ~ 図 7 を参照して、光偏向器について詳細に説明する。

図 5 は、2 軸方向に光偏向可能な両持ちタイプの光偏向器の平面図である。

図 6 は、図 5 の P - P' 断面図である。

図 7 は図 5 の Q - Q' 断面図である。

【 0 0 3 9 】

図 5 に示すように、光偏向器 1 3 は、入射した光を反射するミラー部 1 0 1 と、ミラー部に接続され、ミラー部を Y 軸に平行な第一軸周りに駆動する第一駆動部 1 1 0 a , 1 1 0 b と、ミラー部及び第一駆動部を支持する第一支持部 1 2 0 と、第一支持部に接続され、ミラー部及び第一支持部を X 軸に平行な第二軸周りに駆動する第二駆動部 1 3 0 a , 1 3 0 b と、第二駆動部を支持する第二支持部 1 4 0 と、第一駆動部及び第二駆動部及び制御装置に電気的に接続される電極接続部 1 5 0 と、を有する。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

光偏向器 13 は、例えば、1枚の S O I (Silicon On Insulator) 基板上に反射面 14 や第一圧電駆動部 112a, 112b、第二圧電駆動部 131a ~ 131f、132a ~ 132f、電極接続部 150 等を形成した後にエッティング処理等で基板を成形することで、各構成部が一体的に形成されている。なお、前記の各構成部の形成は、S O I 基板の成形後に行ってもよいし、S O I 基板の成形中に行ってもよい。

【0041】

S O I 基板は、単結晶シリコン (S i) からなる第一シリコン層の上に酸化シリコン層 162 が設けられ、その酸化シリコン層 162 の上にさらに単結晶シリコンからなる第二シリコン層が設けられている基板である。以降、第一シリコン層をシリコン支持層 161、第二シリコン層をシリコン活性層 163 とする。なお、S O I 基板は、焼結してシリコン活性層 163 の表面に酸化シリコン層 164 を形成した後に使用される。

10

【0042】

シリコン活性層 163 は、X 軸方向又はY 軸方向に対して Z 軸方向への厚みが小さいため、シリコン活性層 163、又はシリコン活性層 163 と酸化シリコン層 164 で構成された部材は、弾性を有する弾性部としての機能を備える。なお、本実施形態では、シリコン活性層 163 と下部電極 201 の電気的接触を抑制するために酸化シリコン層 164 を設けているが、酸化シリコン層 164 は絶縁性を有する別の材質に置き換えるてもよい。

【0043】

なお、S O I 基板は、必ず平面状である必要はなく、曲率等を有していてもよい。また、エッティング処理等により一体的に成形でき、部分的に弾性を持たせることができる基板であれば光偏向器 13 の形成に用いられる部材は S O I 基板に限られない。

20

【0044】

ミラー部 101 は、例えば、円形状のミラー部基体 102 と、ミラー部基体の + Z 側の面上に形成された反射面 14 とから構成される。ミラー部基体 102 は、例えば、シリコン活性層 163 と酸化シリコン層 164 から構成される。

【0045】

反射面 14 は、例えば、アルミニウム、金、銀等を含む金属薄膜で構成される。また、ミラー部 101 は、ミラー部基体 102 の - Z 側の面にミラー部補強用のリブが形成されていてもよい。

30

【0046】

リブは、例えば、シリコン支持層 161 及び酸化シリコン層 162 から構成され、可動によって生じる反射面 14 の歪みを抑制することができる。

【0047】

第一駆動部 110a, 110b は、ミラー部基体 102 に一端が接続し、第一軸方向にそれぞれ延びてミラー部 101 を可動可能に支持する 2 つのトーションバー 111a, 111b と、一端がトーションバーに接続され、他端が第一支持部の内周部に接続される第一圧電駆動部 112a, 112b と、から構成される。

【0048】

図 6 に示すように、トーションバー 111a, 111b は、シリコン活性層 163 と酸化シリコン層 164 から構成される。また、第一圧電駆動部 112a, 112b は、弾性部であるシリコン活性層 163 と酸化シリコン層 164 の + Z 側の面上に下部電極 201、圧電部 202、上部電極 203 の順に形成されて構成される。

40

【0049】

上部電極 203 及び下部電極 201 は、例えば金 (A u) 又は白金 (P t) 等から構成される。圧電部 202 は、例えば、圧電材料である P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) からなる。

【0050】

図 5 に戻り、第一支持部 120 は、例えば、シリコン支持層 161、酸化シリコン層 162、シリコン活性層 163、酸化シリコン層 164 から構成され、ミラー部 101 を囲うように形成された矩形形状の支持体である。

50

【0051】

第二駆動部 130a, 130b は、例えば、折り返すように連結された複数の第二圧電駆動部 131a ~ 131f, 132a ~ 132f から構成されており、第二駆動部 130a, 130b の一端は第一支持部 120 の外周部に接続され、他端は第二支持部 140 の内周部に接続されている。このような蛇行状構造をミアンダ構造と呼ぶ。また、第二圧電駆動部のように 1 つの梁と駆動力を有する部材で構成されている構造を駆動カンチレバーとも呼ぶ。

【0052】

このとき、第二駆動部 130a と第一支持部 120 の接続箇所及び第二駆動部 130b と第一支持部 120 の接続箇所、さらに第二駆動部 130a と第二支持部 140 の接続箇所及び第二駆動部 130b と第二支持部 140 の接続箇所は、反射面 14 の中心に対して点対称となっている。

10

【0053】

図 7 に示すように、第二駆動部 130a, 130b は、弾性部であるシリコン活性層 163、酸化シリコン層 164 の +Z 側の面上に下部電極 201、圧電部 202、上部電極 203 の順に形成されて構成される。上部電極 203 及び下部電極 201 は、例えば金 (Au) 又は白金 (Pt) 等から構成される。圧電部 202 は、例えば、圧電材料である PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) からなる。

【0054】

図 5 に戻り、第二支持部 140 は、例えば、シリコン支持層 161、酸化シリコン層 162、シリコン活性層 163、酸化シリコン層 164 から構成され、ミラー部 101、第一駆動部 110a, 110b、第一支持部 120 及び第二駆動部 130a, 130b を囲うように形成された矩形の支持体である。

20

【0055】

電極接続部 150 は、例えば、第二支持部 140 の +Z 側の面上に形成され、第一圧電駆動部 112a, 112b、第二圧電駆動部 131a ~ 131f の各上部電極 203 及び各下部電極 201、及び制御装置 11 にアルミニウム (Al) 等の電極配線を介して電気的に接続されている。

【0056】

なお、本実施形態では、圧電部 202 が弾性部であるシリコン活性層 163、酸化シリコン層 164 の一面 (+Z 側の面) のみに形成された場合を一例として説明したが、弾性部の他の面 (例えば -Z 側の面) に設けても良いし、弾性部の一面及び他面の双方に設けても良い。

30

【0057】

また、ミラー部 101 を第一軸周り又は第二軸周りに駆動可能であれば、各構成部の形状は実施形態の形状に限定されない。例えば、トーションバー 111a, 111b や第一圧電駆動部 112a, 112b が曲率を有した形状を有していてもよい。

【0058】

さらに、第一駆動部 110a, 110b の上部電極 203 の +Z 側の面上、第一支持部の +Z 側の面上、第二駆動部 130a, 130b の上部電極 203 の +Z 側の面上、第二支持部の +Z 側の面上の少なくともいずれかに酸化シリコン膜からなる絶縁層が形成されていてもよい。このとき、絶縁層の上に電極配線を設け、また、上部電極 203 又は下部電極 201 と電極配線とが接続される接続スポットに、開口部として部分的に絶縁層を除去又は絶縁層を形成しないことにより、第一駆動部 110a, 110b、第二駆動部 130a, 130b 及び電極配線の設計自由度をあげ、さらに電極同士の接触による短絡を抑制することができる。なお、絶縁層は絶縁性を有する部材であればよく、また、薄膜化等により反射防止材としての機能を備えさせてもよい。

40

【0059】

次に、光偏向器の第一駆動部及び第二駆動部を駆動させる制御装置の制御の詳細について説明する。

50

第一駆動部 110a, 110b、第二駆動部 130a, 130b が有する圧電部 202 は、分極方向に正又は負の電圧が印加されると印加電圧の電位に比例した変形（例えば、伸縮）が生じ、いわゆる逆圧電効果を発揮する。第一駆動部 110a, 110b、第二駆動部 130a, 130b は、前記の逆圧電効果を利用してミラー部 101 を可動させる。このとき、ミラー部 101 の反射面 14 に入射した光束が偏向される角度を振れ角とよぶ。振れ角は光偏向器 13 による偏向度合いを示している。圧電部 202 に電圧を印加していないときの振れ角をゼロとし、その角度よりも偏向角度が大きい場合を正の振れ角、小さい場合を負の振れ角とする。

【0060】

まず、第一駆動部 110a, 110b を駆動させる制御装置 11 の制御について説明する。

10

第一駆動部 110a, 110b では、第一圧電駆動部 112a, 112b が有する圧電部 202 に、上部電極 203 及び下部電極 201 を介して駆動電圧が並列に印加されると、それぞれの圧電部 202 が変形する。この圧電部 202 の変形による作用により、第一圧電駆動部 112a, 112b が屈曲変形する。

【0061】

その結果、2つのトーションバー 111a, 111b のねじれを介してミラー部 101 に第一軸周りの駆動力が作用し、ミラー部 101 が第一軸周りに可動する。第一駆動部 110a, 110b に印加される駆動電圧は、制御装置 11 によって制御される。

【0062】

このとき、制御装置 11 によって、第一駆動部 110a, 110b が有する第一圧電駆動部 112a, 112b に所定波形の駆動電圧を並行して印加することで、ミラー部 101 を、第一軸周りに所定の正弦波形の駆動電圧の周期で可動させることができる。さらに、例えば、所定波形電圧の周波数がトーションバー 111a, 111b の共振周波数と同程度である約 20 kHz に設定された場合、トーションバー 111a, 111b のねじれによる共振が生じるのを利用して、ミラー部 101 を約 20 kHz で共振振動させることができる。

20

【0063】

次に、図 8 を参照して、第二駆動部を駆動させる制御装置の制御について説明する。

図 8 は、光偏向器の第二駆動部 130a, 130b の駆動を模式的に表した模式図である。斜線で表されている領域がミラー部 101 等である。

30

【0064】

第二駆動部 130a が有する複数の第二圧電駆動部 131a ~ 131f のうち、最もミラー部に距離が近い第二圧電駆動部 131a から数えて偶数番目の第二圧電駆動部、すなわち第二圧電駆動部 131b, 131d, 131f を圧電駆動部群 A (第一アクチュエータとも呼ぶ。) とする。

【0065】

また、さらに第二駆動部 130b が有する複数の第二圧電駆動部 132a ~ 132f のうち、最もミラー部に距離が近い第二圧電駆動部 132a から数えて奇数番目の第二圧電駆動部、すなわち第二圧電駆動部 132c, 132e を同様に圧電駆動部群 A とする。圧電駆動部群 A は、駆動電圧が並行に印加されると、図 8 (a) に示すように、圧電駆動部群 A が同一方向に屈曲変形し、正の振れ角となるようにミラー部 101 が第二軸周りに可動する。

40

【0066】

また、第二駆動部 130a が有する複数の第二圧電駆動部 131a ~ 131f のうち、最もミラー部に距離が近い第二圧電駆動部 131a から数えて奇数番目の第二圧電駆動部、すなわち第二圧電駆動部 131a, 131c, 131e を圧電駆動部群 B (第二アクチュエータとも呼ぶ。) とする。

【0067】

また、さらに第二駆動部 130b が有する複数の第二圧電駆動部 132a ~ 132f の

50

うち、最もミラー部に距離が近い第二圧電駆動部 132a から数えて偶数番目の第二圧電駆動部、すなわち第二圧電駆動部 132b, 132d, 132f を同様に圧電駆動部群 B とする。圧電駆動部群 B は、駆動電圧が並行に印加されると、図 8 (c) に示すように、圧電駆動部群 B が同一方向に屈曲変形し、負の振れ角となるようにミラー部 101 が第二軸周りに可動する。

【0068】

また、図 8 (b) に示すように、電圧が印加されていない、又は、電圧印加による圧電駆動部群 A によるミラー部 101 の可動量と電圧印加による圧電駆動部群 B によるミラー部 101 の可動量が釣り合っている時は、振れ角はゼロとなる。

【0069】

図 8 (a)、(c) に示すように、第二駆動部 130a, 130b では、圧電駆動部群 A が有する複数の圧電部 202 又は圧電駆動部群 B が有する複数の圧電部 202 を屈曲変形させることにより、屈曲変形による可動量を累積させ、ミラー部 101 の第二軸周りの振れ角を大きくすることができる。また、図 8 (a) ~ 図 8 (c) を連続的に繰り返すように第二圧電駆動部に駆動電圧を印加することにより、ミラー部を第二軸周りに駆動させることができる。

【0070】

第二駆動部 130a, 130b に印加される駆動信号 (駆動電圧) は、制御装置 11 によって制御される。

図 9 を参照して、圧電駆動部群 A に印加される駆動電圧 (以下「駆動電圧 A」という。)、圧電駆動部群 B に印加される駆動電圧 (以下「駆動電圧 B」という。) について説明する。また、駆動電圧 A (第一駆動電圧) を印加する印加手段を第一印加手段、駆動電圧 B (第二駆動電圧) を印加する印加手段を第二印加手段とする。

【0071】

図 9 (a) は、光偏向器の圧電駆動部群 A に印加される駆動電圧 A の波形の一例である。図 9 (b) は、光偏向器の圧電駆動部群 B に印加される駆動電圧 B の波形の一例である。図 9 (c) は、駆動電圧 A の波形と駆動電圧 B の波形を重ね合わせた図である。

【0072】

図 9 (a) に示すように、圧電駆動部群 A に印加される駆動電圧 A の波形は、例えば、ノコギリ波状の波形であり、周波数は、例えば 60 Hz である。また、駆動電圧 A の波形は、電圧値が極小値から次の極大値まで増加していく立ち上がり期間の時間幅を T_{rA} 、電圧値が極大値から次の極小値まで減少していく立ち下がり期間の時間幅を T_{fA} としたとき、例えば、 $T_{rA} : T_{fA} = 8.5 : 1.5$ となる比率があらかじめ設定されている。このとき、一周期に対する T_{rA} の比率を駆動電圧 A のシンメトリという。

【0073】

図 9 (b) に示すように、圧電駆動部群 B に印加される駆動電圧 B の波形は、例えば、ノコギリ波状の波形であり、周波数は、例えば 60 Hz である。また、駆動電圧 B の波形は、電圧値が極小値から次の極大値まで増加していく立ち上がり期間の時間幅を T_{rB} 、電圧値が極大値から次の極小値まで減少していく立ち下がり期間の時間幅を T_{fB} としたとき、例えば、 $T_{fB} : T_{rB} = 8.5 : 1.5$ となる比率があらかじめ設定されている。このとき、一周期に対する T_{fB} の比率を駆動電圧 B のシンメトリという。

【0074】

また、図 9 (c) に示すように、例えば、駆動電圧 A の波形の周期 T_A と駆動電圧 B の波形の周期 T_B は、同一となるように設定されている。このとき、駆動電圧 A と駆動電圧 B は位相差 d を有している。

【0075】

なお、駆動電圧 A 及び駆動電圧 B のノコギリ波状の波形は、例えば、正弦波の重ね合わせによって生成される。また、駆動電圧 A 及び駆動電圧 B の周波数 (駆動周波数 f_s) は、光偏向器 13 の最低次の固有振動数 ($f(1)$) の半整数倍であることが望ましい。例えば、 f_s を $f(1)$ の $1/5.5$ 倍、 $1/6.5$ 倍、 $1/7.5$ 倍のいずれかにするの

10

20

30

40

50

が望ましい。これにより、半整数倍にすることで駆動周波数の高調波成分による振動を抑制できる。このような光走査にとって悪影響をおよぼす振動を不要振動とよぶ。

【0076】

また、本実施形態では、駆動電圧A, Bとしてノコギリ波状の波形の駆動電圧を用いているが、これに限らず、ノコギリ波状の波形の頂点を丸くした波形の駆動電圧や、ノコギリ波状の波形の直線領域を曲線とした波形の駆動電圧など、光偏向器のデバイス特性に応じて波形をえることも可能である。この場合、シンメトリーは、一周期に対する立ち上がり時間の比率、又は一周期に対する立ち下がり時間の比率となる。このとき、立ち上がり時間、立ち下がり時間のどちらを基準にするかは、任意に設定してもよい。

【0077】

図10を参照して、画像表示装置10による光走査方式について説明する。

図10は、画像表示装置における光走査を説明する図である。

画像表示装置10は、光源装置12からの光を光偏向器13によって2方向に光を偏向し、図10に示すようにスクリーン部材15上の有効走査領域17を含む走査可能領域16を光走査する。上述したように、2方向のうち、1方向（以下「X軸方向」という。）には正弦波駆動信号によって光偏向器の反射面を共振による高速駆動を用いて光走査し、もう1方向（以下「Y軸方向」という。）にはノコギリ波状駆動信号によって光偏向器の反射面を非共振による低速駆動を用いて光走査する。このような2方向の光走査によりジグザグに光走査する駆動方式はラスタースキャン方式ともよばれる。

【0078】

前記駆動方式においては、有効走査領域17ではY軸方向は一定の速度で光走査できることが望ましい。これは、Y軸方向の走査速度が一定でないと、例えば光走査による画像投写を行う際に、投写画像の輝度ムラや揺らぎ等が生じ、投写画像の劣化を招くためである。このようなY軸方向の走査速度は、光偏向器13の反射面14の第二軸周りの可動速度、すなわち、反射面14の第二位軸周りの振れ角の時間変化を有効走査領域17において一定にすることが求められる。

【0079】

次に、図11及び図12を参照して、本実施形態の画像表示装置10を説明するとともに、この画像表示装置10を適用した画像投写装置について詳細に説明する。

図11は、画像投写装置の一例であるヘッドアップディスプレイ装置500を搭載した移動体としての車両である自動車400の実施形態に係る概略図である。

図12はヘッドアップディスプレイ装置500の一例の概略図である。

【0080】

図11に示すように、ヘッドアップディスプレイ装置500は、例えば、自動車400のウインドシールド（フロントガラス401等）の付近に設置される。ヘッドアップディスプレイ装置500から発せられる投写光（画像光）Lがフロントガラス401で反射され、ユーザーである観察者（運転者402）に向かう。これにより、運転者402は、ヘッドアップディスプレイ装置500によって投写された画像等を虚像として視認することができる。なお、ウインドシールドの内壁面にコンバイナを設置し、コンバイナによって反射する画像光によってユーザーに虚像を視認させる構成にしてもよい。

【0081】

図12に示すように、ヘッドアップディスプレイ装置500は、赤色、緑色、青色のレーザ光源501R, 501G, 501Bからレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、各レーザ光源に対して設けられるコリメータレンズ502, 503, 504と、2つのダイクロイックミラー505, 506と、光量調整部507と、から構成される入射光学系を経た後、反射面14を有する光偏向器13にて偏向される。そして、偏向されたレーザ光は、平面ミラー509を経てスクリーン部材15上のスクリーンに結像されて中間画像を形成する。中間画像を形成するレーザ光は、スクリーン部材15を透過して、投写ミラー511から構成される投写光学系により投写される。スクリーン部材15には、第一受光器18、第二受光器19が設けられており、各受光信号を用いて画像表示装置10

10

20

30

40

50

の調整が行われる。

【0082】

なお、前記ヘッドアップディスプレイ装置500では、レーザ光源501R, 501G, 501B、コリメータレンズ502, 503, 504、ダイクロイックミラー505, 506は、光源ユニット530として光学ハウジングによってユニット化されている。

【0083】

本実施形態の画像表示装置10は、光源ユニット530、光偏向器13、制御装置11、平面ミラー509及びスクリーン部材15にて構成されている。

【0084】

前記ヘッドアップディスプレイ装置500は、スクリーン部材15に表示される中間画像を自動車400のフロントガラス401に投写することで、その中間画像を運転者402に虚像として視認させる。

10

【0085】

レーザ光源501R, 501G, 501Bから発せられる各色レーザ光は、それぞれ、コリメータレンズ502, 503, 504で略平行光とされ、2つのダイクロイックミラー505, 506により合成される。合成されたレーザ光は、光量調整部507で光量が調整された後、反射面14を有する光偏向器13によって二次元走査される。光偏向器13で二次元走査された投写光（画像光）Lは、平面ミラー509で反射した後、スクリーン部材15に集光され、中間画像を形成する。

【0086】

スクリーン部材15は、マイクロレンズが二次元配置されたマイクロレンズアレイで構成されており、スクリーン部材15に入射してくる投写光Lをマイクロレンズ単位で発散させ、拡大する。

20

【0087】

光偏向器13は、反射面14を2軸方向に往復可動させ、反射面14に入射する投写光Lを二次元走査する。この光偏向器13の駆動制御は、レーザ光源501R, 501G, 501Bの発光タイミングに同期して行われる。

【0088】

以上、画像投写装置の一例としてのヘッドアップディスプレイ装置500の説明をしたが、画像投写装置は、反射面14を有した光偏向器13により光走査を行うことで画像を投写する装置であればよい。例えば、表示スクリーン上に画像を投写するプロジェクタや、観測者の頭部等に装着する装着部材上に搭載され、装着部材が有する反射透過スクリーンに投写、又は眼球をスクリーンとして画像を投写するヘッドマウントディスプレイ装置等にも、同様に適用することができる。

30

【0089】

また、画像投写装置は、車両や装着部材だけでなく、例えば、航空機、船舶、移動式ロボット等の移動体、あるいは、その場から移動せずにマニピュレータ等の駆動対象を操作する作業ロボットなどの非移動体に搭載されてもよい。

【0090】

次に、本発明の特徴部分である、スクリーン部材15の配置構成について説明する。

40

図13は、外光により投写画像の視認性が低下する状況を示す説明図である。

スクリーン部材15上のスクリーン15a（スクリーン部材15の光入射面上における少なくとも有効走査領域17を含む部分）からレーザ光源側へと進入する外光（外部から進入する外乱光）は、スクリーン15aの法線に沿って光源側へ向かう光の光路（当該光が途中の光学部材によって反射や屈折して進む光路を含む。）Ln0内付近に配置される光反射部材又は光透過部材等からなる光を反射する作用のある光学部材が存在すると、当該光学部材の光出射面で反射し、スクリーン15aに戻ることがある。例えば、図13に示すように、外光Ln1は、平面ミラー509の反射面（光出射面）で反射し、反射した外光Ln2がスクリーン15aに戻ってスクリーン15aに入射し、投写画像の画像光と同じ進路でスクリーン部材15を通過して、投写画像に重なるように観察者（運転者40

50

2) によって視認され得る。その結果、投写画像の視認性が低下してしまう事態が起こり得る。

【0091】

ここで、レーザ光源501R, 501G, 501Bとスクリーン15aとの間に配置される光学部材の中には、その光出射面が略平面で、かつ、スクリーン15aの法線に沿って光源側へ向かう光Ln1の光路方向に対して傾斜するように配置されるものがある。例えば、本実施形態においては、平面ミラー509は、その反射面(光出射面)509aが略平面であり、かつ、スクリーン15aの法線に沿って光源側へ向かう光Ln1の光路方向に対して傾斜するように配置されている。

【0092】

前記のように配置された光学部材(以下、平面ミラー509の例で説明する。)では、スクリーン15aからの外光Ln1が平面ミラー509の反射面(光出射面)509aで反射したとき、その反射した外光Ln2は当該反射面509aの反射位置の法線Nを跨いだ正反射方向へと進行する。すなわち、前記のようにスクリーン15aに対して配置されている平面ミラー509の場合、その平面ミラー509の反射面509aで反射した外光Ln2は、平面ミラー509の反射面509aへ進入した外光Ln1の進路と同じ進路を逆戻りするわけではない。したがって、このように配置される平面ミラー509であれば、スクリーン15aから平面ミラー509の反射面509aへと向かう外光Ln1の多くは、平面ミラー509の反射面509aで反射しても、スクリーン15aから外れるため、投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態を引き起こすことはない。

【0093】

しかしながら、前記のように配置される平面ミラー509であっても、図13に示すとおり、スクリーン15aから平面ミラー509の反射面509aへと向かう外光Ln1の一部が、平面ミラー509の反射面509aで反射してスクリーン15aへと戻り、スクリーン15aを通過した外光Ln3が投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態が問題視されるようになってきた。そのため、スクリーン15aから平面ミラー509の反射面509aへと向かう外光Ln1の一部であっても、その反射面509aでの反射光(正反射光)がスクリーン15aへ戻ることを防止することが求められている。

【0094】

図14は、図13に示す平面ミラー509を曲面ミラー509'に置き換えた場合において、外光により投写画像の視認性が低下する状況を示す説明図である。

図13に示す平面ミラー509が図14に示す曲面ミラー509'に置き換わった場合でも、同様の問題が発生する。すなわち、図14に示すとおり、スクリーン15aから曲面ミラー509'の反射面509'aへと向かう外光Ln1の一部が、曲面ミラー509'の反射面509'aで反射してスクリーン15aへと戻り、スクリーン15aを通過した外光Ln3が投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態が生じ得る。

【0095】

図15は、本実施形態における平面ミラー509の配置構成を示す説明図である。

本実施形態では、平面ミラー509を、光を反射する反射面509a上の全ての地点における法線に沿ってスクリーン15a側に向かう光がスクリーン15aから外れるように配置している。より具体的には、平面ミラー509の傾斜方向における反射面509aの端部であって、スクリーン15aの法線(図15中左右方向)に沿って光源側へ向かう光の光路Ln0内に存在し、かつ、スクリーン15aまでの光路長が前記光路Ln0内に存在する他の反射面部分も含め最も短い端部509bにおいて、当該端部の法線Nに沿ってスクリーン側へ向かう光がスクリーン15aから外れるように配置している。すなわち、平面ミラー509は、スクリーン15aの法線(図15中左右方向)に沿って画像の光源側へ向かう光の光路Ln0に重なるように配置されている。また、平面ミラー509は、その反射面509a(光出射面)の一端部とスクリーン15aとの光路長が短くなるように反射面509aがスクリーン15aの法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜し、かつ、前記一端部の法線に沿ってスクリーン側に向かう光がスクリーン15a

10

20

30

40

50

から外れるように配置されている。本実施形態の場合、当該一端部は、平面ミラー 509 の反射面 509a の上端部 509b である。したがって、本実施形態では、平面ミラー 509 の反射面 509a 上の上端部 509b の法線 N に沿ってスクリーン側へ向かう光がスクリーン 15a から外れるように配置されている。

【0096】

反射面 509a (光出射面) が略平面で、かつ、スクリーン 15a の法線に沿って光源側へ向かう光の光路方向 (図 15 中左右方向) に対して傾斜するように配置される平面ミラー 509 においては、スクリーン 15a からの外光 L n 1 が平面ミラー 509 の反射面 509a 上の任意の反射位置で反射したとき、その反射した外光 L n 2 は、当該反射面 509a 上の当該反射位置の法線を跨いだ正反射方向へと進行する。このとき、外光 L n 1 がスクリーン 15a から射出された射出位置 15b と、当該外光 L n 1 が平面ミラー 509 の反射面 509a で反射してスクリーン 15a と同一平面をなす仮想平面 P 0 を通る戻り位置 15c とのズレ は、平面ミラー 509 の反射面 509a 上の当該反射位置とスクリーン 15a までの光路長が短いほど、小さいものとなる。そして、前記光路 L n 0 内に存在する平面ミラー 509 の反射面 509a の端部が前記光路 L n 0 内に存在する他の光出射面部分も含めスクリーン 15a までの光路長が最も短い場合、この端部である上端部 509b で反射した外光 L n 2 がスクリーン 15a に戻らないように構成すれば、スクリーン 15a からの外光 L n 1 が平面ミラー 509 の反射面 509a で反射しても、その反射した外光 (正反射した外光) L n 2 がスクリーン 15a に戻るのを防止することができる。

【0097】

本実施形態においては、図 15 に示すように、平面ミラー 509 の傾斜方向における反射面 509a の端部であって、スクリーン 15a の法線 (図 15 中左右方向) に沿って光源側へ向かう光の光路 L n 0 内に存在し、かつ、スクリーン 15a までの光路長が前記光路 L n 0 内に存在する他の反射面部分も含め最も短い端部である上端部 509b において、法線 N に沿ってスクリーン側へ向かう光がスクリーン 15a から外れるように配置している。この場合、スクリーン 15a から平面ミラー 509 の反射面 509a 上の当該上端部 509b へ入射する外光 L n 1 は、必ず、当該上端部 509b の法線 N に対し、スクリーン側 (図 15 中上側) を通って斜めに入射することになる。そして、このように入射する外光 L n 1 は、当該法線 N を跨いだ正反射方向へと進行することになるので、スクリーン 15a と同一平面をなす仮想平面 P 0 上において、当該法線 N よりもスクリーン 15a から遠い側 (図 15 においてスクリーン 15a の下側) を通過することになる。

【0098】

したがって、本実施形態によれば、スクリーン 15a からの外光 L n 1 が平面ミラー 509 の反射面 509a で反射しても、その反射した外光 (正反射した外光) L n 2 がスクリーン 15a に戻るのを防止することができる。よって、スクリーンからの外光 L n 1 が投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態を抑制することができる。

【0099】

更に、本実施形態において、中間画像は上下方向が短辺で左右方向が長辺である略長方形形状の画像であり、平面ミラー 509 は、中間画像の上下方向に対応する反射面 509a 上の各位置とスクリーン 15a との光路長が異なる。そして、本実施形態では、このような平面ミラー 509 を、上述のように、その反射面 509a 上の上端部 509b の法線 N が中間画像の短辺に沿った方向におけるスクリーン 15a の外側を通るように配置する。この場合、中間画像の上下方向に対応する反射面 509a 上の各位置とスクリーン 15a との光路長の違いが更に大きいものとなる。その結果、中間画像の上下方向における焦点位置の違いが大きくなり、中間画像の画質低下のおそれがある。

【0100】

しかしながら、本実施形態のように、平面ミラー 509 を、当該法線 N が中間画像の短辺に沿った方向におけるスクリーン 15a の外側を通るように配置することで、当該法線 N が中間画像の長辺に沿った方向におけるスクリーン 15a の外側を通るように配置する

10

20

30

40

50

場合よりも、反射面 509a 上の各位置とスクリーン 15a との光路長の違いを小さく抑えることができる。よって、中間画像の画質低下を抑制することができる。

【0101】

一方、平面ミラー 509 は、当該法線 N が中間画像の長辺に沿った方向におけるスクリーン 15a の外側を通るように配置してもよい。この場合、レイアウトの自由度が高まるメリットがある。

【0102】

図 16 は、図 15 に示す平面ミラー 509 を曲面ミラー 509' に置き換えた場合における配置構成を示す説明図である。

図 15 に示す平面ミラー 509 が図 16 に示す曲面ミラー 509' に置き換わっても同様である。すなわち、曲面ミラー 509' が、図 16 に示すように、画像の光()を反射する反射面 509a 上の全ての点における法線に沿ってスクリーン 15a 側に向かう光がスクリーン 15a から外れるように配置されれば、スクリーン 15a から曲面ミラー 509' に入射するあらゆる光線は、スクリーン 15a に直接戻ることはなく、図 15 に示す平面ミラー 509 と同様の効果を得ることができる。

【0103】

以上の説明では、光学部材が光反射部材であるミラーの例であるが、光を反射する作用のある光学部材であれば、レンズ、偏光板、フィルタ素子などのあらゆる光学部材において適用可能なものである。また、光学部材の形状も、平面、曲面などの形状にかかわらず、同様に適用可能なものである。

【0104】

〔変形例 1〕

次に、本実施形態におけるスクリーン部材 15 の配置構成の一変形例（以下、本変形例を「変形例 1」という。）について説明する。

上述した実施形態では、レーザ光源 501R, 501G, 501B とスクリーン 15a との間の光路上に配置される光学部材であって、その光出射面が略平面で、かつ、当該光出射面上の各位置におけるスクリーンまでの光路長が異なるように配置される光学部材が、光反射部材である平面ミラー 509 であった。本変形例 1 では、当該光学部材が、光透過部材である IR カットフィルターである例である。

【0105】

図 17 は、本変形例 1 における IR カットフィルター 512 の配置構成を示す説明図である。

本変形例 1 では、スクリーン 15a の光源側に、赤外光をカットする IR カットフィルター 512 が配置されている。この IR カットフィルター 512 は、太陽光などの赤外光を含む外光（外部から進入する外乱光）が進入してきたときに、その赤外光成分をカット（反射）することで、IR カットフィルター 512 よりも光源側の光学部材等（例えば、光偏向器 13）が赤外光成分を吸収することによる温度上昇を抑制するために配置されている。

【0106】

この IR カットフィルター 512 も、上述した実施形態の平面ミラー 509 と同様、その光出射面 512a が略平面で、かつ、スクリーン 15a の法線に沿って光源側へ向かう光の光路方向に対して傾斜するように配置されている。このような IR カットフィルター 512 においても、スクリーン 15a の法線に沿って光源側へ向かう外光の一部が、IR カットフィルター 512 の光出射面 512a で反射してスクリーン 15a へと戻ることがある。このとき、戻った外光がスクリーン 15a を通過し、投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態が起こり得る。

【0107】

そこで、本変形例 1 においては、IR カットフィルター 512 を、IR カットフィルター 512 の傾斜方向における光出射面 512a の端部（図 17 中の上側端部と下側端部）であって、スクリーン 15a の法線に沿って光源側へ向かう光の光路 L n 0 内に存在し、

10

20

30

40

50

かつ、スクリーン 15aまでの光路長が前記光路 L n 0 内に存在する他の光出射面部分も含め最も短い端部である上側端部 512bにおいて、その上側端部 512b の法線 N に沿ってスクリーン側へ向かう光が、スクリーン 15a から外れるように配置されている。すなわち、IRカットフィルター 512 は、スクリーン 15a の法線に沿って画像の光源側へ向かう光の光路 L n 0 に重なるように配置されている。また、IRカットフィルター 512 は、光出射面 512a の一端部（上側端部 512b）とスクリーン 15a との光路長が短くなるように光出射面 512a がスクリーン 15a の法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜し、かつ、上側端部 512b の法線に沿ってスクリーン側に向かう光がスクリーン 15a から外れるように配置されている。この場合、上述した実施形態と同様、スクリーン 15a から IRカットフィルター 512 の光出射面 512a 上の当該上側端部 512b へ入射する外光は、必ず、当該上側端部 512b の法線 N に対し、スクリーン側を通って斜めに入射することになる。そして、このように入射する外光は、当該法線 N を跨いだ正反射方向へと進行することになるので、スクリーン 15a と同一平面をなす仮想平面 P 0 上において、当該法線 N よりもスクリーン 15a から遠い側（図 17においてスクリーン 15a の右側）を通過することになる。

【0108】

したがって、本変形例 1 によれば、スクリーン 15a からの外光が IRカットフィルター 512 の光出射面 512a で反射しても、その反射した外光（正反射した外光）がスクリーン 15a に戻るのを防止することができる。よって、スクリーンからの外光が投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態を抑制することができる。

【0109】

〔変形例 2〕

次に、本実施形態におけるスクリーン部材 15 の配置構成の他の変形例（以下、本変形例を「変形例 2」という。）について説明する。

上述した実施形態や変形例 1 では、光偏向器 13 とスクリーン 15a との間の光路上に配置される光学部材が 1 つだけ存在する例であったが、本変形例 2 は、当該光学部材が複数存在する例である。

【0110】

図 18 は、本変形例 2 における光学部材である第一平面ミラー 509A 及び第二平面ミラー 509B の配置構成を示す説明図である。

上述したとおり、光学部材については、光を反射する全ての地点における法線 N に沿ってスクリーン 15a 側に向かう光 L N がスクリーン 15a から外れるように配置されるが、光学部材が第一光学部材としての第一平面ミラー 509A 及び第二光学部材としての第二平面ミラー 509B から構成される場合でも、同様である。

【0111】

すなわち、スクリーン 15a から遠い側（スクリーン 15a までの光路長が長い側）の第二平面ミラー 509B については、スクリーン 15a から入射して第二平面ミラー 509B で反射した外光 L n 3 が、スクリーン 15a に近い側（スクリーン 15a までの光路長が短い側）の第一平面ミラー 509A で反射してスクリーン 15a に向かう外光 L n 4 も、スクリーン 15a へと戻ってしまうと、スクリーン 15a を通過した外光 L n 3 が投写画像に重なって投写画像の視認性を低下させる事態が生じ得る。

【0112】

そこで、本変形例 2 では、第二平面ミラー 509B については、光を反射する全ての地点における法線 N に沿って第一平面ミラー 509A を介してスクリーン 15a 側に向かう光 L N がスクリーン 15a から外れるように配置されている。これにより、スクリーン 15a から第二平面ミラー 509B に入射するあらゆる光線が、スクリーン 15a に直接戻ることはなく、同様の効果を得ることができる。

【0113】

なお、本変形例 2 においても、第一平面ミラー 509A 及び第二平面ミラー 509B の少なくとも一方が、曲率を持つレンズであるなど、他の機能や他の形状をもった光学部材

であってもよい。例えば、図19に示すように、第一平面ミラー509Aが曲率を持つレンズ509A'の場合、第二平面ミラー509Bの法線Nに沿って当該レンズを介してスクリーン15a側に向かう光LNが、通常の光線と同様にレンズ内を屈折透過すると考慮して、スクリーン15aから外れるように配置する。

【0114】

また、本変形例2では、光学部材が2つの例であるが、3つ以上の例であっても同様である。

【0115】

なお、本発明の構成は、スクリーン部材15が透過型であっても反射型であっても、効果を得られる。すなわち、スクリーン部材15には、例えば、光拡散板、マイクロレンズアレイ、マイクロミラーアレイなどを適宜用いることができる。

また、本発明の構成は、画像形成素子として光偏向器13を用いた例であるが、これに限らず、DMD (Digital Mirror Device)などの他の画像形成素子を用いた例であってもよい。

【0116】

以上、本発明の実施形態(変形例を含む。以下同じ。)について説明したが、上述した実施形態は本発明の一適用例を示したものである。本発明は、上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で様々な変形や変更を加えて具体化することができる。

【0117】

以上に説明したものは一例であり、次の態様毎に特有の効果を奏する。

【態様1】

態様1は、画像をスクリーン15aに表示する画像表示装置において、前記スクリーンの法線に沿って前記画像の光源(例えばレーザ光源501R, 501G, 501B)側へ向かう光の光路に重なるように配置され、光出射面が略平面である光学部材(例えば平面ミラー509、IRカットフィルター512)を有し、前記光学部材は、前記光出射面の一端部と前記スクリーンとの光路長が短くなるように該光出射面が該スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜し、かつ、前記一端部の法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されていることを特徴とするものである。

スクリーンから光源側へと進入する外光は、スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光路(当該光が途中の光学部材によって反射や屈折して進む光路を含む。)に重なるように配置される光学部材が存在すると、当該光学部材の光出射面で反射し、スクリーンに戻ることがある。このようにしてスクリーンに戻る外光は、スクリーンへと入射し、画像に重なって画像の視認性を低下させる事態を引き起こすことがある。

ここで、光源とスクリーンとの間に配置される光学部材の中には、その光出射面が略平面で、かつ、スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜するように配置されるものがある。このような光学部材では、スクリーンからの外光が当該光学部材の光出射面で反射したとき、その反射した外光は当該光出射面の反射位置の法線を跨いだ正反射方向へと進行するので、当該光学部材の光出射面へ進入した外光の進路と同じ進路を逆戻りするわけではない。したがって、前記のように配置される光学部材であれば、スクリーンから当該光学部材の光出射面へと向かう外光の大部分は、当該光学部材の光出射面で反射しても、スクリーンから外れ、画像に重なって画像の視認性を低下させる事態を引き起こすことはない。

しかしながら、前記のように配置される光学部材であっても、スクリーンから当該光学部材の光出射面へと向かう外光の一部が、当該光学部材の光出射面で反射してスクリーンへと戻り、画像に重なって画像の視認性を低下させる事態が問題視されるようになってきた。そのため、スクリーンから光学部材の光出射面へ向かう外光の一部であっても、その光出射面での反射光(正反射光)がスクリーンへ戻ることを防止することが求められている。

10

20

30

40

50

そこで、本態様では、前記のように配置される光学部材を、スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光路（当該光が途中の光学部材によって反射や屈折して進む光路を含む。）内に存在する光出射面の一端部であって、スクリーンまでの光路長が前記光路内に存在する他の光出射面部分も含め最も短い一端部において、当該端部の法線に沿ってスクリーン側に向かう光がスクリーンから外れるように配置している。光出射面が略平面で、かつ、スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜するように配置される光学部材においては、上述したとおり、スクリーンからの外光が当該光学部材の光出射面で反射したとき、その反射した外光は、当該光出射面の反射位置の法線を跨いだ正反射方向へと進行する。このとき、当該外光がスクリーンから射出された射出位置と、当該外光が光学部材の光出射面で反射してスクリーンと同一平面をなす仮想平面を通る戻り位置とのズレは、当該光出射面上の反射位置とスクリーンまでの光路長が短いほど、小さいものとなる。そして、前記光路内に存在する光出射面端部が前記光路内に存在する他の光出射面部分も含めスクリーンまでの光路長が最も短い場合、この端部で反射した外光がスクリーンに戻らないように構成すれば、スクリーンからの外光が光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光（正反射した外光）がスクリーンに戻るのを防止することができる。

本態様においては、スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光路に重なるように配置された光学部材が、その光出射面の一端部とスクリーンとの光路長が短くなるように該光出射面が該スクリーンの法線に沿って光源側へ向かう光の光軸方向に対して傾斜するように配置されている場合に、当該一端部の法線に沿ってスクリーン側に向かう光がスクリーンから外れるように配置している。この場合、スクリーンから光学部材の光出射面の当該一端部へ入射する外光は、必ず、当該一端部の法線（当該法線に沿ってスクリーン側に向かう光がスクリーンから外れるもの）に対し、スクリーン側から斜めに入射することになる。そして、このように入射する外光は、当該法線を跨いだ正反射方向へと進行する結果、スクリーンと同一平面をなす前記仮想平面上において、当該法線に沿ってスクリーン側に向かう光よりもスクリーンから遠い側を通過することになる。

したがって、本態様によれば、スクリーンからの外光が光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光（正反射した外光）がスクリーンに戻るのを防止することができる。よって、スクリーンから光源側へと進入した外光が光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光により画像の視認性を低下させることを抑制することができる。

【0118】

【態様2】

態様2は、態様1において、前記光学部材は、他の光学部材よりも最も前記スクリーンの近くに配置されていることを特徴とするものである。

このような光学部材は、他の光学部材よりも、スクリーンに戻る外光の光量が最も多くなりやすいので、外光により画像の視認性を低下させることの抑制効果が高い。

【0119】

【第1態様】

第1態様は、画像をスクリーン15aに表示する画像表示装置において、画像形成素子（例えば光偏向器13）を有し、前記スクリーンと前記画像形成素子との間に光を反射する作用のある光学部材（例えば平面ミラー509, 509A, 509B、曲面ミラー509'、IRカットフィルター512、レンズ509A'）を有し、前記光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されていることを特徴とするものである。

このように配置することで、スクリーンから光学部材に入射するあらゆる光線が、スクリーンに直接戻ることはない。そのため、スクリーンからの外光が光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光（正反射した外光）がスクリーンに戻るのを防止することができる。

【0120】

【第2態様】

10

20

30

40

50

第2態様は、第1態様において、前記光学部材は、前記スクリーンに近い側の第一光学部材と、前記スクリーンから遠い側の第二光学部材とを有し、前記第二光学部材は、光を反射する全ての地点における法線に沿って前記第一光学部材を介して前記スクリーン側に向かう光が該スクリーンから外れるように配置されていることを特徴とするものである。

これによれば、スクリーンから第二光学部材に入射するあらゆる光線が、第一光学部材を介してスクリーンに直接戻ることはない。そのため、スクリーンからの外光が第二光学部材の光出射面で反射しても、その反射した外光（正反射した外光）がスクリーンに戻るのを防止することができる。

【0121】

〔第3態様〕

第3態様は、第1又は第2態様において、前記画像を前記スクリーンに形成するために光源からの光により前記スクリーンを光走査する光走査部材（例えば光偏向器13）を有し、前記光学部材は、前記光走査部材からの光を前記スクリーンへ案内するものであることを特徴とするものである。

これによれば、光走査方式で画像を形成する画像表示装置において、外光により画像の視認性を低下させることを抑制することができる。

【0122】

〔第4態様〕

第4態様は、第1乃至第3態様のいずれかにおいて、前記光学部材は、前記法線に沿つて前記スクリーン側に向かう光が前記画像の短辺に沿った方向における前記スクリーンの外側を通るように配置されることを特徴とするものである。

これによれば、前記光学部材を上述したように配置しても、画像の画質低下を抑制することができる。

【0123】

〔第5態様〕

第5態様は、第1乃至第3態様のいずれかにおいて、前記光学部材は、前記法線に沿つて前記スクリーン側に向かう光が前記画像の長辺に沿った方向における前記スクリーンの外側を通るように配置されることを特徴とするものである。

これによれば、レイアウトの自由度が高まるメリットが得られ、例えば画像表示装置の小型化に有利となる。

【0124】

〔第6態様〕

第6態様は、第1乃至第5態様のいずれかにおいて、前記スクリーンは、透過型のスクリーンであることを特徴とするものである。

透過型のスクリーンは、外部からの外光（外乱光）を前記光学部材へと導きやすいので、外光により画像の視認性を低下させやすいが、本態様により、外光による画像の視認性低下を抑制できる。

【0125】

〔第7態様〕

第7態様は、第1乃至第5態様のいずれかにおいて、前記スクリーンは、反射型のスクリーンであることを特徴とするものである。

反射型のスクリーンも、外部からの外光（外乱光）を前記光学部材へと導くため、外光により画像の視認性を低下させやすいが、本態様により、外光による画像の視認性低下を抑制できる。

【0126】

〔第8態様〕

第8態様は、画像投写装置（例えばヘッドアップディスプレイ装置500）であって、第1乃至第7態様のいずれかに係る画像表示装置と、前記画像表示装置によって前記スクリーンに形成された画像を投写する投写光学系（例えば投写ミラー511）とを有することを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

これによれば、外光による視認性低下が抑制された画像を投写することができる。

【0127】

【第9態様】

第9態様は、第1乃至第7態様のいずれかに係る画像表示装置、又は、第8態様に係る画像投写装置（ヘッドアップディスプレイ装置500）を備えることを特徴とするものである。

これによれば、外光による視認性低下が抑制された画像が投写される移動体を実現することができる。

【符号の説明】

【0128】

10 1 0 : 画像表示装置

1 1 : 制御装置

1 2 : 光源装置

1 3 : 光偏向器

1 4 : 反射面

1 5 : スクリーン部材

1 6 : 走査可能領域

1 7 : 有効走査領域

3 0 : 制御部

4 0 0 : 自動車

4 0 1 : フロントガラス

4 0 2 : 運転者

5 0 0 : ヘッドアップディスプレイ装置

5 0 1 R , 5 0 1 G , 5 0 1 B : レーザ光源

5 0 2 ~ 5 0 4 : コリメータレンズ

5 0 5 , 5 0 6 : ダイクロイックミラー

5 0 7 : 光量調整部

5 0 9 , 5 0 9 A , 5 0 9 B : 平面ミラー

5 0 9 ' : 曲面ミラー

5 0 9 A ' : レンズ

5 0 9 a , 5 0 9 ' a : 反射面

5 0 9 b , 5 0 9 ' b : 上端部

5 1 1 : 投写ミラー

5 1 2 : IRカットフィルター

5 1 2 a : 光出射面

5 1 2 b : 上端部

【先行技術文献】

【特許文献】

【0129】

【文献】特開2015-007717号公報

10

20

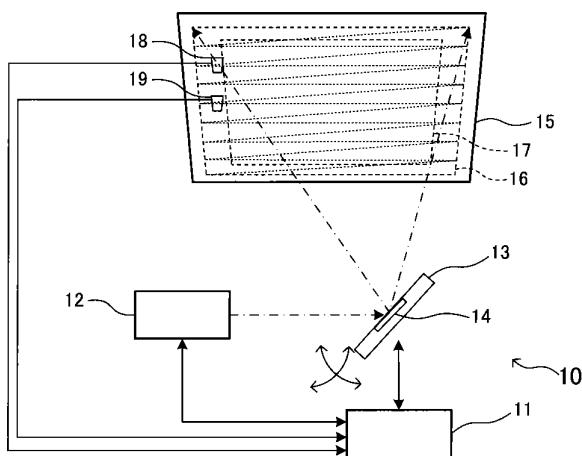
30

40

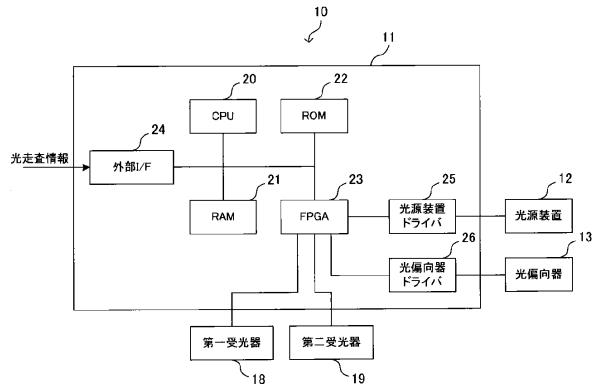
50

【四面】

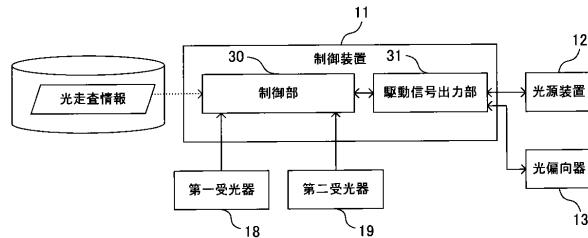
【 図 1 】



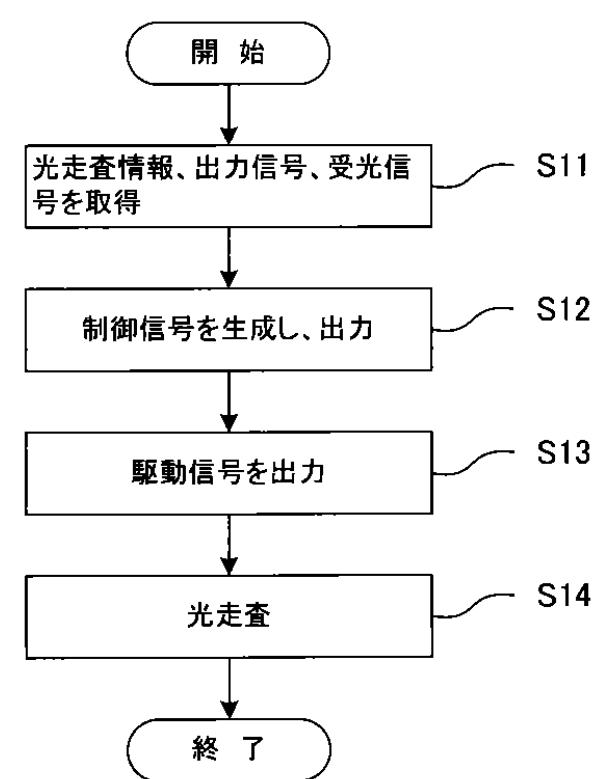
【 図 2 】



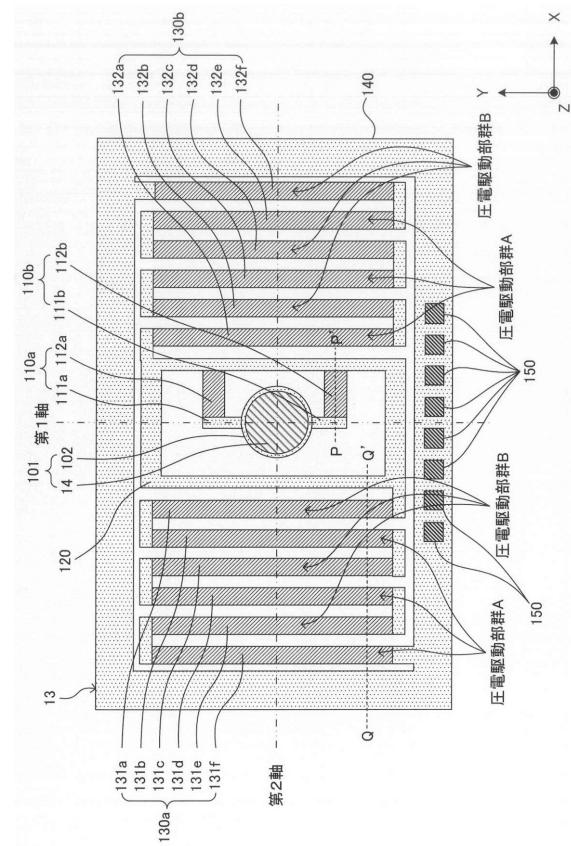
【 四 3 】



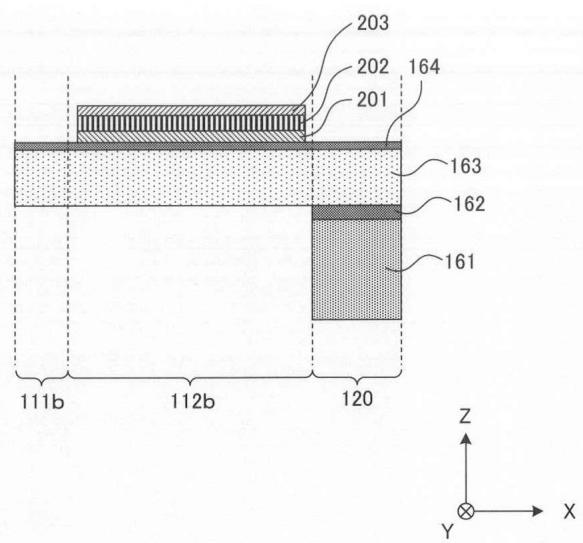
【 図 4 】



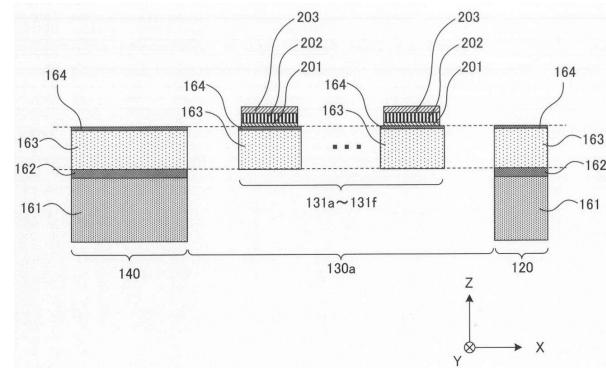
【図5】



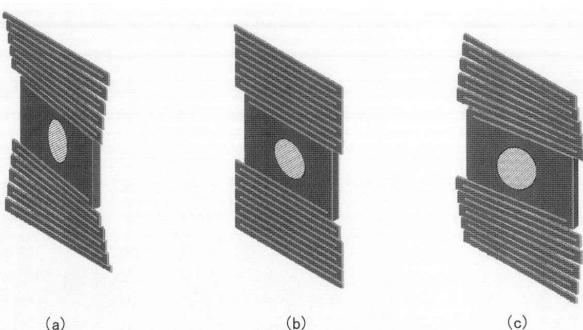
【 四 6 】



【 叁 7 】



【図8】



10

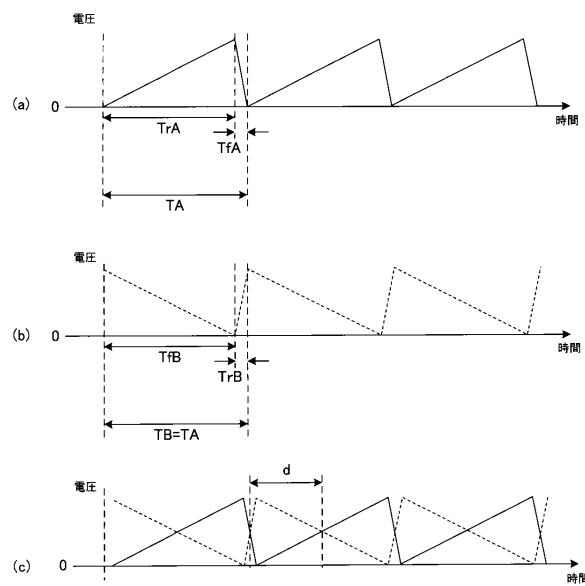
20

30

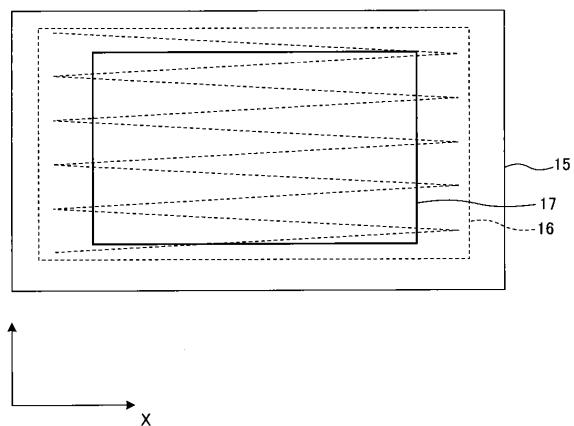
40

50

【図 9】

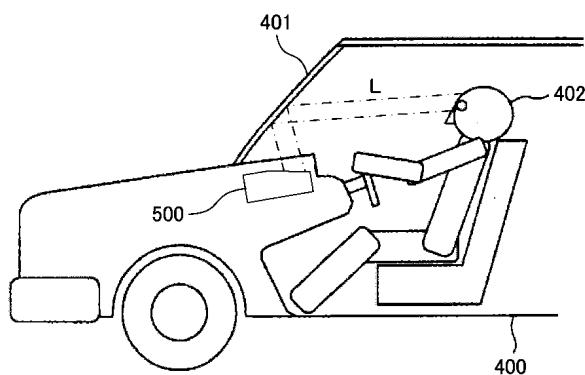


【図 10】

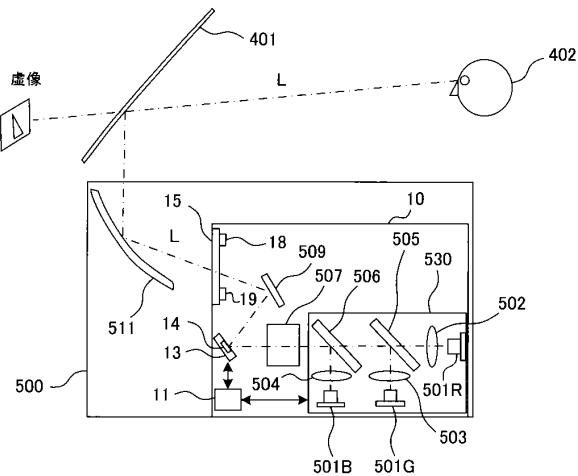


10

【図 11】



【図 12】



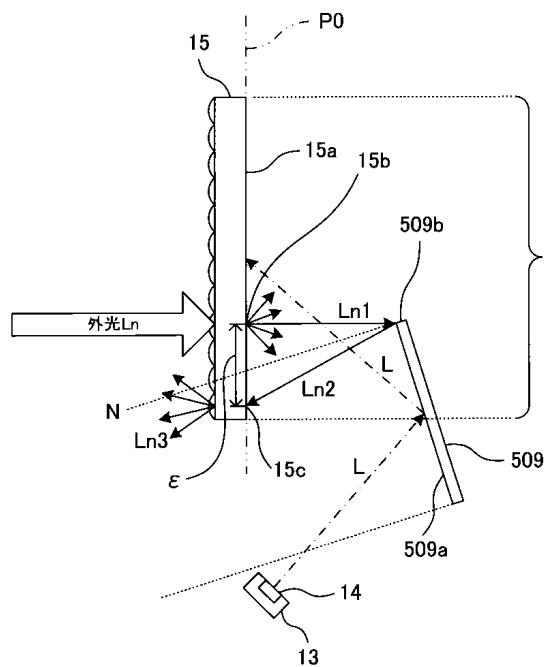
20

30

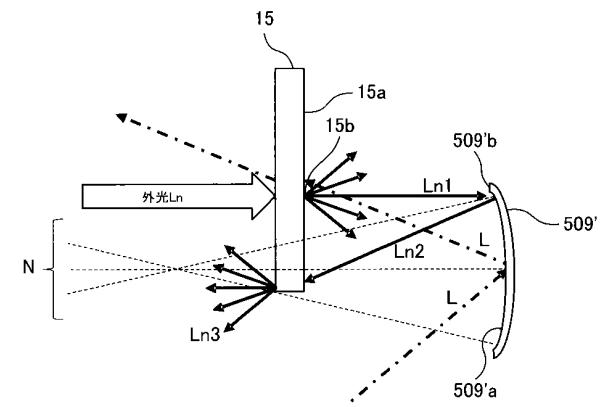
40

50

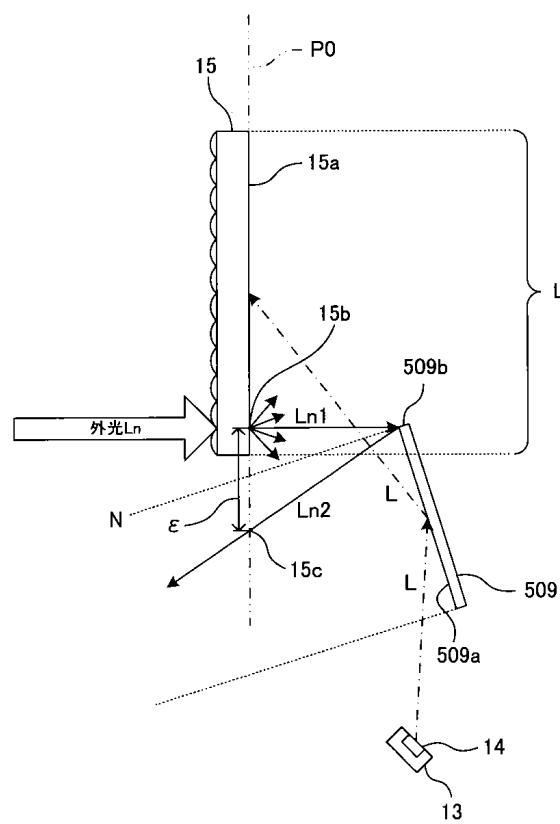
【図13】



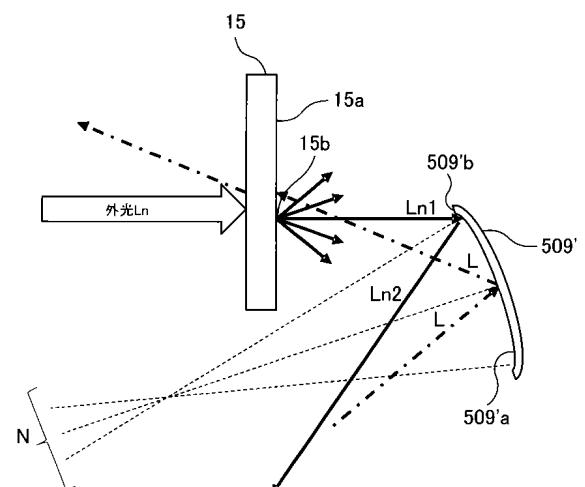
【図14】



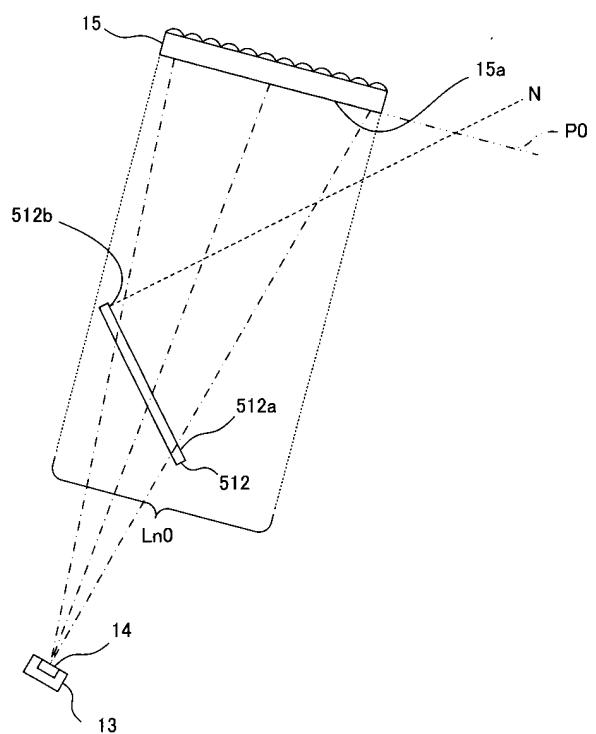
【図15】



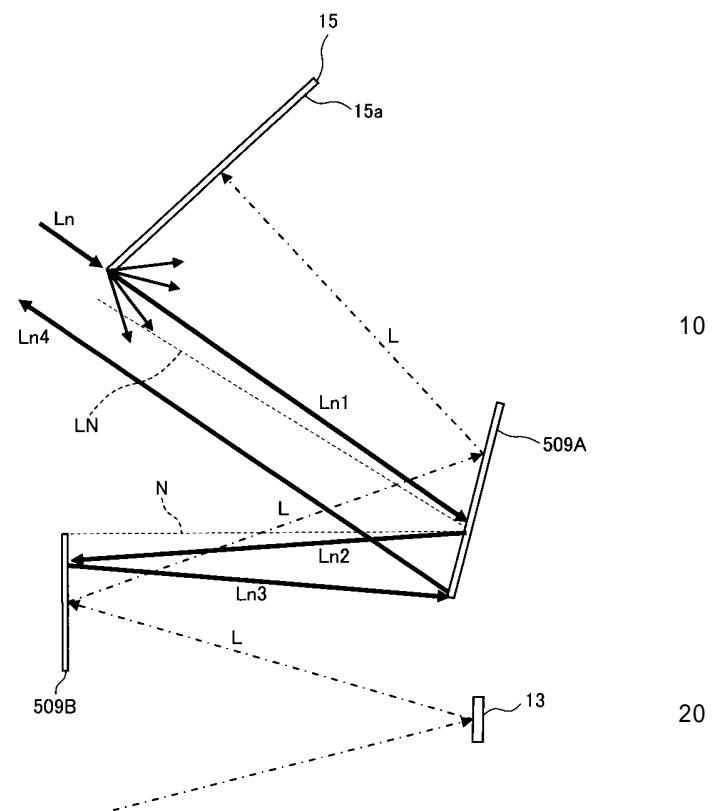
【図16】



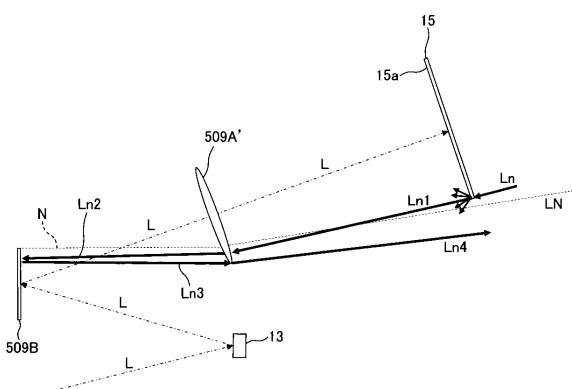
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2017/098913 (WO, A1)
 特開2012-093506 (JP, A)
 特開2016-014861 (JP, A)
 米国特許出願公開第2012/0224062 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G02B 27/01, 26/08, 26/10
 B60K 35/00