

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6617947号
(P6617947)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int. Cl. F I
GO2B 27/01 (2006.01) GO2B 27/01
B6OK 35/00 (2006.01) B6OK 35/00 A
GO2B 26/10 (2006.01) GO2B 26/10 104Z

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-58950 (P2015-58950)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成27年3月23日 (2015. 3. 23)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2015-232693 (P2015-232693A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成27年12月24日 (2015.12.24)	(74) 代理人	100098626
審査請求日	平成30年2月8日 (2018.2.8)		弁理士 黒田 壽
(31) 優先権主張番号	特願2014-101756 (P2014-101756)	(72) 発明者	市井 大輔
(32) 優先日	平成26年5月15日 (2014.5.15)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72) 発明者	齊所 賢一郎
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
		(72) 発明者	稲本 慎
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置及び画像表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の画像情報に基づいて画像光を出射する光源と、
 画像光の光束を発散させる光発散部材と、
 前記光源から出射される画像光を光走査手段により主走査方向と該主走査方向に直交する副走査方向とに走査して前記光発散部材上に中間像を形成する走査光学系と、
 光透過性を有する被投射部材に向けて前記光発散部材からの画像光を投射し、該被投射部材で反射させて、観察者に画像が視認されることが要求される予め決められた視点範囲内に導く投射光学系とを有し、

前記視点範囲内において観察者に画像を視認可能とする画像表示装置において、
 前記走査光学系は、前記中間像の主走査方向端部位置に対応する端部光束における前記光発散部材の出射後の中心光線が、主走査方向における前記視点範囲の中心点から 7.5 mm 以下の中心領域に向かうように、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】

請求項1に記載の画像表示装置において、
 前記投射光学系に含まれる光反射部材は1つだけであり、
 前記光発散部材から出射して前記視点範囲内に導かれる画像光が前記光反射部材の反射面に入射する範囲の主走査方向長さは、該光発散部材の出射面と前記光反射部材の反射面との間の光路長よりも長いことを特徴とする画像表示装置。

【請求項3】

請求項 2 に記載の画像表示装置において、

主走査方向及び副走査方向の少なくとも一方の方向における前記中間像の端部位置に対応する端部光束のうち前記光発散部材の出射後の半値幅範囲内の端部光束部分が、前記光反射部材の反射面内に入射することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置において、

前記走査光学系は、前記光走査手段により走査された画像光を反射させる凸面ミラーを有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の画像表示装置において、

前記凸面ミラーの反射面は、前記中間像の主走査方向各位置に対応する光束における前記光発散部材の出射後の中心光線を前記視点範囲における中心領域に向かわせる三次元形状を有することを特徴とする画像表示装置。

10

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の画像表示装置において、

前記凸面ミラーの反射面は、前記中間像の主走査方向端部位置に対応する端部光束の 50% 以上を前記視点範囲内へ導く三次元形状を有す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、

前記被投射部材を備えた装置とを有し、

前記画像表示装置から投射された画像光を前記被投射部材が反射することによって観察者に画像を視認可能とすることを特徴とする画像表示システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源からの画像光を二次元走査して画像表示する画像表示装置及び画像表示システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、画像情報に基づく画像光を光走査手段により主走査方向及び副走査方向へ二次元的に走査して光発散部材上に中間像を形成し、その中間像を車両のフロントガラス等の被投射部材に向けて拡大投射して、ユーザーの視野に重ねて画像（虚像）を表示するヘッドアップディスプレイ（HUD）装置等の画像表示装置が知られている。

30

【0003】

特許文献 1 には、高輝度化や大画面化を犠牲にすることなく小型化を実現するため、凹面ミラーと凸面ミラーとを備えた投射光学系を用いる画像表示装置が開示されている。特許文献 1 では、この画像表示装置を用いることで、中間像の発散角を制御するのが容易となり、光量ロスのない高効率な投射光学系を実現でき、また、高効率な光学系を実現できる結果、大型の光源を使うことなく高輝度画像が得られることから小型化を実現できるとしている。

40

【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、前記特許文献 1 が開示の画像表示装置では、投射光学系に凹面ミラーと凸面ミラーという複数の光反射部材を設ける。そのため、投射光学系の大型化が避けられず、画像表示装置全体としても小型化が不十分である。

【0005】

画像表示装置を小型化する上では、投射光学系に含まれる光反射部材を減らし、投射光学系の光反射部材を 1 つだけにした上で、光発散部材から光反射部材までの光路長を短くし、投射光学系を小型化するのが有効である。しかしながら、光発散部材から光反射部材

50

までの光路長を短くすると、光発散部材から出射した光束の光反射部材への入射角が大きくなる。主走査方向端部に近い光束ほど当該入射角が大きいものとなることから、主走査方向端部付近の画像部分に対応する光束の当該入射角は特に大きいものとなる。そのため、以下に説明するように、主走査方向端部付近の画像部分の輝度が落ちて、主走査方向端部付近の画像部分が相対的に暗くなる画質劣化が引き起こされるという課題が判明した。

【0006】

光発散部材から発散出射される画素ごとの各光束は、光反射部材の反射面で反射した後、予め決められた視点範囲内に導かれることで、その視点範囲内から各光束による画素が視認され、画像全体が視認されることになる。逆に、各光束における視点範囲内に導かれない光束部分は、その視点範囲から視認されることはないので、画像表示に寄与しない無駄な光束である。そのため、視点範囲内に導かれない光束部分の比率が高い光束については、当該光束に対応する画素の輝度が相対的に低いものとなる。

10

【0007】

視点範囲内に導かれない光束部分の比率は、中間像上の一点（あるいは一画素）に対応する光反射部材の反射面上での光束径が大きい光束ほど高くなり、この光束径は、光反射部材への入射角が大きい光束ほど大きなものとなる。したがって、光発散部材から光反射部材までの光路長を短くすることで当該入射角が大きくなる主走査方向端部付近の画素に対応する光束については、当該比率が高く、その画素の輝度が相対的に低くなる。その結果、主走査方向端部付近の画像部分が相対的に暗くなる。

20

【0008】

主走査方向端部付近の画像部分が相対的に暗くなるのを抑制する方法としては、光発散部材上に形成される中間像を大型化する方法（投射光学系の低倍率化）が考えられる。ただし、この方法では、光発散部材から光反射部材までの光路長が長くなり、また光発散部材の大型化も必要となるので、画像表示装置の大型化が避けられない。

【0009】

以上の課題は、投射光学系の光反射部材が1つだけの場合に限らず、光発散部材から光反射部材までの光路長を短くして投射光学系を小型化する場合には同様に生じ得るものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決するため、本発明は、所定の画像情報に基づいて画像光を出射する光源と、画像光の光束を発散させる光発散部材と、前記光源から出射される画像光を光走査手段により主走査方向と該主走査方向に直交する副走査方向とに走査して前記光発散部材上に中間像を形成する走査光学系と、光透過性を有する被投射部材に向けて前記光発散部材からの画像光を投射し、該被投射部材で反射させて、観察者に画像が視認されることが要求される予め決められた視点範囲内に導く投射光学系とを有し、前記視点範囲内において観察者に画像を視認可能とする画像表示装置において、前記走査光学系は、前記中間像の主走査方向端部位置に対応する端部光束における前記光発散部材の出射後の中心光線が、主走査方向における前記視点範囲の中心点から 7.5 mm 以下の中心領域 に向かうように、構成されていることを特徴とする。

40

ここで、「中心光線」とは、前記光発散部材上の一点（あるいは一画素）と、その一点から射出される光束の空間的光強度分布の中心部とを結ぶ光線を意味する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、画像端部付近の輝度を比較的落とすことなく、大画面化と小型化の両立を実現できるという優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態における自動車用HUD装置における光走査装置によって走査される走査光がマイクロレンズアレイによって拡散して出射されて投射ミラーに入射する様子を、

50

副走査方向から見たときの説明図である。

【図2】同自動車用HUD装置を搭載した自動車の構成を模式的に表した模式図である。

【図3】同自動車用HUD装置の内部構成を模式的に表した模式図である。

【図4】同自動車用HUD装置によって表示される画像例を示す説明図である。

【図5】同自動車用HUD装置の光走査装置を構成するMEMSミラーを示す正面図である。

【図6】同自動車用HUD装置におけるマイクロレンズアレイから射出される投射光によって表示される虚像が3つの視点によって視認される様子を、副走査方向から見たときの説明図である。

【図7】同マイクロレンズアレイから射出される投射光の発散角(実線)と視点範囲に到達する投射光の発散角(点線)とを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を、画像表示装置である自動車用ヘッドアップディスプレイ(HUD)装置に適用した一実施形態について説明する。なお、自動車用のHUDを例にとって説明するが、これに限らず、映画鑑賞用の画像表示装置など、幅広い分野における画像表示装置として適用することができる。特に、本発明に係る画像表示装置は、当該画像表示装置から投射される画像光を反射させて観察者に画像を視認可能とする光透過性をもった被投射部材を備える装置(航空機や船舶等の移動体あるいは移動しない非移動体など)と組み合わせ、画像表示システムを構成することができる。本実施形態は、本発明に係る画像表示装置である自動車用ヘッドアップディスプレイ(HUD)装置を、移動体である自動車301と組み合わせた自動車の画像表示システムを例に挙げて説明する。

【0014】

図2は、本実施形態における自動車用HUD装置を搭載した自動車の構成を模式的に表した模式図である。

図3は、本実施形態における自動車用HUD装置の内部構成を模式的に表した模式図である。

本実施形態における自動車用HUD装置200は、例えば、自動車301のダッシュボード内に設置される。ダッシュボード内の自動車用HUD装置200から発せられる画像光である投射光Lが被投射部材としてのフロントガラス302で反射され、ユーザーである運転者300に向かう。これにより、画像の観察者としての運転者300は、例えば、図4に示すようなナビゲーション画像を虚像として視認することができる。なお、フロントガラス302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投射光Lによってユーザーに虚像を視認させるようにしてもよい。

【0015】

図4に示すナビゲーション画像には、第1表示領域220Aに、自動車301の速度(図示の例では「60km/h」という画像)が表示されている。また、第2表示領域220Bには、カーナビゲーション装置によるナビゲーション画像が表示されている。図示の例では、次の曲がり角で曲がる方向を示す右折指示画像と、次の曲がり角までの距離を示す「あと46m」という画像が、ナビゲーション画像として表示されている。また、第3表示領域220Cには、カーナビゲーション装置による地図画像(自車両周囲の地図画像)が表示されている。

【0016】

自動車用HUD装置200は、赤色、緑色、青色のレーザー光源201R, 201G, 201Bと、各レーザー光源に対して設けられるコリメータレンズ202, 203, 204と、2つのダイクロイックミラー205, 206と、光量調整部207と、光走査手段としての光走査装置208と、自由曲面ミラー209と、光発散部材としてのマイクロレンズアレイ210と、光反射部材としての投射ミラー211とから構成されている。本実施形態における光源ユニット100は、レーザー光源201R, 201G, 201B、コリメータレンズ202, 203, 204、ダイクロイックミラー205, 206が、光学

10

20

30

40

50

ハウジングによってユニット化されている。

【0017】

本実施形態の自動車用HUD装置200は、マイクロレンズアレイ210上に結像される中間像を自動車301のフロントガラス302に投射することで、その中間像の拡大画像を運転者300に虚像として視認させる。レーザー光源201R, 201G, 201Bから発せられる各色レーザー光は、それぞれ、コリメータレンズ202, 203, 204で略平行光とされ、2つのダイクロイックミラー205, 206により合成される。合成されたレーザー光は、光量調整部207で光量が調整された後、光走査装置208のミラーによって二次元走査される。光走査装置208で二次元走査された走査光L'は、自由曲面ミラー209で反射されて歪みを補正された後、マイクロレンズアレイ210に集光され、中間像を描画する。

10

【0018】

本実施形態では、中間像の画素(中間像の一点)ごとの光束を個別に発散させて出射する光発散部材として、マイクロレンズアレイ210を用いているが、他の光発散部材を用いてもよい。

【0019】

光走査装置208は、公知のアクチュエータ駆動システムでミラーを主走査方向及び副走査方向に傾斜動作させ、ミラーに入射するレーザー光を二次元走査(ラストスキャン)する。図5は、光走査装置208の一例であるMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)ミラー150を示す正面図である。MEMSミラー150は、半導体プロセスにて製造されるものであり、ミラー151を備えている。ミラー151は、反射面を有し、複数の折り返し部を有して蛇行して形成された一対の蛇行状梁部152を有する。蛇行状梁部152は、一つおきに第一梁部152aと第二梁部152bとに分けられており、枠部材154に支持されている。

20

【0020】

蛇行状梁部152の各梁部152a, 152bには、蛇行した隣り合う梁部ごとにチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等の独立の圧電部材156が設けられている。これらの圧電部材156の一つおきに異なる電圧を印加して、各梁部152a, 152bにそれぞれ反りを発生させることにより、隣り合う梁部が異なる方向にたわみ、それが累積されて、ミラー151が垂直方向に大きな角度で回転することになる。このような構成により、図面縦軸を中心とした垂直方向への光走査が、低電圧で可能となる。一方、図面横軸を中心とした水平方向では、ミラー151に接続されたトーションバーなどを利用した共振による光走査が行われる。ミラー151の駆動制御は、レーザー光源201R, 201G, 201Bの発光タイミングに同期して行われる。

30

【0021】

光走査装置208は、本実施形態の構成に限らず、例えば、互いに直交する2つの軸回りをそれぞれ揺動あるいは回転する2つのミラーからなるミラー系で構成してもよい。

【0022】

本実施形態における主走査方向は、中間像の長手方向に沿った方向であり、副走査方向は、中間像の短手方向に沿った方向である。本実施形態における中間像の形状は、横長形状であるため、主走査方向は画像横方向であり、副走査方向は画像縦方向である。

40

【0023】

フロントガラス302は、通常、曲面であり、また、投射光Lの入射方向に対して特定方向に傾斜した面となることから、投射光Lがフロントガラス302を反射して描画される虚像は、中間像に対して光学的に歪んだ形状となる。また、光路上に存在する各種光学素子の特性によっても光学的な歪みが生じる。このような光学的な歪みのうち、中間像の水平線(画像横方向に伸びる直線)が上または下に凸となる形状となる光学的な歪みについては、本実施形態では自由曲面ミラー209の反射面形状を調整することで補正している。また、投射光Lがフロントガラス302を反射して描画される虚像の全体が回転し、虚像の横方向が水平方向に対して傾斜した状態となる光学的な歪みについては、中間像の

50

横方向が水平方向に対して予め傾斜するように中間像を形成するように、光走査装置 208 の走査方向等を調整するなどして補正することができる。また、画像全体が平行四辺形状に変形するような光学的な歪みについては、画像処理によって補正することができる。

【0024】

本実施形態における自動車用 HUD 装置 200 によって表示される虚像 G は、中間像 G' の各画素から射出される光束が運転者の目に入射することで、運転者 300 に視認されることになる。ここで、自動車の運転席に座る運転者 300 が変われば視点の位置（運転者 300 の目の位置）は変わる。また、同じ運転者 300 であっても座る姿勢の違い等によって、視点の位置（運転者 300 の目の位置）が変わる。このように視点の位置が多少変わっても、自動車用 HUD 装置 200 によって表示される虚像 G が運転者 300 に適切

10

【0025】

図 6 は、マイクロレンズアレイ 210 から射出される投射光 L によって表示される虚像 G（中間像 G' の拡大画像）が 3 つの視点 300a, 300b, 300c によって視認される様子を、副走査方向から見たときの説明図である。

図 6 に示す 3 つの視点 300a, 300b, 300c は、主走査方向において、予め決められた視点範囲 S の中央に位置する視点 300a と、視点範囲 S の両端に位置する視点 300b, 300c である。また、図 6 における一点鎖線は、マイクロレンズアレイ 210 上の中間像 G' の主走査方向中央点（中央画素）から射出される光束を示すものである。

20

【0026】

本実施形態は、これらの 3 つの視点 300a, 300b, 300c のいずれにおいても虚像 G が視認できるように、マイクロレンズアレイ 210 によって中間像 G' の各画素から射出される光束を発散させている。ただし、このときの発散角が大きすぎると、中間像 G' の主走査方向中央点（中央画素）から射出される全光束に対し、各視点 300a, 300b, 300c に入射する光束が少なくなる。したがって、中間像 G' の主走査方向中央点（中央画素）から射出される全光束が視点範囲 S 内で視点範囲 S の全域に分散するのが理想的である。この場合、中間像 G' の主走査方向中央点（中央画素）から射出される全光束を視点範囲 S 内の各視点に入射させることができ、視点範囲 S 内の各視点から視認される画像の表示に無駄なく寄与することができる。

30

【0027】

図 1 は、光走査装置 208 によって走査される走査光 L' がマイクロレンズアレイ 210 によって拡散して出射されて投射ミラー 211 に入射する様子を、副走査方向から見たときの説明図である。

図 1 において、一点鎖線で示す走査光 L1', L2' は、マイクロレンズアレイ 210 上の中間像 G' の主走査方向各端部位置（端部画素）から射出される端部光束を示すものである。また、マイクロレンズアレイ 210 から射出される投射光の一点鎖線 L1, L2 は、マイクロレンズアレイ 210 から発散射出される端部光束の中心光線を示し、投射光の二点鎖線は、マイクロレンズアレイ 210 から発散射出される端部光束の発散範囲を示している。また、図 1 中符号 S1', S2' で示す範囲は、投射ミラー 211 で反射した

40

【0028】

マイクロレンズアレイ 210 から射出される光束の発散角は、マイクロレンズアレイ 210 に入射してくる走査光 L' の入射角によって変動するため、中間像 G' の画素位置によって異なるものとなる。より詳しくは、マイクロレンズアレイ 210 に入射してくる走査光 L' の入射角が大きいくほど、マイクロレンズアレイ 210 から射出される光束の発散角が大きいくものとなる。そのため、入射角が大きいく主走査方向端部付近の中間像部分から射出される光束については、主走査方向中央付近の中間像部分から射出される光束に対して、発散角が大きいく、視点範囲 S 内に入射する光束が少ない。加えて、入射角が大きいく主走査方向端部付近の中間像部分から射出される光束は、投射ミラー 211 やフロントガラ

50

ス302の反射面に入射する入射角が大きいことも、視点範囲Sに入射する光束が少ない要因である。

【0029】

このように主走査方向端部付近の中間像部分から射出される光束は、主走査方向中央付近の中間像部分から射出される光束よりも、視点範囲Sに入射する光束が少ないことから、主走査方向端部付近の虚像部分が相対的に暗くなる。

【0030】

特に、本実施形態では、投射光学系に含まれる光反射部材が投射ミラー211の1つだけにした上で、マイクロレンズアレイ210の出射面から投射ミラー211の反射面までの光路長を短くし、投射光学系を小型化している。より具体的には、図1に示すように、マイクロレンズアレイ210から出射して視点範囲Sへ入射することになる中間像G'の光束が投射ミラー211の反射面に入射する範囲の主走査方向長さQが、マイクロレンズアレイ210の出射面と投射ミラー211の反射面との間の光路長Pよりも長くなるように構成されている。

【0031】

このような構成においては、主走査方向端部付近の中間像部分から射出される光束の投射ミラー211への入射角が比較的大きくなる。中間像G'から射出される光束の投射ミラー211上での光束径が大きいと、投射ミラー211で反射して視点範囲Sへ入射することになる光束が少なくなる。この光束径は、投射ミラー211への入射角が大きいほど大きなものとなる。よって、投射光学系の小型化のために主走査方向端部付近の中間像部分から射出される光束の投射ミラー211への入射角が大きい本実施形態の構成では、特に、主走査方向端部付近の虚像部分が相対的に暗くなりやすい。

【0032】

そこで、本実施形態においては、中間像G'の主走査方向端部位置（端部画素）に対応する端部光束におけるマイクロレンズアレイ210の出射後の中心光線L1, L2が、主走査方向における視点範囲Sの中心点から所定距離内の中心領域に向かうように、走査光学系が構成されている。この中心領域の範囲は、例えば、人間の両目の間隔を基準にして、視点範囲Sの中心点から75mm以下の距離内とする。この範囲とすれば、マイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の発散角を適宜調整することにより、自動車用HUD装置200に要求される視点範囲S内から、虚像Gにおける主走査方向端部位置の画像部分を十分な輝度で視認することができる。

【0033】

端部光束の中心光線L1, L2を向かわせる視点範囲S内の中心領域において、視点範囲Sの中心点からの距離は、要求される画質等に応じて適宜設定される。マイクロレンズアレイ210から出射される中間像G'の各画素の光束のうち、端部画素の光束が、最もその中心光線を視点範囲S内の中心領域に向かわせるのに不利である。そのため、本実施形態のように端部光束の中心光線L1, L2が視点範囲S内の中心領域に向かう構成であれば、他の画素の光束の中心光線も当該中心領域に向かわせることができる。その結果、発散角を適宜調整することによって、視点範囲Sの全域にわたり、全画素について高い輝度を実現することができる。

【0034】

本実施形態では、中間像G'の形成方法として、レーザー光を二次元走査して中間像を形成するレーザー光走査方式を採用している。レーザー光は高い指向性を示すことから、光学系の光学素子の配置や特性を調整して、端部光束の中心光線L1, L2が視点範囲S内の中心領域に向かうようにすることが容易である。なお、本実施形態において、走査光学系は、光源から出射される画像光を光走査装置208によりマイクロレンズアレイ210上に中間像を形成するまでの光学系であり、投射光学系は、マイクロレンズアレイ210から出射した画像光を投射する光学系である。

【0035】

また、本実施形態においては、中間像G'の主走査方向端部位置に対応する端部光束の

10

20

30

40

50

50%以上が視点範囲S内に導かれるように、走査光学系が構成されている。これにより、マイクロレンズアレイ210から出射される端部光束を、視点範囲S内から視認される画像の表示に効率よく寄与させることができる。その結果、自動車用HUD装置200に要求される視点範囲S内から、虚像Gにおける主走査方向端部位置の画像部分を十分な輝度で視認することができる。

【0036】

具体的には、本実施形態では、図7に示すように、マイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の発散角（中心光線上の光量（最大光量）に対して半値を示す2地点をマイクロレンズアレイ210上の出射地点から見たときの角度幅）が40°に設定されている。そして、本実施形態では、マイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の30°の角度幅（中心光線から主走査方向へ等距離にある2地点をマイクロレンズアレイ210上の出射地点から見たときの角度幅）分が、視点範囲S内に入射するように構成されている。このとき、40°の立体角は $0.38sr$ であり、30°の立体角は $0.22sr$ であることから、マイクロレンズアレイ210から射出される端部光束（全光束）のうち視点範囲S内に入射することになる光束の比率は、約57%（ $0.22 / 0.38 \times 100$ ）となる。

【0037】

図7中実線で示したマイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の発散角（これはマイクロレンズアレイ210の形状特性で決まる。）と、図7中点線で示した視点に到達する光束の発散角（これは投射光学系の設計で決まる。）との差が小さい。そのため、本実施形態によれば、光利用効率を約57%まで上げられ、光利用効率の低下を抑えることができる。

【0038】

本実施形態では、上述したとおりレーザー光走査方式を採用している。マイクロレンズアレイ210に入射させる画像光として指向性の高いレーザー光を用いるレーザー光走査方式によれば、マイクロレンズアレイ210から射出させる投射光Lの発散角を30°という比較的狭い範囲に設定することが容易である。

【0039】

なお、中間像G'の形成方法としては、液晶ディスプレイ（LCD）や蛍光表示管（VFD）を利用した方式なども存在する。しかしながら、LCDやVFDは、光源が平面状に並び、各光源の発散中心方向がすべて平面法線方向に向いていることに加え、一般に発散角が60°以上と広い。そのため、中間像G'の主走査方向端部位置に対応する端部光束の50%以上を視点範囲S内に導くような構成とすることは極めて困難である。

【0040】

マイクロレンズアレイ210から出射される中間像G'の各画素の光束のうち、端部画素の光束が、最も視点範囲S内へ向かわせるのが不利である。本実施形態のように端部光束の50%以上が視点範囲S内に導かれる構成であれば、他の画素についてはより多くの光束を視点範囲S内に導くことができる。よって、視点範囲Sの全域にわたり、全画素について高い輝度を実現することができる。

【0041】

また、本実施形態において、中間像G'の端部光束におけるマイクロレンズアレイ210の出射後の中心光線L1, L2が視点範囲Sの中心領域に向かうように、あるいは、中間像G'の端部光束の50%以上が視点範囲S内に導かれるように、走査光学系を構成する際には、以下のような基準で走査光学系を設計したり調整したりするとよい。すなわち、図1に示すように、端部光束の走査光L1', L2'のマイクロレンズアレイ210への入射角 θ_1' , θ_2' が、マイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の投射光の中心光線L1, L2の出射角 θ_1 , θ_2 とほぼ一致するように、走査光学系を設計したり調整したりする。走査光学系をこのように設計したり調整したりすれば、中間像G'の端部光束におけるマイクロレンズアレイ210の出射後の中心光線L1, L2を視点範囲Sの中心領域に向わせることができ、また、中間像G'の端部光束の50%以上を視点

10

20

30

40

50

範囲S内へ導くことができる。

【0042】

端部光束の走査光 $L1'$ 、 $L2'$ のマイクロレンズアレイ210への入射角 $\theta1'$ 、 $\theta2'$ は、光走査装置208での反射角度と、自由曲面ミラー209の反射面の立体的形状、自由曲面ミラー209の位置などを設定することで、変更することができる。

【0043】

ここで、走査光学系において、自由曲面ミラー209は、必ずしも必須の部品ではなく、走査光学系の構成を簡素化して小型化を実現する上ではむしろ不要な部品である。よって、自由曲面ミラー209を除外した構成や、自由曲面ミラー209の代わりに平面ミラーを採用した構成なども考えられる。

10

【0044】

しかしながら、光走査装置208からマイクロレンズアレイ210までの限られた光路長において、光走査装置208の限られた走査角範囲に対し、マイクロレンズアレイ210上での主走査方向幅を長くする上では、略凸面形状の反射面をもつ自由曲面ミラー209は有効である。このような自由曲面ミラー209が無い場合、中間像 G' の主走査方向長さが小さくなり、同じ画面幅（虚像 G の主走査方向長さ）を得るためには、投射光学系に、より高い倍率が求められることになる。この場合、投射光学系におけるマイクロレンズアレイ210と投射ミラー211との距離を近づけるとともに、マイクロレンズアレイ210の発散角を大きくすることが必要になる。そうすると、マイクロレンズアレイ210に対する走査光 L' の入射角は小さいが、マイクロレンズアレイ210からの投射光 L の出射角を大きくせざるを得ず、走査光学系の構成変更では、端部光束の走査光 $L1'$ 、 $L2'$ のマイクロレンズアレイ210への入射角 $\theta1'$ 、 $\theta2'$ とマイクロレンズアレイ210から射出される端部光束の投射光の中心光線 $L1$ 、 $L2$ の出射角 $\theta1$ 、 $\theta2$ とをほぼ一致させることは極めて困難である。このことから、本実施形態においては、略凸面形状の反射面をもつ自由曲面ミラー209を走査光学系に設けている。

20

【0045】

また、本実施形態では、端部光束を含む中間像 G' の各画素の光束について、走査光 $L1'$ 、 $L2'$ のマイクロレンズアレイ210への入射角 $\theta1'$ 、 $\theta2'$ とマイクロレンズアレイ210から射出される投射光の中心光線 $L1$ 、 $L2$ の出射角 $\theta1$ 、 $\theta2$ とがほぼ一致するように、自由曲面ミラー209の反射面における三次元形状を設計している。具体的には、自由曲面ミラー209の反射面は、単純な球面ではなく、回転対称非球面あるいは自由曲面形状となっている。例えば、2次元多項式面で表される自由曲面形状を用いれば、中間像 G' の各画素の光束について入射角 $\theta1'$ 、 $\theta2'$ と出射角 $\theta1$ 、 $\theta2$ とをほぼ一致させるとともに、走査光 L' の結像特性も良好にすることができる。

30

【0046】

また、本実施形態における走査光学系では、曲面ミラーが、凸面ミラーである自由曲面ミラー209の1つだけであるが、走査光学系に複数の曲面ミラーを用いてもよい。これにより、小型化・結像特性・光線角度をいずれもさらに良好に達成することが容易となる。例えば、1つの曲面ミラーにマイクロレンズアレイ210上に中間像 G' を結像させる作用を持たせ、他の曲面ミラーによってマイクロレンズアレイ210への入射角 $\theta1'$ 、 $\theta2'$ を調整するといったことが可能である。ただし、結像特性と入射角調整を曲面ミラーごとに完全に分離して実施することは小型化のためには不利であることから、自由度の高い自由曲面形状をもった単一のミラー（自由曲面ミラー209）を用い、走査光学系全体での最適化を実施することが好ましい。

40

【0047】

以上に説明したものは一例であり、本発明は、次の態様毎に特有の効果を奏する。

(態様A)

所定の画像情報に基づいて画像光を出射するレーザー光源201R、201G、201B等の光源と、画像光の光束を発散させるマイクロレンズアレイ210等の光発散部材と、前記光源から出射される画像光を光走査装置208等の光走査手段により主走査方向と

50

該主走査方向に直交する副走査方向とに走査して前記光発散部材上に中間像 G' を形成する走査光学系と、光透過性を有するフロントガラス 302 等の被投射部材に向けて前記光発散部材からの画像光を投射し、該被投射部材で反射させて特定の視点範囲 S 内に導く投射光学系とを有し、前記視点範囲内において運転者 300 等の観察者に画像を視認可能とする自動車用 HUD 装置 200 等の画像表示装置において、前記走査光学系は、前記中間像 G' の主走査方向端部位置に対応する端部光束における前記光発散部材の出射後の中心光線 L1, L2 が、主走査方向における前記視点範囲 S の中心点から所定距離内の中心領域に向かうように、構成されていることを特徴とする。

本態様では、中間像の走査方向端部位置に対応する端部光束における光発散部材の出射後の中心光線 L1, L2 が、走査方向における視点範囲 S の中心点から所定距離内の中心領域に向かう。光発散部材から発散出射される光束は、その中心光線に近いほど大きいことから、本態様によれば、より大きい光束部分が優先的に視点範囲 S 内に導かれ、視点範囲 S から外れる光束部分は相対的に小さい光束部分となる。その結果、画像の走査方向端部付近の輝度が相対的に落ちるのを抑制することができる。

しかも、本態様においては、走査光学系における光学部材の構成やレイアウト等を調整して、光発散部材の出射後における端部光束の中心光線が視点範囲 S の中心領域に向かうようにするので、光発散部材の大型化せずに済む。

【0048】

(態様 B)

所定の画像情報に基づいて画像光を出射するレーザー光源 201R, 201G, 201B 等の光源と、画像光の光束を発散させるマイクロレンズアレイ 210 等の光発散部材と、前記光源から出射される画像光を光走査装置 208 等の光走査手段により主走査方向と該主走査方向に直交する副走査方向とに走査して前記光発散部材上に中間像 G' を形成する走査光学系と、光透過性を有するフロントガラス 302 等の被投射部材に向けて前記光発散部材からの画像光を投射し、該被投射部材で反射させて特定の視点範囲 S 内に導く投射光学系とを有し、前記視点範囲内において運転者 300 等の観察者に画像を視認可能とする自動車用 HUD 装置 200 等の画像表示装置において、前記走査光学系は、前記中間像 G' の主走査方向端部位置に対応する端部光束の 50% 以上が前記視点範囲 S 内に導かれるように、構成されていることを特徴とする。

本態様においては、中間像の走査方向端部位置に対応する端部光束の 50% 以上が視点範囲 S 内に導かれるので、視点範囲 S から外れる光束部分の比率が少なく、画像の走査方向端部付近の輝度が相対的に落ちるのを抑制することができる。

【0049】

(態様 C)

前記態様 A 又は B において、前記投射光学系に含まれる光反射部材は投射ミラー 211 の 1 つだけであり、前記光発散部材から出射して前記視点範囲内に導かれる投射光 L 等の画像光が前記光反射部材の反射面に入射する範囲の主走査方向長さ Q は、該光発散部材の出射面と前記光反射部材の反射面との間の光路長 P よりも長いことを特徴とする。

これによれば、投射光学系において高い倍率を得ることができるので画面の大型化を実現できるとともに、光発散部材の出射面と光反射部材の反射面との間の光路長 P を短くできるので小型化も実現できる。

【0050】

(態様 D)

前記態様 A ~ C のいずれかの態様において、主走査方向及び副走査方向の少なくとも一方の方向における前記中間像 G の端部位置に対応する端部光束のうち前記光発散部材の出射後の半値幅範囲内の端部光束部分が、前記光反射部材の反射面内に入射することを特徴とする。

これによれば、光発散部材から出射される実質的にすべての光束を光反射部材で反射して視点範囲内に導くことができるので、画像表示に寄与しない無駄な光束がなくなる結果、より高い輝度の画像表示が可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

(態 様 E)

前記態様 A ~ D のいずれかの態様において、前記走査光学系は、前記光走査手段により走査された走査光 L' 等の画像光を反射させる自由曲面ミラー 209 等の凸面ミラーを有することを特徴とする。

これによれば、光走査手段から光発散部材までの限られた光路長において、光走査手段の限られた走査角範囲に対し、光発散部材上での走査幅を長くとることができる。これにより、投射光学系に要求される倍率を低く抑えることができる。よって、端部光束の画像光の光発散部材への入射角 θ_1 、 θ_2 と光発散部材から射出される端部光束の画像光の中心光線 L1、L2 の出射角 ϕ_1 、 ϕ_2 とをほぼ一致させることが容易となる。その結果、端部光束における光発散部材出射後の中心光線 L1、L2 が視点範囲 S の中心領域に向かうように、あるいは、端部光束の 50% 以上が視点範囲 S 内に導かれるように、走査光学系を構成するのが容易となる。

10

【 0 0 5 2 】

(態 様 F)

前記態様 E において、前記凸面ミラーの反射面は、前記中間像 G' の主走査方向各位置に対応する光束における前記光発散部材の出射後の中心光線を前記視点範囲 S における前記中心領域に向かわせる三次元形状を有することを特徴とする。

これによれば、走査光学系を構成する凸面ミラーの反射面の三次元形状を設計あるいは調整することにより、中間像 G' の主走査方向各位置に対応する光束における光発散部材の出射後の中心光線を視点範囲 S における中心領域に向かわせることができる。よって、画像全体について高輝度な画像表示を実現できる。

20

【 0 0 5 3 】

(態 様 G)

前記態様 E 又は F において、前記凸面ミラーの反射面は、前記中間像の主走査方向端部位置に対応する端部光束の 50% 以上を前記視点範囲内へ導く三次元形状を有することを特徴とする。

これによれば、走査光学系を構成する凸面ミラーの反射面の三次元形状を設計あるいは調整することにより、中間像 G' の主走査方向端部位置に対応する端部光束の 50% 以上を視点範囲 S 内へ導くことができる。よって、画像全体について高輝度な画像表示を実現できる。

30

【 0 0 5 4 】

(態 様 H)

画像表示システムであって、前記態様 A ~ G のいずれかの態様に係る自動車用 HUD 装置 200 等の画像表示装置と、フロントガラス 302 等の被投射部材を備えた移動体である自動車 301 等の装置とを有し、前記画像表示装置から投射された画像光を前記被投射部材が反射することによって運転者 300 等の観察者に画像を視認可能とすることを特徴とする。

これによれば、画像端部付近の輝度を比較的落とすことなく、大画面化と小型化の両立を実現した画像表示システムを得ることができる。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- 100 光源ユニット
- 200 自動車用 HUD 装置
- 201R, 201G, 201B レーザー光源
- 208 光走査装置
- 209 自由曲面ミラー
- 210 マイクロレンズアレイ
- 211 投射ミラー
- 300 運転者

50

300 a, 300 b, 300 c 視点

301 自動車

302 フロントガラス

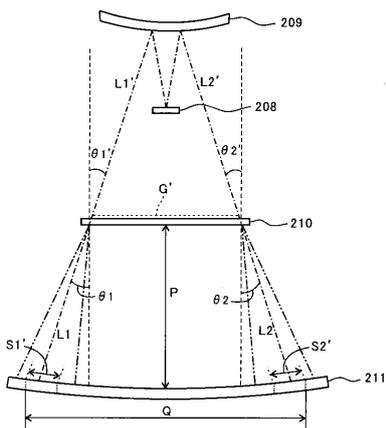
【先行技術文献】

【特許文献】

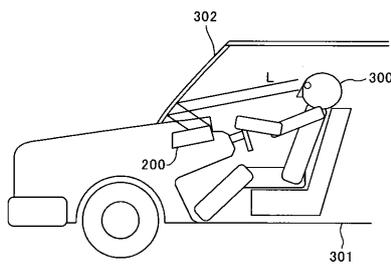
【0056】

【特許文献1】特開2013-61554号公報

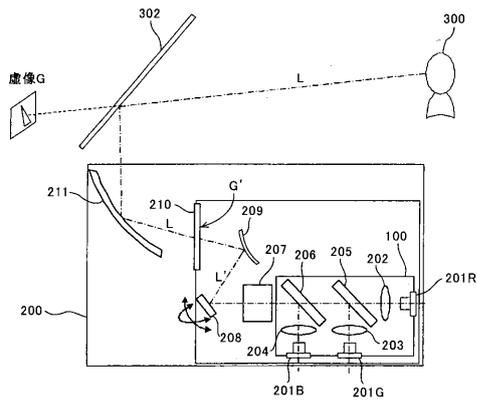
【図1】



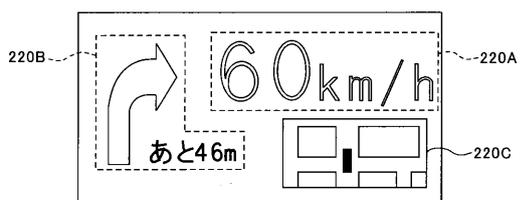
【図2】



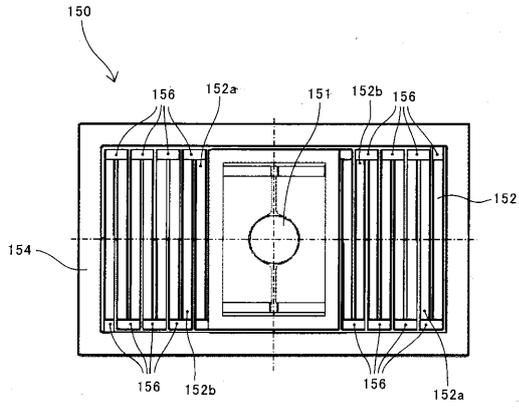
【図3】



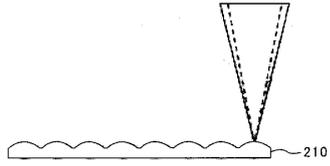
【図4】



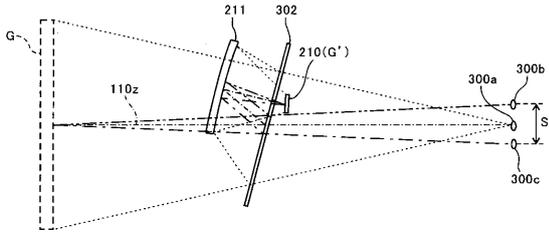
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

審査官 鈴木 俊光

- (56)参考文献 特開2012 - 208440 (JP, A)
特開2013 - 061554 (JP, A)
特開2013 - 064985 (JP, A)
特開2013 - 025205 (JP, A)
特開2012 - 078619 (JP, A)
米国特許出願公開第2014 / 0049819 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 27/01
B60K 35/00