

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6225341号  
(P6225341)

(45) 発行日 平成29年11月8日 (2017. 11. 8)

(24) 登録日 平成29年10月20日 (2017. 10. 20)

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl.                   | F I             |
| <b>G O 2 B 27/01 (2006. 01)</b> | G O 2 B 27/01   |
| <b>B 6 O K 35/00 (2006. 01)</b> | B 6 O K 35/00 A |
| <b>B 6 O R 11/02 (2006. 01)</b> | B 6 O R 11/02 C |
| <b>G O 2 B 17/08 (2006. 01)</b> | G O 2 B 17/08 A |

請求項の数 9 (全 20 頁)

|               |                              |           |                              |
|---------------|------------------------------|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2017-524644 (P2017-524644) | (73) 特許権者 | 314012076                    |
| (86) (22) 出願日 | 平成28年6月23日 (2016. 6. 23)     |           | パナソニック I P マネジメント株式会社        |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2016/003030            |           | 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号          |
| (87) 国際公開番号   | W02016/208196                | (74) 代理人  | 100106116                    |
| (87) 国際公開日    | 平成28年12月29日 (2016. 12. 29)   |           | 弁理士 鎌田 健司                    |
| 審査請求日         | 平成29年8月3日 (2017. 8. 3)       | (74) 代理人  | 100170494                    |
| (31) 優先権主張番号  | 特願2015-128944 (P2015-128944) |           | 弁理士 前田 浩夫                    |
| (32) 優先日      | 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)     | (72) 発明者  | 葛原 聡                         |
| (33) 優先権主張国   | 日本国 (JP)                     |           | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |
| 早期審査対象出願      |                              | (72) 発明者  | 岡山 裕昭                        |
|               |                              |           | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |
|               |                              | 審査官       | 右田 昌士                        |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘッドアップディスプレイおよびヘッドアップディスプレイを搭載した移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載され、透光性を有する反射部材に投射して、観察者に虚像を視認させるヘッドアップディスプレイであって、

画像を表示する表示デバイスと、

屈折光学系を有し、前記表示デバイスに表示された前記画像を観察者の視点領域に投射する投射光学系と、を備え、

内側偏角は、前記表示デバイスから前記屈折光学系の前記車両における内側の端部近傍を通過する光路において、前記屈折光学系に入射する光線のベクトルと前記屈折光学系から出射する光線のベクトルとがなす角であり、

外側偏角は、前記表示デバイスから前記屈折光学系の前記車両における外側の端部近傍を通過する光路において、前記屈折光学系に入射する光線のベクトルと前記屈折光学系から出射する光線のベクトルとがなす角であり、

前記内側偏角は、前記外側偏角よりも大きい、  
ヘッドアップディスプレイ。

【請求項 2】

以下の条件 (1) を満足する、請求項 1 に記載のヘッドアップディスプレイ：

$$1. \quad 2 < (\theta 2 i \times \theta 1 o) \quad / \quad (\theta 2 o \times \theta 1 i) \quad \cdots (1)$$

ここで、

$\theta 1 i$  : 反射部材に入射する基準内側光線のベクトルと反射部材から反射する基準内

側光線のベクトルがなす角度

$\theta 1 o$  : 反射部材に入射する基準外側光線のベクトルと反射部材から反射する基準外側光線のベクトルがなす角度

$\theta 2 i$  : 第2レンズに入射する基準内側光線  $L i$  のベクトルと第2レンズから出射する基準内側光線  $L i$  のベクトルがなす角度

$\theta 2 o$  : 第2レンズに入射する基準外側光線  $L o$  のベクトルと第2レンズから出射する基準外側光線  $L o$  のベクトルがなす角度

である。

【請求項3】

前記屈折光学系は、基準光線に対して偏心している、  
請求項2に記載のヘッドアップディスプレイ。

10

【請求項4】

前記屈折光学系は、前記車両の左右方向よりも前記車両の前後方向の方が強い曲率を有する、  
請求項3に記載のヘッドアップディスプレイ。

【請求項5】

前記屈折光学系は、前記車両の左右方向よりも前記車両の前後方向の方が強い曲率を有する、  
請求項2に記載のヘッドアップディスプレイ。

【請求項6】

前記屈折光学系は、基準光線に対して偏心している、  
請求項1に記載のヘッドアップディスプレイ。

20

【請求項7】

前記屈折光学系は、前記車両の左右方向よりも前記車両の前後方向の方が強い曲率を有する、  
請求項6に記載のヘッドアップディスプレイ。

【請求項8】

前記屈折光学系は、前記車両の左右方向よりも前記車両の前後方向の方が強い曲率を有する、  
請求項1に記載のヘッドアップディスプレイ。

30

【請求項9】

請求項1に記載のヘッドアップディスプレイを備えた、  
移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、透過型の反射部材に投射して虚像を提示するヘッドアップディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献1は、画像の情報を持つ表示光を生成し、これを拡大投影する投影光学系と、表示光を反射して虚像を表示するフロントガラスとからなるヘッドアップディスプレイを開示する。投影光学系は、表示光を生成する液晶パネル、正のパワーを有する投影レンズ群、この投影レンズ群に対して偏心して配置された非回転対称非球面の凹面ミラー等からなる。投影光学系は、液晶パネルから出射する表示光を、投影レンズ群と凹面ミラーとでパワーを分散しながら拡大投影する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-122582号公報

50

## 【発明の概要】

## 【0004】

本開示は、小型でありながら、視認性の低下を抑制するヘッドアップディスプレイを提供する。

## 【0005】

本開示におけるヘッドアップディスプレイは、車両に搭載され、透光性を有する反射部材に投射して、観察者に虚像を視認させるものである。ヘッドアップディスプレイは、表示デバイスと、投射光学系とを備える。表示デバイスは、画像を表示する。投射光学系は、屈折光学系を有し、表示デバイスに表示された画像を観察者の視点領域に投射する。屈折光学系は、内側偏角が外側偏角より大きい。ここで、内側偏角は、表示デバイスから屈折光学系の車両における内側の端部近傍を通過する光路において、屈折光学系に入射する光線のベクトルと屈折光学系から出射する光線のベクトルとがなす角である。外側偏角は、表示デバイスから屈折光学系の車両における外側の端部近傍を通過する光路において、屈折光学系に入射する光線のベクトルと屈折光学系から出射する光線のベクトルとがなす角である。

10

## 【0006】

本開示におけるヘッドアップディスプレイは、小型でありながら、視認性の低下を抑制するのに有効である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

20

【図1】図1は、本開示のヘッドアップディスプレイを搭載した移動体を示す模式図である。

【図2】図2は、実施の形態1におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す光学断面図である。

【図3】図3は、本開示の制御部の電気接続状態を説明するためのブロック図である。

【図4】図4は、実施の形態1におけるヘッドアップディスプレイの構成を説明するための模式図である。

【図5】図5は、実施の形態1における第2ミラーを説明するための模式図である。

【図6】図6は、実施の形態2におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す光学断面図である。

30

【図7】図7は、実施の形態1におけるヘッドアップディスプレイ100の虚像を示す図である。

【図8A】図8Aは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図8B】図8Bは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図8C】図8Cは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図9A】図9Aは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図9B】図9Bは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図9C】図9Cは、実施例1の投射光学系のデータを示す図である。

【図10A】図10Aは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

【図10B】図10Bは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

40

【図10C】図10Cは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

【図11A】図11Aは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

【図11B】図11Bは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

【図11C】図11Cは、実施例2の投射光学系のデータを示す図である。

【図12】図12は、実施例1および2の光学データを示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長にな

50

るのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0009】

なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために、提供されるのであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

【0010】

(実施の形態1)

以下、図1～5を用いて、実施の形態1を説明する。

【0011】

[1-1. 構成]

10

[1-1-1. ヘッドアップディスプレイの全体構成]

本開示のヘッドアップディスプレイ100の具体的な実施の形態及び実施例を、図面を参照して、以下、説明する。

【0012】

図1は、本開示に係るヘッドアップディスプレイ100を搭載した車両200の断面を示す図である。図1に示すように、ヘッドアップディスプレイ100は、車両200のウィンドシールド220下部のダッシュボード210内部に配置される。観察者Dは、ヘッドアップディスプレイ100が反射部材であるウィンドシールド220に投射する表示画像111を虚像Iとして認識する。

20

【0013】

図2は、本実施の形態1に係るヘッドアップディスプレイ100を説明するための光学断面を示す模式図である。図2に示すように、ヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110と、投射光学系120（第1レンズ121と、ミラー122と、第2レンズ123）と、制御部150と、カメラ170と、を備える。ヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110が表示する画像をウィンドシールド220を介して反射させて、観察者Dの視点領域300に導いて虚像Iを視認させる。視点領域300は、観察者Dが虚像Iを欠けることなく視認できる領域のことを意味する。カメラ170は、観察者Dの視点位置を検出する。

【0014】

ここで、表示画像111の光路における虚像Iの中心から出射する光線を基準光線Lcとする。観察者Dが視認する基準光線Lcは、実際には表示デバイス110から光学系を経て観察者Dに到達したものである。そのため、虚像Iの中心から出射する基準光線Lcに対応する、表示デバイス110から観察者Dに到達するまでの光線も基準光線Lcと表現される。また、これらの光線に対応する光路も同様に基準光線Lcと表現される。後述の基準内側光線Liおよび基準外側光線Loにおいても同様である。虚像Iの車両外側端を形成する表示画像111の光路を基準外側光線Lo、虚像Iの車両内側端を形成する表示画像111の光路を基準内側光線Liとする。ただし、観察者Dの視点が視点領域300の中心にあるものとする。また、表示デバイス110上で、基準光線Lc、基準外側光線Lo、基準内側光線Liに相当する表示位置をそれぞれ、基準画像Dc、基準外側画像Do、基準内側画像Diとする。

30

40

【0015】

表示デバイス110は、画像を表示することができる装置であればよい。例えば、液晶表示装置(Liquid Crystal Display)や有機発光ダイオード(エレクトロルミネッセンス)、プラズマディスプレイなどを用いることも可能である。また、表示デバイス110として、拡散反射可能なスクリーンにプロジェクタや走査型レーザを用いて画像を生成してもよい。

【0016】

表示デバイス110は、R(赤)、G(緑)、B(青)、の3色のサブ画素からなる画素を有している。

【0017】

50

図3は、本開示に係る制御部150の電気接続状態を示すブロック図である。図3に示すように、制御部150は、CPU151とメモリ152とを有する。CPU151は、表示画像の制御をする。表示画像には、道路進行案内表示や、前方車両までの距離、車のバッテリー残量、現在の车速など、各種情報が表示される。メモリ152は、ウインドシールド220や投射光学系120のパワーに基づいて、表示デバイス110が表示する画像を電子的に色補正するための、補正量のパラメータを記憶している。また、メモリ152は、観察者Dの視点位置に基づいた、表示デバイス110が表示する画像を電子的に色補正するための、補正量のパラメータを記憶している。

#### 【0018】

制御部150は、投射光学系120やウインドシールド220で発生する歪みに応じて、あらかじめ画像を電子的に歪ませておくことで、観察者Dに良好な虚像Iを視認させることができる。また、表示デバイス110は、投射光学系で発生する色収差に応じて、メモリ152にあらかじめ記憶された補正量のパラメータに基づき、複数波長の表示画素を表示位置毎にずらして表示する。また、表示デバイス110は、カメラ170が検出する観察者Dの視点位置に応じて、複数波長の表示画素を表示位置毎にずらして表示することもできる。

#### 【0019】

投射光学系120は、第1レンズ121と、ミラー122と、第2レンズ123とから構成される。投射光学系120は、表示デバイス110が表示した画像をウインドシールド220に投射する。具体的には、表示デバイス110が表示した画像光は、第1レンズ121を介してミラー122に入射する。ミラー122が反射する画像光は、第2レンズを介してウインドシールド220に投射される。

#### 【0020】

[1-1-2. 投射光学系の構成]

以下、図2を用いて、投射光学系120の配置構成について説明する。

#### 【0021】

第1レンズ121は、表示デバイス110よりも車両200の前方方向であって、表示デバイス110の表示面に垂直な方向に対して傾けて配置している。第1レンズ121は、全体として負のパワーを有する。こうすることで、表示デバイス110から出射する光線の角度を低減することができ、ヘッドアップディスプレイ100を小型にしながら、虚像Iの全域にわたってコントラストの高い良好な画像を表示することができる。また、第1レンズ121は、表示デバイス110側に凹面を有する。こうすることで、表示デバイス110から出射する光線が、第1レンズ121の表示デバイス110側の面に入射する角度が小さくなり、偏心歪みの影響を低減することができる。ただし、第1レンズ121の表示デバイス110側面はその全面が凹面である必要はなく、局所的に凸面形状を有しても良い。また、第1レンズ121は、出射面が凸面である負メニスカス形状を有する。これにより、表示デバイス110から出射する光線が、第1レンズ121のレンズ面に入射する角度が小さくなり、偏心歪みの影響を低減することができる。ただし、第1レンズ121のレンズ面は負メニスカス形状に限定されることはなく、平凹形状、両凹形状であっても良い。また、第1レンズ121は少なくとも一方の面に自由曲面形状を採用している。これにより、ミラー122、第2レンズ123、ウインドシールド220で発生する非対称な画面歪みを良好に補正することができる。ただし、第1レンズ121の面形状は自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良いし、これらのレンズを基準光線Lcに対して偏心させて配置しても良い。

#### 【0022】

ミラー122は第1レンズ121よりも車両200の前方方向に配置され、第1レンズ121から出射された光線を第2レンズ123に向けて反射するよう、その反射面を偏心して配置している。ここで、ミラー122の反射面は凹面形状である。これにより、表示デバイス110で表示した画像を拡大して、観察者Dに虚像Iとして視認させることが可

10

20

30

40

50

能となる。また、ミラー 1 2 2 は自由曲面形状を採用している。これは反射で生じた虚像の歪みを、視点領域 3 0 0 の全域で良好な虚像 I が見えるように補正するためである。ただし、ミラー 1 2 2 の面形状は自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良いし、これらの形状のミラーを基準光線 L c に対して偏心させて配置しても良い。

#### 【0 0 2 3】

第 2 レンズ 1 2 3 は、ミラー 1 2 2 よりも上方に配置され、ミラー 1 2 2 で反射された光線をウインドシールド 2 2 0 に向けて屈折する作用を持つ。また、第 2 レンズ 1 2 3 は基準光線 L c に対して傾けて配置されている。こうすることによって、第 2 レンズ 1 2 3 を水平に近い角度で配置することができ、筐体の小型化を実現することができる。また、第 2 レンズ 1 2 3 は全体として正のパワーを持つ。これにより、表示デバイス 1 1 0 で表示した画像を拡大して、観察者 D に虚像 I として視認させることが可能となる。さらに、ミラー 1 2 2 のサイズを小型化することが可能となる。また、第 2 レンズ 1 2 3 は自由曲面形状を採用している。これにより、ウインドシールド 2 2 0 で発生する非対称な画面歪みを良好に補正することができる。ただし、第 2 レンズの面形状は自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良い。また、図 5 に示すように、第 2 レンズ 1 2 3 は、車両 2 0 0 の外側方向よりも車両 2 0 0 の内側方向の方が強い屈折作用を持つ。例えば、第 2 レンズ 1 2 3 は、車両 2 0 0 の内側において大きなサグ量を持つ非対称なレンズ形状としても良いし、回転対称なレンズを回転対称軸を車両 2 0 0 の外側方向にシフトして配置しても良い。通常、ウインドシールド 2 2 0 は車両 2 0 0 の外側に強い曲率をもった自由曲面形状である。そのため、第 2 レンズ 1 2 3 が車両 2 0 0 の内側と外側で光学的に対称であると、第 2 レンズ 1 2 3 をほぼ水平に配置した場合、ウインドシールドにおいて非対称な歪みが生じる。第 2 レンズ 1 2 3 が車両 2 0 0 の内側に強いパワーを持つことにより、ウインドシールド 2 2 0 における非対称な歪みを補正することができる。第 2 レンズ 1 2 3 が車両 2 0 0 の内側において強いパワーを持つとき、第 2 レンズ 1 2 3 で発生する色収差は、車両 2 0 0 の外側方向よりも車両 2 0 0 の内側方向の方が大きくなり、虚像 I は非対称な色収差が発生した画像として観察者 D に視認される。そこで、表示デバイス 1 1 0 で画像を表示する際には、波長毎に予め定められた補正量に相当する画素数だけ表示位置をずらして表示している。これによって、色収差による虚像 I の色ずれを軽減することができる。また、表示デバイス 1 1 0 で電子的に色収差を補正するにあたっては、表示画像の中心に対して非対称な補正量のパラメータを有している。詳細には、基準外側画像 D o よりも基準内側画像 D i の方が、大きな補正量のパラメータを有する。これによって、第 2 レンズ 1 2 3 で発生する非対称な色収差が発生しても、良好な虚像 I を観察者 D に視認させることができる。

#### 【0 0 2 4】

また、視点領域 3 0 0 における観察者 D の視点の位置が変化した場合、非対称な補正量のパラメータも変化させることが望ましい。すなわち、観察者 D の視点の位置が、中心から車両 2 0 0 の内側に移動した場合、基準内側画像 D i の補正量を増やし、基準外側画像 D o の補正量は減らす。反対に、観察者 D の視点の位置が、中心から、車両 2 0 0 の外側に移動した場合、基準内側画像 D i の補正量を減らし、基準外側画像 D o の補正量を増やす。これにより、観察者 D の視点の位置が変化した場合であっても、良好な虚像 I を視認させることができる。

#### 【0 0 2 5】

また、第 2 レンズ 1 2 3 の出射面は、フレネル形状を有している。また、第 2 レンズ 1 2 3 のフレネル面は、車両 2 0 0 の前後方向に直線上に伸びる稜線を有する。これにより、第 2 レンズ 1 2 3 のレンズ厚を削減することができ、ヘッドアップディスプレイ 1 0 0 を小型に構成することができる。ただし、第 2 レンズ形状はリニアフレネル形状に限定されることはなく、円形に溝を配置したフレネル形状であっても良いし、溝のないバルクレンズ形状であっても良い。また、第 2 レンズ 1 2 3 は車両の前後方向よりも車両の左右方向の方が強い曲率を有している。これによって、第 1 ミラー 1 2 2 a とウインドシールド

220で発生する非対称な歪みを補正することができる。

【0026】

投射光学系120は、表示デバイス110の直後に全体として負のパワーの第1レンズ121を配置しているため、第1ミラー122aのパワーを高める（所謂テレフォト作用）ことができる。これにより、ヘッドアップディスプレイ100を小型に構成することができる。

【0027】

また、実施の形態1では、表示デバイス110の直後に1枚の第1レンズ121を配置しているが、複数のレンズ素子を配置しても良い。また、実施の形態1では、第1レンズ121の直後に1つのミラー122を配置しているが、複数のミラーを配置しても良い。また、実施の形態1ではミラー122の直後に1枚の第2レンズ123を配置しているが、複数のレンズ素子を配置しても良いし、レンズ素子を配置しなくても良い。

10

【0028】

ここで、第1レンズ121は、ミラー122の反射面の下端よりも上方に配置される。こうすることで、ヘッドアップディスプレイ100を車両200の上下方向に薄く構成することができる。また、表示デバイス110と第1レンズ121の基準光線Lcの間隔は、ミラー122と第1レンズ121の間隔よりも短い。これにより、第1レンズ121で発生する色収差量が視点領域300内で変動するのを抑制することができる。

【0029】

[1-2. 効果等]

20

実施の形態1に係るヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110に表示された画像を、ウィンドシールド220に投射し、虚像Iを観察者Dに表示させている。これにより、観察者Dの前方視界を遮ることなく、表示デバイス110に表示された画像を観察者Dに視認させることができる。

【0030】

図7は、実施の形態1における視点領域300から虚像Iを見たときの模式図である。本開示のヘッドアップディスプレイ100において、視点領域300は、横130mm×縦40mmの矩形である。破線は視点領域300から見た場合の虚像Iの理想の形状である。実線は各実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ100を用いて投射した虚像Iを示している。

30

【0031】

図7のそれぞれは、観察者Dから見た虚像Iの画面歪みを示す図である。（1）は観察者Dから見て、視点領域300の中心の位置から虚像Iを見たときの画面歪みを示す図である。（2）は視点領域300の左上の位置から虚像Iを見たときの画面歪みを示す図である。（3）は視点領域300の左下の位置から虚像Iを見たときの画面歪みを示す図である。（4）は視点領域300の右上の位置から虚像Iを見たときの画面歪みを示す図である。（5）は視点領域300の右下の位置から虚像Iを見たときの画面歪みを示す図である。

【0032】

図7に示すように、本開示のヘッドアップディスプレイ100によれば、視点領域300の全域で画面歪みが良好に補正される。すなわち、視点領域300内において観察者Dはどの位置で観察しても良好な虚像Iを視認することが可能である。

40

【0033】

なお、表示デバイス110に表示する画像はあらかじめ電子的に歪ませており、良好な虚像Iを視認することができる。

【0034】

[1. 3. 望ましい条件]

以下、実施の形態1に係るヘッドアップディスプレイ100が満足することが望ましい条件を説明する。なお、各実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ100に対して、複数の好ましい条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足する構成が最も望ま

50

しい。しかしながら、個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果を奏する光学系を得ることも可能である。

【0035】

実施の形態1に係るヘッドアップディスプレイ100は、画像を表示する表示デバイス110と、表示デバイス110に表示された画像を投射する投射光学系120とを備える。投射光学系120は、表示デバイス110からの光路の順に、第1レンズ121と、ミラー122と、第2レンズ123と、を有する。

【0036】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第1レンズ121は全体として負のパワーであることが望ましい。これにより、表示デバイスから出射する光線の角度を小さくすることができ、観察者Dの視点領域300全域でコントラストの高い良好な画像を視認することができる。

10

【0037】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第1レンズ121の表示デバイス110側面は凹面形状を有することが望ましい。これにより、表示デバイス110から出射した光線が第1レンズ121の表示デバイス110側面に入射する角度が小さくなり、画面歪みを良好に補正することができる。

【0038】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第1レンズ121は負メニスカス形状を有することが望ましい。これにより、表示デバイス110から出射した光線が第1レンズ121に入射する角度が小さくなり、画面歪みを良好に補正することができる。

20

【0039】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第1レンズ121の少なくとも一面は自由曲面形状であることが望ましい。これにより、ウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正し、観察者Dの視点領域300全域で画面歪みの少ない良好な画像を視認することができる。

【0040】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第1レンズ121は車両の左右方向のほうが車両の上下方向よりもパワーが強いことが望ましい。これにより、通常横長に設定される視点領域300全域でコントラストの高い良好な画像を視認することができる。

30

【0041】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、ミラー122は自由曲面形状であることが望ましい。これにより、ウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正し、観察者Dの視点領域300全域で画面歪みの少ない良好な画像を視認することができる。

【0042】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、ミラー122の反射面は凹面である。これにより、表示デバイス110で表示した画像を拡大して観察者Dに虚像Iとして視認させることができる。

【0043】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第2レンズ123は基準光線Lcに対して傾けて配置することが望ましい。これにより、第2レンズ123を水平に近い角度で配置することが可能となり、ヘッドアップディスプレイ100を小型に構成することができる。

40

【0044】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第2レンズ123は車両左右方向に溝があるリニアフレネル形状であることが望ましい。これにより、第2レンズ123のレンズ厚を削減することができ、ヘッドアップディスプレイ100を小型に構成することができる。

【0045】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第2レンズ123は自由曲面形状である

50

ことが望ましい。これにより、ウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正し、観察者Dの視点領域300全域で画面歪みの少ない良好な画像を視認することができる。

#### 【0046】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第2レンズ123は車両の外側部分よりも車両の内側部分のほうが強いパワーをもつように、そのレンズ形状を設定、またはレンズをシフトさせて配置することが望ましい。これにより、車両外側で強い曲率をもつウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正し、観察者Dの視点領域300全域で画面歪みの少ない良好な画像を視認することができる。

#### 【0047】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、第2レンズ123は車両の前後方向よりも車両の左右方向に強いパワーを持つことが望ましい。これにより、ウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正し、観察者Dの視点領域300全域で画面歪みの少ない良好な画像を視認することができる。

#### 【0048】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110に表示する2波長以上の画像を予め定められた補正量に相当する画素数だけずらして表示することが望ましい。これによって、第2レンズ123で発生する色収差を電子的に補正することができ、観察者Dに色収差の少ない良好な虚像Iを視認させることができる。

#### 【0049】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、観察者Dの位置に応じて表示デバイス110の画像補正量を調整して表示することが望ましい。これによって、観察者Dは視点領域300全域で色収差の少ない良好な虚像Iを視認することができる。

#### 【0050】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、R（赤）、G（緑）、B（青）の3つのサブ画素から1つの画素を構成している。このとき、赤に相当するサブ画素よりも、青に相当するサブ画素の方が画像補正量が大きいたことが望ましい。これによって、第2レンズ123で発生する色収差を良好に補正して虚像Iを観察者Dに視認させることができる。

#### 【0051】

（実施の形態2）

以下、図6を用いて、実施の形態2を説明する。

#### 【0052】

[2-1. 構成]

[2-1-1. ヘッドアップディスプレイの全体構成]

図6は、実施の形態2に係るヘッドアップディスプレイ100を説明するための光学断面を示す模式図である。図6に示すように、ヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110と、投射光学系120（第1ミラー122aと、第2ミラー122bと、第2レンズ123）と、を備える。ヘッドアップディスプレイ100は、表示デバイス110が表示する画像を、ウインドシールド220に投射して視点領域300に導いて、観察者Dに虚像Iを視認させる。視点領域300は、観察者Dが虚像Iを欠けることなく視認できる領域のことである。

#### 【0053】

ここで、虚像Iの中心を形成する表示画像111の光路を基準光線Lcとする。ただし、観察者Dの視点が視点領域300の中心にあるものとする。

#### 【0054】

投射光学系120は、第1ミラー122aと、第2ミラー122bと、第2レンズ123と、から構成される。投射光学系120は、表示デバイス110が表示した画像をウインドシールド220に投射する。具体的には、表示デバイス110が表示した画像光は、第1ミラー122aに入射する。第1ミラー122aが反射する画像光は、第2ミラー122bに入射する。第2ミラー122bが反射した画像光は、第2レンズ123を介して

ウィンドシールド 220 に投射される。

【0055】

[2-1-2. 投射光学系の構成]

第1ミラー122aは、表示デバイス110よりも上方に配置され、表示デバイス110から出射された光線を第2ミラー122bに向けて反射するよう、その反射面を偏心して配置している。ここで、第1ミラー122aの反射面は凸面形状である。これにより、第2ミラー122bで発生する非対称な歪みを良好に補正することができる。ただし、第1ミラー122aは凸面形状に限定されることはなく、平面形状でも凹面形状でも良い。また、第1ミラー122aは自由曲面形状を採用している。これは反射で生じた虚像の歪みを、視点領域300の全域で良好な虚像Iが見えるように補正するためである。ただし、第1ミラー122aは自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良いし、これらのミラーを基準光線Lcに対して偏心させて配置しても良い。

10

【0056】

第2ミラー122bは、第1レンズ121よりも車両200の前方方向に配置され、第1ミラー122aから出射された光線をウィンドシールド220に向けて反射するよう、その反射面を偏心して配置している。ここで、第2ミラー122bの反射面は凹面形状である。これにより、表示デバイス110で表示した画像を拡大して、観察者Dに虚像Iとして視認させることが可能となる。また、第2ミラー122bは自由曲面形状を採用している。これにより、反射で生じた虚像Iの歪みを、視点領域300の全域で良好な虚像Iが見えるように補正できる。ただし、第2ミラー122bは自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良いし、これらのミラーを基準光線Lcに対して偏心させて配置しても良い。

20

【0057】

第2レンズ123は、第2ミラー122bよりも上方に配置され、第2ミラー122bで反射された光線をウィンドシールド220に向けて屈折する作用を持つ。また、第2レンズ123は基準光線Lcに対して傾けて配置されている。こうすることによって、第2レンズ123を水平に近い角度で配置することができ、筐体の小型化を実現することができる。また、第2レンズ123は全体として正のパワーを持つ。これにより、表示デバイス110で表示した画像を拡大して、観察者Dに虚像Iとして視認させることが可能となる。さらに、第2ミラー122bのサイズを小型化することが可能となる。また、第2レンズ123は自由曲面形状を採用している。これにより、ウィンドシールド220で発生する非対称な画面歪みを良好に補正することができる。ただし、第2レンズの面形状は自由曲面形状に限定されることはなく、球面形状、非球面形状、トロイダル形状、アナモルフィック形状であっても良い。また、第2レンズ123は車両外側方向よりも車両内側方向の方が強い屈折作用を持つように、そのレンズ形状を設定、またはそのレンズをシフトさせて配置している。例えば、車両中心側に大きなサグ量を持つ非対称なレンズ形状としても良いし、回転対称なレンズを回転対称軸を車両外側にシフトして配置しても良い。通常、ウィンドシールドは車両外側に強い曲率をもった自由曲面形状であり、第2レンズ123を水平に近づけて配置した場合、車両内側に強いパワーを持たせることで非対称な歪みを補正することができる。このとき、第2レンズ123で発生する色収差は、車両の外側方向よりも車両の内側方向の方が大きくなり、虚像Iは非対称な色収差が発生した画像として観察者Dに視認される。そこで、表示デバイス110で画像を表示する際には、波長毎に予め定められた補正量に相当する画素数だけ表示位置をずらして表示している。これによって、色収差による虚像Iの色ずれを軽減することができる。また、表示デバイス110で電子的に色収差を補正するにあたっては、表示画像の中心に対して非対称なパラメータを有している。詳細には、基準外側画像Doよりも基準内側画像Diの方が、大きな補正量を有する。これによって、第2レンズ123で発生する非対称な色収差が発生しても、良好な虚像Iを観察者Dに視認させることができる。また、第2レンズ123の出射面は、フレネル形状を有している。また、第2レンズ123のフレネル面は、車両20

30

40

50

0の前後方向に直線上に伸びる稜線を有する。これにより、第2レンズ123のレンズ厚を削減することができ、ヘッドアップディスプレイ100を小型に構成することができる。ただし、第2レンズ形状はリニアフレネル形状に限定されることはなく、円形に溝を配置したフレネル形状であっても良いし、溝のないバルクレンズ形状であっても良い。

#### 【0058】

投射光学系120は2つのミラーを配置しているが、3枚以上のミラーを配置しても良いし、1枚のミラーを配置しても良い。また、実施の形態2では第1ミラー122aを第2ミラー122bよりも車両後方側に配置しているが、これに限定されることはなく、第1ミラー122aを第2ミラー122bよりも車両前方に配置しても良いし、車両左右方向（図6において紙面垂直方向）に配置しても良い。また、実施の形態2では表示デバイス110を第1ミラー122aよりも下方に配置しているが、これに限定されることはなく、表示デバイス110を第1ミラー122aよりも上方に配置しても良いし、車両後方に配置しても良いし、車両左右方向（図6において紙面垂直方向）に配置しても良い。

10

#### 【0059】

ここで、第1ミラー122aの下端は、第2ミラー122bの反射面の下端よりも上方に配置される。こうすることで、ヘッドアップディスプレイ100を車両上下方向に薄く構成することができる。

#### 【0060】

次に、本開示のヘッドアップディスプレイ100が取り得る、望ましい条件を以下に説明する。

20

#### 【0061】

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、以下の条件（1）を満足することが望ましい。

#### 【0062】

1.  $2 < (\theta_{2i} \times \theta_{1o}) / (\theta_{2o} \times \theta_{1i}) < 6.0 \dots (1)$

ここで、

$\theta_{1i}$ ：ウインドシールドに入射する基準内側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準内側光線のベクトルがなす角度

$\theta_{1o}$ ：ウインドシールドに入射する基準外側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準外側光線のベクトルがなす角度

30

$\theta_{2i}$ ：第2レンズに入射する基準内側光線 $L_i$ のベクトルと第2レンズから出射する基準内側光線 $L_i$ のベクトルがなす角度

$\theta_{2o}$ ：第2レンズに入射する基準外側光線 $L_o$ のベクトルと第2レンズから出射する基準外側光線 $L_o$ のベクトルがなす角度

である。

#### 【0063】

条件（1）は、基準外側光線 $L_o$ と基準内側光線 $L_i$ の第2レンズ123における屈折作用とウインドシールドへの入射角との比率を規定する条件である。条件（1）の下限を下回ると、第2レンズ123の車両内側の屈折作用が小さくなり、小型なヘッドアップディスプレイ100を提供することが困難となる。

40

#### 【0064】

また、条件（1）の上限を上回ると、第2レンズ123の車両内側の屈折作用が強くなりすぎ、ウインドシールド220で発生する画面歪みを良好に補正することが困難となる。

#### 【0065】

また、さらに以下の条件（1）'を満足することにより上記の効果をさらに奏功させることができる。

#### 【0066】

1.  $6 < (\theta_{2i} \times \theta_{1o}) / (\theta_{2o} \times \theta_{1i}) < 4.0 \dots (1)$

50

) ,

また、さらに以下の条件 (1) ' ' を満足することにより上記の効果をさらに奏功させることができる。

【0067】

$2.0 < (\theta_{2i} \times \theta_{1o}) / (\theta_{2o} \times \theta_{1i}) < 3.0 \dots (1)$   
) , ,

本開示のヘッドアップディスプレイ100は、以下の条件(2)を満足することが望ましい。

【0068】

$1.5 \leq (M_i \times \theta_{1o}) / (M_o \times \theta_{1i}) \dots (2)$

10

ここで、

$\theta_{1i}$  : ウインドシールドに入射する基準内側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準内側光線のベクトルがなす角度

$\theta_{1o}$  : ウインドシールドに入射する基準外側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準外側光線のベクトルがなす角度

$M_i$  : 基準内側画像  $D_i$  の補正量

$M_o$  : 基準外側画像  $D_o$  の補正量

である。

【0069】

条件(2)は、基準内側画像  $D_i$  と基準外側画像  $D_o$  の補正量と、基準内側光線  $L_i$  と基準外側光線  $L_o$  のウインドシールド220への入射角比率を規定する条件である。通常、ウインドシールド220は車両外側に向かってその曲率が大きく、第2レンズ123はウインドシールド220で発生する画面歪みを補償するため、車両内側の曲率を強くすることが望ましい。また、条件(2)のように基準内側画像  $D_i$  の補正量を大きくすることが望ましい。ただし、条件(2)の下限を下回ると、第2レンズ123で発生する色収差に対して基準内側画像の補正量が不足し、観察者Dに良好な虚像Iを視認させることが困難となる。また、観察者Dに良好な虚像Iを視認させるために第2レンズ123の車両内側のパワーが小さくなり、小型なヘッドアップディスプレイ100を提供することが困難となる。

20

【0070】

さらに、以下の条件(2)'を満足することにより上記の効果をさらに奏功させることができる。

30

【0071】

$1.5 \leq M_i / M_o \leq 6.0 \dots (2)'$

条件(2)'の上限を上回ると、第2レンズ123で発生する色収差に対して基準内側画像の補正量が過剰となり、観察者Dに良好な虚像Iを視認させることが困難となる。

【0072】

また、さらに以下の条件(2)' 'を満足することにより上記の効果をさらに奏功させることができる。

【0073】

$2.0 \leq M_i / M_o \leq 5.0 \dots (2)''$

40

なお、各実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ100に対して、複数の好ましい条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足する構成が最も望ましい。しかしながら、個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果を奏する光学系を得ることも可能である。

【0074】

(数値実施例)

以下、図8Aから図11Cを用いて、実施の形態1~2に対応する数値実施例を示す。

【0075】

以下、本技術による表示装置について、具体的な実施例を説明する。なお、以下で説明

50

する実施例において、表中の長さの単位は（mm）であり、角度の単位は（度）である。  
また、自由曲面は、次の数式で定義されるものである。

【0076】

【数1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{m,n} C_j x^m y^n \quad (m \geq 0, n \geq 0, m+n > 0)$$

10

$$j = \frac{(m+n)^2 + m + 3n}{2} + 1$$

【0077】

ここで、zは面を定義する軸から（x，y）の位置におけるサグ量である。rは面を定義する軸の原点における曲率半径である。cは面を定義する軸の原点における曲率である。kはコーニク定数であり、多項式係数のC<sub>1</sub>に相当する。C<sub>j</sub>（j>1）は単項式x<sup>m</sup>y<sup>n</sup>の係数である。ただし、mおよびnは0以上の整数である。

20

【0078】

また、各実施例において、基準となる座標原点は、表示デバイス110に表示された画像（表示面）の中心であり、表中では、表示面の横方向をX軸、縦方向をY軸、表示面に対して垂直方向をZ軸として示している。また、偏心データにおいて、ADEとは、ミラーもしくはレンズをX軸を中心にZ軸方向からY軸方向に回転した量、BDEとはY軸を中心にX軸方向からZ軸方向に回転した量、CDEとはZ軸を中心にX軸方向からY軸方向に回転した量を意味する。

【0079】

（数値実施例1）

30

図8A～図9Cは、実施例1（実施の形態1）の投射光学系のデータである。図8Aは、投射光学系120の各光学要素における各面の偏心データを示す。図8Bと図8Cは、曲率半径を示す。図9Aは、多項式係数を示す。

【0080】

（数値実施例2）

図10A～図11Cは、実施例2（実施の形態2）の投射光学系のデータである。図10Aは、投射光学系120の各光学要素における各面の偏心データを示す。図10Bと図10Cは、曲率半径を示す。

【0081】

以下の表1に、実施の形態1～2までの条件式（1）および（2）の対応値を示す。

40

【0082】

【表1】

|        | 実施例 1 | 実施例 2 |
|--------|-------|-------|
| 条件式(1) | 2.56  | 2.32  |
| 条件式(2) | 3.05  | 2.58  |

50

## 【0083】

(他の実施の形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1～2を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用できる。また、上記実施の形態1～2で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。

## 【0084】

屈折光学系に入射する光線のベクトルと、出射する光線のベクトルとがなす角である偏角は、屈折光学系の車両の外側を通過する光線よりも内側を通過する光線における偏角を大きくする。偏角を外側と内側で変える方法としては、非対称なレンズを用いてもよいし、偏心させた対称レンズを用いてもよい。

10

## 【0085】

また、実施の形態1～2では第2レンズ123はフレネルレンズやリニアレンズを使用していたが、厚みが一定ではないフレネル形状であっても良い。

## 【0086】

また、実施の形態1～2では投射光学系120に1つ、または2つのレンズ素子を使用していたが、3つ以上のレンズ素子を使用しても良い。

## 【0087】

また、実施の形態1～2では第2レンズ123は上側にフレネル面を配置していたが、下面にフレネル面を配置しても良い。

20

## 【0088】

なお、ヘッドアップディスプレイ100は、車両に搭載され透光性の反射部材に投射して観察者に虚像を視認させるヘッドアップディスプレイであって、画像を生成する画像生成装置(LCD)と、投射光学系(ミラー等)と、制御部と、を備えるものでも良い。投射光学系は、屈折光学系を有し、画像生成装置により生成される画像を反射部材に投射する。制御部は、画像生成装置により生成される画像の異なる波長(色)の各画素を所定の間隔ずらし画像の色ずれを補正する。

## 【0089】

ヘッドアップディスプレイ100は、制御部は、画像の中心に対して、左右において補正量が非対称となるように補正するものでも良い。

30

## 【0090】

ヘッドアップディスプレイ100は、屈折光学系は、基準光線に対して偏心していてもよい。

## 【0091】

ヘッドアップディスプレイ100は、虚像の中心に相当する表示画像位置を基準画像、虚像の車両外側端に相当する表示画像位置を基準外側画像、虚像の車両内側端に相当する表示画像位置を基準内側画像としたとき、基準内側画像の補正量は、基準外側画像の補正量よりも大きいものでもよい。

## 【0092】

ヘッドアップディスプレイ100は、以下の条件を満足するものでもよい：

40

$$1.5 \leq (M_i \times \theta_{1o}) / (M_o \times \theta_{1i}) \cdots (2)$$

ここで、

$\theta_{1i}$ ：ウインドシールドに入射する基準内側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準内側光線のベクトルとがなす角度

$\theta_{1o}$ ：ウインドシールドに入射する基準外側光線のベクトルとウインドシールドから反射する基準外側光線のベクトルとがなす角度

$M_i$ ：基準内側画像 $D_i$ の補正量

$M_o$ ：基準外側画像 $D_o$ の補正量

である。

## 【0093】

50

ヘッドアップディスプレイ１００は、青に相当する画像の方が、赤に相当する画像よりも補正量が多いものでもよい。

【００９４】

ヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄの位置に応じて、補正量を調整させるものでも良い。

【００９５】

なお、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【産業上の利用可能性】

10

【００９６】

本開示は、透過性の反射部材を有する車両用のヘッドアップディスプレイなどに、本開示は適用可能である。

【符号の説明】

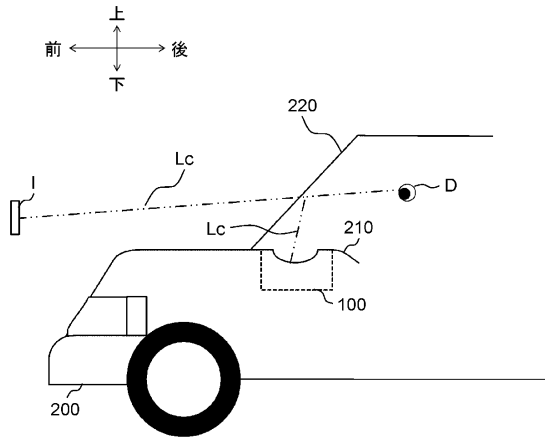
【００９７】

|       |              |
|-------|--------------|
| １００   | ヘッドアップディスプレイ |
| １１０   | 表示デバイス       |
| １１１   | 表示画像         |
| １２０   | 投射光学系        |
| １２１   | 第１レンズ        |
| １２２   | ミラー          |
| １２２ a | 第１ミラー        |
| １２２ b | 第２ミラー        |
| １２３   | 第２レンズ        |
| １５０   | 制御部          |
| １５１   | C P U        |
| １５２   | メモリ          |
| １７０   | カメラ          |
| ２００   | 車両           |
| ２１０   | ダッシュボード      |
| ２２０   | ウインドシールド     |

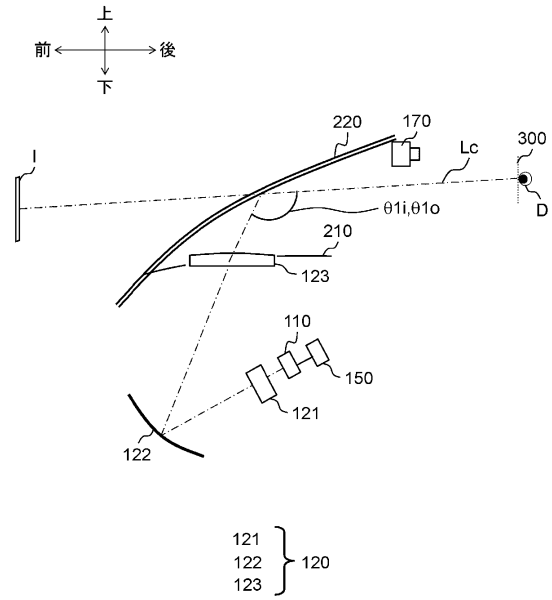
20

30

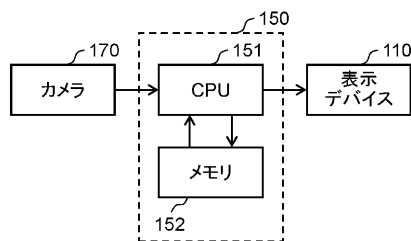
【図 1】



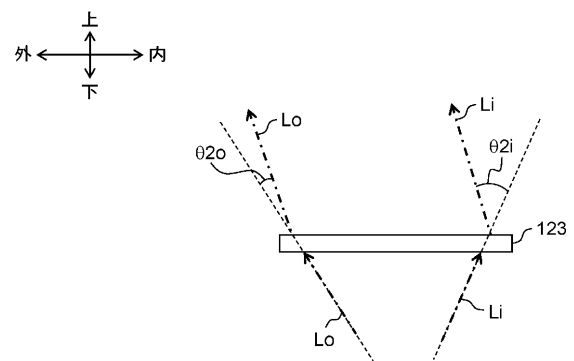
【図 2】



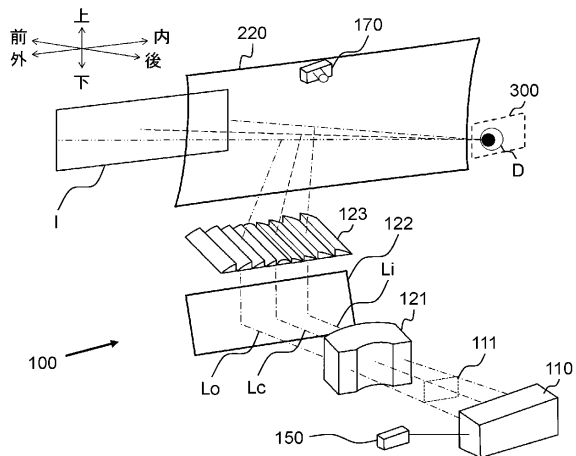
【図 3】



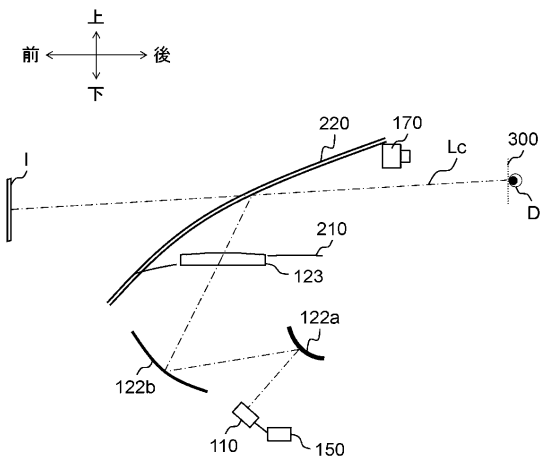
【図 5】



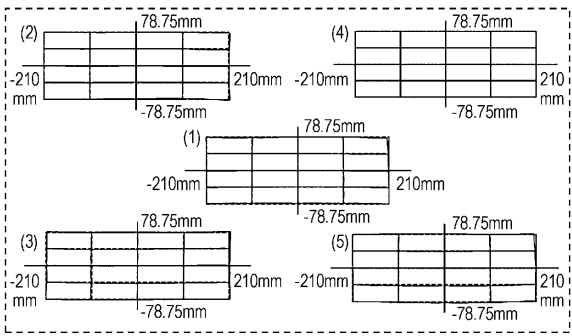
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図 8 A】

|          | 面番号 | 形状      | 偏心データ    |          |          |          |
|----------|-----|---------|----------|----------|----------|----------|
|          |     |         | X        | Y        | Z        | ADE      |
| 表示面      | 1   |         | 0        | 0        | 0        | 0        |
|          | 2   | 球面      | 0        | 0        | -18.1558 | 0        |
| 第1レンズ    | 3   | 自由曲面    | 0        | 0        | -35.9296 | 0        |
|          | 4   | 自由曲面    | -8.419   | 15.323   | -131.763 | 14.255   |
| 第2レンズ    | 5   | 平板      | -24.832  | 63.931   | -69.616  | 65.773   |
|          | 6   | リニアフレネル | -24.7601 | 66.68559 | -68.3852 | 65.77343 |
| ウインドシールド | 7   | 自由曲面    | -19.812  | 164.654  | 90.232   | 160.032  |
|          | 8   |         | -289.621 | -52.158  | 847.812  | -16.343  |
| 観察者      |     |         |          |          |          | 4.059    |

【図 8 B】

| 面番号 | 曲率半径    |
|-----|---------|
| 2   | 68.2    |
| 3   | 345.3   |
| 4   | -2134.3 |
| 7   | -437.0  |

【図 8 C】

| 面番号 | X 曲率半径 | Y 曲率半径  |
|-----|--------|---------|
| 6   | -440.1 | -1000.0 |

【図 9 A】

| 面番号 | 多項式係数 |            |     |            |     |           |     |           |  |  |
|-----|-------|------------|-----|------------|-----|-----------|-----|-----------|--|--|
| 3   | C1    | 0.000E+00  | C19 | 1.044E-08  | C37 | 0.000E+00 | C55 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C2    | 0.000E+00  | C20 | 5.388E-08  | C38 | 0.000E+00 | C56 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C3    | 0.000E+00  | C21 | 8.670E-08  | C39 | 0.000E+00 | C57 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C4    | 6.923E-04  | C22 | 6.490E-11  | C40 | 0.000E+00 | C58 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C5    | 5.595E-03  | C23 | -6.964E-11 | C41 | 0.000E+00 | C59 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C6    | 2.590E-03  | C24 | 4.962E-11  | C42 | 0.000E+00 | C60 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C7    | -1.192E-06 | C25 | 2.004E-10  | C43 | 0.000E+00 | C61 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C8    | -2.668E-05 | C26 | 7.675E-10  | C44 | 0.000E+00 | C62 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C9    | -4.740E-05 | C27 | -9.023E-10 | C45 | 0.000E+00 | C63 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C10   | -1.251E-04 | C28 | -3.652E-09 | C46 | 0.000E+00 | C64 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C11   | 2.266E-07  | C29 | 0.000E+00  | C47 | 0.000E+00 | C65 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C12   | -6.635E-07 | C30 | 0.000E+00  | C48 | 0.000E+00 | C66 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C13   | -1.257E-06 | C31 | 0.000E+00  | C49 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C14   | -1.048E-07 | C32 | 0.000E+00  | C50 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C15   | 6.592E-06  | C33 | 0.000E+00  | C51 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C16   | 4.297E-09  | C34 | 0.000E+00  | C52 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C17   | -2.125E-09 | C35 | 0.000E+00  | C53 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C18   | -3.282E-10 | C36 | 0.000E+00  | C54 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
| 4   | C1    | 0.000E+00  | C19 | -1.938E-10 | C37 | 0.000E+00 | C55 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C2    | 0.000E+00  | C20 | -1.350E-10 | C38 | 0.000E+00 | C56 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C3    | 0.000E+00  | C21 | -2.438E-10 | C39 | 0.000E+00 | C57 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C4    | 1.479E-03  | C22 | 4.115E-14  | C40 | 0.000E+00 | C58 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C5    | -2.452E-04 | C23 | 3.235E-13  | C41 | 0.000E+00 | C59 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C6    | 1.064E-03  | C24 | -2.953E-13 | C42 | 0.000E+00 | C60 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C7    | -1.077E-07 | C25 | -7.097E-13 | C43 | 0.000E+00 | C61 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C8    | -1.835E-06 | C26 | 1.272E-13  | C44 | 0.000E+00 | C62 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C9    | 1.919E-06  | C27 | 2.636E-12  | C45 | 0.000E+00 | C63 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C10   | 2.165E-06  | C28 | -5.372E-12 | C46 | 0.000E+00 | C64 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C11   | 2.122E-09  | C29 | 4.833E-16  | C47 | 0.000E+00 | C65 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C12   | 4.357E-09  | C30 | 1.794E-15  | C48 | 0.000E+00 | C66 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C13   | 1.713E-08  | C31 | 8.769E-16  | C49 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C14   | -8.406E-11 | C32 | 4.862E-15  | C50 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C15   | -1.261E-08 | C33 | 1.006E-14  | C51 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C16   | -2.635E-11 | C34 | 4.066E-15  | C52 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C17   | -4.782E-11 | C35 | -1.744E-14 | C53 | 0.000E+00 |     |           |  |  |
|     | C18   | -7.729E-11 | C36 | 8.868E-14  | C54 | 0.000E+00 |     |           |  |  |

【図 9 B】

| 面番号 | 多項式係数 |            |     |            |     |            |     |           |  |  |
|-----|-------|------------|-----|------------|-----|------------|-----|-----------|--|--|
| 7   | C1    | 0.000E+00  | C19 | 1.510E-12  | C37 | 1.800E-21  | C55 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C2    | 1.934E-01  | C20 | 6.210E-12  | C38 | 1.600E-21  | C56 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C3    | 1.755E+00  | C21 | 1.000E-11  | C39 | -1.240E-20 | C57 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C4    | 8.253E-04  | C22 | 4.270E-15  | C40 | 7.840E-21  | C58 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C5    | -8.580E-06 | C23 | -3.900E-15 | C41 | -2.190E-20 | C59 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C6    | 3.263E-04  | C24 | 5.780E-15  | C42 | -5.710E-20 | C60 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C7    | 5.360E-08  | C25 | -1.460E-14 | C43 | 5.620E-20  | C61 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C8    | 5.800E-08  | C26 | 6.040E-15  | C44 | 8.070E-23  | C62 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C9    | 1.490E-07  | C27 | 4.910E-15  | C45 | -3.960E-21 | C63 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C10   | 1.140E-06  | C28 | -2.710E-14 | C46 | 0.000E+00  | C64 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C11   | 1.460E-09  | C29 | -1.110E-18 | C47 | 0.000E+00  | C65 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C12   | 1.160E-11  | C30 | 4.430E-18  | C48 | 0.000E+00  | C66 | 0.000E+00 |  |  |
|     | C13   | 2.540E-09  | C31 | 3.850E-17  | C49 | 0.000E+00  |     |           |  |  |
|     | C14   | -8.850E-10 | C32 | 9.940E-17  | C50 | 0.000E+00  |     |           |  |  |
|     | C15   | -9.760E-10 | C33 | 2.290E-17  | C51 | 0.000E+00  |     |           |  |  |
|     | C16   | 8.380E-14  | C34 | -5.390E-17 | C52 | 0.000E+00  |     |           |  |  |
|     | C17   | -6.970E-14 | C35 | -4.830E-17 | C53 | 0.000E+00  |     |           |  |  |
|     | C18   | 3.710E-13  | C36 | 3.040E-17  | C54 | 0.000E+00  |     |           |  |  |

【図 9 C】

| 面番号 | 非球面係数 |             |
|-----|-------|-------------|
| 6   | K     | 2.43606212  |
|     | C4    | 2.2264E-06  |
|     | C5    | 6.0628E-09  |
|     | C6    | 2.3750E-11  |
|     | C7    | 5.5567E-13  |
|     | C8    | 1.3699E-15  |
|     | C9    | -1.4854E-17 |
|     | C10   | -5.8024E-20 |
|     | C11   | 2.8936E-22  |
|     |       |             |

【図 10 A】

|             | 面番号 | 形状      | 偏心データ    |          |          |         |         |         |
|-------------|-----|---------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
|             |     |         | X        | Y        | Z        | ADE     | BDE     | CDE     |
| 表示面         | 1   |         | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       | 0       |
| 第1ミラー       | 2   | 自由曲面    | 21.690   | -47.566  | 135.249  | -44.294 | -14.947 | -11.590 |
| 第2ミラー       | 3   | 自由曲面    | -0.517   | 14.952   | 112.929  | -96.251 | -1.101  | -17.399 |
| 第2レンズ       | 4   | 平板      | 21.690   | -47.566  | 135.249  | -44.294 | -14.947 | -11.590 |
|             | 5   | リニアフレネル | -0.517   | 14.952   | 112.929  | -96.251 | -1.101  | -17.399 |
| ウインドシールド観察者 | 6   | 自由曲面    | -91.155  | 291.389  | -34.731  | 62.272  | -13.415 | -21.310 |
|             | 7   |         | -464.001 | -388.504 | -734.301 | 8.124   | -27.788 | 11.988  |

【図 10 B】

| 面番号 | 曲率半径    |
|-----|---------|
| 2   | 792.5   |
| 3   | -2184.2 |
| 6   | -437.0  |

【図 10 C】

| 面番号 | X 曲率半径 | Y 曲率半径 |
|-----|--------|--------|
| 5   | -431.7 | -846.4 |

【図 1 1 A】

| 面番号 | 多項式係数 |            |     |            |     |           |
|-----|-------|------------|-----|------------|-----|-----------|
| 2   | C1    | 0.000E+00  | C19 | -6.017E-10 | C37 | 0.000E+00 |
|     | C2    | 0.000E+00  | C20 | -3.555E-10 | C38 | 0.000E+00 |
|     | C3    | 0.000E+00  | C21 | 2.097E-11  | C39 | 0.000E+00 |
|     | C4    | 4.538E-04  | C22 | 0.000E+00  | C40 | 0.000E+00 |
|     | C5    | 8.543E-05  | C23 | 0.000E+00  | C41 | 0.000E+00 |
|     | C6    | -1.277E-03 | C24 | 0.000E+00  | C42 | 0.000E+00 |
|     | C7    | 4.051E-06  | C25 | 0.000E+00  | C43 | 0.000E+00 |
|     | C8    | 2.178E-05  | C26 | 0.000E+00  | C44 | 0.000E+00 |
|     | C9    | 2.314E-05  | C27 | 0.000E+00  | C45 | 0.000E+00 |
|     | C10   | 2.079E-05  | C28 | 0.000E+00  | C46 | 0.000E+00 |
|     | C11   | -3.932E-08 | C29 | 0.000E+00  | C47 | 0.000E+00 |
|     | C12   | 1.811E-07  | C30 | 0.000E+00  | C48 | 0.000E+00 |
|     | C13   | -5.317E-08 | C31 | 0.000E+00  | C49 | 0.000E+00 |
|     | C14   | -3.578E-07 | C32 | 0.000E+00  | C50 | 0.000E+00 |
|     | C15   | -2.477E-07 | C33 | 0.000E+00  | C51 | 0.000E+00 |
|     | C16   | 1.449E-10  | C34 | 0.000E+00  | C52 | 0.000E+00 |
|     | C17   | 3.296E-10  | C35 | 0.000E+00  | C53 | 0.000E+00 |
|     | C18   | -1.234E-10 | C36 | 0.000E+00  | C54 | 0.000E+00 |
| 3   | C1    | 0.000E+00  | C19 | -5.781E-11 | C37 | 0.000E+00 |
|     | C2    | 0.000E+00  | C20 | 1.090E-10  | C38 | 0.000E+00 |
|     | C3    | 0.000E+00  | C21 | 1.269E-10  | C39 | 0.000E+00 |
|     | C4    | 1.307E-03  | C22 | 8.476E-14  | C40 | 0.000E+00 |
|     | C5    | -6.816E-05 | C23 | 2.013E-13  | C41 | 0.000E+00 |
|     | C6    | 8.612E-04  | C24 | -9.694E-14 | C42 | 0.000E+00 |
|     | C7    | -1.925E-07 | C25 | -7.516E-15 | C43 | 0.000E+00 |
|     | C8    | -1.154E-06 | C26 | -6.546E-13 | C44 | 0.000E+00 |
|     | C9    | 1.559E-06  | C27 | -1.275E-12 | C45 | 0.000E+00 |
|     | C10   | 1.628E-06  | C28 | -1.880E-13 | C46 | 0.000E+00 |
|     | C11   | -2.334E-10 | C29 | 2.068E-16  | C47 | 0.000E+00 |
|     | C12   | 4.536E-09  | C30 | 1.460E-18  | C48 | 0.000E+00 |
|     | C13   | 7.942E-09  | C31 | -9.577E-16 | C49 | 0.000E+00 |
|     | C14   | -1.322E-08 | C32 | 2.717E-15  | C50 | 0.000E+00 |
|     | C15   | -1.782E-08 | C33 | 2.459E-15  | C51 | 0.000E+00 |
|     | C16   | -5.785E-12 | C34 | 1.067E-14  | C52 | 0.000E+00 |
|     | C17   | -8.322E-13 | C35 | 1.447E-15  | C53 | 0.000E+00 |
|     | C18   | -5.379E-12 | C36 | -1.943E-14 | C54 | 0.000E+00 |

【図 1 1 B】

| 面番号 | 多項式係数 |            |     |            |     |            |
|-----|-------|------------|-----|------------|-----|------------|
| 6   | C1    | 0.000E+00  | C19 | 1.510E-12  | C37 | 1.800E-21  |
|     | C2    | 1.934E-01  | C20 | 6.210E-12  | C38 | 1.600E-21  |
|     | C3    | 1.755E+00  | C21 | 1.000E-11  | C39 | -1.240E-20 |
|     | C4    | 8.253E-04  | C22 | 4.270E-15  | C40 | 7.840E-21  |
|     | C5    | -8.580E-06 | C23 | -3.900E-15 | C41 | -2.190E-20 |
|     | C6    | 3.263E-04  | C24 | 5.780E-15  | C42 | -5.710E-20 |
|     | C7    | 5.360E-08  | C25 | -1.460E-14 | C43 | 5.620E-20  |
|     | C8    | 5.800E-08  | C26 | 6.040E-15  | C44 | 8.070E-23  |
|     | C9    | 1.490E-07  | C27 | 4.910E-15  | C45 | -3.960E-21 |
|     | C10   | 1.140E-06  | C28 | -2.710E-14 | C46 | 0.000E+00  |
|     | C11   | 1.460E-09  | C29 | -1.110E-18 | C47 | 0.000E+00  |
|     | C12   | 1.160E-11  | C30 | 4.430E-18  | C48 | 0.000E+00  |
|     | C13   | 2.540E-09  | C31 | 3.850E-17  | C49 | 0.000E+00  |
|     | C14   | -8.850E-10 | C32 | 9.940E-17  | C50 | 0.000E+00  |
|     | C15   | -9.760E-10 | C33 | 2.290E-17  | C51 | 0.000E+00  |
|     | C16   | 8.380E-14  | C34 | -5.390E-17 | C52 | 0.000E+00  |
|     | C17   | -6.970E-14 | C35 | -4.830E-17 | C53 | 0.000E+00  |
|     | C18   | 3.710E-13  | C36 | 3.040E-17  | C54 | 0.000E+00  |

【図 1 1 C】

| 面番号 | 非球面係数 |             |
|-----|-------|-------------|
| 5   | K     | 2.871282174 |
|     | C4    | 2.4237E-06  |
|     | C5    | 7.1605E-09  |
|     | C6    | 2.9376E-12  |
|     | C7    | 3.5055E-13  |
|     | C8    | 6.1372E-16  |
|     | C9    | -1.8863E-18 |
|     | C10   | -1.5998E-20 |
|     | C11   | 7.6936E-23  |

【図 1 2】

|          |   | 実施例 1  | 実施例 2  |
|----------|---|--------|--------|
| 虚像サイズ    | X | 420.0  | 1000.0 |
|          | Y | 157.5  | 300.0  |
| 観察者～虚像距離 |   | 2100.0 | 5000.0 |

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-268883 (JP, A)  
特開平03-113413 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|         |           |   |           |
|---------|-----------|---|-----------|
| G 0 2 B | 2 7 / 0 1 | — | 2 7 / 0 2 |
| B 6 0 K | 3 5 / 0 0 |   |           |
| B 6 0 R | 1 1 / 0 2 |   |           |
| G 0 2 B | 1 7 / 0 8 |   |           |