

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6187329号  
(P6187329)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl. F I  
**GO2B 27/01 (2006.01)** GO2B 27/01  
**B6OK 35/00 (2006.01)** B6OK 35/00 A

請求項の数 7 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-44868 (P2014-44868)	(73) 特許権者	308036402
(22) 出願日	平成26年3月7日(2014.3.7)		株式会社 JVCケンウッド
(65) 公開番号	特開2015-146012 (P2015-146012A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(43) 公開日	平成27年8月13日(2015.8.13)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成28年4月25日(2016.4.25)		弁理士 森下 賢樹
(31) 優先権主張番号	特願2014-236 (P2014-236)	(72) 発明者	瀬川 勝
(32) 優先日	平成26年1月6日(2014.1.6)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		審査官 鈴木 俊光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 虚像表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に用いられる虚像表示システムであって、

外景を背景としてユーザから第1距離前方に第1の虚像が位置するように、前記ユーザの前方に位置する第1の虚像提示面に対して第1の画像表示光を投射し、前記車両の移動に関連する情報を表示する、ヘッドアップディスプレイとしての第1の虚像生成装置と、

前記ユーザから前記第1距離と同一または前記ユーザから第2の虚像提示面までの距離よりも長く前記第1距離よりも短い第2距離前方に第2の虚像が位置するように、前記ユーザの前方に位置する前記第2の虚像提示面に対して第2の画像表示光を投射し、前記車両の後方画像を表示する、電子ミラーとしての第2の虚像生成装置と、を備えることを特徴とする虚像表示システム。

【請求項 2】

前記第2の虚像生成装置は、前記第2の虚像として前記車両の右後方画像および左後方画像に基づく複数の第2の虚像を生成し、

前記第1の虚像は、前記複数の第2の虚像の間に位置し、

前記第1の虚像と前記第2の虚像は、前記ユーザの視野内に位置することを特徴とする請求項1に記載の虚像表示システム。

【請求項 3】

前記第1の虚像生成装置は、外光を透過することにより前記ユーザが外景を視認可能な透過板または半透過板によって構成される前記第1の虚像提示面に対して前記第1の画像

表示光を投射することにより、前記第 1 の虚像を生成し、

前記第 2 の虚像生成装置は、前記第 2 の虚像生成装置の内部に設けられる前記第 2 の虚像提示面に対して前記第 2 の画像表示光を投射することにより、前記第 2 の虚像を生成する請求項 1 または 2 に記載の虚像表示システム。

【請求項 4】

前記第 2 の虚像生成装置は、前記ユーザと前記第 2 の虚像提示面の間の位置に設けられるスモーク板を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の虚像表示システム。

【請求項 5】

前記車両の移動速度を検出する速度検出部と、

前記ユーザから前記第 2 の虚像までの前記第 2 距離を可変とし、前記速度検出部が検出した移動速度が所定の閾値以上である場合、前記第 2 距離を前記第 1 距離と同一とし、前記速度検出部が検出した移動速度が前記所定の閾値未満である場合、前記第 2 距離を前記第 1 距離よりも短くする可変制御部と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の虚像表示システム。

【請求項 6】

車両に用いられる虚像表示システムであって、

外景を背景としてユーザから第 1 距離前方に第 1 の虚像が位置するように、前記ユーザの前方に位置する第 1 の虚像提示面に対して第 1 の画像表示光を投射し、前記車両の移動に関連する情報を表示する、ヘッドアップディスプレイとしての第 1 の虚像生成装置と、

前記ユーザから前記第 1 距離と同一または前記ユーザから第 2 の虚像提示面までの距離よりも長く前記第 1 距離よりも短い第 2 距離前方に第 2 の虚像が位置するように、前記ユーザの前方に位置する前記第 2 の虚像提示面に対して第 2 の画像表示光を投射し、前記車両の制御に関連する情報を表示する、電子インストルメントパネルとしての第 2 の虚像生成装置と、

前記車両の移動速度を検出する速度検出部と、

前記ユーザから前記第 2 の虚像までの前記第 2 距離を可変とし、前記速度検出部が検出した移動速度が所定の閾値以上である場合、前記第 2 距離を前記第 1 距離と同一とし、前記速度検出部が検出した移動速度が前記所定の閾値未満である場合、前記第 2 距離を前記第 1 距離よりも短くする可変制御部と、を備えることを特徴とする虚像表示システム。

【請求項 7】

前記第 1 の虚像と前記第 2 の虚像は、前記ユーザからみて前記車両の上下方向に並んで配置されることを特徴とする請求項 6 に記載の虚像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、虚像表示システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ヘッドアップディスプレイと呼ばれる車両用表示装置が知られている。ヘッドアップディスプレイは、車外から入る光を透過すると共に、車内に配置された光学ユニットから投射された画像を車両のウィンドシールドなどに反射させることにより、車外の風景に重畳して情報を表示する表示装置である。ヘッドアップディスプレイは、車外の景色を視認している運転者が視線や焦点をほとんど変化させることなく光学ユニットから投射された画像の情報を認識することができるため、車両用の表示装置として近年注目を集めている。

【0003】

また、車両に関する情報を提示するインストルメントパネルは、従来の機構メータ式に代えて、液晶表示パネルを用いて様々な表示形態に対応するものが普及してきており、虚像系表示装置を用いたインストルメントパネルも提案されている。例えば、特許文献 1 には、虚像系の表示装置を用いたヘッドアップディスプレイとインストルメントパネルが開

10

20

30

40

50

示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-180713号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

複数の虚像が表示され、その一方が外景を背景とする場合であっても、他方の虚像を見る際にユーザの視線移動およびユーザの目の焦点移動が少ないことが望ましい。

10

【0006】

本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、視認性を高めた虚像表示システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の虚像表示システム(1,2)は、外景を背景としてユーザ(E)から第1距離(D1)前方に第1の虚像(450)が位置するように、ユーザ(E)の前方に位置する第1の虚像提示面(610)に対して第1の画像表示光(445)を投射する第1の虚像生成装置(10)と、ユーザ(E)から第2距離(D2)前方に第2の虚像(750,850)が位置するように、ユーザ(E)の前方に位置する第2の虚像提示面(740,840)に対して第2の画像表示光(745,845)を投射する第2の虚像生成装置(70,80)と、を備える。第2距離(D2)は、第1距離(D1)と同一またはユーザ(E)から第2の虚像提示面(740,840)までの距離よりも長く第1距離(D1)よりも短い。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明の虚像表示システムによれば、複数の虚像に対する視認性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

30

【図1】第1の実施の形態に係る虚像表示システムの設置態様と第2の虚像生成装置である電子インストゥルメントパネルの構成を模式的に示す図である。

【図2】第1の虚像生成装置であるヘッドアップディスプレイの構成を示す図である。

【図3】光学ユニットの内部構成を示す図である。

【図4】画像投射部の内部構成を模式的に示す図である。

【図5】ウィンドシールドに投射される画像表示光の光路を示す図である。

【図6】異なる高さの視点に対して虚像を提示する場合の画像表示光の光路を示す図である。

【図7】中間像形成部により配光される画像表示光を示す図である。

【図8】拡散スクリーンの構成を模式的に示す側面図である。

40

【図9】拡散スクリーンの構成を模式的に示す上面図である。

【図10】図10(a)は、第1レンズアレイ面の構造を示す上面図であり、図10(b)は、第1レンズアレイ面の構造を示す断面図である。

【図11】図11(a)は、第2レンズアレイ面の構造を示す上面図であり、図11(b)は、第2レンズアレイ面の構造を示す断面図である。

【図12】図12(a)は、比較例に係る拡散スクリーンを模式的に示す図であり、図12(b)は、実施の形態にかかる拡散スクリーンを模式的に示す図である。

【図13】比較例に係る拡散スクリーンを透過した光の配光分布を示すグラフである。

【図14】実施の形態に係る拡散スクリーンを透過した光の配光分布を示すグラフである。

50

【図15】図15(a)～(c)は、変形例に係る拡散スクリーンの構成を模式的に示す側面図である。

【図16】ヘッドアップディスプレイ及び電子インスツルメントパネルの設置態様を模式的に示す斜視図である。

【図17】ヘッドアップディスプレイ及び電子インスツルメントパネルの設置態様を模式的に示す正面図である。

【図18】電子インスツルメントパネルが備える制御装置の機能ブロック図である。

【図19】第2の実施の形態に係る虚像表示システムの設置態様と第2の虚像生成装置である虚像電子ミラーの構成を模式的に示す図である。

【図20】虚像表示システムを構成するヘッドアップディスプレイ、電子インスツルメントパネルおよび虚像電子メータの設置態様を模式的に示す正面図である。

10

【図21】車両の側方に設けられる撮像部の設置態様を模式的に示す図である。

【図22】虚像電子メータにおけるスモーク板の構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。かかる実施の形態に示す具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

20

【0011】

(第1の実施の形態)

第1の実施の形態に係る虚像表示システム1の構成例として、車両のダッシュボード内に設置して使用されるヘッドアップディスプレイ10を第1の虚像生成装置とし、車両のダッシュボード内に備えられる電子インスツルメントパネル70を第2の虚像生成装置とする虚像表示システム1を例に挙げて説明する。図1は、第1の実施の形態に係る虚像表示システム1の設置態様および第2の虚像生成装置である電子インスツルメントパネル70の構成を模式的に示す図である。虚像表示システム1は、ヘッドアップディスプレイ10および電子インスツルメントパネル70により構成される。ヘッドアップディスプレイ10は、図2に示すように、光学ユニット100と制御装置50とを含む。図1は、車両の進行方向(図1における左方向)を基準として左側のダッシュボード内にヘッドアップディスプレイ10および電子インスツルメントパネル70が配置されて使用する場合を示す図である。以下図2を参照して、ヘッドアップディスプレイ10の概要を説明する。

30

【0012】

制御装置50は図示しないCPU(Central Processing Unit)を備え、光学ユニット100に表示させるための画像信号を生成する。制御装置50はまた、図示しない外部入力インタフェースを備えており、ナビゲーション装置やメディア再生装置などの外部装置から出力された画像信号が入力され、その入力された信号に対して所定の処理を行った後、光学ユニット100に出力することもできる。また、制御装置50は、ナビゲーション装置が備えるCPU等の処理装置や可搬型の装置が備えるCPU等の処理装置で実現されてもよい。

40

【0013】

光学ユニット100は、制御装置50が生成した画像信号をもとに、ウィンドシールド610に第1の虚像450として表示させる第1の画像表示光445を生成する。このため光学ユニット100は、筐体110の内部に画像投射部210、中間鏡350、中間像形成部360、および投射鏡400を備える。

【0014】

画像投射部210には、光源、画像表示素子、及び各種光学レンズなどが収納される。画像投射部210は制御装置50が出力した画像信号をもとに第1の画像表示光445を生成して投射する。なお、本実施の形態では画像表示素子として反射型液晶表示パネルで

50

ある L C O S (Liquid crystal on silicon) を用いる場合を例示する。

【 0 0 1 5 】

画像投射部 2 1 0 が投射した第 1 の画像表示光 4 4 5 は中間鏡 3 5 0 で反射される。中間鏡 3 5 0 で反射された第 1 の画像表示光 4 4 5 は、中間像形成部 3 6 0 に結像される。中間像形成部 3 6 0 で結像した実像に係る第 1 の画像表示光 4 4 5 は、中間像形成部 3 6 0 を透過し、投射鏡 4 0 0 に投射される。

【 0 0 1 6 】

投射鏡 4 0 0 は凹面鏡であり、中間像形成部 3 6 0 を透過した第 1 の画像表示光 4 4 5 は投射鏡 4 0 0 によって適切な拡大率としてウィンドシールド 6 1 0 に投射される。ウィンドシールド 6 1 0 に投射された第 1 の画像表示光 4 4 5 は、ウィンドシールド 6 1 0 によってユーザに向かう光路へ変更される。運転者であるユーザ E は、ウィンドシールド 6 1 0 で反射した第 1 の画像表示光 4 4 5 を外景を背景とした第 1 の虚像 4 5 0 として、ウィンドシールド 6 1 0 よりも視線方向の前方に認識する。

10

【 0 0 1 7 】

図 3 は、本発明の実施の形態に係る光学ユニット 1 0 0 の内部構成を示す図である。以下、図 3 を参照して、光学ユニット 1 0 0 の内部構成を説明する。

【 0 0 1 8 】

上述したように、光学ユニット 1 0 0 は、筐体 1 1 0 の内側に画像投射部 2 1 0、中間鏡 3 5 0、中間像形成部 3 6 0、および投射鏡 4 0 0 を備える。詳細は後述するが、画像投射部 2 1 0 は、赤色、緑色、または青色の光をそれぞれ発生する 3 種類の異なる光源を備える。光源は L E D (Light Emitting Diode) や半導体レーザー光源を用いて実現できるが、本実施の形態では、光源として L E D を用いる場合について説明する。

20

【 0 0 1 9 】

光源は使用時に熱を発生する。このため、光学ユニット 1 0 0 は、光源を冷却するためのヒートシンクを備える。光源は 3 種類あるため、それらの光源を冷やすために、光学ユニット 1 0 0 の筐体 1 1 0 の外側に、赤色の光源と接続するヒートシンク 1 2 0 a、緑色の光源と接続するヒートシンク 1 2 0 b (図示せず)、および青色の光源と接続するヒートシンク 1 2 0 c を備える。

【 0 0 2 0 】

筐体 1 1 0 はアルミ製のダイキャストである。ここで、青色の光源および緑色の光源をそれぞれ冷却するためのヒートシンク 1 2 0 b およびヒートシンク 1 2 0 c はともに、筐体 1 1 0 と一体に構成されている。これに対し、赤色の光源を冷やすためのヒートシンク 1 2 0 a は、ヒートシンク 1 2 0 b およびヒートシンク 1 2 0 c から空間的に離れた場所に設置されるとともに、筐体 1 1 0 とは分離して外付けされている。このため、赤色の光源が発生する熱は、ヒートパイプ 2 5 を介してヒートシンク 1 2 0 a まで運ばれる。

30

【 0 0 2 1 】

次に、図 4 および図 5 を参照してヘッドアップディスプレイ 1 0 の光学系について説明する。図 4 は、画像投射部 2 1 0 の内部構成を第 1 の画像表示光 4 4 5 の光路とともに模式的に示す図である。図 5 は、中間鏡 3 5 0、中間像形成部 3 6 0 および投射鏡 4 0 0 を介してウィンドシールド 6 1 0 に投射される第 1 の画像表示光 4 4 5 の光路を示す図である。

40

【 0 0 2 2 】

まず、図 4 を参照して画像投射部 2 1 0 の内部構成を説明する。画像投射部 2 1 0 は、照明部 2 3 0 a、2 3 0 b、2 3 0 c (以下総称して照明部 2 3 0 ともいう)、ダイクロイッククロスプリズム 2 4 4、反射鏡 2 3 6、フィールドレンズ 2 3 7、偏光ビームスプリッタ 2 3 8、位相差板 2 3 9、検光子 2 4 1、及び投射レンズ群 2 4 2 を備える。なお、図 4 では第 1 照明部 2 3 0 a、第 3 照明部 2 3 0 c の内部構成の記載を省略し、第 2 照明部 2 3 0 b の内部構成のみを示すが、それぞれの照明部 2 3 0 は、同様の構成を有する。

【 0 0 2 3 】

50

照明部 230 は、光源 231、コリメートレンズ 232、UV - IR (UltraViolet-Infrared Ray) カットフィルタ 233、偏光子 234、フライアイレンズ 235 を備える。光源 231 は赤色、緑色、青色のいずれかの色の光を発する発光ダイオードからなる。第 1 照明部 230 a は、光源として赤色の光を発する発光ダイオードを有する。第 2 照明部 230 b は、光源 231 として緑色の光を発する発光ダイオードを有する。第 3 照明部 230 c は、光源として青色の光を発する発光ダイオードを有する。

【0024】

光源 231 は、光源取付部 243 に取り付けられる。光源取付部 243 は、図示しないヒートシンクと熱的に結合され、光源 231 の発光に伴い発生する熱を放熱する。光源 231 が発光した光は、コリメートレンズ 232 によって平行光に変えられる。UV - IR カットフィルタ 233 は、コリメートレンズ 232 を通過した平行光から紫外光及び赤外光を吸収し除去する。偏光子 234 は、UV - IR カットフィルタ 233 を通過した光を乱れのない P 偏光へと変える。そしてフライアイレンズ 235 が、偏光子 234 を通過した光の明るさを均一に整える。

10

【0025】

それぞれの照明部 230 のフライアイレンズ 235 を透過した光は、ダイクロイッククロスプリズム 244 に異なる向きから入射される。ダイクロイッククロスプリズム 244 に入射した赤色、緑色、青色の光は、三色が合成された白色光となって反射鏡 236 へ向かう。反射鏡 236 は、ダイクロイッククロスプリズム 244 により合成された白色光の光路を 90 度変更する。反射鏡 236 で反射された光は、フィールドレンズ 237 によって集光される。フィールドレンズ 237 が集光した光は、P 偏光を透過する偏光ビームスプリッタ 238 及び位相差板 239 を介して、画像表示素子 240 に照射される。

20

【0026】

画像表示素子 240 は、画素毎に赤色、緑色、及び青色のカラーフィルタを備えている。画像表示素子 240 に照射された光は、各画素に対応する色となり、画像表示素子 240 の備える液晶組成物によって変調が施され、S 偏光の第 1 の画像表示光 445 となって偏光ビームスプリッタ 238 に向けて出射される。出射された S 偏光の光は偏光ビームスプリッタ 238 で反射され、光路を変えて検光子 241 を通過した後に投射レンズ群 242 へ入射される。投射レンズ群 242 を透過した第 1 の画像表示光 445 は、画像投射部 210 を出て中間鏡 350 に入射する。

30

【0027】

次に、図 5 を参照して中間鏡 350 から中間像形成部 360 および投射鏡 400 を介してウィンドシールド 610 に投射される第 1 の画像表示光 445 の光路について説明する。画像投射部 210 の投射レンズ群 242 から出射された第 1 の画像表示光 445 の光路は、中間鏡 350 によって投射鏡 400 に向かう光路へ変更される。その途中で、中間鏡 350 で反射された第 1 の画像表示光 445 に基づく実像が中間像形成部 360 で結像する。

【0028】

中間像形成部 360 は、拡散スクリーン 362 と、凹レンズ 364 を有する。拡散スクリーン 362 は、中間像形成部 360 を透過する第 1 の画像表示光 445 に基づく実像を結像させるとともに、投射鏡 400 へと向かう第 1 の画像表示光 445 の配光角を制御する。凹レンズ 364 は、投射鏡 400 へと向かう第 1 の画像表示光 445 の主光線の方角を制御し、中間像形成部 360 を透過する前後の第 1 の画像表示光 445 がなす角度を調整する。

40

【0029】

中間像形成部 360 を透過した第 1 の画像表示光 445 は、投射鏡 400 により反射されウィンドシールド 610 に投射される。ウィンドシールド 610 に投射された第 1 の画像表示光 445 は、ウィンドシールド 610 によってユーザに向かう光路へ変更される。これにより、ユーザは上述したように、ウィンドシールド 610 を介して第 1 の画像表示光 445 に基づく第 1 の虚像 450 を前方に視認することができる。したがって、ウィン

50

ドシールド610は、第1の虚像提示面としての機能を有することとなる。ウィンドシールド610は、運転者であるユーザから見て、第1の虚像450の背景となる外景を安全に視認可能なように、外光がほぼ透過するように構成されている。投射鏡400により反射された第1の画像表示光445は、ウィンドシールド610に代えて、半透過板である図示しないコンバイナに投射されてもよい。この場合、図示しないコンバイナを、ウィンドシールド610と同様、第1の虚像450を提示する第1の虚像提示面としてもよい。

【0030】

以上の構成とすることで、ユーザは、制御装置50から出力された画像信号に基づく虚像を、ウィンドシールド610等を介して現実の風景である外景に重畳して視認することができる。

10

【0031】

つづいて、図6および図7を参照しながら、本実施の形態に係る中間像形成部360の機能について詳述する。図6は、異なる高さの視点E1、E2に対して第1の虚像450を提示する場合の第1の画像表示光445の光路を示す図である。図7は、中間像形成部360により配光される第1の画像表示光445を示す図であり、図6の中間像形成部360と投射鏡400の間の光路を拡大して示したものである。

【0032】

図6に示すように、運転者であるユーザの視点E1、E2は、運転者の身長や、着座位置により上下方向に変わる。ユーザの視点が変わるような場合においても、第1の虚像450の上端部451から下端部452までの全体を視認できることが好ましい。また、車両前方を見る視線方向C1、C2の真正面に第1の虚像450を提示するのではなく、上下方向に少しずらした位置に第1の虚像450を提示すると、必要なときに視線方向を少しずらして第1の虚像450を参照することができるのでユーザにとって使いやすい。

20

【0033】

そこで、本実施の形態では、中間像形成部360として拡散スクリーン362と凹レンズ364を組み合わせることにより、中間像形成部360を透過した第1の画像表示光445の主光線の向きと配光角を制御し、第1の虚像450の視認性を高める。特に、凹レンズ364を上下方向に偏心して設けることにより、第1の虚像450の提示位置を上下方向にずらして、見やすい位置に第1の虚像450を提示することができる。なお、本実施の形態では、第1の虚像450を視線方向C1、C2に対して下方に提示する場合の構成を示すが、凹レンズ364の偏心の態様を変えることにより、第1の虚像450を異なる位置に提示することとしてもよい。

30

【0034】

まず、図6を参照して視点E1、E2の違いによる第1の画像表示光445の経路の相違について詳述する。第1視点E1は、第1の虚像450の全体を視認することのできる上限位置であり、第2視点E2は第1の虚像450の全体を視認できる下限位置である。よって、第1視点E1から第2視点E2の間の範囲であれば、ユーザは第1の虚像450の全体を視認することができる。

【0035】

図6において、実線で示す光A1、A2は、第1の虚像450の上端部451をユーザに提示するための光線を示しており、中間像形成部360に結像される実像370の上端部371から出射される光が投射鏡400およびウィンドシールド610に反射してユーザの視点E1、E2に到達する。第1視点E1に向かう光A1は、投射鏡400の第1反射位置401で反射され、第2視点E2に向かうA2は、投射鏡400の第2反射位置402で反射される。なお、本実施の形態で示す光学系においては、投射鏡400とウィンドシールド610とで第1の画像表示光445を反射する構成としているため、中間像形成部360には上下反転した実像が結像される。

40

【0036】

一方、破線で示す光B1、B2は、第1の虚像450の下端部452をユーザに提示するための光線を示しており、中間像形成部360に結像される実像370の下端部372

50

から出射される光が投射鏡 4 0 0 およびウィンドシールド 6 1 0 に反射して視点 E 1、E 2 に達する。第 1 視点 E 1 に向かう光 B 1 は、投射鏡 4 0 0 の第 3 反射位置 4 0 3 で反射され、第 2 視点 E 2 に向かう光 B 2 は、投射鏡 4 0 0 の第 4 反射位置 4 0 4 で反射される。

#### 【 0 0 3 7 】

つづいて図 7 を参照して、中間像形成部 3 6 0 により上下方向に配光される第 1 の画像表示光 4 4 5 について詳述する。図 7 は、図 6 の中間像形成部 3 6 0 と投射鏡 4 0 0 の間の光路を拡大して示したものである。実像 3 7 0 の上端部 3 7 1 として結像する光 A は、拡散スクリーン 3 6 2 に直交する方向 ( z 方向 ) を基準に、凹レンズ 3 6 4 に入射して角度 1 だけ上方向 ( y 方向 ) に方向を変えて透過する。その後、拡散スクリーン 3 6 2 に実像として結像するとともに拡散されて、配光角 1 を有する第 1 の画像表示光 4 4 5 として投射鏡 4 0 0 に向かう。その結果、中間像形成部 3 6 0 に入射する光 A は、主光線 A 0 を中心にして、第 1 反射位置 4 0 1 に向かう光 A 1 と、第 2 反射位置 4 0 2 に向かう光 A 2 の間で配光する第 1 の画像表示光 4 4 5 となる。

10

#### 【 0 0 3 8 】

同様に、実像 3 7 0 の下端部 3 7 2 として結像する光 B は、凹レンズ 3 6 4 に入射して角度 2 だけ上方向 ( y 方向 ) に方向を変えて透過する。その後、拡散スクリーン 3 6 2 に実像として結像するとともに拡散されて、配光角 2 を有する第 1 の画像表示光 4 4 5 として投射鏡 4 0 0 に向かう。その結果、中間像形成部 3 6 0 に入射する光 B は、主光線 B 0 を中心にして、第 3 反射位置 4 0 3 に向かう光 B 1 と、第 4 反射位置 4 0 4 に向かう光 B 2 の間で配光する第 1 の画像表示光 4 4 5 となる。

20

#### 【 0 0 3 9 】

ここで、本実施の形態の凹レンズ 3 6 4 は、z 方向を基準として上下方向 ( 図 5 における上下方向 ) に偏心して設けられる。より詳細には、凹レンズ 3 6 4 の光軸の位置は、拡散スクリーン 3 6 2 の中心位置よりも下方に位置される。そのため、凹レンズ 3 6 4 の光軸に近い上端部 3 7 1 から出射される主光線 A 0 の角度 1 よりも、凹レンズ 3 6 4 の光軸から遠い下端部 3 7 2 から出射される主光線 B 0 の角度 2 の方が大きくなる。また、本実施の形態の凹レンズ 3 6 4 は、凹レンズ 3 6 4 の光軸が凹曲面に含まれないように構成されるため、主光線 A 0 および B 0 は、いずれも上方向 ( y 方向 ) に傾いて出射される。

30

#### 【 0 0 4 0 】

つづいて図 8 から図 1 1 を参照しながら、本実施の形態における拡散スクリーン 3 6 2 について詳述する。図 8 は、拡散スクリーン 3 6 2 の構成を模式的に示す側面図であり、図 9 は、拡散スクリーン 3 6 2 の構成を示す上面図である。透過型スクリーンである拡散スクリーン 3 6 2 は、二枚の光拡散板 3 8 0 a、3 8 0 b を備える。光拡散板 3 8 0 a、3 8 0 b は、片面に複数のマイクロレンズが配列されたマイクロレンズアレイである。本実施の形態では、レンズアレイを構成するマイクロレンズの形状がそれぞれ異なる二枚の光拡散板 3 8 0 a、3 8 0 b を組み合わせて用いる。特性の異なるマイクロレンズアレイを組み合わせるにより、拡散スクリーン 3 6 2 を透過した光の配光特性を向上させて視認性の高い第 1 の画像表示光 4 4 5 を提供する。

40

#### 【 0 0 4 1 】

第 1 光拡散板 3 8 0 a は、第 1 平坦面 3 8 1 a と、第 1 平坦面 3 8 1 a に背向し、第 1 のマイクロレンズ 3 8 3 a が複数配列される第 1 レンズアレイ面 3 8 2 a を有する。同様に、第 2 光拡散板 3 8 0 b は、第 2 平坦面 3 8 1 b と、第 2 平坦面 3 8 1 b に背向し、第 2 のマイクロレンズ 3 8 3 b が複数配列される第 2 レンズアレイ面 3 8 2 b を有する。第 1 光拡散板 3 8 0 a および第 2 光拡散板 3 8 0 b は、複屈折性を有しないか、複屈折性の少ない材料で構成されることが望ましく、例えば、ポリカーボネート ( P C ) などの樹脂材料で構成される。

#### 【 0 0 4 2 】

第 1 光拡散板 3 8 0 a は、第 1 レンズアレイ面 3 8 2 a が凹レンズ 3 6 4 と対向するよ

50

うに配置され、第2光拡散板380bは、第2レンズアレイ面382bが第1平坦面381aと対向するように配置される。これにより、拡散スクリーン362に入射する光Aは、第1レンズアレイ面382a、第1平坦面381a、第2レンズアレイ面382b、第2平坦面381bの順に透過する。

【0043】

第1光拡散板380aおよび第2光拡散板380bは、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bとの距離Wが所定の値となるように配置される。その距離Wは、200 $\mu$ m~400 $\mu$ m程度とすればよく、好ましくは、250 $\mu$ m~300 $\mu$ m程度の範囲とすればよい。第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの距離Wをこの範囲に設定することにより、マイクロレンズの周期的な配列によるモアレの発生を防ぎ、かつ、二枚の光拡散板を用いることにより像が二重になってしまう影響を抑えることができる。ここで、モアレとは、干渉縞のことをいい、規則正しく繰り返される模様を複数重ね合わせたときに、それらの周期のずれにより視覚的に発生する縞模様のことをいう。

10

【0044】

なお、図8および図9では、説明の便宜上、第1光拡散板380aと第2光拡散板380bの間に隙間を空けているが、本実施の形態では、第1平坦面381aと第2レンズアレイ面382bとが接するように、第1光拡散板380aと第2光拡散板380bとが積層される。このとき、第1光拡散板380aの厚さを調整することで、第1レンズアレイ面382aと第1レンズアレイ面382aの間の距離Wが調整される。したがって、所定の距離Wが保たれるようにするには、第1光拡散板380aの厚さを200 $\mu$ m~400 $\mu$ m程度にすればよい。

20

【0045】

第1光拡散板380aおよび第2光拡散板380bは、結像される第1の画像表示光445の画像サイズに合わせて、図8に示す上下方向(y軸方向)の幅Lyと、図9に示す左右方向(x軸方向)の幅Lxとが異なるように構成される。具体的には、上下方向の幅Lyよりも左右方向の幅Lxの方を長くして、左右方向に長い画像が提示できるようにする。人間の視野角の特性上、左右方向に長い画像の方が見やすいためである。

【0046】

また、第1光拡散板380aおよび第2光拡散板380bは、図8に示す上下方向の配光特性(配光角y)と図9に示す左右方向(水平方向)の配光特性(配光角x)とが異なるように構成される。具体的には、上下方向の配光角yよりも水平方向の配光角xを大きくして、第1の画像表示光445により提示される画像全体が視認できる視線位置の範囲を、水平方向に大きくする。運転者であるユーザの視点位置は、着座した状態において上下方向よりも水平方向に大きく動くため、水平方向の視認範囲を広くとることで視認性が高まるためである。

30

【0047】

本実施の形態では、水平方向の配光角xが大きくなるように、レンズアレイ面382a、382bを構成するマイクロレンズ383a、383bの特性を選択している。本実施の形態では、第1のマイクロレンズ383aの形状を円形にする一方で、第2のマイクロレンズ383bの形状を楕円形にすることにより、水平方向の配光角xを大きくする。以下、図10および図11を参照しながら、このような特性を実現する第1のマイクロレンズ383aおよび第2のマイクロレンズ383bの形状について説明する。

40

【0048】

図10(a)は、第1レンズアレイ面382aの構造を示す上面図である。図10(b)は、第1レンズアレイ面382aの構造を示す断面図であり、図10(a)のX-X線断面を示す。第1レンズアレイ面382aは、輪郭384aの形状が正六角形である第1のマイクロレンズ383aを六方格子状に配列することにより構成される。また、第1レンズアレイ面382aは、第1のマイクロレンズ383aがx軸方向に並ぶように構成される。第1のマイクロレンズ383aのx方向の幅Wxaは、10 $\mu$ m~30 $\mu$ m程度と

50

すればよく、例えば、 $20\ \mu\text{m}$ 程度とすればよい。一方、第1のマイクロレンズ383aのy方向の幅 $W_y a$ は、x方向の幅 $W_x a$ に対応して輪郭384aが正六角形の形状となる幅とすればよく、例えば、 $23\ \mu\text{m}$ 程度とすればよい。

【0049】

第1のマイクロレンズ383aは、球面からなる曲面によりレンズを構成する。その結果、第1のマイクロレンズ383aの頂点386aの付近における等高線387aの形状は円形または略円形となる。ここで、第1のマイクロレンズ383aの等高線387aの形状とは、z方向に垂直なxy平面で第1のマイクロレンズ383aを切断した場合の断面形状に対応する。等高線387aのx方向の径 $R_x a$ とy方向の径 $R_y a$ は、円形であることから同じ長さであり、これらの比により得られる第1の楕円率 $e_a = R_y a / R_x a$ は、1または1に近い値である。

10

【0050】

なお、第1のマイクロレンズ383aの等高線387aの形状は、必ずしも真円である必要はなく、第1レンズアレイ面382aを形成する製造工程の加工精度などにより、真円から少しずれた円に近い形状であってもよい。ここでいう円形とは、x方向の径 $R_x a$ とy方向の径 $R_y a$ とがほぼ等しいことを言い、x方向の径 $R_x a$ とy方向の径 $R_y a$ とが異なることにより明らかに楕円と言える形状ではないことを意図する。

【0051】

図11(a)は、第2レンズアレイ面382bの構造を示す上面図である。図11(b)は、第2レンズアレイ面382bの構造を示す断面図であり、図11(a)のX-X線断面を示す。第2レンズアレイ面382bは、第1レンズアレイ面382aと同様、第2のマイクロレンズ383bが六方格子状に配列され、x軸方向に第2のマイクロレンズ383bが並ぶように構成される。

20

【0052】

その一方で、第2のマイクロレンズ383bの輪郭384bは、正六角形ではなく、正六角形をx方向に圧縮したような六角形状を有する。その結果、第2のマイクロレンズ383bは、楕円面からなる曲面によりレンズを構成し、頂点386bの付近における等高線387bの形状は楕円形となる。また、x方向に圧縮された楕円形であることから、等高線387bのx方向の径 $R_x b$ とy方向の径 $R_y b$ は異なる長さとなり、x方向が短軸、y方向が長軸となる。また、長軸と短軸の比により得られる第2の楕円率 $e_b = R_y b / R_x b$ は、1よりも大きな値となる。つまり、第2の楕円率 $e_b$ は、第1のマイクロレンズ383aにおける第1の楕円率 $e_a$ と異なる値をとる。

30

【0053】

第2のマイクロレンズ383bのx方向の幅 $W_x b$ は、第1のマイクロレンズ383aのx方向の幅 $W_x a$ と同様、 $10\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ 程度とすればよいが、第1のマイクロレンズ383aのx方向の幅 $W_x a$ とは異なる値とすることが望ましい。例えば、第1のマイクロレンズ383aのx方向の幅 $W_x a$ を $20\ \mu\text{m}$ とした場合、第2のマイクロレンズ383bのx方向の幅 $W_x b$ は、 $15 \sim 19\ \mu\text{m}$ 程度とすればよい。一方、第2のマイクロレンズ383bのy方向の幅 $W_y b$ は、等高線387bの楕円形状が第2の楕円率 $e_b$ をとるようにx方向の幅 $W_x b$ に対応した幅とすればよい。例えば、第2のマイクロレンズ383bのy方向の幅 $W_y b$ は、 $21\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ 程度とすればよい。

40

【0054】

第2のマイクロレンズ383bは、x方向に短軸を有し、y軸方向に長軸を有する楕円形状のレンズであるため、x方向の曲率がy方向の曲率よりも大きくなる。その結果、第2のマイクロレンズ383bに入射する光は、曲率の低いy方向と比べて、曲率の高いx方向に大きく拡散することとなり、x方向の配光角が大きくなることとなる。これにより、上下方向の配光角yよりも水平方向の配光角xを大きくすることができる。

【0055】

つづいて、図12から図14を参照しながら、本実施の形態に係る拡散スクリーン362の配光特性について示す。図12(a)は、比較例に係る拡散スクリーン392を模式

50

的に示す図であり、図12(b)は、実施の形態にかかる拡散スクリーン362を模式的に示す図である。比較例に係る拡散スクリーン392は、本実施の形態に係る第1光拡散板380aのみにより構成される透過型スクリーンである。まず、比較例に係る拡散スクリーン392の配光特性を図12を用いて示し、拡散スクリーン392における課題について説明する。つづいて、本実施の形態に係る拡散スクリーン362の配光特性を図13を用いて示す。

【0056】

図13は、比較例に係る拡散スクリーン392を透過した光の配光分布を示すグラフである。本グラフは、図12(a)に示す入射角  $i_n$  を、 $-20$ 度、 $0$ 度、 $20$ 度とした場合における透過光の配光特性を示す。図示されるように、いずれの入射角  $i_n$  においても、ピーク付近の形状がギザギザとした配光分布が見られる。これは、複数のマイクロレンズが周期的に配列されるため、マイクロレンズにより回折された透過光が干渉して、特定の方向における強度が高まるためと考えられる。このような回折ピークが見られると、第1の画像表示光445により提示される画像の輝度にムラができ、視認性の低下につながる。

10

【0057】

また、入射角  $i_n$  が $-20$ 度または $20$ 度の場合には、左右非対称な配光分布が見られる。中心( $0$ 度)に近い角度では、ピーク位置に向けて強度が緩やかに高まるのに対し、中心より離れた角度( $-60$ 度、 $60$ 度)からピーク位置に向けて強度が急峻に高まる。このように非対称な配光分布を有することとなると、視線位置を動かした場合に、第1の虚像450の一部範囲の輝度が急激に変化するように見えてしまい視認性の低下につながる。第1の虚像450の視認範囲を広げるためには、第1の画像表示光445を透過型スクリーンに斜めに入射させる必要があるため、斜入射させた場合であっても透過光の配光分布が左右対称であることが望ましい。

20

【0058】

図14は、実施の形態に係る拡散スクリーンを透過した光の配光分布を示すグラフである。本グラフは、図12(b)に示す入射角  $i_n$  を、 $-20$ 度、 $0$ 度、 $20$ 度とした場合における透過光の配光特性を示す。比較例の場合とは異なり、いずれの入射角  $i_n$  においても、ピーク付近にギザギザの形状が見られず、ガウス分布に近いなだらかな形状の配光分布となっている。これは、マイクロレンズの形状が異なる二枚のマイクロレンズアレイを組み合わせているため、マイクロレンズアレイを一枚だけ用いる場合と比べて回折による干渉効果を緩和できたためと考えられる。これにより第1の虚像450の輝度のムラを抑えて視認性を高めることができる。

30

【0059】

また、入射角  $i_n$  が $-20$ 度または $20$ 度の場合においても、配光分布が左右対称に近い形状となることがわかる。これにより、視線位置を動した場合であっても、第1の虚像450の輝度を均一にすることができる。これにより、視線位置が動く前と動いた後に見える画像の間での輝度の変化量を少なくして、視認性を高めることができる。

【0060】

また、二枚のマイクロレンズアレイを組み合わせることで、マイクロレンズアレイを一枚だけ用いる場合と比べて、透過光の配光角の幅を広げることができる。ここでの配光角の幅とは、例えば、グラフに示す配光分布の半値全幅に相当する角度の値である。透過光の配光角を広げることで、第1の虚像450の全体を視認できる視線位置の範囲を広くすることができる。これにより、視線位置が移動する場合であっても、画像全体を提示することができるため、視認性を向上させることができる。

40

【0061】

また、本実施の形態に係る拡散スクリーン362において、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの間の距離を、 $200\ \mu\text{m}$ ~ $400\ \mu\text{m}$ 程度としている。一般に、周期的な配列構造を有するマイクロレンズアレイを二枚組み合わせると、モアレが発生しやすい。また、周期性のない拡散スクリーンを二枚組み合わせただけの場合であって

50

も、それぞれのスクリーンに結像する像が重なり合って二重像を形成し、第1の虚像450の解像度が低下する要因となりうる。本実施の形態では、レンズアレイ面の間の距離を約400 $\mu\text{m}$ 以下としているため、二重像の発生による解像度の低下を抑えることができる。

【0062】

一方で、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの間の距離を小さくしすぎると、第1レンズアレイ面382aにより回折される光の干渉効果を、第2レンズアレイ面382bによって十分に緩和できなくなるおそれがある。本実施の形態では、レンズアレイ面の間の距離を約200 $\mu\text{m}$ 以上とすることで、マイクロレンズアレイを一枚だけ用いる場合に発生する回折ピークの発生を抑制することができる。また、周期的な配列のマイクロレンズアレイを組み合わせることによるモアレの発生も抑制することができる。つまり、二つのレンズアレイ面の距離を200 $\mu\text{m}$ ~400 $\mu\text{m}$ 程度とすることで、解像度の低下を抑えつつ、輝度ムラやモアレの発生を抑えて、視認性の高い画像を提示することができる。

10

【0063】

以下、本実施の形態における中間像形成部360により奏する効果について述べる。

【0064】

本実施の形態における中間像形成部360は、主光線A0、B0に対して所定の配光角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を有した第1の画像表示光445となるよう主光線の配光角を制御する拡散スクリーン362を有する。このため、視点位置が移動する場合であっても所定範囲内であれば一定の明るさの虚像を提示することができる。また、拡散スクリーン362として、配光角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ が投射鏡400の第1反射位置401から第2反射位置402の範囲内、または第3反射位置403から第4反射位置404の範囲内となる特性のものを選択することにより、第1の画像表示光445を高効率に利用することができる。この反射位置の範囲よりも配光角が狭くなってしまうと、明るい第1の虚像450を提示できる視点の範囲が狭くなってしまう一方で、この反射位置の範囲よりも配光角が広がってしまうと、投射鏡400で反射されない第1の画像表示光445の割合が増えて、ユーザに提示される第1の虚像450が暗くなってしまうためである。このように、配光角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を適切に制御することにより、明るい第1の虚像450を高効率でユーザに提示することができ、第1の虚像450の視認性を高めることができる。

20

30

【0065】

また、中間像形成部360は、中間像形成部360を透過した主光線A0、B0の方向を制御する凹レンズ364を有する。中間像形成部360として凹レンズ364を設けることにより、中間像形成部360と投射鏡400の間の距離Dを短くしなければならない場合であっても、ユーザに提示する第1の虚像450をより大きくすることができる。したがって、凹レンズ364を設けることにより、光学ユニット100の大きさを小型化しつつ、より大きな第1の虚像450を提示することができ、第1の虚像450の視認性を高めることができる。

【0066】

また、中間像形成部360は、凹レンズ364が上下方向に偏心して設けられる。これにより、第1の虚像450をユーザの視線方向に対して真正面ではなく、上下方向に少しずらした位置に提示することができる。第1の虚像450の上端部451を提示するための光と、第1の虚像450の下端部452を提示するための光との間に角度差をつけることができるためである。第1の虚像450を上下方向にずらすことによって、ユーザにとって見やすい位置に第1の虚像450を提示することができ、第1の虚像450の視認性を高めることができる。また、上下方向に偏心させた凹レンズを用いることにより、光学ユニット100をより小型化することができる。

40

【0067】

また、中間像形成部360は、拡散スクリーン362として、マイクロレンズアレイである二枚の光拡散板380a、380bを組み合わせ用いる。これにより、ユーザに角

50

度差をつけた第1の画像表示光445を提示するために拡散スクリーン362に斜めに光を入射させる場合であっても、拡散スクリーン362を透過した後の光の配光分布を整えることができる。また、第1の虚像450として提示される画像の輝度ムラを抑えつつ、透過光の配光角を大きくして第1の虚像450の全体を視認できる視線位置の範囲を広げることができる。その結果、第1の虚像450の視認性を高めることができる。

**【0068】**

また、拡散スクリーン362は、円形状を有する第1のマイクロレンズ383aで構成される第1レンズアレイ面382aと、楕円形状を有する第2のマイクロレンズ383bで構成される第2レンズアレイ面382bの組み合わせにより構成される。マイクロレンズの形状が異なる二枚の光拡散板380a、380bを組み合わせることで、回折光の干渉の影響による輝度ムラを抑えることができる。また、第2のマイクロレンズ383bを、x方向に短軸を有しy方向に長軸を有する楕円形状とすることで、x方向の配光角をy方向よりも大きくすることができる。これにより、視認可能な範囲をx方向(左右方向)に広げることができ、第1の虚像450の視認性を高めることができる。

10

**【0069】**

また、拡散スクリーン362は、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの距離Wが所定の値となるように構成される。この距離Wを一定の範囲にすることにより、二重像やモアレの発生による解像度の低下を抑えつつ、輝度ムラの少ない第1の虚像450を提示することができる。これにより、第1の虚像450の視認性を高めることができる。

20

**【0070】**

つづいて、図15を参照しながら変形例に係る拡散スクリーン362について示す。図15(a)~(c)は、変形例に係る拡散スクリーン362の構成を模式的に示す側面図である。

**【0071】**

図15(a)は、変形例1に係る拡散スクリーン362である。変形例1では、第1レンズアレイ面382aと第2平坦面381bとが対向するように二枚の光拡散板380a、380bを積層させている。その結果、拡散スクリーン362に入射する光は、第1平坦面381a、第1レンズアレイ面382a、第2平坦面381b、第2レンズアレイ面382bの順に透過する。このような構成であっても、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの間の距離Wを一定の範囲にすることで、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

30

**【0072】**

図15(b)は、変形例2に係る拡散スクリーン362である。変形例2では、第1平坦面381aと第2平坦面381bとが接するように二枚の光拡散板380a、380bが積層される。その結果、拡散スクリーン362に入射する光は、第1レンズアレイ面382a、第1平坦面381a、第2平坦面381b、第2レンズアレイ面382bの順に透過する。このとき、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの間の距離Wを一定の範囲となるように、第1光拡散板380aの厚さと第2光拡散板380bの厚さの合計値が距離Wと等しくなるように厚さが調整される。変形例2においても、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

40

**【0073】**

なお、変形例2において、二枚の光拡散板380a、380bは別体である必要はなく、代わりに、両面にレンズアレイ面を形成した一枚の光拡散板を用いてもよい。この場合、一方の面には第1レンズアレイ面382aが形成され、他方の面には第2レンズアレイ面382bが形成される。また、この光拡散板の厚さは、距離Wと等しくなるように調整される。このような構成としても、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

**【0074】**

図15(c)は、変形例3に係る拡散スクリーン362である。変形例3では、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bとが対向するように配置されるとと

50

もに、その間に透光板 380c が設けられる。透光板 380c は、両面に平坦面が設けられ、ポリカーボネートなどの透明な樹脂材料で構成される。透光板 380c は、第 1 レンズアレイ面 382a と第 2 レンズアレイ面 382b の距離 W を一定の範囲に保つ役割を有し、その厚さが距離 W と同じに等しくなるように調整される。このような構成としても、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0075】

図 1 に戻り、虚像表示システム 1 を構成する電子インスツルメントパネル 70 の構成について説明する。本実施の形態においては、ヘッドアップディスプレイ 10 が提示する第 1 の虚像 450 に加えて、電子インスツルメントパネル 70 によって第 2 の虚像 750 が提示される。第 1 の虚像 450 および第 2 の虚像 750 は、虚像提示面であるウィンドシールド 610 または凹面鏡 740 よりも遠方に画像があるように見える。

10

#### 【0076】

運転者であるユーザは、視線方向を移動させることにより、ウィンドシールド 610 を介して提示される第 1 の虚像 450 とスモーク板 710 を介して提示される第 2 の虚像 750 の双方を見ることとなる。本実施の形態では、ユーザの視点 E から見て第 1 の虚像 450 までの距離を第 1 距離 D1 とし、第 2 の虚像 750 までの距離を第 2 距離 D2 とした場合に、第 1 距離 D1 と第 2 距離 D2 とが同一またはほぼ同一の距離となるように第 1 の虚像 450 および第 2 の虚像 750 を表示する。言い換えれば、ユーザの視点 E から見た第 1 の虚像 450 および第 2 の虚像 750 の焦点位置がほぼ同じとなるようにする。これにより、運転中などに視線方向を移動させての第 1 の虚像 450 および第 2 の虚像 750 双方を見る場合におけるユーザの目の焦点移動を少なくし、視線移動に伴うユーザの負担を軽減させる。

20

#### 【0077】

電子インスツルメントパネル 70 の構成は、ヘッドアップディスプレイ 10 と同様であり、ウィンドシールド 610 により第 1 の画像表示光 445 を反射して第 1 の虚像 450 を提示する代わりに、スモーク板 710 を透過した第 2 の画像表示光 745 により第 2 の虚像 750 を提示する点で相違する。

#### 【0078】

電子インスツルメントパネル 70 は、画像投射部 720、中間鏡 735、中間像形成部 736、凹面鏡 740 およびスモーク板 710 を備える。電子インスツルメントパネル 70 の画像投射部 720、中間鏡 735、中間像形成部 736、凹面鏡 740 は、それぞれ上述したヘッドアップディスプレイ 10 の画像投射部 210、中間鏡 350、中間像形成部 360、投射鏡 400 と同様のものである。

30

#### 【0079】

電子インスツルメントパネル 70 は、画像投射部 720 が生成する第 2 の画像表示光 745 を中間像形成部 736 に実像として結像させ、中間像形成部 736 に結像した実像に係る第 2 の画像表示光 745 を凹面鏡 740 により適切な拡大率として反射し、スモーク板 710 に投射する。これによりユーザは、スモーク板 710 を介して凹面鏡 740 により反射された画像を視認する。特に、中間像形成部 736 に結像された実像を 10 倍以上の大きさに拡大可能な形状を有する凹面鏡 740 を用いることで、電子インスツルメントパネル 70 を小型化することができる。

40

#### 【0080】

ユーザは、スモーク板 710 を介して第 2 の虚像提示面として機能する凹面鏡 740 が反射する第 2 の画像表示光 745 を直接視認するが、実際には、ユーザの視点 E から約 1 m ~ 2 m 先に約 10 インチ ~ 12 インチの第 2 の虚像 750 が見えることとなる。また、ユーザは、ウィンドシールド 610 を介してヘッドアップディスプレイ 10 が提示する第 1 の画像表示光 445 を視認することができ、ユーザの視点 E から約 2 m 前方に約 12 インチの第 1 の虚像 450 が見える。

#### 【0081】

また、通常のインスツルメントパネルは、凹面鏡 740 が該当する位置に各種メータ等

50

が存在するため、ユーザの違和感を無くすために、第2距離D2を、ユーザの視点Eから凹面鏡740までの距離より大きく、第1距離D1より小さい距離となるように設定してもよい。ユーザの視点Eから第1の虚像450までの第1距離D1は、中間像形成部360、投射鏡400または画像投射部210の光軸方向の位置などにより設定可能である。同様に、ユーザの視点Eから第2の虚像750までの第2距離D2は、凹面鏡740、中間像形成部736の位置または画像投射部720の光軸方向の位置により設定可能である。

#### 【0082】

スモーク板710は、光の透過率が低い平板状の部材である。スモーク板710は、例えば、スモーク樹脂板に対してスモークフィルムをラミネートして形成される。このような構成とすることで、スモーク板710の透過率を低くするとともに、スモーク板710の界面における反射率を低くすることができる。また、スモーク樹脂板をフィルムにより保護することができる。なお、スモーク板710は、平板形状ではなく、曲面を構成するような板状部材であってもよい。

10

#### 【0083】

電子インスツルメントパネル70は、その筐体により内部への外光の入射が遮断される構造であるとともに、スモーク板710の透過率は、外光の入射を制限するためにスモーク板710の界面における反射率より小さい値とすることが望ましく、8%以下とすることが好ましい。透過率を8%以下とすることで、ユーザの後方や上方向からの太陽光などがスモーク板710を介して凹面鏡740に入射し、ユーザや他の構成部材に光が反射することを防止することができる。また、スモーク板710の透過率を低くすることで、電子インスツルメントパネル70の内部が見えにくい構成とすることができる。これにより、第2の虚像750の視認性を高めるとともに、電子インスツルメントパネル70のデザイン性を高めることができる。

20

#### 【0084】

なお、スモーク板710は、その表面にタッチパネル用のセンサを備えてもよい。スモーク板710をタッチパネルとして機能させることにより、スモーク板710は、電子インスツルメントパネル70に対する設定を行うユーザインターフェースを兼ねることができる。これにより、電子インスツルメントパネル70に対する入力ボタンなどをダッシュボード上の他の位置に設ける必要がなくなり、ダッシュボード上をすっきりとさせることができる。

30

#### 【0085】

電子インスツルメントパネル70は、ヘッドアップディスプレイ10と同様に、制御装置780を含む。電子インスツルメントパネル70の制御装置780は、ヘッドアップディスプレイ10の制御装置50と共通であってもよいし、ヘッドアップディスプレイ10とは別に制御装置を備えることとしてもよい。

#### 【0086】

電子インスツルメントパネル70は、制御装置780からの画像信号により、スピードメータ、タコメータ、燃料計、シフトポジション等、一般的な車両のインスツルメントパネルに備えられる計器が示す内容を表示する。また、電子インスツルメントパネル70は、車両の後方を撮影するカメラにより撮像される車両後方の画像を表示してもよい。

40

#### 【0087】

電子インスツルメントパネル70に表示される内容は、運転状況やユーザからの入力情報などの様々な条件によって、それぞれの表示内容に割り当てられる画像のサイズや表示形態を変化させることとしてもよい。例えば、ユーザの好みに応じた表示形態としたり、車両の走行速度に応じて、スピードメータのサイズを大きくしたり、バック走行時にはスピードメータ等の表示を無くして車両後方の画像を大きく表示したりしてもよい。

#### 【0088】

図16は、ヘッドアップディスプレイ10及び電子インスツルメントパネル70の設置態様を模式的に示す斜視図であり、図17は、ヘッドアップディスプレイ10及び電子イ

50

ンスツルメントパネル70の設置態様を模式的に示す正面図である。図示されるように、スモーク板710は、電子インスツルメントパネル70の前面に設置され、一般的な車両においてインスツルメントパネルが設けられる位置に設けられる。その結果、スモーク板710は、運転席に着座したユーザの正面に位置するように配置され、運転者であるユーザは、ステアリングホイール越しにスモーク板710を視認することとなる。

【0089】

また、ヘッドアップディスプレイ10が提示する第1の虚像450は、ユーザの視点Eから見て電子インスツルメントパネル70の奥に位置する箇所に表示される。その結果、図17に示すように、ヘッドアップディスプレイ10が提示する第1の虚像450と、電子インスツルメントパネル70が提示する第2の虚像750は、ユーザの視点Eとほぼ同軸上つまり、車両の上下方向に延びる直線上に並ぶように配置されることとなる。このような配置とすることによって、ユーザの目の焦点移動の低減に加えて視点移動をさらに少なくすることができ、車外の景色と、ヘッドアップディスプレイ10が提示する第1の虚像450および電子インスツルメントパネル70が提示する第2の虚像750を同時に目視することも可能となる。

【0090】

以上の構成により、本実施の形態では、ヘッドアップディスプレイ10が提示する第1の虚像450と、電子インスツルメントパネル70が提示する第2の虚像750とが、ユーザの視点Eからほぼ同軸上となる上下方向に並んで配置されるとともに、ユーザの視点Eから同一またはほぼ同一の距離に見えることとなる。そのため、ヘッドアップディスプレイ10が提示する第1の虚像450とともに車外の風景を目視している状態から、電子インスツルメントパネル70が提示する第2の虚像750を目視する状態へと視線を移動させる場合において、ユーザの視点移動角と焦点移動量の双方を小さくすることができる。これにより、ユーザにより多くの情報を提示しつつ、視線移動に伴うユーザの負担を減らすことができる。特に、ユーザが運転中に車外の前方を目視している場合であっても、主に車両の移動に関連する情報が提示される第1の虚像450と、主に車両の制御に関連する情報が提示される第2の虚像750との双方を、負担無く目視することができる。

【0091】

なお、変形例に係る電子インスツルメントパネル70においては、ユーザの視点Eから第2の虚像750までの第2距離D2や、視認される第2の虚像750のサイズを、運転状況やユーザからの入力情報などの様々な条件によって変更することとしてもよい。

【0092】

図18は、変形例における電子インスツルメントパネル70の制御装置780のブロック図である。制御装置780は、プログラム等の動作によって実現する機能として、表示制御部781、速度検出部782および可変制御部783を備える。表示制御部781は、入力された画像信号に基づき、画像投射部720が投射する画像の輝度や色調を制御する。なお、表示制御部781と同等の機能は、ヘッドアップディスプレイ10が備える制御装置50にも備えられていてもよい。また、制御装置50および制御装置780は共通の制御装置であってもよく、例えば、制御装置50が制御装置780の機能を兼ね備える場合には、制御装置50がヘッドアップディスプレイ10および電子インスツルメントパネル70の投射画像を制御してもよい。

【0093】

速度検出部782は、車両若しくは図示しないナビゲーション装置より、車両の走行速度の情報を取得することにより速度を検出する。可変制御部783は、速度検出部782が検出した車両の速度等に基づいて、第2の虚像750までの第2距離D2を変化させる制御を行う。具体的には、凹面鏡740、中間像形成部736または画像投射部720のいずれかの光軸方向の位置を機構的に可変可能な駆動部が備えられ、可変制御部783の制御により駆動部が駆動される。駆動部の具体例としては、パルスモータ等である。

【0094】

例えば、速度検出部782が車速情報を取得し、車両の走行速度が60km/h以上な

10

20

30

40

50

どの所定の閾値となる速度以上である場合には、可変制御部 783 は、電子インストゥルメントパネル 70 が生成する第 2 の虚像 750 までの第 2 距離 D2 を、ヘッドアップディスプレイ 10 が生成する第 1 の虚像 450 までの第 1 距離 D1 と同一またはほぼ同一の距離とする。一般に、車両の走行速度が高い場合、比較的遠方の位置に焦点を合わせて運転をすることから、電子インストゥルメントパネル 70 が提示する第 2 の虚像 750 の焦点位置を遠くすることによって、視線移動に伴う負担を減らすことができる。

【0095】

一方、車両の走行速度が所定の閾値となる速度未満である場合は、電子インストゥルメントパネル 70 が生成する第 2 の虚像 750 までの第 2 距離 D2 を、ヘッドアップディスプレイ 10 が生成する第 1 の虚像 450 までの第 1 距離 D1 よりも数十 cm ~ 1 m 程度手前に設定する。一般に、車両の走行速度が低いときには比較的近い位置に焦点を合わせて運転することが多いことから、電子インストゥルメントパネル 70 が提示する第 2 の虚像 750 の焦点位置を短くすることによって、視線移動に伴う負担を減らすことができる。その他、後方走行時にも、電子インストゥルメントパネル 70 が生成する第 2 の虚像 750 までの第 2 距離 D2 を手前に設定することとしてもよい。このような制御を行うことで、視線移動に伴うユーザの負担を減らしつつ、より多くの情報をユーザに提示することができる。視線移動の負担が減ることにより、ユーザはより短い時間でより多くの情報を確認することができる。

【0096】

(第 2 の実施の形態)

第 2 の実施の形態においては、虚像表示システム 2 の構成例として、ヘッドアップディスプレイ 10 を第 1 の虚像を生成する第 1 の虚像生成装置、虚像電子ミラー 80 を第 2 の虚像を生成する第 2 の虚像生成装置として説明する。図 19 は、第 2 の実施の形態に係る虚像表示システム 2 の設置態様および第 2 の虚像生成装置である虚像電子ミラー 80 の構成を模式的に示す図である。以下、第 1 の実施の形態との差を明確にするため、虚像電子ミラー 80 が投射する画像表示光を第 3 の画像表示光 845、虚像電子ミラー 80 が提示する虚像を第 3 の虚像 850 として説明する。

【0097】

虚像電子ミラー 80 とは、車両の後方を撮影するカメラからの画像を、電子インストゥルメントパネル 70 と同様の構成により、リアルタイムでユーザに提示するものである。虚像電子ミラー 80 は、一般的なサイドミラーやバックミラーを補助する装置または置き換えされる装置として利用可能である。例えば、サイドミラーに置き換えて虚像電子ミラー 80 を用いる場合、一般的な計器類で構成されるインストゥルメントパネルや、上述した第 2 の虚像 750 を提示可能な電子インストゥルメントパネル 70 の左右の位置に虚像電子ミラー 80 を設けて、車両後方の画像を提示する。

【0098】

虚像電子ミラー 80 の構成は、電子インストゥルメントパネル 70 の構成と同様であり、ステアリングホイール 910 を挟んで設けられる左右のスモーク板 810 を透過した第 3 の画像表示光 845 により第 3 の虚像 850 を提示する点で相違する。図 19 に示すように、虚像電子ミラー 80 は、画像投射部 820、中間鏡 835、中間像形成部 836、凹面鏡 840 およびスモーク板 810 を備える。虚像電子ミラー 80 の画像投射部 820、中間鏡 835、中間像形成部 836、凹面鏡 840 は、それぞれ上述した電子インストゥルメントパネル 70 の画像投射部 720、中間鏡 735、中間像形成部 736、凹面鏡 740 と同様のものである。虚像電子ミラー 80 の構成は、第 3 の虚像 850 を左右に提示する必要があり、上述した構成を左右各々に備える。

【0099】

図 20 は、虚像表示システム 2 を構成する虚像電子ミラー 80L、80R (以下、虚像電子ミラー 80 ともいう) の構成例を示した図である。本実施の形態においては、ヘッドアップディスプレイ 10 が提示する第 1 の虚像 450 に加えて、虚像電子ミラー 80 によって第 3 の虚像 850 が提示される。第 1 の虚像 450 および第 3 の虚像 850 は、第 1

10

20

30

40

50

の虚像提示面として機能するウィンドシールド610または第3の虚像提示面として機能する凹面鏡840よりも遠方に画像があるように見える。なお、虚像表示システム2は、図20に示すように、第2の虚像750を生成する電子インストゥルメントパネル70をさらに備えてもよい。

【0100】

虚像電子ミラー80は、車両の左後方および右後方各々に対応することが好ましく、ステアリングホイール910を挟んで左側に虚像電子ミラー80L、右側に虚像電子ミラー80Rが備えられる。虚像電子ミラー80は、ダッシュボード900に備えられてもよく、ダッシュボード900よりユーザ側に備えられていてもよい。

【0101】

虚像電子ミラー80が表示する画像は、車両の後方を撮影した画像である。虚像電子ミラー80は、図21に示すように、車両の外部または内部に備えられた撮像部890(890L)が撮影した画像をリアルタイムで表示する。図21は、車両の側面に設けられる撮像部890の設置態様を模式的に示す。図21は、車両の左側面において車両の左後方を撮影する撮像部890Lのみを示しているが、車両の右側面においても撮像部890Rが同様に備えられている。また、撮像部890の設置位置は、車両のフェンダー上などであってもよく、特に限定されるものではない。

【0102】

撮像部890Lが撮影した画像は、虚像電子ミラー80Lによって虚像850Lとしてユーザに提示される。同様に、撮像部890Rが撮影した画像は、虚像電子ミラー80R

【0103】

図22は、スモーク板810Rを例としてスモーク板810の構成を示した図である。スモーク板810は、図22に示すように、透過率が低い透過部分811および光が透過しない非透過部分812より構成される。透過部分811の形状は、ユーザ視点Eから見て第3の虚像850が提示される範囲を含む形状であり、一般的に車両の左右側面に備えられているバックミラーと同様の形状である。非透過部分812は、スモーク板810に対して透過部分811の形状を除く非透過性のフィルムの貼り付けや、樹脂素材によるカバーなどである。

【0104】

運転者であるユーザは、視線方向を移動させることにより、ウィンドシールド610を介して提示される第1の虚像450とスモーク板810を介して提示される第3の虚像850の双方を見ることとなる。本実施の形態では、ユーザの視点Eから見て第1の虚像450までの距離を第1距離D1とし、第3の虚像850までの距離を第2距離D2とした場合に、第1距離D1と第2距離D2とが同一またはほぼ同一の距離となるように第1の虚像450および第3の虚像850を表示する。言い換えれば、ユーザの視点Eから見た第1の虚像450および第3の虚像850の焦点位置がほぼ同じとなるようにする。これにより、運転中などに視線方向を移動させての第1の虚像450および第3の虚像850双方を見る場合におけるユーザの目の焦点移動を少なくし、視線移動に伴うユーザの負担を軽減させる。特に、ユーザが運転中に車外の前方を目視している場合であっても、主に車両の移動に関連する情報が提示される第1の虚像450と、主に車両の後方画像が提示される第3の虚像850との双方を、負担無く目視することができる。

【0105】

さらに、虚像表示システム2が上述の第1の実施の形態で示したような電子インストゥルメントパネル70を備える場合、第1の虚像450、第3の虚像850に加えて第2の虚像750もほぼ同一の距離となるため、同様の効果が得られる。また、第3の虚像850は、虚像として提示される範囲が透過部分811の形状であるバックミラーの形状であるため、ユーザが第3の虚像850を目視して後方を確認する場合の違和感を低減することができる。

【0106】

さらに、第3の虚像850は、運転中に前方を注視しているユーザの視野内に位置するように配置されていることが好ましい。ここでいう視野とは、誘導視野さらには有効視野であることが好ましく、図20において視野Sとして示す。このような構成により、車両を運行させるために必要となる安全確認や情報確認の時間および視点移動の負担を低減させることができ、ユーザにとって使いやすいシステムとすることができる。

【0107】

また、虚像電子ミラー80が備える制御装置880においても、図18に示す電子インスツルメントパネル70の制御装置780と同様に、速度検出部および可変制御部を備え、電子インスツルメントパネル70と同様に車両の走行速度に応じて第3の虚像850までの第2距離D2を変化させてもよい。なお、虚像電子ミラー80が生成する第3の虚像850までの距離は、電子インスツルメントパネル70が生成する第2の虚像750までの距離と同一となるように、その距離を変化させてもよいし、それぞれの距離を独立して変化させてもよい。また、制御装置880は、電子インスツルメントパネル70の制御装置780やヘッドアップディスプレイ10の制御装置50と共通であってもよい。

10

【0108】

以上、本発明を上述の各実施の形態を参照して説明したが、本発明は上述の各実施の形態に限定されるものではなく、各実施の形態の構成を適宜組み合わせたものや置換したものについても本発明に含まれるものである。また、下記変形例は、ヘッドアップディスプレイ10の構成例として説明しているが、電子インスツルメントパネル70の構成および虚像電子ミラー80の構成としても適用可能である。

20

【0109】

上述の実施の形態においては、中間像形成部360として凹レンズ364を拡散スクリーン362の手前に配置する場合、つまり、凹レンズ364を透過した第1の画像表示光445が拡散スクリーン362に入射する構成となる場合を示した。さらなる変形例として、拡散スクリーン362と凹レンズ364を逆に配置することとしてもよい。この場合、中間鏡350から投射鏡400の間は、中間鏡350、拡散スクリーン362、凹レンズ364、投射鏡400の順に光学素子が配列されることとなる。中間像形成部360の向きを逆にしたとしても、拡散スクリーン362により第1の画像表示光445の配光角を制御するとともに、凹レンズ364により主光線の向きを制御して、視認性の高い第1の虚像450を提示することができる。

30

【0110】

上述の実施の形態においては、中間像形成部360として凹レンズ364を用いることにより第1の画像表示光445の主光線の方向を制御することとした。変形例においては、凹レンズ364を設けず、中間像形成部360が拡散スクリーン362のみを備える構成としてもよい。この変形例においては、画像投射部210が備える投射レンズ群242により、第1の画像表示光445の主光線の方向が調整される。

【0111】

上述の実施の形態においては、第2レンズアレイ面382bを、x方向に短軸を有しy方向に長軸を有する楕円形状の第2のマイクロレンズ383bで構成する場合を示した。変形例においては、第2のマイクロレンズ383bの長軸と短軸の方向が異なる向きとなるようにして第2レンズアレイ面382bを構成することとしてもよい。例えば、上下方向(y方向)の配光角を大きくしたい場合には、短軸がy方向となるように構成すればよい。この場合においても、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

40

【0112】

上述の実施の形態においては、拡散スクリーン362に入射する光が、円形状の第1のマイクロレンズ383aにより構成される第1レンズアレイ面382a、楕円形状の第2のマイクロレンズ383bにより構成される第2レンズアレイ面382bの順に透過する場合について示した。変形例においては、第1レンズアレイ面382aと第2レンズアレイ面382bの配置を逆にして、第2レンズアレイ面382b、第1レンズアレイ面382aの順に入射光が透過する構成としてもよい。

50

## 【0113】

上述の実施の形態においては、第1レンズアレイ面382aを、円形状を有する第1のマイクロレンズ383aで構成する場合を示した。変形例においては、楕円形状を有する第1のマイクロレンズ383aを用いてもよい。この場合、第1のマイクロレンズ383aと第2のマイクロレンズ383bの形状は異なることが望ましく、第1の楕円率 $e_a$ と第2の楕円率 $e_b$ の値が異なるようにすることが望ましい。二枚の光拡散板において、それぞれのマイクロレンズの楕円率 $e_a$ 、 $e_b$ を異なる値とすることで、回折光の干渉による回折ピークの発生を抑えることができる。

## 【0114】

上述の実施の形態では、第1のマイクロレンズ383aおよび第2のマイクロレンズ383bの輪郭384a、384bの形状が六角形となる場合について示した。変形例においては、マイクロレンズの輪郭の形状を四角形とし、複数のマイクロレンズを格子状または六方格子状に配置することとしてもよい。また、マイクロレンズの輪郭の形状を円形または楕円形とし、平坦面の上に円形または楕円形のマイクロレンズを配列させることとしてもよい。

10

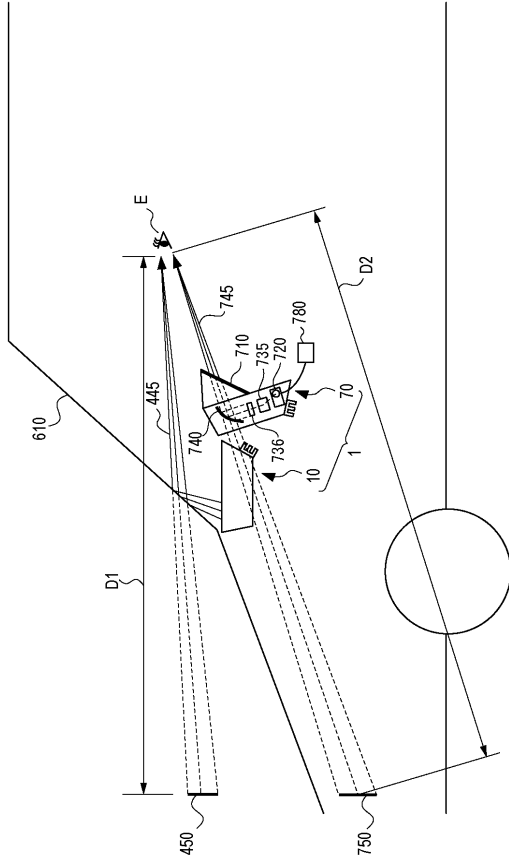
## 【符号の説明】

## 【0115】

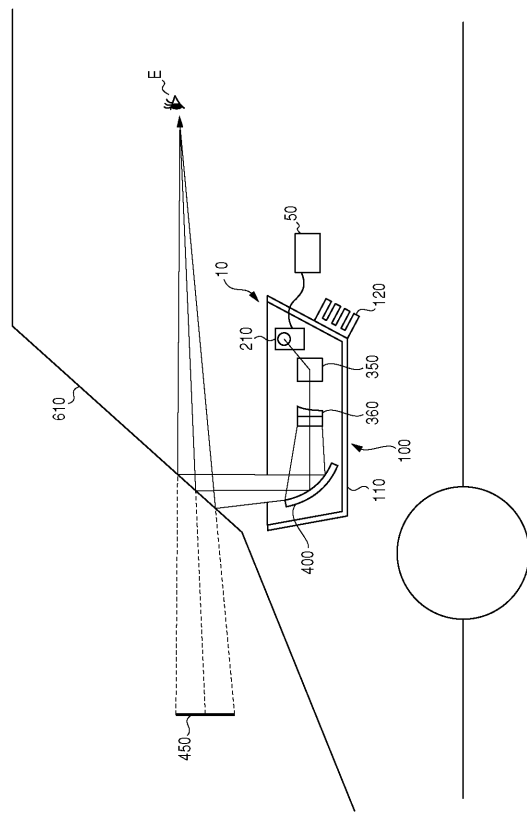
1, 2...虚像表示システム、10...ヘッドアップディスプレイ、70...電子インストゥルメントパネル、210...画像投射部、360...中間像形成部、362...拡散スクリーン、364...凹レンズ、370...実像、380a...第1光拡散板、380b...第2光拡散板、381a...第1平坦面、381b...第2平坦面、382a...第1レンズアレイ面、382b...第2レンズアレイ面、383a...第1のマイクロレンズ、383b...第2のマイクロレンズ、386a, 386b...頂点、387a, 387b...等高線、445...第1の画像表示光、450...第1の虚像、710...スモーク板、720...画像投射部、735...中間鏡、736...中間像形成部、740...凹面鏡、745...第2の画像表示光、750...第2の虚像、780...制御装置、80...虚像電子ミラー、810...スモーク板、820...画像投射部、835...中間鏡、845...第3の画像表示光、850...第3の虚像、880...制御装置、890...撮像部。

20

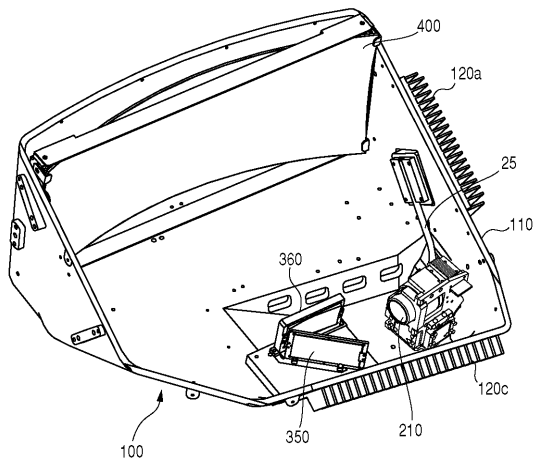
【図1】



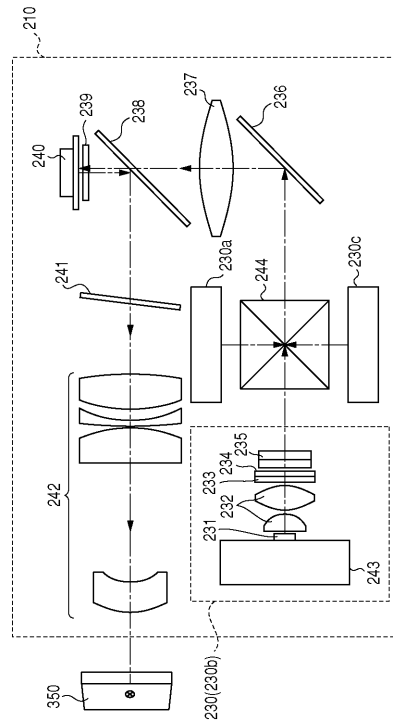
【図2】



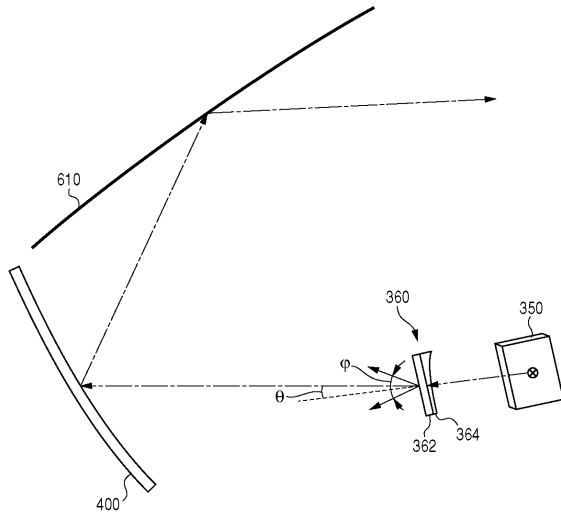
【図3】



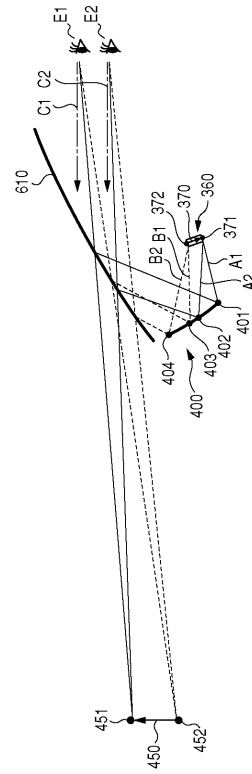
【図4】



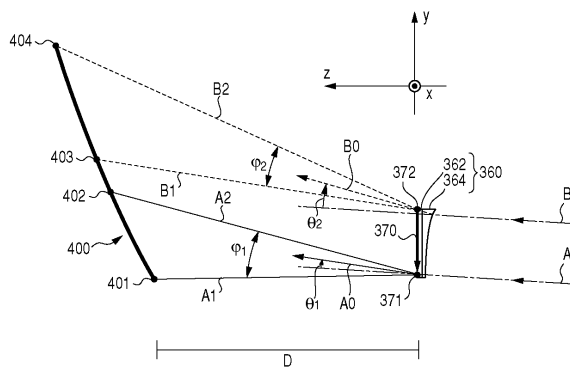
【 図 5 】



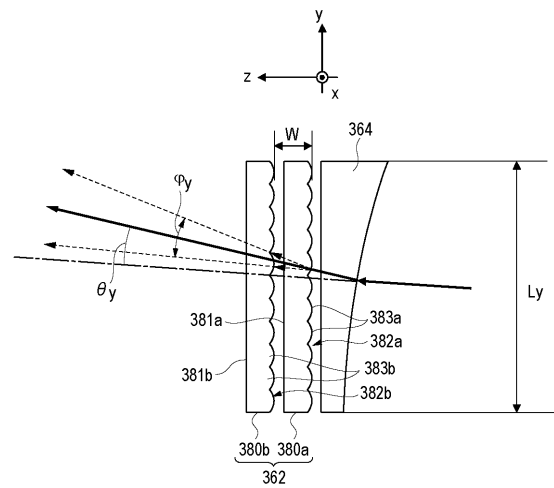
【 図 6 】



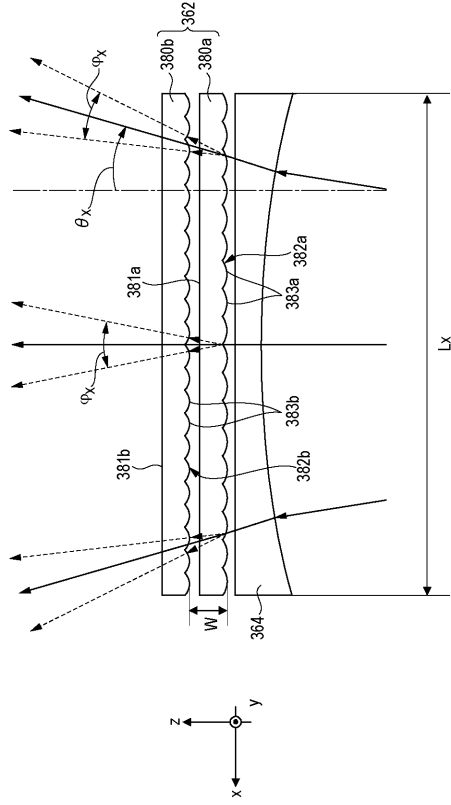
【 図 7 】



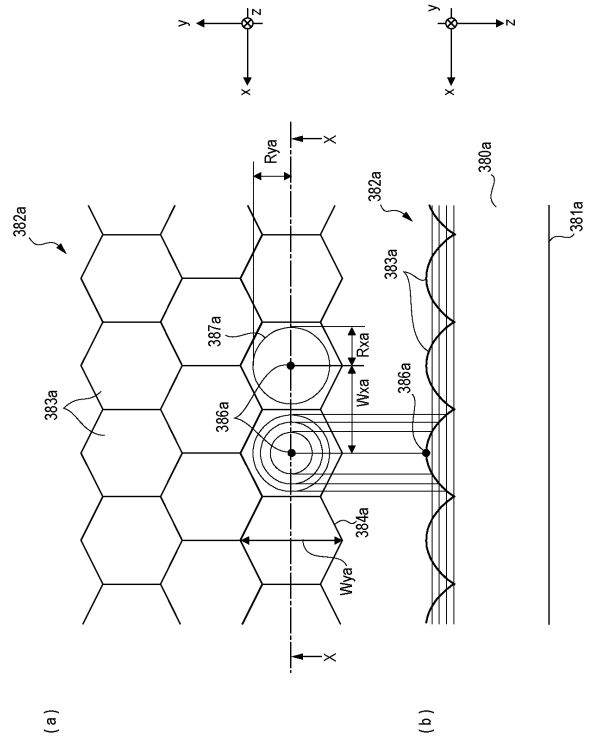
【 図 8 】



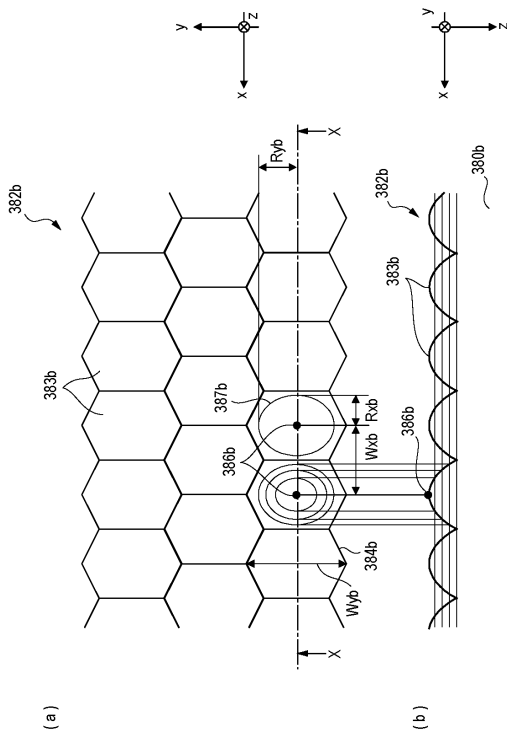
【 図 9 】



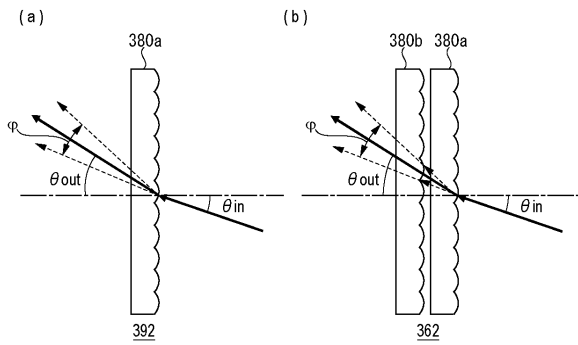
【 図 10 】



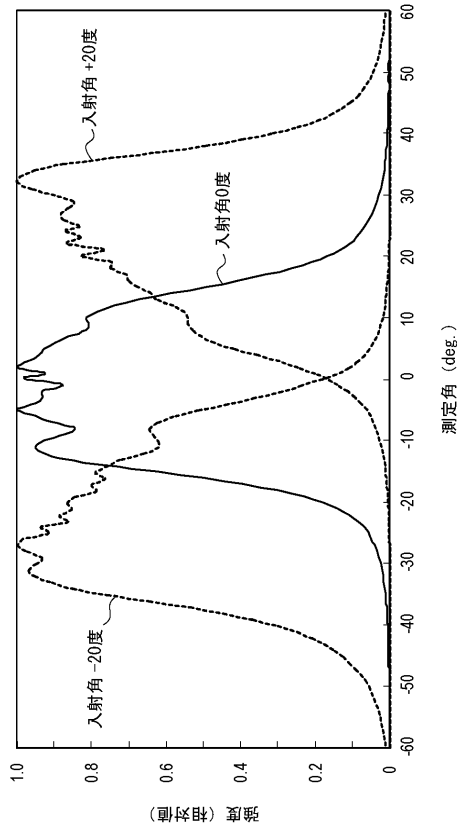
【 図 11 】



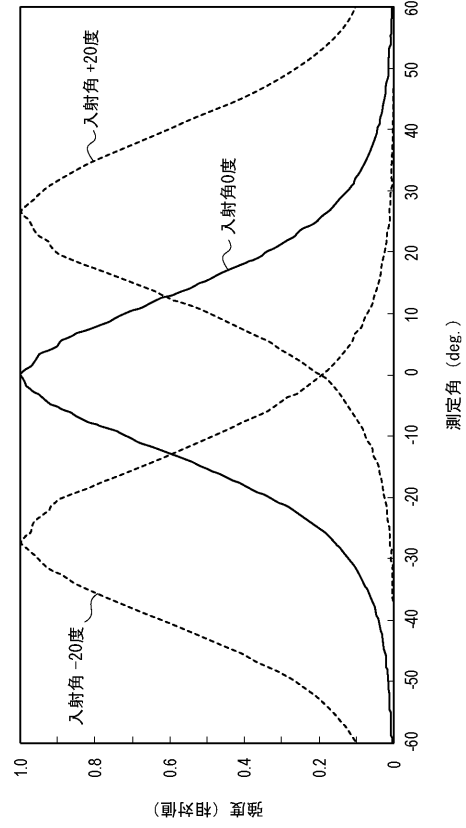
【 図 12 】



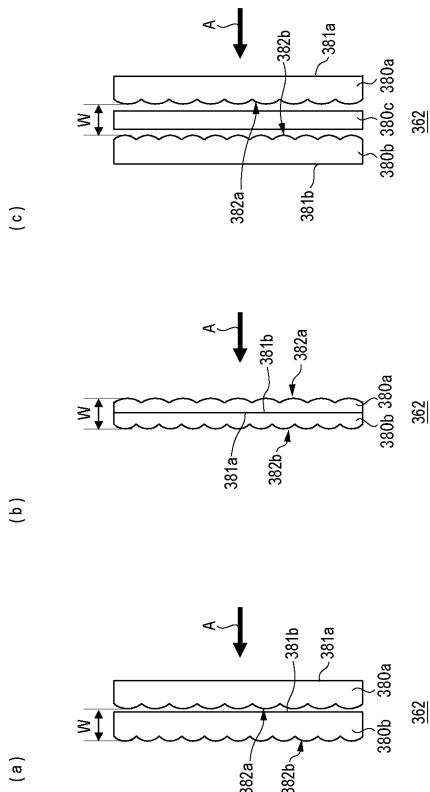
【 図 1 3 】



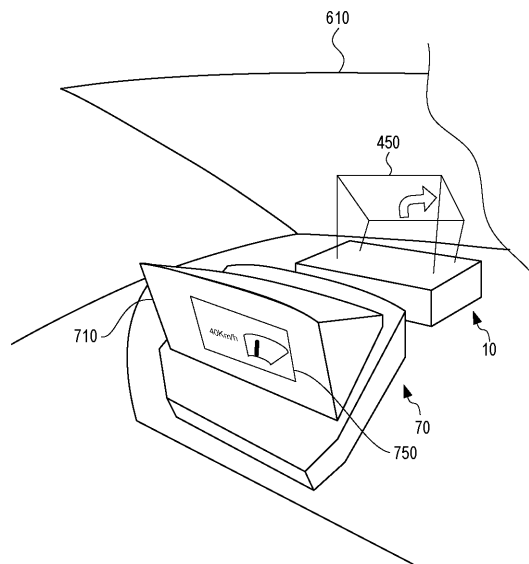
【 図 1 4 】



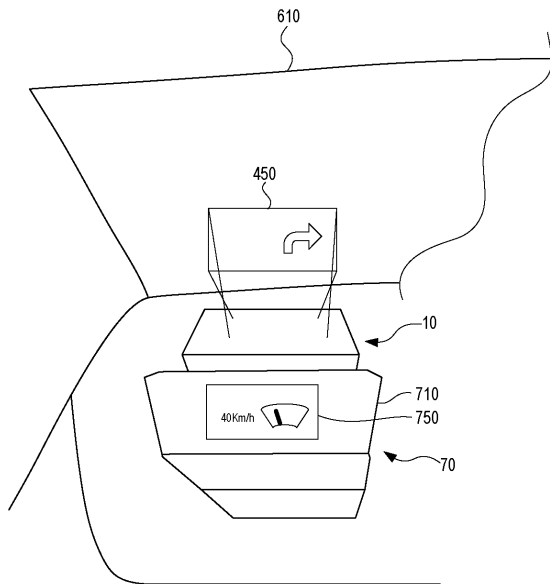
【 図 1 5 】



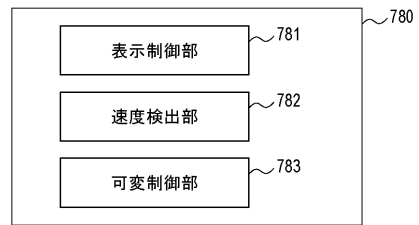
【 図 1 6 】



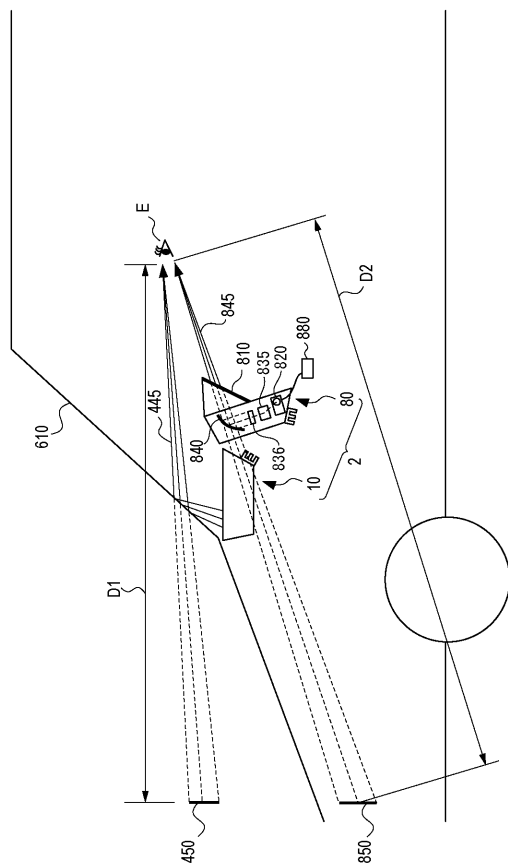
【図17】



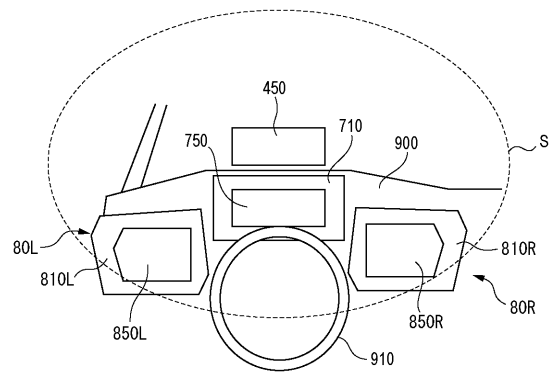
【図18】



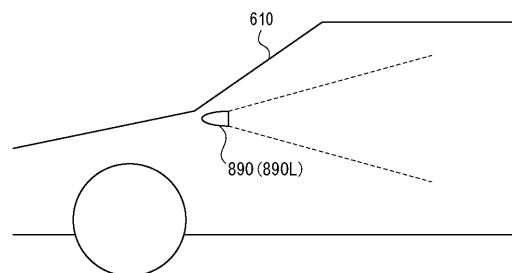
【図19】




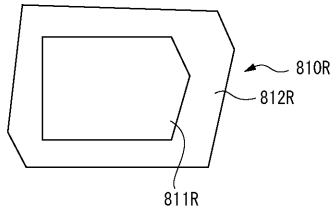
【図20】



【図21】



【 2 2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭62-029938(JP,U)  
特開2006-157748(JP,A)  
特開平05-085224(JP,A)  
特開2015-080988(JP,A)  
特開2015-011212(JP,A)  
特開2009-150947(JP,A)  
米国特許第04831366(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/01  
B60K 35/00