

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6451686号
(P6451686)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019. 1. 16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018. 12. 21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 27/01 (2006.01)
B 6 O K 35/00 (2006.01)G O 2 B 27/01
B 6 O K 35/00 A

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-88313 (P2016-88313)
 (22) 出願日 平成28年4月26日(2016. 4. 26)
 (65) 公開番号 特開2017-198800 (P2017-198800A)
 (43) 公開日 平成29年11月2日(2017. 11. 2)
 審査請求日 平成30年2月12日(2018. 2. 12)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 100106149
 弁理士 矢作 和行
 (74) 代理人 100121991
 弁理士 野々部 泰平
 (74) 代理人 100145595
 弁理士 久保 貴則
 (72) 発明者 南原 孝啓
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内

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装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両(1)のインストルメントパネル(2)に搭載され、前記インストルメントパネルの上面部(2a)よりも上方に配置された凹面状の結像反射面(42)を有するコンバイナ(40)に、前記結像反射面にて反射される表示光を投射することにより、乗員に視認可能な虚像(VI)を表示するヘッドアップディスプレイ装置であって、

前記表示光を光束状に投射する投射器(10)と、

前記投射器からの前記表示光を前記結像反射面に向けて反射する導光反射面(32)を有する導光ミラー(30)と、を備え、

前記導光反射面は、凸面状であり、

前記投射器は、

光を発する光源部(12)と、

光学的に開口することにより、前記光源部が発した光を通過させて画像を形成し、前記画像を前記表示光として投射する光学的開口部(20)と、を有し、

前記導光反射面の光学パワーを 1 と、前記結像反射面の光学パワーを 2 と、それぞれ定義し、

前記結像反射面と前記導光反射面との間隔を L 3 と定義し、

前記光源部と光学的に共役となる共役点(CP)と、前記共役点から視認される前記虚像との間隔を、0 より小さい値として I d と定義し、

前記共役点における前記表示光の光束半径を E s と定義し、

10

20

- E_s / I_d を A とおき、 $E_s + E_d \cdot (E_s / I_d)$ を B とおくと、

【数 2】

$$\frac{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)}{(A + B \cdot \phi_2) + \{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)\} \cdot \phi_1} > 0$$

が成立し、

前記導光反射面と前記光学的開口部との間隔を L_4 と定義し、

前記虚像の半画角を ϕ_1 と定義し、

を C とおき、 $-E_d \cdot \phi_1$ を D とおくと、

【数 4】

$$\frac{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3 - L_4 \cdot [(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1]}{(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1} < 0$$

が成立するヘッドアップディスプレイ装置。

【請求項 2】

前記結像反射面と前記導光反射面との合成焦点距離は、正である請求項 1 に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

【請求項 3】

前記導光ミラーは、前記上面部よりも下方に配置されている請求項 1 又は 2 に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、乗員に視認可能な虚像を表示するヘッドアップディスプレイ装置（以下、HUD 装置を略称とする）に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、乗員に視認可能な虚像を表示する HUD 装置が知られている。特許文献 1 に記載の HUD 装置は、投射器、導光ミラー、及び結像反射面を有するコンバイナを有している。投射器は、表示光を光束状に投射する。導光ミラーは、投射器からの表示光を結像反射面に向けて反射する平面状の導光反射面を有する。コンバイナの結像反射面は、導光ミラーからの表示光を反射する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 215459 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

さて、こうした HUD 装置を車両のインストルメントパネルに搭載する場合に、コンバイナのうち結像反射面をインストルメントパネルの上面部よりも上方に配置することが、虚像の視認性（例えば視線移動等）の観点から望まれている。

【0005】

また、コンバイナの結像反射面における表示光の反射角が大きくなると、例えば上下非対称に虚像が歪んでしまう。このため、結像反射面における表示光の反射角増大を抑制すべきである。

【0006】

しかしながら、特許文献 1 のような大きな体格の導光ミラーにおける結像反射面では、配置の自由度が低いため、反射角増大を抑制しつつ、上面部よりも上方に配置された結像反射面に向けて表示光を反射することが困難である。そこで、本発明者は、導光ミラーの

10

20

30

40

50

体格を小さくすることを検討した。

【 0 0 0 7 】

具体的に、発明者は、コンバイナの結像反射面を、凹面状とし、その曲率半径を小さくすることで、当該結像反射面に入射する表示光の光束をコンパクトにまとめることができるので、導光ミラーの体格を小さくできるものと考えた。しかしながら、特許文献 1 のような平面状の導光反射面を有する導光ミラーを採用すると、例えば投射器を導光ミラーに近接して設置しなければならなくなる。投射器を導光ミラーに近接して設置すると、例えば導光反射面での反射後の光束が投射器と干渉する問題等が生じてしまい、虚像の視認性に影響してしまう。

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上説明した問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、虚像の視認性が高い HUD 装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、車両 (1) のインストルメントパネル (2) に搭載され、インストルメントパネルの上面部 (2 a) よりも上方に配置された凹面状の結像反射面 (4 2) を有するコンバイナ (4 0) に、結像反射面にて反射される表示光を投射することにより、乗員に視認可能な虚像 (V I) を表示するヘッドアップディスプレイ装置であって、

表示光を光束状に投射する投射器 (1 0) と、

投射器からの表示光を結像反射面に向けて反射する導光反射面 (3 2) を有する導光ミラー (3 0) と、を備え、

導光反射面は、凸面状であり、

投射器は、

光を発する光源部 (1 2) と、

光学的に開口することにより、光源部が発した光を通過させて画像を形成し、画像を表示光として投射する光学的開口部 (2 0) と、を有し、

導光反射面の光学パワーを 1 と、結像反射面の光学パワーを 2 と、それぞれ定義し、

結像反射面と導光反射面との間隔を L 3 と定義し、

光源部と光学的に共役となる共役点 (C P) と、共役点から視認される虚像との間隔を、0 より小さい値として I d と定義し、

共役点における表示光の光束半径を E s と定義し、

- E s / I d を A とおき、E s + E d ・ (E s / I d) を B とおくと、

【数 2】

$$\frac{B - L3 \cdot (A + B \cdot \phi 2)}{(A + B \cdot \phi 2) + \{B - L3 \cdot (A + B \cdot \phi 2)\} \cdot \phi 1} > 0$$

が成立し、

導光反射面と光学的開口部との間隔を L 4 と定義し、

虚像の半画角を と定義し、

を C とおき、- E d ・ を D とおくと、

【数 4】

$$\frac{D - (C + D \cdot \phi 2) \cdot L3 - L4 \cdot [(C + D \cdot \phi 2) + \{D - (C + D \cdot \phi 2) \cdot L3\} \cdot \phi 1]}{(C + D \cdot \phi 2) + \{D - (C + D \cdot \phi 2) \cdot L3\} \cdot \phi 1} < 0$$

が成立する。

【 0 0 1 0 】

このような発明によると、投射器から投射された表示光は、凸面状の導光反射面に反射され、凹面状の結像反射面へと向かう。故に、投射器を導光ミラーに近接させなくても、導光反射面から結像反射面へと向かう表示光の光束の拡がり角を大きく設定可能となる。

すなわち、結像反射面に入射するまでの表示光の光束をコンパクトにまとめることができる。こうして、導光反射面のサイズを小さくしても、確実に導光ミラーが表示光を導光可能となる。導光ミラーの体格を抑制できるので、当該導光ミラーの配置の自由度が高まる。

【 0 0 1 1 】

したがって、インストルメントパネルに搭載されたHUD装置において、導光ミラーの導光反射面から、上面部より上方に配置された結像反射面に、表示光が導光される構成であっても、導光ミラーの体格抑制によって結像反射面における表示光の反射角増大を抑制可能な導光ミラーの配置を実現できる。反射角増大の抑制により、例えば上下非対称に発生する虚像の歪みを低減できる。以上により、虚像の視認性が高いHUD装置を提供することができる。

10

【 0 0 1 2 】

なお、括弧内の符号は、記載内容の理解を容易にすべく、後述する実施形態において対応する構成を例示するものに留まり、発明の内容を限定することを意図したものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】一実施形態におけるHUD装置の車両への搭載状態を示す模式図である。

【図 2】一実施形態における投射器の構成を示す模式図である。

【図 3】一実施形態における光学的開口部を、当該光学的開口部の法線方向に沿って見た模式図である。

20

【図 4】図 3 のIV部を拡大して示す図である。

【図 5】一実施形態のHUD装置による光学系を模式的に示す図である。

【図 6】比較例のHUD装置による光学系を模式的に示す図である。

【図 7】参考例のHUD装置による光学系を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、本発明の一実施形態によるHUD装置 100 は、移動体の一種である車両 1 のインストルメントパネル 2 に搭載されている。HUD装置 100 は、投影部材としてのコンバイナ 40 に表示光を投射し、当該表示光をコンバイナ 40 の結像反射面 42 にて反射させつつ車両 1 の室内に設けられた視認領域 EB に到達させる。これにより、HUD装置 100 は、乗員に視認可能な虚像 VI を表示する。すなわち、表示光が、車両 1 の室内において視認領域 EB 内に眼が位置する車両 1 の乗員により虚像 VI として知覚される。そして、乗員は、虚像 VI として表示される各種情報を認識することができる。虚像 VI として表示される各種情報としては、例えば、車速、燃料残量等の車両状態値、又は道路情報、視界補助情報等の車両情報が挙げられる。

30

【 0 0 1 6 】

視認領域 EB は、HUD装置 100 により表示される虚像 VI が視認可能となる空間領域である。すなわち、乗員の眼が視認領域 EB 内であれば虚像 VI を視認することができ、乗員の眼が視認領域 EB から外れると、前者に比べて虚像 VI の視認が困難となる。

40

【 0 0 1 7 】

なお、本実施形態の以下の説明において、位置関係を示す上方又は下方の意義は、車両 1 が水平面 HP 上に位置する場合の当該水平面 HP からの高さの比較によって定められている。

【 0 0 1 8 】

このようなHUD装置 100 の具体的構成を、以下に説明する。HUD装置 100 は、投射器 10、導光ミラー 30、及びコンバイナ 40 を備えている。このうち投射器 10 及び導光ミラー 30 は、HUD装置 100 のハウジング 50 内に収容されている。

50

【 0 0 1 9 】

投射器 1 0 は、図 2 に示すように、光源部 1 2、集光部 1 4、及び光学的開口部 2 0 を有し、例えば箱状のケーシング 1 0 a (図 1 参照) にこれらを収容して形成されている。

【 0 0 2 0 】

光源部 1 2 は、例えば発光ダイオード素子等の、複数の発光素子 1 2 a (例えば 3 つ) を有している。複数の発光素子 1 2 a は、光源用回路基板 1 2 b 上に配置され、当該光源用回路基板 1 2 b 上の配線パターンを通じて、電源と接続されている。各発光素子 1 2 a は、通電により電流量に応じた発光量にて光を発する。より詳細には、各発光素子 1 2 a では、例えば青色ダイオードを蛍光体で覆うことにより、疑似白色での発光が実現されている。

10

【 0 0 2 1 】

集光部 1 4 は、光源部 1 2 と光学的開口部 2 0 との間に配置され、コンデンサレンズ 1 5 及びフィールドレンズ 1 6 を有している。コンデンサレンズ 1 5 は、光源部 1 2 とフィールドレンズ 1 6 との間に配置され、合成樹脂ないしはガラス等により、透光性を有して形成されている。特に本実施形態のコンデンサレンズ 1 5 は、複数の凸レンズ素子 1 5 a が発光素子 1 2 a の数及び配置に合わせて配列されたレンズアレイとなっている。コンデンサレンズ 1 5 は、光源部 1 2 側から入射した光を集光してフィールドレンズ 1 6 側へ射出する。

【 0 0 2 2 】

フィールドレンズ 1 6 は、コンデンサレンズ 1 5 と光学的開口部 2 0 との間に配置され、合成樹脂ないしはガラス等により、透光性を有して形成されている。特に本実施形態のフィールドレンズ 1 6 は、平板状に形成されたフレネルレンズとなっている。フィールドレンズ 1 6 は、コンデンサレンズ 1 5 側から入射した光をさらに集光して光学的開口部 2 0 側へ向けて射出する。

20

【 0 0 2 3 】

なお、集光部 1 4 は、光源部 1 2 が発した光を集光するものであれば、他の構成を採用することができる。例えば、集光部 1 4 は、1 つのレンズ又はミラーにより構成されていてもよく、上述の構成にレンズ、ミラー、拡散板、又はその他の光学素子を追加して構成されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

光学的開口部 2 0 は、光学的に開口することにより、光源部 1 2 が発した光のうち一部を透過させて画像を形成し、当該画像を表示光として、光源部 1 2 及び集光部 1 4 とは反対側の導光ミラー 3 0 へ向けて投射する。

30

【 0 0 2 5 】

具体的に、本実施形態の光学的開口部 2 0 は、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor、TFT) を用いたアクティブマトリクス方式の透過型液晶パネル 1 9 によって形成されている。こうした光学的開口部 2 0 では、図 3、4 に示すように、複数の液晶画素 2 2 が 2 次元方向に配列されている。液晶画素 2 2 の配列が全体として矩形状をなすことで、光学的開口部 2 0 は、外輪郭を矩形状として、光学的に開口している。

【 0 0 2 6 】

また図 4 に詳細を示すように、各液晶画素 2 2 では、光学的開口部 2 0 の法線方向に貫通して設けられる開口領域 2 2 a と、開口領域 2 2 a を囲んで形成された配線領域 2 2 b とが設けられている。

40

【 0 0 2 7 】

光学的開口部 2 0 において、開口領域 2 2 a を含む部分では、一对の偏光板及び一对の偏光板に挟まれた液晶層等が積層されている。各偏光板は、所定方向に偏光した光を透過させ、所定方向と実質垂直な方向に偏光した光を吸収する性質を有している。一对の偏光板は、それぞれの所定方向を互いに実質直交して配置されている。液晶層は、液晶画素毎の電圧印加により、印加電圧に応じて液晶層に入射する光の偏光方向を回転させることが可能となっている。偏光方向の回転により後の偏光板を透過する光の割合、すなわち透過

50

率を変えることができる。

【0028】

集光部14側から光学的開口部20の液晶画素22の配列に入射した光が液晶画素22毎の光の透過率が制御される結果、画像が形成される。隣り合う液晶画素22には、互いに異なる色（例えば赤、緑、及び青）のカラーフィルタが設けられており、これらの組み合わせにより、様々な色が再現されるようになっている。

【0029】

このようにして投射器10は、光学的開口部20を通じて、表示光を光束状に投射するようになっている。投射器10により投射された表示光は、導光ミラー30に入射するようになっている。

10

【0030】

導光ミラー30は、図1に示すように、光学的開口部20側からの表示光をコンバイナ40へ導光するミラーであり、光学的開口部20とコンバイナ40との間の光路上に配置されている。特に本実施形態の導光ミラー30は、インストルメントパネル2の上面部2aよりも下方であって、当該上面部2aに隣接する箇所に配置されている。導光ミラー30は、合成樹脂ないしはガラス等からなる基材の表面に、導光反射面32としてアルミニウムを蒸着させること等により形成されている。導光ミラー30の導光反射面32は、凸状に湾曲することで、滑らかな凸面状を呈している。光学的開口部20側から入射した表示光は、導光反射面32により反射される。反射された表示光は、上面部2aよりも下方となる下方領域2cと、当該上面部2aよりも上方となる上方領域2bとを連通するように開口する開口窓2dを通過して、コンバイナ40の結像反射面42に入射する。

20

【0031】

コンバイナ40は、合成樹脂ないしはガラス等により、例えばハウジング50内から上方に向かって延伸する透光性の板状に形成されている。コンバイナ40は、上面部2aよりも上方であって、導光ミラー30及び視認領域EBと対向する側の表面に、結像反射面42を配置形成している。結像反射面42は、凹状に湾曲することで、滑らかな凹面状を呈している。導光反射面32から入射した表示光は、結像反射面42により、視認領域EBへ向けて反射される。こうして視認領域EBに到達した画像の表示光によって、乗員が虚像VIを視認可能となるのである。

【0032】

30

ここでコンバイナ40は、ウインドシールド3よりも視認領域EB側に配置されている。したがって、乗員は、透光性のコンバイナ40及びウインドシールド3を通して、道路、道路標識等を含む車外の景色を視認することができる。換言すると、視認される虚像VIは、車外の景色と重畳表示されるのである。

【0033】

このような重畳表示を可能とするHUD装置100により構成される光学系について、図5を用いて以下に詳細に検討する。

【0034】

以下では、図5に示す光学系の光路において、虚像VIから視認領域EBまでの間隔を I_d （ただし、虚像のため $I_d < 0$ ）とし、視認領域EBから結像反射面42までの間隔を E_d （ただし、 $E_d > 0$ ）とし、結像反射面42から導光反射面32までの間隔を L_3 （ただし、 $L_3 > 0$ ）とし、導光反射面32から光学的開口部20までの間隔を L_4 とする。

40

【0035】

さらに、導光反射面32の光学パワーを ϕ_1 （ただし、 $\phi_1 < 0$ ）とし、結像反射面42の光学パワーを ϕ_2 （ただし、 $\phi_2 > 0$ ）とする。導光反射面32の焦点距離は $f_1 = 1 / \phi_1$ であり、結像反射面42の焦点距離は $f_2 = 1 / \phi_2$ である。結像反射面42と導光反射面32との合成焦点距離は正であるものとする。

【0036】

加えて、虚像VIのサイズの半値を I_s とし、視認領域EBのサイズの半値を E_s とし

50

、光学的開口部 20 のサイズの半値を O_s (ただし、光学的開口部 20 にて形成される画像が実像のため $O_s < 0$) とする。

【0037】

本実施形態では、実質的に、光源部 12 と視認領域 E B とが光学的に共役な関係となっている。各パラメータについて、視認領域 E B を、光源部 12 と光学的に共役となる共役点 C P に置換した上で理解することが可能である。例えば、間隔 I_d は、共役点 C P と虚像 V I との間隔として理解することが可能であり、視認領域 E B のサイズの半値 E_s は、共役点 C P における表示光 (具体的に、投射器 10 から投射された表示光全体) の光束半径として理解することが可能である。

【0038】

こうした光学系について、視認領域 E B から光学的開口部 20 側への逆光線追跡により、像近軸光線 I M R の角度及び像近軸光線 I M R の高さを順次求める。ここで像近軸光線 I M R の角度とは、視認領域 E B の中心 (例えば共役点 C P) 及び光学的開口部 20 の中心を通る光線 (以下、主光線 P R R とする) に対して、視認領域 E B と結像反射面 42 との間で視認領域 E B の端部と虚像 V I の中心とを結ぶ方向に沿う光線 (以下、これを像近軸光線 I M R) が張る角度である。以下の説明では、像近軸光線 I M R の角度は、ラジアンを単位として記載するものとする。像近軸光線 I M R の高さとは、主光線 P R R と垂直な方向に沿った、主光線 P R R と像近軸光線 I M R との間隔である。

【0039】

視認領域 E B と結像反射面 42 との間では、像近軸光線 I M R の角度は、 $-E_s / I_d$ であり、これを HUD 定数 A と置く。結像反射面 42 において、像近軸光線 I M R の高さは、 $E_s + E_d \cdot (E_s / I_d)$ であり、これを HUD 定数 B と置く。結像反射面 42 と導光反射面 32 との間では、像近軸光線 I M R の角度は、 $A + B \cdot \phi_2$ である。導光反射面 32 において、像近軸光線 I M R の高さは、 $B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)$ である。導光反射面 32 と光学的開口部 20 との間では、像近軸光線 I M R の角度は、 $(A + B \cdot \phi_2) + (B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)) \cdot \phi_1$ である。

【0040】

光学的開口部 20 において、像近軸光線 I M R の高さは、0 であるので、間隔 L_4 は、以下の数 1 に示される数式で表現できる。

【数 1】

$$L_4 = \frac{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)}{(A + B \cdot \phi_2) + \{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)\} \cdot \phi_1}$$

【0041】

光学的開口部 20 を、光路上において、導光反射面 32 と結像反射面 42 との間に配置すべきではないので、 $L_4 > 0$ の条件を満たす必要がある。したがって、以下の数 2 に示される条件が導出される。

【数 2】

$$\frac{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)}{(A + B \cdot \phi_2) + \{B - L_3 \cdot (A + B \cdot \phi_2)\} \cdot \phi_1} > 0$$

【0042】

次に、視認領域 E B から光学的開口部 20 側への逆光線追跡により、瞳近軸光線 P U R の角度及び瞳近軸光線 P U R の高さを順次求める。ここで瞳近軸光線 P U R の角度とは、主光線 P R R に対して、視認領域 E B と結像反射面 42 との間で視認領域 E B の中心と虚像 V I の端部とを結ぶ方向に沿う光線 (以下、これを瞳近軸光線 P U R とする) が張る角度である。瞳近軸光線 P U R の高さとは、主光線 P R R と垂直な方向に沿った、主光線 P R R と瞳近軸光線 P U R との間隔である。

【0043】

視認領域 E B と結像反射面 42 との間では、瞳近軸光線 P U R の角度は、虚像 V I の半

10

20

30

40

50

画角 θ に相当し、 $\theta = -I_s / I_d$ であり、これを HUD 定数 C と置く。結像反射面 42 において瞳近軸光線 P U R の高さは、 $-E_d \cdot \theta$ であり、これを HUD 定数 D と置く。結像反射面 42 と導光反射面 32 との間では、瞳近軸光線 P U R の角度は、 $C + D \cdot \theta$ である。導光反射面 32 において瞳近軸光線 P U R の高さは、 $D - (C + D \cdot \theta) \cdot L_3$ である。導光反射面 32 と光学的開口部 20 との間では、瞳近軸光線 P U R の高さは、 $(C + D \cdot \theta) + \{D - (C + D \cdot \theta) \cdot L_3\} \cdot \phi_1$ である。光学的開口部 20 において、瞳近軸光線 P U R の高さは、 $D - (C + D \cdot \theta) \cdot L_3 - L_4 \cdot [(C + D \cdot \theta) + \{D - (C + D \cdot \theta) \cdot L_3\} \cdot \phi_1]$ であり、これが光学的開口部 20 のサイズの半値 O_s と一致することとなる。

【0044】

10

この光学系において、光学的開口部 20 から入射瞳の位置 E N P までの瞳距離 P_d は、瞳近軸光線 P U R の高さが 0 となる距離を求めればよいので、以下の数 3 に示される数式で表現できる。

【数 3】

$$P_d = \frac{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3 - L_4 \cdot [(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1]}{(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1}$$

【0045】

導光反射面 32 のサイズを小さくするためには、入射瞳の位置 E N P が光学的開口部 20 よりも導光反射面 32 側に存在することが好ましい。すなわち、 $P_d < 0$ となるので、以下の数 4 に示される条件が導出される。

20

【数 4】

$$\frac{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3 - L_4 \cdot [(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1]}{(C + D \cdot \phi_2) + \{D - (C + D \cdot \phi_2) \cdot L_3\} \cdot \phi_1} < 0$$

【0046】

数 2 に示される条件及び数 4 に示される条件が成立するように、HUD 装置 100 の光学系を設計した結果を、以下の表 1 に詳細に示す。なお、前提条件として、虚像 V I の表示距離に対応する間隔 I_d を -1800 mm とする。間隔 L_4 は、大きくし過ぎると、HUD 装置 100 の体格が大きくなり搭載し難くなるため、例えば $100 \sim 110 \text{ mm}$ の範囲となるようにしている。

30

【表 1】

要素	焦点距離	面間隔	像近軸光線追跡結果	
			光線角度	光線高さ
虚像 VI	平面	$I_d = -1800$	0.022222	0
視認領域 EB	平面	$E_d = 775$	0.022222	40
結像反射面	$f_2 = 166$	$L_3 = 91$	0.159438	22.77777
導光反射面	$f_1 = -102$	$L_4 = 105.512$	0.07837	8.26894
光学的開口部	平面	-777.658	0.07837	0
入射瞳	平面	-		

40

【0047】

表 1 の設計に対して、導光反射面 32 を平面状に置き換えた導光反射面 932 が採用された比較例の HUD 装置 900 (図 6 を参照) の設計結果を、以下の表 2 に詳細に示す。

【表 2】

要素	焦点距離	面間隔	像近軸光線追跡結果	
			光線角度	光線高さ
虚像 VI	平面	ld=-1800	0.022222	0
視認領域 EB	平面	Ed=775	0.022222	40
結像反射面	f2=235	L3=91	0.119149	22.77777
導光反射面	平面	L4=100.1706	0.119149	11.9352
光学的開口部	平面	146.0979	0.119149	0
入射瞳	平面	-		

10

【0048】

なお、表 1, 2 の「焦点距離」の列において、「平面」とは、焦点距離が無大とみなせること、又は、対応する「要素」において屈折作用及び反射作用が存在していないとみなせることを意味する。したがって、HUD 装置 100, 900 において、表示される虚像 VI の像面湾曲の存在が否定されるものではない。

【0049】

また、表 1, 2 の「間隔」の列では、同じ行の要素と当該要素の 1 行下の要素との間隔が示されており、表 1, 2 の「光線角度」の列では、同じ行の要素と当該要素の 1 行下の要素との間における像近軸光線 IMR の角度が示されている。表 1, 2 の「光線高さ」の列では、同じ行の要素における像近軸光線 IMR の高さが示されている。

20

【0050】

表 1 に示される設計結果と表 2 に示される設計結果とを比較すると、比較例における導光反射面 932 における「光線高さ」は 11.9352 mm であるのに対し、本実施形態における導光反射面 32 の「光線高さ」は 8.26894 mm である。すなわち、比較例に対して本実施形態では、虚像 VI の結像に寄与する光束状の表示光の拡がり小さくなっている。したがって、導光反射面 32 のサイズを小さくすることが可能となる。

【0051】

また、結像反射面 42 の「焦点距離」は、比較例では 235 mm であるのに対し、本実施形態では 166 mm である。一方、表 1, 2 に示されていないが、虚像倍率は、比較例では 5.361702 であるのに対し、本実施形態では 3.526636 である。したがって、本実施形態では、結像反射面 42 の焦点距離が比較例よりも短く設定されているにも関わらず、虚像倍率が比較例よりも小さくなっているため、虚像 VI の解像度を高めることに成功している。

30

【0052】

なお、図 5, 6 は、光学系を模式的に示すものであって、各要素 20, 32, 932, 42 の形状、寸法関係、各光線 PRR, IMR, PUR の方向、反射の角度、入射瞳の位置 ENP の位置等は、必ずしも正確ではない。また、図 5 では、瞳距離 Pd を図示するため、便宜的に、光学的開口部 20 からの主光線 PRR の延長線に入射瞳の位置 ENP を示している。

40

【0053】

(作用効果)

以上説明した本実施形態の作用効果を以下に説明する。

【0054】

本実施形態によると、投射器 10 から投射された表示光は、凸面状の導光反射面 32 に反射され、凹面状の結像反射面 42 へと向かう。故に、投射器 10 を導光ミラー 30 に近接させなくても、導光反射面 32 から結像反射面 42 へと向かう表示光の光束の拡がり角を大きく設定可能となる。すなわち、結像反射面 42 に入射するまでの表示光の光束をコンパクトにまとめることができる。こうして、導光反射面 32 のサイズを小さくしても、確実に導光ミラー 30 が表示光を導光可能となる。導光ミラー 30 の体格を抑制できるの

50

で、当該導光ミラー 30 の配置の自由度が高まる。

【0055】

したがって、インストルメントパネル 2 に搭載された HUD 装置 100 において、導光ミラー 30 の導光反射面 32 から、上面部 2a より上方に配置された結像反射面 42 に、表示光が導光される構成であっても、導光ミラー 30 の体格抑制によって結像反射面 42 における表示光の反射角増大を抑制可能な導光ミラー 30 の配置を実現できる。反射角増大の抑制により、例えば上下非対称に発生する虚像 VI の歪みを低減できる。以上により、虚像 VI の視認性が高い HUD 装置 100 を提供することができる。

【0056】

本実施形態によると、結像反射面 42 と導光反射面 32 との合成焦点距離は、正である。したがって、凸面状の導光反射面 32 と凹面状の結像反射面 42 との組み合わせにより、像面湾曲を抑制しつつ、虚像 VI の拡大を実現することができる。

【0057】

本実施形態によると、凸面状の導光反射面 32 を有する導光ミラー 30 が体格を抑制可能な状態で、上面部 2a よりも下方に配置されることで、結像反射面 42 における表示光の反射角増大を抑制しつつも、車両 1 の乗員が導光ミラー 30 の存在を認識し難くなるため、車両 1 の見栄えを高めることができる。

【0058】

本実施形態によると、数 2 に示される条件が成立するので、投射器 10 を導光反射面 32 と結像反射面 42 との間の光路上から外れた箇所に配置することができる。

【0059】

本実施形態によると、数 4 に示される条件が成立するので、HUD 装置 100 の光学系における入射瞳の位置 ENP を投射器 10 よりも導光反射面 32 側に配置させることができる。したがって、虚像 VI の視認に有効な光線を導光反射面 32 の狭い範囲に集めることができるので、導光ミラー 30 の体格抑制効果を高めることができる。

【0060】

(参考例)

数 2 に示される条件及び数 4 に示される条件を成立させつつ、表 1 の設計に対して、導光反射面 32 を凹面状に置き換えた導光反射面 832 が採用された参考例の HUD 装置 800 (図 7 を参照) の設計結果を、以下の表 3 に詳細に示す。

【表 3】

要素	焦点距離	面間隔	像近軸光線追跡結果	
			光線角度	光線高さ
虚像 VI	平面	ld=-1800	0.022222	0
視認領域 EB	平面	Ed=775	0.022222	40
結像反射面	f2=81.5	L3=91	0.301704	22.77777
導光反射面	f1=14	L4=144.4112	-0.03239	-4.6773
光学的開口部	平面	-144.334	-0.03239	0
入射瞳	平面	-		

【0061】

表 3 に示される設計結果によれば、導光反射面 832 の焦点距離は、 $f1 = 14 \text{ mm}$ と極めて小さくなっている。これは、HUD 装置 800 の光学系における入射瞳の位置 ENP の位置が導光反射面 832 の近傍に位置するからである。すなわち、表 3 の光学系は、表示光が導光反射面 832 の近傍で実像として結像した後、結像反射面 42 での反射を用いて虚像 VI として所定位置 (例えば間隔 $ld = -1800 \text{ mm}$ となる位置) に表示する光学系となる。結像反射面 42 よりも遠くに表示される虚像 VI を成立させるためには、 $L3 > f1$ の条件が必要であり、導光反射面 832 の焦点距離を小さくせざるを得ないのである。

【 0 0 6 2 】

こうした導光反射面 8 3 2 では、製造誤差による焦点距離のばらつきが大きいため、虚像 V I の質が安定しなくなる。したがって、表 1 のように、凸面状の導光反射面 3 2 を採用することがより好適である。

【 0 0 6 3 】

なお、図 7 は、光学系を模式的に示すものであって、各要素 2 0 , 8 3 2 , 4 2 の形状、寸法関係、光線の方向、反射の角度、入射瞳の位置 E N P 等は、必ずしも正確ではない。

【 0 0 6 4 】

(他の実施形態)

本発明は、当該実施形態に限定して解釈されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態に適用することができる。

【 0 0 6 5 】

具体的に変形例 1 としては、導光ミラー 3 0 は、全体が上面部 2 a よりも下方に配置されていなくてもよい。例えば、導光ミラー 3 0 の一部が上面部 2 a から上方へはみ出して配置されていてもよい。

【 0 0 6 6 】

変形例 2 としては、結像反射面 4 2 を有するコンバイナ 4 0 は、着色等により、半透光性を有するものであってもよく、透光性を有しないものであってもよい。

【 0 0 6 7 】

変形例 3 としては、結像反射面 4 2 を有するコンバイナ 4 0 は、H U D 装置 1 0 0 とは別体に設けられていてもよい。

【 0 0 6 8 】

変形例 4 としては、光学的開口部 2 0 は、主光線 P R R に対して法線方向を傾斜させた状態で配置されていてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

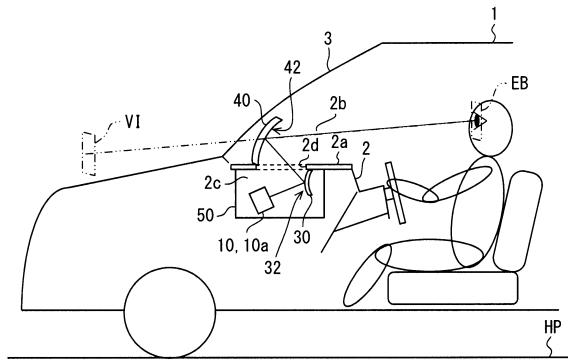
1 0 0 H U D 装置、1 車両、2 インストルメントパネル、1 0 投射器、1 2 光源部、2 0 光学的開口部、3 0 導光ミラー、3 2 導光反射面、4 0 コンバイナ、4 2 結像反射面、V I 虚像、C P 共役点

10

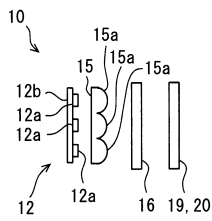
20

30

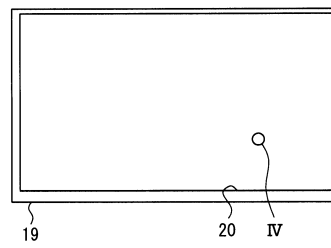
【図 1】



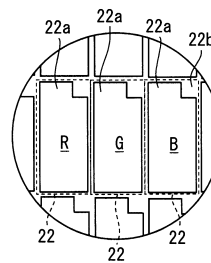
【図 2】



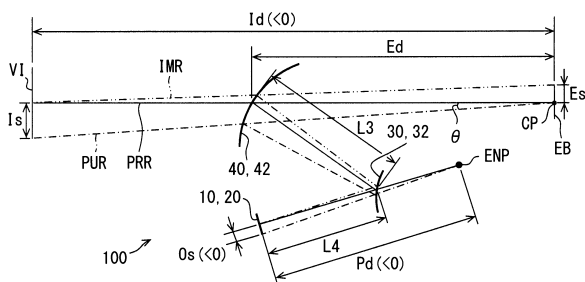
【図 3】



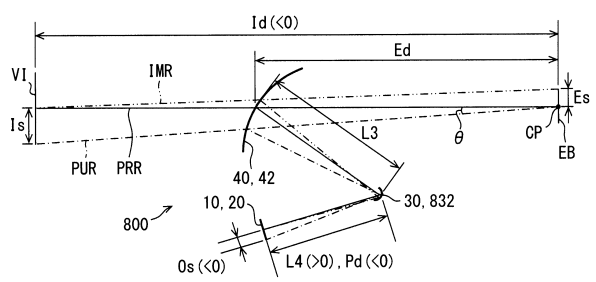
【図 4】



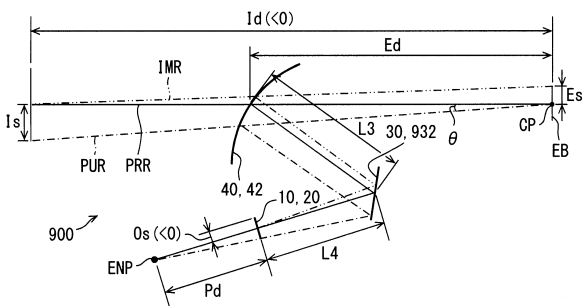
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-115797(JP,A)
特開2011-128500(JP,A)
実開平06-067154(JP,U)
特開昭48-087534(JP,A)
特開2014-191143(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0271698(US,A1)

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