(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月13日(13.02.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/032095 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 27/01 (2006.01) *B60R 11/02* (2006.01)
B60K 35/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/031092

(22) 国際出願日： 2019年8月7日(07.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-149541 2018年8月8日(08.08.2018) JP

(71) 出願人:パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 Osaka (JP).

(72) 発明者:岡山 裕昭(**OKAYAMA, Hiroaki**). 葛原 聡(**KUZUHARA, Satoshi**). 二瓶 祐輔(**NIHEI, Yusuke**). 谷口 康二(**TANIGUCHI, Koji**). 船引 誠(**FUNABIKI, Makoto**).

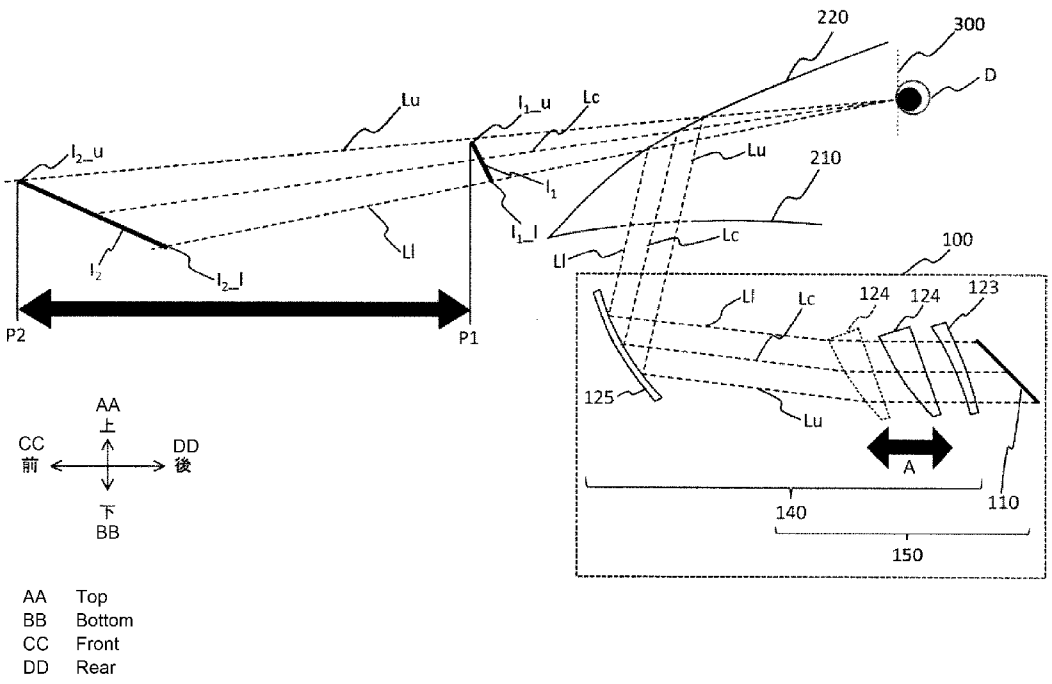
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (**YAMAO, Norihito** et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) **Title:** HEAD-UP DISPLAY

(54) 発明の名称： ヘッドアップディスプレイ

[図2]



AA Top
BB Bottom
CC Front
DD Rear

(57) **Abstract:** Provided is a head-up display in which a virtual image is not fixed to a road surface during tele-focusing. The present invention includes: a display device (110) for displaying an image; and a projection optical system (140) which is for expanding and projecting the image, and is provided with an image formation position changing unit (150) that changes the position of a virtual image (I2) from a far-viewing position (P2) far from an observer (D) to a near-viewing position (P1) near the observer (D). At the far-viewing position (P2), the

WO 2020/032095 A1

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

image formation position changing unit (150) inclines the upper end (I_{2_u}) of the virtual image (I_2) by a second inclination angle toward the front of a moving body (200) with respect to a vertical plane of a reference light beam (Lc) that reaches the center of a viewpoint region (300) at which the viewpoint of the observer (D) is positioned. At the near-viewing position (P1), the image formation position changing unit (150) inclines the upper end (I_{1_u}) of a virtual image (I_1) by a first inclination angle smaller than the second inclination angle toward the front side of the moving body (200) with respect to a vertical plane of the reference light beam (Lc).

(57) 要約:遠焦点時に虚像が路面にめり込まないヘッドアップディスプレイを提供する。画像を表示する表示デバイス(１１０)と、画像を拡大して投影する投射光学系(１４０)とを含み、虚像(I_2)の位置を観察者(D)から遠い遠視位置(Ｐ２)と観察者(D)に近い近視位置(Ｐ１)とに変化させる結像位置可変部(１５０)を備え、結像位置可変部(１５０)は、遠視位置(Ｐ２)において、観察者(D)の視点が位置する視点領域(３００)の中心に到達する基準光線(Ｌｃ)の垂直面に対して、虚像(I_2)の上端(I_{2-u})を移動体(２００)の前方に第２の傾斜角度で傾斜させ、近視位置(Ｐ１)において、基準光線(Ｌｃ)の垂直面に対して、虚像(I_1)の上端(I_{1-u})を移動体(２００)の前方に第２の傾斜角度よりも小さい第１の傾斜角度で傾斜させる。

明　細　書

発明の名称 ： ヘッドアップディスプレイ

技術分野

[0001] 本開示は、ヘッドアップディスプレイに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１は、凹面鏡をターニングミラーとして用い、凹面鏡の虚の像点を出現させる範囲において、物点としての表示器と凹面鏡との間の距離を、手動または自動もしくはこれらの組合せによって可変させることにより、虚像の位置を可変させるヘッドアップディスプレイ装置を開示する。

[0003] 特許文献２は、光源と、光源からの光を２次元にする走査手段と、走査光を結像するスクリーンと、スクリーン上の映像を投影する投影手段とを備え、投影手段とスクリーンとの間の距離を変えることにより、投影された虚像の位置を、観察者から見て遠い側に位置する遠焦点位置と、観察者から見て近い側の近焦点位置とに可変にする車両用ヘッドアップディスプレイ装置を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平６－１１５３８１号公報

特許文献2：特開２００９－１５０９４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来のヘッドアップディスプレイでは、虚像の位置が遠焦点位置にある場合、観察者の視点位置の高さ、虚像が表示される俯角、および表示虚像の垂直方向の画角によって、虚像が路面にめり込む場合があり、本来は路面の下に隠れるはずの部分が、路面に重なって見え、観察者が違和感を覚えることがあった。

本開示は、遠焦点位置における虚像が路面にめり込むことのないヘッドア

ップディスプレイを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示のヘッドアップディスプレイは、

車両等の移動体に設置され、画像を虚像として観察者に表示するヘッドアップディスプレイであって、

前記画像を表示する表示デバイスと、前記画像を拡大して投影する投射光学系と、を含み、前記虚像の位置を、前記観察者から遠い遠視位置と、前記観察者に近い近視位置とに変化させる結像位置可変部を備え、

前記結像位置可変部は、前記遠視位置において、前記観察者の視点が位置する視点領域の中心に到達する基準光線の垂直面に対して、前記虚像の上端を前記移動体の前方に第２の傾斜角度で傾斜させ、前記近視位置において、前記基準光線の垂直面に対して、前記虚像の上端を前記移動体の前方に前記第２の傾斜角度よりも小さい第１の傾斜角度で傾斜させる。

発明の効果

[0007] 本開示におけるヘッドアップディスプレイは、遠焦点時に虚像が路面にめり込むことのないヘッドアップディスプレイを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１におけるヘッドアップディスプレイを搭載した車両の断面を示す図

[図2]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模式図

[図3]実施の形態１におけるヘッドアップディスプレイの遠視距離と近視距離を説明するための模式図

[図4]表示デバイスに対する第２レンズの相対位置に対する視距離の変化を示すグラフ

[図5]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模式図

[図6]実施の形態３に係るヘッドアップディスプレイにおける結像位置可変部の構成を示す模式図

[図7]実施の形態４におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図8]実施の形態５におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図9]実施の形態６におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図10]実施の形態７におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図11]実施の形態８におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図12]実施の形態９におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図13]実施の形態１０におけるヘッドアップディスプレイの構成を示す模式図

[図14]実施の形態１０における第２レンズの斜視図

[図15A]実施の形態１０における第２レンズのＡ断面を示す図

[図15B]実施の形態１０における第２レンズのＢ断面を示す図

[図16]実施の形態１０における第１レンズの斜視図

[図17A]実施の形態１０における第１レンズのＣ断面を示す図

[図17B]実施の形態１０における第１レンズのＤ断面を示す図

発明を実施するための形態

[0009] 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るのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

なお、発明者（ら）は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

[0010] （実施の形態１）

以下、図１～３を用いて、実施の形態１を説明する。

[１－１．構成]

[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。

図１は、本開示の実施の形態１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のウインドシールド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から投射される画像を虚像Ｉとして認識する。

[0011] 本実施の形態においては、虚像Ｉは、観察者Ｄから見て遠い位置にある遠焦点位置と、観察者Ｄから見て近い位置にある近焦点位置とに、その位置が可変となっているが、虚像Ｉを遠焦点位置に表示させる場合には、虚像Ｉが路面Ｒにめり込んでしまうことがある。そこで、虚像Ｉを傾斜させることで、虚像Ｉが路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を持たせることのない自然なＡＲ(Augmented Reality)表示を実現させることができ、ドライバー（観察者Ｄ）の認識力をアップさせることができる。

[0012] 図２は、本実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図３は、本実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ１００の遠視距離と近視距離を説明するための模式図である。

[0013] 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１４０とを含む結像位置可変部１５０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が拡散特性を有する光学部材となっており、表示デバイス１１０に表示する画像を投射光学系１４０を介してウインドシールド２２０に投射する。投射された光は、ウインドシールド２２０において反射され、観察者Ｄの視点領域３００に導かれる。これにより、ヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに近視位置（近焦点位置）Ｐ１における虚像$Ｉ_1$および遠視位置（遠焦点位置）Ｐ２における虚像$Ｉ_2$を視認させる。本実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ１００は、虚像位置が近視位置Ｐ１と遠視位置Ｐ２とに移動する可変焦点機能を備えている。ここで、視点とは、観察者Ｄの目をレンズと考えた場合の主点であり、視点領域３００とは、虚像$Ｉ_1$，$Ｉ_2$を欠けることなく視認できる、観察者Ｄの視点の位置する領域である。

[0014] 図２に示すように、表示デバイス１１０から出射する光線のうち、視点領域３００の中心に到達する光線のうち、虚像Ｉ$_1$の上端Ｉ$_{1_u}$および虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$に相当する光線を上光線Ｌｕとし、虚像Ｉ$_1$の下端Ｉ$_{1_l}$および虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_{2_l}$に相当する光線を下光線Ｌｌとする。また、表示デバイス１１０から出射する光線のうち、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心部を通り、視点領域３００の中心に到達する光線を基準光線Ｌｃとする。すなわち、観察者Ｄから見た場合、基準光線Ｌｃは、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心から観察者Ｄの視点までの光路に相当する。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$_1$，Ｉ$_2$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。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。

[0015] ここで、本開示において、前方とは、観察者Ｄから見て車両２００のウインドシールド２２０のある方向である。後方とは、前方の反対の方向である。また、下方とは車両２００が走行する地面の方向である。上方とは、下方の反対の方向である。

[0016] 表示デバイス１１０は、図示しないＣＰＵ等の制御部による制御に基づき、表示画像を表示する。表示デバイス１１０には、例えば、バックライト付きの液晶表示装置（Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ　Ｄｉｓｐｌａｙ）や有機発光ダイオード（Ｏｒｇａｎｉｃ　Ｌｉｇｈｔ－Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）、プラズマディスプレイなどを用いることができる。また、表示デバイス１１０として、光を拡散または反射するスクリーンと、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。表示デバイス１１０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、現在の車速など、各種の情報を表示することができる。また、表示デバイス１１０は、投射光学系１４０やウインドシールド２２０で発生する歪みや、図示を省略するカメラで取得する観察者Ｄの位置に応じて、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$_1$，Ｉ$_2$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１４０で発生する色収差に応じて、あらかじめ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で、観察者Ｄに良好な虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させることができる。

[0017] 投射光学系１４０は、光学素子としての第１レンズ１２３、第２レンズ１２４、および第１ミラー１２５とを備える。第１レンズ１２３と第２レンズ１２４は、一例として自由曲面レンズであり、第１ミラー１２５は、一例として自由曲面ミラーである。投射光学系１４０は、第１レンズ１２３および第２レンズ１２４によって拡大された画像を、第１ミラー１２５を介して反射することにより、ウインドシールド２２０に投射する。

[0018] また、第２レンズ１２４は、図２に実線で示すように第１レンズ１２３に近づく位置と、図２に点線で示すように第１レンズ１２３から遠ざかる位置とに、矢印Ａ方向に移動可能に構成されている。第２レンズ１２４が第１レンズ１２３に遠ざかる場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、第２レンズ１２４が第１レンズ１２３に近づく位置にある場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、投射光学系１４０の第２レンズ１２４を移動可能に構成することにより、結像位置が変更可能となっている。

[0019] [１－１－２．結像位置可変部の構成]

[0020] ヘッドアップディスプレイ１００は、ウインドシールド２２０に虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を投影して車両２００の前方の実像に重ねることで、ドライバーである観察者Ｄが視線と目の焦点調節を大きく動かすことなく経路案内、または警告等を確認することができ、運転中の安全性を向上させる。

[0021] しかしながら、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$は、路面Ｒにめり込んでしまうことがあり、観察者Ｄが違和感を抱く不自然な表現となる場合がある。そこで、本実施の形態においては、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図２に示すように、基準光線Ｌｃ

に対して反時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0022] また、高速走行時は車間距離が比較的長いため、観察者Ｄは遠方を見て運転する。したがって、この場合には、虚像までの視距離を長くすることで、目の視距離調整が少なくて済み、視認性が向上する。一方、低速走行時は前方車両との車間が短く、観察者Ｄは前方車両を気にしながら手前を見て運転する。したがって、この場合には、虚像までの視距離を短くすることで、目の視距離調整が少なくなり、視認性が向上する。また、前方車両の距離に対して、虚像の距離が遠くなることが少なくなるようにすることで、違和感を低減することができる。

[0023] そこで、本実施の形態では、上述したように結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０の第２レンズ１２４を移動可能に構成し、虚像Ｉ$_1$の結像位置である視距離が短い近視位置Ｐ１と、虚像Ｉ$_2$の結像位置である視距離が長い遠視位置Ｐ２とに、虚像の結像位置を変更可能としている。

[0024] また、本実施の形態においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_{2__l}$を、図３に点線の丸印Ｃで示ように、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_{2__l}$の路線Ｒからの高さよりも、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2__u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0025] なお、虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_{2__l}$は、必ずしも路面Ｒの位置以上の高い位置でなくてもよく、虚像Ｉ$_2$の主要部の下端が路面Ｒの位置以上の高い位置にあれば、虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_{2__l}$が路面Ｒよりも若干低い位置にあっても問題はない。この場合、虚像Ｉ$_2$の「主要部」とは、虚像Ｉ$_2$が示すターンバイターンの矢印の方向等、虚像Ｉ$_2$が示す標識等の意味・内容を確認できる部分を言うものとする。

[0026] 車両２００における観察者Ｄの視点位置は、車両２００の種類、観察者Ｄの身長等によっても異なるが、本実施の形態においては、例えば、運転者の視線位置の高さとして、１．２ｍを視点位置の所定の高さとしている。但し、これは一例であり、視点位置の所定の高さとして他の数値を用いてもよい。

[0027] また、観察者Ｄの視点位置からの車両２００の水平方向Ｈに対する基準光線Ｌｃの角度である俯角θについても、観察者Ｄの身長等によって異なるが、本実施の形態においては、例えば、３°～４°を俯角θの所定の角度としている。但し、これは一例であり、俯角θの所定の角度として他の数値を用いてもよい。

[0028] さらに、画角については、本実施の形態においては、基準光線Ｌｃから上光線Ｌｕおよび下光線ＬＩまでがそれぞれ１．５°となるように設定している。但し、これは一例であり、画角として他の数値を用いてもよい。

[0029] 本実施の形態では、一例として、近視位置Ｐ１における虚像Ｉ$_1$の下端Ｉ$_1$＿ＩＩの観察者Ｄからの近視距離が５ｍ、近視位置Ｐ１における虚像Ｉ$_1$の上端Ｉ$_1$＿ｕの観察者Ｄからの近視距離が６ｍとなるように虚像Ｉ$_1$を傾斜させる。

[0030] また、本実施の形態では、一例として、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_2$＿ＩＩの観察者Ｄからの遠視距離が１０ｍ、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕの観察者Ｄからの遠視距離が１５ｍとなるように虚像Ｉ$_2$を傾斜させる。

[0031] 以上のように、本実施の形態によれば、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ$_2$＿ＩＩを、路面Ｒと下光線ＬＩの交線の位置とするように投射光学系１４を設定した。その結果、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0032] また、本実施の形態によれば、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さ

を所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、路面Ｒと上光線Ｌｕの交線よりも上の位置とするように投射光学系１４を設定した。その結果、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0033] 本実施の形態では、上述のように投射光学系１４０を設定することにより、第２レンズ１２４の移動量を削減することができる。以下、視距離とレンズの移動量との関係について説明する。

[0034] 図４は、表示デバイス１１０に対する第２レンズ１２４の相対位置に対する視距離の変化を示すグラフである。図４に示すように、第２レンズ１２４の単位移動量当たりの視距離変化量は、視距離が長いほど大きくなる。例えば、従来のように路面Ｒに対して垂直で、観察者Ｄから４ｍの視距離にある虚像を考えた場合、第２レンズ１２４を、その時点の位置（０ｍｍ）から１０ｍｍまで１０ｍｍ移動させると、虚像までの視距離は４ｍから５ｍまで変化し、視距離変化量は１ｍとなる。

[0035] 次に、従来のように路面Ｒに対して垂直で、観察者Ｄから約１２ｍの視距離にある虚像を考えた場合、第２レンズ１２４を、その時点の位置（４０ｍｍ）から５０ｍｍまで１０ｍｍ移動させると、虚像までの視距離は約１２ｍから２０ｍまで変化し、視距離変化量は５ｍとなる。

[0036] つまり、従来のように路面Ｒに対して垂直な虚像の場合には、観察者Ｄを基準にして４ｍの近視距離に虚像を表示させた状態から、観察者Ｄを基準にして２０ｍの遠視距離に虚像を表示させようとすると、第２レンズ１２４を、０ｍｍから５０ｍｍまで５０ｍｍ移動させる必要がある。

[0037] しかしながら、図４に示ように、４ｍの位置に虚像Ｉ$_1$の下端Ｉ$_{1_l}$を表示させ、５ｍの位置に虚像Ｉ$_1$の上端Ｉ$_{1_u}$を表示させて虚像Ｉ$_1$を傾斜させた場合には、第２レンズ１２４の移動量は少なくなる。つまり、図３に示すように虚像Ｉ$_1$を傾斜させた場合には、第２レンズ１２４を、０ｍｍから４０ｍｍまで４０ｍｍ移動させることにより、約１２ｍの位置に虚像Ｉ$_2$の下端Ｉ

$_2$＿ｌが表示され、２０ｍの位置に虚像ｌ$_2$の上端ｌ$_2$＿ｕが表示されることになる。

[0038] 以上のような視距離とレンズの移動量との関係は、第２レンズ１２４を固定し、表示デバイス１１０を移動可能した場合には、視距離と表示デバイス１１０の移動量との関係として置き換えることができる。

[0039] 以上のように、本実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ１００の投射光学系１４０は、遠視位置Ｐ２における虚像ｌ$_2$の下端ｌ$_2$＿ｌまたは虚像ｌ$_2$の主要部の下端を路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されているので、遠視位置Ｐ２における虚像ｌ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0040] また、本実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ１００の投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像ｌ２の上端ｌ２＿ｕを、下端ｌ$_2$＿ｌの路面Ｒからの高さよりも、上端ｌ２＿ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように投射光学系１４を設定されているので、虚像ｌ$_2$の上端ｌ$_2$＿ｕが下端ｌ２＿ｌよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0041] さらに、本実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ１００の投射光学系１４０は、上述のように虚像ｌ$_1$，ｌ$_2$を傾斜させることにより、第２レンズ１２４の移動量を削減し、レンズ駆動機構への負荷を軽減することができる。

[0042] [１－２．効果等]

実施の形態１に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像ｌ$_1$，ｌ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像ｌ$_1$，ｌ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像

位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0043] また、実施の形態１に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、投射光学系１４０は、複数の光学素子として第１レンズ１２３と第２レンズ１２４とを備え、結像位置可変部１５０は、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心に相当する光線を基準光線Ｌｃとしたとき、第１レンズ１２３と第２レンズ１２４とのうちの少なくともいずれか一つのレンズ、例えば、第２レンズ１２４の、第１レンズ１２３に対する基準光線Ｌｃ方向の間隔を変えることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0044] 実施の形態１に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、実施の形態１に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。さらに、実施の形態１に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、第２レンズ１２４の移動量を削減し、レンズ駆動機構への負荷を軽減することができる。

[0045]（実施の形態２）

次に、図５を参照しつつ、実施の形態２を説明する。

[２－１．構成]

図５は、実施の形態２に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図５に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる表示デバイス１１０が、図５に点線で示すように第２レンズ１２４に近づく位置と、図５に実

線で示すように第２レンズ１２４から遠ざかる位置とに、矢印Ａ方向に移動可能に構成されている。表示デバイス１１０が第２レンズ１２４に近づく位置にある場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、表示デバイス１１０が第２レンズ１２４から遠ざかる位置にある場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、表示デバイス１１０を移動可能に構成することにより、結像位置が変更可能となっている。

[0046] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図５に示すように、基準光線Ｌｃに対して反時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0047] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$__ｕを、下端Ｉ$_2$__Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$__ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0048] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ２の上端Ｉ$_2$__ｕが下端Ｉ$_2$__Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0049] [２－２．効果等]

実施の形態２に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表

示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さよりも高い位置とするように設定されている。

[0050] また、実施の形態２に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、結像位置可変部１５０は、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心に相当する光線を基準光線Ｌｃとしたとき、表示デバイス１１０の、投射光学系１４０に対する基準光線Ｌｃ方向の間隔を変えることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる、

[0051] 実施の形態２に係るヘッドアップディスプレイによれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、実施の形態２に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0052] （実施の形態３）

次に、図６を参照しつつ、実施の形態３を説明する。

[0053] [３－１．構成]

図６は、実施の形態３に係るヘッドアップディスプレイ１００における結像位置可変部１５０の構成を示す模式図である。図６に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、実施の形態２で説明した第２レンズ１２４の代わりに設けた第２ミラー１２６と、第１ミラー１２５とを備える。第１ミラー１２５および第２ミラー１２６は、一例として自由曲面ミラーである。投射光学系１４０は、第２ミラー１２６によって拡大

された画像を、第１ミラー１２５を介して反射することにより、ウインドシールド２２０に投射する。

[0054] 本実施の形態においては、表示デバイス１１０は、図６に示すように、第２ミラー１２６よりも、車両２００の前方方向に位置する。また、表示デバイス１１０は、実施の形態２と同様に、図６に点線で示すように第２ミラー１２６に近づく位置と、図６に実線で示すように第２ミラー１２６から遠ざかる位置とに、矢印Ｂ方向に移動可能に構成されている。表示デバイス１１０が第２ミラー１２６に近づく位置にある場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、表示デバイス１１０が第２ミラー１２６から遠ざかる位置にある場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、表示デバイス１１０を移動可能に構成することにより、結像位置が変更可能となっている。

[0055] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図６に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0056] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕを、下端Ｉ$_2$＿Ｉの路面Ｒから高さよりも、上端Ｉ$_2$＿ｕの路面Ｒから高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0057] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕが下端Ｉ$_2$＿Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことがで

きる。

[0058] [３－２．効果等]

実施の形態３に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0059] また、実施の形態３に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、結像位置可変部１５０は、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心に相当する光線を基準光線Ｌｃとしたとき、表示デバイス１１０の、投射光学系１４０に対する基準光線Ｌｃ方向の間隔を変えることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる、

[0060] したがって、実施の形態３に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0061] （実施の形態４）

次に、図７を参照しつつ、実施の形態４を説明する。

[0062] [４－１．構成]

図７は、実施の形態４に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示

す模式図である。図７に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、実施の形態３で説明した第１ミラー１２５の代わりに設けた第３ミラー１２７と、第１ミラー１２５とを備える。第２ミラー１２６は、一例として自由曲面ミラーである。

[0063] また、第３ミラー１２７は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子である。第３ミラー１２７は、一例として、電歪素子で鏡面を構成し曲面の曲率を電圧の印加により変化させるようにした曲率可変のミラーである。第３ミラー１２７としては、他の方法により曲面の曲率を可変としたミラーでもよい。

[0064] 本実施の形態においては、結像位置可変部１５０は、パワー可変光学素子としての第３ミラー１２７のパワーを変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。本実施の形態においては、第３ミラー１２７は、図７に点線で示すように曲率が大きくなる形状と、図７に実線で示すように曲率が小さくなる形状とに、変形可能に構成されている。第３ミラー１２７が曲率の小さくなる形状である場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、第３ミラー１２７が曲率の大きくなる形状である場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、第３ミラー１２７のパワーを変化させることにより、結像位置が変更可能となっている。

[0065] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図７に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0066] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定

の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0067] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0068] [４－２．効果等]

実施の形態４に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0069] また、実施の形態４に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、投射光学系１４０は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子としての第３ミラー１２７を備え、結像位置可変部１５０は、パワー可変光学素子としての第３ミラー１２７のパワーを変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0070] したがって、実施の形態４に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察

者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0071] （実施の形態５）

次に、図８を参照しつつ、実施の形態５を説明する。

[0072] [５－１．構成]

図８は、実施の形態５に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図８に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、第３レンズ１２８と、第１ミラー１２５とを備える。

[0073] 第３レンズ１２８は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子である。第３レンズ１２８は、一例として、電磁アクチュエータで圧力を加えることによりレンズ形状を変化させることができる可変焦点レンズである。第３レンズ１２８としては、液体レンズ、または液晶レンズ等を用いてもよい。

[0074] 本実施の形態においては、結像位置可変部１５０は、パワー可変光学素子としての第３レンズ１２８のパワーを変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。本実施の形態においては、第３レンズ１２８は、負レンズであり、図８に点線で示すようにレンズ厚が厚くなる形状と、図８に実線で示すようにレンズ厚が薄くなる形状とに、変形可能に構成されている。第３レンズ１２８のレンズ厚が厚くなる場合は、負レンズのパワーが強くなる状態を示しており、第３レンズ１２８のレンズ厚が薄くなる場合は、負レンズのパワーが弱くなる状態を示している。したがって、第３レンズ１２８のレンズ厚が薄くなる形状である場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、第３レンズ１２８のレンズ厚が厚くなる形状である場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、第３レンズ１２８のパワーを変化させることにより、結像位置が変更可能となっている。ただし、第３レンズ１２８のパワーが正パワーである場合は、レンズ厚が厚

くなり、正のパワーが強くなると、遠焦点位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成され、レンズ厚が薄くなり星のパワーが弱くなると、近焦点位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成される。

[0075] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図８に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0076] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕを、下端Ｉ$_2$＿Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$＿ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0077] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕが下端Ｉ$_2$＿Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0078] [５－２．効果等]

実施の形態５に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両

２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$のからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0079] また、実施の形態５に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、投射光学系１４０は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子としての第３レンズ１２８を備え、結像位置可変部１５０は、パワー可変光学素子としての第３レンズ１２８のパワーを変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0080] したがって、実施の形態５に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0081] （実施の形態６）

次に、図９を参照しつつ、実施の形態６を説明する。

[0082] [６－１．構成]

図９は、実施の形態６に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図９に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、第１ミラー１２５、第２ミラー１２６、および図９に示す矢印Ｃ方向に抜き差し可能に構成された第４レンズ１２９とを備える。第４レンズ１２９は、一例として、自由曲面レンズである。

[0083] 本実施の形態においては、結像位置可変部１５０は、第４レンズ１２９を矢印Ｃ方向に抜き差しすることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。本実施の形態においては、第４レンズ１２９は、図９に実線で示すように、表示デバイス１１０から第２レンズ１２６までの光路上から外れる位置と、

図９に点線で示すように、表示デバイス１１０から第２レンズ１２６までの光路上に配置される位置とに、移動可能に構成されている。第４レンズ１２９が表示デバイス１１０から第２レンズ１２６までの光路上から外れる位置にある場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、第４レンズ１２９が表示デバイス１１０から第２レンズ１２６までの光路上に配置される位置である場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、第４レンズ１２９の抜き差しにより、結像位置が変更可能となっている。なお、第４レンズ１２９のパワーの正負が反対の場合は、虚像の位置の遠近関係も反転する。

[0084] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図９に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0085] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕを、下端Ｉ$_2$＿Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$＿ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0086] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕが下端Ｉ$_2$＿Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0087] [６－２．効果等]

実施の形態６に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアッ

プディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$__ｕを、下端Ｉ$_2$__Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$__ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0088] また、実施の形態６に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、投射光学系１４０は、複数の光学素子としての第１ミラー１２５、第２ミラー１２６、および第４レンズ１２９を備え、結像位置可変部１５０は、これらの複数の光学素子のうちの少なくともいずれか一つの光学素子である第４レンズ１２９を、上光線および下光線と交差する位置と、交差しない位置とに移動させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0089] したがって、実施の形態６に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$__ｕが下端Ｉ$_2$__Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0090] （実施の形態７）

次に、図１０を参照しつつ、実施の形態７を説明する。

[0091] [７－１．構成]

図１０は、実施の形態７に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図１０に示すように、本実施の形態のヘッドアップディ

スプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、第１ミラー１２５、第２ミラー１２６、半透過反射ミラー１３０、および、基準光線Ｌｃに沿って図１０に示す矢印Ｅ方向に移動可能に構成された第４ミラー１３１とを備える。

[0092] 本実施の形態においては、結像位置可変部１５０は、第４ミラー１３１を矢印Ｅ方向に移動させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。本実施の形態においては、第４ミラー１３１は、半透過反射ミラー１３０に近づく位置と、半透過反射ミラー１３０から遠ざかる位置とに、移動可能に構成されている。第４ミラー１３１が半透過反射ミラー１３０に近づく位置にある場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、第４ミラー１３１が半透過反射ミラー１３０から遠ざかる位置にある場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、第４ミラー１３１を移動させることにより、結像位置が変更可能となっている。つまり、第４ミラー１３１は、投射光学系１４０の入射面から出射面までの光路長を変化させる光学素子であり、結像位置可変部１５０は、投射光学系１４０の光路長を変化させる第４ミラー１３１の位置を変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0093] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図１０に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0094] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕを、下端Ｉ$_2$＿Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$＿ｕの路面Ｒ

からの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0095] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕが下端Ｉ$_2$＿Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。さらに、本実施の形態におけるヘッドアップディスプレイ１００の投射光学系１４０は、上述のように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させることにより、第４ミラー１３１の移動量を削減し、第４ミラー１３１の駆動機構への負荷を軽減することができる。

[0096] [７－２．効果等]

実施の形態７に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$＿ｕを、下端Ｉ$_2$＿Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$＿ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0097] また、実施の形態７に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００においては、投射光学系１４０は、複数の光学素子として第１ミラー１２５、第２ミラー１２６、半透過反射ミラー１３０、および、第４ミラー１３１を備え、これらの複数の光学素子のうちの少なくともいずれか一つの光学素子である第４ミラー１３１は、表示デバイス１１０から虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置までの光路長を変化させる光学素子であり、結

像位置可変部１５０は、光路長を変化させる光学素子である第４ミラー１３１の位置を変化させることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。

[0098] したがって、実施の形態７に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0099] （実施の形態８）

次に、図１１を参照しつつ、実施の形態８を説明する。

[0100] [８－１．構成]

図１１は、実施の形態８に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図１１に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、第１ミラー１２５、第２ミラー１２６、および半透過反射ミラー１３０を備える。また、結像位置可変部１５０には、表示デバイス１１０と表示デバイス１１１との２つの表示デバイスが含まれる。表示デバイス１１０は、表示デバイス１１１に比べて半透過反射ミラー１３０に近い位置に配置され、表示デバイス１１１は、表示デバイス１１０に比べて半透過反射ミラー１３０から遠い位置に配置されている。つまり、表示デバイス１１０、１１１は、表示デバイスから投射光学系１４０までの光路長がそれぞれ異なる位置に配置されている。

[0101] 本実施の形態においては、結像位置可変部１５０は、画像を表示する表示デバイスを、表示デバイス１１０と、表示デバイス１１１とのいずれかに切り替えることにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる。本実施の形態においては、表示デバイス１１０により画像を表示する場合には、近視位置Ｐ１に虚像Ｉ$_1$が形成され、表示デバイス１１１により画像を表示する場合には、遠視位置Ｐ２に虚像Ｉ$_2$が形成される。このように、本実施の形態では、画像を表示する表示デバイスを、表示デバイス１１０と、表示デバイス１１１と

のいずれかに切り替えることにより、結像位置が変更可能となっている。

[0102] なお、本実施の形態においては、第２ミラー１２６を用いているが、第２ミラー１２６の代わりに、図５に示す実施の形態２のように、第２レンズ１２４等のレンズを使用しても同様の効果を得ることができる。

[0103] 本実施の形態においても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜して表示されるように構成している。このように虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜して表示するため、表示デバイス１１０は、図１１に示すように、基準光線Ｌｃに対して時計回り方向に所定角度傾けて配置されている。

[0104] また、本実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$__ｕを、下端Ｉ$_2$__Ｉの路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_2$__ｕの路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0105] したがって、本実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_2$__ｕが下端Ｉ$_2$__Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0106] [８－２．効果等]

実施の形態８に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００は、観察者Ｄに虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を視認させるヘッドアップディスプレイである。虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$は、観察者Ｄの視線に対して傾斜している。ヘッドアップディスプレイ１００は、表示デバイスの一例としての表示デバイス１１０と、投射光学系１４０とを含み、虚像の位置を、観察者Ｄから遠い遠視位置Ｐ２と、観察者Ｄに近い近視位置Ｐ１とに変化させる結像

位置可変部１５０を備える。結像位置可変部１５０は、移動体としての車両２００の走行面である路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定され、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さ高くなる位置とするように設定されている。

[0107] また、実施の形態８に係るヘッドアップディスプレイの一例としてのヘッドアップディスプレイ１００においては、表示デバイスとして、表示デバイス１１０と表示デバイス１１の二つの表示デバイスを備え、二つの表示デバイス１１０，１１１は、それぞれの表示デバイス１１０，１１１から虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置までの光路長がそれぞれ異なる位置に配置されている。また、結像位置可変部１５０は、それぞれの表示デバイス１１０，１１１を切り替えて画像を表示することにより、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の位置を変化させる、

[0108] したがって、実施の形態８に係るヘッドアップディスプレイ１００によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0109] （実施の形態９）

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１～８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１～８で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施の形態とすることも可能である。

[0110] 図１２は、実施の形態９に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。実施の形態１～８においては、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させるために、表示デバイス１１０，１１１を基準光線Ｌｃに対して傾斜させる態様について説明した。しかしながら、本開示のヘッドアップディスプレイ

１００は、そのような態様に限定される訳ではない。

[0111] 例えば、図１２に示す他の実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ１００では、表示デバイス１１０の表示面は基準光線Ｌｃに対して垂直に配置し、レンズ１３２のパワーに上下方向で強弱をつけることにより、あるいは、レンズ１３２のパワーを上下方向で連続的に変化させることにより、焦点面Ｆを傾斜させている。このようにしても、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させることができる。なお、焦点面Ｆとは、ウインドシールド２２０と虚像系との合成焦点面である。

[0112] また、光学素子としてミラーを用いる場合には、ミラーの上下方向でパワーを連続的に変化させることで、焦点面Ｆを傾斜させて、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させることができる。

[0113] 以上のように、他の実施の形態に係るヘッドアップディスプレイ１００においては、投射光学系１４０は、複数の光学素子としてレンズまたはミラーを備え、これらの複数の光学素子の少なくともいずれか一つの光学素子であるレンズまたはミラーは、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の中心に相当する光線を基準光線Ｌｃとしたとき、基準光線Ｌｃに対して、入射面と前記出射面との少なくともいずれかが傾斜している。

[0114] このような他の実施の形態においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

[0115] したがって、他の実施の形態によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端

I_2__Ｉよりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0116] （実施の形態１０）

次に、図１３から図１７Ｂを参照しつつ、実施の形態１０を説明する。

[0117] [１０－１．構成]

図１３は、実施の形態１０に係るヘッドアップディスプレイ１００の構成を示す模式図である。図１３に示すように、本実施の形態のヘッドアップディスプレイ１００においては、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、光学素子として、第１ミラー１２５、第１レンズ１３３、および第２レンズ１３４を備える。また、結像位置可変部１５０には、表示デバイス１１０が含まれる。

[0118] 第１レンズ１３３は、一例として自由曲面レンズであり、正のパワーを有している。第１レンズ１３３は、虚像I_1，I_2の下側に到達する下光線Ｌｌが通過する側の正のパワーを弱くし、虚像I_1，I_2の上側に到達する上光線Ｌｕが通過する側の正のパワーを強くした。

[0119] 第２レンズ１３４は、一例として自由曲面レンズであり、負のパワーを有している。第２レンズ１３４は、虚像I_1，I_2の下側に到達する下光線Ｌｌが通過する側の負のパワーを強くし、虚像I_1，I_2の上側に到達する上光線Ｌｕが通過する側の負のパワーを弱くした。

[0120] 図１４は、第２レンズ１３４の斜視図である。図１４に示すように、第２レンズ１３４における、虚像I_1，I_2の下側に到達する下光線Ｌｌが通過する側と、平面Ｓ１とが交差した際の断面をＡ断面とする。また、第２レンズ１３４における、虚像I_1，I_2の上側に到達する上光線Ｌｕが通過する側と、平面Ｓ２とが交差した際の断面をＢ断面とする。ここで、平面Ｓ１，Ｓ２は、互いに平行な平面であり、かつ、基準光線Ｌｃに平行な平面である。

[0121] 図１５Ａは、上述した第２レンズ１３４のＡ断面を示す図であり、図１５Ｂは、上述した第２レンズ１３４のＢ断面を示す図である。図１５Ａおよび図１５Ｂを比較すると分かるように、第２レンズ１３４は、Ａ断面における

偏肉比を、Ｂ断面の偏肉比に比べて、相対的に大きくした。ここで、偏肉比とは、レンズ中心部付近における厚さに対する、レンズ周辺部の厚さの比であり、１より大きい値をとる。

[0122] 図１５Ａ，１５Ｂにおいては、レンズ中心部付近における厚さを「T_{C_A}」または「T_{C_B}」で表し、レンズ周辺部の厚さを「T_{E_A}」または「T_{E_B}」で表している。但し、レンズ周辺部の厚さはレンズの両側のコバ部のうち、厚い方で定義するものとし、レンズ中心部付近における厚さはレンズの最も薄い部分の厚さで定義するものとする。また、コバ部は、光線が通る領域で定義するのが望ましい（明らかな保持代は除く）。

[0123] 図１５Ａに示すＡ断面の偏肉比R_{ut_A}は次式で表される。

[0124] （数１）

$$R_{ut_A} = \frac{T_{E_A}}{T_{C_A}}$$

[0125] また、図１５Ｂに示すＢ断面の偏肉比R_{ut_B}は次式で表される。

[0126] （数２）

$$R_{ut_B} = \frac{T_{E_B}}{T_{C_B}}$$

[0127] Ａ断面の偏肉比R_{ut_A}とＢ断面の偏肉比R_{ut_B}の関係は次式で表される。

[0128] （数３）

$$R_{ut_A} > R_{ut_B}$$

[0129] 負のパワーを有する第２レンズ１３４におけるＡ断面側の偏肉比R_{ut_A}が、Ｂ断面側の偏肉比R_{ut_B}よりも大きいということは、Ａ断面側の方がＢ断面側よりも負のパワーが強いということを意味している。虚像I_1，I_2の下側に到達する下光線ＬＩが通過するＡ断面側における負のパワーが強いことにより、焦点距離が短くなり、図１３に示す焦点面ＦはＡ断面側から遠い側に位

置する。また、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の上側に到達する上光線Ｌｕが通過するＢ断面側における負のパワーが弱いことにより、焦点距離が長くなり、図１３に示す焦点面ＦはＢ断面側に近い側に位置する。

[0130] 図１６は、第１レンズ１３３の斜視図である。図１６に示すように、第１レンズ１３３における、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の下側に到達する下光線ＬＩが通過する側と、平面Ｓ３とが交差した際の断面をＣ断面とする。また、第１レンズ１３３における、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の上側に到達する上光線Ｌｕが通過する側と、平面Ｓ４とが交差した際の断面をＤ断面とする。ここで、平面Ｓ３，Ｓ４は、互いに平行な平面であり、かつ、基準光線Ｌｃに平行な平面である。

[0131] 図１７Ａは、上述した第１レンズ１３３のＣ断面を示す図であり、図１７Ｂは、上述した第１レンズ１３３のＤ断面を示す図である。図１７Ａに示すように、第１レンズ１３３は、Ｄ断面における偏肉比を、Ｃ断面の偏肉比に比べて、相対的に大きくした。ここで、偏肉比とは、レンズ中心部付近における厚さに対する、レンズ周辺部の厚さの比であり、１より小さい値をとる。

[0132] 図１７Ａ，１７Ｂにおいては、レンズ中心部付近における厚さを「T_{C_C}」または「T_{C_D}」で表し、レンズ周辺部の厚さを「T_{E_C}」または「T_{E_D}」で表している。但し、レンズ周辺部の厚さはレンズの両側のコバ部のうち、薄い方で定義するものとし、レンズ中心部付近における厚さはレンズの最も厚い部分の厚さで定義するものとする。また、コバ部は、光線が通る領域で定義するのが望ましい（明らかな保持代は除く）。

[0133] 図１７Ａに示すＣ断面の偏肉比R_{ut_C}は次式で表される。

[0134] （数４）

$$R_{ut_C}=\frac{T_{E_C}}{T_{C_C}}$$

[0135] また、図１７Ｂに示すＤ断面の偏肉比R_{ut_D}は次式で表される。

[0136] （数５）

$$R_{ut_D}=\frac{T_{E_D}}{T_{C_D}}$$

[0137] Ｃ断面の偏肉比R_{ut_C}とＤ断面の偏肉比R_{ut_D}の関係は次式で表される。

[0138] （数６）

$$R_{ut_C} > R_{ut_D}$$

[0139] 正のパワーを有する第１レンズ１３３におけるＣ断面側の偏肉比R_{ut_C}が、Ｄ断面側の偏肉比R_{ut_D}よりも大きいということは、Ｃ断面側の方がＤ断面側よりも正のパワーが弱いということを意味している。つまり、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の下側に到達する下光線ＬＩが通過するＣ断面側における正のパワーが弱いことにより、焦点距離が長くなり、図１３に示す焦点面ＦはＣ断面側から遠い側に位置する。また、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$の上側に到達する上光線Ｌｕが通過するＤ断面側における正のパワーが強いことにより、焦点距離が短くなり、焦点面ＦはＤ断面側に近い側に位置する。

[0140] 本実施の形態では、以上のように第２レンズ１３４の負のパワーに上下方向で強弱をつけ、また、第１レンズ１３３の正のパワーに上下方向で強弱をつけることにより、焦点面Ｆを傾斜させ、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させることができる。

[0141] なお、本実施の形態において、虚像Ｉ$_1$の結像位置である視距離が短い近視位置Ｐ１と、虚像Ｉ$_2$の結像位置である視距離が長い遠視位置Ｐ２とに、虚像の結像位置を変更可能とするためには、実施の形態１と同様に、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０の第２レンズ１３４を移動可能に構成すればよい。

[0142] [１０－２．効果等]

以上のように、実施の形態１０に係るヘッドアップディスプレイ１００においては、第２レンズ１３４の負のパワーに上下方向で強弱をつけ、また、第１レンズ１３３の正のパワーに上下方向で強弱をつけることにより、焦点

面Ｆを傾斜させ、虚像Ｉ$_1$，Ｉ$_2$を傾斜させる。また、実施の形態１０においても、結像位置可変部１５０に含まれる投射光学系１４０は、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の主要部の下端を、路面Ｒの位置以上の高い位置とするように設定されている。また、投射光学系１４０は、同様に、路面Ｒに対する観察者Ｄの視点位置の高さを所定の高さとし、俯角を所定の角度とした時、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。したがって、実施の形態１０によれば、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$が、路面Ｒにめり込むことを防止し、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本実施の形態によれば、虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$が下端Ｉ$_{2_l}$よりも低くならず、観察者Ｄに違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0143] なお、実施の形態１～１０では、車両２００の前方に重心が移動し、車両２００が前のめりになるような姿勢変動が生じた場合であっても、遠視位置Ｐ２における虚像Ｉ$_2$の上端Ｉ$_{2_u}$を、下端Ｉ$_{2_l}$の路面Ｒからの高さよりも、上端Ｉ$_{2_u}$の路面Ｒからの高さが高くなる位置とするように設定されている。

また、実施の形態１～１０では、ヘッドアップディスプレイ１００はダッシュボード２１０の下方に配置しているが、ダッシュボード２１０の上方に配置しても良い。

また、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。

[0144] （実施形態の概要）

（１）本開示のヘッドアップディスプレイは、車両等の移動体に設置され、画像を虚像として観察者に表示す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、画像を拡大して投影する投射光学系と、を

含み、虚像の位置を、観察者から遠い遠視位置と、観察者に近い近視位置とに変化させる結像位置可変部を備え、結像位置可変部は、遠視位置において、観察者の視点が位置する視点領域の中心に到達する基準光線の垂直面に対して、虚像の上端を移動体の前方に第２の傾斜角度で傾斜させ、近視位置において、基準光線の垂直面に対して、虚像の上端を移動体の前方に第２の傾斜角度よりも小さい第１の傾斜角度で傾斜させる。

[0145] したがって、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0146] （２）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子は、虚像の下側に到達する光線が通過する側から、虚像の上側に到達する光線が通過する側までの間のパワーの変化により、遠視位置における虚像の下端を、前記移動体の前方の路面の位置以上の高い位置になる第２の傾斜角度にする。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0147] （３）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子は、虚像の下側に到達する光線が通過する側から、虚像の上側に到達する光線が通過する側までの間のパワーの変化により、移動体が傾斜する姿勢変動が生じた際であっても、遠視位置における虚像の下端を、移動体の前方の路面の位置以上の高い位置になる第１の傾斜角度にする。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも

低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0148] （４）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、複数の光学素子を備え、結像位置可変部は、複数の光学素子のうちの少なくともいずれか一つの光学素子と、他の光学素子との基準光線方向の間隔を変えることにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0149] （５）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、結像位置可変部は、表示デバイスと、投射光学系との基準光線方向の間隔を変えることにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0150] （６）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、結像位置可変部は、光学素子を、表示デバイスからの光路と交差する位置と、交差しない位置とに移動させることにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0151] （７）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、複数の光学素子を備え、複数の光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子は、投射光学系の光路長を変化させる光学素子であり、結像位置可変部は、光路長を変化させる光学素子の位置を変化させることにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防

止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0152] （８）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、表示デバイスとして、二つの表示デバイスを備え、二つの表示デバイスは、それぞれの表示デバイスから投射光学系までの光路長がそれぞれ異なる位置に配置されており、結像位置可変部は、それぞれの表示デバイスを切り替えて画像を表示することにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0153] （９）（１）のヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子を備え、結像位置可変部は、パワー可変光学素子のパワーを変化させることにより、虚像の位置を変化させる。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0154] （１０）（１）ないし（９）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、虚像の中心に相当する光線を基準光線としたとき、表示デバイスは、基準光線に対して、画像表示が傾斜している。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0155] （１１）（１）ないし（１０）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子は、上

下方向のパワーが異なっており、焦点面が基準光線に対して傾斜している。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0156] （１２）（１）ないし（１１）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子が負のパワーを有しており、当該光学素子における、虚像の下側に到達する光線が通過する側の負のパワーを強くし、虚像の上側に到達する光線が通過する側の負のパワーを弱くした。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0157] （１３）（１）ないし（１２）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子が正のパワーを有しており、当該光学素子における、虚像の下側に到達する光線が通過する側の正のパワーを弱くし、虚像の上側に到達する光線が通過する側の正のパワーを強くした。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0158] （１４）（１）ないし（１３）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子が負のパワーを有しており、当該光学素子における、虚像の上側に到達する光線が通過する側のレンズ中心部付近に対する周辺部との厚さの比である１より大きい偏肉比を、虚像の上側に到達する光線が通過する側の偏肉比に比べて、相対的に大きくした。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

[0159] （１５）（１）ないし（１４）のいずれかのヘッドアップディスプレイにおいて、投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、光学素子が正のパワーを有しており、当該光学素子における、虚像の下側に到達する光線が通過する側のレンズ中心部付近に対する周辺部との厚さの比である偏肉比を、虚像の下側に到達する光線が通過する側の前記偏肉比に比べて、相対的に大きくした。したがって、遠視位置における虚像が、走行面にめり込むことを防止し、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。また、本開示のヘッドアップディスプレイによれば、虚像の上端が下端よりも低くならず、観察者に違和感を覚えさせることを防ぐことができる。

産業上の利用可能性

[0160] 本開示は、液晶ディスプレイ等の表示デバイス、および自由曲面レンズまたは自由曲面ミラー等の投射光学系を用いたヘッドアップディスプレイに適用可能である。具体的には、車両用などのヘッドアップディスプレイに、本開示は適用可能である。

符号の説明

[0161] １００　ヘッドアップディスプレイ
１１０　表示デバイス
１１１　表示デバイス
１２３，１３３　第１レンズ
１２４，１３４　第２レンズ
１２５　第１ミラー
１２６　第２ミラー
１２７　第３ミラー
１２８　第３レンズ
１２９　第４レンズ
１３０　半透過反射ミラー

１３１　第４ミラー

１３２　レンズ

１４０　投射光学系

１５０　結像位置可変部

２００　車両

２１０　ダッシュボード

２２０　ウインドシールド

３００　視点領域

Ｄ　　観察者

Ｉ　　虚像

Ｌｃ　　基準光線

Ｌｕ　　上光線

ＬＩ　　下光線

Ｐ１　　近視位置

Ｐ２　　遠視位置

Ｒ　　路面

請求の範囲

[請求項1] 移動体に設置され、画像を虚像として観察者に表示するヘッドアップディスプレイであって、

前記画像を表示する表示デバイスと、前記画像を拡大して投影する投射光学系と、を含み、前記虚像の位置を、前記観察者から遠い遠視位置と、前記観察者に近い近視位置とに変化させる結像位置可変部を備え、

前記結像位置可変部は、前記遠視位置において、前記観察者の視点が位置する視点領域の中心に到達する基準光線の垂直面に対して、前記虚像の上端を前記移動体の前方に第２の傾斜角度で傾斜させ、前記近視位置において、前記基準光線の垂直面に対して、前記虚像の上端を前記移動体の前方に前記第２の傾斜角度よりも小さい第１の傾斜角度で傾斜させる、

ヘッドアップディスプレイ。

[請求項2] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子は、前記虚像の下側に到達する光線が通過する側から、前記虚像の上側に到達する光線が通過する側までの間のパワーの変化により、前記遠視位置における前記虚像の下端を、前記移動体の前方の路面の位置以上の高い位置になる前記第２の傾斜角度にする、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項3] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子は、前記虚像の下側に到達する光線が通過する側から、前記虚像の上側に到達する光線が通過する側までの間のパワーの変化により、前記移動体が傾斜する姿勢変動が生じた際であっても、前記遠視位置における前記虚像の下端を、前記移動体の前方の路面の位置以上の高い位置になる前記第１の傾斜角度にする、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項4] 前記投射光学系は、複数の光学素子を備え、

前記結像位置可変部は、前記複数の光学素子のうちの少なくともいずれか一つの光学素子と、他の光学素子との前記基準光線方向の間隔を変えることにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項5] 前記結像位置可変部は、前記表示デバイスと、前記投射光学系との前記基準光線方向の間隔を変えることにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項6] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記結像位置可変部は、前記光学素子を、前記表示デバイスからの光路と交差する位置と、交差しない位置とに移動させることにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項7] 前記投射光学系は、複数の光学素子を備え、

前記複数の光学素子のうちの少なくともいずれか一つの光学素子は、前記投射光学系の光路長を変化させる光学素子であり、

前記結像位置可変部は、前記光路長を変化させる光学素子の位置を変化させることにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項8] 前記表示デバイスとして、二つの表示デバイスを備え、

前記二つの表示デバイスは、それぞれの表示デバイスから前記投射光学系までの光路長がそれぞれ異なる位置に配置されており、

前記結像位置可変部は、前記それぞれの表示デバイスを切り替えて前記画像を表示することにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項9] 前記投射光学系は、パワーを変化させることが可能なパワー可変光学素子を備え、

前記結像位置可変部は、前記パワー可変光学素子のパワーを変化さ

せることにより、前記虚像の位置を変化させる、

請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項10] 前記表示デバイスは、前記基準光線に対して、画像表示が傾斜している、

請求項１ないし請求項９のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項11] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子は、上下方向のパワーが異なっており、焦点面が基準光線に対して傾斜している、

請求項１ないし請求項１０のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項12] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子が負のパワーを有しており、当該光学素子における、

前記虚像の下側に到達する光線が通過する側の負のパワーを強くし、

前記虚像の上側に到達する光線が通過する側の負のパワーを弱くした、

請求項１ないし請求項１１のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項13] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子が正のパワーを有しており、当該光学素子における、

前記虚像の下側に到達する光線が通過する側の正のパワーを弱くし、

前記虚像の上側に到達する光線が通過する側の正のパワーを強くした、

請求項１ないし請求項１２のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項14] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

前記光学素子が負のパワーを有しており、当該光学素子における、

前記虚像の上側に到達する光線が通過する側のレンズ中心部付近に対

する周辺部との厚さの比である１より大きい偏肉比を、前記虚像の上側に到達する光線が通過する側の前記偏肉比に比べて、相対的に大きくした、

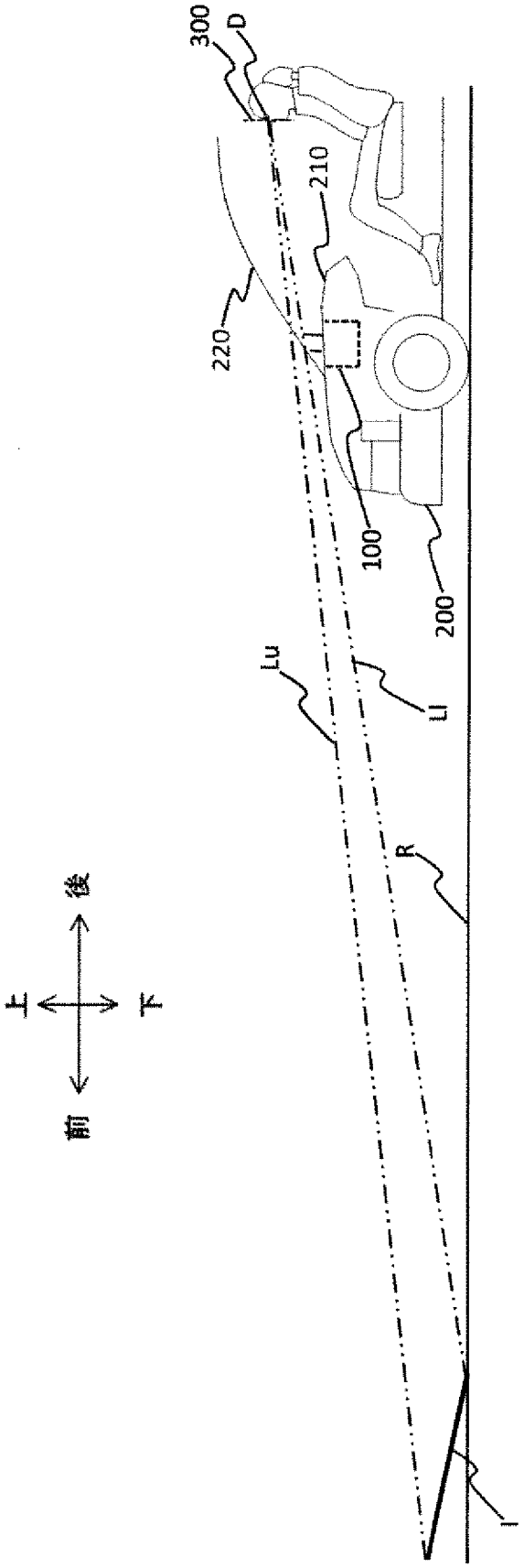
請求項１ないし請求項１３のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

[請求項15] 前記投射光学系は、少なくとも一つの光学素子を備え、

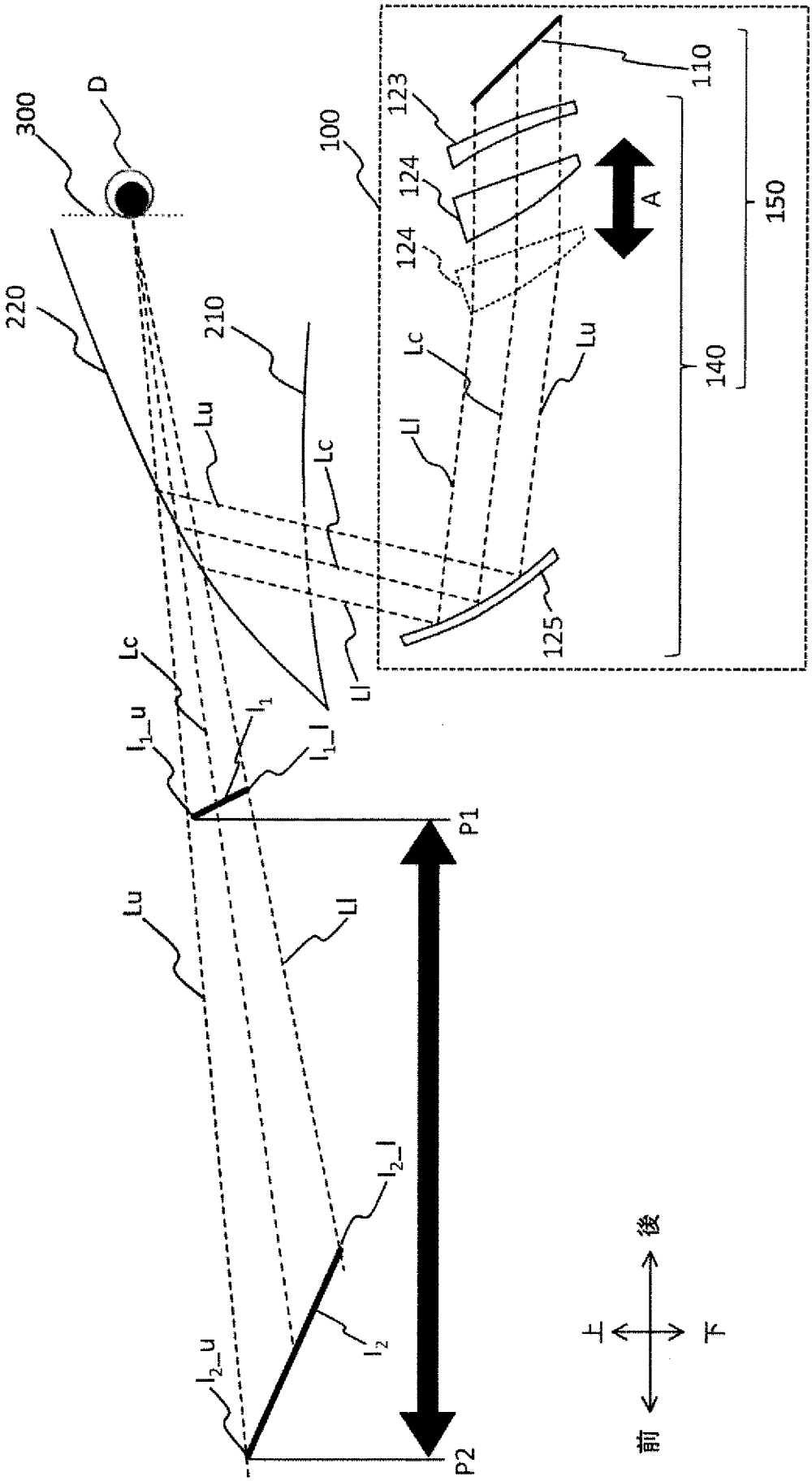
前記光学素子が正のパワーを有しており、当該光学素子における、前記虚像の下側に到達する光線が通過する側のレンズ中心部付近に対する周辺部との厚さの比である偏肉比を、前記虚像の下側に到達する光線が通過する側の前記偏肉比に比べて、相対的に大きくした、

請求項１ないし請求項１４のいずれか１項に記載のヘッドアップディスプレイ。

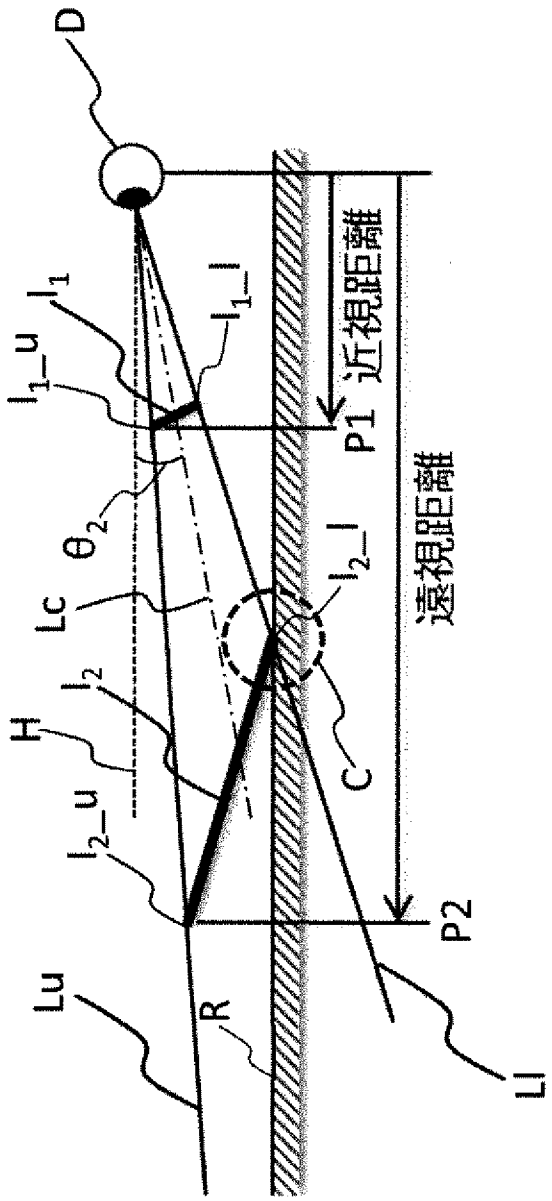
[図1]



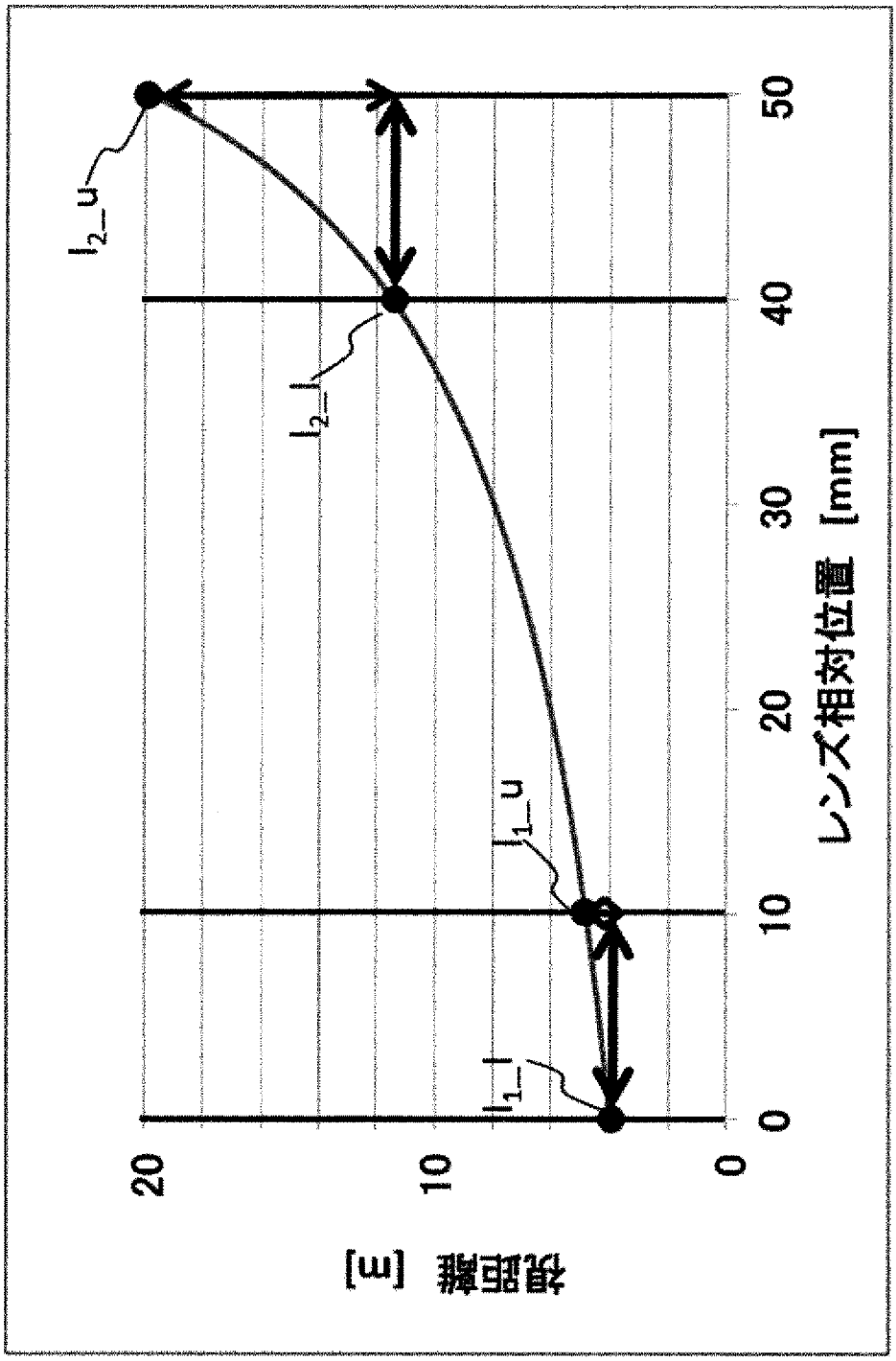
[図2]


300
D
100
110
123
124
124
A
150
140
220
210
Lu
Lc
Ll
Lc
Lu
Ll
125
Lc
l_1_u
l_1
l_1_l
P1
Lu
Ll
l_2_l
l_2
l_2_u
P2
後
上
下
前

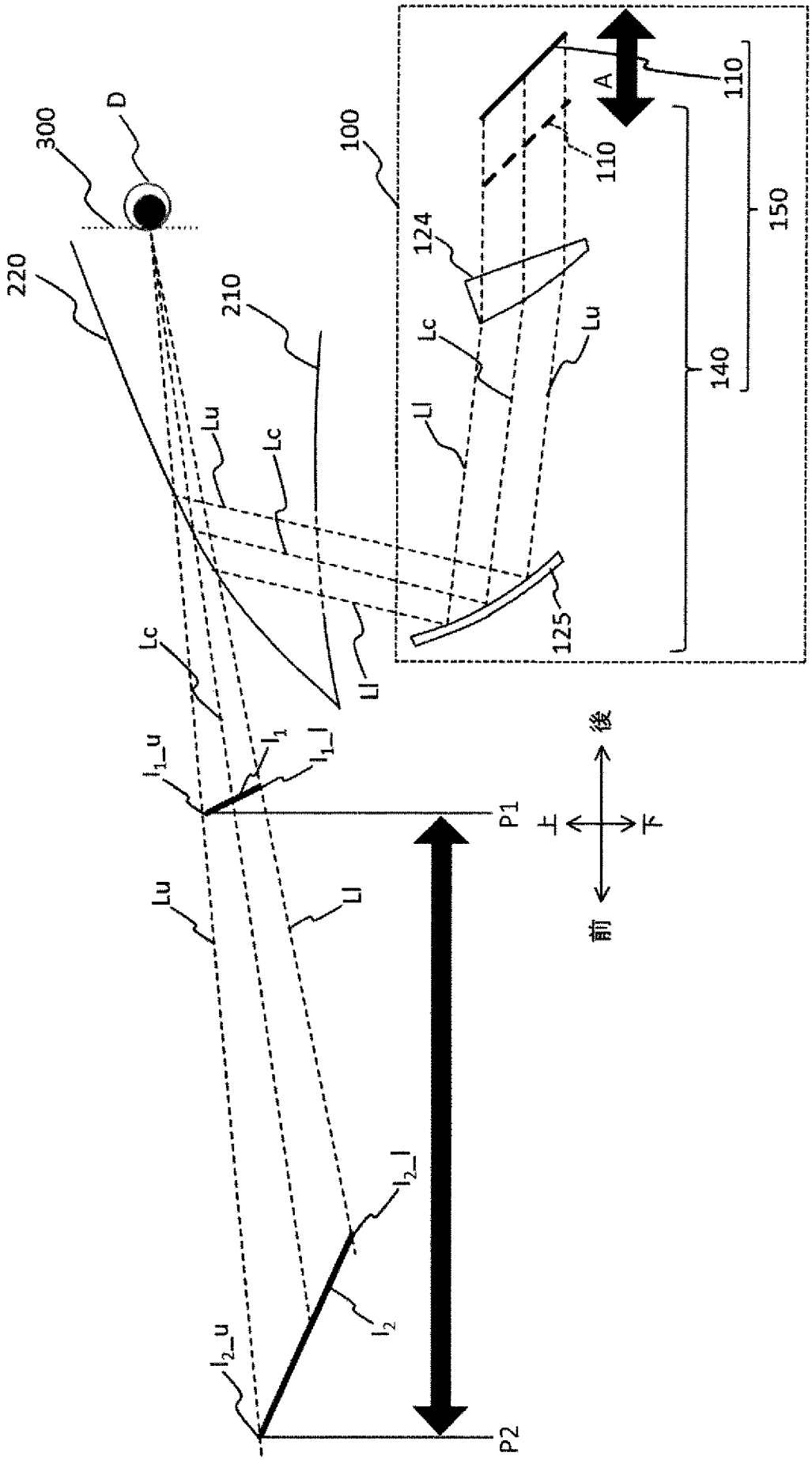
[図3]



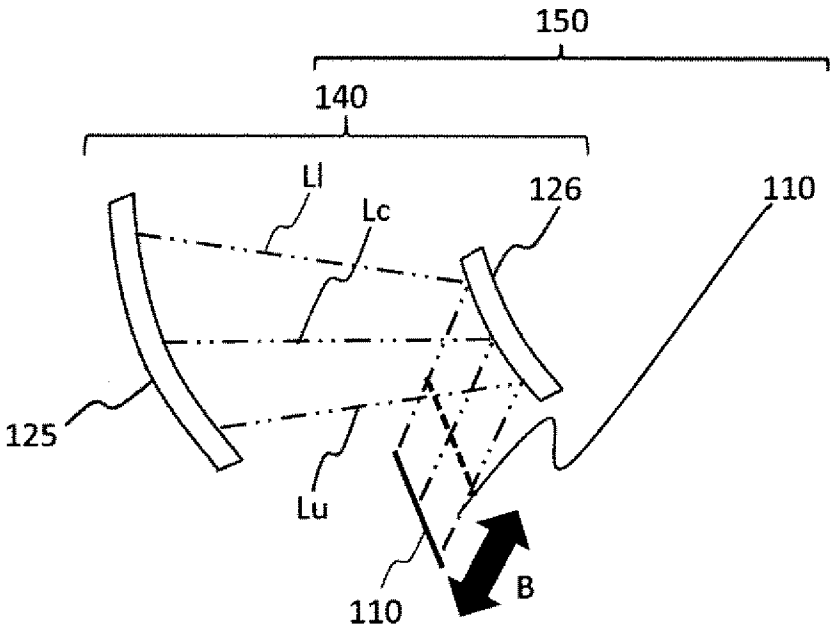
[図4]



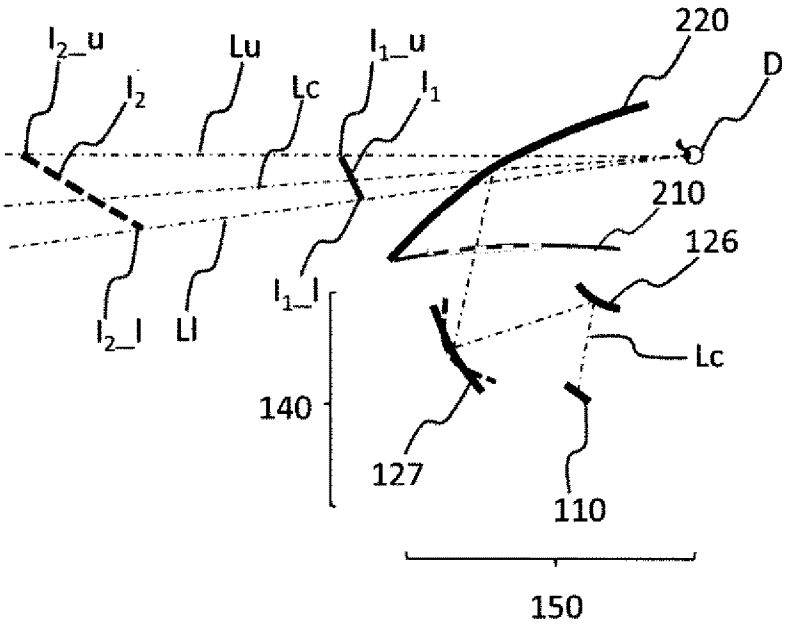
[図5]


300
D
100
110
A
110
150
124
220
210
Lc
Lu
Ll
140
Lu
Lc
Ll
125
Lc
l_1
l_1_u
l_1_l
P1
後
上
下
前
Lu
Ll
l_2_l
l_2
l_2_u
P2

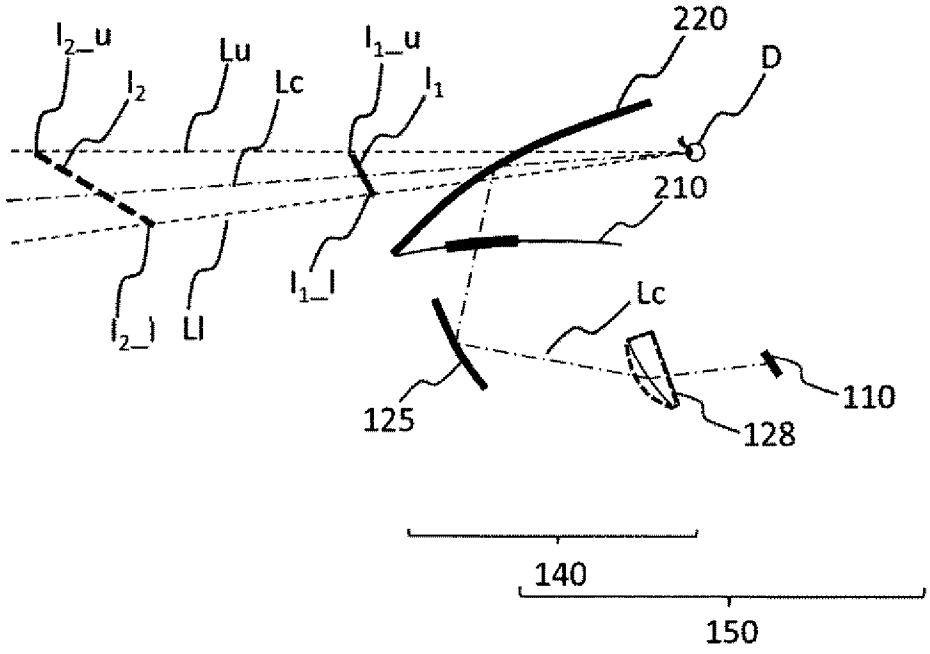
[図6]


150
140
Ll
Lc
126
110
125
Lu
110
B

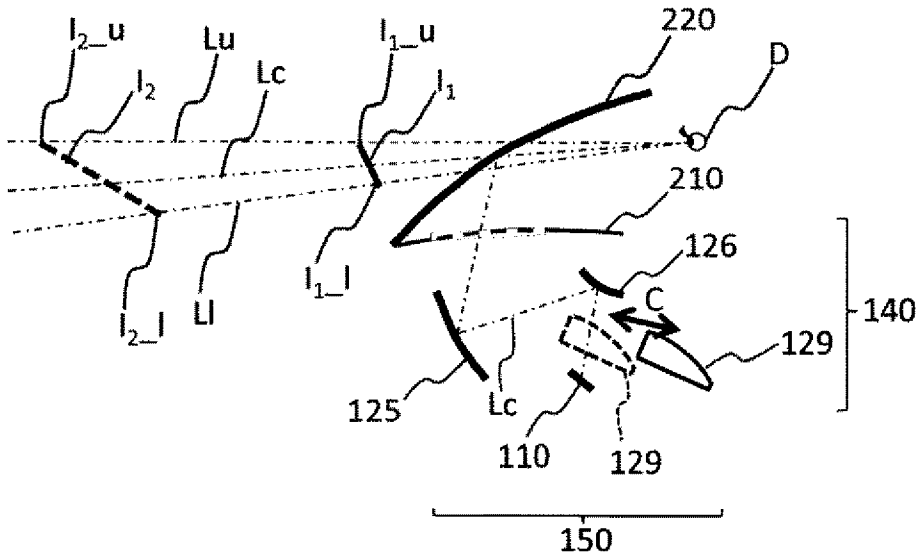
[図7]


l_{2_u}
Lu
l_{1_u}
220
D
l_2
Lc
l_1
210
126
l_{1_l}
l_{2_l}
Ll
Lc
140
127
110
150

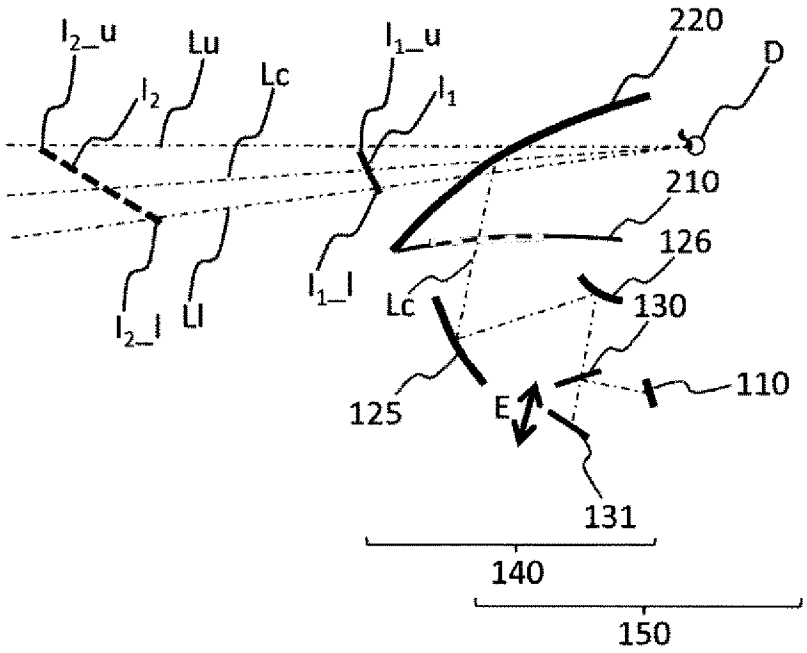
[図8]


I_{2_u}
I_2
Lu
Lc
I_{1_u}
I_1
220
D
210
I_{1_l}
I_{2_l}
Ll
Lc
125
128
110
140
150

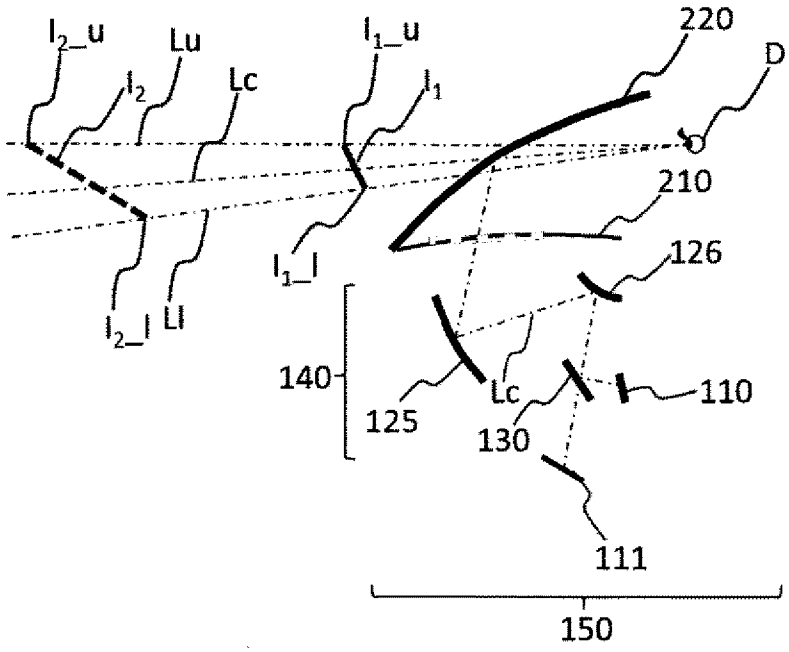
[図9]


I_{2_u}
I_2
Lu
Lc
I_{1_u}
I_1
220
D
210
126
C
129
140
I_{1_l}
I_{2_l}
Ll
125
Lc
110
129
150

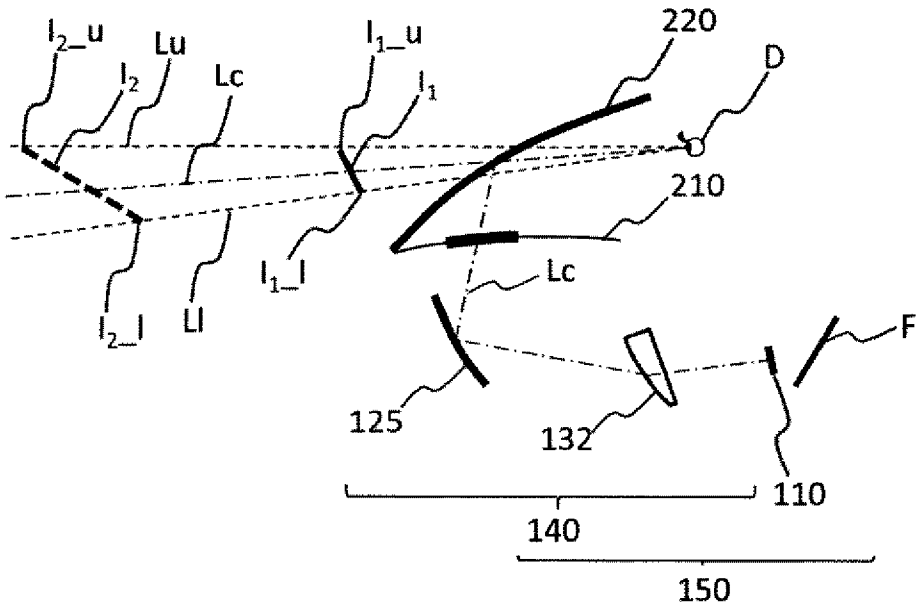
[図10]


I2_u
Lu
I2
Lc
I1_u
I1
220
D
210
126
I1_I
Lc
130
I2_I
LI
125
E
110
131
140
150

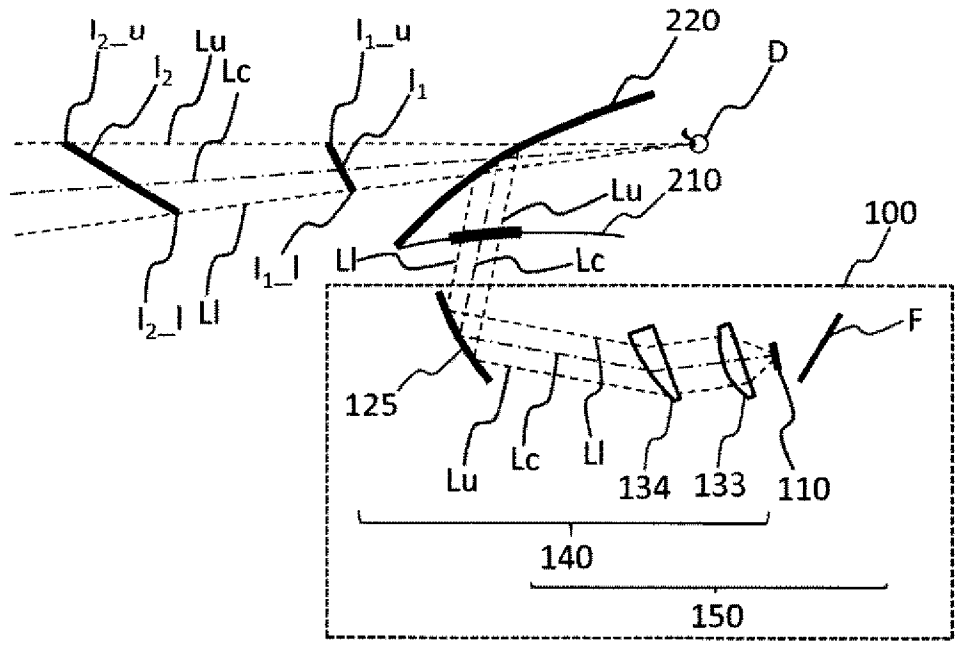
[図11]


I2_u
Lu
I2
Lc
I1_u
I1
220
D
210
I1_I
126
I2_I
LI
140
125
Lc
110
130
111
150

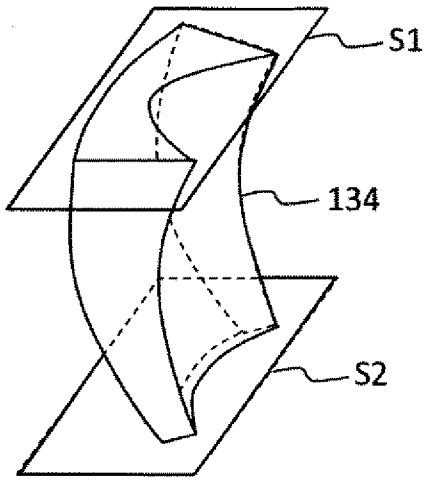
[図12]


I2_u
Lu
I2
Lc
I1_u
I1
220
D
210
I1_I
Lc
I2_I
LI
F
125
132
110
140
150

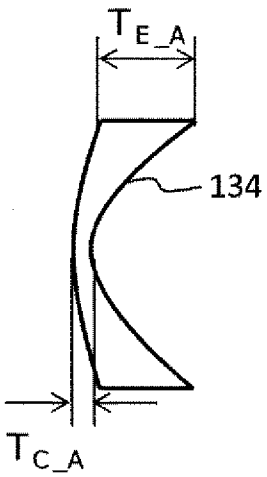
[図13]


I2_u
Lu
I2
Lc
I1_u
I1
220
D
Lu
210
100
I1_I
LI
Lc
I2_I
LI
F
125
Lu
Lc
LI
134
133
110
140
150

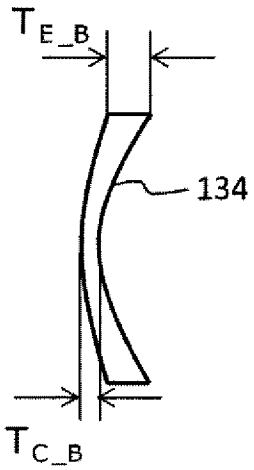
[図14]



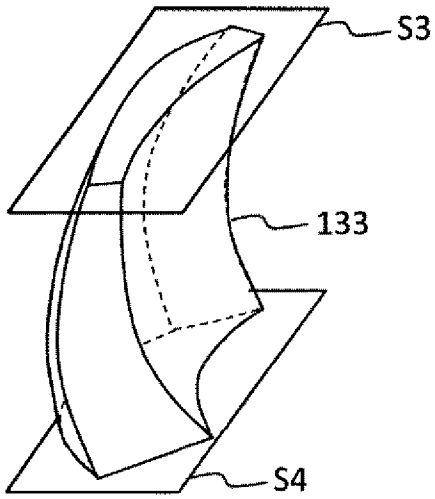
[図15A]



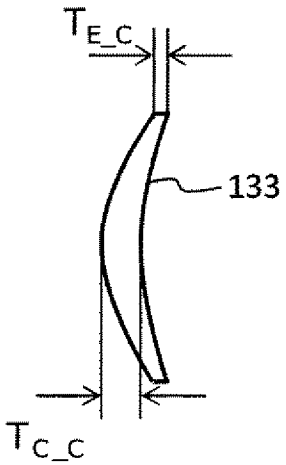
[図15B]



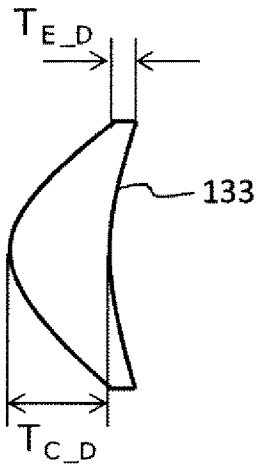
[図16]



[図17A]



[図17B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G02B27/01(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i, B60R11/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G02B27/01, B60K35/00, B60R11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2016-155505 A (AISIN AW CO., LTD.) 01 September 2016, paragraphs [0032], [0035], fig. 9 (Family: none)	1, 4-5, 7, 10-15 6, 9
X	WO 2017/094427 A1 (NIPPON SEIKI CO., LTD.) 08 June 2017, paragraphs [0013], [0030], fig. 1, 3, 6 & US 2018/0356641 A1, paragraphs [0026], [0044] fig. 1, 3, 6 & EP 3385776 A1 & CN 108369341 A	1, 8, 10-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 October 2019 (10.10.2019)	21 October 2019 (21.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031092

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-24420 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 08 February 2016, paragraphs [0016], [0049], fig. 1 (Family: none)	6, 9
Y	WO 2018/042898 A1 (MAXELL, LTD.) 08 March 2018, paragraph [0087], fig. 19 & US 2019/0139286 A1, paragraph [0133], fig. 19 & CN 109643021 A	6
A	WO 2018/066081 A1 (MAXELL, LTD.) 12 April 2018, paragraphs [0015]-[0065], fig. 1A, 2 & CN 109791284 A	1-15
P, A	JP 2018-146882 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 20 September 2018, paragraphs [0029], [0043], fig. 4 (Family: none)	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３１０９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B27/01(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i, B60R11/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B27/01, B60K35/00, B60R11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2016-155505 A（アイシン・エィ・ダブリュ株式会社）2016.09.01,	1,4-5,7,10-15
Y	段落００３２、００３５、図９（ファミリーなし）	6,9
X	WO 2017/094427 A1（日本精機株式会社）2017.06.08, 段落００１３、００３０、図１、３、６ & US 2018/0356641 A1、段落００２６、００４４、図１、３、６ & EP 3385776 A1 & CN 108369341 A	1,8,10-15

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１０．１０．２０１９	２１．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　７８６１
外山　未琴
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2016-24420 A（トヨタ自動車株式会社）2016.02.08, 段落００１６、００４９、図１（ファミリーなし）	6,9
Y	WO 2018/042898 A1（マクセル株式会社）2018.03.08, 段落００８７、図１９ & US 2019/0139286 A1、段落０１３３、図１９ & CN 109643021 A	6
A	WO 2018/066081 A1（マクセル株式会社）2018.04.12, 段落００１５－００６５、図１Ａ、図２ & CN 109791284 A	1-15
P,A	JP 2018-146882 A（パナソニックＩＰマネジメント株式会社） 2018.09.20, 段落００２９、００４３、図４（ファミリーなし）	1-15