(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/155589 A1

(51) 国際特許分類:
B60K 35/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/059129

(22) 国際出願日: 2013 年 3 月 27 日(27.03.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 柳澤　琢麿(YANAGISAWA, Takuma); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉１番１号 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 中村　聡延, 外(NAKAMURA, Toshinobu et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目１６番１０号　オークビル京橋３階　東京セントラル特許事務所内 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

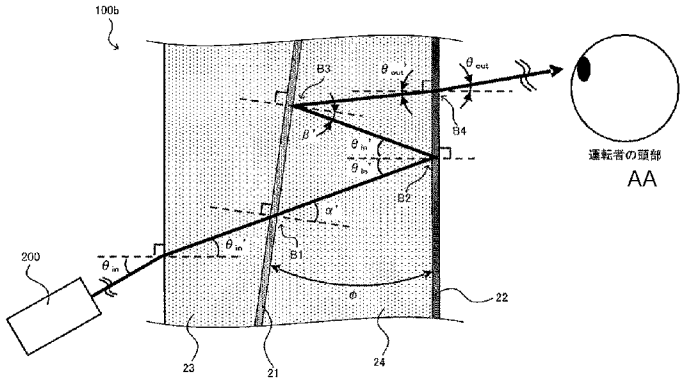
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: VIRTUAL IMAGE GENERATION DEVICE AND HEAD-UP DISPLAY

(54) 発明の名称 : 虚像生成装置及びヘッドアップディスプレイ

[図6]



AA Head of driver

(57) **Abstract**: According to the present invention, a virtual image generation device for enabling images formed by an image formation unit to be visually confirmed as virtual images is provided with first and second optical elements disposed facing each other along the progressing direction of image light corresponding to an image. The first and second optical elements have the characteristic of reflecting light having a wavelength corresponding to the image light in accordance with the angle of incidence of said light, and transmitting light having a wavelength other than the wavelength corresponding to the image light, whereby a predetermined optical effect is given only to the image light. Both surfaces of the virtual image generation device are configured to be parallel, and one or both of the first and second optical elements has a surface inclined relative to the surfaces constituting the virtual image generation device.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/155589 A1

画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる虚像生成装置は、画像に対応する画像光の進行方向に沿って対向配置された第１及び第２光学素子を備え、第１及び第２光学素子は、画像光に対応する波長を有する光を、当該光の入射角度に応じて反射させ、画像光に対応する波長以外の波長を有する光を透過させる特性を有することで、画像光に対してのみ所定の光学的作用を付与し、当該虚像生成装置の両面は、平行に構成されており、第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した面を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 虚像生成装置及びヘッドアップディスプレイ

技術分野

[0001]　本発明は、虚像として画像を視認させる技術分野に関する。

背景技術

[0002]　従来から、虚像として画像を視認させるヘッドアップディスプレイ（以下では適宜「ＨＵＤ」と表記する。）などの表示装置が知られている（例えば特許文献１及び２参照）。通常、ＨＵＤでは、実像表示装置で形成された実像（液晶ディスプレイの画面やプロジェクタで投影されたスクリーン上の画像）を、運転者の視界前方に置かれたコンバイナと呼ばれるハーフミラーによって虚像として運転者に視認させる。これにより、運転者は、前方を見たまま視線を下げることなく、計器類やナビゲーション情報等を景色に重畳した状態で視認することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平６－２７０７１６号公報

特許文献2：特開２００２－０５２９５３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　ここで、運転者が視認する虚像の最大視野角は、コンバイナのサイズを固定すると、コンバイナと運転者との距離に応じて決まる。つまり、コンバイナが運転者に近ければ視野角は大きくなり、コンバイナが運転者に遠ければ視野角は小さくなる。したがって、できるだけ大きな虚像を視認させるためには、コンバイナをできるだけ運転者に近付けることが望ましいが、設置場所の関係からコンバイナはダッシュボード上に設けられることが多い（例えば特許文献１参照）。

[0005]　これに対して、近年、視野角を大きくするために、天井付近（サンバイザ

の近傍）にコンバイナを設置するＨＵＤが提案されている（例えば特許文献２参照）。このＨＵＤでは、実像表示装置をコンバイナよりも運転者側に設置しなければならないため（実像の反射光を眼に入射させるためである）、基本的には、実像表示装置も天井に取り付ける必要がある。そのため、運転者に圧迫感を与えてしまうといった課題や、天井まで電源を引き回さなければならず、取り付けが面倒であるといった課題があった。

[0006] 本発明が解決しようとする課題は上記のようなものが一例として挙げられる。本発明は、利用者に圧迫感や違和感を生じさせることなく所望の虚像を適切に視認させることが可能な虚像生成装置などを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項に記載の発明では、画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる虚像生成装置は、前記画像に対応する画像光の進行方向に沿って対向配置された第１及び第２光学素子を備え、前記第１及び第２光学素子は、前記画像光に対応する波長を有する光を、当該光の入射角度に応じて反射させ、前記画像光に対応する波長以外の波長を有する光を透過させる特性を有することで、前記画像光に対してのみ所定の光学的作用を付与し、当該虚像生成装置の両面は、平行に構成されており、前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した面を有することを特徴とする。

[0008] また、請求項に記載の発明では、ヘッドアップディスプレイは、画像形成部と、前記画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる、上記の虚像変換装置と、を備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施例に係るＨＵＤの基本構成を示す。

[図2]第１実施例に係るコンバイナの構成を示す。

[図3]第１実施例に係る体積型ＨＯＥが有する特性を示す。

[図4]第１実施例に係る体積型ＨＯＥの製造方法を説明するための図を示す。

[図5]第１実施例の変形例１に係るコンバイナの構成を示す。

[図6]第２実施例に係るコンバイナの構成を示す。

[図7]第２実施例に係る誘電体多層膜が有する特性を示す。

[図8]第２実施例の変形例１に係るコンバイナの構成を示す。

[図9]第２実施例の変形例３に係るコンバイナの構成を示す。

[図10]第３実施例に係るコンバイナの構成を示す。

[図11]図１０中の破線領域を拡大して表した、第３実施例に係るコンバイナの図を示す。

[図12]第３実施例に係る誘電体多層膜が有する特性を示す。

[図13]第３実施例の変形例１に係るコンバイナの構成を示す。

[図14]第３実施例の変形例２に係るコンバイナの構成を示す。

[図15]眼鏡型のコンバイナの例を示す。

[図16]一般的なＨＵＤの課題を説明するための図を示す。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の１つの観点では、画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる虚像生成装置は、前記画像に対応する画像光の進行方向に沿って対向配置された第１及び第２光学素子を備え、前記第１及び第２光学素子は、前記画像光に対応する波長を有する光を、当該光の入射角度に応じて反射させ、前記画像光に対応する波長以外の波長を有する光を透過させる特性を有することで、前記画像光に対してのみ所定の光学的作用を付与し、当該虚像生成装置の両面は、平行に構成されており、前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した面を有する。

[0011] 上記の虚像生成装置は、入射角度依存を有する波長フィルタ（波長選択透過膜又は波長選択性反射膜）としての第１及び第２光学素子を備え、画像光に対してのみ所定の光学的作用を付与する。また、虚像生成装置の両面（外壁面の両方）は、平行に構成されており、第１及び第２光学素子の一方又は両方は、虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した面を有する。上記の虚

像生成装置によれば、画像形成部が形成した画像についての所望の虚像を適切に生成することができる。

[0012] 上記の虚像生成装置の一態様では、前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置の内部に平板として形成されており、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜して配置されている。

[0013] 上記の虚像生成装置の他の一態様では、前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置の内部に形成されており、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した複数の面を有する鋸歯形状に構成されている。これにより、虚像生成装置の厚みを薄くすることができる。

[0014] 上記の虚像生成装置の他の一態様では、前記第１光学素子は、前記虚像生成装置からの前記画像光が当該第１光学素子に入射する際の角度である第１角度を入射角度とする前記画像光を透過させる特性を有し、前記第２光学素子は、前記第１光学素子を透過した前記画像光が当該第２光学素子に入射する際の角度である第２角度を入射角度とする前記画像光を反射させる特性を有し、前記第１光学素子は、前記第２光学素子で反射した前記画像光が当該第１光学素子に入射する際の角度である第３角度を入射角度とする前記画像光を反射させる特性を更に有し、前記第２光学素子は、前記第１光学素子で反射した前記画像光が当該第２光学素子に入射する際の角度である第４角度を入射角度とする前記画像光を透過させる特性を更に有する。これにより、画像光のみを、虚像生成装置を透過させることで光の方向を変化させて、所望の方向に導くことができる。

[0015] 上記の虚像生成装置の他の一態様では、前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、曲面を有しており、前記所定の光学的作用として、前記画像光に対してレンズ作用を更に付与する。これにより、倍率を有した虚像生成装置を実現することができ、虚像距離を遠くにしたり近くにしたりすることが可能となる。

[0016] 好適な実施例では、前記第１及び第２光学素子は、体積型ＨＯＥである。他の好適な実施例では、第１及び第２の光学素子は誘電体多層膜である。他

の好適な実施例では、第１及び第２の光学素子の少なくとも一方は体積型ＨＯＥである。他の好適な実施例では、第１及び第２の光学素子の少なくとも一方は誘電体多層膜である。

[0017] 本発明の他の観点では、ヘッドアップディスプレイは、画像形成部と、前記画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる、上記の虚像生成装置と、を備える。例えば、画像形成部は、車両のダッシュボード付近に設け、虚像生成装置は、車両の天井付近に設けたり、眼鏡型（サングラス型）にすると良い。

実施例

[0018] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施例について説明する。

[0019] １．基本概念

ここでは、本実施例における基本概念について説明する。

[0020] まず、図１６を参照して、一般的なＨＵＤの課題について説明する。図１６（ａ）は、コンバイナ１００ｘ及び実像表示装置２００ｘが車両のダッシュボード上に設けられたＨＵＤ３００ｘを示しており、図１６（ｂ）は、コンバイナ１００ｙ及び実像表示装置２００ｙが車両の天井付近（サンバイザの近傍）に設けられたＨＵＤ３００ｙを示している。ＨＵＤ３００ｘ、３００ｙでは、実像表示装置２００ｘ、２００ｙで形成された実像（液晶ディスプレイの画面やプロジェクタで投影されたスクリーン上の画像）を、コンバイナ１００ｘ、１００ｙによって虚像として運転者に視認させる。これにより、運転者は、前方を見たまま視線を下げることなく、計器類やナビゲーション情報等を景色に重畳した状態で視認することができる。

[0021] ここで、運転者が視認する虚像の最大視野角は、コンバイナのサイズを固定すると、コンバイナと運転者との距離に応じて決まる。つまり、コンバイナが運転者に近ければ視野角は大きくなり、コンバイナが運転者に遠ければ視野角は小さくなる。したがって、できるだけ大きな虚像を視認させるためには、コンバイナをできるだけ運転者に近付けることが望ましいが、設置場所の関係から、図１６（ａ）に示すようにダッシュボード上にコンバイナ１

００ｘが設けられることが多い。

[0022] これに対して、近年、視野角を大きくするために、図１６（ｂ）に示すように、天井付近（サンバイザの近傍）にコンバイナ１００ｙを設置するＨＵＤ３００ｙが提案されている。このＨＵＤ３００ｙでは、実像表示装置２００ｙをコンバイナ１００ｙよりも運転者側に設置しなければならないため（実像の反射光を眼に入射させるためである）、基本的には、実像表示装置２００ｙも天井に取り付ける必要がある。そのため、運転者に圧迫感を与えてしまうといった課題や、天井まで電源を引き回さなければならず、取り付けが面倒であるといった課題があった。

[0023] 本実施例では、上記のようなＨＵＤ３００ｘ、３００ｙの課題を解決可能な構成を採用する。図１は、本実施例に係るＨＵＤ３００の基本構成を示している。図１に示すように、本実施例では、実像表示装置２００をダッシュボード上に設置し、コンバイナ１００のみを天井付近（サンバイザの近傍）に設置するといった構成を採用する。また、本実施例では、このような構成を適切に実現すべく、実像に対応する光を反射させる反射型のコンバイナ１００ｘ、１００ｙを用いる代わりに（図１６（ａ）及び（ｂ）参照）、実像に対応する光を透過させる透過型のコンバイナ１００を用いる。具体的には、本実施例に係るコンバイナ１００は、実像表示装置２００からの光（以下では適宜「実像表示光」と呼ぶ。）に対してのみ光学的作用を付与することで、実像表示光を屈折させることにより運転者の頭部に導き、実像表示光以外の光（車両の前方風景に対応する光などであり、以下では適宜「背景光」と呼ぶ。）に対しては光学的作用を付与しないことで、背景光をそのまま透過させる。

[0024] 本実施例に係るＨＵＤ３００によれば、運転者が視認する虚像の視野角を確保しつつ、図１６（ｂ）に示したＨＵＤ３００ｙと比較して、運転者に与える圧迫感を抑制することができると共に、天井まで電源を引き回す必要がないため、容易に取り付けることができる。

[0025] なお、図１に示したように実像表示装置２００をダッシュボード上に設け

ることに限定はされず、実像表示装置２００をインスツルメントパネルやセンターコンソールに設けても良い。つまり、実像表示装置２００をオンダッシュ型に構成することに限定はされず、実像表示装置２００をインダッシュ型に構成しても良い。

[0026] なお、コンバイナ１００（後述するコンバイナ１００ａ～１００ｃも含む）は、本発明における「虚像生成装置」の一例に相当し、実像表示装置２００は、本発明における「画像形成部」の一例に相当する。

[0027] 以下では、上記したような本実施例に係るコンバイナ１００の具体例について提示する。具体的には、第１乃至第３実施例に係るコンバイナ１００ａ～１００ｃを提示する。なお、第１乃至第３実施例に係るコンバイナ１００ａ～１００ｃは、図１に示したＨＵＤ３００に適用されるものとする。

[0028] ２．第１実施例

まず、第１実施例について説明する。

[0029] ２－１．第１実施例に係るコンバイナの構成

図２は、第１実施例に係るコンバイナ１００ａの構成を示す図である。図２では、実像表示装置２００からの光（実像表示光）の進行方向に沿って切断した、コンバイナ１００ａの一部分についての断面図を示している（後述するコンバイナの図についても同様とする）。

[0030] 図２に示すように、第１実施例に係るコンバイナ１００ａは、体積型ＨＯＥ（Holographic Optical Element）１１、１２と、透明の基板１３とを有する。体積型ＨＯＥ１１は、実像表示光が入射される面と反対側の基板１３の面に形成されており、体積型ＨＯＥ１２は、実像表示光が入射される側の基板１３の面に形成されている。基板１３は平行平板として構成されているため、つまり基板１３の両方の面は平行であるため、体積型ＨＯＥ１１と体積型ＨＯＥ１２とは平行に配置されている。

[0031] 第１実施例では、図２中の矢印Ａ１～Ａ４に示すように、実像表示光に対して体積型ＨＯＥ１１、１２によって所定の光学的作用を付与することで、実像表示装置２００から入射角θ_{in}でコンバイナ１００ａに入射された実像

表示光を、出射角θ_{out}（$\theta_{out} \neq \theta_{in}$）でコンバイナ１００ａから出射させて運転者の頭部に導く。

[0032] 具体的には、実像表示装置２００から入射角θ_{in}でコンバイナ１００ａに入射された光は、まず、矢印Ａ１に示すように体積型ＨＯＥ１２を透過して、矢印Ａ２に示すように体積型ＨＯＥ１１で反射する。この場合、体積型ＨＯＥ１１での反射は、体積型ＨＯＥ１１の特性により、体積型ＨＯＥ１１への入射角θ_{in}と体積型ＨＯＥ１１からの反射角θ_{mid}とが異なる回折反射となる。一般的に体積型ＨＯＥは回折反射によって入射角及び反射角を自由に設定できるという特徴があるため、この特徴を利用して、例えば「入射角θ_{in}＜反射角θ_{mid}」となるように体積型ＨＯＥ１１が構成される。

[0033] この後、体積型ＨＯＥ１１で回折反射した光は、矢印Ａ３に示すように体積型ＨＯＥ１２で反射する。この場合、体積型ＨＯＥ１２での反射は、体積型ＨＯＥ１２が有する特性により、体積型ＨＯＥ１２への入射角θ_{mid}と体積型ＨＯＥ１２からの出射角θ_{out}とが異なる回折反射となる。体積型ＨＯＥ１２は、上記したような入射角及び反射角を自由に設定できるという特徴を利用して、例えば「入射角θ_{mid}＞出射角θ_{out}」となるように構成される。この後、体積型ＨＯＥ１２で回折反射した光は、矢印Ａ４に示すように体積型ＨＯＥ１１を透過して、出射角θ_{out}でコンバイナ１００ａから出射される。

[0034] なお、入射角θ_{in}は、実像表示装置２００とコンバイナ１００ａとの設置位置から決まり、出射角θ_{out}は、頭部と虚像の表示位置とから決まる。また、角度θ_{mid}（内部導波角）は、ある程度自由に設定することができる。１つの例では、入射角θ_{in}として３０［°］が用いられ、角度θ_{mid}（内部導波角）として６０［°］が用いられ、出射角θ_{out}として５［°］が用いられる。

[0035] 次に、図３を参照して、上記のような体積型ＨＯＥ１１、１２の光学的作用を実現させるために、体積型ＨＯＥ１１、１２に具備させる特性について説明する。

[0036] 図３（ａ）は、横軸に入射波長［ｎｍ］を示し、縦軸に反射率［％］を示しており、体積型ＨＯＥ１１及び体積型ＨＯＥ１２の波長選択性反射特性を

示している。具体的には、体積型ＨＯＥ１１に入射角度θ_{in}で入射する光、及び、体積型ＨＯＥ１２に入射角度θ_{mid}で入射する光に対する、反射率の波長依存性を示している。図３（ａ）に示すように、第１実施例では、体積型ＨＯＥ１１、１２は、実像表示光（例えば、３原色ＬＥＤで構成された実像表示装置２００であれば、波長が４５０、５３２、６５０ｎｍ近傍の光）にのみ、光学的作用（具体的には回折反射作用）を与えるように構成されている。これにより、実像表示光以外の光（上記の３波長以外の光）は、体積型ＨＯＥ１１、１２による光学的作用を受けることなく、コンバイナ１００ａをそのまま透過していく。そのため、実像表示光以外の光である背景光は、平行平板としてのコンバイナ１００ａを透過するだけなので、背景が歪むことなく透明性を確保することができる。

[0037] 図３（ｂ）は、横軸に入射角度［°］を示し（この入射角度は、空気との界面反射に換算した角度である）、縦軸に反射率［％］を示しており、体積型ＨＯＥ１１、１２の実像表示光に対する反射率の入射角度依存性を示している。具体的には、太線で表したグラフＧ１１は体積型ＨＯＥ１１の入射角度依存性を示しており、細線で表したグラフＧ１２は体積型ＨＯＥ１２の入射角度依存性を示している。なお、図３（ｂ）は、入射角θ_{in}が３０［°］であり、角度θ_{mid}（内部導波角）が６０［°］であり、出射角θ_{out}が５［°］である場合について例示している。

[0038] 図３（ｂ）に示すように、第１実施例では、体積型ＨＯＥ１１、ＨＯＥ１２は、図３（ａ）に示した波長選択性と共に入射角度依存性を有するように構成されている。具体的には、グラフＧ１１に示すように、体積型ＨＯＥ１１は、角度θ_{out}で入射する光を透過し、角度θ_{in}で入射する光を反射するように構成されている。また、グラフＧ１２に示すように、体積型ＨＯＥ１２は、角度θ_{in}で入射する光を透過し、角度θ_{mid}で入射する光を反射するように構成されている。これにより、図２中の矢印Ａ１～Ａ４で示したように実像表示光を導くことができる。その結果、実像表示光のみが、コンバイナ１００ａを透過することで光の方向が変化して運転者の頭部に到達することと

なる。

[0039] 次に、図４を参照して、第１実施例に係る体積型ＨＯＥ１１、１２の製造方法を説明する。図４（ａ）は、体積型ＨＯＥ１１を作成するための露光方法を示しており、図４（ｂ）は、体積型ＨＯＥ１２を作成するための露光方法を示している。図４（ａ）に示すように、基板１７に貼り付けたホログラム媒体１６に対して、参照光（コンバイナ１００ａへの入射光に相当）を角度θ_{in}で照射すると共に、物体光を角度θ_{mid}で照射する２光束干渉により、体積型ＨＯＥ１１が作成される。また、図４（ｂ）に示すように、基板１７に貼り付けたホログラム媒体１６に対して、物体光（コンバイナ１００ａからの出射光に相当）を角度θ_{out}で照射すると共に、参照光を角度θ_{mid}で照射する２光束干渉により、体積型ＨＯＥ１２が作成される。なお、図４（ａ）及び（ｂ）では、参照光及び物体光として平行光を用いた場合を例示している。

[0040] ここで、１枚の体積型ＨＯＥではなく、２枚の体積型ＨＯＥ１１、１２を用いてコンバイナ１００ａを構成している理由について説明する。つまり、１枚のＨＯＥのみによって、上記したようなコンバイナ１００ａの光学的機能を実現できない理由について説明する。１枚のＨＯＥで透過型コンバイナを実現するためには、ＨＯＥとしては体積型ＨＯＥではなく、透過光に対して光学的作用を与える透過型ＨＯＥを用いる必要がある。しかしながら透過型ＨＯＥは原理的に図３（ａ）のような波長選択性を有することはできない。従って、１枚の透過型ＨＯＥで透過型コンバイナを作製すると、全ての波長の光に対して光学的作用が付与されてしまうため、背景光についてはそのまま透過させ、実像表示光については入射角θ_{in}で入射された光を出射角θ_{out}で出射させる、といった光学的機能を実現することができない。一方で、体積型ＨＯＥであれば特定波長光に対してのみ光学的作用を与える波長選択性を有することができるが、それは反射光に対してである。つまり体積型ＨＯＥは反射光に対して光学的作用を与える反射型ＨＯＥであり、それを用いて透過型コンバイナを実現するためには１枚ではなく２枚を対向して配置す

る必要がある。したがって、本実施例では、２枚の体積型ＨＯＥ１１、１２を用いることにより、実像表示光については図２の矢印Ａ１～Ａ４に示したように回折反射及び透過させることで、入射角θ_{in}で入射された光を出射角θ_{out}で出射させ、背景光についてはそのまま透過させる、といった光学的機能を実現している。なお、上記したような２枚の体積型ＨＯＥ１１、１２を用いる理由は、後述する実施例にも同様に当てはまる。

[0041] ２－２．第１実施例の変形例

次に、第１実施例の変形例について説明する。なお、下記の変形例は、任意に組み合わせて実施することができる。

[0042] ２－２－１．変形例１

図５は、第１実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ａ１、１００ａ２の構成を示す図である。図５（ａ）及び（ｂ）に示すように、第１実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ａ１、１００ａ２は、体積型ＨＯＥ１１と体積型ＨＯＥ１２とを重ねて基板１３（平行平板）の片面に形成する点で、第１実施例に係るコンバイナ１００ａと異なる。図５（ａ）に示すコンバイナ１００ａ１では、実像表示光が入射される面と反対側の基板１３の面に、重ね合わされた体積型ＨＯＥ１１、１２が形成されている。図５（ｂ）に示すコンバイナ１００ａ２では、実像表示光が入射される側の基板１３の面に、重ね合わされた体積型ＨＯＥ１１、１２が形成されている。

[0043] ２－２－２．変形例２

第１実施例の変形例２は、上記したコンバイナ１００ａに対して、実像表示光に与える光学的作用としてレンズ作用を更に具備させる。例えば、光の集光機能や拡散機能などをコンバイナ１００ａに具備させる。そのようなコンバイナ１００ａは、体積型ＨＯＥ１１の露光における参照光（コンバイナ１００ａへの入射光に相当）や、体積型ＨＯＥ１２の露光における物体光（コンバイナ１００ａからの出射光に相当）に対して、平行光の代わりに収束光や拡散光を適用することで作成することができる。このような第１実施例の変形例２によれば、倍率を有したコンバイナ１００ａを実現することがで

き、虚像距離を遠くにしたり近くにしたりすることが可能となる。

[0044] ３．第２実施例

次に、第２実施例について説明する。

[0045] ３－１．第２実施例に係るコンバイナの構成

図６は、第２実施例に係るコンバイナ１００ｂの構成を示す図である。図６に示すように、第２実施例に係るコンバイナ１００ｂは、誘電体多層膜２１、２２と、透明の基板２３、２４と、を有する。コンバイナ１００ｂでは、実像表示光が入射される側から順に、基板２３、誘電体多層膜２１、基板２４、誘電体多層膜２２が形成されている。また、コンバイナ１００ｂでは、誘電体多層膜２１と誘電体多層膜２２とが非平行になるように配置されている。具体的には、誘電体多層膜２２はコンバイナ１００ｂにおける水平面に沿って配置されているのに対して、誘電体多層膜２１はコンバイナ１００ｂにおける水平面に対して角度φだけ傾斜して配置されている。つまり、誘電体多層膜２１と誘電体多層膜２２との成す角度は「φ」となっている。

[0046] なお、誘電体多層膜２１は、本発明における「第１光学素子」の一例に相当し、誘電体多層膜２２は、本発明における「第２光学素子」の一例に相当する。

[0047] 第２実施例でも、図６中の矢印Ｂ１～Ｂ４に示すように、実像表示光に対して誘電体多層膜２１、２２によって所定の光学的作用を付与することで、実像表示装置２００から入射角θ_{in}でコンバイナ１００ｂに入射された実像表示光を、出射角θ_{out}（$\theta_{out} \neq \theta_{in}$）でコンバイナ１００ｂから出射させて運転者の頭部に導く。

[0048] 具体的には、実像表示装置２００から入射角θ_{in}でコンバイナ１００ｂに入射された光は、基板２３で屈折して角度θ_{in}'となり、矢印Ｂ１に示すように誘電体多層膜２１を透過して出射角α'で出射される。この後、誘電体多層膜２１を透過した光は、矢印Ｂ２に示すように誘電体多層膜２２で正反射する。具体的には、誘電体多層膜２１を透過した光は、入射角θ_{in}'で誘電体多層膜２２に入射し、反射角θ_{in}'で誘電体多層膜２２にて反射する。

そして、誘電体多層膜２２で正反射した光は、矢印Ｂ３に示すように誘電体多層膜２１で更に正反射する。具体的には、誘電体多層膜２２で反射した光は、入射角β’で誘電体多層膜２１に入射し、反射角β’で誘電体多層膜２１にて反射する。この後、誘電体多層膜２１で反射した光は、矢印Ｂ４に示すように、入射角θ_{out}’で誘電体多層膜２２に入射して、誘電体多層膜２２を透過して出射角θ_{out}でコンバイナ１００ｂから出射される。

[0049] ここで、入射角θ_{in}は、実像表示装置２００とコンバイナ１００ｂとの設置位置から決まり、出射角θ_{out}は、頭部と虚像の表示位置とから決まる。角度θ_{in}’、θ_{out}’は、それぞれ角度θ_{in}、θ_{out}の基板内部での角度であり、スネルの法則より式（１）、（２）から求められる。

[0050] $\theta_{in}' = sin^{-1}(sin\theta_{in}/n)$ 式（１）

$\theta_{out}' = sin^{-1}(sin\theta_{out}/n)$ 式（２）

また、上記した角度α’、β’φは、それぞれ、角度θ_{in}’、θ_{out}’を用いて、式（３）、（４）、（５）で表される。

[0051] $\alpha' = (3\theta_{in}' - \theta_{out}')/2$ 式（３）

$\beta' = (\theta_{in}' + \theta_{out}')/2$ 式（４）

$\phi = (\theta_{in}' - \theta_{out}')/2$ 式（５）

更に、角度α’、β’は、スネルの法則を用いて空気中での角度α、βに変換すると、式（６）、（７）で表される。

[0052] $\alpha = sin^{-1}(n \cdot sin\alpha')$ 式（６）

$\beta = sin^{-1}(n \cdot sin\beta')$ 式（７）

１つの例では、角度θ_{in}として３０［°］を用い、角度θ_{out}として１０［°］を用いた場合には、式（１）、（２）から角度θ_{in}’、θ_{out}’を得て、角度θ_{in}’、θ_{out}’を式（３）に代入することで「α’≒２５．９［°］」が得られ、また、角度θ_{in}’、θ_{out}’を式（４）に代入することで「β’≒１３．１［°］」が得られる。そして、当該角度α’を式（６）に代入することで「α≒４０．９［°］」が得られ、当該角度β’を式（７）に代入することで「β≒１９．８［°］」が得られる。更に、角度θ_{in}’、θ_{out}’を

式（５）に代入することで「$\phi \fallingdotseq 6.4$［°］」が得られる。よって、上記の例では、誘電体多層膜２１を誘電体多層膜２２に対して６．４［°］だけ傾斜させて配置すれば良い。

［0053］ 次に、図７を参照して、上記のような誘電体多層膜２１、２２の光学的作用を実現させるために、誘電体多層膜２１、２２に具備させる特性について説明する。

［0054］ 図７（ａ）は、横軸に入射波長［ｎｍ］を示し、縦軸に反射率［％］を示しており、誘電体多層膜２１及び誘電体多層膜２２の波長選択性反射特性を示している。具体的には、誘電体多層膜２１に入射角度β（基板内部ではβ’）で入射する光、及び、誘電体多層膜２２に入射角度θ_{in}（基板内部ではθ_{in}’）で入射する光に対する、反射率の波長依存性を示している。図７（ａ）に示すように、第２実施例では、誘電体多層膜２１、２２は、実像表示光（例えば、３原色ＬＥＤで構成された実像表示装置２００であれば、波長が４５０、５３２、６５０ｎｍ近傍の光）にのみ、光学的作用（具体的には正反射作用）を与えるように構成されている。これにより、実像表示光以外の光（上記の３波長以外の光）は、誘電体多層膜２１、２２による光学的作用を受けることなく、コンバイナ１００ｂをそのまま透過していく。そのため、実像表示光以外の光である背景光は、平行平板としてのコンバイナ１００ｂを透過するだけなので、背景が歪むことなく透明性を確保することができる。

［0055］ 図７（ｂ）は、横軸に入射角度［°］を示し（この入射角度は、空気との界面反射に換算した角度である）、縦軸に反射率［％］を示しており、誘電体多層膜２１、２２の実像表示光に対する反射率の入射角度依存性を示している。具体的には、細線で表したグラフＧ２１は誘電体多層膜２１の入射角度依存性を示しており、太線で表したグラフＧ２２は誘電体多層膜２２の入射角度依存性を示している。なお、図７（ｂ）は、入射角θ_{in}が３０［°］であり、出射角θ_{out}が１０［°］であり、角度αが４０．９［°］であり、角度βが１９．８［°］である場合について例示している。

[0056] グラフＧ２１に示すように、誘電体多層膜２１は、角度αで入射する光を透過し、角度βで入射する光を反射するように構成されている。また、グラフＧ２２に示すように、誘電体多層膜２２は、角度θ_{out}で入射する光を透過し、角度θ_{in}で入射する光を反射するように構成されている。これにより、図６中の矢印Ｂ１～Ｂ４で示したように実像表示光を導くことができる。その結果、実像表示光のみが、コンバイナ１００ｂを透過することで光の方向が変化して運転者の頭部に到達することとなる。

[0057] なお、誘電体多層膜２１は、角度αで入射する光を透過し、角度βで入射する光を反射するといった特性を具備していれば、それ以外の角度ではどのような特性を具備していても良い。例えば、破線で表されたグラフＧ２１’で示すような特性を具備していても良い。また、誘電体多層膜２２は、角度θ_{out}で入射する光を透過し、角度θ_{in}で入射する光を反射するといった特性を具備していれば、それ以外の角度ではどのような特性を具備していても良い。例えば、破線で表されたグラフＧ２２’で示すような特性を具備していても良い。

[0058] なお、第１実施例で示した体積型ＨＯＥ１１、１２は光を回折反射させることができるため（つまり入射角及び反射角を自由に設定できるため）、入射角θ_{in}で入射された光を当該入射角θ_{in}とは異なる出射角θ_{out}で出射させるといった光学的機能を実現するに当たって、体積型ＨＯＥ１１、１２のいずれかを敢えて傾斜させる必要はない。そのため、体積型ＨＯＥ１１と体積型ＨＯＥ１２とを平行に配置していた。これに対して、第２実施例に係る誘電体多層膜２１、２２は光を正反射させるため（つまり入射角と反射角とが等しくなるため、言い換えると入射角及び反射角を自由に設定できないため）、そのような誘電体多層膜２１、２２によって、入射角θ_{in}で入射された光を当該入射角θ_{in}とは異なる出射角θ_{out}で出射させるといった光学的機能を実現すべく、誘電体多層膜２１を誘電体多層膜２２に対して傾斜させている。

[0059] ３－２．第２実施例の変形例

次に、第２実施例の変形例について説明する。なお、下記の変形例は、任意に組み合わせて実施することができる。

[0060] ３－２－１．変形例１

図８は、第２実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ｂ１の構成を示す図である。図８に示すように、第２実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ｂ１は、誘電体多層膜２１の代わりに、鋸歯形状を有する誘電体多層膜２１ａを用いる点で、第２実施例に係るコンバイナ１００ｂと異なる。誘電体多層膜２１ａを鋸歯形状に構成することで、当該誘電体多層膜２１ａは複数の傾斜面２１ａ１を有することとなるため、上記した誘電体多層膜２１と同様の機能を実現することが可能となる。例えば、誘電体多層膜２１ａが有する傾斜面２１ａ１の傾きを、誘電体多層膜２１と同様の傾きに設定すれば良い。つまり、誘電体多層膜２２に対して角度φだけ傾いた傾斜面２１ａ１を適用すれば良い。

[0061] このような第２実施例の変形例１によれば、全体が傾いた誘電体多層膜２１の代わりに、それ自体は傾いていない誘電体多層膜２１ａを用いることで、コンバイナ１００ｂ１の厚みを上記したコンバイナ１００ｂの厚みよりも薄くすることができる。

[0062] ３－２－２．変形例２

第２実施例の変形例２は、上記したコンバイナ１００ｂに対して、実像表示光に与える光学的作用としてレンズ作用を更に具備させる。例えば、光の集光機能や拡散機能などをコンバイナ１００ｂに具備させる。そのようなコンバイナ１００ｂは、誘電体多層膜２１（基板内部に存在する反射面）を緩やかな曲面にて構成することで実現することができる。このような第２実施例の変形例２によれば、倍率を有したコンバイナ１００ｂを実現することができ、虚像距離を遠くにしたり近くにしたりすることが可能となる。

[0063] なお、上記のように緩やかな曲面にて構成した誘電体多層膜２１に対して、変形例１を更に適用しても良い。つまり、誘電体多層膜２１を、曲面にて構成すると共に、鋸歯形状に構成しても良い。その場合、誘電体多層膜２１

は、フレネルレンズ形状になる。

[0064] ３－２－３．変形例３

図９は、第２実施例の変形例３に係るコンバイナ１００ｂ２の構成を示す図である。図９に示すように、第２実施例の変形例３に係るコンバイナ１００ｂ２は、上記した誘電体多層膜２１に対応する誘電体多層膜２１ｂをコンバイナ１００ｂ２の表面に形成し、上記した誘電体多層膜２２に対応する誘電体多層膜２２ｂをコンバイナ１００ｂ２の内部に形成している点で、第２実施例に係るコンバイナ１００ｂと異なる。具体的には、このコンバイナ１００ｂ２では、誘電体多層膜２１ｂはコンバイナ１００ｂ２における水平面に沿って配置されているのに対して、誘電体多層膜２２ｂはコンバイナ１００ｂ２における水平面に対して角度φだけ傾斜して配置されている。

[0065] なお、変形例３と、変形例１及び／又は変形例２とを組み合わせて実施しても良い。つまり、誘電体多層膜２２ｂを、曲面にて構成したり、鋸歯形状に構成したりしても良い。誘電体多層膜２２ｂを曲面にて構成すると共に鋸歯形状に構成した場合には、当該誘電体多層膜２２ｂはフレネルレンズ形状になる。

[0066] また、更に他の例では、誘電体多層膜２１及び誘電体多層膜２２の両方を、コンバイナ１００ｂの内部に形成しても良い。その場合、誘電体多層膜２１及び誘電体多層膜２２の一方のみをコンバイナ１００ｂの水平面に対して傾斜させることに限定はされず、誘電体多層膜２１及び誘電体多層膜２２の両方をコンバイナ１００ｂの水平面に対して傾斜させても良い。また、そのような誘電体多層膜２１及び誘電体多層膜２２の一方又は両方に、変形例１及び／又は変形例２を適用しても良い。

[0067] ３－２－４．変形例４

第２実施例の変形例４では、上記した誘電体多層膜２１、２２の代わりに、２枚の体積型ＨＯＥを用いる。その場合、図７（ａ）及び（ｂ）に示したような特性を体積型ＨＯＥに具備させれば良い。また、光学的作用として正反射作用を実像表示光に対して付与するように、体積型ＨＯＥを構成すれば

良い。

[0068] なお、変形例４と、変形例１乃至３のうちの少なくとも１以上とを適宜組み合わせて実施しても良い。その場合において、体積型ＨＯＥにレンズ作用を具備させる場合には、体積型ＨＯＥを曲面にて構成せずに、第１実施例の変形例２で述べた手法により作成された体積型ＨＯＥを用いると良い。

[0069] ３－２－５．変形例５

上記した第２実施例では、波長選択透過膜又は波長選択性反射膜として誘電体多層膜を用いる例を示したが、誘電体多層膜以外にも種々の波長選択透過膜又は波長選択性反射膜を用いることができる。

[0070] ４．第３実施例

次に、第３実施例について説明する。

[0071] ４－１．第３実施例に係るコンバイナの構成

図１０は、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃの構成を示す図である。図１０に示すように、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃは、誘電体多層膜３１、３２と、透明の基板３３、３４と、保持部３５、３６と、を有する。誘電体多層膜３１は、実像表示光が入射される面と反対側の基板３３の面に形成されており、誘電体多層膜３２は、実像表示光が入射される側の基板３４の面に形成されている。基板３３、３４は、平行平板として構成されている。

[0072] 誘電体多層膜３１及び基板３３は保持部３５によって保持されており、誘電体多層膜３２及び基板３４は保持部３６によって保持されている。保持部３５と保持部３６とは、共通の軸を用いて回転可能に取り付けられている。これにより、保持部３５によって保持された誘電体多層膜３１及び基板３３は矢印Ａｒ１で示す方向に回動し、保持部３６によって保持された誘電体多層膜３２及び基板３４は矢印Ａｒ２で示す方向に回動する。そのため、誘電体多層膜３１と誘電体多層膜３２との成す角度φを適宜変えることが可能となる。

[0073] なお、誘電体多層膜３１及び誘電体多層膜３２の両方が回動するようにコ

ンバイナ１００ｃを構成することに限定はされず、誘電体多層膜３１及び誘電体多層膜３２の一方を固定し、誘電体多層膜３１及び誘電体多層膜３２の他方のみが回動するようにコンバイナ１００ｃを構成しても良い。

[0074] 図１１は、図１０中の破線領域Ｒ１を拡大して表した、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃの図を示している。第３実施例でも、図１１中の矢印Ｃ１～Ｃ４に示すように、実像表示光に対して誘電体多層膜３１、３２によって所定の光学的作用を付与することで、実像表示装置２００から入射角「$\theta_{in}+\phi$」でコンバイナ１００ｃに入射された実像表示光を、出射角θ_{out}でコンバイナ１００ｃから出射させて運転者の頭部に導く。

[0075] 具体的には、実像表示装置２００から入射角「$\theta_{in}+\phi$」でコンバイナ１００ｃに入射された光は、矢印Ｃ１に示すように誘電体多層膜３１を透過して、矢印Ｃ２に示すように誘電体多層膜３２で正反射する。この場合、誘電体多層膜３１を透過した光は、入射角θ_{in}で誘電体多層膜３２に入射し、反射角θ_{in}で誘電体多層膜３２にて反射する。そして、誘電体多層膜３２で正反射した光は、矢印Ｃ３に示すように誘電体多層膜３１で更に正反射する。この場合、誘電体多層膜３２で反射した光は、入射角「$\theta_{in}-\phi$」で誘電体多層膜３１に入射し、反射角「$\theta_{in}-\phi$」で誘電体多層膜３１にて反射する。そして、誘電体多層膜３１で反射した光は、矢印Ｃ４に示すように誘電体多層膜３２を透過して、出射角θ_{out}（$\theta_{out}=\theta_{in}-2\phi$）でコンバイナ１００ｃから出射される。

[0076] １つの例では、角度ϕとして「１０±５［°］」が用いられ、入射角「$\theta_{in}+\phi$」として「４０±５［°］」が用いられ（この場合、$\theta_{in}=30$［°］）、出射角θ_{out}として「１０±１０［°］」が用いられる。

[0077] 次に、図１２を参照して、上記のような誘電体多層膜３１、３２の光学的作用を実現させるために、誘電体多層膜３１、３２に具備させる特性について説明する。

[0078] 図１２（ａ）は、横軸に入射波長［ｎｍ］を示し、縦軸に反射率［％］を示しており、誘電体多層膜３１及び誘電体多層膜３２の波長選択性反射特性

を示している。具体的には、誘電体多層膜３１に入射角度「$\theta_{in}-\phi$」で入射する光、及び、誘電体多層膜３２に入射角度θ_{in}で入射する光に対する、反射率の波長依存性を示している。図１２（ａ）に示すように、第３実施例では、誘電体多層膜３１、３２は、実像表示光（例えば、３原色ＬＥＤで構成された実像表示装置２００であれば、波長が４５０、５３２、６５０ｎｍ近傍の光）にのみ、光学的作用（具体的には正反射作用）を与えるように構成されている。これにより、実像表示光以外の光（上記の３波長以外の光）は、誘電体多層膜３１、３２による光学的作用を受けることなく、コンバイナ１００ｃをそのまま透過していく。そのため、実像表示光以外の光である背景光は、平行平板としてのコンバイナ１００ｃを透過するだけなので、背景が歪むことなく透明性を確保することができる。

[0079] 図１２（ｂ）は、横軸に入射角度［°］を示し（この入射角度は、空気との界面反射に換算した角度である）、縦軸に反射率［％］を示しており、誘電体多層膜３１、３２の実像表示光に対する反射率の入射角度依存性を示している。具体的には、細線で表したグラフＧ３１は誘電体多層膜３１の入射角度依存性を示しており、太線で表したグラフＧ３２は誘電体多層膜３２の入射角度依存性を示している。なお、図１２（ｂ）は、角度ϕが「１０±５［°］」であり、角度θ_{in}が３０［°］であり、角度「$\theta_{in}+\phi$」が「４０±５［°］」であり、角度「$\theta_{in}-\phi$」が「２０±５［°］」であり、角度θ_{out}が「１０±１０［°］」である場合について例示している。

[0080] グラフＧ３１に示すように、誘電体多層膜３１は、角度「$\theta_{in}+\phi$」で入射する光を透過し、角度「$\theta_{in}-\phi$」で入射する光を反射するように構成されている。また、グラフＧ３２に示すように、誘電体多層膜３２は、角度θ_{out}で入射する光を透過し、角度θ_{in}で入射する光を反射するように構成されている。これにより、図１１中の矢印Ｃ１～Ｃ４で示したように実像表示光を導くことができる。その結果、実像表示光のみが、コンバイナ１００ｃを透過することで光の方向が変化して運転者の頭部に到達することとなる。

[0081] なお、図１２（ｂ）に示したような電体多層膜３１、３２の特性は、誘電

体多層膜３１と誘電体多層膜３２との成す角度φが取り得る範囲を見越して設定すると良い。

[0082] また、誘電体多層膜３１は、角度「$\theta_{in}+\phi$」で入射する光を透過し、角度「$\theta_{in}-\phi$」で入射する光を反射するといった特性を具備していれば、それ以外の角度ではどのような特性を具備していても良い。例えば、破線で表されたグラフＧ３１’で示すような特性を具備していても良い。また、誘電体多層膜３２は、角度θ_{out}で入射する光を透過し、角度θ_{in}で入射する光を反射するといった特性を具備していれば、それ以外の角度ではどのような特性を具備していても良い。例えば、破線で表されたグラフＧ３２’で示すような特性を具備していても良い。

[0083] ここで、上記した第１及び第２実施例に係る構成では、コンバイナ１００ａ、１００ｂ自体の設置角度（チルト角）を変えても、角度θ_{in}と角度θ_{out}との成す角度を変えることができない。そのため、運転者の座高の高さなどが変化すると、実像表示装置２００からの光が運転者の頭部に適切に到達しない場合がある。これに対して、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃでは、誘電体多層膜３１と誘電体多層膜３２との成す角度φを変えられるように構成されているため、コンバイナ１００ｃからの出射角θ_{out}が「$\theta_{out}=\theta_{in}-2\phi$」となるので、そのような角度φを変えることで運転者の座高の高さの違いを吸収することができる。つまり、第３実施例によれば、運転者の座高の高さなどが変化しても、実像表示装置２００からの光を運転者の頭部に適切に到達させることができる。また、第３実施例によれば、誘電体多層膜３１と基板３３とから成る部材（平行平板）及び誘電体多層膜３２と基板３４とから成る部材（平行平板）を薄く構成することができるので、第２実施例と比較して、コンバイナ１００ｃ自体の重量を減らすことが可能となる。

[0084] ４－２．第３実施例の変形例

次に、第３実施例の変形例について説明する。なお、下記の変形例は、任意に組み合わせて実施することができる。

[0085] ４－２－１．変形例１

図１３は、第３実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ｃ１～１００ｃ３の構成を示す図である。図１３（ａ）～（ｃ）に示すように、第３実施例の変形例１に係るコンバイナ１００ｃ１～１００ｃ３は、基板３３、３４において誘電体多層膜３１、３２のそれぞれが形成されている位置が、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃと異なる。

[0086] 図１３（ａ）に示すコンバイナ１００ｃ１では、実像表示光が入射される側の基板３３の面に誘電体多層膜３１が形成されており、実像表示光が入射される面と反対側の基板３４の面に誘電体多層膜３２が形成されている。図１３（ｂ）に示すコンバイナ１００ｃ２では、実像表示光が入射される面と反対側の基板３３の面に誘電体多層膜３１が形成されており、実像表示光が入射される面と反対側の基板３４の面に誘電体多層膜３２が形成されている。図１３（ｃ）に示すコンバイナ１００ｃ３では、実像表示光が入射される側の基板３３の面に誘電体多層膜３１が形成されており、実像表示光が入射される側の基板３４の面に誘電体多層膜３２が形成されている。

[0087] ４－２－２．変形例２

図１４は、第３実施例の変形例２に係るコンバイナ１００ｃ４の構成を示す図である。図１４に示すように、第３実施例の変形例２に係るコンバイナ１００ｃ４は、平行平板で構成された誘電体多層膜３１の代わりに、緩やかな曲率を有する形状（メニスカスレンズ形状）にて構成された誘電体多層膜３１ａを用いる点で、第３実施例に係るコンバイナ１００ｃと異なる。そのような誘電体多層膜３１ａを用いる場合、誘電体多層膜３１ａが貼り付けられる基板３３ａも、緩やかな曲率を有する形状となる。

[0088] このようなコンバイナ１００ｃ４によれば、上記したコンバイナ１００ｃが有する光学的作用に加えて、レンズ作用を実像表示光に対して更に与えることができる。したがって、第３実施例の変形例２によれば、倍率を有したコンバイナ１００ｃ４を実現することができ、虚像距離を遠くにしたり近くにしたりすることが可能となる。

[0089] なお、誘電体多層膜３１の代わりに誘電体多層膜３２を、緩やかな曲率を有する形状に構成しても良いし、誘電体多層膜３１及び誘電体多層膜３２の両方を、緩やかな曲率を有する形状に構成しても良い。

[0090] また、変形例２と変形例１とを組み合わせて実施しても良い。

[0091] ４－２－３．変形例３

第３実施例の変形例３では、上記した誘電体多層膜３１、３２の代わりに、２枚の体積型ＨＯＥを用いる。その場合、図１２（ａ）及び（ｂ）に示したような特性を体積型ＨＯＥに具備させれば良い。また、光学的作用として正反射作用を実像表示光に対して付与するように、体積型ＨＯＥを構成すれば良い。

[0092] なお、変形例３と、変形例１及び／又は変形例２とを適宜組み合わせて実施しても良い。その場合において、体積型ＨＯＥにレンズ作用を具備させる場合には、体積型ＨＯＥを曲面にて構成せずに、第１実施例の変形例２で述べた手法により作成された体積型ＨＯＥを用いると良い。

[0093] ４－２－４．変形例４

上記した第３実施例では、波長選択透過膜又は波長選択性反射膜として誘電体多層膜を用いる例を示したが、誘電体多層膜以外にも種々の波長選択透過膜又は波長選択性反射膜を用いることができる。

[0094] ５.他の変形例

上記の実施例では、第１光学素子及び第２光学素子として体積型ＨＯＥを使用する例、並びに、第１光学素子及び第２光学素子として誘電体多層膜を使用する例を挙げている。その代わりに、第１光学素子と第２光学素子のうちの一方として体積型ＨＯＥを使用し、他方として誘電体多層膜を使用することとしてもよい。さらには、第１光学素子と第２光学素子のうちの一方として体積型ＨＯＥ又は誘電体多層膜を使用し、他方としてこれら以外の光学素子を使用することとしてもよい。

[0095] ６．適用例

上記した実施例では、コンバイナ１００を車両の天井付近に設けているが

、その代わりに、図１５に示すように、コンバイナ１００を眼鏡型（サングラス型）としてもよい。

[0096] 上記した実施例では、本発明をＨＵＤに適用する例を示したが、本発明の適用はこれに限定はされない。本発明は、虚像として画像を視認させる種々の表示装置に適用することができる。例えば、本発明は、ヘッドマウントディスプレイなどに適用することができる。

符号の説明

[0097] １１、１２　体積型ＨＯＥ

１３、２３、２４、３３、３４　基板

２１、２２、３１、３２　誘電体多層膜

３５、３６　保持部

１００、１００ａ、１００ｂ、１００ｃ　コンバイナ

２００　実像表示装置

３００　ＨＵＤ

請求の範囲

[請求項1] 画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる虚像生成装置であって、

前記画像に対応する画像光の進行方向に沿って対向配置された第１及び第２光学素子を備え、

前記第１及び第２光学素子は、前記画像光に対応する波長を有する光を、当該光の入射角度に応じて反射させ、前記画像光に対応する波長以外の波長を有する光を透過させる特性を有することで、前記画像光に対してのみ所定の光学的作用を付与し、

当該虚像生成装置の両面は、平行に構成されており、

前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した面を有することを特徴とする虚像生成装置。

[請求項2] 前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置の内部に平板として形成されており、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜して配置されていることを特徴とする請求項１に記載の虚像生成装置。

[請求項3] 前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、当該虚像生成装置の内部に形成されており、当該虚像生成装置を構成する面に対して傾斜した複数の面を有する鋸歯形状に構成されていることを特徴とする請求項１に記載の虚像生成装置。

[請求項4] 前記第１光学素子は、前記虚像生成装置からの前記画像光が当該第１光学素子に入射する際の角度である第１角度を入射角度とする前記画像光を透過させる特性を有し、前記第２光学素子は、前記第１光学素子を透過した前記画像光が当該第２光学素子に入射する際の角度である第２角度を入射角度とする前記画像光を反射させる特性を有し、

前記第１光学素子は、前記第２光学素子で反射した前記画像光が当該第１光学素子に入射する際の角度である第３角度を入射角度とする

前記画像光を反射させる特性を更に有し、前記第２光学素子は、前記第１光学素子で反射した前記画像光が当該第２光学素子に入射する際の角度である第４角度を入射角度とする前記画像光を透過させる特性を更に有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項5］ 前記第１及び第２光学素子の一方又は両方は、曲面を有しており、前記所定の光学的作用として、前記画像光に対してレンズ作用を更に付与することを特徴とする請求項１乃至４のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項6］ 前記第１及び第２光学素子は、誘電体多層膜であることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項7］ 前記第１及び第２光学素子は、体積型ＨＯＥであることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項8］ 前記第１及び第２光学素子の少なくとも一方は、誘電体多層膜であることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項9］ 前記第１及び第２光学素子の少なくとも一方は、体積型ＨＯＥであることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載の虚像生成装置。

［請求項10］ 画像形成部と、

前記画像形成部によって形成された画像を虚像として視認させる、請求項１乃至９のいずれか一項に記載の虚像生成装置と、を備えることを特徴とするヘッドアップディスプレイ。

［請求項11］ 前記画像形成部は、車両のダッシュボード付近に設けられ、

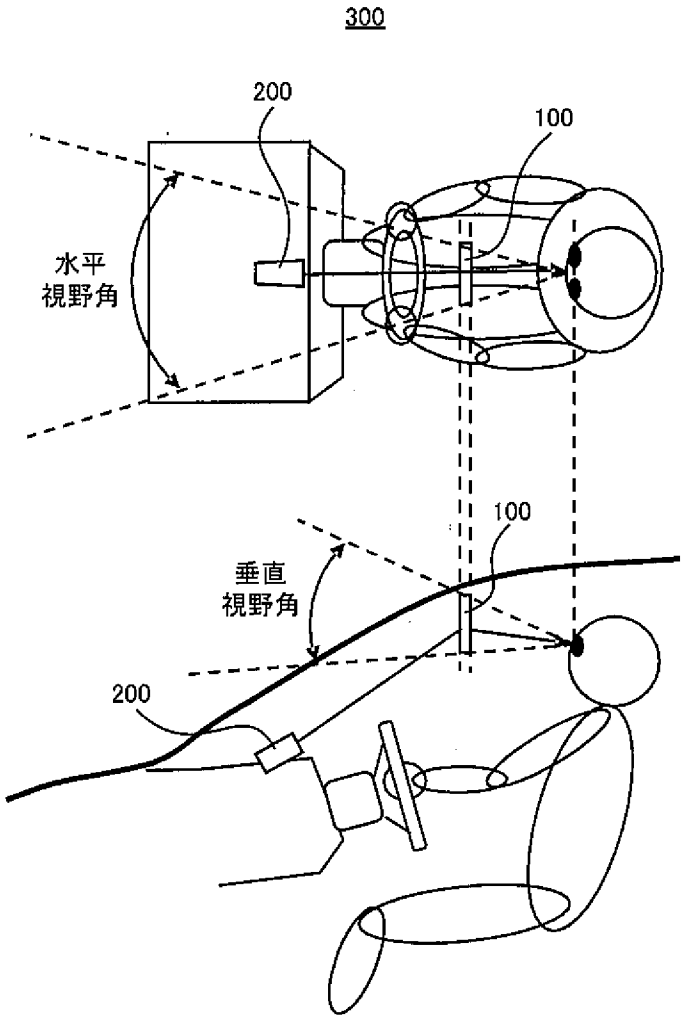
前記虚像生成装置は、前記車両の天井付近に設けられることを特徴とする請求項１０に記載のヘッドアップディスプレイ。

［請求項12］ 前記画像形成部は、車両のダッシュボード付近に設けられ、

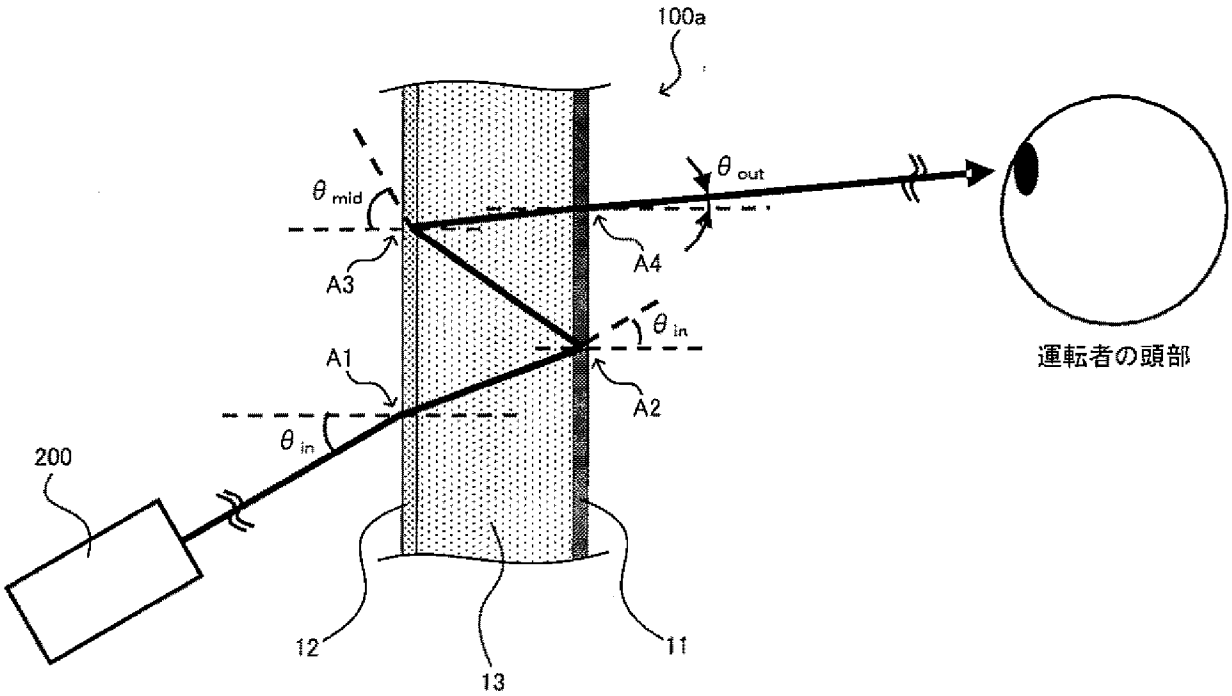
前記虚像生成装置は、眼鏡型に構成されていることを特徴とする請

求項１０に記載のヘッドアップディスプレイ。

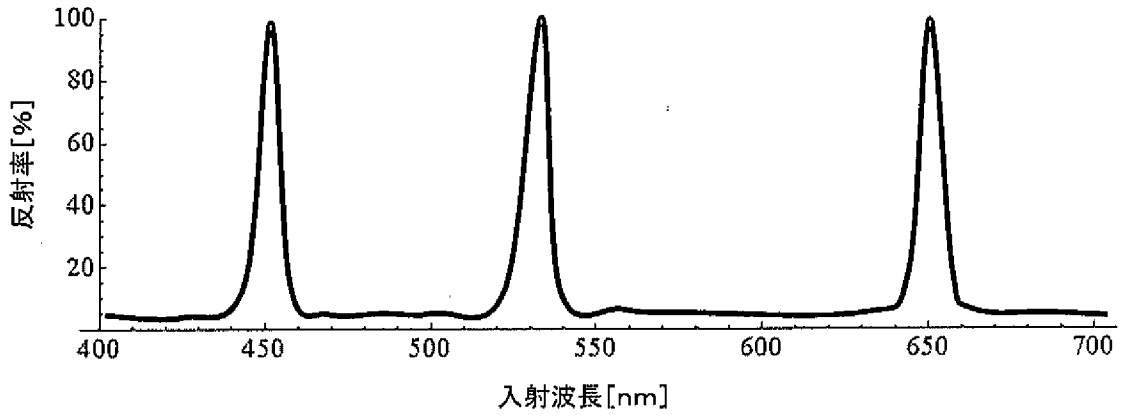
[図1]



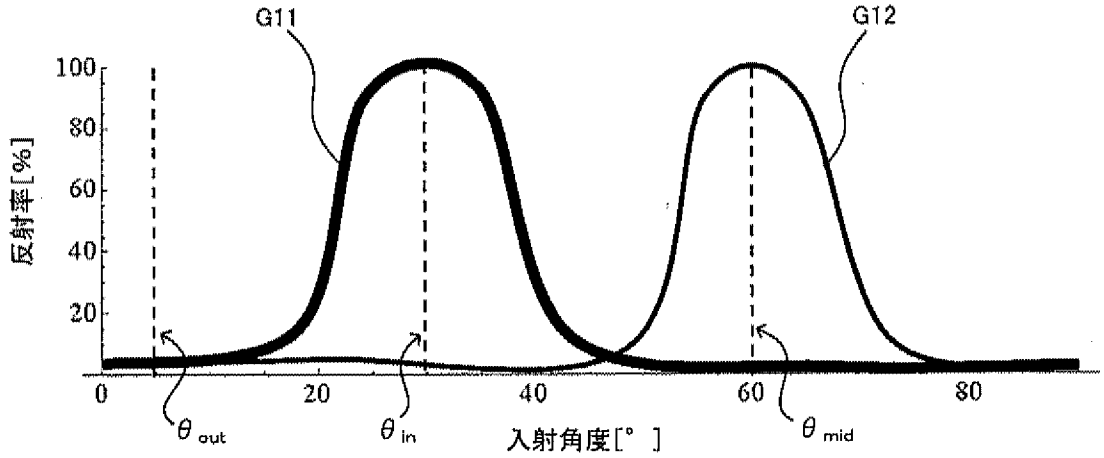
[図2]



[図3]

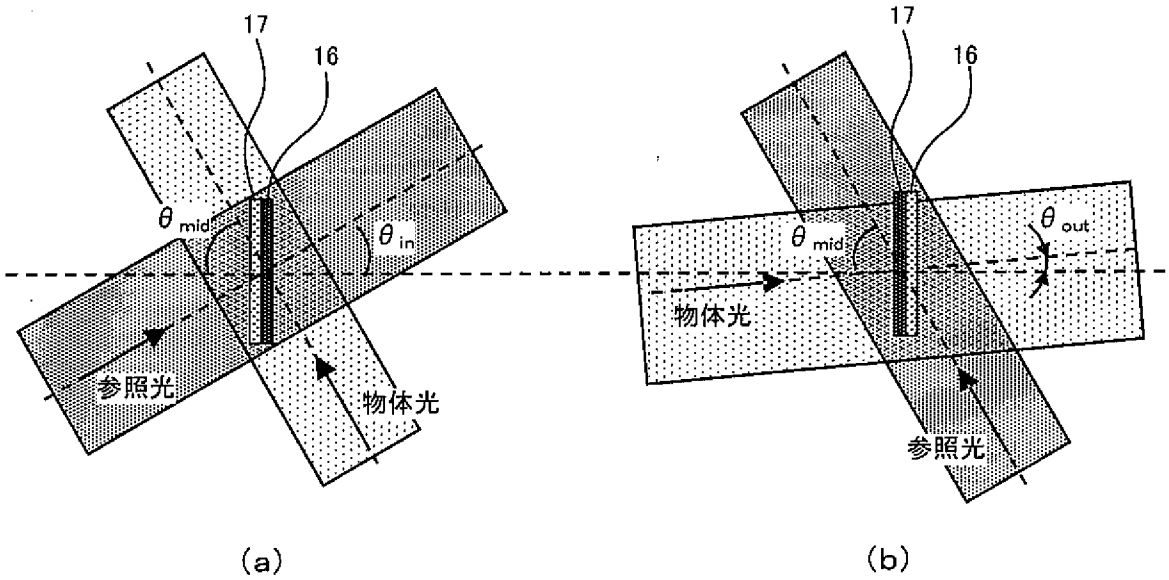

100
80
60
40
20
反射率[%]
400
450
500
550
600
650
700
入射波長[nm]

(a)

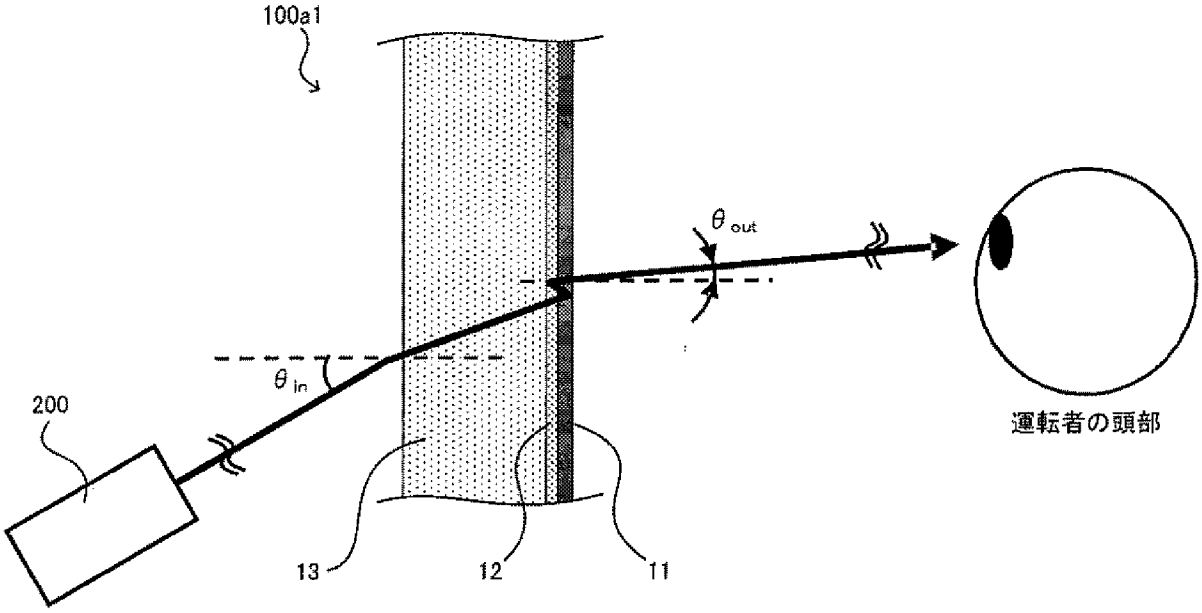

G11
G12
100
80
60
40
20
反射率[%]
0
20
40
60
80
θ out
θ in
θ mid
入射角度[°]

(b)

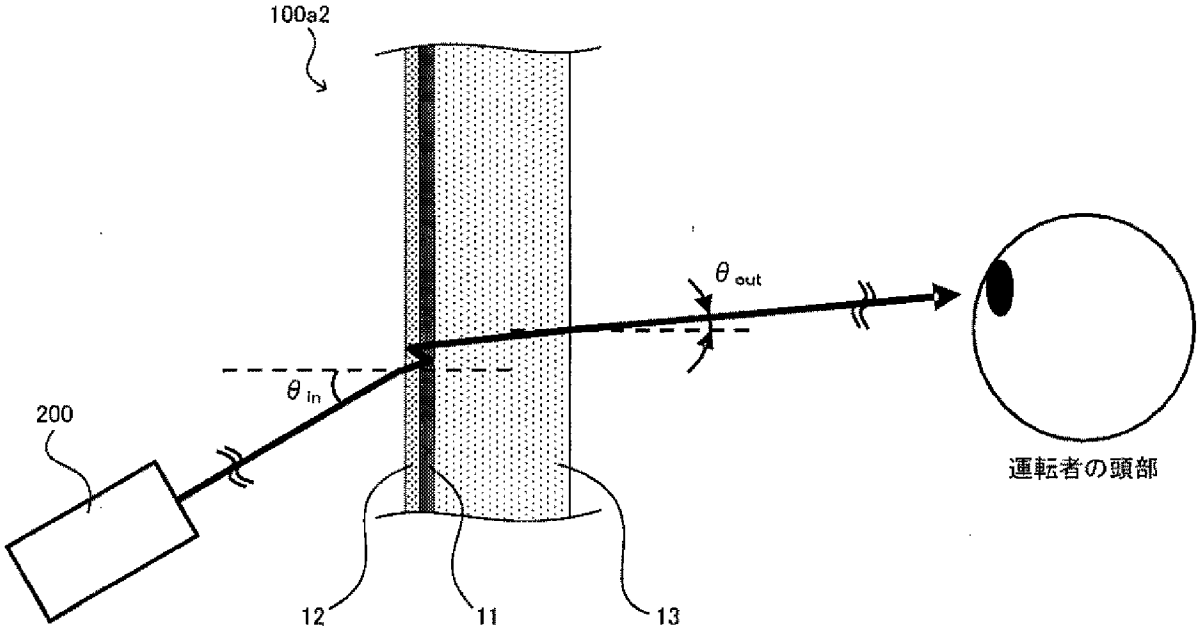
[図4]



[図5]

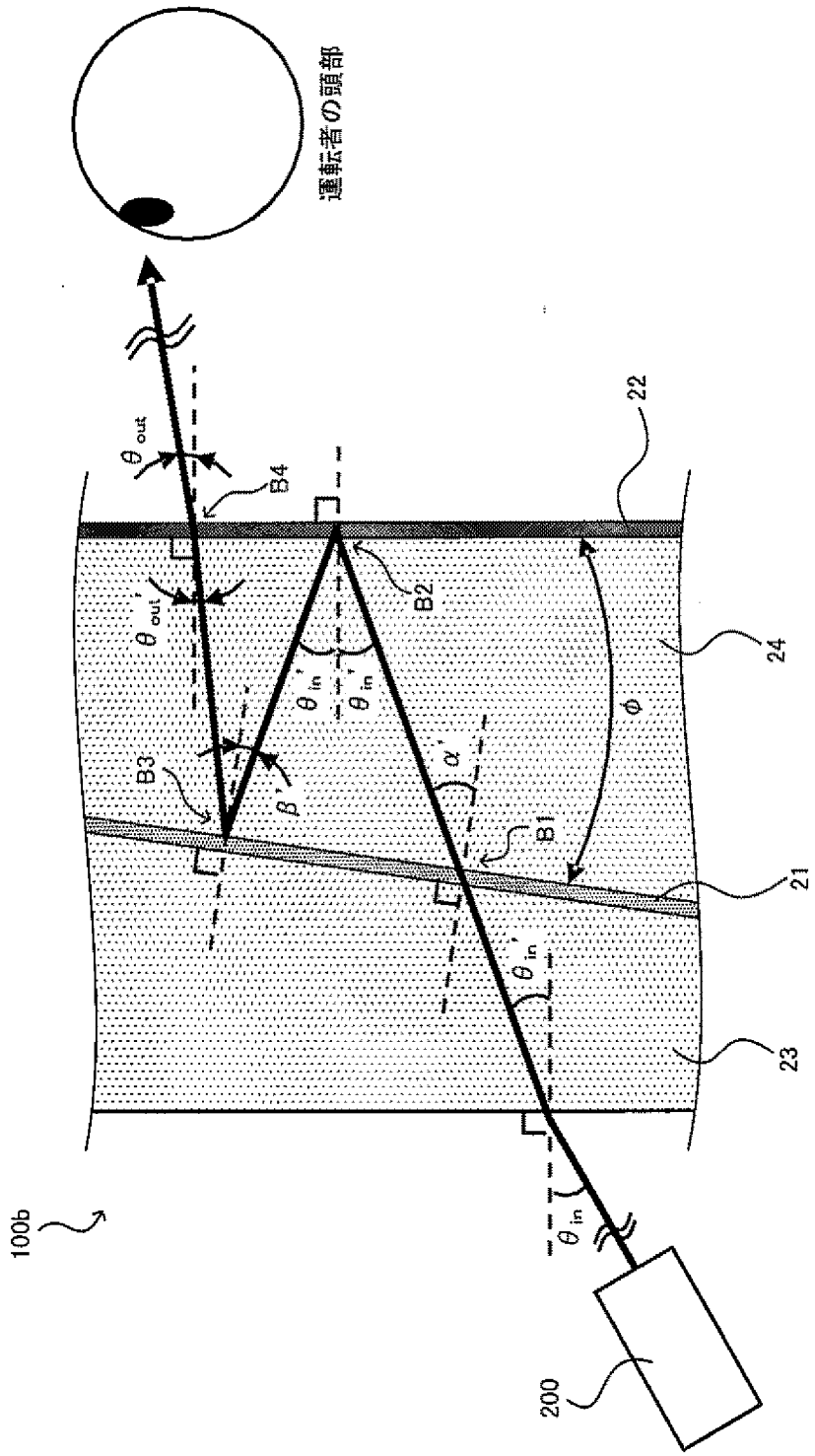

100a1
θ out
θ in
200
運転者の頭部
13
12
11

(a)

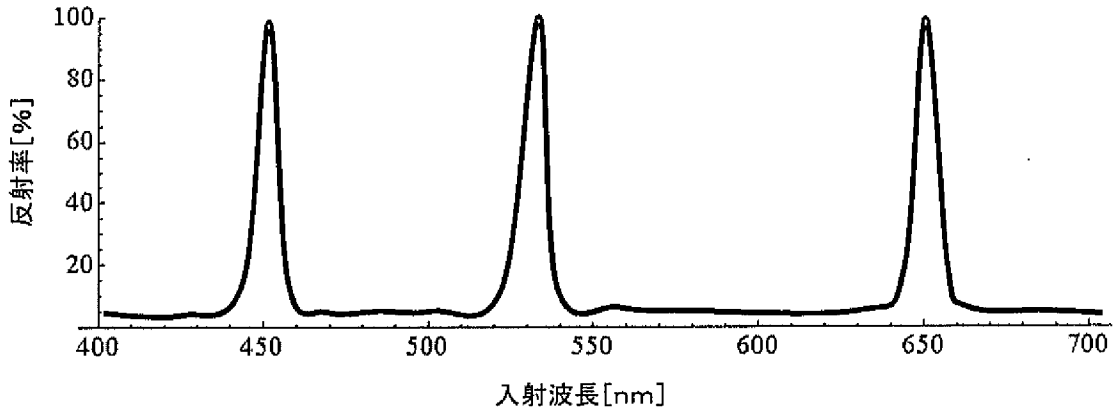

100a2
θ out
θ in
200
運転者の頭部
12
11
13

(b)

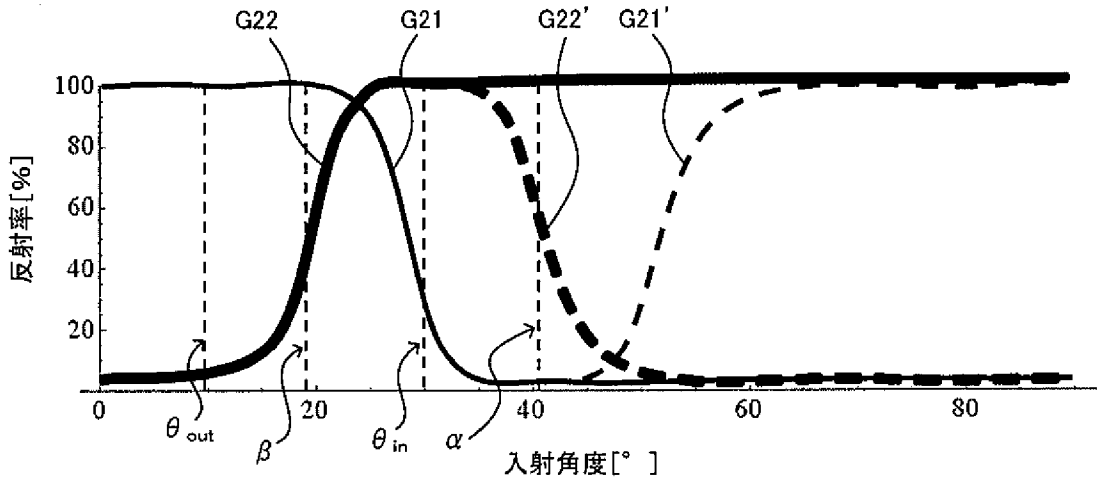
[図6]


運転者の頭部
θout
B4
22
B2
θout'
θin'
θin'
24
φ
B3
β'
α'
B1
21
θin'
23
100b
θin
200

[図7]

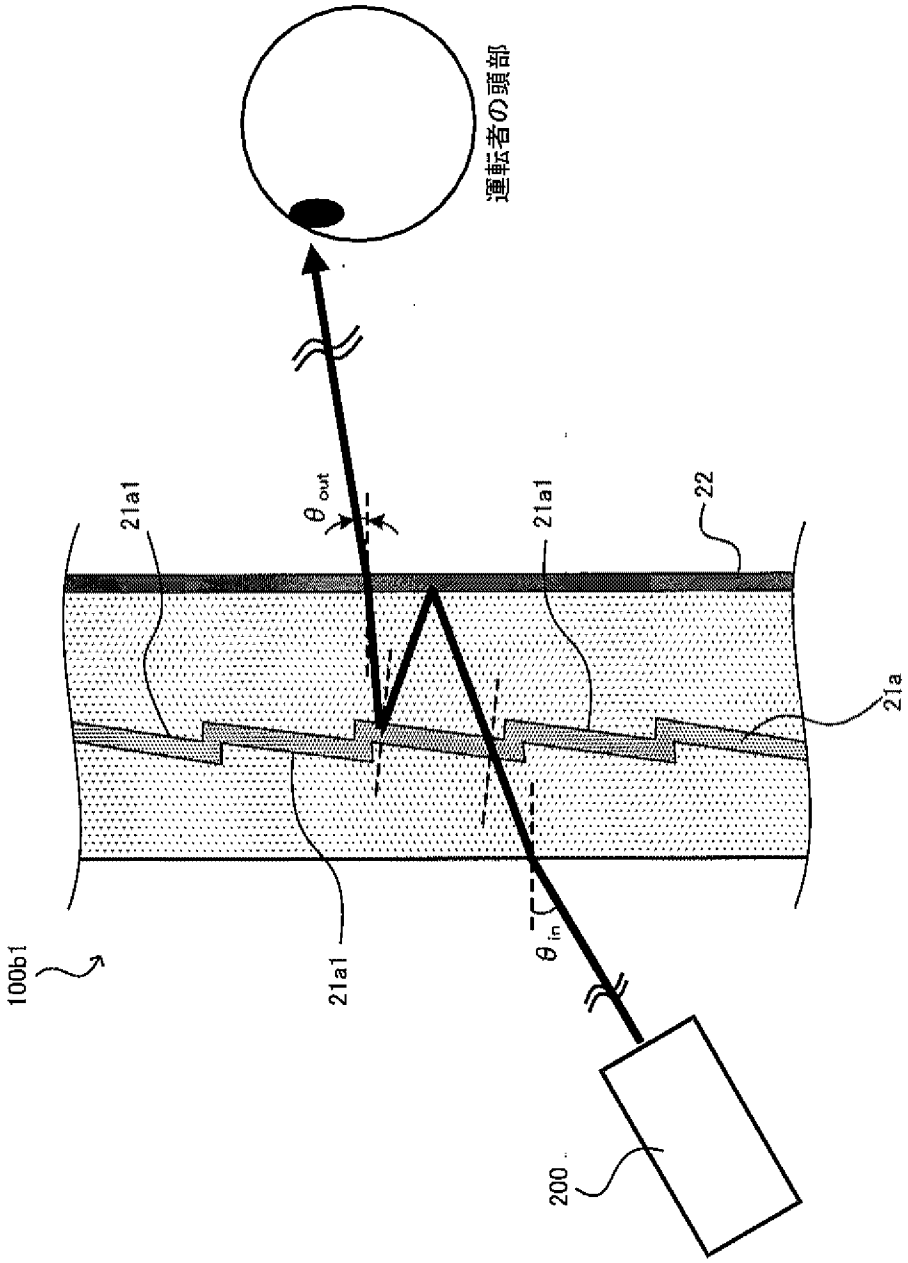

100
80
60
40
20
反射率[%]
400
450
500
550
600
650
700
入射波長[nm]

(a)

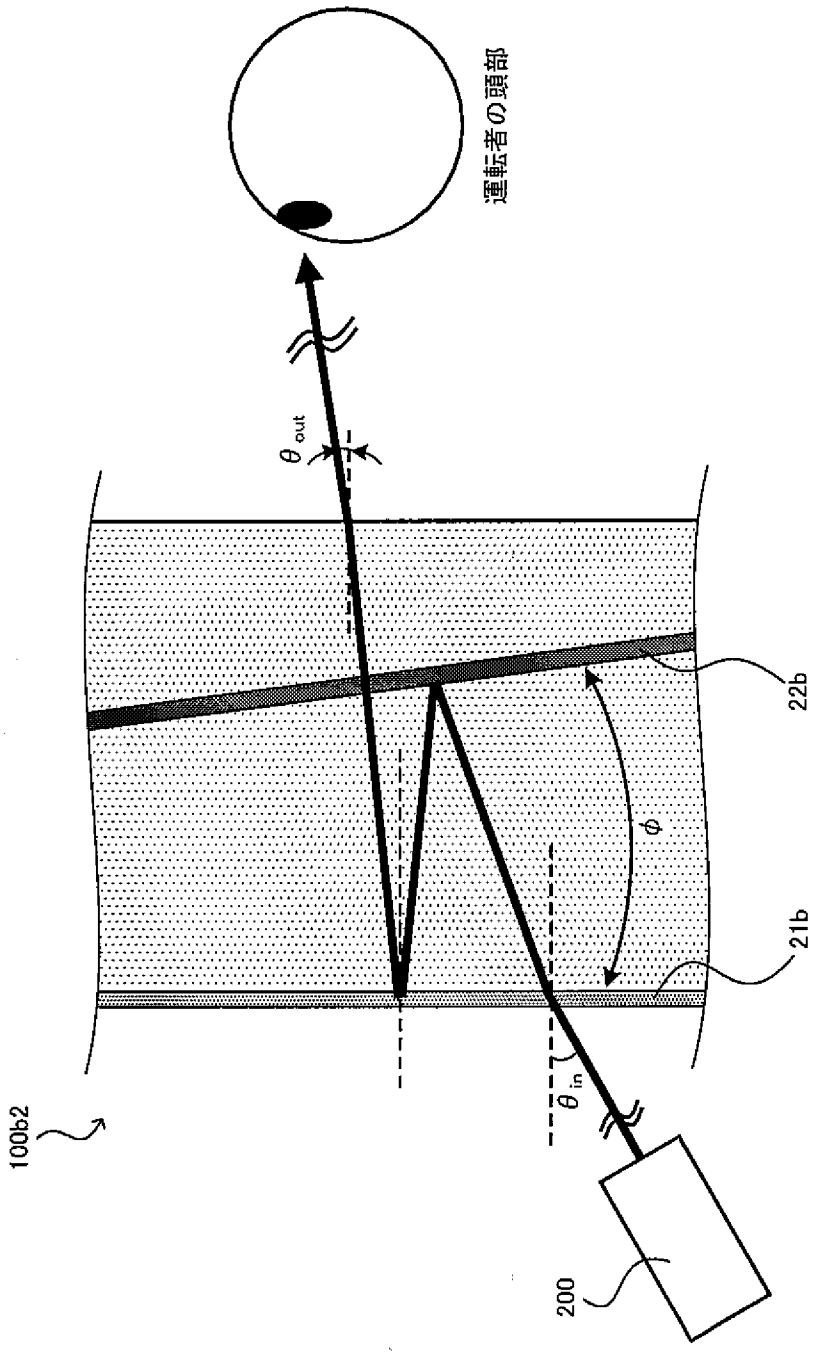

G22
G21
G22'
G21'
100
80
60
40
20
反射率[%]
0
20
40
60
80
θ out
β
θ in
α
入射角度[°]

(b)

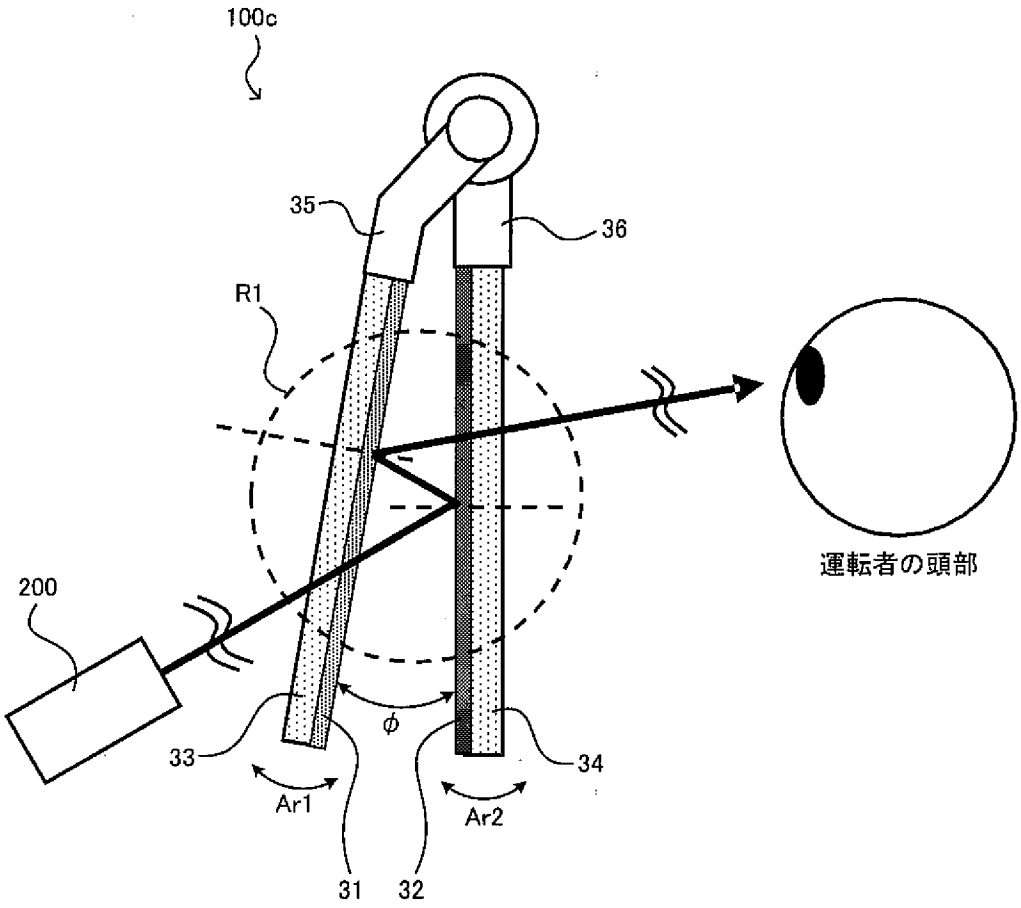
[図8]



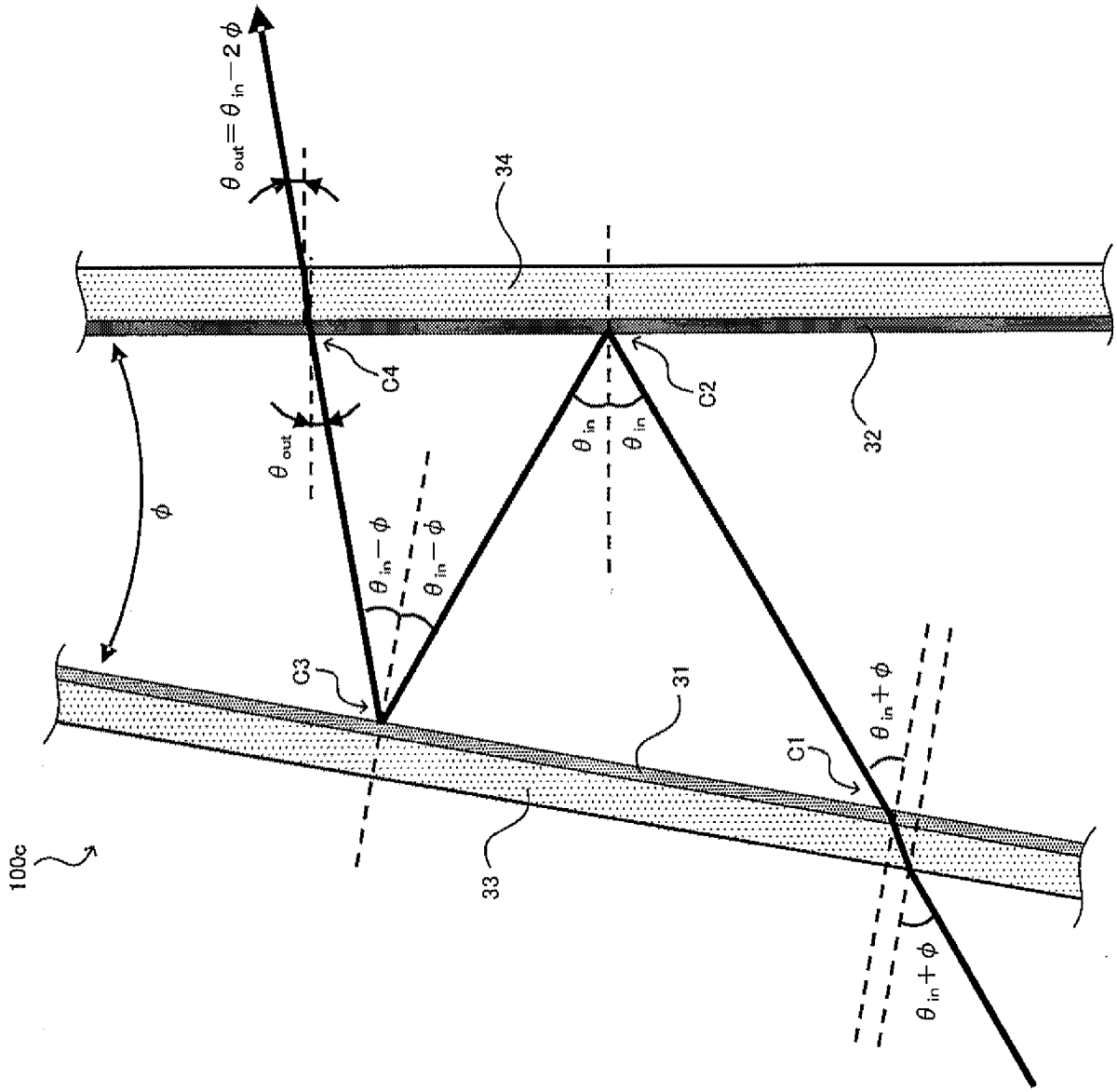
[図9]



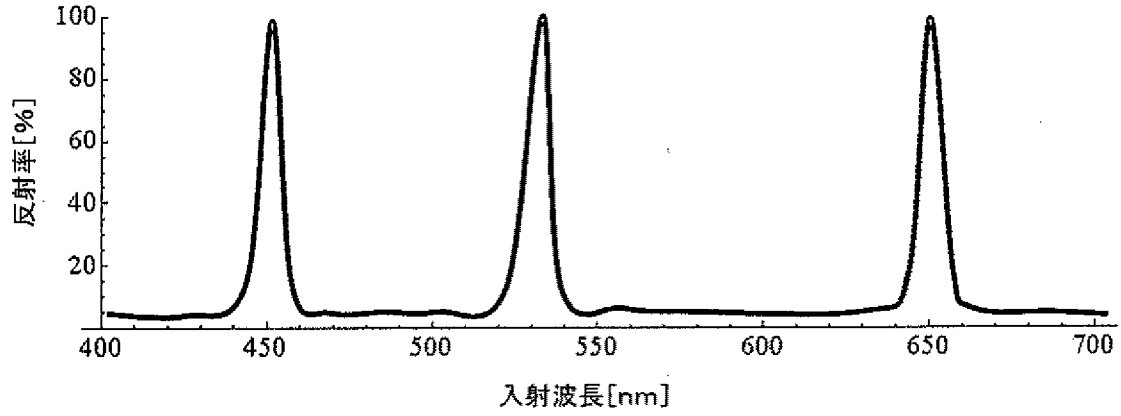
[図10]



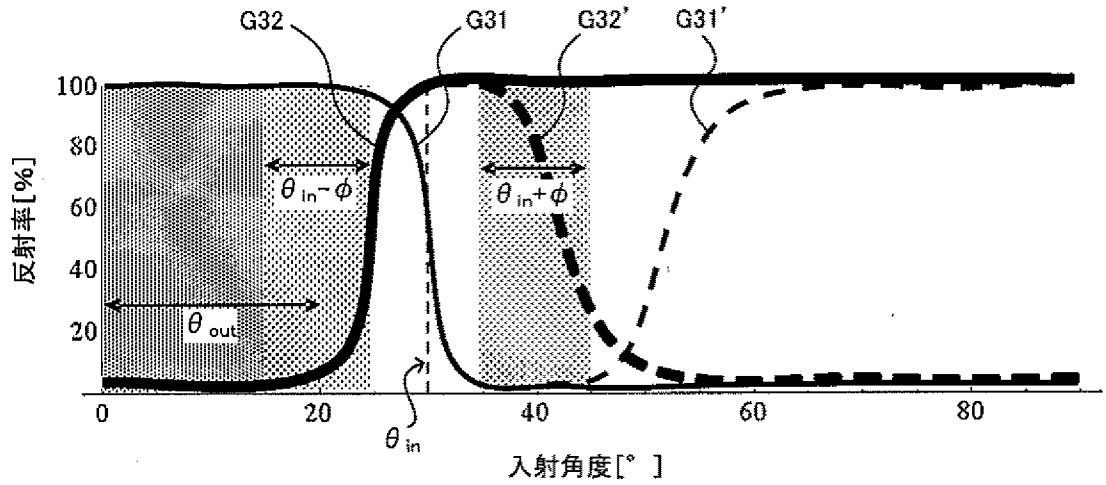
[図11]


θout = θin − 2φ
34
C4
C2
θout
θin
θin
32
φ
θin − φ
θin − φ
C3
31
C1
θin + φ
100c
33
θin + φ

[図12]


100
80
60
40
20
反射率[%]
400
450
500
550
600
650
700
入射波長[nm]

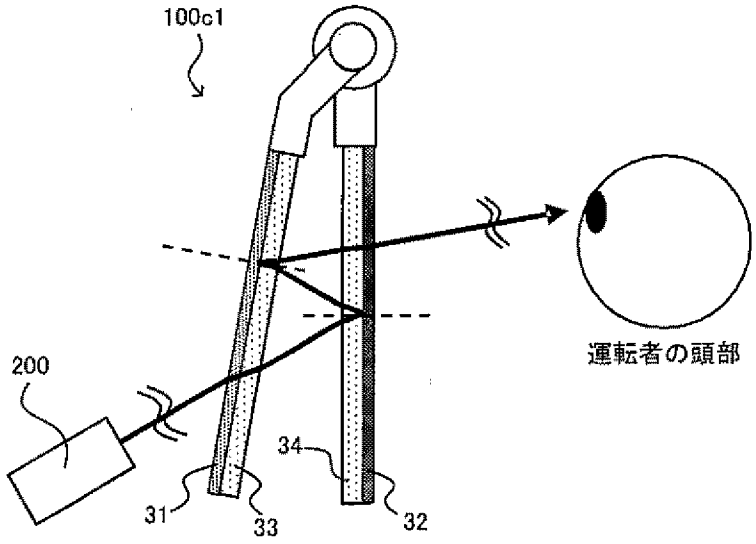
(a)


G32
G31
G32'
G31'
100
80
60
40
20
反射率[%]
θ in-φ
θ in+φ
θ out
0
20
40
60
80
θ in
入射角度[°]

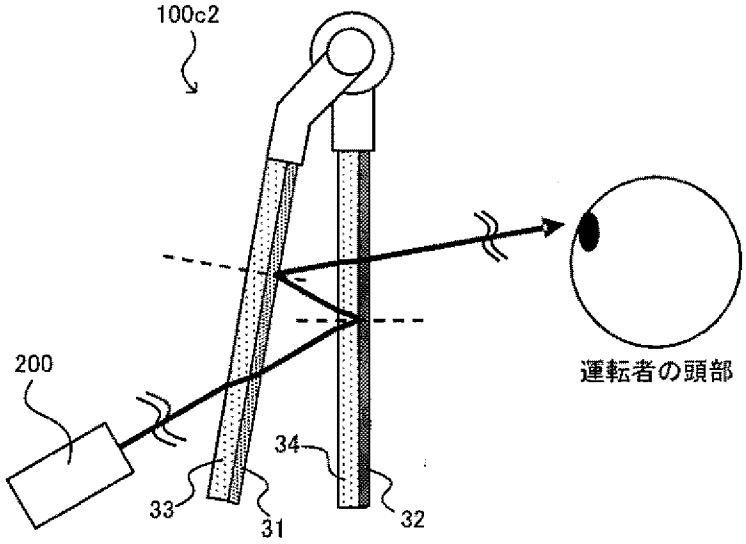
(b)

[図13]

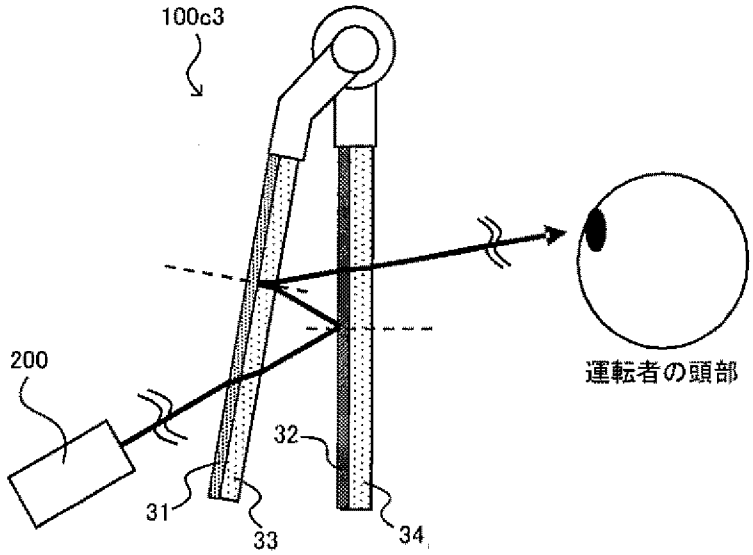
(a)


100c1
200
31
33
34
32
運転者の頭部

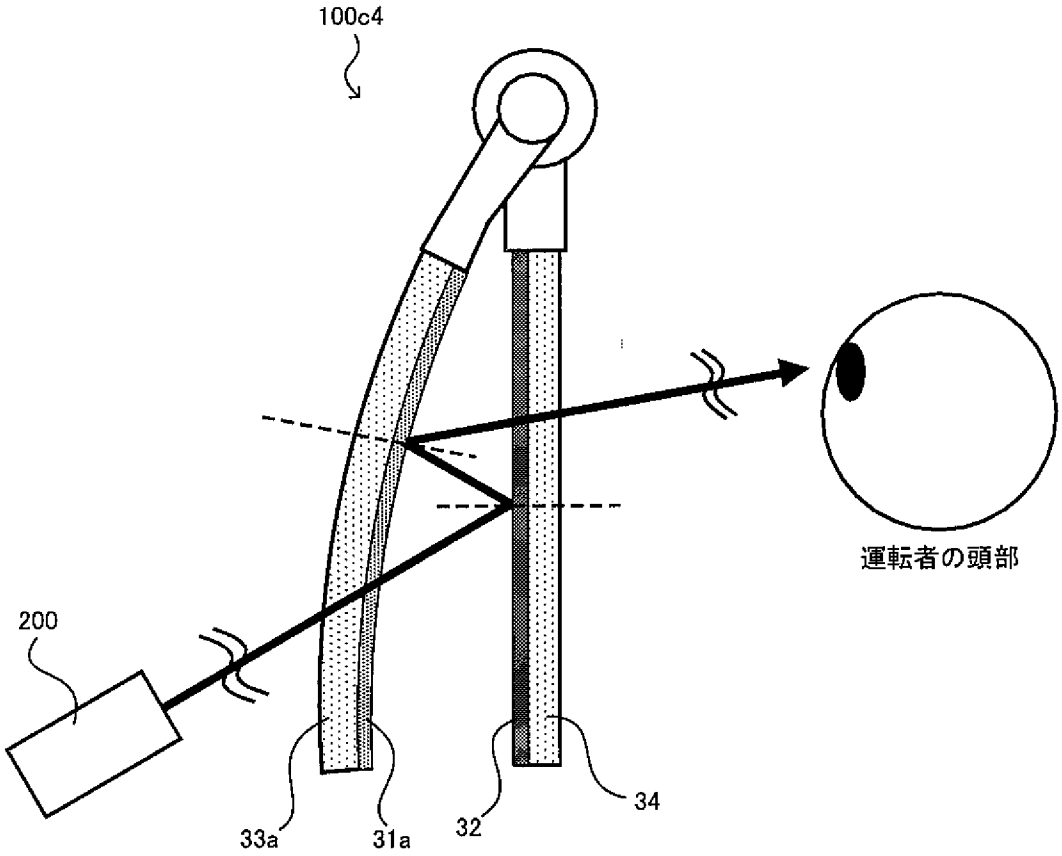
(b)


100c2
200
33
31
34
32
運転者の頭部

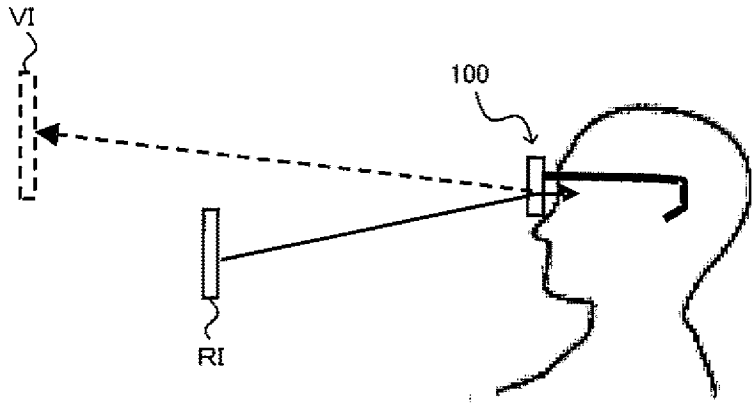
(c)


100c3
200
31
33
32
34
運転者の頭部

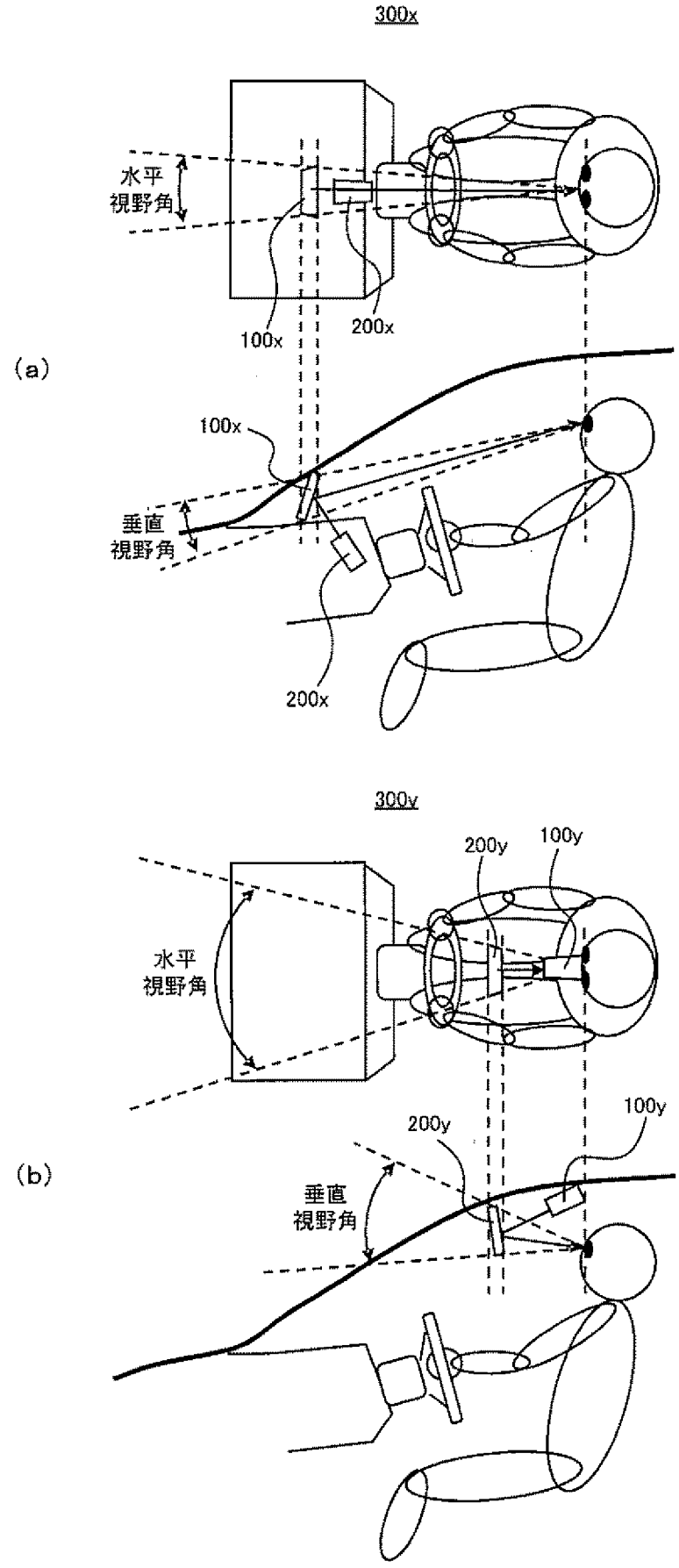
[図14]



[図15]



[図16]


300x
水平
視野角
100x
200x
(a)
100x
垂直
視野角
200x
300y
200y
100y
水平
視野角
(b)
200y
100y
垂直
視野角

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/059129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60K35/00(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)
B60K35/00, G02B5/00-5/32, G02B27/00-27/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
A	JP 04-172418 A (Fujitsu Ltd.), 19 June 1992 (19.06.1992), page 4, lower right column, lines 7 to 12; fig. 5 & US 5497170 A & EP 479059 A1	1-12
A	WO 2011/074209 A1 (Panasonic Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), paragraphs [0136] to [0138]; fig. 16 & US 2012/0250306 A1 & CN 102656501 A	1-12
A	JP 2000-249965 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 14 September 2000 (14.09.2000), paragraphs [0011] to [0013] (Family: none)	1-12

☒ 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
14 May, 2013 (14.05.13)	28 May, 2013 (28.05.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/059129

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-050227 A (Denso Corp.), 18 February 1997 (18.02.1997), paragraphs [0003] to [0005], [0016] (Family: none)	1-12
A	JP 4928014 B1 (Pioneer Corp.), 17 February 2012 (17.02.2012), paragraph [0046] (Family: none)	11
A	JP 2006-350934 A (Denso Corp.), 28 December 2006 (28.12.2006), paragraph [0024] (Family: none)	12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０５９１２９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60K35/00(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.　B60K35/00, G02B5/00-5/32, G02B27/00-27/64

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
A	JP 04-172418 A（富士通株式会社）1992.06.19, 第４ページ右下欄第7-12行、第５図 & US 5497170 A & EP 479059 A1	1-12
A	WO 2011/074209 A1（パナソニック株式会社）2011.06.23, 第0136-0138段落、図16 & US 2012/0250306 A1 & CN 102656501 A	1-12
A	JP 2000-249965 A（旭硝子株式会社）2000.09.14, 第0011-0013段落（ファミリーなし）	1-12

☑　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
１４．０５．２０１３	２８．０５．２０１３

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）　３Ｚ　９７１６
▲高▼木　真顕
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

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
A	JP 09-050227 A (株式会社デンソー) 1997.02.18, 第0003-0005,0016段落（ファミリーなし）	1-12
A	JP 4928014 B1 (パイオニア株式会社) 2012.02.17, 第0046段落（ファミリーなし）	11
A	JP 2006-350934 A (株式会社デンソー) 2006.12.28, 第0024段落（ファミリーなし）	12