

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(43) 国際公開日
2006年3月9日 (09.03.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/025317 A1

- (51) 國際特許分類:
G02B 27/09 (2006.01) *G02B 27/02* (2006.01)

(21) 國際出願番号: PCT/JP2005/015648

(22) 國際出願日: 2005年8月29日 (29.08.2005)

(25) 國際出願の言語: 日本語

(26) 國際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-252452 2004年8月31日 (31.08.2004) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 平山 義一 (HI-RAYAMA, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 古谷 史旺, 外(FURUYA, Fumio et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1丁目19番5号 第2明宝ビル9階 Tokyo (JP).

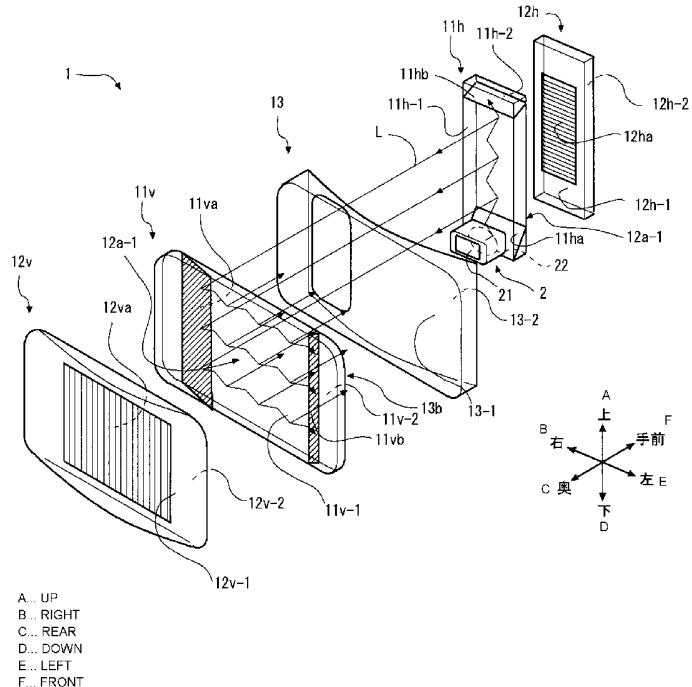
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[繰葉有]

(54) Title: LIGHT FLUX EXPANDING OPTICAL SYSTEM AND IMAG DISPLAY UNIT

(54) 発明の名称: 光束径拡大光学系及び画像表示装置



thereon with a light axis defined by a light flux propagating through the second optical member.

(57) 要約：光束径を2次元方向に拡大することができ、しかも省スペース化に有利な光束径拡大光学系を提供することを目的とする。そのため、本発明の光束

[続葉有]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

- 国際調査報告書

径拡大光学系は、外部から導入される光束を第1光学部材の内面で反射して第1方向に伝播させ、その第1方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第1方向の径を拡大する第1光学系（12h a）と、前記第1方向に径の拡大された前記光束を第2光学部材の内面で反射して前記第1方向とは異なる第2方向に伝播させ、その第2方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第2方向の径を拡大する第2光学系（12v a）とを備え、前記第1光学系は、前記第1光学部材内を伝播する光束から定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有し、前記第2光学系は、前記第2光学部材内を伝播する光束から定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有することを特徴とする。

明細書

光束径拡大光学系及び画像表示装置

技術分野

- [0001] 本発明は、液晶表示素子の照明などに適用される光束径拡大光学系に関する。また、本発明は、アイグラスディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ、カメラ、携帯電話、双眼鏡、顕微鏡、望遠鏡などの光学機器に搭載され、表示画面の虚像を観察眼の前方に形成する画像表示装置に関する。

背景技術

- [0002] アイグラスディスプレイの光学系として射出瞳を拡大するものが提案されている(特許文献1など)。

特許文献1のFig. 2等に開示された光学系は、複数のハーフミラーを、それぞれの透過光路に対して直列に、かつ各反射面が基板の表面に対し所定角度 θ° だけ傾斜するように透過性の基板内に配置してなる。

- [0003] 表示画面から射出した表示光束は、対物レンズを介してこの光学系のハーフミラーに対し入射角度 $(90 - \theta)^\circ$ で入射する。

表示光束が最初のハーフミラーに入射すると、その表示光束の一部はそのハーフミラーにて反射し、他の一部は透過する。そのハーフミラーを透過した表示光束の一部は次のハーフミラーにて反射し、他の一部は透過する。これが各ハーフミラーにて繰り返され、各ハーフミラーにて反射した各表示光束は、それぞれ基板外へ射出する。

- [0004] 基板外には、表示画面の各位置から射出した各画角の光束が重畠して入射する比較的広い領域が存在する。この領域は、射出瞳と等価な働きをする(以下、「射出瞳」という。)。

つまり、特許文献1のFig. 2に記載された光学系は、表示光束の径を拡大することによって射出瞳を拡大している。

- [0005] このように射出瞳が拡大されると、観察眼の瞳の位置の自由度が高まる。因みに、この光学系を液晶表示素子の照明光学系に用いれば、様々な角度の光

線が重畳して入射する領域、すなわち照明領域を拡大することができる。

特に、特許文献1のFig. 13に開示された光学系は、射出瞳を2次元方向に亘り拡大するものである。

- [0006] この光学系を液晶表示素子の照明に用いれば、照明領域を二次元方向に亘り拡大することができる。

特許文献1:特表2003-536102号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] ここで、射出瞳拡大の効果(又は照明領域拡大の効果)を確実に得るためにには、各画角の光束が重畳して入射する領域を十分に確保しなければならないので、特許文献1のFig. 13に開示された光学系においては、例えば、ミラー22a、22b、22cのサイズ及び数を共に十分に確保する必要がある。

しかしながら、この光学系においては、個々のミラー22a、22b、22cのサイズを小さくしない限り、ミラー22a、22b、22cの配置間隔をFig. 13に図示された配置間隔よりも狭めることはできない。

- [0008] このようにミラー22a、22b、22cの配置自由度が低いと、拡大率の向上に伴い大きなスペースを要することになる。

そこで本発明は、光束径を2次元方向に拡大することができ、しかも省スペース化に有利な光束径拡大光学系を提供することを目的とする。

また、本発明は、射出瞳を2次元方向に拡大することができ、しかも省スペース化に有利な画像表示装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の光束径拡大光学系は、外部から導入される光束を第1光学部材の内面で反射して第1方向に伝播させ、その第1方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第1方向の径を拡大する第1光学系と、前記第1方向に径の拡大された前記光束を、前記第1光学部材とは異なる第2光学部材の内面で反射して前記第1方向とは異なる第2方向に伝播させ、その第2方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第2方向の径を拡大する第2

光学系とを備えた光束径拡大光学系であって、前記第1光学系は、前記第1光学部材内を伝播する光束によって定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有し、前記第2光学系は、前記第2光学部材内を伝播する光束によって定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有することを特徴とする。

- [0010] なお、前記第1光学系の前記複数の反射面は、前記第1方向に伝播する前記光束から、前記第1方向に並ぶ複数の光束を生成するものであり、前記第2光学系の前記複数の反射面は、前記第2方向に伝播する前記光束から、前記第2方向に並ぶ複数の光束を生成するものであってもよい。

また、前記第1光学系は、前記第1光学部材の前記反射に供される一方の面の所定領域に密着して形成され、かつその所定領域の各位置に到達する前記光束の一部を前記第1光学部材の外部に射出させる光学面と、その第1光学部材から射出した前記光束を所定方向に偏向する複数の微小反射面とを有し、前記第2光学系は、前記第2光学部材の前記反射に供される一方の面の所定領域に密着して形成され、かつその所定領域の各位置に到達する前記光束の一部を前記第2光学部材の外部に射出させる光学面と、その第2光学部材から射出した前記光束を所定方向に偏向する複数の微小反射面とを有してもよい。

- [0011] また、前記第1光学系の前記光学面及び前記第2光学系の前記光学面は、入射光に対する透過一反射率特性がその入射角度により異なり、垂直入射光に対する透過率が、斜入射光に対する透過率よりも高いという特性を有してもよい。

また、前記第1光学系の前記微小反射面は、入射光に対する透過一反射特性がその入射角度により異なり、前記第1光学系の前記光学面に対する垂直入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率が、前記光学面に対する斜入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率よりも高いという特性を有しており、前記第2光学系の前記微小反射面は、入射光に対する透過一反射特性がその入射角度により異なり、前記第2光学系の前記光学面に対する垂直入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率が、前記光学面に対する斜入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率よりも高いという特性を有してもよい。

- [0012] また、前記第1光学系は、前記第1光学部材内に形成された複数の部分反射面を

有し、前記第2光学系は、前記第2光学部材内に形成された複数の部分反射面を有してもよい。

また、本発明の光束径拡大光学系においては、前記第1光学系により偏向され前記第1光学部材内の伝播路から外れた前記光束を前記第2光学部材内の伝播路に導入するための導入用反射面がさらに備えられてもよい。

- [0013] また、本発明の画像表示装置は、画像表示素子と、前記画像表示素子から導入される各画角の表示光束の径を拡大して射出瞳を拡大する本発明の何れかの光束径拡大光学系とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、光束径を2次元方向に拡大することができ、しかも省スペース化に有利な光束径拡大光学系が実現する。

また、本発明によれば、射出瞳を2次元方向に拡大することができ、しかも省スペース化に有利な画像表示装置が実現する。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]第1実施形態のアイグラスディスプレイの外観図である。

[図2]第1実施形態のアイグラスディスプレイの光学系部分の分解図である。

[図3]画像導入ユニット2、基板11h、12h及びその周辺の光路を示す概略断面図である。

[図4]基板11v、12v及びその周辺の光路を示す概略断面図である。

[図5]マルチミラー12ha、12vaの構成を説明する概略断面図である。

[図6]第2実施形態のマルチミラー12ha'、12va'の構成を説明する概略断面図である。

[図7]第2実施形態のマルチミラー12ha'、12va'の作用を説明する概略断面図である。

[図8]第3実施形態のアイグラスディスプレイを説明する図である。

[図9]第3実施形態のマルチミラー12ha"、12va"の構成を説明する概略断面図である。

[図10]第4実施形態のアイグラスディスプレイを説明する図である。

[図11]第5実施形態のアイグラスディスプレイの外観図である。

[図12]第5実施形態のアイグラスディスプレイのレイアウトの詳細を示す概略断面図である。

[図13]本発明が適用されたプロジェクタの例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の最良の形態(実施形態)を説明する。

[第1実施形態]

以下、図1、図2、図3、図4、図5に基づき本発明の第1実施形態を説明する。

本実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態である。

先ず、アイグラスディスプレイの構成を説明する。

[0017] 図1に示すように、本アイグラスディスプレイは、画像表示光学系1、画像導入ユニット2、ケーブル3、支持部材4などからなる。このうち、画像表示光学系1が、請求項における光束径拡大光学系に対応し、画像表示光学系1及び画像導入ユニット2が、請求項における画像表示装置に対応する。

支持部材4は、画像表示光学系1及び画像導入ユニット2を観察者の頭部に装着するものであり、眼鏡のフレームと同様のテンプル4a、リム4b、ブリッジ4cなどからなる。ケーブル3は、外部機器から画像導入ユニット2に対し映像信号及び電力を供給するためのケーブルである。

[0018] 以下、装着時のアイグラスディスプレイを、観察眼eから見た「上下」「左右」「手前奥」などの表現を用いて説明する(各図中の矢印参照)。

画像表示光学系1は、観察者の方の眼(ここでは、右眼とし「観察眼」という。)eの前に配置される。画像導入ユニット2は、画像表示光学系1の右下部に配置される。

画像表示光学系1は、図2に示すように、観察者の側から順に、基板12h、11h、13、11v、12vを密着して重ねて配置してなる。基板11h、11vが、請求項における第1光学部材及び第2光学部材に対応する。

[0019] 基板12h、11h、13、11v、12vの各々は、外界(画像表示光学系1の反観察者側の領域)から観察眼eに向かう外界光束の少なくとも可視光成分に対し透過性を有した基板である。

基板13、11v、12vは、眼鏡レンズと略同型同大であり、基板12h、11hは、それよりも横幅が小さく、基板13、11v、12vの右端の小さいスペースに納められている。

- [0020] 基板12h、11h、11vは、平行平板であり、基板13は、観察者側の面13-2が曲面となったレンズであり、基板12vは、反観察者側の面12v-1が曲面となったレンズである。これらの曲面は、視度補正の働きを担う。

基板11hの内部の下方及び上方には、導入ミラー11ha及び折り返しミラー11hbが形成され、基板11vの内部の右方及び左方には、導入ミラー11va及び折り返しミラー11vbが形成される。この導入ミラー11vaが、請求項における導入用反射面に対応する。

- [0021] 基板12hの外界側の面12h-1には、マルチミラー12haが設けられる。基板12vの観察者側の面12v-2には、マルチミラー12vaが設けられる。

基板11hの観察者側の面11h-2には、マルチミラー12haの役割の一部を担う反射透過面12a-1が設けられる。以下、この反射透過面12a-1とマルチミラー12haとからなる光学系を、マルチミラー12haと称す。

- [0022] 基板11vの外界側の面11v-1には、マルチミラー12vaの役割の一部を担う反射透過面12a-1が設けられる。以下、この反射透過面12a-1とマルチミラー12vaとからなる光学系を、マルチミラー12vaと称す。

基板11vの観察者側の面11v-2には、反射透過面13bが設けられる。

これらの反射透過面12a-1、13bは、入射角度に応じて異なる透過-反射率特性を示し、具体的には、比較的大きい入射角度で入射する光に対して高い反射性を示し、小さい入射角度で(略垂直に)入射する光に対して高い透過性を示す。

- [0023] なお、反射透過面12a-1と反射透過面13bとの相違は、入射角が大きい光に対する反射透過面13bの透過率よりも、入射角が大きい光に対する反射透過面12a-1の透過率の方が高い点にある。

以上のマルチミラー12ha及び基板11hが、請求項における第1光学系に対応し、マルチミラー12va及び基板11vが、請求項における第2光学系に対応する(詳細は後述)。

- [0024] 画像導入ユニット2の内部には、映像信号に基づき映像を表示する液晶表示素子

21と、液晶表示素子21の近傍に焦点を有した対物レンズ22とが配置される。液晶表示素子21が、請求項における画像表示素子に対応する。

次に、アイグラスディスプレイの各光学面の配置及び構成を光の振る舞いに基づき説明する。

- [0025] 図3に示すように、画像導入ユニット2内の液晶表示素子21の表示画面の各位置から射出した表示光束Lは、対物レンズ22において平行光束に変換される。

なお、図3では、中心画角の光束しか示していないが、実際の表示光束Lは、各画角の光束からなる。

表示光束Lは、基板11hの外界側の面11h-1の下部からその内部に入射し、導入ミラー11haに入射する。

- [0026] 導入ミラー11haの基板11hの表面に対する配置角度 θ_m は、その導入ミラー11haにて反射した表示光束Lが、基板11hの外界側の面11h-1に対し所定の入射角度(=反射透過面12a-1で所定の透過-反射率特性が得られるような所定の入射角度)以上で入射するよう設定されている。この入射角度を、臨界角度 θ_c とする。ここでは、反射透過面12a-1での臨界角度 $\theta_c = 39.9^\circ$ とした。

- [0027] この導入ミラー11haの反射作用により、表示光束Lは、基板11hの観察者側の面11h-2で全反射条件となり、かつ外界側の面11h-1にて殆どを反射し、かつ一部を透過する角度条件を満たしながら、繰り返し交互に内面反射し、上方向へ伝播して折り返しミラー11hbに入射する。この伝播方向(下から上への方向)が、請求項における第1方向に対応する。

- [0028] 因みに、液晶表示素子21からのあらゆる光束が臨界角度 $\theta_c (= 39.9^\circ)$ 以上である場合に、表示光束Lの中心画角の光束の入射角度 $\theta_i = 60^\circ$ であるとき、観察者の上下方向の画角 $-20^\circ \sim +20^\circ$ までの光束 $L_{-20} \sim L_{+20}$ が伝播される。

折り返しミラー11hbの法線は、表示光束Lの中心画角の光束の進行方向と同じ方向に向いているので、折り返しミラー11hbは、基板11hを伝播した表示光束Lを折り返し、入射時の光路を逆進させる働きをする。この折り返しミラー11hbの反射作用により、表示光束Lは基板11hの内部を往復する。

- [0029] この表示光束Lは、往路及び復路において内面反射する毎に、その一部の光束は

基板12hと基板11hとの間に形成されたマルチミラー12haへ入射する。

マルチミラー12haに入射した表示光束Lは、そのマルチミラー12haによって外界側へ偏向され、基板11hから射出する(マルチミラー12haの詳細は後述)。

なお、基板13(図2参照)と基板11hとの間には、エアギャップが設けられており、基板13のうち基板11hに対向する領域は、表示光束Lに対し光学的パワーを付与しない平面となっている。基板11hから射出した表示光束Lは、基板13を介して基板11vに向かう。

[0030] 図3において、画像導入ユニット2の左側には、入射瞳(対物レンズ22の瞳)の概略形状を点線で示し、基板12hの右側には、マルチミラー12ha上に形成される瞳の概略形状を点線で示した。なお、本明細書においては、文言「瞳」を、表示光束Lの各画角の光束が重畠して入射する領域の意味で使用する。

このように、マルチミラー12ha上には、複数の瞳(図3では3つの瞳)が上下方向にずれて形成される。

[0031] それらの複数の瞳から射出した表示光束Lの略全体が基板11vに向かい、上下方向に幅の広い瞳を形成する。

ここで、マルチミラー12haにおける個々の瞳の上下方向の幅 d_r は、入射瞳の径 d_0 、導入ミラー11haの基板11hの表面に対する配置角度 θ_m によって、以下の式(1)で表される。

$$d_r = d_0 / \cos 2\theta_m \quad \cdots (1)$$

また、マルチミラー12ha上で互いに隣接する瞳同士の間隔W_rは、基板11hの厚みdによって、以下の式(2)で表される。

$$W_r = 2d \tan 2\theta_m \quad \cdots (2)$$

本実施形態では、式(1)に基づき $d_r > d_0$ に設定されることが望ましい。 $d_r > d_0$ のとき、マルチミラー12ha上の個々の瞳を上下方向に拡張することができるからである。

[0033] さらに、式(1), (2)に基づきW_rはd_rよりも若干大きく設定されることが望ましい。 $d_r < W_r$ のとき、マルチミラー12ha上の個々の瞳の間に隙間ができるが、それらの瞳から射出した表示光束Lの全体は、マルチミラー12haから離れた位置に大きな瞳を形成することができるからである。

次に、上下方向に径の拡大された表示光束Lは、図4に示すとおり、基板13を介して基板11vの内部に入射する。入射した表示光束Lは、基板11vの内部に設けられた導入ミラー11vaに入射する。

- [0034] 導入ミラー11vaの基板11vの表面に対する配置角度 θ_m は、その導入ミラー11vaにて反射した表示光束Lが、基板11vの観察者側の面11v-2に対し所定の入射角度 θ_i で入射するよう設定されている。入射角度 θ_i は、基板11vの臨界角度 θ_c よりも大きい角度である。ここでも、反射面透過面13bの臨界角度 $\theta_c = 39.9^\circ$ 、表示光束Lの中心画角の光束の入射角度 $\theta_i = 60^\circ$ とする。
- [0035] この導入ミラー11vaの反射作用により、表示光束Lは、基板11vの外界側の面11v-1及び観察者側の面11v-2にて反射を繰り返し交互に内面反射し、左方向へ伝播して折り返しミラー11vbに入射する。この伝播方向(右から左への方向)が、請求項における第2方向に対応する。
折り返しミラー11vbの法線は、表示光束Lの中心画角の光束の進行方向と同じ方向に向いているので、折り返しミラー11vbは、基板11vを伝播した表示光束Lを折り返し、入射時の光路を逆進させる働きをする。この折り返しミラー11vbの反射作用により、表示光束Lは基板11vの内部を往復する。
- [0036] この表示光束Lは、往路及び復路において内面反射する毎に、その光束の一部は基板12vと基板11vとの間に形成されたマルチミラー12vaへ入射する。
マルチミラー12vaに入射した表示光束Lは、そのマルチミラー12vaによって観察者側へ偏向され、基板11vから射出する(マルチミラー12vaの詳細は後述)。
図4において、基板12vの下側には、入射瞳の概略形状を点線で示し、基板12vの上側には、マルチミラー12va上に形成される瞳の概略形状を点線で示した。
- [0037] このように、マルチミラー12va上には、複数の瞳(図4では9個の瞳)が上下方向及び左右方向にずれて形成されることになる。
それらの複数の瞳から射出した表示光束Lの略全体が観察眼eの方向に向かい、上下方向及び左右方向に幅の広い瞳を形成することができる。この瞳が、画像表示光学系1の射出瞳Eである。
- [0038] この射出瞳Eの何れかの位置に観察眼eの瞳を配置すれば、観察者は、液晶表示

素子21の表示画面の虚像を観察することができる。

次に、マルチミラー12ha, 12vaの構成を説明する。このマルチミラー12ha, 12vaは、反射透過面12a-1への入射角度が39. 9° 以上の光に対して高い反射率を示し、反射透過面12a-1に対して略垂直に入射する光に対して高い透過率を示す。

- [0039] なお、マルチミラー12ha, 12vaは互いに同じ要素からなる。また、マルチミラー12haと基板11h, 12h及び表示光束Lとの関係と、マルチミラー12vaと基板11v, 12v及び表示光束Lとの関係とは互いに同じである。

よって、図5では、これらのマルチミラー12ha, 12vaを一括して示した。図5において、括弧無しの矢印で示す方向は、マルチミラー12haに関する方向であり、括弧付きの矢印で示す方向は、マルチミラー12vaに関する方向である。

- [0040] マルチミラー12ha(12va)は、図5(a)に示すように、基板11h(11v)の表面に形成された反射透過面12a-1(以下、第1反射透過面12a-1と称す。)と、基板12h(12v)の表面において観察者の上下方向(左右方向)に交互に隙間無く列状に形成された複数の微小な第2反射透過面12a-2, 12a-2' とからなる。

- [0041] このうち、第1反射透過面12a-1が請求項の光学面に対応し、第2反射透過面12a-2, 12a-2' が、請求項の微小反射面に対応する。

第2反射透過面12a-2の姿勢は、観察眼eの上奥から手前下(左手前から右奥)に向かって傾斜した姿勢であり、第2反射透過面12a-2'の姿勢は、第2反射透過面12a-2と反対方向に等角度だけ傾斜した姿勢である。

- [0042] つまり、第2反射透過面12a-2、第2反射透過面12a-2'は、何れも基板11h(基板11v)内において光軸の存在する平面(図5の紙面)に対し垂直である。

なお、本明細書において、文言「光軸」は、表示光束Lの中心画角の光束の主光線の光路を指す。

第2反射透過面12a-2と基板12h(12v)の法線とが成す角度、及び第2反射透過面12a-2'と基板12h(12v)の法線とが成す角度は、それぞれ60° である。

- [0043] このようなマルチミラー12ha(12va)の単位形状を図5の紙面と平行な面で切断すると、その断面形状は、底角が30° の二等辺三角形状となる。

第1反射透過面12a-1は、60° 近傍(40° ~80°)の入射角度で入射する光の

一部を反射しその他を透過する性質を有し、かつ 0° 近傍($-20^\circ \sim +20^\circ$)の入射角度で入射する光を全て透過する性質を有している。

- [0044] 第2反射透過面12a-2, 12a-2'は、それぞれ 30° 近傍($10^\circ \sim 50^\circ$)の入射角度で入射する光の一部を反射しその他を透過する性質を有している。

基板12h(12v)が光学ガラス・光学樹脂・結晶などからなる場合、第1反射透過面12a-1, 第2反射透過面12a-2, 12a-2'には、例えば異なる屈折率を有する誘電体・金属・有機材料などを組み合わせた光学多層膜を適用できる。

- [0045] なお、設計時、第1反射透過面12a-1, 第2反射透過面12a-2, 12a-2'の反射透過率の角度特性は、内面反射の回数、射出瞳Eに入射させるべき外界光束と表示光束Lとの強度のバランス(シースルー性)などを考慮して最適化される。

また、図5(a), (b)には、第1反射透過面12a-1と、第2反射透過面12a-2, 12a-2'が近接している例を示したが、間隔が設けられていてもよい。

- [0046] 次に、このマルチミラー12ha(12va)の形成方法は、例えば次のとおりである。

基板12h(12v)の一方の面上に、V字状の断面をした複数の微小溝を隙間無く並べて形成する。

その溝の一方の内壁及び他方の内壁に第2反射透過面12a-2, 12a-2'となる光学多層膜をそれぞれ成膜し、原型と同じ材料により溝を埋め、その表面に第1反射透過面12a-1となる光学多層膜を成膜する。

- [0047] 溝の形成及び光学多層膜の成膜には、それぞれ樹脂成形及び蒸着などの技術が適用可能である。

次に、基板11h(11v)内を伝播する表示光束Lに対するマルチミラー12ha(12va)の作用を説明する。ここでは、中心画角の光束($\theta_i = 60^\circ$) L_0 、周辺画角の光束($\theta_i = 40^\circ$) L_{-20} 、周辺画角の光束($\theta_i = 80^\circ$) L_{+20} に対する作用を代表して説明する。

- [0048] 往路進行中、図5(a)に示すように、 60° 近傍($40^\circ \sim 80^\circ$)の入射角度で基板11h(11v)を内面反射する光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、何れも基板11h(11v)と第1反射透過面12a-1との境界面において全反射せずに、その一部が第1反射透過面12a-1を透過し、基板12h(12v)の内部に進入する。

進入した光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、第2反射透過面12a-2に対し 30° 近傍($10^\circ \sim 5$

0°)の入射角度でそれぞれ入射する。第2反射透過面12a-2に入射した光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} の一部は、第2反射透過面12a-2にて反射し、第1反射透過面12a-1に対し 0° 近傍($-20^\circ \sim +20^\circ$)の入射角度で入射し、第1反射透過面12a-1を透過して基板11h(11v)に入射する。このときの入射角度は、臨界角度 θ_c よりも小さいので、光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、基板11h(11v)を内面反射することなく透過し外部に射出する。

[0049] 復路進行中、図5(b)に示すように、 60° 近傍($40^\circ \sim 80^\circ$)の入射角度で基板11h(11v)を内面反射する光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、何れも基板11h(11v)と第1反射透過面12a-1との境界面において全反射せずに、その一部が第1反射透過面12a-1を透過し、基板12h(12v)の内部に進入する。

進入した光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、第2反射透過面12a-2'に対し 30° 近傍($10^\circ \sim 50^\circ$)の入射角度でそれぞれ入射する。第2反射透過面12a-2'に入射した光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} の一部は、第2反射透過面12a-2'にて反射し、第1反射透過面12a-1に対し 0° 近傍($-20^\circ \sim +20^\circ$)の入射角度で入射し、第1反射透過面12a-1を透過して基板11h(11v)に入射する。このときの入射角度は、臨界角度 θ_c よりも小さいので、光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、基板11h(11v)を内面反射することなく透過し外部に射出する。

[0050] ところで、マルチミラー12ha(12va)の偏向効率が一様であるならば、往路進行中、マルチミラー12ha(12va)によって偏向される表示光束Lの輝度は、内面反射を繰り返す毎に弱くなる。同様に、復路進行中、マルチミラー12ha(12va)によって偏向される表示光束Lの輝度は、内面反射を繰り返す毎に弱くなる。

よって、往路進行中に基板11h(11v)から外部に射出する表示光束Lの輝度は、折り返しミラー11hb(11vb)に近づくほど弱くなり、復路進行中に基板11h(11v)から外部に射出する表示光束Lの輝度は、折り返しミラー11hb(11vb)から遠ざかるほど弱くなる。

[0051] したがって、基板11h(11v)から外部に射出する表示光束L(つまり、往路進行中に射出する表示光束Lと復路進行中に射出する表示光束Lとの和)の輝度ムラは、抑えられる。

また、このマルチミラー12ha(12va)は、互いに同じ特性を有した第2反射透過面12a-2と第2反射透過面12a-2'を隙間無く配置し、外界から観察者側へ向かう外界光束に対して一様な特性を示すので、外界光束の輝度ムラも、抑えられる。

- [0052] 次に、本アイグラスディスプレイの効果を説明する。

本実施形態のアイグラスディスプレイは、基板11h, 12hにより射出瞳Eの上下方向の幅を拡大し、基板11v, 12vにより射出瞳Eの左右方向の幅を拡大している。

このうち、請求項における第1偏向光学部及び第2偏向光学部の主たる役割を果たすのは、マルチミラー12haの複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')と、マルチミラー12vaの複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')である(図5参照)。

- [0053] 図5に示したとおり、複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')は、光軸の存在する平面(図5の紙面と平行な平面)に対し垂直である。因みに、特許文献1のミラー22a、22b、22cは、光軸の存在する平面(Fig. 13の紙面に垂直な平面)に対し非垂直である。

このような本実施形態では、複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')が基板11h又は基板11vの表面と成す角度を、内面反射の角度(つまり角度 θ_i 、ここでは 60°)に応じて 45° 以外の角度(図5では 30°)に設定することができる。

- [0054] 因みに、特許文献1では、ミラー22a、22b、22cが基板11h又は基板11vの表面と成す角度を、内面反射の角度(つまり角度 θ_i 、ここでは 60°)に依らず 45° 以外の角度にすることはできない。

つまり、マルチミラー12ha, 12vaの複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')の配置自由度は、特許文献1のミラー22a、22b、22cの配置自由度よりも高く、省スペース化に有利である。

- [0055] その配置自由度の高さを利用し、本実施形態では、複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')が基板11h又は基板11vの表面と成す角度を 30° に設定する(図5参照)と共に、それら複数の反射面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')をマルチミラー12ha, 12vaとして、基板11h, 11vの内部ではなくその表面の近傍に設けた。

- [0056] このとき、画像表示光学系1は、基板11h, 11vの面方向に広いスペースを要するものの、基板11h, 11vの法線方向には小さなスペースしか要しない。
- したがって、射出瞳の拡大率が大きい割に、画像表示光学系1のサイズは眼鏡と略同等のコンパクトに納められている(図1参照)。
- しかも、マルチミラー12ha, 12vaの形状は、微小な単位形状の繰り返しからなるシンプルな形状なので、基板12h, 12v上に形成する際にも、その基板12h, 12vを多数に切断する必要は無い(上述したごとく樹脂成形や蒸着など、量産化が容易な製造技術を適用することが可能である。)。
- [0057] また、マルチミラー12ha, 12vaは、複数の微小な反射透過面(第2反射透過面12a-2, 12a-2')を用いているものの、それら微小な反射透過面における回折効果を利用している訳ではないので、色収差が殆ど発生しない。
- (第1実施形態の変形例)
- なお、本実施形態では、基板11vと基板13との間にエアギャップと同等の働きをする反射透過面13bが設けられたが(図2参照)、エアギャップに代えてもよい。但し、画像表示光学系1の強度が高まる点において、反射透過面13bを適用する方が望ましい。
- [0058] また、本実施形態では、基板11h, 12hのペアと、基板11v, 12vのペアとの双方にシースルー性が付与されているが、前者については観察眼eの視界を殆ど遮らないので(図1参照)、通常の眼鏡レンズを使用したときと同等のシースルー性が付与されていてもよい。
- その場合、基板11h, 12hの光学面の一部又は全部に、基板と空気との屈折率差から決まる臨界角度よりも小さい入射角度で高い反射率を有する金属膜や誘電体多層膜を使用することができる。
- [0059] この場合には、角度 θ_m (図3参照)を小さくすることができるので、間隔 W_r (図3参照)を小さくしながら瞳を大きくすることができる。但し、角度 θ_m を小さくすると、幅 d_r も小さくなる傾向にあるので、光学系全体の寸法などを考慮してこれらの値を最適化することが望ましい。
- また、液晶表示素子21の光源が、LEDなどの狭帯域なスペクトル特性を有する場

合や、特定の偏光成分のみから成る場合には、マルチミラー12ha, 12vaの第1反射透過面12a-1, 第2反射透過面12a-2, 12a-2'の波長又は偏光方向に対する反射特性を決定する際に、そのスペクトル特性や偏光成分を考慮するとよい。このように、波長域や偏光方向が限定されているときには、第1反射透過面12a-1, 第2反射透過面12a-2, 12a-2'に使用すべき膜の設計の自由度が高まる。

- [0060] また、本アイグラスディスプレイは、画像導入ユニット2による表示光束Lの導入箇所が観察眼eの右下方に設定されたが、観察眼eの右上方に設定してもよい。
また、本アイグラスディスプレイは、観察眼eが観察者の右眼に設定されたが、左眼に設定されてもよい。その場合、画像導入ユニット2による表示光束Lの導入箇所は、その観察眼eの左下方又は左上方に設定されるとよい。

- [0061] また、本アイグラスディスプレイは、画像導入ユニット2の配置箇所が基板11hよりも外界側に設定されたが、観察者側に設定されてもよい。
その他、本アイグラスディスプレイの画像表示光学系1を90°回転させたり、各要素のレイアウトを各種に変更してもよい。各要素のレイアウトは、アイグラスディスプレイの外観デザインや、表示すべき画像の形状(アスペクト比)などを勘案して適宜選択される。

[0062] [第2実施形態]

以下、図6、図7に基づき本発明の第2実施形態を説明する。

本実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態である。ここでは、第1実施形態との相違点についてのみ説明する。

相違点は、基板11h内の折り返しミラー11hbが省略され、基板11v内の折り返しミラー11vbが省略された点にある。

- [0063] これに伴い、基板12h, 12vには、マルチミラー12ha, 12vaに代えて、図6に示すようなマルチミラー12ha', 12va'が設けられる。

図6に示すとおり、マルチミラー12ha', 12va'は、第1実施形態のマルチミラー12ha, 12vaにおいて、第2反射透過面12a-2'を省略すると共に、その分だけ第2反射透過面12a-2を密に配置したものである。この場合も、第1実施形態と略同様の効果が得られる。

[0064] なお、図6では、マルチミラー12ha'，12va'を一括して示した。図6において、括弧無しの矢印で示す方向は、マルチミラー12ha'に関する方向であり、括弧付きの矢印で示す方向は、マルチミラー12va'に関する方向である。

以上の本実施形態においても、第1実施形態と略同様の効果が得られる。

但し、折り返しミラー11hb, 11vbの省略された本実施形態では、基板11h(11v)から射出する表示光束Lに輝度ムラが生じる。

[0065] また、図7に拡大して示すとおり、第2反射透過面12a-2のうち、第1反射透過面12a-1から離れた側の略半分の領域Bは、観察者から見て下側(右側)に隣接する第2反射透過面12a-2の陰になる。

なお、図7では、マルチミラー12ha'，12va'を一括して示した。図7において、括弧無しの矢印で示す方向は、マルチミラー12ha'に関する方向であり、括弧付きの矢印で示す方向は、マルチミラー12va'に関する方向である。

[0066] この陰があると、領域Bに到達する表示光束Lの光量が、領域Aに到達する表示光束Lの光量よりも少なくなるので、領域Bから外部に射出する表示光束Lの光量は、領域Aから外部に射出する表示光束Lの光量よりも少なくなる。このため、周期的な輝度ムラが生じる。

周期的な輝度ムラを回避する方法としては、マルチミラー12ha'(12va')の単位形状を高密度に配置することが挙げられる。観察眼eの瞳径(約6mm)と同サイズ内に、数周期～10周期程度配置できれば、周期的な輝度ムラは生じるものとの観察眼eに与える違和感は殆ど無い。

[0067] 周期的な輝度ムラをさらに確実に回避する方法としては、第2反射透過面12a-2のうち、第1反射透過面12a-1に近い側の領域Aの反射率RAと、第1反射透過面12a-1から遠い側の領域Bの反射率RBとの比を、1:2にすることが挙げられる。この場合、領域Aを透過した表示光束Lが領域Bに入射するので、周期的な輝度ムラは略無くなる。

[0068] なお、比は、完全に1:2にするのではなく、領域Aにて反射した表示光束Lと領域Bにて反射した表示光束Lとの射出瞳E上での輝度が完全に均一になるよう、それら反射光の光路の差異などに応じて調整されることが望ましい。また、マルチミラー12ha'

(12va')の単位形状を高密度に配置することを組み合わせれば、さらに効果が高まる。

[0069] 一方、段階的な輝度ムラを回避する方法としては、マルチミラー12ha' (12va')の表示光束Lに対する偏向効率に対し分布を付与することが挙げられる。

このような分布を付与すると、射出瞳Eに入射する表示光束Lの輝度を、均一化することができる。また、最後の入射領域の偏向効率を100%に設定すれば、迷光の発生が防止される。

[0070] なお、マルチミラー12ha' (12va')の偏向効率に分布を付与するためには、各位置の第2反射透過面12a-2の反射率に差異を与えるか、或いは、第1反射透過面12a-1の透過率に分布を付与すればよい。

但し、マルチミラー12ha' (12va')の偏向効率に分布を付与すると、外界から観察者側に入射する外界光束に対するマルチミラー12ha' (12va')の透過率が非一様になる可能性があり、その場合、外界光束に輝度ムラが生じることを許容しなければならない。

[0071] (第2実施形態の変形例)

なお、本実施形態では、第1実施形態のアイグラスディスプレイにおいて、折り返しミラー11hb, 11vbの双方を省略し、かつマルチミラー12ha, 12vaの双方をマルチミラー12ha', 12va'に代えたものであるが、折り返しミラー11hb, 11vbの一方のみを省略し、かつマルチミラー12ha, 12vaの一方のみを代えてもよいことは言うまでもない。

[0072] [第3実施形態]

以下、図8、図9に基づき本発明の第3実施形態を説明する。

本実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態である。ここでは、第2実施形態との相違点についてのみ説明する。

相違点は、図8(a)に示すように、マルチミラー12ha'に代えてマルチミラー12ha"が備えられ、図8(b)に示すように、マルチミラー12va'に代えてマルチミラー12va"が備えられた点にある。

[0073] マルチミラー12ha"の形成箇所は、第2実施形態のそれとは反対、つまり基板11h

の外界側の面11h-1であり、マルチミラー12va”の形成箇所は、第2実施形態のそれとは反対、つまり基板11vの観察者側の面11v-2である。

マルチミラー12ha”, 12va”も、マルチミラー12ha’, 12va’と同様、図9に示すように、第1反射透過面12a-1, 第2反射透過面12a-2からなる。

- [0074] なお、図9では、マルチミラー12ha”, 12va”を一括して示した。図9において、括弧無しの矢印で示す方向は、マルチミラー12ha”に関する方向であり、括弧付きの矢印で示す方向は、マルチミラー12va”に関する方向である。

但し、第2反射透過面12a-2と基板13の法線とが成す角度は、30°に設定される。

- [0075] また、第2反射透過面12a-2は、60°近傍(40°～80°)の入射角度で入射する光に対して反射透過性を有している。

次に、基板11h(11v)内を伝播する表示光束Lに対するマルチミラー12ha”(12va”)の作用を説明する。ここでは、中心画角の光束($\theta_i = 60^\circ$) L_0 、周辺画角の光束($\theta_i = 40^\circ$) L_{-20} 、周辺画角の光束($\theta_i = 80^\circ$) L_{+20} に対する作用を代表して説明する。

- [0076] 図9に示すように、60°近傍(40°～80°)の入射角度で基板11h(11v)を内面反射する光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、何れも基板11h(11v)と第1反射透過面12a-1との境界面において全反射せずに、その一部が第1反射透過面12a-1を透過する。

透過した光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} は、第2反射透過面12a-2に対し60°近傍(40°～80°)の入射角度でそれぞれ入射する。第2反射透過面12a-2に入射した表示光束 L_0 , L_{-20} , L_{+20} の一部は、第2反射透過面12a-2にて反射し、外部に射出する。

- [0077] このようなマルチミラー12ha”(12va”)も、マルチミラー12ha’(12va’)と同じ作用をする。

したがって、本実施形態においても、第2実施形態と同じ効果が得られる。

なお、本実施形態は、第2実施形態のアイグラスディスプレイにおいて、マルチミラー12ha’, 12va’の双方をマルチミラー12ha”, 12va”に代えたものであるが一方のみを代えてもよいことは言うまでもない。

- [0078] また、本実施形態は、第2実施形態の変形例であるが、第1実施形態を同様に変形

してもよいことは言うまでもない。

[第4実施形態]

以下、図10に基づき本発明の第4実施形態を説明する。

本実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態である。ここでは、第2実施形態との相違点についてのみ説明する。

- [0079] 相違点は、図10(a)に示すように、マルチミラー12ha'に代えて複数のハーフミラーHMが備えられ、図10(b)に示すように、マルチミラー12va'に代えて複数のハーフミラーHMが備えられた点にある。これら複数のハーフミラーHMが、請求項の部分反射面に対応する。

これら複数のハーフミラーHMは、基板11hの内部、基板11vの内部に設けられるので、第1実施形態においてマルチミラー12ha, 12vaを設けるための基板12h, 12vは、非必須となる。なお、図10においては、基板12h, 12vの他に、基板13(視度補正の働きを担う基板)についても省略した。

- [0080] 図10(a)に示すように、基板11hの内部に設けられたハーフミラーHMは、何れも基板11h内において光軸の存在する平面(図10の紙面)に対し垂直である。

図10(b)に示すように、基板11vの内部に設けられたハーフミラーHMは、何れも基板11v内において光軸の存在する平面(図10の紙面)に対し垂直である。

このような本実施形態のアイグラスディスプレイにおいても、基板11hにより射出瞳Eの上下方向の幅を拡大し、基板11vにより射出瞳Eの左右方向の幅を拡大することができる。

- [0081] また、ハーフミラーHMが光軸の存在する平面に対し垂直なので、ハーフミラーHMの基板11h, 11vの表面に対する角度を、内面反射の角度(つまり角度 θ_i 、ここで $i=60^\circ$)に応じて 45° 以外の角度(図10では 60°)に設定することができる。つまり、複数のハーフミラーHMの配置自由度は高く、省スペース化に有利である。

その配置自由度の高さを利用し、本実施形態では、複数のハーフミラーHMを基板11h, 11vのそれぞれに対し密に設けている。

- [0082] したがって、射出瞳の上下方向及び左右方向の拡大率が大きい割に、画像表示光学系1のサイズはコンパクトに収められている。

なお、本実施形態は、第2実施形態のアイグラスディスプレイにおいて、マルチミラー-12ha, 12vaの双方を複数のハーフミラーHMに代えたものであるが、一方のみを代えてもよいことは言うまでもない。

- [0083] また、本実施形態は、第2実施形態の変形例であるが、第1実施形態を同様に変形してもよいことは言うまでもない。

[第5実施形態]

以下、図11、図12に基づき本発明の第5実施形態を説明する。

本実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態である。ここでは、第1実施形態との相違点についてのみ説明する。

- [0084] 相違点は、図11に示すように、画像表示光学系1の全体をL字状に配置し(図11中点線部参照)、観察者の顔面への装用性を向上した点にある。このような配置を採用すれば、アイグラスディスプレイをゴーグルタイプにすることができる。

図12は、このアイグラスディスプレイのレイアウトの詳細を示す概略断面図である。

第1実施形態で述べた基板12h, 11h等が観察者の右方の側頭部に納められている。その基板11hから射出した表示光束Lの光路は、折り曲げミラー71によって偏向してから、基板11vへと入射する。

- [0085] なお、折り曲げミラー71による偏向角度は、アイグラスディスプレイのデザインや装用性を勘案して、適当な角度に設定される。

また、本実施形態は、第1実施形態の変形例であるが、第2実施形態、第3実施形態、第4実施形態を同様に変形してもよい。

[その他の各実施形態]

なお、各実施形態のアイグラスディスプレイは、表示光束Lの上下方向の径を拡大した後に左右方向の径を拡大するよう各要素が配置されているが、その拡大の順序が逆になるよう各要素を配置することもできる。拡大の順序については、アイグラスディスプレイの外観デザインや、表示すべき画像のアスペクト比などを勘案して適宜選択される。また、その際には、視野角がなるべく広く保たれるよう選択されることが望ましい。

- [0086] また、各実施形態のアイグラスディスプレイは、表示画面の虚像を片眼(右眼)のみ

に表示するよう構成されているが、左右両方に対し表示するよう構成することもできる。また、左右の表示画面にステレオ画像を表示すれば、アイグラスディスプレイを立体視ディスプレイとして使用することができる。

また、各実施形態のアイグラスディスプレイは、シースルー型に構成されているが、その一部又は全部が非シースルー型に構成されてもよい。その場合、偏向光学部(マルチミラーなど)の外界光束に対する透過率を0に設定すればよい(マルチミラーの場合、第2反射透過面12a-2, 第2反射透過面12a-2'の透過率を0に設定すればよい。)。因みに、非シースルー型のアイグラスディスプレイは、ヘッドマウントディスプレイなどと称される。

[0087] また、各実施形態のアイグラスディスプレイにおいて、表示光束Lの偏光方向をs偏光に限定してもよい。s偏光に限定するには、液晶表示素子21として偏光したもの用いてその配置を最適化するか、或いは、液晶表示素子21の前面に位相板を設置すると共に、この位相板を調整すればよい。

表示光束Lがs偏光に限定されれば、アイグラスディスプレイの各光学面に対し前述した各特性を付与することが容易になる。光学面に光学多層膜を用いる場合には、その光学多層膜の膜構成がシンプルになる。

[0088] また、各実施形態は、アイグラスディスプレイの実施形態であるが、アイグラスディスプレイの光学系部分(画像表示光学系、図1の符号1など)は、アイグラスディスプレイ以外の光学機器にも適用可能である。例えば、画像表示光学系1は、図13に示すように観察者の前方に大画面で虚像を表示するプロジェクタに適用されてもよい。その場合、観察者の左右方向と上下方向とに照明領域が拡大される。

[0089] その他にも、カメラ、携帯電話、双眼鏡、顕微鏡、望遠鏡などの光学機器においてユーザの眼の前方に画像を表示する画像表示装置にも適用可能である。

請求の範囲

- [1] 外部から導入される光束を第1光学部材の内面で反射して第1方向に伝播させ、その第1方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第1方向の径を拡大する第1光学系と、
前記第1方向に径の拡大された前記光束を、前記第1光学部材とは異なる第2光学部材の内面で反射して前記第1方向とは異なる第2方向に伝播させ、その第2方向に伝播する前記光束を各位置で所定方向に偏向してその光束の前記第2方向の径を拡大する第2光学系と
を備えた光束径拡大光学系であって、
前記第1光学系は、
前記第1光学部材内を伝播する光束によって定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有し、
前記第2光学系は、
前記第2光学部材内を伝播する光束によって定まる光軸の存在平面上に法線を配した複数の反射面を有する
ことを特徴とする光束径拡大光学系。
- [2] 請求項1に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系の前記複数の反射面は、
前記第1方向に伝播する前記光束から、前記第1方向に並ぶ複数の光束を生成するものであり、
前記第2光学系の前記複数の反射面は、
前記第2方向に伝播する前記光束から、前記第2方向に並ぶ複数の光束を生成するものである
ことを特徴とする光束径拡大光学系。
- [3] 請求項1又は請求項2に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系は、
前記第1光学部材の前記反射に供される一方の面の所定領域に密着して形成され、かつその所定領域の各位置に到達する前記光束の一部を前記第1光学部材の

外部に射出させる光学面と、その第1光学部材から射出した前記光束を所定方向に偏光する複数の微小反射面とを有し、

前記第2光学系は、

前記第2光学部材の前記反射に供される一方の面の所定領域に密着して形成され、かつその所定領域の各位置に到達する前記光束の一部を前記第2光学部材の外部に射出させる光学面と、その第2光学部材から射出した前記光束を所定方向に偏光する複数の微小反射面とを有する

ことを特徴とする光束径拡大光学系。

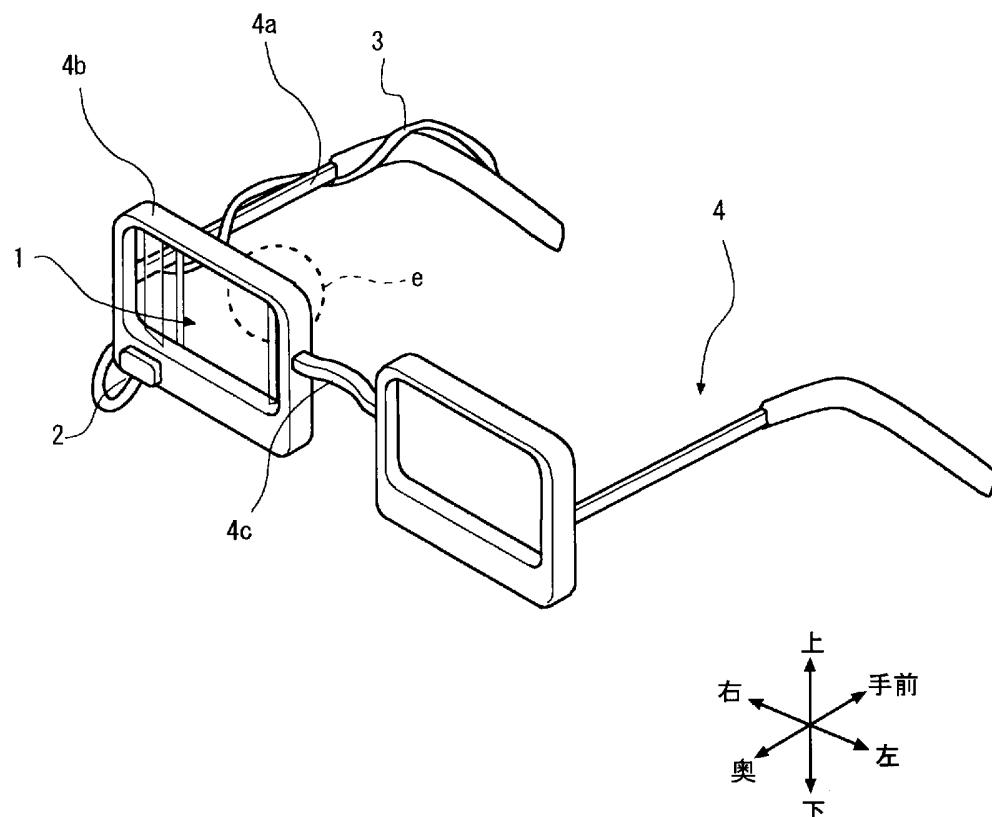
- [4] 請求項3に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系の前記光学面及び前記第2光学系の前記光学面は、
入射光に対する透過一反射率特性がその入射角度により異なり、垂直入射光に対する透過率が斜入射光に対する透過率よりも高いという特性を有している
ことを特徴とする光束径拡大光学系。
- [5] 請求項3又は請求項4に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系の前記微小反射面は、
入射光に対する透過一反射特性がその入射角度により異なり、前記第1光学系の前記光学面に対する垂直入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率が、前記光学面に対する斜入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率よりも高いという特性を有しており、
前記第2光学系の前記微小反射面は、
入射光に対する透過一反射特性がその入射角度により異なり、前記第2光学系の前記光学面に対する垂直入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率が、前記光学面に対する斜入射光と同じ伝搬方向の入射光に対する透過率よりも高いという特性を有している
ことを特徴とする光束径拡大光学系。
- [6] 請求項1又は請求項2に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系は、
前記第1光学部材内に形成された複数の部分反射面を有し、

前記第2光学系は、

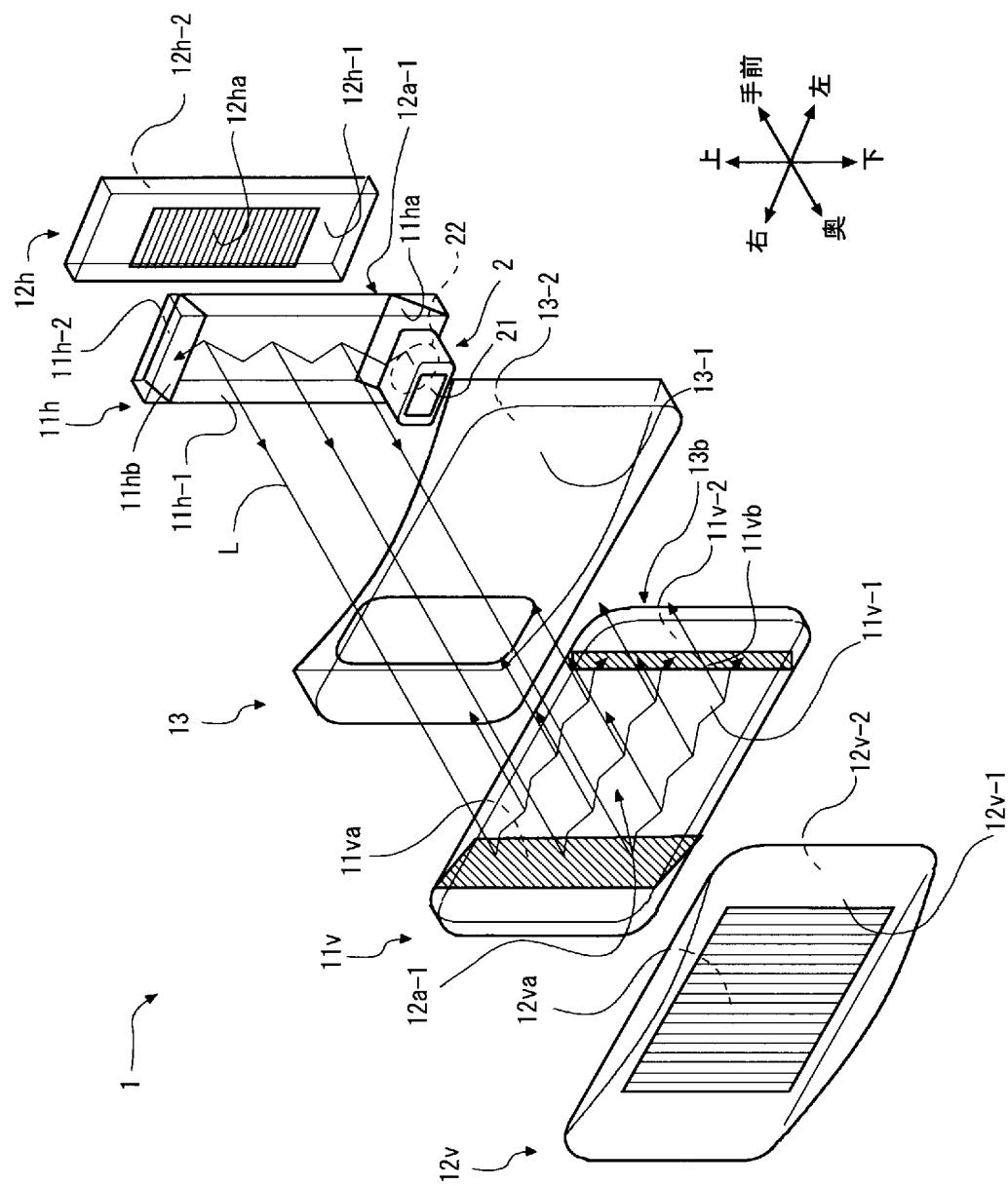
前記第2光学部材内に形成された複数の部分反射面を有する
ことを特徴とする光束径拡大光学系。

- [7] 請求項1～請求項6の何れか一項に記載の光束径拡大光学系において、
前記第1光学系により偏向され前記第1光学部材内の伝播路から外れた前記光束
を前記第2光学部材内の伝播路に導入するための導入用反射面をさらに備えた
ことを特徴とする光束径拡大光学系。
- [8] 画像表示素子と、
前記画像表示素子から導入される各画角の表示光束の径を拡大して射出瞳を拡
大する請求項1～請求項7の何れか一項に記載の光束径拡大光学系と
を備えたことを特徴とする画像表示装置。

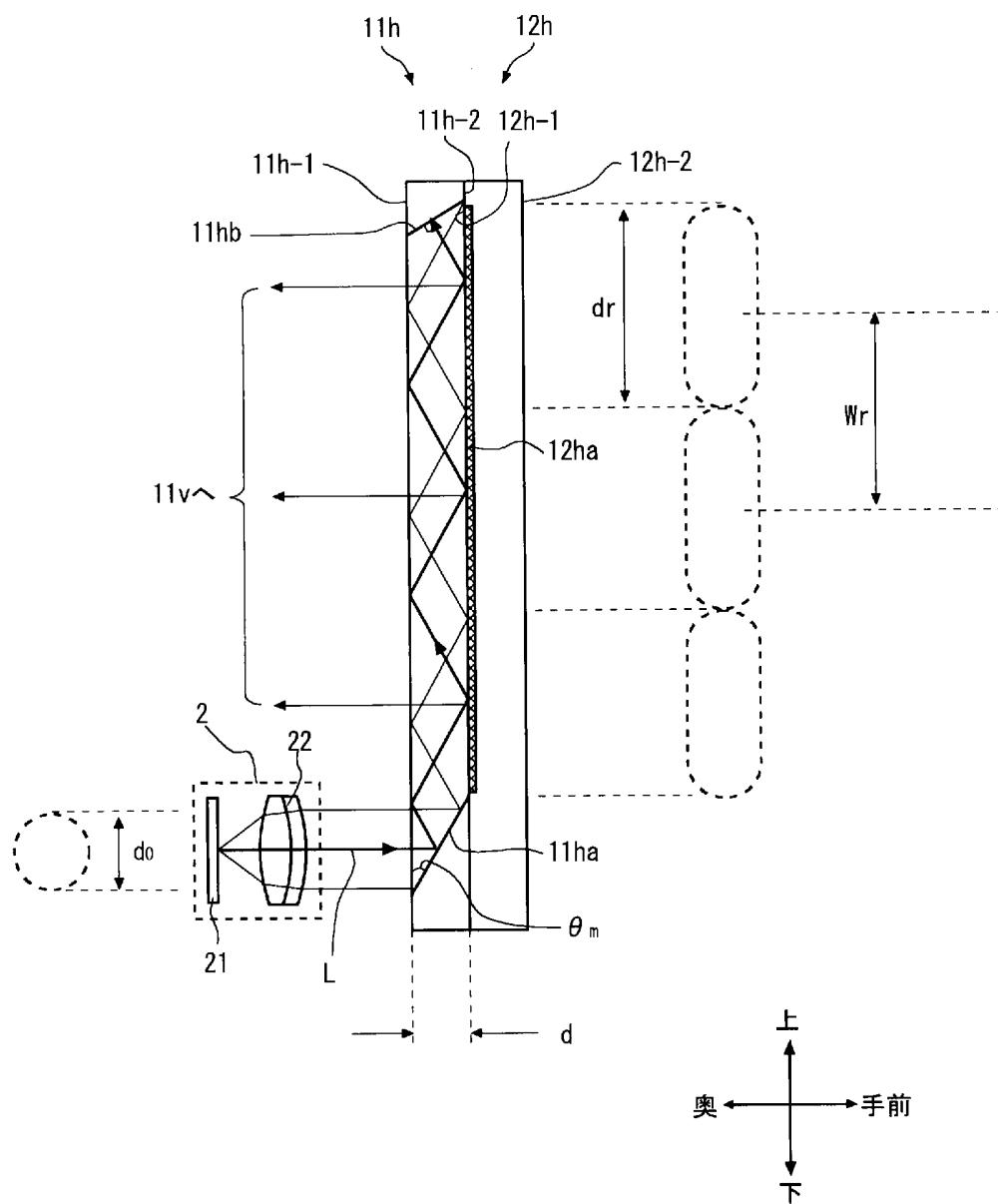
[図1]



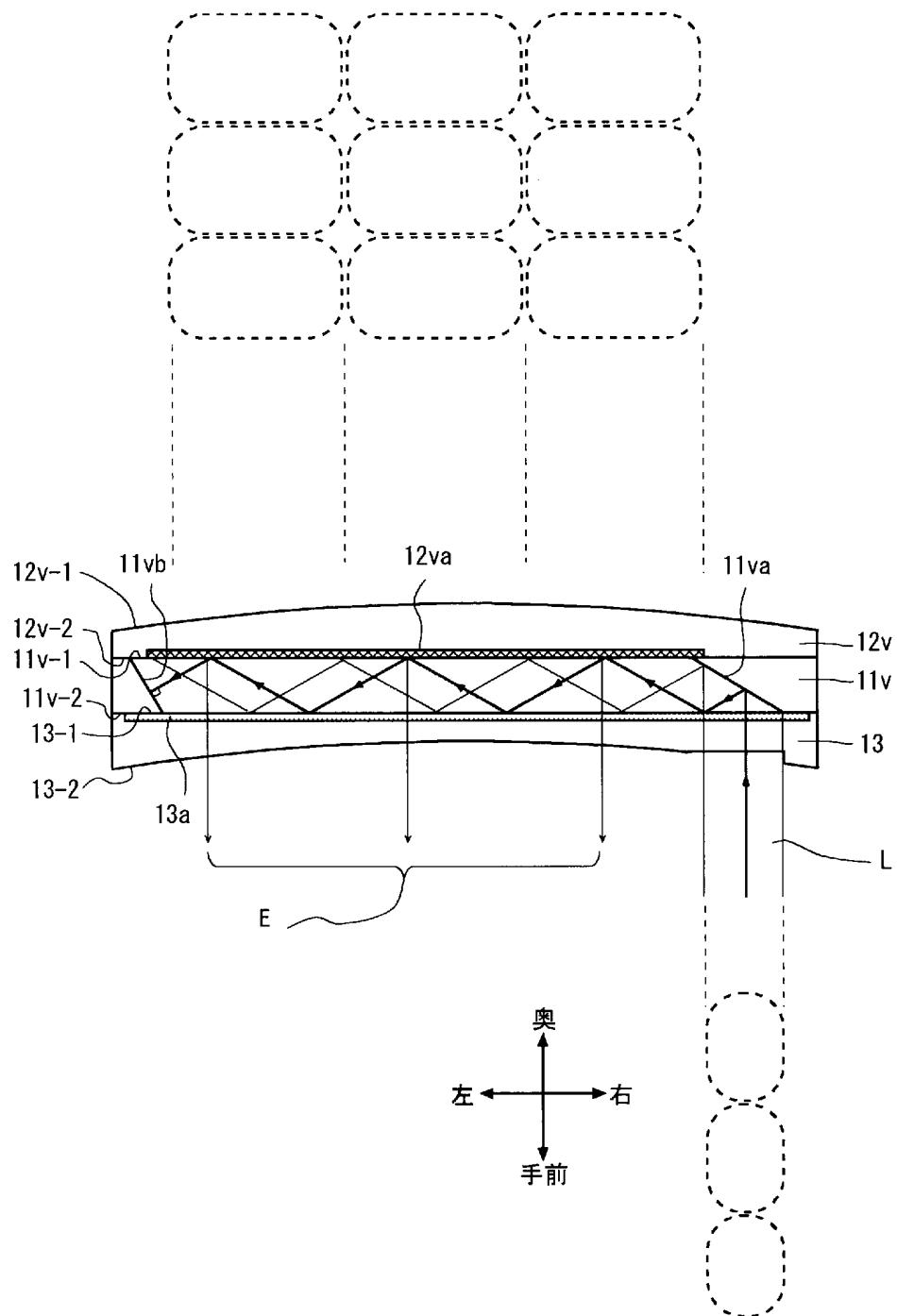
[図2]



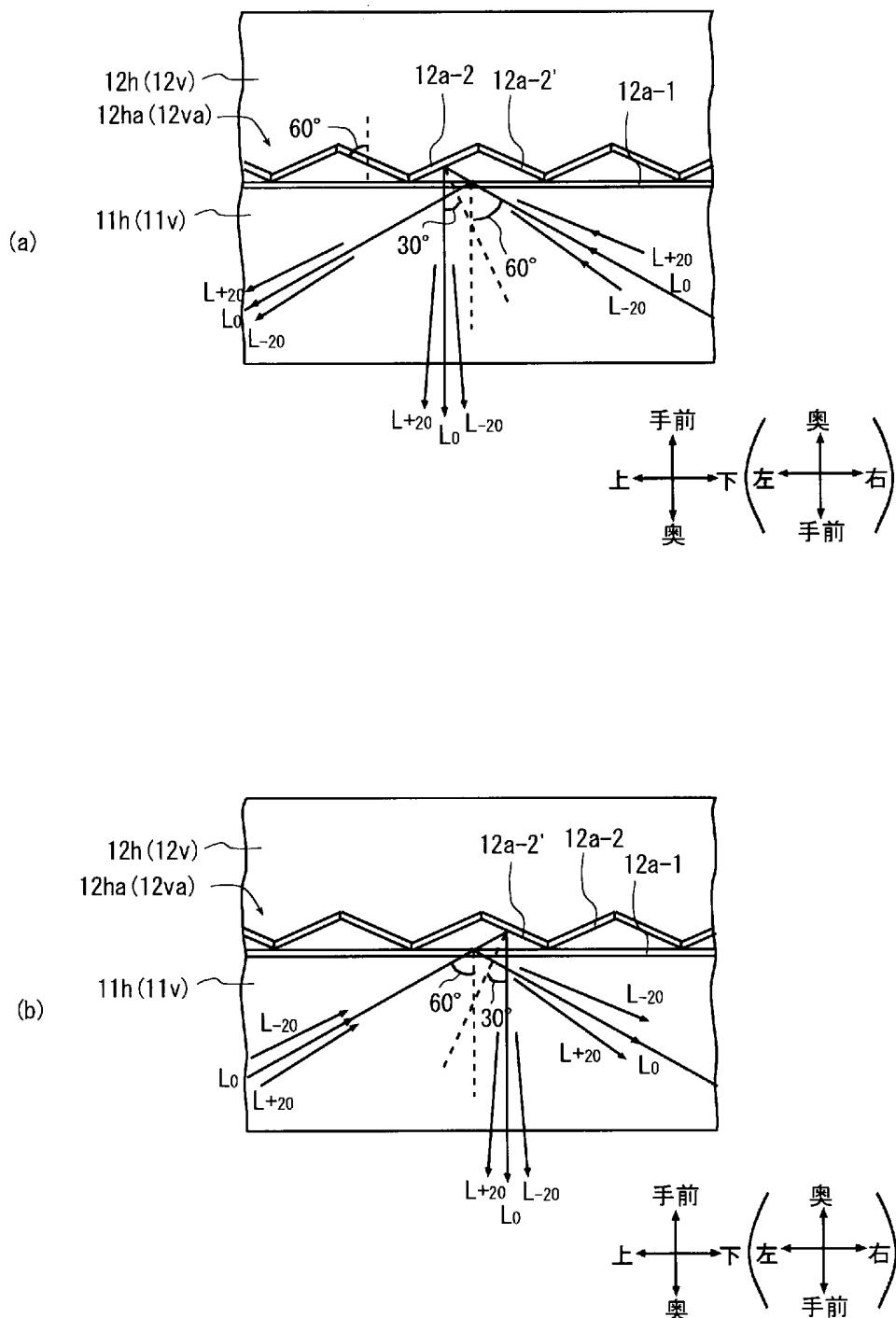
[図3]



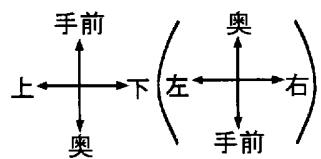
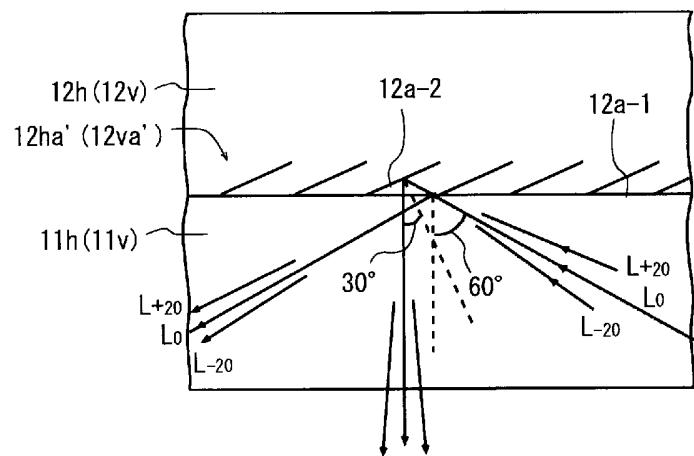
[図4]



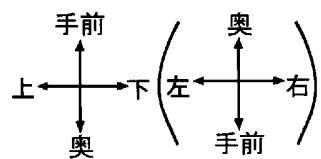
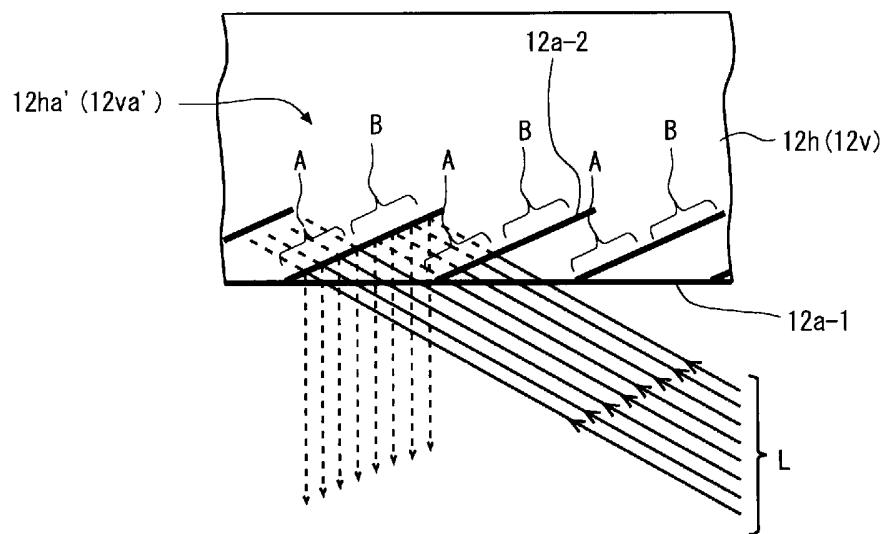
[図5]



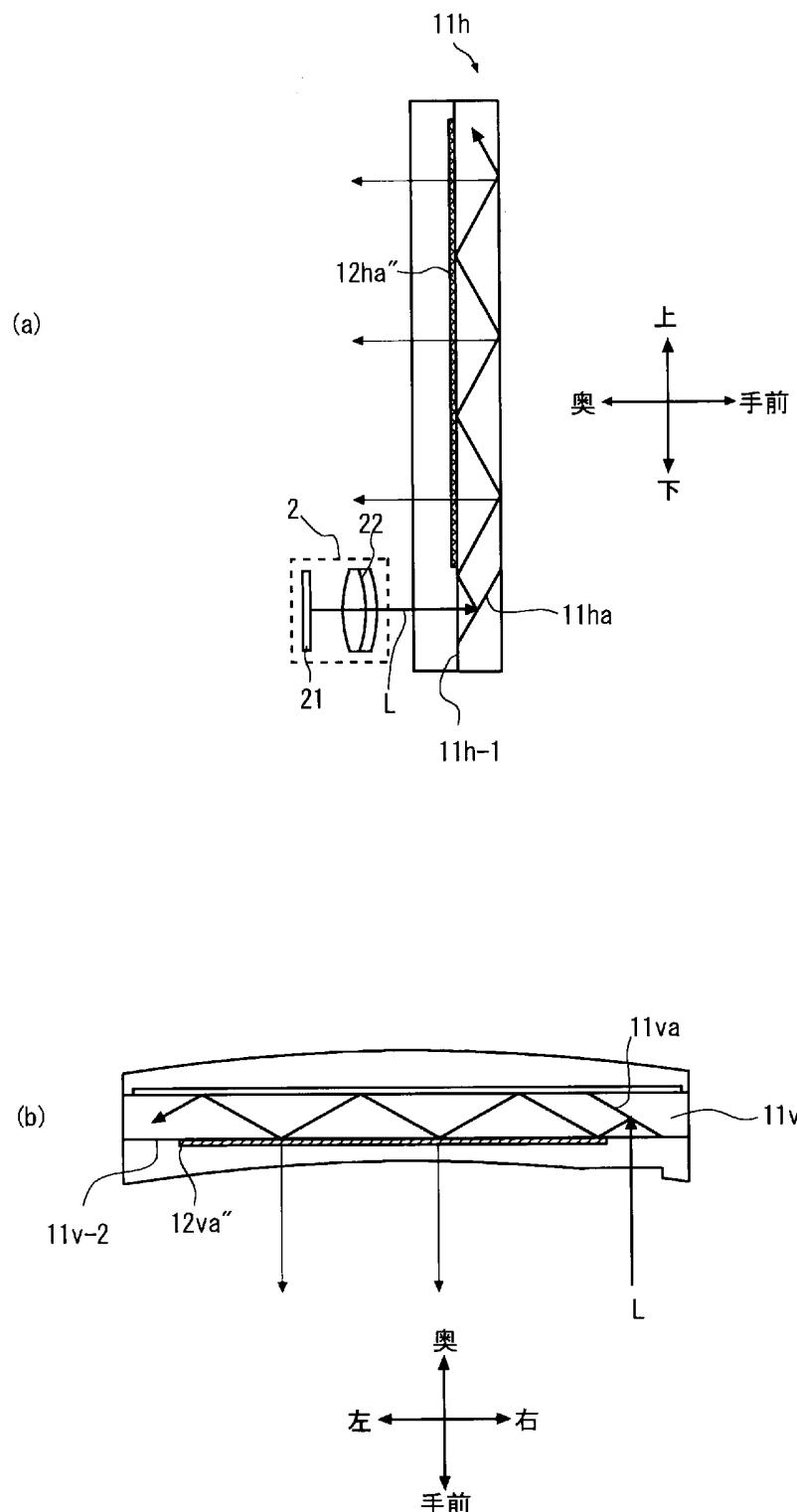
[図6]



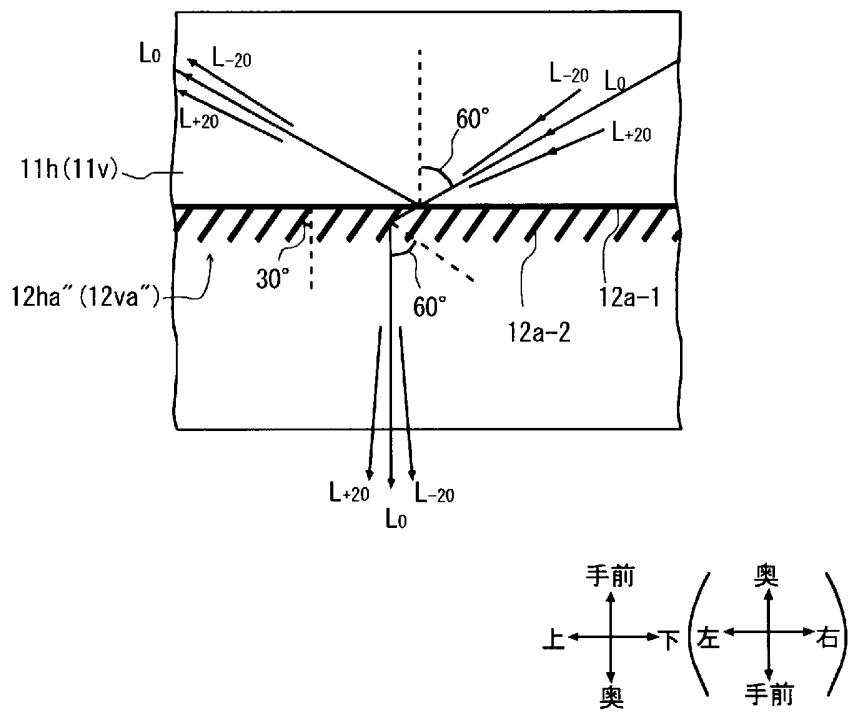
[図7]



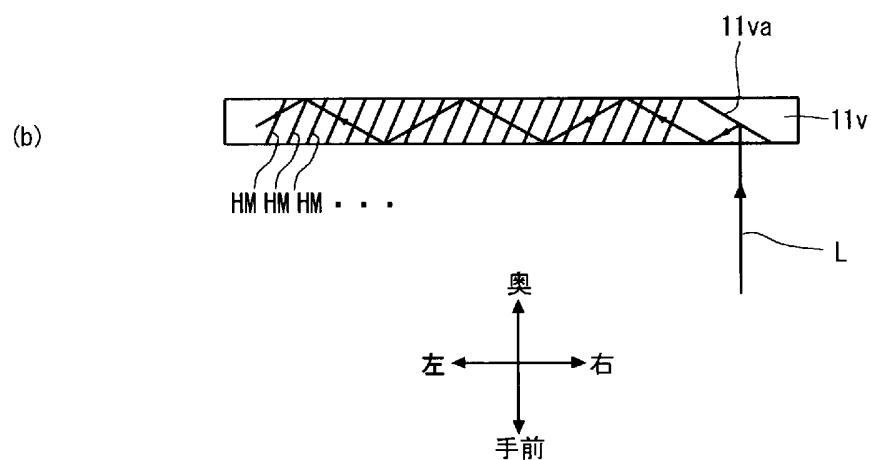
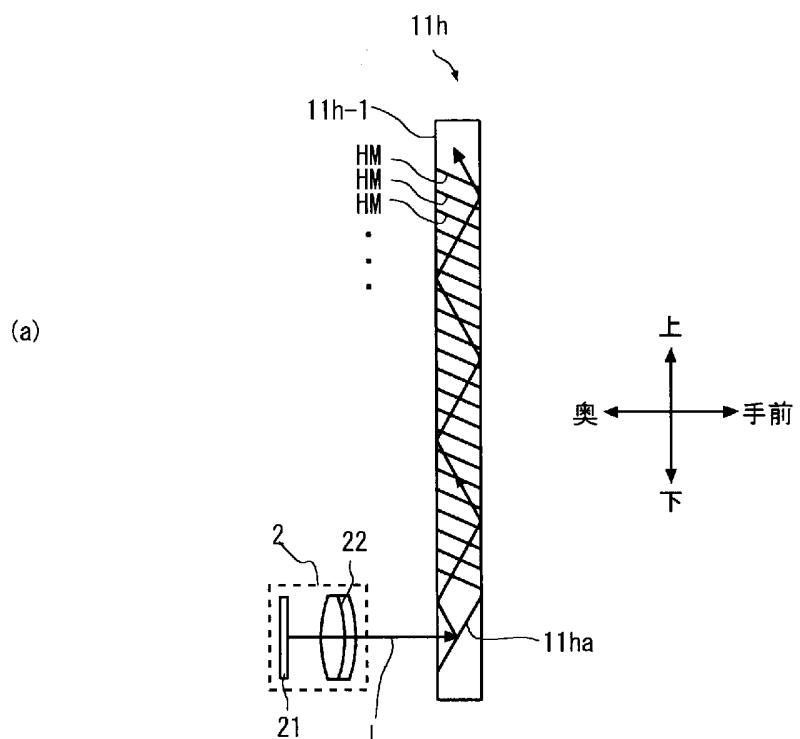
[図8]



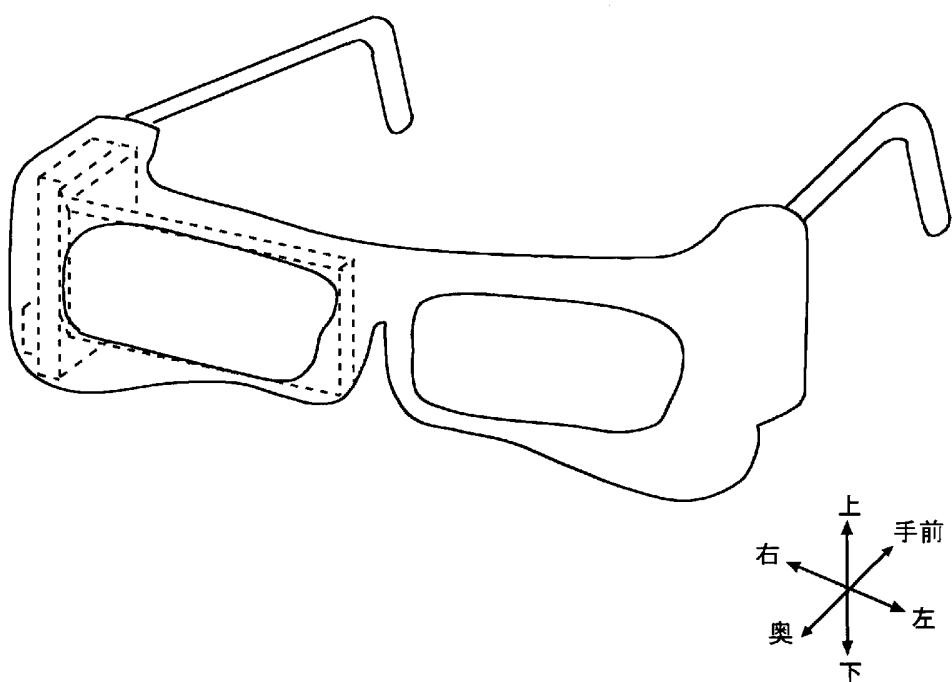
[図9]



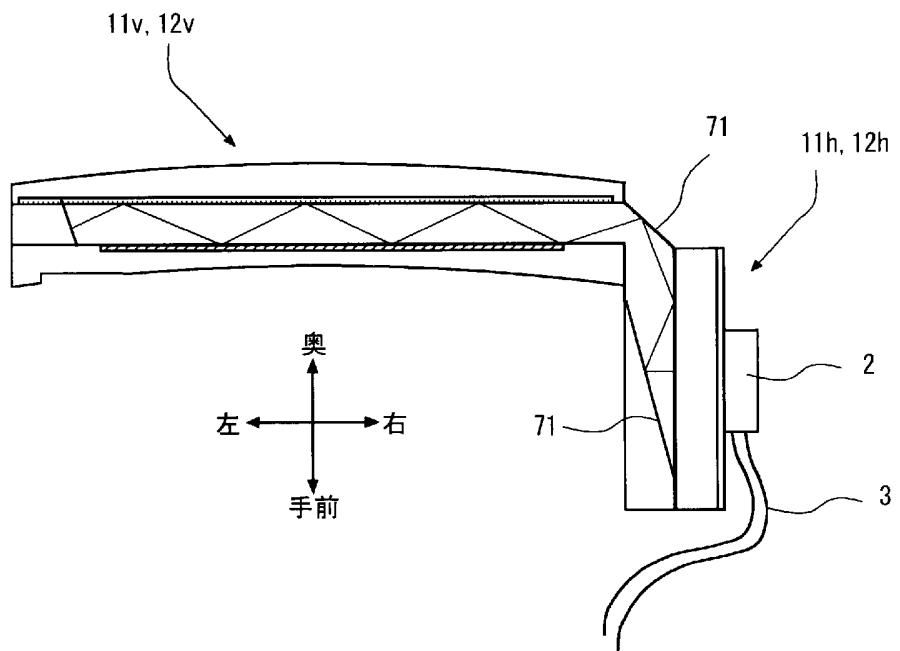
[図10]



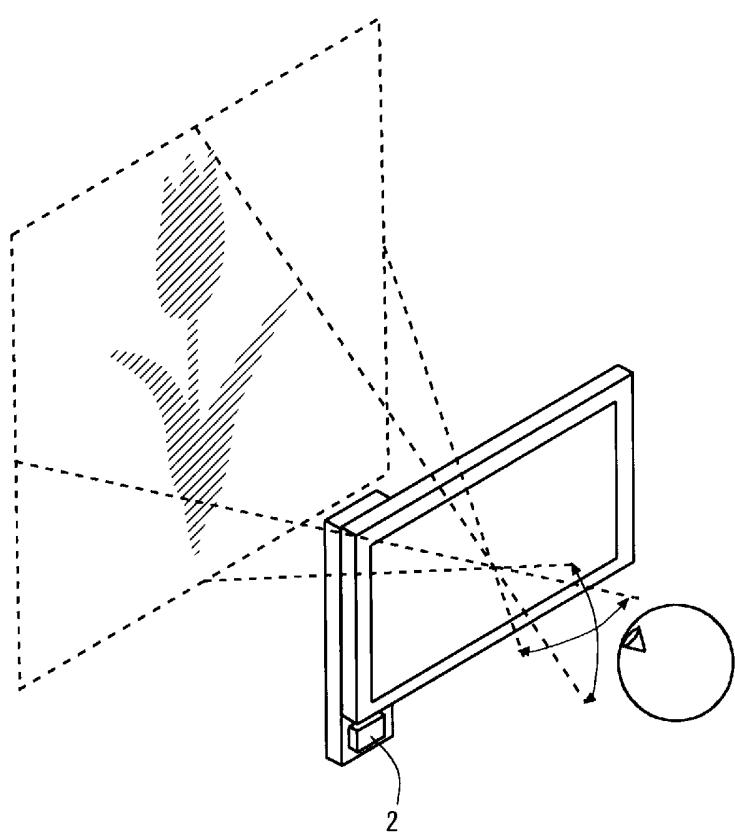
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/015648

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B27/09 (2006.01), *G02B27/02* (2006.01)

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)
G02B27/09 (2006.01), *G02B6/00* (2006.01), *G02B27/02* (2006.01), *G02F1/1335* (2006.01)

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 1996-2005
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

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	JP 2004-157520 A (C.R.F. Societa Consortile per Azioni), 03 June, 2004 (03.06.04), Par. Nos. [0017] to [0059]; Figs. 1 to 9 & DE 60300149 D1 & AT 282217 T & EP 1385923 B1 & ES 2231749 T3 & IL 156871 D0 & US 6825987 B2	1, 2, 6-8 3-5
Y	JP 2001-110218 A (International Business Machines Corp.), 20 April, 2001 (20.04.01), Par. Nos. [0029] to [0040]; Figs. 1 to 6 & US 6667782 B1 & CN 1291729 A & CA 2317820 A1 & TW 482931 B	3-5

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 November, 2005 (22.11.05)	Date of mailing of the international search report 06 December, 2005 (06.12.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B27/09 (2006.01), G02B27/02 (2006.01)

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. G02B27/09 (2006.01), G02B6/00 (2006.01), G02B27/02 (2006.01), G02F1/1335 (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
X	J P 2004-157520 A (チ・エレ・エッフェ・ソシエタ・コンソルティーレ・ペル・アチオニ) 2004. 06. 03,	1, 2, 6-8
Y	段落【0017】-【0059】、図1-9 &DE 60300149 D1 &AT 282217 T &EP 1385923 B1 &ES 2231749 T3 &IL 156871 D0 &US 6825987 B2	3-5

 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

22. 11. 2005

国際調査報告の発送日

06. 12. 2005

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）

河原 正

2X 9017

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-110218 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 2001. 04. 20, 段落 【0029】-【0040】、図1-6 &US 6667782 B1 &CN 1291729 A &CA 2317820 A1 &TW 482931 B	3-5