

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-41281
(P2014-41281A)

(43) 公開日 平成26年3月6日(2014.3.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 27/02 (2006.01)	GO2B 27/02 Z	2H087
HO4N 5/64 (2006.01)	HO4N 5/64 511A	2H102
GO2B 3/00 (2006.01)	GO2B 3/00 A	2H199
GO2B 3/06 (2006.01)	GO2B 3/06	5C094
GO2B 17/08 (2006.01)	GO2B 17/08 Z	5G435

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-184012 (P2012-184012)
(22) 出願日 平成24年8月23日 (2012.8.23)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 猪口 和隆
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
Fターム(参考) 2H087 KA00 TA01 TA02 TA04
2H102 AA71 BB01
2H199 CA34 CA42 CA46 CA54 CA81
CA85
5C094 AA15 DA01 ED01
5G435 AA18 GG02

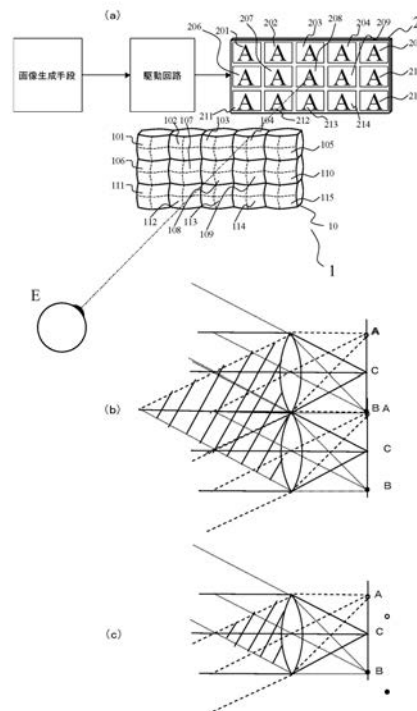
(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】光学系の小型化、薄型化を図ると共に、観察領域が広く周辺画像に注目することができる画像表示装置を提供する。

【解決手段】複数の画像形成領域に同一の画像を形成する原画形成部と、前記画像形成領域の夫々に対応する光学要素を有し、前記同一の画像を表示する複数の画像形成要素に対応した射出瞳を形成する光学系と、を有することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画像形成領域に同一の画像を形成する原画形成部と、
前記画像形成領域の夫々に対応する光学要素を有し、前記同一の画像を表示する複数の
画像形成要素に対応した射出瞳を形成する光学系と、
を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

単一の前記画像形成領域から発して対応する単一の前記光学要素を射出する光束の幅は、
アイポイントでの観察に必要な前記射出瞳の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 1
に記載の画像表示装置。

10

【請求項 3】

前記同一の画像を表示する画像形成領域は、少なくとも 3 つであることを特徴とする請
求項 1 または 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記原画形成部は、単一の表示手段に表示される原画をレンズアレイでスクリーンに投
射して形成されるものであり、

前記表示手段は、前記同一の画像を表示する画像形成領域の数と、前記画像形成領域の
夫々の画素数との積よりも少ない画素数を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のい
ずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記光学要素は光軸方向に複数のエレメントから構成されることを特徴とする請求項 1
乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原画形成部に形成される画像を光学系で利便性良く拡大観察できる画像表示
装置に関し、特に頭部装着型の画像表示装置であるヘッドマウントディスプレイ（HMD）
等に好適な画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、原画形成部に形成される画像を、レンズや凹面鏡などの光学系を介して拡大
虚像として視認させる画像表示装置が知られている。特許文献 1 では、原画の一部を第 1
表示手段に、残りの部分を第 2 表示手段に表示して、それぞれに対応する 2 つの平面ハ
ーフミラーと、共通の凹面鏡とにより拡大虚像を導くようにしている。また、特許文献 2
では、原画形成部の画像の画素に対応するそれぞれのレンズを備えたマイクロレンズア
レイとバリア素子により画素を照明することで、原画の拡大像を観察可能にしている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 07 - 274097 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 189190 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述した従来技術では、光学系の小型化、薄型化が困難であり、ある
いは観察領域が狭いために周辺画像に注目することができなかった。即ち、特許文献 1
では、原画を複数に分けたために、それぞれに対応する光学系部分の有効径はコンベン
ショナルな構成に対して小さくなる。しかしながら、第 1 表示手段に表示された画像は第 2
表示手段に表示された画像と少なくとも一部が共通ではなく、一方のみに表示された
画像からの光束が射出瞳位置に到達しなければならない。従って、それぞれの画像に
対応する光学

50

系部分の有効径は、必要な射出瞳径Dより大きくする必要がある。

【0005】

また特許文献2では、画像の一画素に対応する光学要素（マイクロレンズ）からなるマイクロレンズアレイと開口とにより拡大像を提示しているため、マイクロレンズを射出する光束幅が小さく、観察領域が狭いために周辺画像に注目することができない。

【0006】

本発明の目的は、光学系の小型化、薄型化を図ると共に、観察領域が広く周辺画像に注目することができる画像表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係る画像表示装置は、複数の画像形成領域に同一の画像を形成する原画形成部と、前記画像形成領域の夫々に対応する光学要素を有し、前記同一の画像を表示する複数の画像形成要素に対応した射出瞳を形成する光学系と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、光学系の小型化、薄型化を図ると共に、観察領域が広く周辺画像に注目することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】(a)は本発明の第1の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図、(b)は2つの画像形成要素と、対応する2つの光学要素を用いた場合の広い観察領域を示す図、(c)は比較例として1つの画像形成要素と、対応する1つの光学要素を用いた場合の狭い観察領域を示す図である。

【図2】(a)は第1の実施形態における要部水平方向断面図、(b)は第1の実施形態における要部垂直方向断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の変形例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態のその他の変形例を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態による画像観察の様子を説明する要部概略図である。

【図6】(a)は第2の実施形態における要部水平方向断面図、(b)は第2の実施形態における要部垂直方向断面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図である。

【図8】(a)は第3の実施形態における要部水平方向断面図、(b)は第3の実施形態における要部垂直方向断面図である。

【図9】本発明の第4の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図である。

【図10】本発明の第5の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図である。

【図11】本発明の第5の実施形態における要部水平方向断面図である。

【図12】本発明の第6の実施形態における要部水平方向断面図である。

【図13】本発明の第7の実施形態の画像要素形成のシステムを説明する断面図である。

【図14】本発明の第8の実施形態の画像要素形成のシステムを説明する断面図である。

【図15】本発明の第9の実施形態の画像要素形成のシステムを説明する断面図である。

【図16】本発明の第9の実施形態のビーム発生手段の構成例を示す図である。

【図17】本発明の第10の実施形態を説明する断面図である。

【図18】観察者の眼球が回転した場合における必要な射出瞳径を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

《 第 1 の 実 施 形 態 》

図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図である。また図 2 (a) は第 1 の実施形態における要部水平方向断面図、図 2 (b) は第 1 の実施形態における要部垂直方向断面図である。図中、1 は光学系、2 は画像表示素子 (原画形成部) である。

【 0 0 1 2 】

(画 像 形 成 部)

本実施形態においては、画像生成手段により生成された原画の情報が、駆動回路によって、単一の表示手段 2 上の複数の画像形成領域に同一の画像 (共通の画像) として形成される。即ち、複数の画像形成領域に同一の画像を形成する画像形成部が設けられる。ここで、本明細書では、複数の画像形成領域に形成された個々の同一画像 2 0 1 ~ 2 1 5 を、「画像要素」と称する。画像要素は、画像形成に必要な複数の画素を用いて構成されている。また、「同一の画像」とは、図 1 等で示す同一の画像の場合の他、図 7 で示す実質的に同一の画像の場合を含む。

10

【 0 0 1 3 】

(光 学 系)

本実施形態の光学系 1 は、複数の画像要素 2 0 1 ~ 2 1 5 に対して、それぞれ対応する光学要素であるレンズ 1 0 1 ~ 1 1 5 を有したレンズアレイ素子 1 0 より成る。本実施形態においては、光学系 1 は、全て同一形状のレンズ 1 0 1 ~ 1 1 5 を光学要素としている。

20

【 0 0 1 4 】

(観 察 者 の 眼 球 の 回 転 を 考 慮 し た 光 学 系 の 射 出 瞳 径)

画像表示装置として、例えば頭部装着型の画像表示装置 (H M D) においては、観察者に対して原画形成部が固定であるために、観察者の眼球が回転して周辺を見る場合にも画像光が観察者の瞳に入るような射出瞳径を有する光学系が必要とされる。

【 0 0 1 5 】

即ち、図 1 8 で、画像表示装置における最大画角 (半画角) を θ 、観察者の眼の瞳半径を R_p 、眼球回転中心から眼の瞳までの距離を R 、眼球が回転したときの瞳下端位置 B' の光軸からの高さを H_2 とするとき、光学系の射出瞳径 D は、以下の (1) 式を満足する。

30

【 0 0 1 6 】

$$D > 2 * (R * \sin(\theta) - R_p * \cos(\theta)) \quad \dots (1)$$

これは、 $D / 2 > H_2$ を前提に、 $H_2 = R * \sin(\theta) - R_p * \cos(\theta)$ から導かれる。 D が (1) 式の右辺の値である $2 * H_2$ を下回ると、観察者の瞳には最大画角光線が入って来ず、画像のケラレが生じる。

【 0 0 1 7 】

更に好ましくは、以下の (2) 式も満足するようにする。

$$D > 2 * R * \sin(\theta) \quad \dots (2)$$

これは、眼球が回転したときの瞳中心位置に最大画角主光線が入る条件である $D / 2 = R * \sin(\theta)$ を最低限確保するというものである。

40

【 0 0 1 8 】

更に好ましくは、以下の (3) 式も満足するようにする。

【 0 0 1 9 】

$$D > 2 * (R * \sin(\theta) + R_p * \cos(\theta)) \quad \dots (3)$$

これは、眼球が回転したときの瞳上端位置 A' の光軸からの高さを H_1 とするとき、 $D / 2 > H_1$ を前提に、 $H_1 = R * \sin(\theta) + R_p * \cos(\theta)$ から導かれる。

【 0 0 2 0 】

(3) 式も満足する場合には、最大画角観察時にも、最大画角からの光束が全て観察者の瞳に入るようにして、周辺光量落ちを防ぐようにできる。なお、装着時や装着後のずれ

50

を考えると、光学系の射出瞳は更に大きい方が良い。

【0021】

(観察領域の拡大)

ここで、本発明における観察領域の拡大に関する作用について説明する。図1(b)は2つの画像形成要素と、対応する2つの光学要素を用いた場合の広い観察領域を示す図、図1(c)は比較例として1つの画像形成要素と、対応する1つの光学要素を用いた場合の狭い観察領域を示す図である。各画像形成要素には同一画像が形成され、同一画像の上端位置をA、下端位置をB、中央部位置をCとすると、上端位置A、下端位置B、中央部位置Cが全て観察できる領域を斜線部で示している。図1(c)に対し、図1(b)では観察領域が拡大していることが分かる。

10

【0022】

観察領域が拡大すると、観察者の眼球が回転した場合にも周辺画像に注目することができる。また、レンズの焦点距離を小さくしても離れた位置から観察でき、小型化、薄型化が可能となる。

【0023】

なお、このような画像表示装置においては、光学系と観察者の瞳との間の距離(アイレリーフ)は所定の量が必要である。アイレリーフは、一般に最低10mm程度は必要とされ、眼鏡をかけた観察者に対応させるためには最低でも15mm、望ましくは20mm以上のアイレリーフが必要とされている。

【0024】

このような所定量のアイレリーフを確保するためには、図1(c)では、光学系の有効径が大きいことが必要となる。具体的には、アイレリーフERだけ離れた位置のレンズの有効径は $D + 2 * ER * \tan(\quad)$ 以上が必要となる。これに対し、図1(b)では、レンズの有効径を小さな値に維持できる。

20

【0025】

(各レンズの作用)

本実施形態におけるレンズアレイを構成する各レンズ(光学要素)の作用について述べる。各画像要素に対して、各光学要素はその焦点距離だけ離れた位置に配置されている。なお、画像要素間のピッチと、光学要素間のピッチとは同一として配置されている。

【0026】

光学要素であるレンズを理想的な薄肉レンズとして考えると、画像要素の1画素から出た光束は、レンズの焦点距離だけ離れた光学要素により、平行光束に変換される。

30

【0027】

1) 水平断面における作用

光学要素を理想的なレンズと考えると、図2(a)の断面(水平断面)において、1つの画像要素上の一点を出て対応する光学要素により形成される光束の幅WHは、該断面における光学要素の幅(レンズ径)に等しい。光学系に対して所定距離離れた箇所(アイポイント位置)に眼を置いた観察者は、一つの画像要素とそれに対応する一つの光学要素により、原画の一部を無限遠に拡大形成された虚像として認識することができる。

【0028】

図2(a)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素206上の最端画素をPL、他方の最大画角に対応する画像要素210の最端画素をPRとする。その際、画素PL上の一点を出て対応する光学要素106により平行光に変換された外側の最端光線をRL、画素PR上の一点を出て対応する光学要素110により平行光に変換された最端光線をRRとする。光線RLと光線RRとが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ)ERだけ離れたアイポイント位置に形成する領域が、光学系1全体の射出瞳Sとなっている。この断面における光学系1全体の射出瞳径はDHとなっている。

40

【0029】

図2(a)の断面においては、5つの同一画像である画像要素206~210上の画素と、夫々に対応する光学要素106~110によって射出する光束が隣り合うように構成

50

されている。このように5つの画像要素が同一画像部を含む構成としたことで、アイポイント位置に形成される瞳径DHを大きいものにしてている。

【0030】

ここで、図2(a)の断面において、最大画角(半画角)をH、観察者の眼の瞳半径をRp、眼球回転中心から眼の瞳までの距離をRとする。そのとき、本実施形態における図2の断面(水平断面)における画像要素上の一点を出て対応する光学要素により変換された平行光束の幅WHは $2 * (R * \sin(H) + R_p * \cos(H))$ よりも小となるようにすることが好ましい。この条件を満足することによって、一つの光学要素の口径を制限することになり、レンズの焦点距離を短くして光学系の厚みを薄くする効果をもたらすことができる。

10

【0031】

より好ましくは、該平行光束の幅WHは $2 * R * \sin(H)$ よりも小となるようにすることが好ましい。更には、該平行光束の幅WHは $2 * (R * \sin(H) - R_p * \cos(H))$ よりも小となるようにすることが好ましい。WHに対する条件が狭くなるほど、光学系を薄くすることができる。

【0032】

2) 垂直断面における作用

次に、図2(b)の断面における作用を説明する。光学要素であるレンズを理想的な薄肉レンズとして考えると、図2(b)の断面(垂直断面)において、1つの画像要素上の一点を出て対応する光学要素により形成される光束の幅WVは、該断面における光学要素の幅(レンズ径)に等しい。

20

【0033】

図2(b)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素203上の最端画素をPU、他方の最大画角に対応する画像要素213の最端画素をPDとする。その際、画素PU上の一点を出て対応する光学要素103により平行光に変換された外側の最端光線をRU、画素PD上の一点を出て対応する光学要素113により平行光に変換された最端光線をRDとする。光線RUと光線RDとが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ)ERだけ離れたアイポイント位置に形成する領域が、光学系1全体の射出瞳Sとなっている。この断面における光学系1全体の射出瞳径はDVとなっている。

【0034】

30

図2(b)の断面においては、3つの同一画像である画像要素203、208、213上の同一画素と、それぞれに対応する光学要素103、108、113によって射出する光束が隣り合うように構成されている。このように3つの画像要素で同一画像部を含む構成としたことで、アイポイント位置に形成される瞳径DVを大きいものにしてている。

【0035】

ここで、本実施形態における図2(b)の断面(垂直断面)において、最大画角(半画角)をVとする。そのとき、本実施形態における図2(b)の断面(垂直断面)における該平行光束の幅WVも、 $2 * (R * \sin(V) + R_p * \cos(V))$ よりも小となるように構成されることが好ましい。この条件を満足することによって、一つの光学要素の口径を制限することになり、レンズの焦点距離を短くして光学系の厚みを薄くする効果をもたらしている。

40

【0036】

より好ましくは、該平行光束の幅WVは $2 * R * \sin(H)$ よりも小となるようにすることが好ましい。更には、該平行光束の幅WVは $2 * (R * \sin(H) - R_p * \cos(H))$ よりも小となるようにすることが好ましい。WVに対する条件が狭くなるほど、光学系を薄くすることができる。

【0037】

(本実施形態の効果)

以上のようにして、1つの画像要素とそれに対応する1つの光学要素とでは原画の一部の拡大虚像としか認識できないが、それらを水平方向、垂直方向ともに複数配列して、原

50

画の全体の拡大虚像観察を可能としている。また、画像要素の一点を發して対応する光学要素を通った光束の幅が狭くても、観察に必要な広い射出瞳径を光学系全体で達成することが可能となる。

【0038】

また、レンズの径が小さいために、比較的広画角を実現しやすい。そして、Fナンバーによって収差の影響が決まるので、高い光学性能が必要な場合、広画角である程度厚い（焦点距離の長い）光学系か、さほど広画角でないが厚みが薄い（焦点距離の短い）光学系かを適宜選択することができる。

【0039】

本実施形態のように各光学要素を単レンズで構成する場合は、Fナンバーを2程度以上にすることが好ましいが、各光学要素を複数レンズで構成する等によって収差補正すれば、光学要素のFナンバーが小さくても高い光学性能が出せる。従って、本実施形態の効果としては、薄型で広画角且つ広い瞳径の画像表示装置が実現できる。

【0040】

《第2の実施形態》

図5は、本発明の第2の実施形態による画像観察の様子を説明する要部概略図である。また図6(a)は、第2の実施形態における要部水平方向断面図、図6(b)は第2の実施形態における要部垂直方向断面図である。図中、1は本実施形態の光学系であり、光学要素である水平方向にパワーを有するシリンジカルレンズ121～125を水平方向に配列したシリンジカルレンズアレイ素子12と、垂直方向にパワーを有したシリンジカルレンズ13とを有している。

【0041】

2は画像表示素子であり、画像要素221～225が短冊状に表示されている。画像生成手段により生成された原画の情報は、駆動回路を介して単一の表示手段2上の複数領域に同一の画像として形成される。本実施形態では、原画のアスペクトを変えた状態で画像要素が形成されている。

【0042】

(水平断面における作用)

図6(a)の断面において、本実施形態の光学系1の作用について述べる。本実施形態においても、各画像要素に対して、各光学要素はその焦点距離だけ離れた位置に配置されている。また、本実施形態においても、画像要素間のピッチと光学要素間のピッチとは同一として配置されている。従って、本実施形態における画像要素221～225の一点を出た光束は、対応する光学要素であるシリンジカルレンズ121～125により幅WHの平行光束に変換されて射出される。シリンジカルレンズアレイ12を通過した光束は、本断面上でパワーを持たないシリンジカルレンズ13を単に通過する。

【0043】

各シリンジカルレンズ121～125を理想的な薄肉レンズと仮定すると、各画像要素上で同一画素である点からの光は、所定方向からの $5 * WH$ の幅の平行光束として、光学系1を射出する。図6(a)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素221上の最端画素をPL、他方の最大画角に対応する画像要素225の最端画素をPRとする。その際、画素PL上の一点を出て対応する光学要素121により平行光に変換された外側の最端光線をRL、画素PR上の一点を出て対応する光学要素125により平行光に変換された最端光線をRRとする。

【0044】

光線RLと光線RRとが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ)ERだけ離れた位置に形成する領域が、光学系1全体の射出瞳Sとなっている。この断面における光学系1全体の射出瞳径はDHとなっている。従って、射出瞳Sの範囲内(アイポイント位置)に眼を置いた観察者は、本断面上の画像要素の画素からの光を、無限遠からの異なる角度の光として認識することができる。

【0045】

10

20

30

40

50

図6(a)の断面においては、5つの同一画像である画像要素221~225上の画素と、夫々に対応する光学要素121~125によって射出する光束が隣り合うように構成されている。このように5つの画像要素が同一画像部を含む構成としたことで、アイポイント位置に形成される瞳径DHを大きいものにしていく。

【0046】

本実施形態においても、図6(a)の断面(水平断面)における画像要素上の一点を出て対応する光学要素により変換された平行光束の幅WHは $2 * (R * \sin(H) + R_p * \cos(H))$ よりも小となるようにすることが好ましい。この条件を満足することによって、一つの光学要素の口径を制限することになり、レンズの焦点距離を短くして光学系の厚みを薄くする効果をもたらすことができる。

10

【0047】

より好ましくは、該平行光束の幅WHは $2 * R * \sin(H)$ よりも小となるようにすることが好ましい。更には、該平行光束の幅WHは $2 * (R * \sin(H) - R_p * \cos(H))$ よりも小となるようにすることが好ましい。WHに対する条件が狭くなるほど、光学系を薄くすることができる。

【0048】

(垂直断面における作用)

次に、図7(b)の断面において、本実施形態の光学系1の作用について述べる。画像要素223を発した光束は、垂直断面方向にパワーを持たないシリンダカルレンズアレイ12によっては作用を受けず、発散光束のまま通過してシリンダカルレンズ13に入射する。シリンダカルレンズ13は、垂直断面での焦点距離分だけ画像要素223からの光路長が離れて配置されており、画像要素223上の一点からの光束を平行光に変換する。本断面においては、シリンダカルレンズアレイ12並びにシリンダカルレンズ13は、画像要素223の幅に対してDV以上の有効径を有している。

20

【0049】

図7(b)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素223上の最端画素をPU、他方の最大画角に対応する画像要素223の最端画素をPDとする。その際、画素PU上の一点を出てシリンダカルレンズ13により平行光に変換された外側の最端光線をRU、画素PD上の一点を出てシリンダカルレンズ13により平行光に変換された最端光線をRDとする。光線RUと光線RDとが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ)ERだけ離れた位置に幅DVの射出瞳を形成している。

30

【0050】

従って、画像要素223上の異なる画素を出た光束は、本断面で異なる方向からの平行光束として、光学系1より所定距離ER離れた射出瞳Sの範囲内(アイポイント位置)に眼を置いた観察者により認識される。

【0051】

このとき、シリンダカルレンズ121~125の水平方向の焦点距離をfH、シリンダカルレンズ13の垂直方向の焦点距離をfVとする。原画の水平方向サイズと垂直方向サイズとをそれぞれIH, IVとし、一つの画像要素の水平方向サイズと垂直方向サイズとをそれぞれIIH, IIVとする。それぞれの断面での最大画角(半画角)H, Vとの間に、以下の関係が成り立つようにする。

40

【0052】

$$\tan(H) : \tan(V) = IH : IV$$

$$fH * \tan(H) : fV * \tan(V) = IIH : IIV$$

以上の関係を満足するように、原画から画像要素へのアスペクト変換や、焦点距離fH, fVの選択を行う。

【0053】

以上の水平断面方向並びに垂直断面方向の光学系1の作用により、観察者は、DH x DVの矩形領域の射出瞳内で、原画の無限遠への拡大虚像を認識できる。

【0054】

50

本実施形態によれば、少なくとも水平断面方向には、画像要素と画像要素より若干広い程度の幅の光学要素を複数用いることによって、大きい射出瞳を形成することができる。また、本実施形態によれば、通常画角の広い水平方向に複数の画像要素と光学要素を用いたことにより、光学系 1 から画像表示素子 2 までの距離を短くできる。

【0055】

《第3の実施形態》

図7は、本発明の第3の実施形態に係る画像表示装置における画像観察の様子を説明する要部概略図である。また図8(a)は、第3の実施形態における要部水平方向断面図、図8(b)は第3の実施形態における要部垂直方向断面図である。図中、251~265は画像表示手段である。本実施形態と第1の実施形態との違いは、第1の実施形態では単一の表示手段2上の複数領域に画像要素を形成したのに対し、本実施形態では画像要素201~215をそれぞれ別の画像表示手段251~265上に形成したことである。

10

【0056】

また、画像要素201~210上の画像を物理的に同一とせず、実質的に同一として画像の一部を原画に対して省略したことである。その他の構成は基本的には同じであるので、部番の説明を省略する。

【0057】

本実施形態におけるレンズアレイを構成する各レンズ(光学要素)の作用について、以下に説明する。本実施形態においても、各画像要素に対して、各光学要素はその焦点距離だけ離れた位置に配置されている。また、画像要素間のピッチと、光学要素間のピッチとは同一として配置されている。

20

【0058】

(水平断面における作用)

まず、図8(a)の断面(水平断面)における作用を説明する。光学要素であるレンズを理想的な薄肉レンズとして考えると、画像要素の画素から出た光束は、レンズの焦点距離だけ離れた光学要素により、平行光束に変換される。同様に光学要素を理想的なレンズと考えると、図8(a)の断面(水平断面)において、1つの画像要素上の一点を出て対応する光学要素により形成される光束の幅WHは、該断面における光学要素の幅(レンズ径)に等しい。

【0059】

30

光学系に対して所定距離離れた箇所(アイポイント位置)に眼を置いた観察者は、一つの画像要素とそれに対応する一つの光学要素により、原画の一部を無限遠に拡大形成された虚像として認識することができる。図8(a)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素206上の最端画素をPL、他方の最大画角に対応する画像要素210の最端画素をPRとする。その際、画素PL上の一点を出て対応する光学要素106により平行光に変換された外側の最端光線をRL、画素PR上の一点を出て対応する光学要素110により平行光に変換された最端光線をRRとする。

【0060】

光線RLと光線RRとが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ)ERだけ離れたアイポイント位置に形成する領域が、光学系1全体の射出瞳Sとなっている。この断面における光学系1全体の射出瞳径はDHとなっている。

40

【0061】

図8(a)の断面においては、5つの画像要素206~210上のうちの同一画素がある箇所においては、それぞれに対応する光学要素106~110によって射出する光束が隣り合うように構成されている。本実施形態においては、第1の実施形態と異なり、画像要素206, 207, 209, 210には一部表示されていない領域が存在している。画像が表示されない領域に、仮に発光点があったとした際の光束を破線で図示している。しかしながら、これらの光束は射出瞳Sの瞳径範囲DHに到達しない光束であるため、本実施形態のように画像非表示領域として差し支えない。

【0062】

50

但し、少なくとも3つの画像形成領域に同一の画像が形成されるようにすることが必要である。このようにして、画像要素上の一点から出る光が対応する光学要素から射出する平行光束の幅 WH を射出瞳径 DH に対して小さくすることで、アイポイント位置に大きい瞳径 DH を形成しつつ光学系を薄くしている。

【0063】

(垂直断面における作用)

次に、図8(b)の断面における作用を説明する。光学要素であるレンズを理想的な薄肉レンズとして考えると、図8(b)の断面(垂直断面)において、1つの画像要素上の一点を出て対応する光学要素により形成される光束の幅 WV は、該断面における光学要素の幅(レンズ径)に等しい。

10

【0064】

図8(b)の断面において、一方の最大画角に対応する画像要素203上の最端画素を PU 、他方の最大画角に対応する画像要素213の最端画素を PD とする。その際、画素 PU 上の一点を出て対応する光学要素103により平行光に変換された外側の最端光線を RU 、画素 PD 上の一点を出て対応する光学要素113により平行光に変換された最端光線を RD とする。光線 RU と光線 RD とが、光学系1より所定の距離(アイレリーフ) ER だけ離れたアイポイント位置に形成する領域が、光学系1全体の射出瞳 S となっている。この断面における光学系1全体の射出瞳径は DV となっている。

【0065】

図8(b)の断面においては、3つの画像要素203, 208, 213上の同一画素と、それぞれに対応する光学要素103, 108, 113によって射出する光束が隣り合うように構成されている。但し、水平断面と同様に、一部画像が非表示の領域があり、そこからの光束を破線で示している。画像が非表示であるためこの光は実在しないが、実在した場合でも射出瞳 S に到達しない光であるため、観察には支障がない。一部に非表示領域を持つものの、このように3つの画像要素で同一画像部を含む構成としたことで、アイポイント位置に形成される瞳径 DV を大きいものにしてている。

20

【0066】

(本実施形態の効果)

本実施形態でも第1の実施形態と同様に、1つの画像要素とそれに対応する1つの光学要素とでは原画の一部の拡大虚像としか認識できないが、それらを水平方向、垂直方向に複数配列して、原画の全体の拡大虚像観察を可能としている。また、画像要素の一点を発生して対応する光学要素を通った光束の幅が狭くても、観察に必要な広い射出瞳径を光学系全体で達成することが可能となる。また、レンズの径が小さいために、比較的広画角を実現しやすい。

30

【0067】

《第4の実施形態》

図9は、本発明の第4の実施形態による画像観察の様子を説明する要部概略斜視図である。図中、20は面光源、21は開口2001~2015を有するマスクである。面光源20は高速に点滅可能となっている。またマスク素子21は、微小な開口部2001~2015以外は遮光するようになっており、水平・垂直の2次元方向に揺動可能な構成になっている。

40

【0068】

画像生成手段で形成された原画の情報は、駆動回路に伝えられ、面光源20の点滅と、マスク素子21の揺動を制御する。この際に、微小開口2001~2015の位置に応じて適切な面光源20の点滅を行うことにより、20と21とで画像要素201~215が形成される。これら画像要素201~215が光学系1の光学要素101~115により、拡大虚像として認識されるのは、第1の実施形態と同じ仕組みである。

【0069】

《第5の実施形態》

図10は、本発明の第5の実施形態による画像観察の様子を説明する要部概略斜視図で

50

ある。図 1 1 は本発明の第 5 の実施形態の要部水平断面図である。図中、200 は表示手段 2 上に形成された原画、3 は第 2 の光学系、5 はスクリーンである。第 2 の光学系 3 は、光学要素としてレンズ 301 ~ 315 を有したレンズアレイである。本実施形態と第 1 の実施形態との違いは、表示手段 2 上に形成した画像 200 を基に、第 2 の光学系 3 によってスクリーン 5 上に画像要素 201 ~ 215 を投射して形成したことである。その他の符号は、第 1 実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0070】

図 1 1 の断面より分かるように、画像 200 の像がレンズ 306 により画像要素 206 として結像され、レンズ 307 により画像要素 207 として形成され、・・・という具合に、対応する光学要素により、画像要素が形成される。従って、表示手段 2 上の原画 200 が第 2 の光学系 3 によりスクリーン 5 上に縮小像 201 ~ 215 として形成される。これら画像要素 201 ~ 215 が拡大虚像として認識されるのは、第 1 の実施形態と同じ仕組みである。

10

【0071】

本実施形態の構成によれば、複数の画像要素を構成するために必要な画素数よりも少ない表示手段を用いて、光学系を介して複数の画像要素を形成している。即ち、表示手段は、上述した同一の画像を表示する画像形成領域の数と、画像形成領域の夫々の画素数との積よりも少ない画素数を備える。そのために、表示手段のコストを抑えることができる。

【0072】

《第 6 の実施形態》

図 1 2 は、本発明の第 6 の実施形態を説明するための要部水平断面図である。本実施形態と第 5 の実施形態との違いは、第 5 の実施形態ではスクリーン 5 の拡散作用により光学系 1 による瞳 S 形成に必要な光の進行方向への変換を行ったが、本実施形態ではスクリーンの代わりにフィールドレンズを用いた点である。図中、6 はフィールドレンズであり、光学系 3 による画像要素の形成の際の光束の進行方向を変え、光学系 1 を介した光束が瞳 S に導かれるようにしている。

20

【0073】

そうすることで、光学系 1 による射出瞳 S の位置に瞳孔を置いた観察者により、無限遠に形成された虚像が問題なく認識されるようにしている。より好ましくは、各画像要素に対応して光束を光学系 1 の射出瞳 S 形成に必要な方向に変換させるように、フィールドレンズ 6 にもレンズアレイ等の複数光学要素を有した光学系を用いると良い。

30

【0074】

《第 7 の実施形態》

図 1 3 は、本発明の第 7 の実施形態を説明するための、画像要素形成のシステムを説明する断面図である。図中、21 は光源であり、本断面上に複数の光源 2106 ~ 2110 を有している。2 は透過型液晶などの表示手段、2100 は表示手段 2 上に形成された原画である。8 は光源からの光をコリメートする照明光学系、7 は第 2 の光学系である導光体、5 はスクリーンである。

【0075】

本実施形態と第 5 の実施形態との違いは、スクリーン 5 上に画像要素を形成するまでの構成であり、それ以降は第 5 の実施形態と同様であるので、図示、説明を省略する。本実施形態では、表示手段 2 上に形成した画像 2100 を基に、複数の発光点を有する光源 21 と照明レンズ 8 と第 2 の光学系である導光体 7 によってスクリーン 5 上に画像要素 201 ~ 215 を形成している。

40

【0076】

以下、図 1 3 の断面での画像要素形成について説明する。光源 21 の要素である発光点 2106 ~ 2110 からの光は、レンズ 8 によりコリメートされ、それぞれ異なる方向より表示手段 2 を照明する。表示手段 2 上の原画 200 により変調されたコリメート光は導光体 7 に入射する。導光体 7 内では、光源の発光点により異なる入射角度に応じて、導光体内で内部全反射して所定の位置より導光体 7 を射出し、スクリーン 5 上に画像要素 20

50

6 ~ 2 1 0 を形成する。

【 0 0 7 7 】

光源 2 1 は図 1 3 の断面以外にも発光点 2 1 0 1 ~ 2 1 0 5 , 2 1 1 1 ~ 2 1 1 5 を有しており、同様の作用により、スクリーン 5 上に画像要素 2 0 1 ~ 2 0 5 並びに 2 1 1 ~ 2 1 5 を形成する。これら画像要素 2 0 1 ~ 2 1 5 が拡大虚像として認識されるのは、第 1 の実施形態と同じ仕組みである。

【 0 0 7 8 】

本実施形態の構成によれば、複数の画像要素を構成するために必要な画素数よりも少ない表示手段を用いて、光学系を介して複数の画像要素を形成している。そのために、表示手段のコストを抑えることができる。

【 0 0 7 9 】

《 第 8 の実施形態 》

図 1 4 は、本発明の第 8 の実施形態を説明するための、画像要素形成のシステムを説明する断面図である。図中、2 2 はビーム発生手段であり、本断面上に複数のビーム発生口 2 2 0 6 ~ 2 2 1 0 を有している。2 3 は 2 次元の走査手段であり、2 2 と 2 3 とで所定位置に複数の画像を形成する機能を有している。7 は第 2 の光学系である導光体、5 はスクリーンである。

【 0 0 8 0 】

本実施形態と第 5 の実施形態との違いは、スクリーン 5 上に画像要素を形成するまでの構成であり、それ以降は第 5 の実施形態と同様であるので、図示、説明を省略する。本実施形態では、複数のビーム発生口 2 2 0 6 ~ 2 2 1 0 を有するビーム形成手段 2 2 と走査手段 2 3 と第 2 の光学系である導光体 7 によってスクリーン 5 上に画像要素 2 0 1 ~ 2 1 5 を形成している。

【 0 0 8 1 】

以下、図 1 4 の断面での画像要素形成について説明する。ビーム発生手段 2 2 の要素であるビーム発生口 2 2 0 6 ~ 2 2 1 0 からの光は、各々が走査手段 2 3 の駆動に同期して、所定距離に所定サイズの画像を形成するように変調されたビームを発生する。ビーム発生口 2 2 0 6 ~ 2 2 1 0 を出て、走査ミラー 2 3 で反射された光は、導光体 7 に入射する。導光体 7 内では、ビーム発生源から走査ミラー 2 3 への異なるビーム入射角度に応じて、導光体内で内部全反射して所定の位置より導光体 7 を射出し、スクリーン 5 上に画像要素 2 0 6 ~ 2 1 0 を形成する。

【 0 0 8 2 】

ビーム発生手段 2 2 は図 1 7 の断面以外にもビーム発生口 2 2 0 1 ~ 2 2 0 5 , 2 2 1 1 ~ 2 2 1 5 を有しており、同様の作用により、スクリーン 5 上に画像要素 2 0 1 ~ 2 0 5 並びに 2 1 1 ~ 2 1 5 を形成する。これら画像要素 2 0 1 ~ 2 1 5 が拡大虚像として認識されるのは、第 1 の実施形態と同じ仕組みである。

【 0 0 8 3 】

本実施形態の構成によれば、各ビーム発生口より発するビームは、それぞれ個別のビーム発生源を持ち、個別に変調されることが好ましい。そうすることによって画像要素 2 0 1 ~ 2 1 5 の歪みを抑え、高画質の画像要素形成が可能になる。本実施形態の構成によれば、複数の画像要素を構成するために複数のビーム発生源と 1 つの走査手段とを用いており、ビーム発生源は複数であるが一つの走査手段により複数の画像要素を形成している。そのために、走査手段のコストを抑えることができる。

【 0 0 8 4 】

《 第 9 の実施形態 》

図 1 5 は、本発明の第 9 の実施形態を説明するための、画像要素形成のシステムを説明する断面図である。図 1 6 は、本実施形態のビーム発生手段の構成例を示す図である。図中、2 4 はビーム発生手段であり、本断面上に複数のビーム発生口 2 4 0 6 ~ 2 4 1 0 を有している。2 3 は 2 次元の走査手段であり、2 4 と 2 3 とで所定位置に画像を形成する機能を有している。7 は導光体、9 は凹面鏡 9 0 6 ~ 9 1 0 を有する光学要素を有した光

10

20

30

40

50

学素子であり、7と9とで本実施形態の第2の光学系を構成している。5はスクリーン、241は発光素子、242はコリメータ、243はビーム分岐形成素子である。

【0085】

本実施形態と第5の実施形態との違いは、スクリーン5上に画像要素を形成するまでの構成であり、それ以降は第5の実施形態と同様であるので、図示、説明を省略する。本実施形態では、複数のビーム発生口2406～2410を有するビーム形成手段24と走査手段23と第2の光学系である導光体7、光学素子9によってスクリーン5上に画像要素201～215を形成している。

【0086】

ビーム発生手段24の要素であるビーム発生口2406～2410からの光は、走査手段23の駆動に同期して、所定距離に所定サイズの画像を形成するように変調されたビームを発生する。ビーム発生口2406～2410を出て、走査ミラー23で反射された光は、導光体7に入射する。

10

【0087】

導光体7内では、ビーム発生源から走査ミラー23への異なるビーム入射角度に応じて、導光体内で内部全反射して所定の位置より導光体7を射出し、光学素子9に入射する。光学素子9に入射したビームは、各凹面鏡906～910で反射され、光学素子9を射出し、導光体7を通過して、スクリーン5上に画像要素206～210を形成する。

【0088】

ビーム発生手段24は図15の断面以外にもビーム発生口2401～2405、2411～2415を有しており、同様の作用により、スクリーン5上に画像要素201～205並びに211～215を形成する。これら画像要素201～215が拡大虚像として認識されるのは、第1の実施形態と同じ仕組みである。

20

【0089】

ここで、ビーム発生手段24の具体構成例を説明する。走査ミラー23の駆動に同期して変調された光を発する発光素子241からの光は、コリメータ242で略平行ビームとされる。該ビームは、光学素子243により紙面垂直方向に3つに分岐される。分岐されたビームの内、本断面でのビームは、ビームスプリッタとレンズとを有する光学素子244により、ビーム発生口2406～2410より射出する。この際、ビーム発生口2406～2410のレンズは、各々が異なるパワーを有し、且つ分岐されたビームに対してそれぞれ異なるシフト状態となっており、異なる集光度と射出角のビームとして射出する。

30

【0090】

本実施形態の構成によれば、複数の画像要素を構成するために変調されたビームを発生する発光素子を1つとしており、第8の実施形態に対して、発光素子の数を抑えることができる。

【0091】

《第10の実施形態》

図17は、本発明の第10の実施形態を説明するための断面図である。本実施形態と第1の実施形態とは基本的に同じであるが、断面内での画像要素の個数、光学系1を構成する光学要素101、102、・・・が光軸方向に2つのレンズから構成されている点が異なるだけである。そのため、符号の説明、作用の説明等は省略する。本実施形態のように、光学要素を複数エレメントにより構成しても良い。複数エレメントで構成すれば、光学性能を高めることができる。

40

【0092】

また、このように光学要素のエレメントが厚くなると、隣り合う画像要素の同一画素から出た略平行光束の間に隙間ができる。この際に、隙間の幅WSは、 $WS < 2\text{ mm}$ とすることが好ましい。

【0093】

一般に人間の瞳孔径は2mm～8mm程度であるとされ、輝度によらず、画像の欠けが

50

生じない。また、観察画像の輝度が数十～百 cd/m^2 程度であれば、一般に人間の瞳孔径は $3\text{mm} \sim 4\text{mm}$ 程度であるとされる。このため、 $WS < 2\text{mm}$ が瞳孔の移動に伴う輝度変化が少ない条件となる。更には、 $WS < 1\text{mm}$ となるようにして、瞳孔の移動に伴う輝度変化が気にならないようにすると好ましい。

【0094】

(変形例1)

一つの画像要素から対応する光学要素以外の光学要素に入った光は、ゴーストなどを引き起こす可能性がある。そのため、各光学要素間に遮光部を施すことが望ましい。更に望ましくは、画像要素と光学要素との間の空間に、遮光部を設けることが望ましい。

【0095】

また、図3のように、本実施形態の光学系1をレンズアレイ素子10と凹レンズ11とで構成して、虚像形成位置を有限距離にしても良い。また、図4のように、本実施形態の光学系1と表示素子2との間の距離を焦点距離以下の値 b とし、画像要素間のピッチ $P1$ と光学要素間のピッチ $P2$ とが以下の関係を満足するようにして、虚像を有限距離 a の位置に形成しても良い。

$$P1 : P2 = (a - b) : a$$

ここで、レンズ～虚像距離が a 、レンズ～画像間隔が b である。

【0096】

(変形例2)

また、第1、第2、第7の実施形態等は光学要素を全て理想的なレンズとして話をしたが、実際にはレンズは収差を持っている。これらの実施形態によれば、画像要素を複数の表示素子上に形成したために、最終的に観察される画像のうち対応する画像要素の持ち受け領域に合わせて、表示面位置が異なるようにして像面湾曲に対応するなどしても良い。そうすることで、より良い画質での画像観察が可能となる。また、ここまでは光学要素を全て同じ形状として話をしたが、最終的に観察される画像のうち対応する画像要素の持ち受け領域に合わせて各レンズの形状を変えても良い。この場合も同様に、より良い画質での画像観察が可能となる。

【0097】

(変形例3)

また、第7の実施形態は、一つの原画2100を2101～2115の15個の発光点からの光で照明することとして説明したが、これに限らない。以下に別の形態の例を説明する。本形態においては、第7の実施形態に対して図13の断面に垂直な方向に画素数が3倍以上有する画像表示素子2を用い、原画2100を3つ並べた画像を表示している。

【0098】

まず、発光点2101～2105と画像要素201～205とを含む断面について説明する。この断面においては、図10の発光点2106～2110と同じ位置に発光点2101～2105が存在する。発光点2101～2105からの光はレンズ8と同じレンズでコリメートされて原画2100と同じ画像の表示された別領域を照明し、導光体7に導かれた後に、スクリーン上に画像要素201～205を形成する。

【0099】

次に発光点2111～2115に対しての断面について説明する。この場合も同様に、発光点2111～2115からの光はレンズ8と同じレンズでコリメートされて原画2100と同じ画像の表示された更なる別領域を照明し、導光体7に導かれた後に、スクリーン上に画像要素211～215を形成する。このように構成すると、表示手段に必要な画素数は上述の3倍になるが、斜めに照明されることによる像の歪みなどがなくなるため、形成される画像要素の画質が向上する。

【0100】

この構成でも、観察される画素数と最終的に形成される画像要素の個数との積に比べて、表示手段に必要な画素数が少ないため、第1の実施形態に比べると、表示手段のコストを低減できる。また、本形態と同様のことを3つの画像表示素子2を用いて行っても良い

10

20

30

40

50

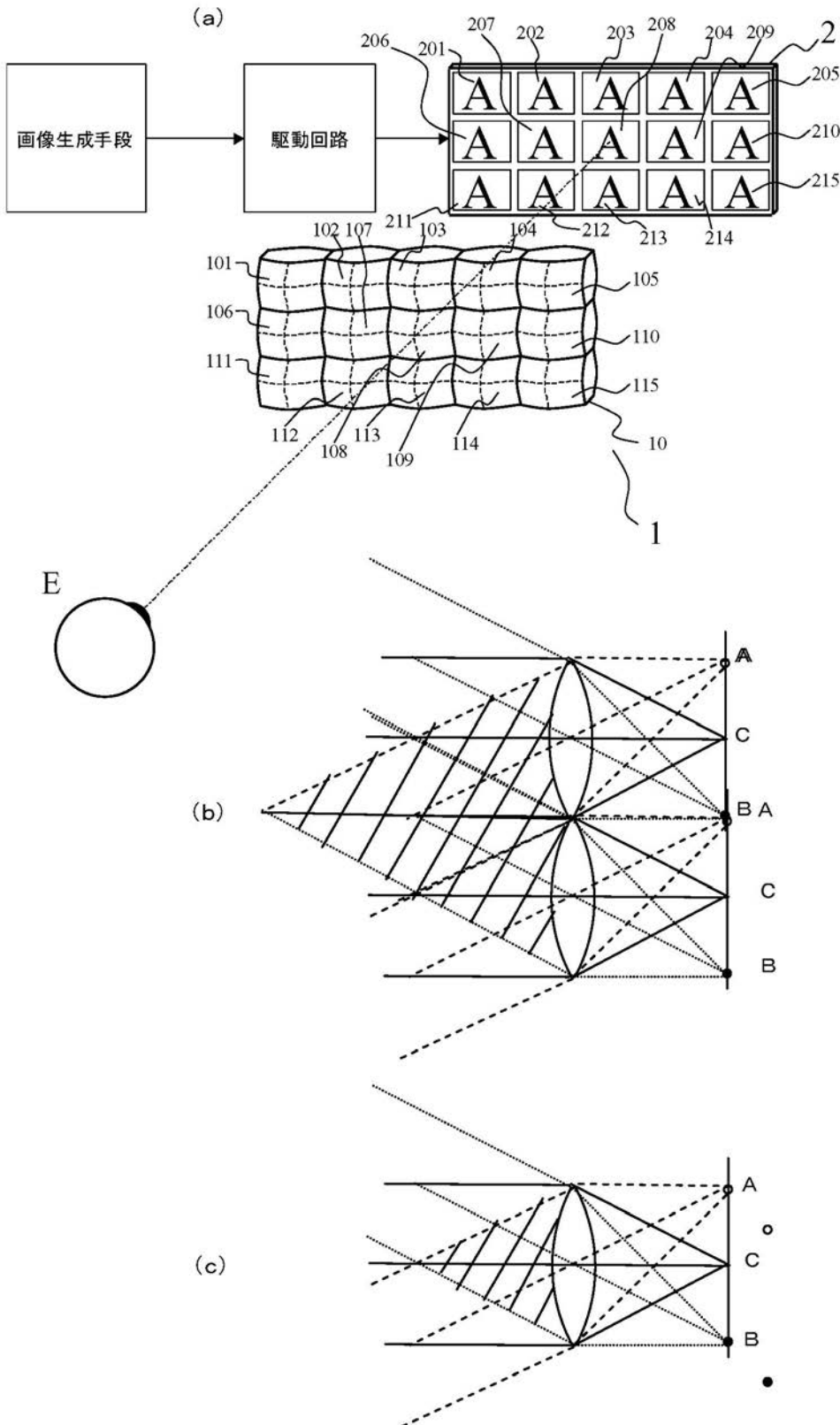
°

【符号の説明】

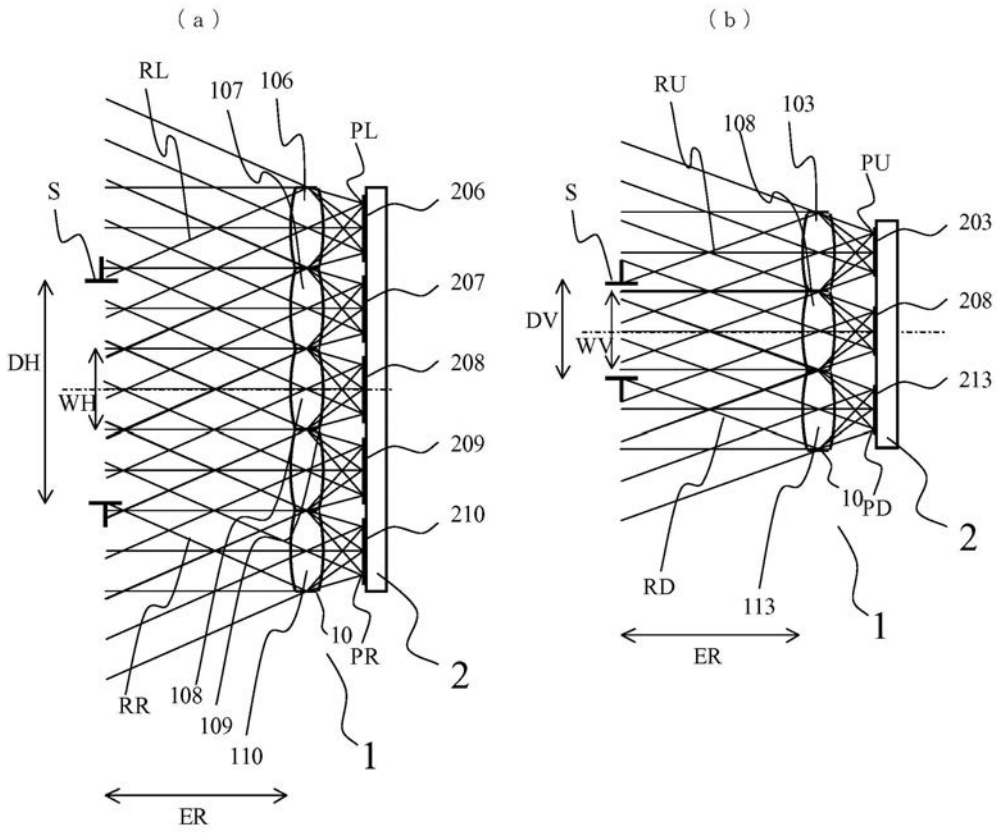
【0101】

1・・・光学系、2・・・画像表示素子（原画形成部）、101、102・・・光学要素、201、202・・・画像要素、DH、DV・・・射出瞳径

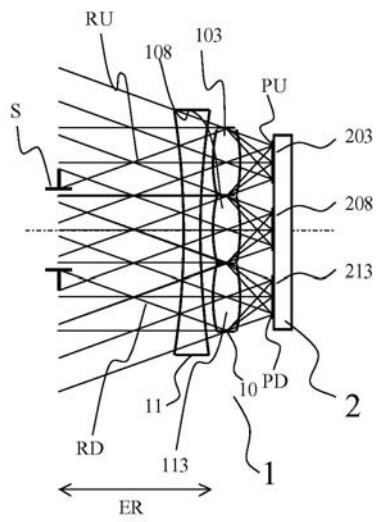
【 図 1 】



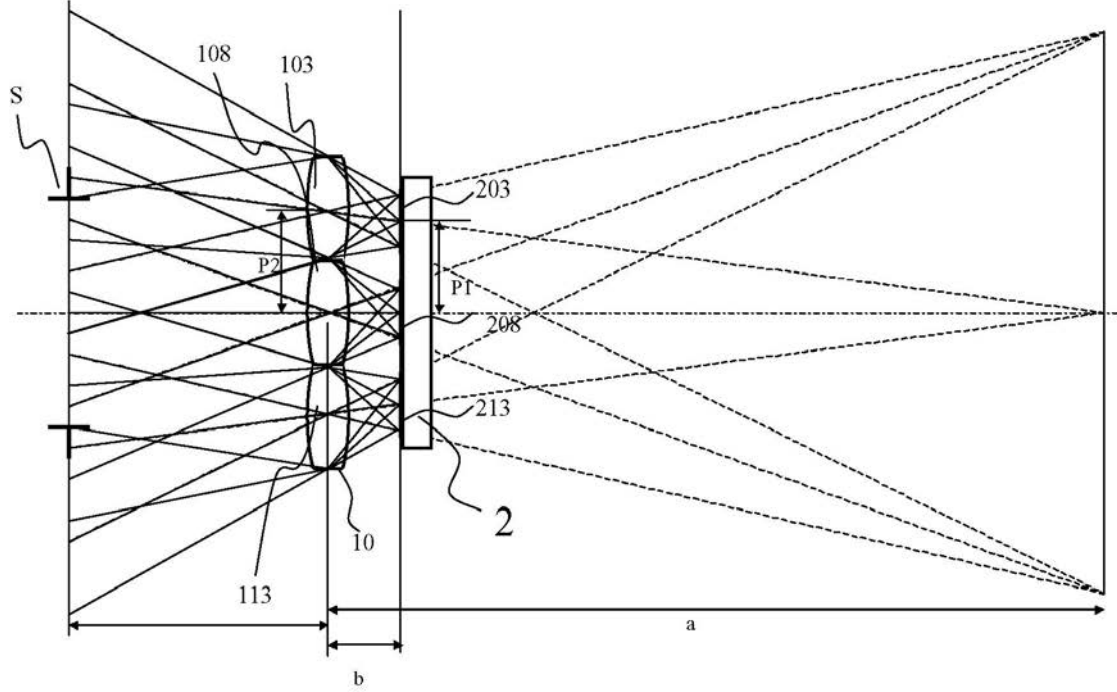
【 図 2 】



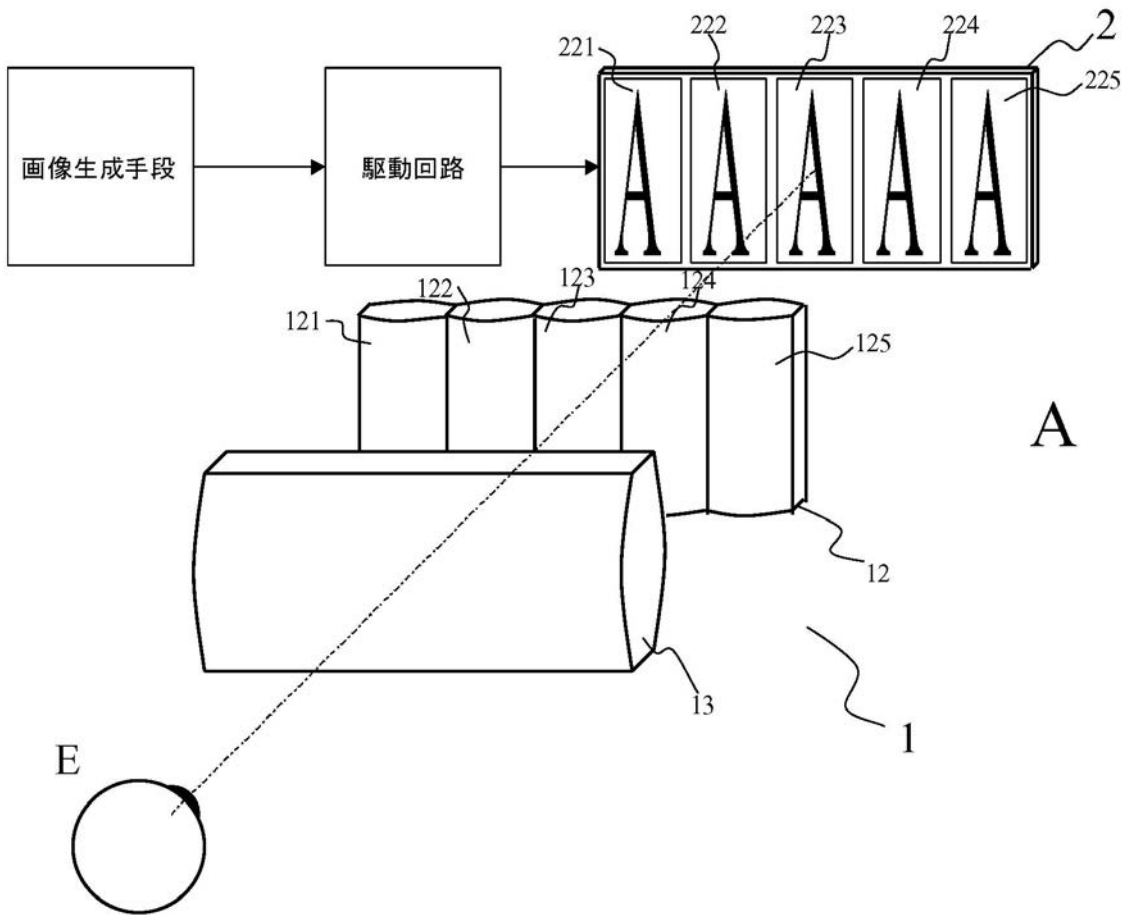
【 図 3 】



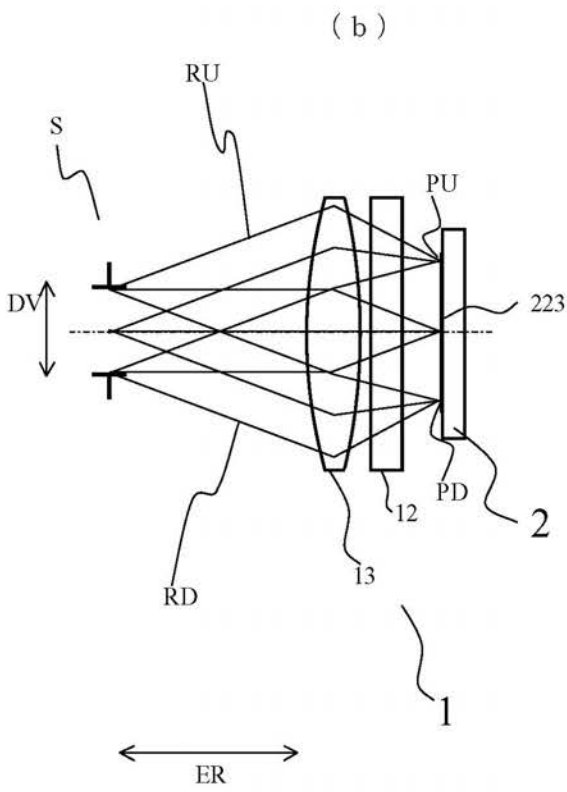
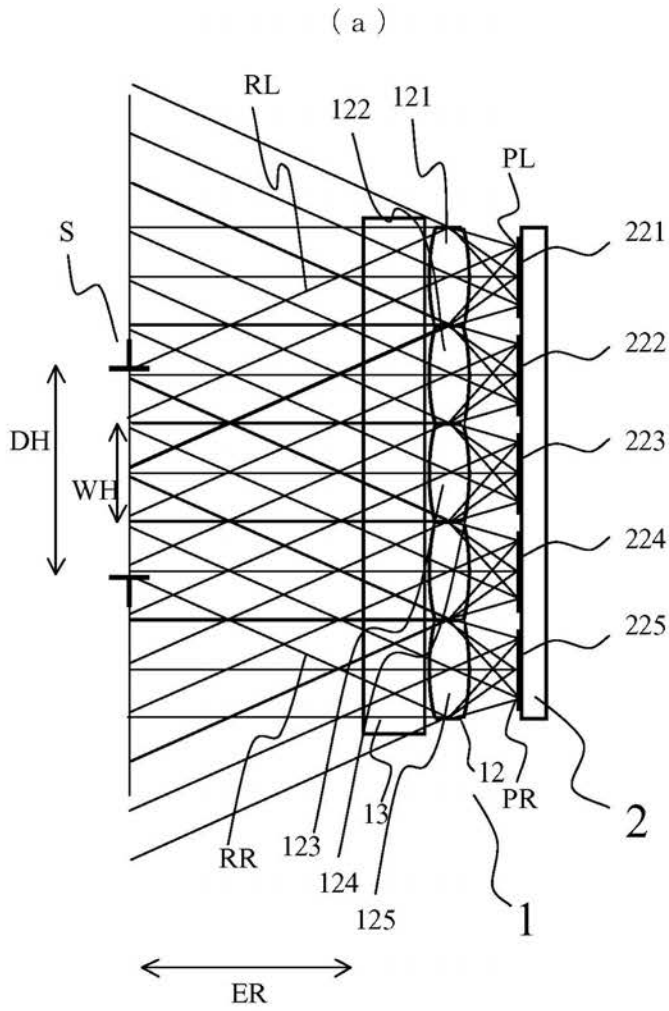
【 図 4 】



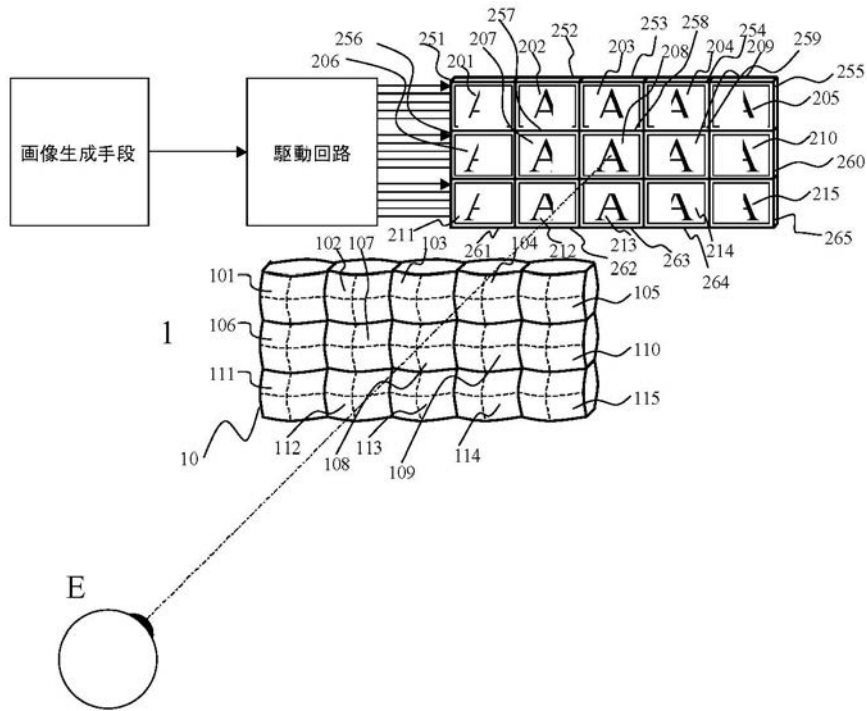
【 図 5 】



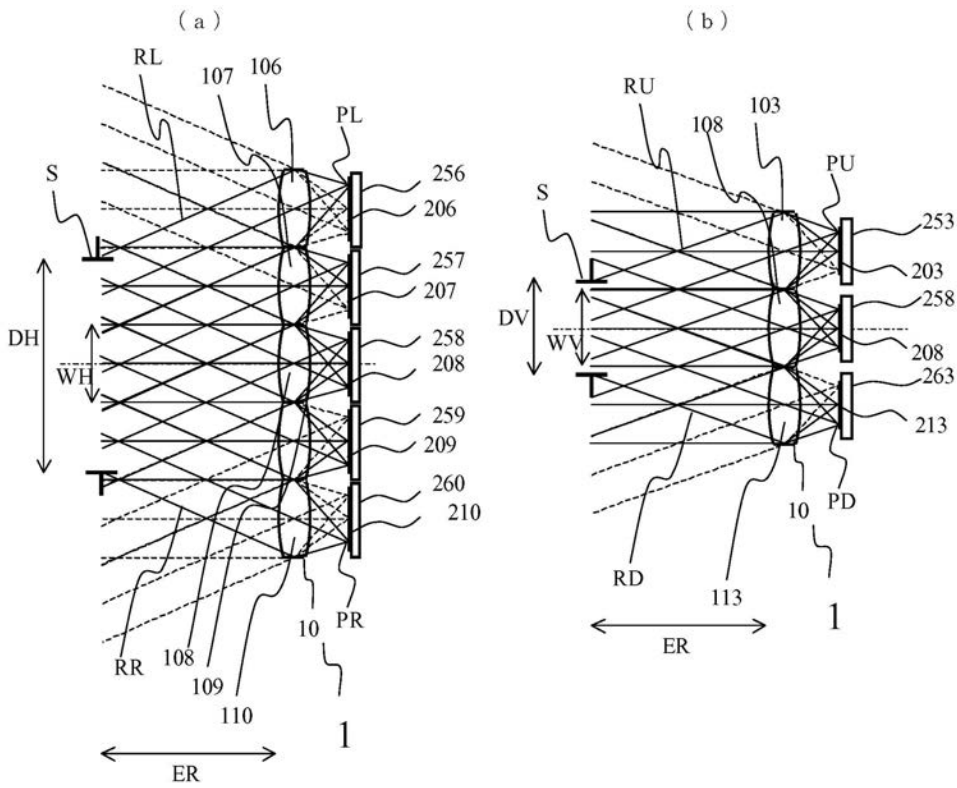
【 図 6 】



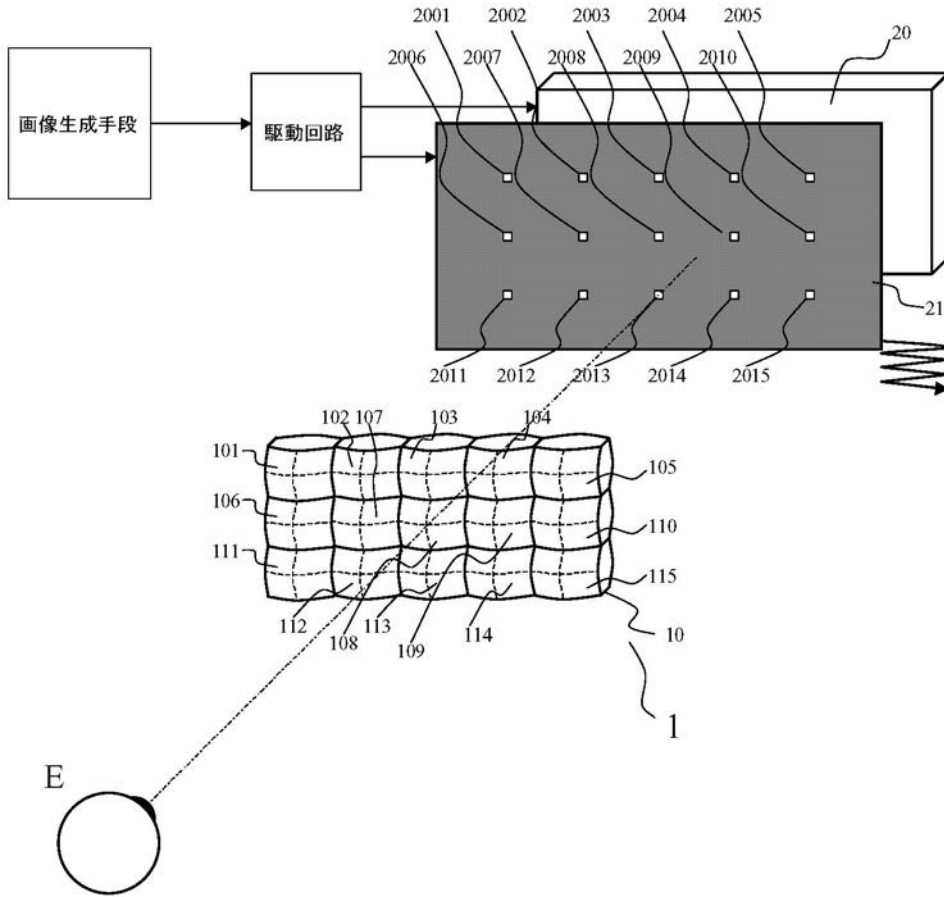
【 図 7 】



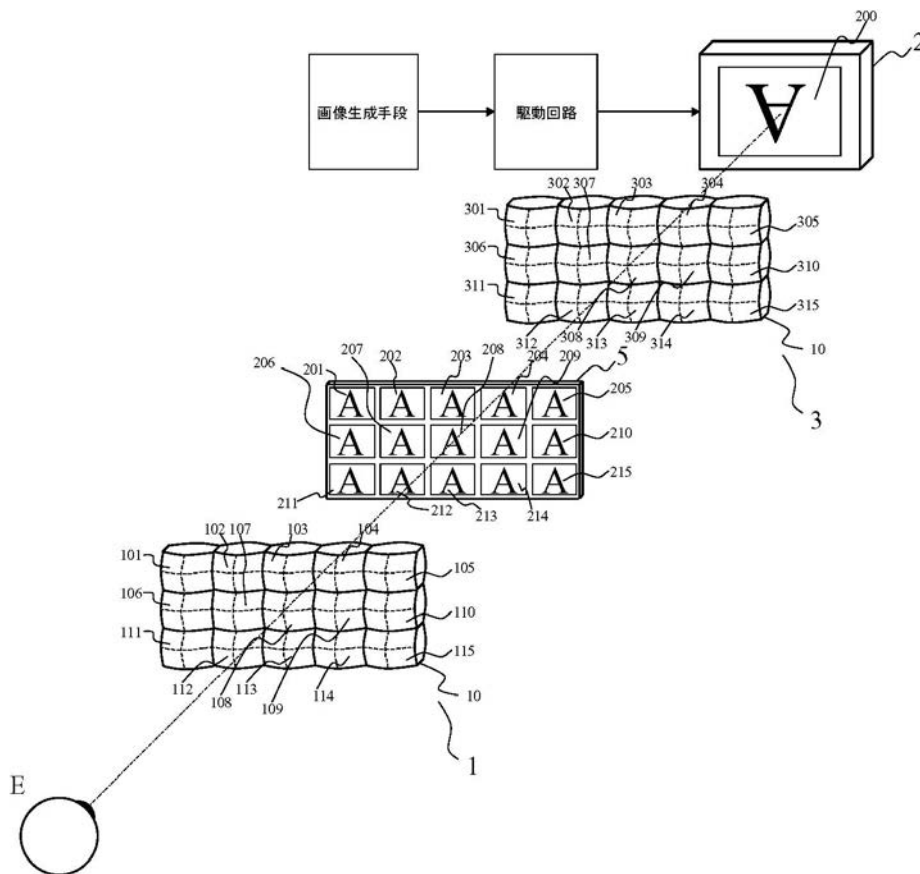
【 図 8 】



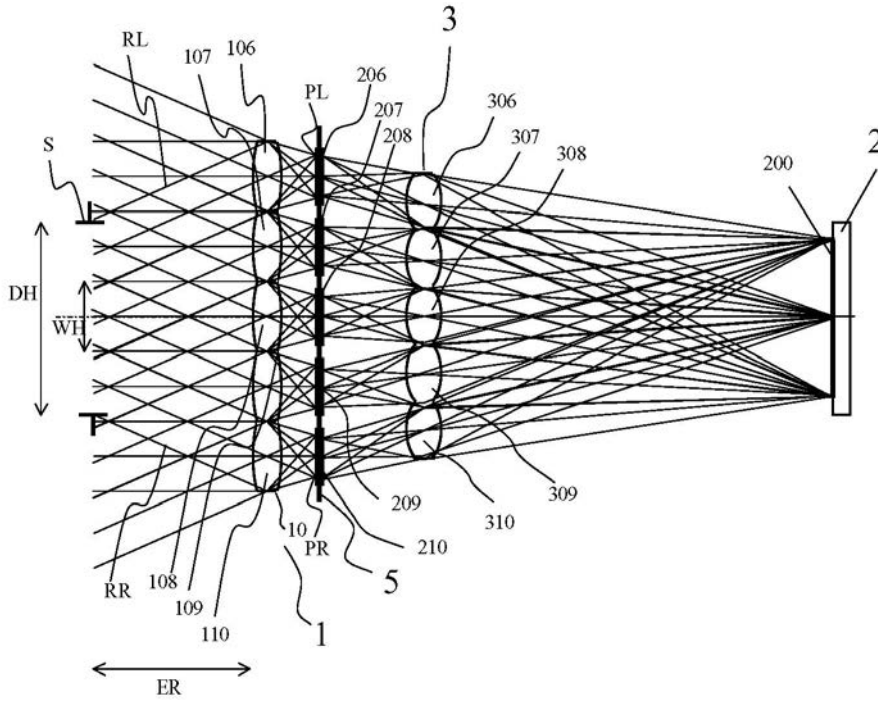
【 図 9 】



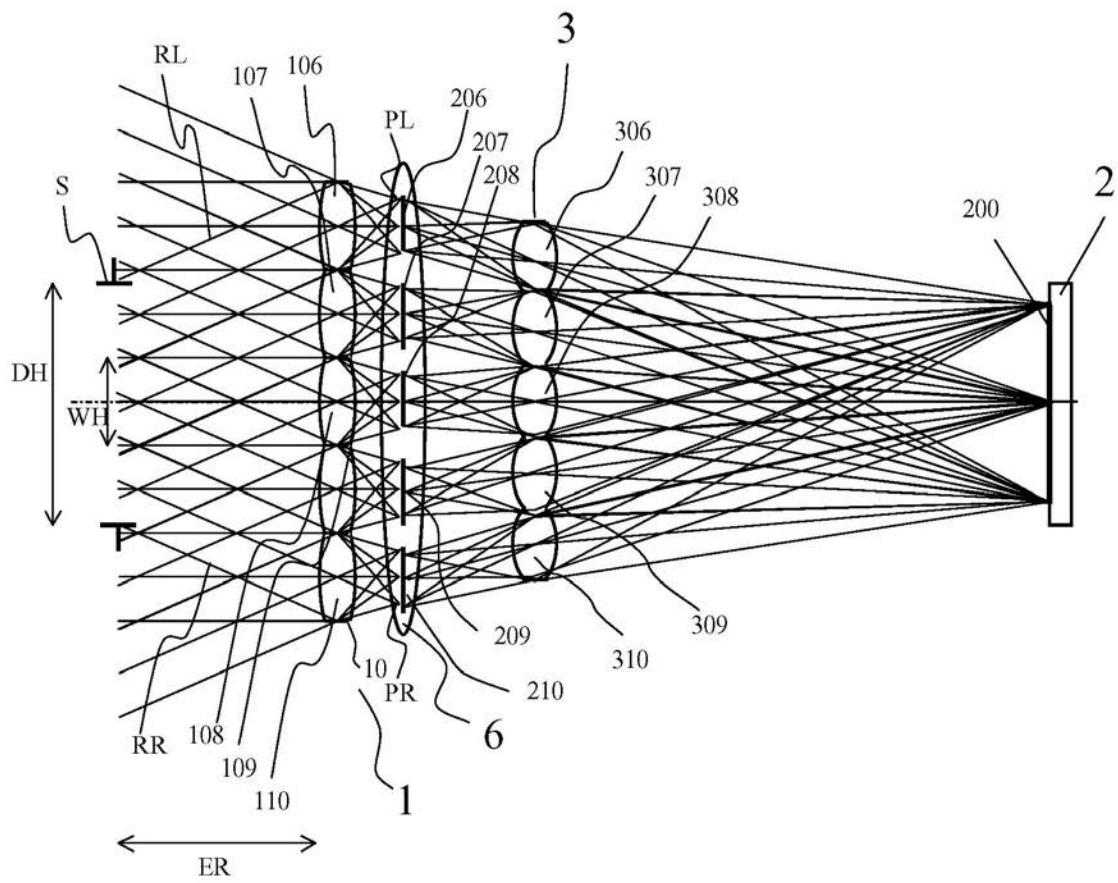
【 図 10 】



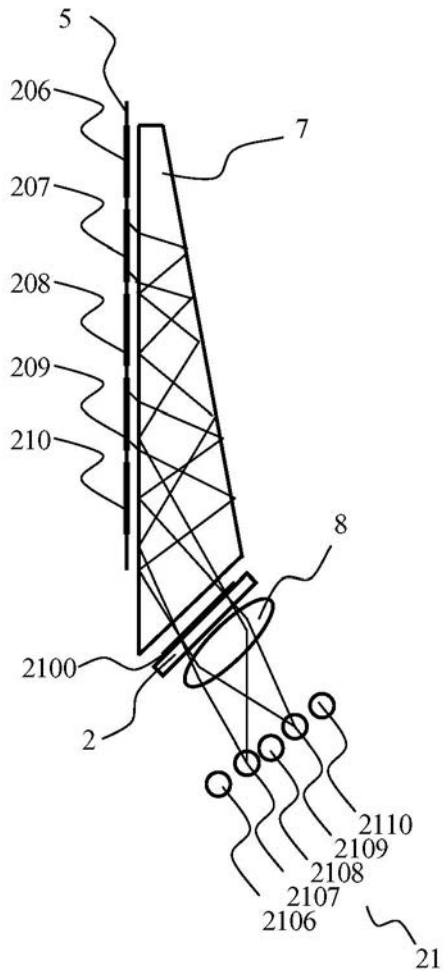
【 図 1 1 】



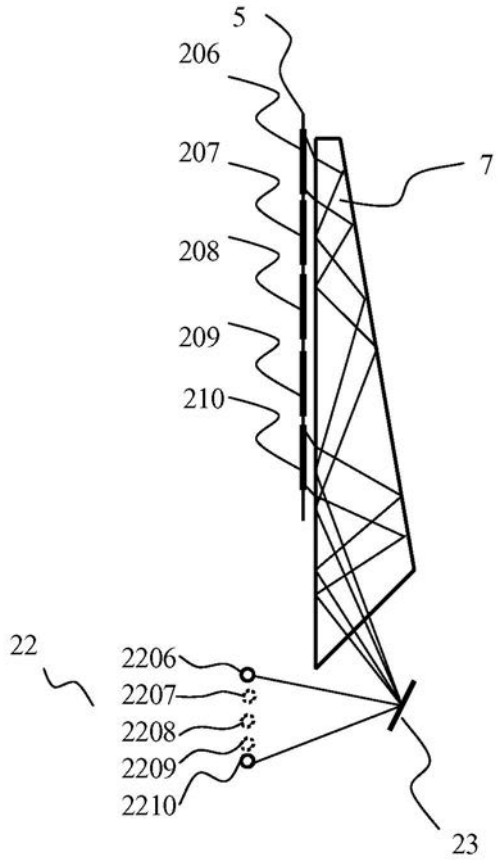
【 図 1 2 】



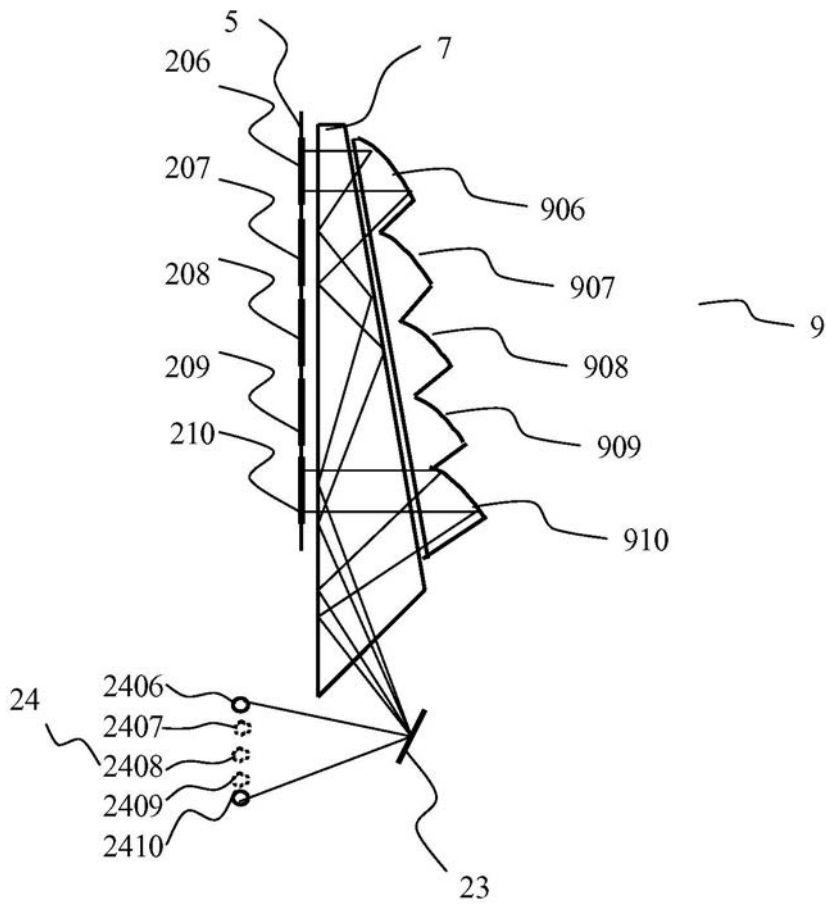
【 図 1 3 】



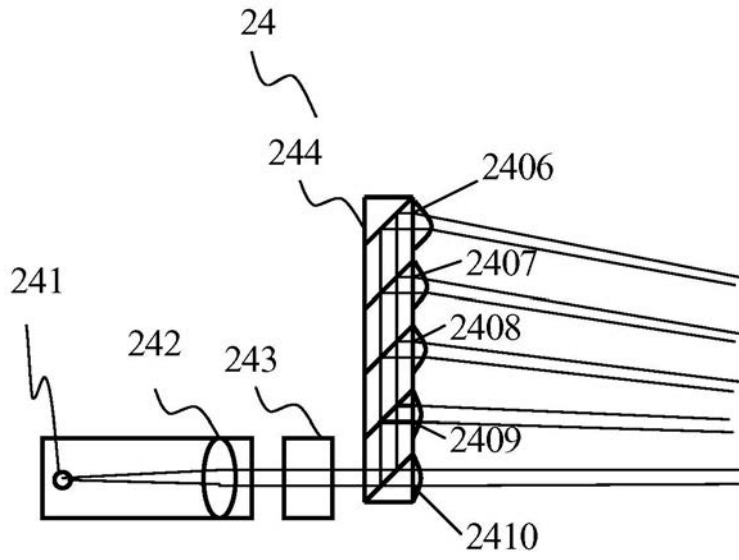
【 図 1 4 】



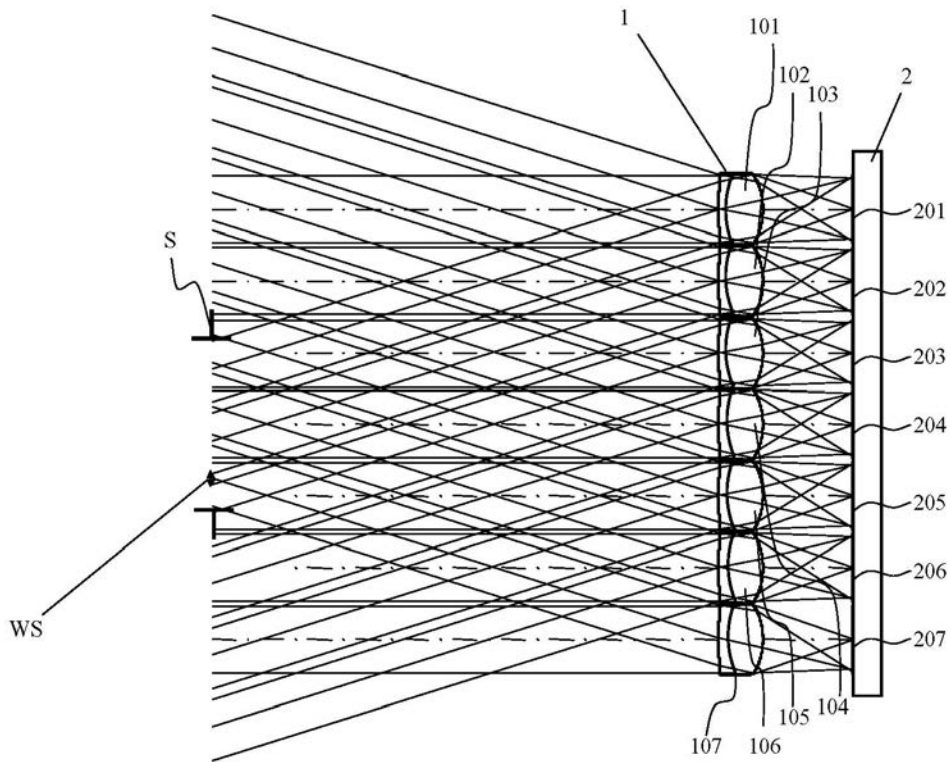
【 図 1 5 】



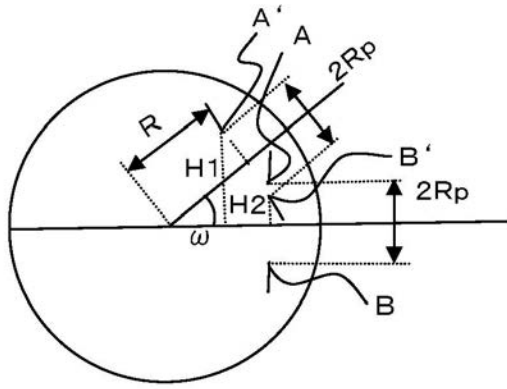
【図16】



【図17】



【 図 18 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
G 0 3 B	17/18	(2006.01)	G 0 3 B	17/18		Z
G 0 9 F	9/00	(2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 1 3	
G 0 9 F	9/40	(2006.01)	G 0 9 F	9/40	3 0 1	