

(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2012-242588

(P2012-242588A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 3/06 (2006.01)</b>	G02B 3/06	2H042
<b>G02B 27/22 (2006.01)</b>	G02B 27/22	2H059
<b>G02B 5/00 (2006.01)</b>	G02B 5/00 B	2H199
<b>G03B 35/24 (2006.01)</b>	G03B 35/24	5C061
<b>G03B 35/00 (2006.01)</b>	G03B 35/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-112291 (P2011-112291)  
 (22) 出願日 平成23年5月19日 (2011.5.19)

(71) 出願人 000002130  
 住友電気工業株式会社  
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
 (71) 出願人 599109906  
 住友電気ファインポリマー株式会社  
 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950番地  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100108257  
 弁理士 近藤 伊知良  
 (74) 代理人 100110582  
 弁理士 柴田 昌聰

最終頁に続く

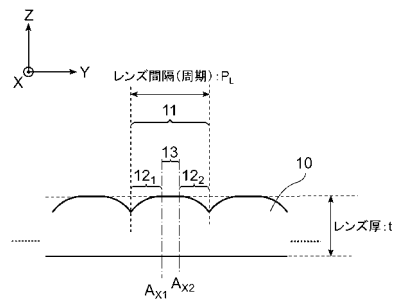
(54) 【発明の名称】 レンズ部品および画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】複数の視点それぞれに向けて高品質の画像を表示することができ容易に製造することができるレンズ部品を提供することを目的とする。

【解決手段】レンズ部品10は、各々X方向に延在し共通の構成を有しY方向に最小周期 $P_L$ で並列配置されたK個の単位レンズ11を備える。各単位レンズ11は、Y方向の最小周期 $P_L$ 内において区分される2個の部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>を含み、さらに、これら部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>の間に設けられた平坦部13をも含む。部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>それぞれは、Z方向に平行であって互いに異なる光軸を有し、物体面上の共通点を像面A上の互いに異なる位置に結像する。

【選択図】図28



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

物体面上の画像を像面上に結像するレンズ部品であって、  
各々第 1 方向に延在し共通の構成を有し、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に最小周期  $P_L$  で並列配置された  $K$  個の単位レンズを備え、  
前記  $K$  個の単位レンズそれぞれが、前記第 2 方向の最小周期  $P_L$  内において区分される  $M$  個の部分レンズと、これら  $M$  個の部分レンズの間に設けられた平坦部とを含み、  
各単位レンズに含まれる前記  $M$  個の部分レンズそれぞれが、前記第 1 方向および前記第 2 方向の双方に垂直な第 3 方向に平行であって互いに異なる光軸を有し、前記物体面上の共通点を前記像面上の互いに異なる位置に結像する、  
ことを特徴とするレンズ部品（ただし、 $K$ 、 $M$  は 2 以上の整数）。

10

**【請求項 2】**

各単位レンズにおいて、前記平坦部の第 2 方向幅が、前記  $M$  個の部分レンズそれぞれの光軸の間隔と比べて等しいか又は大きい、ことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ部品。

**【請求項 3】**

各単位レンズにおいて、前記平坦部の第 2 方向幅が、該単位レンズの第 2 方向幅の  $1/2$  より小さい、ことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ部品。

**【請求項 4】**

各単位レンズに含まれる前記  $M$  個の部分レンズそれぞれが、互いに等しい焦点距離を有する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のレンズ部品。

20

**【請求項 5】**

互いに垂直な第 1 方向および第 2 方向の双方に平行な面上に複数の単位画素組が 2 次元配列され、前記複数の単位画素組それぞれが前記第 2 方向に沿って配列された  $N$  個の部分画素を含む表示パネルと、

前記表示パネルを物体面として該物体面上の画像を像面上に結像し、前記第 2 方向について前記単位画素組に対応して前記単位レンズが設けられている請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のレンズ部品と、

を備えることを特徴とする画像表示装置（ただし、 $N$  は 2 以上の整数）。

**【請求項 6】**

前記表示パネルの前記複数の単位画素組それぞれにおいて前記第 2 方向に沿って前記  $N$  個の部分画素の相互の間に遮蔽領域が存在し、

前記遮蔽領域の前記第 2 方向での幅が、前記レンズ部品の各単位レンズに含まれる前記  $M$  個の部分レンズそれぞれの光軸の前記第 2 方向での間隔と比べて等しいか又は小さい、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像表示装置。

30

**【請求項 7】**

$M$  値が 2 であり、

前記レンズ部品の前記  $K$  個の単位レンズのうち前記第 2 方向について中央付近にある何れかの単位レンズに含まれる 2 個の部分レンズそれぞれの光軸の前記第 2 方向での中間位置と、前記表示パネルの前記複数の単位画素組のうち前記第 2 方向について中央付近にある何れかの単位画素組の中央位置とが、互いに等しい、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像表示装置。

40

**【請求項 8】**

前記レンズ部品および前記表示パネルそれぞれが、両者を組み立てる際の位置合わせの為のマークを有する、ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の視点それぞれに向けて画像を表示することができる画像表示装置、および、この画像表示装置に含まれるレンズ部品に関するものである。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

複数の視点それぞれに向けて画像を表示することができる画像表示装置は、例えばカーナビゲーションシステムにおいて運転席および助手席それぞれに座っている者に対して互いに異なる画像を表示したり、あるいは、同一人物の右目および左目それぞれに対して互いに異なる画像を表示することで立体画像と認識させたりすることができる。

## 【0003】

このような画像表示装置として、液晶などを用いた表示パネルと、シリンドリカルレンズが並列配置されたレンチキュラレンズと、を備えるものが知られている。表示パネルとして液晶表示パネルが用いられる場合、ブラックマトリックスと呼ばれる遮蔽領域で個々の画素が囲まれている。表示パネルにおいて画素間に遮蔽領域が存在していることにより、画像表示装置が画像を表示する像面上では、遮蔽領域に対応する黒い領域が生じてしまう。

10

## 【0004】

この黒い領域が像面上の位置によっては認識されることとなり、画像内で黒い筋となって観察されるので、画質が低下する。そこで、特許文献1に開示された発明は、液晶表示パネルとレンチキュラレンズとの間に異方性散乱シートを設けることで、画素間の遮蔽領域に起因する画質の低下を回避することを図ろうとしている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

20

## 【0005】

【特許文献1】特開2008-134617号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、特許文献1に開示された発明では、画像を形成するのに必要な光をも異方性散乱シートにより散乱させることになるので、これにより画質が低下する。このような画質低下を回避する為に、特殊な形状を有するレンズ部品をレンチキュラレンズに替えて用いることも考えられる。しかし、特殊形状のレンズ部品の製造は必ずしも容易でない。

30

## 【0007】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、複数の視点それぞれに向けて高品質の画像を表示することができる画像表示装置、および、この画像表示装置において好適に用いられ容易に製造することができるレンズ部品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】

## 【0008】

本発明のレンズ部品は、物体面上の画像を像面上に結像するレンズ部品であって、(1) 各々第1方向に延在し共通の構成を有し、第1方向に垂直な第2方向に最小周期 $P_L$ で並列配置された $K$ 個の単位レンズを備え、(2)  $K$ 個の単位レンズそれぞれが、第2方向の最小周期 $P_L$ 内において区分される $M$ 個の部分レンズと、これら $M$ 個の部分レンズの間に設けられた平坦部とを含み、(3) 各単位レンズに含まれる $M$ 個の部分レンズそれぞれが、第1方向および第2方向の双方に垂直な第3方向に平行であって互いに異なる光軸を有し、物体面上の共通点を像面上の互いに異なる位置に結像することを特徴とする。ただし、 $K$ 、 $M$ は2以上の整数である。

40

## 【0009】

本発明のレンズ部品は、各単位レンズにおいて、平坦部の第2方向幅が、 $M$ 個の部分レンズそれぞれの光軸の間隔と比べて等しいか又は大きいのが好適である。各単位レンズにおいて、平坦部の第2方向幅が、該単位レンズの第2方向幅の $1/2$ より小さいのが好適である。また、各単位レンズに含まれる $M$ 個の部分レンズそれぞれが、互いに等しい焦点距離を有するのが好適である。

50

## 【 0 0 1 0 】

本発明の画像表示装置は、(1)互いに垂直な第1方向および第2方向の双方に平行な面上に複数の単位画素組が2次元配列され、複数の単位画素組それぞれが第2方向に沿って配列されたN個の部分画素を含む表示パネルと、(2)表示パネルを物体面として該物体面上の画像を像面上に結像し、第2方向について単位画素組に対応して単位レンズが設けられている上記の本発明のレンズ部品と、を備えることを特徴とする。ただし、Nは2以上の整数である。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の画像表示装置は、表示パネルの複数の単位画素組それぞれにおいて第2方向に沿ってN個の部分画素の相互の間に遮蔽領域が存在し、遮蔽領域の第2方向での幅が、レンズ部品の各単位レンズに含まれるM個の部分レンズそれぞれの光軸の第2方向での間隔と比べて等しいか又は小さいのが好適である。

10

## 【 0 0 1 2 】

本発明の画像表示装置は、M値が2であり、レンズ部品のK個の単位レンズのうち第2方向について中央付近にある何れかの単位レンズに含まれる2個の部分レンズそれぞれの光軸の第2方向での中間位置と、表示パネルの複数の単位画素組のうち第2方向について中央付近にある何れかの単位画素組の中央位置とが、互いに等しいのが好適である。また、本発明の画像表示装置は、レンズ部品および表示パネルそれぞれが、両者を組み立てる際の位置合わせの為にマークを有するのが好適である。

## 【 発明の効果 】

20

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、複数の視点それぞれに向けて画像を表示することができ、その画像の画質の劣化を抑制することができ、また、容易に製造することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 第1比較例の画像表示装置1による画像表示の原理を模式的に示す図である。

【 図 2 】 第1比較例の画像表示装置1による画像表示における表示パネル20の画素と像面A上の像との関係を説明する図である。

【 図 3 】 第1比較例の画像表示装置1による画像表示における表示パネル20の画素と像面A上の像との関係を説明する図である。

30

【 図 4 】 参考形態の画像表示装置のレンズ部品10を説明する図である。

【 図 5 】 第1比較例における表示パネル10に対しレンズが-Y方向にシフトしたときの部分画素 $22_R$ からの光線の軌跡を示す図である。

【 図 6 】 第1比較例における表示パネル10に対しレンズが-Y方向にシフトしたときの像面A上の光強度分布を示す図である。

【 図 7 】 第1比較例における表示パネル10に対しレンズが+Y方向にシフトしたときの部分画素 $22_R$ からの光線の軌跡を示す図である。

【 図 8 】 第1比較例における表示パネル10に対しレンズが+Y方向にシフトしたときの像面A上の光強度分布を示す図である。

【 図 9 】 参考形態における部分画素 $22_R$ からの光線の軌跡を示す図である。

40

【 図 10 】 参考形態における像面A上の光強度分布を示す図である。

【 図 11 】 第1比較例の計算条件を示す図である。

【 図 12 】 第1比較例の計算結果を示す図である。

【 図 13 】 第1参考例の計算条件を示す図である。

【 図 14 】 第1参考例の計算結果を示す図である。

【 図 15 】 第2参考例の計算条件を示す図である。

【 図 16 】 第2参考例の計算結果を示す図である。

【 図 17 】 第3参考例の計算条件を示す図である。

【 図 18 】 第3参考例の計算結果を示す図である。

【 図 19 】 第2比較例の画像表示装置2による画像表示の原理を模式的に示す図である。

50

- 【図 2 0】第 2 比較例の計算条件を示す図である。
- 【図 2 1】第 2 比較例の計算結果を示す図である。
- 【図 2 2】第 4 参考例の計算条件を示す図である。
- 【図 2 3】第 4 参考例の計算結果を示す図である。
- 【図 2 4】非球面レンズの断面形状を示す図である。
- 【図 2 5】非球面レンズの最適化条件を示す図である。
- 【図 2 6】第 5 参考例の計算条件を示す図である。
- 【図 2 7】第 5 参考例の計算結果を示す図である。
- 【図 2 8】本実施形態のレンズ部品 1 0 の断面図である。
- 【図 2 9】本実施形態のレンズ部品 1 0 による結像を説明する図である。 10
- 【図 3 0】本実施形態のレンズ部品 1 0 の形状を説明する断面図である。
- 【図 3 1】第 3 比較例の計算条件を示す図である。
- 【図 3 2】第 3 比較例の計算結果を示す図である。
- 【図 3 3】第 1 実施例の計算条件を示す図である。
- 【図 3 4】第 1 実施例の計算結果を示す図である。
- 【図 3 5】第 1 実施例の構成から平坦部 1 3 を除いた場合の計算結果を示す図である。
- 【図 3 6】第 2 実施例の計算条件を示す図である。
- 【図 3 7】第 2 実施例の計算結果を示す図である。
- 【図 3 8】第 3 実施例の計算条件を示す図である。
- 【図 3 9】第 3 実施例の計算結果を示す図である。 20
- 【図 4 0】本実施形態のレンズ部品 1 0 の他の形状例を説明する断面図である。
- 【図 4 1】金型の作製方法を模式的に説明する図である。
- 【図 4 2】金型の作製の際に用いるバイトの形状を説明する図である。
- 【図 4 3】本実施形態の画像表示装置の中央での単位レンズと単位画素組との位置関係を示す図である。
- 【図 4 4】レンズ部品 1 0 および表示パネル 2 0 の組み立て時の位置合わせの為のマークを説明する図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0 0 1 5】
- 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。初めに比較例および参考形態の画像表示装置について説明した後に、実施形態の画像表示装置について説明する。参考形態は、本発明の実施形態の構成の前提となるべき事項を説明するためのものである。また、説明の便宜のために図面において X Y Z 直交座標系を示している。 30
- 【0 0 1 6】
- 図 1 は、第 1 比較例の画像表示装置 1 による画像表示の原理を模式的に示す図である。画像表示装置 1 は、レンズ部品 1 0 および表示パネル 2 0 を備え、表示パネル 2 0 を物体面として該物体面上の画像をレンズ部品 1 0 により像面 A 上に結像する。
- 【0 0 1 7】 40
- レンズ部品 1 0 は、各々 X 方向に延在し共通の構成を有するシリンダリカルレンズ  $1 1_1 \sim 1 1_K$  が単位レンズとして一定周期で Y 方向に並列配置されたレンチキュラレンズである。K は 2 以上の整数である。シリンダリカルレンズ  $1 1_1 \sim 1 1_K$  それぞれの光軸は Z 方向に平行である。レンズ部品 1 0 は概略的には平板形状のものであって、表示パネル 2 0 に対向する面が平面であり、像面 A に対向する面が凸面となっている。同図ではレンズ部品 1 0 の凸面の形状が示されている。
- 【0 0 1 8】
- 表示パネル 2 0 は、X Y 平面上に複数の単位画素組 2 1 が 2 次元配列されたものである。各単位画素組 2 1 は、Y 方向に沿って配列された 2 個の部分画素  $2 2_L, 2 2_R$  を含む。左目用部分画素  $2 2_L$  と右目用部分画素  $2 2_R$  とは Y 方向に交互に配置されている。ま 50

た、ブラックマトリックスと呼ばれる遮蔽領域 2 3 が左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> と右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> との間に存在する。

【0019】

単位画素組 2 1<sub>k</sub> がシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> に対応しているとする、単位画素組 2 1<sub>k</sub> の左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> から発した光がシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> を経ることにより像面 A 上に左目用像 I<sub>L</sub> が形成され、単位画素組 2 1<sub>k</sub> の右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> から発した光がシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> を経ることにより像面 A 上に右目用像 I<sub>R</sub> が形成される。そして、像面 A 上の左目用像 I<sub>L</sub> の形成範囲にある左目 E<sub>L</sub> の網膜には左目用画像が結像され、像面 A 上の右目用像 I<sub>R</sub> の形成範囲にある右目 E<sub>R</sub> の網膜には右目用画像が結像される。したがって、各単位画素組 2 1 の左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> および右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> それぞれに適切な画像データが与えられることにより、左目 E<sub>L</sub> および右目 E<sub>R</sub> により立体画像が視認される。

10

【0020】

しかし、像面 A 上には、左目用像 I<sub>L</sub> と右目用像 I<sub>R</sub> との間に、遮蔽領域 2 3 に対応する黒い領域 I<sub>B</sub> が生じてしまう。この黒い領域 I<sub>B</sub> が像面 A 上の位置によっては認識されることとなり、立体画像内で黒い筋となって観察されるので、画質が低下する。

【0021】

図 2 および図 3 それぞれは、第 1 比較例の画像表示装置 1 による画像表示における表示パネル 2 0 の画素と像面 A 上の像との関係を説明する図である。単位画素組 2 1<sub>k</sub> に含まれる部分画素 2 2<sub>L</sub> , 2 2<sub>R</sub> それぞれの Y 方向幅を W<sub>P</sub> とする。単位画素組 2 1<sub>k</sub> に含まれる部分画素 2 2<sub>L</sub> と部分画素 2 2<sub>R</sub> との間の遮蔽領域 2 3 の Y 方向幅を W<sub>B</sub> とする。単位画素組 2 1<sub>k</sub> の Y 方向幅を P ( = 2 ( W<sub>P</sub> + W<sub>B</sub> ) ) とする。レンズ部品 1 0 の出射側主平面と像面 A との間の距離を L<sub>1</sub> とする。レンズ部品 1 0 の入射側主平面と表示パネル 2 0 との間の距離を L<sub>2</sub> とする。

20

【0022】

部分画素 2 2<sub>L</sub> , 2 2<sub>R</sub> の Y 方向幅を底辺とし距離 L<sub>2</sub> を高さとする三角形と、像面 A における像 I<sub>L</sub> , I<sub>R</sub> の Y 方向幅を底辺とし距離 L<sub>1</sub> を高さとする三角形とは、相似関係にある。なお、厳密には、レンズ部品 1 0 と表示パネル 2 0 との間には他の部材 ( ガラス、偏光板、接着剤など ) が存在する場合がある。レンズ厚が位置によらず一様にレンズ先端までの厚さと仮定した近軸計算では、距離 L<sub>2</sub> は各層の厚さを各層の屈折率で割ったものの和となる。L<sub>1</sub> , L<sub>2</sub> は、各部材の厚さ及び屈折率や設定した像面の位置 ( 観察位置 ) に基づいて光線行列を解くことにより求められる。

30

【0023】

図 2 ( a ) では、単位画素組 2 1<sub>k</sub> の Y 方向中心、および、単位画素組 2 1<sub>k</sub> に対応するシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> の Y 方向中心は、何れも Y = 0 に位置している。このとき、同図 ( b ) に示されるように、像面 A 上において、左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> に対応する左目用像 I<sub>L</sub> は下記 ( 1 ) 式で表される Y 方向範囲に形成され、右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> に対応する右目用像 I<sub>R</sub> は下記 ( 2 ) 式で表される Y 方向範囲に形成される。また、遮蔽領域 2 3 に対応する黒い領域 I<sub>B</sub> は下記 ( 3 ) 式で表される Y 方向範囲に形成される。なお、α は、レンズ倍率であり、α = L<sub>1</sub> / L<sub>2</sub> なる式で表される。

40

【0024】

【数 1】

$$+\alpha \frac{W_B}{2} < Y < +\alpha \left( \frac{W_B}{2} + W_P \right) \quad \dots(1)$$

【0025】

【数 2】

$$-\alpha \left( \frac{W_B}{2} + W_P \right) < Y < -\alpha \frac{W_B}{2} \quad \dots(2)$$

50

【 0 0 2 6 】

【 数 3 】

$$-\alpha \frac{W_B}{2} < Y < +\alpha \frac{W_B}{2} \quad \dots(3)$$

【 0 0 2 7 】

図 3 ( a ) では、単位画素組 2 1<sub>k</sub> の Y 方向中心は Y = 0 に位置しているのに対して、単位画素組 2 1<sub>k</sub> に対応するシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> の Y 方向中心は Y = - t に位置している。このとき、同図 ( b ) に示されるように、像面 A 上において、左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> に対応する左目用像 I<sub>L</sub> は下記 ( 4 ) 式で表される Y 方向範囲に形成され、右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> に対応する右目用像 I<sub>R</sub> は下記 ( 5 ) 式で表される Y 方向範囲に形成される。また、遮蔽領域 2 3 に対応する黒い領域 I<sub>B</sub> は下記 ( 6 ) 式で表される Y 方向範囲に形成される。

10

【 0 0 2 8 】

【 数 4 】

$$+\alpha \frac{W_B}{2} - t(1 + \alpha) < Y < +\alpha \left( \frac{W_B}{2} + W_P \right) - t(1 + \alpha) \quad \dots(4)$$

【 0 0 2 9 】

【 数 5 】

$$-\alpha \left( \frac{W_B}{2} + W_P \right) - t(1 + \alpha) < Y < -\alpha \frac{W_B}{2} - t(1 + \alpha) \quad \dots(5)$$

20

【 0 0 3 0 】

【 数 6 】

$$-\alpha \frac{W_B}{2} - t(1 + \alpha) < Y < +\alpha \frac{W_B}{2} - t(1 + \alpha) \quad \dots(6)$$

【 0 0 3 1 】

すなわち、図 2 の場合と比較して図 3 の場合には、単位画素組 2 1<sub>k</sub> に対してシリンダリカルレンズ 1 1<sub>k</sub> が Y 方向に - t だけ移動していることにより、像面 A 上において左目用像 I<sub>L</sub>、右目用像 I<sub>R</sub> および黒い領域 I<sub>B</sub> は何れも Y 方向に - t ( 1 + L<sub>1</sub> / L<sub>2</sub> ) だけシフトすることになる。すなわち、像面 A 上において図 2 では光強度 0 であった部分にも図 3 では光が到達する。

30

【 0 0 3 2 】

図 4 は、参考形態の画像表示装置のレンズ部品 1 0 を説明する図である。同図でもレンズ部品の凸面の形状が示されている。同図 ( a )、( b ) は、各々 X 方向に延在し共通の構成を有する複数のシリンダリカルレンズが一定周期 P<sub>L</sub> で Y 方向に並列配置されたレンチキュラレンズを示す。このレンチキュラレンズは、第 1 比較例の画像表示装置 1 に含まれるものと同様のものである。同図 ( a ) のレンチキュラレンズに対して同図 ( b ) のレンチキュラレンズは Y 方向に t だけシフトしている。

【 0 0 3 3 】

40

同図 ( c ) に示される本参考形態のレンズ部品 1 0 は、各々 X 方向に延在し共通の構成を有し Y 方向に最小周期 P<sub>L</sub> で並列配置された K 個の単位レンズ 1 1 を備える。各単位レンズ 1 1 は、Y 方向の最小周期 P<sub>L</sub> 内において区分される 2 個の部分レンズ 1 2<sub>1</sub>、1 2<sub>2</sub> を含む。最小周期 P<sub>L</sub> 内の 0 ~ P<sub>L</sub>' の範囲にある部分レンズ 1 2<sub>1</sub> は同図 ( a ) 中の実線部分に相当する。最小周期 P<sub>L</sub> 内の P<sub>L</sub>' ~ P<sub>L</sub> の範囲にある部分レンズ 1 2<sub>2</sub> は同図 ( b ) 中の実線部分に相当する。

【 0 0 3 4 】

すなわち、各単位レンズ 1 1 に含まれる 2 個の部分レンズ 1 2<sub>1</sub>、1 2<sub>2</sub> それぞれは、Z 方向に平行であって互いに異なる光軸 ( Y 方向に t だけ互いに離れている光軸 ) を有し、物体面上の共通点を像面 A 上の互いに異なる位置 ( Y 方向に - t ( 1 + L<sub>1</sub> / L<sub>2</sub> ) ) だ

50

け互いにシフトした位置)に結像することができる。これにより、遮蔽領域23に対応する黒い領域 $I_B$ (観察の際に黒い筋となって見える領域)を狭くすることができ、或いは、黒い領域 $I_B$ を無くすることができる。

【0035】

図2(b)および図3(b)それぞれに示された光強度分布から、下記(7)式で表される条件が成り立つとき、像面A上において光が到達しない領域 $I_B$ が存在する。下記(8)式で表される条件が成り立つとき、像面A上において左目用像 $I_L$ と右目用像 $I_R$ とが互いに一部重なってクロストークが生じる。したがって、下記(9)式で表される条件が成り立つのが最適である。なお、(7)式~(9)式それぞれにおいて、左辺は図2での黒い領域 $I_B$ の左側境界位置を表し、右辺は図3での黒い領域 $I_B$ の右側境界位置を表す。

10

【0036】

【数7】

$$-\alpha \frac{W_B}{2} < \alpha \frac{W_B}{2} - t(1+\alpha) \quad \dots(7)$$

【0037】

【数8】

$$-\alpha \frac{W_B}{2} > \alpha \frac{W_B}{2} - t(1+\alpha) \quad \dots(8)$$

【0038】

【数9】

$$-\alpha \frac{W_B}{2} = \alpha \frac{W_B}{2} - t(1+\alpha) \quad \dots(9)$$

20

【0039】

上記(9)式から下記(10)式が得られる。通常、距離 $L_2$ は数百 $\mu\text{m}$ ~数 $\text{mm}$ であるのに対し、距離 $L_1$ は数百 $\text{mm}$ と十分大きい。したがって、(10)式は下記(11)式で近似され得る。

【0040】

【数10】

$$t = \frac{W_B L_1}{L_1 + L_2} \quad \dots(10)$$

30

【0041】

【数11】

$$t = W_B \quad \dots(11)$$

【0042】

なお、レンズ部品10の各単位レンズ11に含まれる部分レンズ12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>それぞれは、YZ断面において、球面レンズ形状を有していてもよいし、非球面レンズ形状を有していてもよい。部分レンズ12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>それぞれのレンズ形状は、光線行列を解くことにより得られる。しかし、部分レンズ12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>それぞれのレンズ形状が光線行列の解から数%程度異なっても、十分に視点分離が可能であるので実用上の問題はない。ただし、像面A上におけるY方向の画質の一様性の観点から、各単位レンズ11に含まれる部分レンズ12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>それぞれは互いに等しい焦点距離を有するのが好ましい。

40

【0043】

次に、図5~図10を用いて第1比較例および本参考形態それぞれの画像表示装置の動作を説明する。図5は、第1比較例における表示パネル10に対しレンズが-Y方向にシフトしたときの部分画素22<sub>R</sub>からの光線の軌跡を示す図であり、図6は、第1比較例における表示パネル10に対しレンズが-Y方向にシフトしたときの像面A上の光強度分布を示す図である。図7は、第1比較例における表示パネル10に対しレンズが+Y方向に

50



シフトしたときの部分画素  $22_R$  からの光線の軌跡を示す図であり、図 8 は、第 1 比較例における表示パネル 10 に対しレンズが + Y 方向にシフトしたときの像面 A 上の光強度分布を示す図である。また、図 9 は、本参考形態における部分画素  $22_R$  からの光線の軌跡を示す図であり、図 10 は、本参考形態における像面 A 上の光強度分布を示す図である。

【0044】

第 1 比較例において、図 5 および図 6 に示されるように、表示パネル 10 に対しレンズが - Y 方向にシフトしたとき（図 4 (a) の場合）、像面 A 上の右目用像  $I_{R1}$  および左目用像  $I_{L1}$  も - Y 方向にシフトする。一方、図 7 および図 8 に示されるように、表示パネル 10 に対しレンズが + Y 方向にシフトしたとき（図 4 (b) の場合）、像面 A 上の右目用像  $I_{R2}$  および左目用像  $I_{L2}$  も + Y 方向にシフトする。

10

【0045】

これに対して、本参考形態においては、図 9 および図 10 に示されるように、単位レンズ 11 のうちの部分レンズ  $12_1$  を経て像面 A に形成される右目用像  $I_{R1}$  および左目用像  $I_{L1}$  と、単位レンズ 11 のうちの部分レンズ  $12_2$  を経て像面 A に形成される右目用像  $I_{R2}$  および左目用像  $I_{L2}$  とは、像面 A 上において互いに異なる領域に形成される（図 10 (a)）。したがって、本参考形態では、像面 A 上において、右目用像  $I_{R1}$  と右目用像  $I_{R2}$  とが重なった右目用像  $I_R$  が形成され、また、左目用像  $I_{L1}$  と左目用像  $I_{L2}$  とが重なった左目用像  $I_L$  が形成される（図 10 (b)）。

【0046】

次に、第 1 比較例、第 1 参考例、第 2 参考例および第 3 参考例それぞれにおける像面 A 上での光強度分布の計算例を説明する。第 1 参考例、第 2 参考例および第 3 参考例は、上記の本参考形態の具体的な例である。以下の計算例では、レンズは球面レンズであるとした。

20

【0047】

図 11 は、第 1 比較例の計算条件を示す図である。図 12 は、第 1 比較例の計算結果を示す図である。第 1 比較例では、図 11 に示されるように、単位画素組の Y 方向幅  $P$  を  $0.2\text{ mm}$  とし、単位画素組に含まれる各部分画素それぞれの Y 方向幅  $W_P$  を  $0.08\text{ mm}$  とし、単位画素組に含まれる各部分画素の間の遮蔽領域の Y 方向幅  $W_B$  を  $0.02\text{ mm}$  とした。

【0048】

レンズの出射側主平面と像面との間の距離  $L_1$  を  $350\text{ mm}$  とし、レンズの入射側主平面と表示パネルとの間の距離  $L_2$  を  $0.52\text{ mm}$  とした。なお、レンズの厚さを  $0.3\text{ mm}$  とし、レンズの屈折率を  $1.6$  とし、レンズと表示パネルとの間に厚さ  $0.5\text{ mm}$  で屈折率  $1.5$  のガラスがあるものとして、距離  $L_2$  を  $0.52\text{ mm}$  ( $=0.3/1.6+0.5/1.5$ ) とした。また、実際にはレンズと表示パネルとの間に偏光板や接着剤が存在する可能性があるが、これらを見捨てた。

30

【0049】

これらのパラメータの値を用いて光線行列を解くことにより、レンズの曲率半径は  $0.31\text{ mm}$  と計算された。表示パネルの Y 方向幅を  $32.2\text{ mm}$  とし、表示パネルが  $161$  個の単位画素組を備えるものとした。

40

【0050】

図 11 中において、 $Y = 80P = 16\text{ mm}$  に位置する最外単位画素組は、中央 ( $Y = 0$ ) に位置する単位画素組から数えて  $80$  番目の単位画素組である。像面 A 上において各単位画素組から到達した像を視認範囲で概ね重ねるために、 $Y = 80P$  に位置する  $80$  番目の単位画素組の中心位置の像が、 $Y = 80P_L$  に位置する  $80$  番目のレンズを通して、像面 A 上の  $Y = 0$  の位置に来るようにした。前述と同様の三角形の相似関係から、単位レンズの Y 方向幅  $P_L$  は  $0.1997\text{ mm}$  と計算された。

【0051】

第 1 比較例において、表示パネルの  $161$  個の単位画素組に含まれる部分画素  $22_L$ 、 $22_R$  の全てを光らせたときの像面 A 上での光強度分布は、図 12 に示されるようになる

50

。像面 A 上において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との間に、光が到達しない領域  $I_B$  が存在している。

【0052】

図 1 3 は、第 1 参考例の計算条件を示す図である。図 1 4 は、第 1 参考例の計算結果を示す図である。第 1 参考例では、図 1 3 に示されるように、単位レンズ形状以外のパラメータについての計算条件は上記の第 1 比較例の計算条件と同じである。この第 1 参考例では、単位レンズは、第 1 比較例のレンズを - Y 方向（左方向）に  $t/2$  だけシフトしたレンズの一部に相当する部分レンズ  $12_1$  と、第 1 比較例のレンズを + Y 方向（右方向）に  $t/2$  だけシフトしたレンズの一部に相当する部分レンズ  $12_2$  とを含む。 $t/2 = W_B/2 = 0.01 \text{ mm}$  である。

10

【0053】

部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  それぞれの光軸は、Z 方向に平行であって、互いに距離  $t$  だけ離れている。レンズ部品の中央に位置する単位レンズに含まれる部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  それぞれの光軸の Y 方向中心位置は、表示パネルの中央に位置する単位画素組の Y 方向中心位置と一致している。各単位レンズの Y 方向幅  $P_L$  ( $0.1997 \text{ mm}$ ) において、- Y 方向側の  $0.05 \text{ mm}$  幅の領域に部分レンズ  $12_1$  が存在し、+ Y 方向側の  $0.1497 \text{ mm}$  幅の領域に部分レンズ  $12_2$  が存在する。

【0054】

第 1 参考例において、表示パネルの 161 個の単位画素組に含まれる部分画素  $22_L$  ,  $22_R$  の全てを光らせたときの像面 A 上での光強度分布は、図 1 4 に示されるようになる。像面 A 上において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との間に、光が到達しない領域  $I_B$  がなくなっており、画像を観察したときの黒い筋がなくなる。なお、図 1 4 では、光強度が位置によって階段状に変化していて光強度が低い領域があるが、光強度 0 で黒となって観察される領域より、人間の眼には遥かに認識されにくい。

20

【0055】

図 1 5 は、第 2 参考例の計算条件を示す図である。図 1 6 は、第 2 参考例の計算結果を示す図である。第 2 参考例では、図 1 5 に示されるように、単位レンズ形状以外のパラメータについての計算条件は上記の第 1 比較例の計算条件と同じである。前の第 1 参考例では部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  の Y 方向幅比が略 1 : 3 であったのに対して、この第 2 参考例では部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  の Y 方向幅比を 1 : 1 とした。

30

【0056】

第 2 参考例において、表示パネルの 161 個の単位画素組に含まれる部分画素  $22_L$  ,  $22_R$  の全てを光らせたときの像面 A 上での光強度分布は、図 1 6 に示されるようになる。像面 A 上において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との間に、光が到達しない領域  $I_B$  がなくなっており、画像を観察したときの黒い筋がなくなる。また、第 2 参考例では、像面 A 上の光強度分布は  $Y = 0$  の位置を中心として対称となるので、より自然な画像が得られる。また、第 2 参考例のレンズ部品は、第 1 参考例と異なり不連続部分がなくなるので、製造がより容易になる。

【0057】

図 1 7 は、第 3 参考例の計算条件を示す図である。図 1 8 は、第 3 参考例の計算結果を示す図である。第 3 参考例では、図 1 7 に示されるように、第 1 比較例、第 1 参考例および第 2 参考例と同様に、単位画素組の Y 方向幅  $P$  を  $0.2 \text{ mm}$  とし、レンズの出射側主平面と像面との間の距離  $L_1$  を  $350 \text{ mm}$  とし、レンズの入射側主平面と表示パネルとの間の距離  $L_2$  を  $0.52 \text{ mm}$  とし、単位レンズの Y 方向幅  $P_L$  を  $0.1997 \text{ mm}$  とした。

40

【0058】

第 3 参考例では、単位画素組に含まれる各部分画素それぞれの Y 方向幅  $W_p$  を  $0.05 \text{ mm}$  とし、単位画素組に含まれる各部分画素の間の遮蔽領域の Y 方向幅  $W_B$  を  $0.05 \text{ mm}$  とし、両者を等しくした。また、部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  の Y 方向幅比を 1 : 1 とした。

【0059】

50

第1比較例において、単位画素組に含まれる各部分画素それぞれのY方向幅 $W_P$ と各部分画素の間の遮蔽領域のY方向幅 $W_B$ とを互いに等しくすると、像面Aにおいて、右目用像 $I_R$ 、左目用像 $I_L$ および黒い領域 $I_B$ それぞれのY方向幅も互いに等しくなる。これに対して、第3参考例では、表示パネルの161個の単位画素組に含まれる部分画素 $22_L$ 、 $22_R$ の全てを光らせたときの像面A上での光強度分布は、図18に示されるように、部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ により $\pm t/2$ だけシフトされた右目用像 $I_R$ および左目用像 $I_L$ の重ね合わせとなるので、略均一の強度分布となる。

【0060】

したがって、第3参考例では、第2参考例の効果に加えて、強度分布が一様でありより自然な画像が得られるという効果が得られる。また、さらに、像面Aでの実質的な視認範囲（すなわち、光強度分布が略一様である範囲）は、第1参考例および第2参考例では、右目用像 $I_R$ に対しては $Y = -5.5\text{ mm} \sim -1.3\text{ mm}$ であって、左目用像 $I_L$ に対しては $Y = +1.3\text{ mm} \sim +5.5\text{ mm}$ であったのに対し、第3参考例では、右目用像 $I_R$ に対しては $Y = -6.5\text{ mm} \sim 0$ であって、左目用像 $I_L$ に対しては $Y = 0 \sim +6.5\text{ mm}$ であり、それぞれ視認範囲を広くとることができる。

【0061】

なお、図18(a)において、右目用像 $I_R$ および左目用像 $I_L$ それぞれの中央付近に、局所的に強度の大きい部分が見られる。これは、+Y方向にシフトした部分レンズによる像と、-Y方向にシフトした部分レンズによる像との切替部分で、レンズの球面収差により若干光強度分布が裾を引いて僅かなオーバーラップ（図18(b)中の点線で囲った部分）が生じたことに因る。しかしながら、人間の眼には、このような局所的な強度の変化は認識されにくい。この僅かなオーバーラップは、画素の幅やレンズのシフト量に若干の修正を加えることなどにより改善が可能である。

【0062】

これまで説明してきた比較例および参考形態では視点数が2であったが、一般に視点数が2以上であってもよい。視点数がNである場合、表示パネルの各単位画素組はY方向に配列されたN個の部分画素を含む。すなわち、N枚の絵を画素毎に分割し、表示パネル上ではY方向に、1番目の絵を構成する部分画素、2番目の絵を構成する部分画素、・・・、N番目の絵を構成する部分画素の順に配置したものを単位画素組として、レンズによって各視点の像を振り分ける。

【0063】

次に、視点数が3である場合について説明する。図19は、第2比較例の画像表示装置2による画像表示の原理を模式的に示す図である。画像表示装置2は、レンズ部品10および表示パネル20を備え、表示パネル20を物体面として該物体面上の画像をレンズ部品10により像面A上に結像する。レンズ部品10は、図1に示されたものと同様である。

【0064】

表示パネル20は、XY平面上に複数の単位画素組 $21$ が2次元配列されたものである。視点数が3である場合、各単位画素組 $21$ は、Y方向に沿って配列された3個の第1部分画素 $22_1$ 、第2部分画素 $22_2$ および第3部分画素 $22_3$ を含む。部分画素 $22_1$ 、 $22_2$ 、 $22_3$ はY方向に順に配置されている。また、ブラックマトリックスと呼ばれる遮蔽領域 $23$ が、部分画素 $22_1$ と部分画素 $22_2$ との間に存在し、部分画素 $22_2$ と部分画素 $22_3$ との間に存在する。

【0065】

単位画素組 $21_k$ がシリンドリカルレンズ $11_k$ に対応しているとする、単位画素組 $21_k$ の第1部分画素 $22_1$ から発した光がシリンドリカルレンズ $11_k$ を経ることにより像面A上に第1の像 $I_1$ が形成され、単位画素組 $21_k$ の第2部分画素 $22_2$ から発した光がシリンドリカルレンズ $11_k$ を経ることにより像面A上に第2の像 $I_2$ が形成され、また、単位画素組 $21_k$ の第3部分画素 $22_3$ から発した光がシリンドリカルレンズ $11_k$ を経ることにより像面A上に第3の像 $I_3$ が形成される。そして、像面A上の第1お

10

20

30

40

50

よび第2の像の形成範囲にある左目・右目により立体画像が視認され、像面A上の第2および第3の像の形成範囲にある左目・右目により他の立体画像が視認される。

【0066】

しかし、この場合にも、像面A上には、第1の像 $I_1$ と第2の像 $I_2$ との間、および、第2の像 $I_2$ と第3の像 $I_3$ との間に、遮蔽領域23に対応する黒い領域 $I_B$ が生じてしまう。この黒い領域 $I_B$ が像面A上の位置によっては認識されることとなり、立体画像内で黒い筋となって観察されるので、画質が低下する。

【0067】

このような3視点の場合にも、既に説明した2視点の場合と同様に、図4(c)に示されるようなレンズ部品を用いることにより、遮蔽領域23に対応する黒い領域 $I_B$ （観察の際に黒い筋となって見える領域）を狭くすることができ、或いは、黒い領域 $I_B$ を無くすることができる。

10

【0068】

次に、3視点の場合の第2比較例および第4参考例それぞれにおける像面A上での光強度分布の計算例を説明する。第4参考例は、上記の3視点の場合の参考形態の具体的な例である。以下の計算例では、レンズは球面レンズであるとした。

【0069】

図20は、第2比較例の計算条件を示す図である。図21は、第2比較例の計算結果を示す図である。第2比較例では、図20に示されるように、単位画素組のY方向幅 $P$ を0.21mmとし、単位画素組に含まれる各部分画素それぞれのY方向幅 $W_P$ を0.056mmとし、単位画素組に含まれる各部分画素の間の遮蔽領域のY方向幅 $W_B$ を0.014mmとした。

20

【0070】

レンズの出射側主平面と像面との間の距離 $L_1$ を350mmとし、レンズの入射側主平面と表示パネルとの間の距離 $L_2$ を0.39mmとした。なお、レンズの厚さを0.2mmとし、レンズの屈折率を1.6とし、レンズと表示パネルとの間に厚さ0.4mmで屈折率1.5のガラスがあるものとして、距離 $L_2$ を0.39mm(=0.2/1.6+0.4/1.5)とした。また、実際にはレンズと表示パネルとの間に偏光板や接着剤が存在する場合があるが、これらを無視した。

【0071】

これらのパラメータの値を用いて光線行列を解くことにより、レンズの曲率半径は0.235mmと計算された。表示パネルのY方向幅を33.81mmとして、表示パネルが161個の単位画素組を備えるものとした。

30

【0072】

図20中において、 $Y = 80P = 16.8$ mmに位置する最外単位画素組は、中央( $Y = 0$ )に位置する単位画素組から数えて80番目の単位画素組である。像面A上において各単位画素組から到達した像を視認範囲で概ね重ねるために、 $Y = 80P$ に位置する80番目の単位画素組の中心位置の像が、 $Y = 80P_L$ に位置する80番目のレンズを通過して、像面A上の $Y = 0$ の位置に来るようにした。前述と同様の三角形の相似関係から、単位レンズのY方向幅 $P_L$ は0.2098mmと計算された。

40

【0073】

第2比較例において、表示パネルの161個の単位画素組に含まれる3個の部分画素 $2_1 \sim 2_3$ の全てを光らせたときの像面A上での光強度分布は、図21に示されるようになる。像面A上において、像 $I_1 \sim$ 像 $I_3$ の間に、光が到達しない領域 $I_B$ が存在している。

【0074】

図22は、第4参考例の計算条件を示す図である。図23は、第4参考例の計算結果を示す図である。第4参考例では、図22に示されるように、単位レンズ形状以外のパラメータについての計算条件は上記の第2比較例の計算条件と同じである。第4参考例では、単位レンズは、第2比較例のレンズを-Y方向(左方向)に $t/2$ だけシフトしたレンズ

50

の一部に相当する部分レンズ 1 2<sub>1</sub> と、第 2 比較例のレンズを + Y 方向 ( 右方向 ) に t / 2 だけシフトしたレンズの一部に相当する部分レンズ 1 2<sub>2</sub> とを含む。 t / 2 = W<sub>B</sub> / 2 = 0.007 mm である。

【 0 0 7 5 】

部分レンズ 1 2<sub>1</sub> , 1 2<sub>2</sub> それぞれの光軸は、 Z 方向に平行であって、互いに距離 t だけ離れている。レンズ部品の中央に位置する単位レンズに含まれる部分レンズ 1 2<sub>1</sub> , 1 2<sub>2</sub> それぞれの光軸の Y 方向中心位置は、表示パネルの中央に位置する単位画素組の Y 方向中心位置と一致している。部分レンズ 1 2<sub>1</sub> , 1 2<sub>2</sub> の Y 方向幅比を 1 : 1 とした。

【 0 0 7 6 】

第 4 参考例において、表示パネルの 1 6 1 個の単位画素組に含まれる部分画素 2 2<sub>1</sub> ~ 2 2<sub>3</sub> の全てを光らせたときの像面 A 上での光強度分布は、図 2 3 に示されるようになる。像面 A 上において、像 I<sub>1</sub> ~ 像 I<sub>3</sub> の間に、光が到達しない領域 I<sub>B</sub> がなくなっており、画像を観察したときの黒い筋がなくなる。また、光強度が位置によって階段状に変化していて光強度が低い領域があるが、光強度 0 で黒となって観察される領域より、人間の眼には遥かに認識されにくい。

10

【 0 0 7 7 】

これまで説明してきた比較例および参考形態では、単位レンズに含まれる各部分レンズが球面レンズ形状であったが、非球面レンズ形状であってもよい。単位レンズに含まれる各部分レンズを非球面レンズ形状とすることで、画素上 1 点から出た光を像面上なるべく径の小さい 1 点に結像させることができる。本参考形態では、レンズが X 方向に延在して

20

【 0 0 7 8 】

次に、単位レンズに含まれる各部分レンズが非球面レンズ形状である場合について説明する。図 2 4 は、非球面レンズの断面形状を示す図である。光軸を Z 軸に一致させ、光軸からの距離を r とし、 r = 0 のときのレンズ高さとの差を z とすると、非球面レンズの凸面の形状は下記 ( 1 2 ) 式で表される。 c は曲率であり、 k はコーニック係数であり、 c<sub>2m</sub> は非球面係数である。

【 0 0 7 9 】

【 数 1 2 】

$$\Delta z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}} + \sum_{m=1} c_{2m}r^{2m} \quad \dots(12)$$

30

【 0 0 8 0 】

これら c , k , c<sub>2m</sub> のレンズパラメータは、市販されているレンズ設計ソフトを用いて最適化し決定することができる。最適化の際の条件として、中央単位画素組から最外単位画素組までの数を N とし、物体高 ( レンズ中心から最も遠い発光点の Y 方向距離 ) を例えば N ( P - P<sub>L</sub> ) + P / 2 とし、レンズ倍率を L<sub>1</sub> / L<sub>2</sub> とすればよい。

【 0 0 8 1 】

本参考形態における単位レンズに含まれる各部分レンズは、球面レンズ形状の場合と同様に、非球面レンズ形状の場合にも、遮蔽領域 2 3 の Y 方向幅 t だけ互いにシフトしたレンズの一部同士を組み合わせることにより、像面 A 上において光を到達しない部分をなくすことができ、画像の質を高めつつ、画面上に現れる黒い筋を無くすることができる。

40

【 0 0 8 2 】

非球面レンズのパラメータは以下のようにして計算される。図 2 5 に示されるように、屈折率 1.5 で厚さ 0.5 mm の平行平板ガラスに、屈折率 1.6 で厚さ 0.3 mm の片面平面で片面非球面凸形状のレンズが、平面側で密着したレンズ系において、レンズと密着しているガラスの面に対向する面を光源面とする。物体高 0、 0.124 mm ( = 80 \* ( 0.2 - 0.1997 ) + 0.2 / 2 ) に対し、レンズ部品 1 0 の出射側主平面と像面 A との間の距離 L<sub>1</sub> を 350 mm とし、レンズ部品 1 0 の入射側主平面と表示パネル 2 0 との間の距離 L<sub>2</sub> を 0.52 mm とする。この条件の下で最適化することにより、 c = 3.1 [mm<sup>-1</sup>]、 k = - 0.7

50

6、 $c_4 = 3.9$ 、 $c_6 = -145.5$ が得られた。なお、 $c_2$ および $c_{2m}$  ( $m = 4$ )を0とした。

【0083】

次に、単位レンズに含まれる各部分レンズが非球面レンズである場合の第5参考例における像面A上での光強度分布の計算例を説明する。

【0084】

図26は、第5参考例の計算条件を示す図である。図27は、第5参考例の計算結果を示す図である。第5参考例では、図26に示されるように、単位レンズ形状以外のパラメータについての計算条件は上記の第2参考例の計算条件と同じである。この第5参考例では、単位レンズに含まれる各部分レンズを上記のような非球面レンズ形状とした。

10

【0085】

第5参考例において、表示パネルの161個の単位画素組に含まれる部分画素 $22_L$ 、 $22_R$ の全てを光らせたときの像面A上での光強度分布は、図27に示されるようになる。像面A上において、右目用像 $I_R$ と左目用像 $I_L$ との間に、光が到達しない領域 $I_B$ がなくなっており、画像を観察したときの黒い筋がなくなる。また、第5参考例では、像面A上の光強度分布は $Y = 0$ の位置を中心として対称となるので、より自然な画像が得られる。また、第5参考例のレンズ部品は、不連続部分がなくなるので、製造がより容易になる。

【0086】

次に、参考形態のレンズ部品と対比しつつ、本実施形態のレンズ部品について説明する。これまで説明してきた参考形態のレンズ部品は、比較例のものと比べて、画像の画質の劣化を抑制することができる点で優れているが、製造の容易性の点では難がある。すなわち、参考形態のレンズ部品は、XZ断面において各単位レンズ11に含まれる部分レンズ $12_1$ と部分レンズ $12_2$ との間に窪みを有していることから、製造の際に用いられる金型の加工が容易ではない。以下に説明する本実施形態のレンズ部品は、参考形態のレンズ部品と同程度の画質劣化抑制の作用効果を奏することに加えて、容易に製造することができるものである。

20

【0087】

図28は、本実施形態のレンズ部品10の断面図である。図29は、本実施形態のレンズ部品10による結像を説明する図である。本実施形態のレンズ部品10は、各々X方向に延在し共通の構成を有しY方向に最小周期 $P_L$ で並列配置されたK個の単位レンズ11を備える。各単位レンズ11は、Y方向の最小周期 $P_L$ 内において区分される2個の部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ を含み、さらに、これら部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ の間に設けられた平坦部13をも含む。各単位レンズ11に含まれる部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ それぞれは、Z方向に平行であって互いに異なる光軸 $A_{x1}$ 、 $A_{x2}$ を有し、表示パネル20を物体面として該物体面上の共通点を像面A上の互いに異なる位置に結像する。部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ それぞれによる結像の位置の間の距離は、レンズ倍率と光軸 $A_{x1}$ 、 $A_{x2}$ 間の距離とに依存する。部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ それぞれの焦点距離は互いに等しい。

30

【0088】

なお、図29は、物体面上の共通点から出た光線のうち部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ を通過する光線のみを模式的に描いたものである。図29には示されていないが、物体面上の共通点から出た光線のうち平坦部13を通過する光線は、像面A上で2つの結像点の間に分布して到達する。平坦部13を通過して像面A上に到達した光は、結像光に対する雑音となるが、面積当たりの光量では結像光に対して十分小さくなる。部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ に対する平坦部13の大きさが大きすぎなければ、この雑音は問題ない。図28に示された断面形状において周期 $P_L$ に占める平坦部13の長さが0.5以下であれば問題ない。

40

【0089】

各単位レンズ11に含まれる部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ それぞれは、図30に示される

50

ように、同じ形状の円筒レンズの一部である形状で構成することができる。同図で示した断面図では、円 $C_1$ と円 $C_2$ とは互いに等しい同じ曲率半径を持ち、円 $C_1$ の中心 $O_1$ が光軸 $A \times_1$ 上に存在し、円 $C_2$ の中心 $O_2$ が光軸 $A \times_2$ 上に存在する。部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ は各円弧からなる円筒形状の一部である。

【0090】

次に、図31～図39を用いて第3比較例、第1実施例、第2実施例および第3実施例それぞれにおける像面A上での光強度分布の計算例を説明する。第1実施例は、上記の本実施形態の具体的な例である。以下の計算例では、レンズは球面レンズであるとした。

【0091】

図31は、第3比較例の計算条件を示す図である。図32は、第3比較例の計算結果を示す図である。第3比較例では、図31に示されるように、単位画素組のY方向幅 $P$ を $0.2\text{ mm}$ とし、単位画素組に含まれる各部分画素それぞれのY方向幅 $W_p$ を $0.06\text{ mm}$ とし、単位画素組に含まれる各部分画素の間の遮蔽領域のY方向幅 $W_B$ を $0.04\text{ mm}$ とした。

10

【0092】

レンズの出射側主平面と像面との間の距離 $L_1$ を $350\text{ mm}$ とし、レンズの入射側主平面と表示パネルとの間の距離 $L_2$ を $0.46\text{ mm}$ とした。なお、レンズの厚さを $0.2\text{ mm}$ とし、レンズの屈折率を $1.6$ とし、レンズと表示パネルとの間に厚さ $0.5\text{ mm}$ で屈折率 $1.5$ のガラスがあるものとして、距離 $L_2$ を $0.46\text{ mm} (=0.2/1.6+0.5/1.5)$ とした。また、実際にはレンズと表示パネルとの間に偏光板や接着剤が存在する場合があるが、これらを無視した。

20

【0093】

これらのパラメータの値を用いて光線行列を解くことにより、レンズの曲率半径は $0.27\text{ mm}$ と計算された。表示パネルのY方向幅を $32.2\text{ mm}$ として、表示パネルが $161$ 個の単位画素組を備えるものとした。

【0094】

図31中において、 $Y = 80P = 16\text{ mm}$ に位置する最外単位画素組は、中央( $Y = 0$ )に位置する単位画素組から数えて $80$ 番目の単位画素組である。像面A上において各単位画素組から到達した像を視認範囲で概ね重ねるために、 $Y = 80P$ に位置する $80$ 番目の単位画素組の中心位置の像が、 $Y = 80P_L$ に位置する $80$ 番目のレンズを通して、像面A上の $Y = 0$ の位置に来るようにした。前述と同様の三角形の相似関係から、単位レンズのY方向幅 $P_L$ は $0.1997\text{ mm}$ と計算された。

30

【0095】

第3比較例において、表示パネルの $161$ 個の単位画素組に含まれる部分画素 $22_L$ 、 $22_R$ の全てを光らせたときの像面A上での光強度分布は、図32に示されるようになる。像面A上において、右目用像 $I_R$ と左目用像 $I_L$ との間に、光が到達しない領域 $I_B$ が存在している。遮蔽領域 $23$ に対する黒い領域 $I_B$ は、前記(3)式で表されるY方向範囲に形成される。

【0096】

図33は、第1実施例の計算条件を示す図である。図34は、第1実施例の計算結果を示す図である。第1実施例では、図33に示されるように、単位レンズ形状以外のパラメータについての計算条件は上記の第3比較例の計算条件と同じである。この第1実施例では、各単位レンズ $11$ は、部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ および平坦部 $13$ を含む。各単位レンズ $11$ に含まれる部分レンズ $12_1$ 、 $12_2$ それぞれの光軸の間隔を、単位画素組に含まれる各部分画素の間の遮蔽領域のY方向幅 $W_B$ と等しく $0.04\text{ mm}$ とした。YZ面におけるレンズ面接線の傾きを各単位レンズ面内で連続とした。各部分レンズの曲率半径を $0.27\text{ mm}$ とし、各部分レンズのY方向幅を $0.07985\text{ mm}$ とした。

40

【0097】

物体面上の或る物点から出た光は、その点と光軸との距離の倍だけ、光軸から物点と反対側に離れた像面上に結像する。右視点用部分画素 $22_R$ から出た光により形成される

50

右目用像  $I_R$  は、部分レンズ  $12_1$  によって下記 (13) 式で表される Y 方向範囲に形成され、部分レンズ  $12_2$  によって下記 (14) 式で表される Y 方向範囲に形成され、全体として下記 (15) 式で表される Y 方向範囲に形成される。左視点用部分画素  $22_L$  から出た光により形成される左目用像  $I_L$  は、全体として下記 (16) 式で表される Y 方向範囲に形成される。よって、像面 A 上において光が到達しない領域が存在しないことになる。

【0098】

【数13】

$$-\frac{W_B}{2} - \alpha(W_B + W_P) < Y < -\frac{W_B}{2} - \alpha W_B \quad \dots(13)$$

10

【0099】

【数14】

$$\frac{W_B}{2} - \alpha W_P < Y < \frac{W_B}{2} \quad \dots(14)$$

【0100】

【数15】

$$-\frac{W_B}{2} - \alpha(W_B + W_P) < Y < \frac{W_B}{2} \quad \dots(15)$$

【0101】

【数16】

$$-\frac{W_B}{2} < Y < \frac{W_B}{2} + \alpha(W_B + W_P) \quad \dots(16)$$

20

【0102】

第1実施例において、表示パネルの161個の単位画素組に含まれる部分画素  $22_L$  ,  $22_R$  の全てを光らせたときの像面 A 上での光強度分布は、図34に示されるようになる。像面 A 上において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との間に、光が到達しない領域  $I_B$  がなくなっており、画像を観察したときの黒い筋がなくなる。

【0103】

各単位レンズ11において、第1実施例の構成から平坦部13を除いて、部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  それぞれが同じ曲率を有したまま中央まで存在する場合(参考形態の構成とした場合)、像面 A 上での光強度分布は、図35に示されたようになる。図35と比較して、図34に示される第1実施例の計算結果は、若干の強度分布の違いがあるものの、左右方向への視点分離を維持しつつ、 $y = 0$  mm 付近の光強度0の領域がなくなっているため、十分な性能を有していると言える。

30

【0104】

図36は、第2実施例の計算条件を示す図である。図37は、第2実施例の計算結果を示す図である。第1実施例に対して、第2実施例では、部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  それぞれの光軸  $Ax_1$  ,  $Ax_2$  の間の距離を0.05 mmに変更し、平坦部13のY方向幅を0.05 mmに変更した。第1実施例と比べて、第2実施例では、像面 A 上で  $y = 0$  付近において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との重なり量が大きくなり、より効果的に黒い筋をなくすることができる。

40

【0105】

図38は、第3実施例の計算条件を示す図である。図39は、第3実施例の計算結果を示す図である。第1実施例に対して、第3実施例では、部分レンズ  $12_1$  ,  $12_2$  それぞれの光軸  $Ax_1$  ,  $Ax_2$  の間の距離を0.04 mmのままとし、平坦部13のY方向幅を0.099 mmに変更した。第1実施例および第2実施例と同様、第3実施例でも、像面 A 上で  $y = 0$  付近において、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  とが互いに重なり、黒い筋をなくすることができる。第3実施例では、右目用像  $I_R$  と左目用像  $I_L$  との重なり量がかなり大きくなり、一方視点に対する他方視点の入り込み量でありクロストークが若干悪くなる。しかし、一般的な人の眼間距離は60 ~ 65 mmであり、片目の位置である  $y = \pm 3$

50



0 ~ 3 2.5 mm 付近には他視点の光が混入していないので、立体画像表示装置に用いることが可能である。

【0106】

上記の第1～第3の実施例のように、部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>の光軸間距離を遮蔽領域23の幅W<sub>B</sub>と同じかそれ以上にしておけば、像面A上でy = 0付近において、右目用像I<sub>R</sub>と左目用像I<sub>L</sub>とが互いに重なり、黒い筋をなくすることができる。

【0107】

本実施形態のレンズ部品10は、図40に断面図が示されるような構成、すなわち、各単位レンズ11において平坦部13の方向幅が部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>の光軸間距離より狭い構成であってもよい。このような構成のレンズ部品であっても、参考形態のレンズ部品より容易に製造することができる。しかし、より容易に製造することができる構成としては、各単位レンズにおいて、平坦部13のY方向幅は、部分レンズ12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>それぞれの光軸の間隔と比べて等しいか又は大きいのが好ましい。

【0108】

一方、平坦部13を通る光は結像に寄与しない雑音光となるので、平坦部13のY方向幅が大きすぎると雑音光が増してしまう。したがって、各単位レンズ11において、平坦部13のY方向幅は、該単位レンズ11のY方向幅P<sub>L</sub>の1/2より小さいのが好ましい。

【0109】

なお、平坦部13を通る光は雑音光となるだけであるので、平坦部13は、通過後の光の進行方向を厳密に制御する必要はない。したがって、平坦部13は、完全な平面でなくてもよく、例えば波長の10倍程度以下の表面粗さであれば問題ない。平坦部13は、部分レンズ11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>の曲率半径より大きい曲率半径を有する曲面であってもよい。部分レンズ11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>が非球面レンズである場合には、平坦部13は、その非球面レンズの曲率半径の最小値より大きい曲率半径を有する曲面であってもよい。平坦部13は、物体面上から発した光を像面A上に結像しなければよい。

【0110】

次に、比較例、参考形態および本実施形態それぞれの場合におけるレンズ部品10の製造方法について説明する。レンズ部品10のレンズ面の形状の凹凸を反転させた形状を有する金型を作製し、溶かした材料を金型に流し込んで上から平板でプレスするか、或いは溶かした材料を平板に流し込んで上から金型でプレスするかすることで、レンズ部品10を製造する。図41は、金型の作製方法を模式的に説明する図である。図42は、金型の作製の際に用いるバイトの形状を説明する図である。バイト31は本体部と刃先(図示せず)とから構成されており、刃先は本体部の先端にろう付けされて一体に構成されている。刃先はダイヤモンドなどの硬い材料で構成され得る。また、バイト31は図示しないシャンクに保持された状態で所定方向に移動可能とされている。バイト31を図中の矢印の方向に動かし、平板32の一方の主面上に周期P<sub>L</sub>で配列された複数の溝を形成して、金型を作製する。

【0111】

バイト31の1回のライン加工で切り込める深さが限られるので、1本の溝を形成するためにはm回(深さに依存するが通常は3回)のライン加工が必要となる。n個(通常は数百以上)の単位レンズ11を備えるレンズ部品10を製造するには、金型もn本の溝が必要である。したがって、全体のm × n回のライン加工が必要となる。このようなバイト31は研磨により作製される。

【0112】

バイト31の先端(刃先)は単位レンズ11と同じ形状を有する。比較例のレンズ部品10を製造するための金型を作製する際に用いられるバイト31は、その先端が1つの凸部を有する。参考形態のレンズ部品10を製造するための金型を作製する際に用いられるバイト31Aは、図42(a)に示されるように、その先端が2つの凸部の間に窪みを有する。このような形状を有するバイト31Aは、バイト31の先端(刃先)を研磨するこ

10

20

30

40

50

とで作製され得る。しかし、バイト 3 1 の先端（刃先）は、サイズが小さく、硬い材料で構成されているから、通常の研磨により作製することが困難であり、特殊な技術により作製する必要があるので、作製が容易でなく高価となる。バイト 3 1 A に替えて、図 4 2（b）に示されるような 2 本のバイト 3 1 B，3 1 C を用いることも考えられる。しかし、この場合には、必要なバイトの本数が増えるだけでなく、金型作成の際のライン加工の回数が 2 倍になるので、金型作製のコストが倍増する。さらに、こうして作製された金型は、2 本のバイトの境界部に筋状の加工残りが発生してしまうから、単位レンズの光学特性が劣化する。

【0113】

本実施形態のレンズ部品 1 0 を製造するための金型を作製する際に用いられるバイト 3 1 D は、図 4 2（c）に示されるように、先端に窪みを有していないので、通常のバイト 3 1 と同様に通常の研磨により作製することができる。したがって、本実施形態のレンズ部品 1 0 は、通常のレンチキュラレンズと同じコストで容易に製造することができる。

10

【0114】

本実施形態においても、参考形態の場合と同様に、一般に視点数が 2 以上であってよく、また、単位レンズに含まれる各部分レンズが非球面レンズ形状であってもよい。

【0115】

これまで、立体画像を視認させる場合について主に説明してきた。立体画像を表示する画像表示装置や、視点を非対称に振り分けることを目的としない画像表示装置では、図 4 3 に示されるように、画像表示装置の正面中央で見たときに、左右に均等に各視点の像が形成されていることが好ましい。同図は、本実施形態の画像表示装置の中央での単位レンズと単位画素組との位置関係を示す図である。

20

【0116】

同図に示されるように、像面 A 上において、Y 方向中央（ $Y = 0$ ）の位置に対して負の方向を右視点とし、正の方向を左視点とすると、表示パネル 2 0 において中央の単位画素組 2 1<sub>k</sub> の中心が  $Y = 0$  に位置する。画素と像とは互いに反転するので、負側に左目用部分画素 2 2<sub>L</sub> が配置され、正側に右目用部分画素 2 2<sub>R</sub> が配置されている必要がある。これが大きくなると、両視点の外側の虚像の部分が見えてしまい、また、完全に右目用部分画素と左目用部分画素が入れ替わると、右と左とで像が入れ替わってしまう。したがって、レンズ部品 1 0 の Y 方向について中央付近にある何れかの単位レンズに含まれる 2 個の部分レンズそれぞれの光軸の Y 方向での中間位置と、表示パネル 2 0 の Y 方向について中央付近にある何れかの単位画素組の中央位置とが、互いに等しいことが望ましい。

30

【0117】

図 4 3 に示されるような望ましい単位レンズ 1 1 と単位画素組 2 1 との位置関係にするためには、レンズ部品 1 0 と表示パネル 2 0 とを組み立てる際に画像を表示させることで位置を確認しながら組み立てることが好ましい。或いは、図 4 4 に示されるように、レンズ部品 1 0 が位置合わせの為のマーク 1 4 を縁に有し、表示パネル 2 0 が位置合わせの為のマーク 2 4 を縁に有するようにして、レンズ部品 1 0 と表示パネル 2 0 とを組み立てる際にマーク 1 4 とマーク 2 4 とを互いに一致させるようにすることが好ましい。

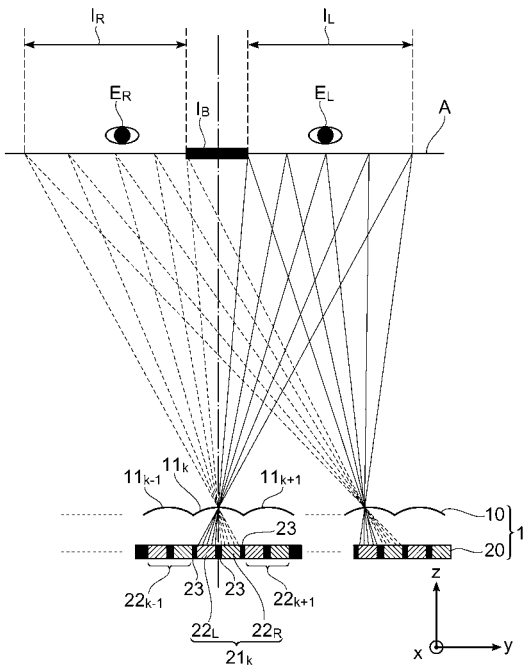
40

【符号の説明】

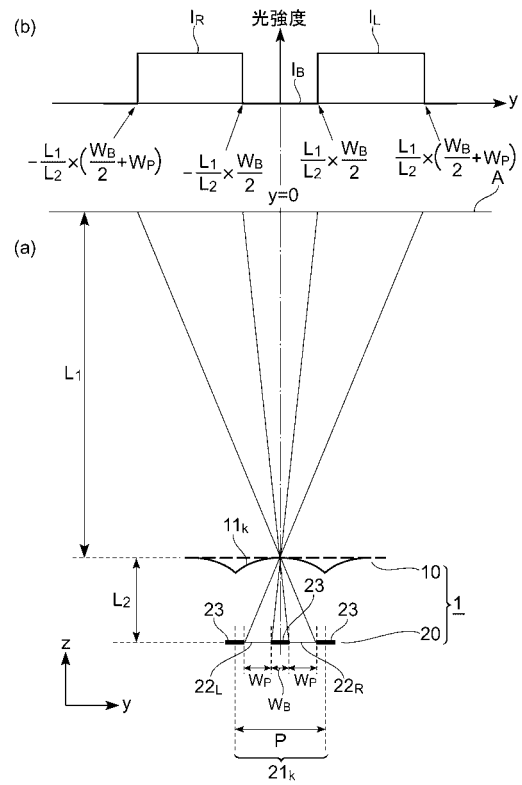
【0118】

1，2... 画像表示装置、1 0... レンズ部品、1 1... 単位レンズ、1 2... 部分レンズ、1 3... 平坦部、2 0... 表示パネル、2 1... 単位画素組、2 2... 部分画素、2 3... 遮蔽領域。

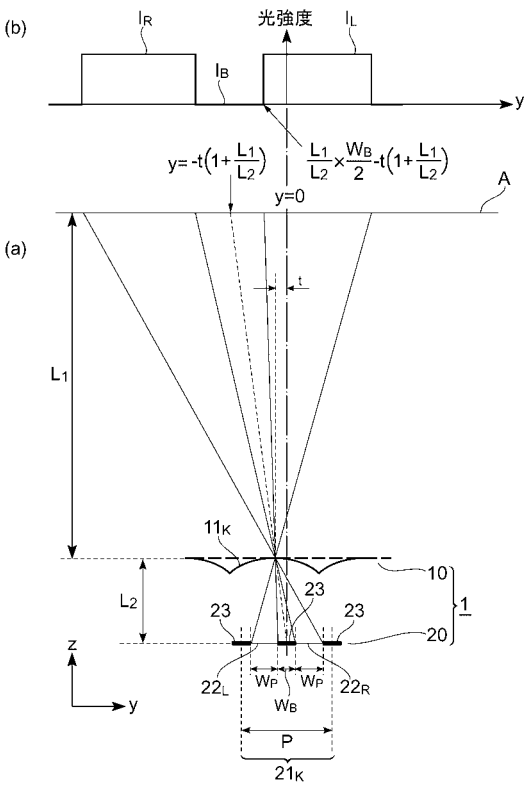
【 図 1 】



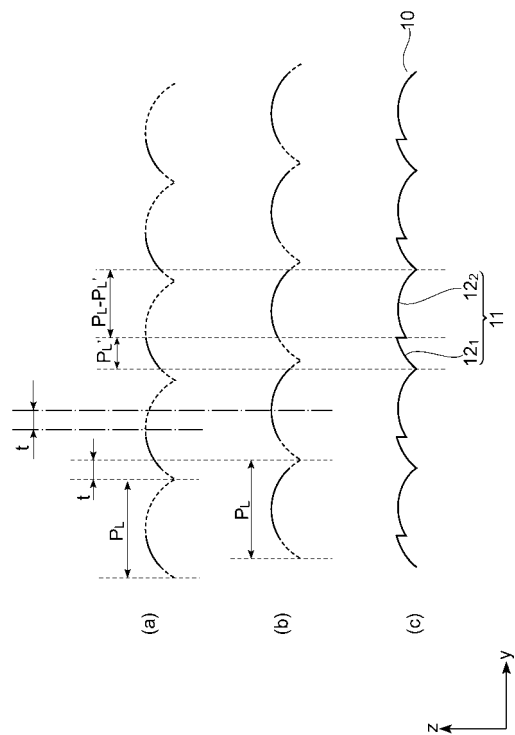
【 図 2 】



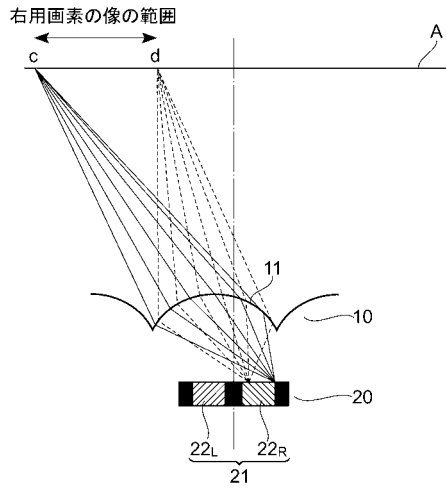
【 図 3 】



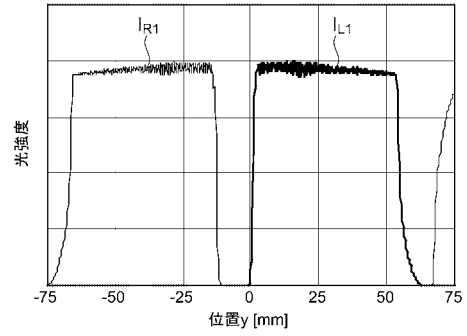
【 図 4 】



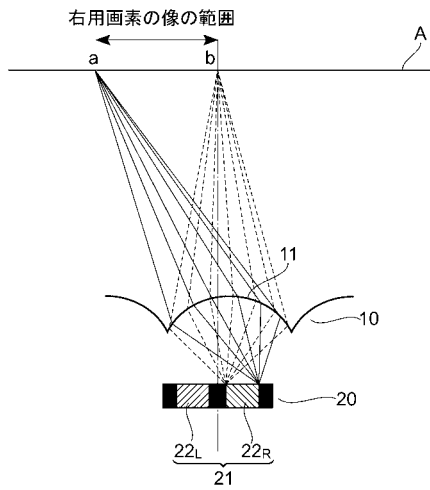
【 図 5 】



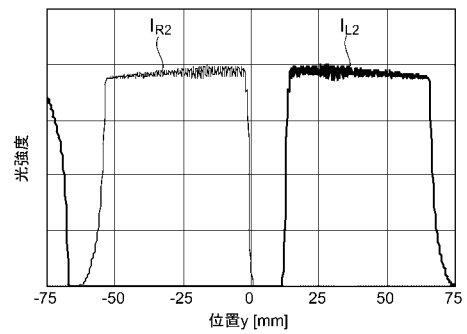
【 図 6 】



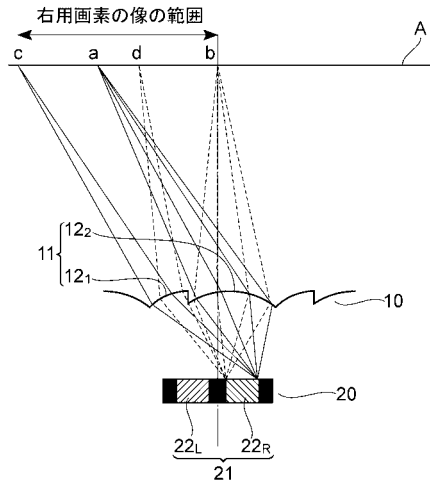
【 図 7 】



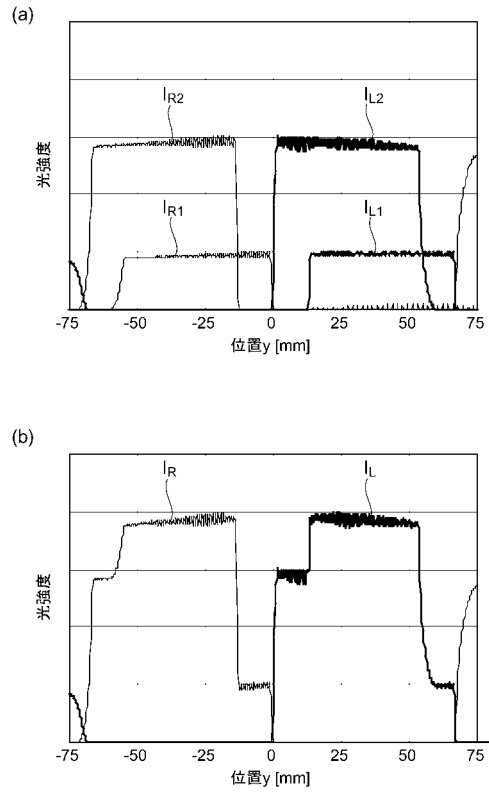
【 図 8 】



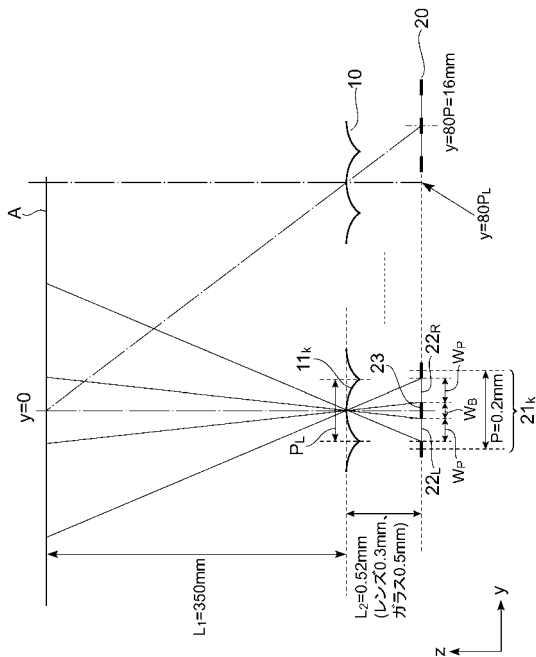
【 図 9 】



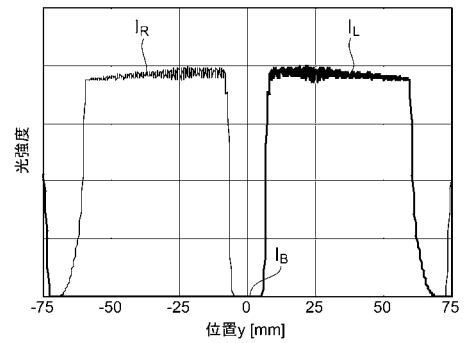
【 図 1 0 】



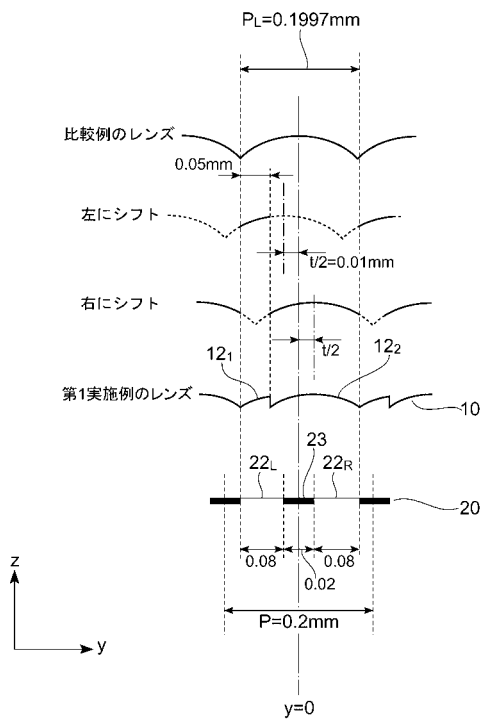
【 図 1 1 】



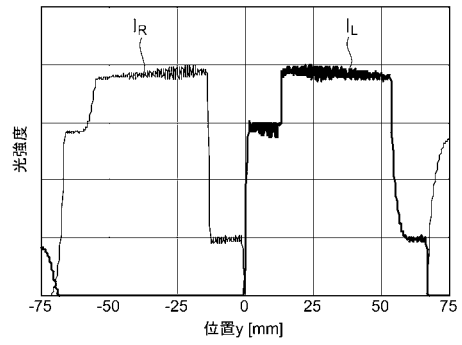
【 図 1 2 】



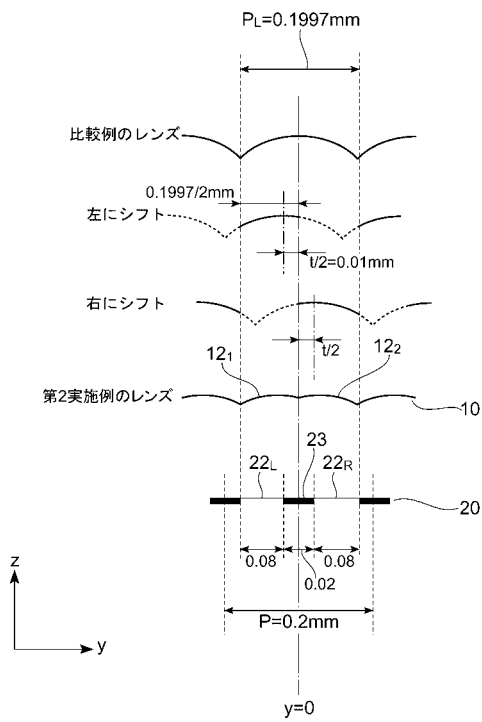
【 図 1 3 】



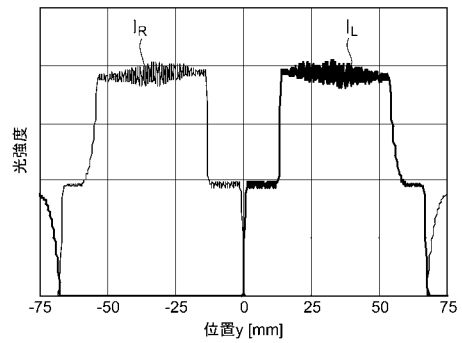
【 図 1 4 】



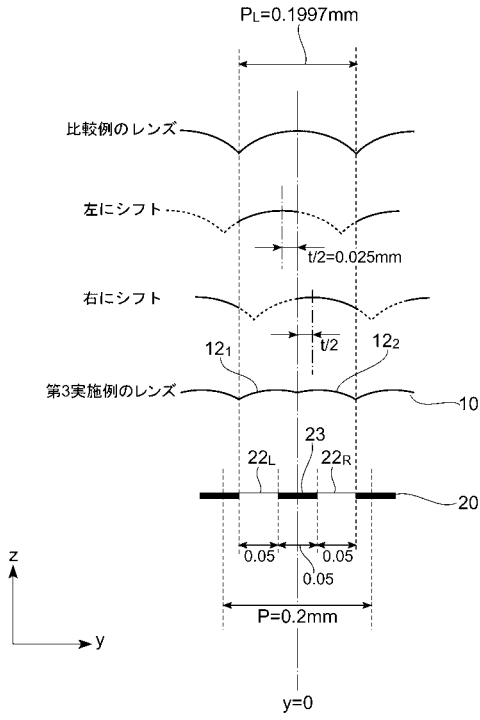
【 図 1 5 】



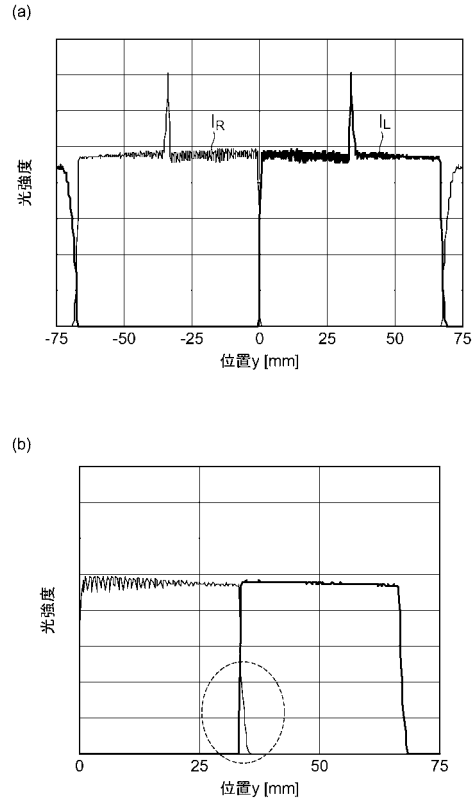
【 図 1 6 】



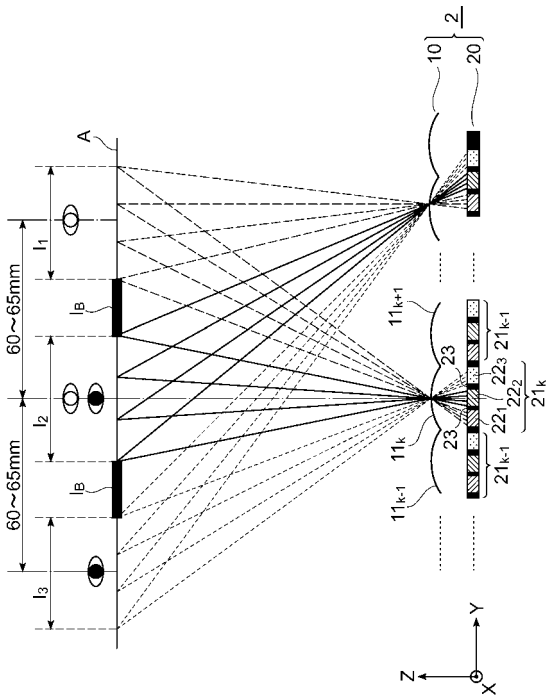
【 図 1 7 】



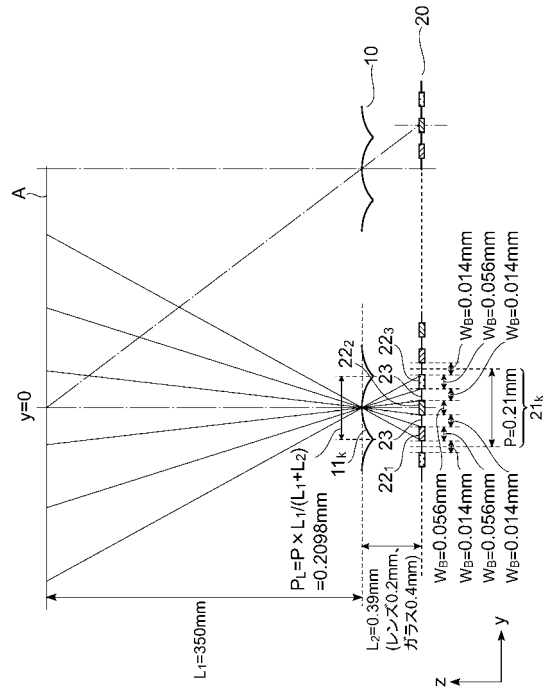
【 図 1 8 】



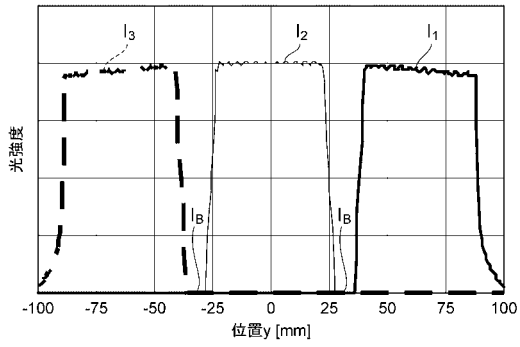
【 図 1 9 】



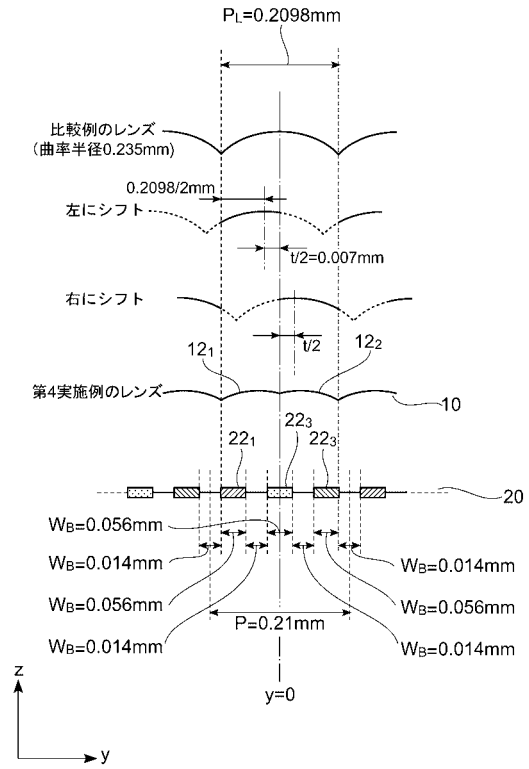
【 図 2 0 】



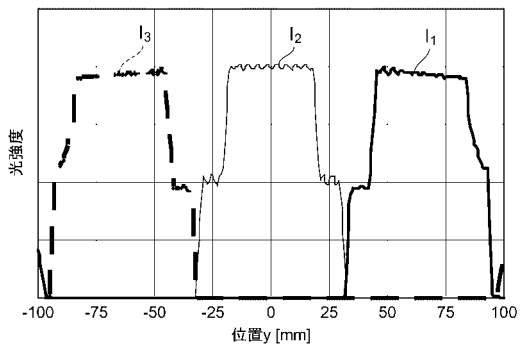
【 図 2 1 】



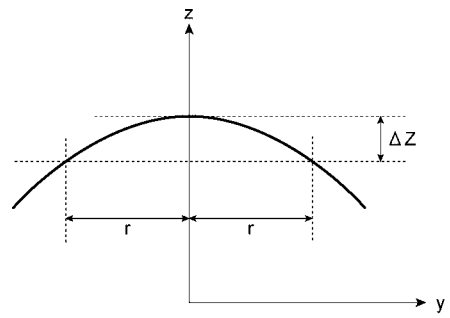
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

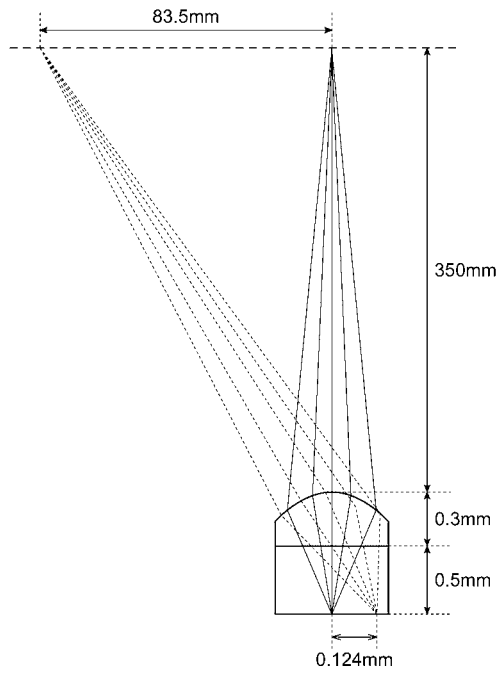


【 図 2 4 】

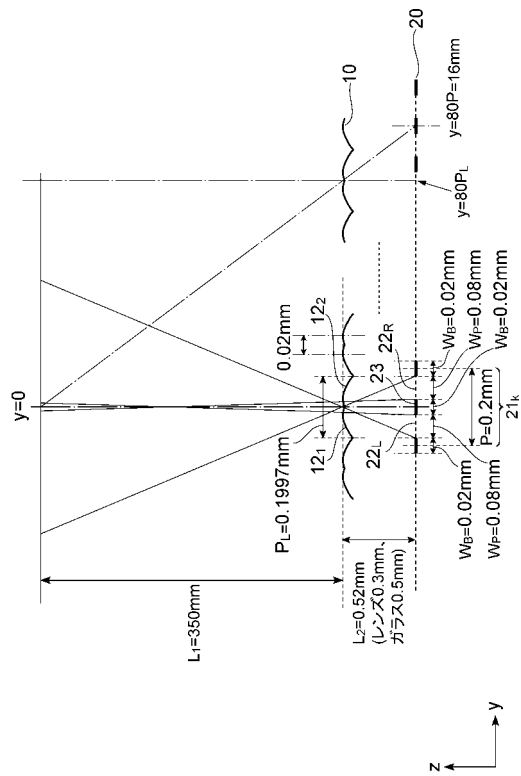




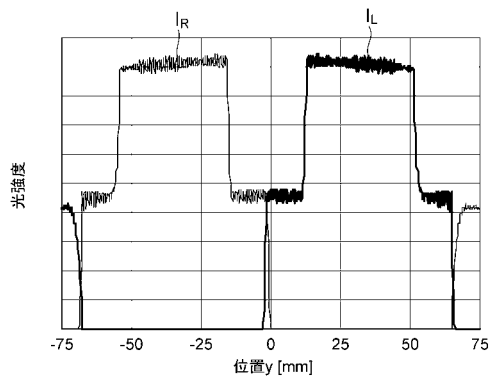
【 図 2 5 】



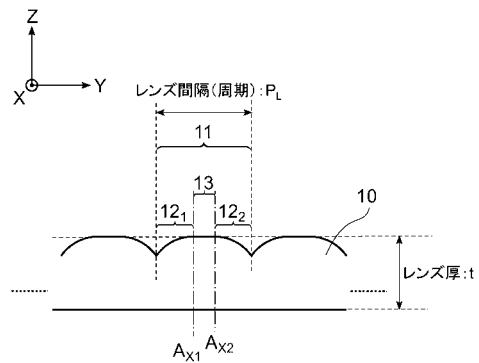
【 図 2 6 】



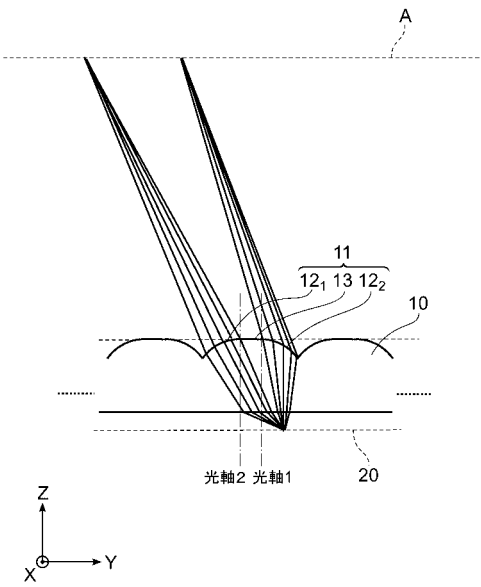
【 図 2 7 】



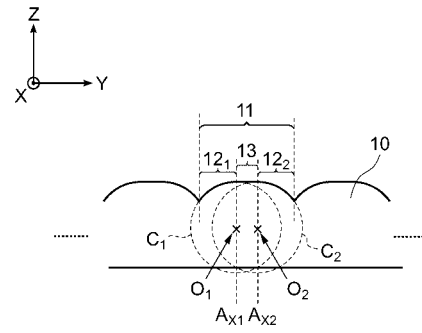
【 図 2 8 】



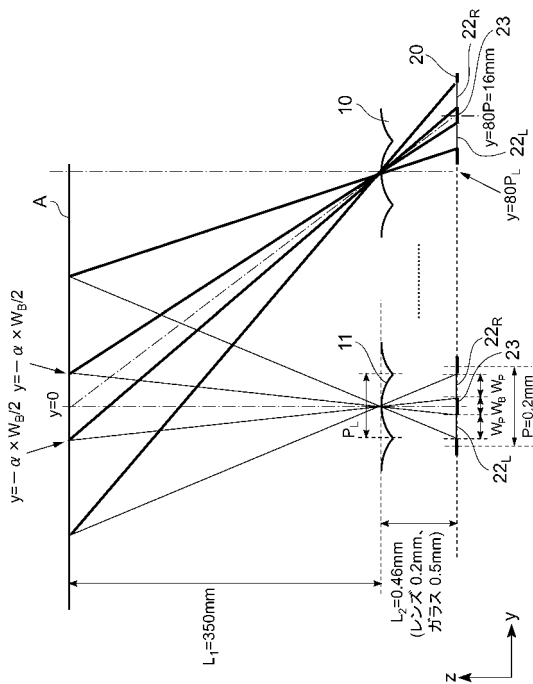
【 図 2 9 】



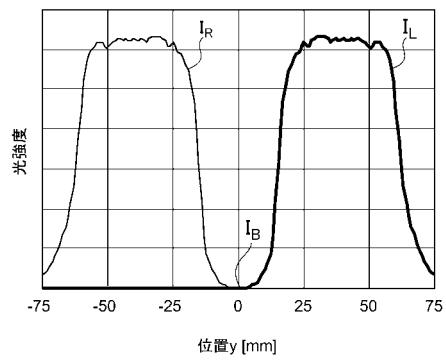
【 図 3 0 】



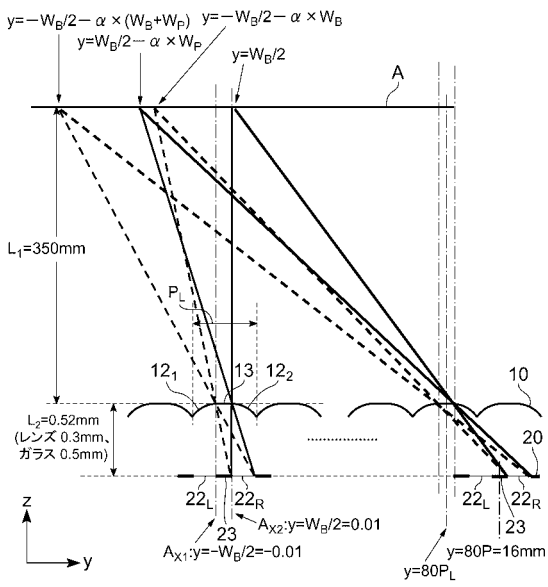
【 図 3 1 】



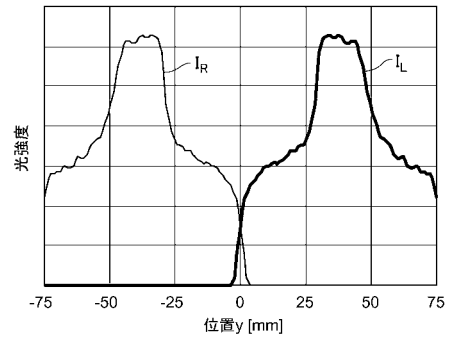
【 図 3 2 】



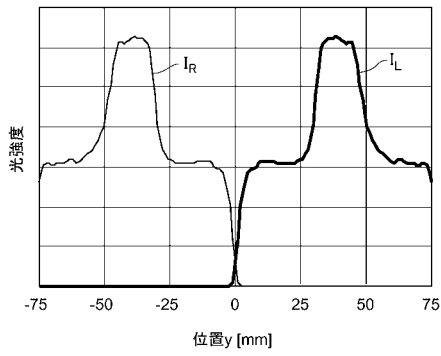
【 図 3 3 】



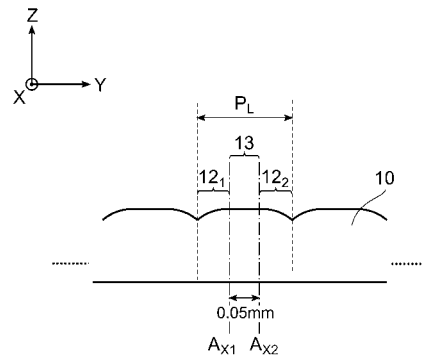
【 図 3 4 】



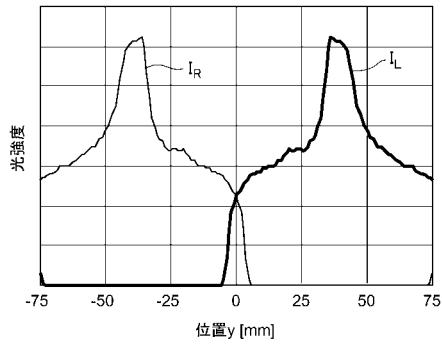
【 図 3 5 】



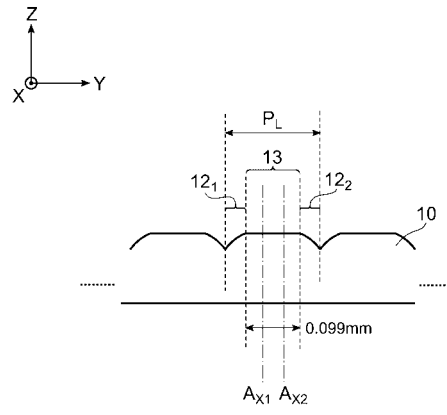
【 図 3 6 】



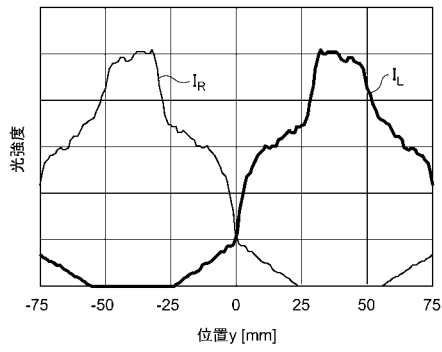
【 図 3 7 】



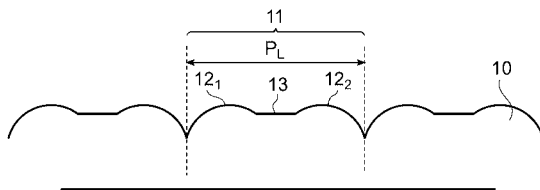
【 図 3 8 】



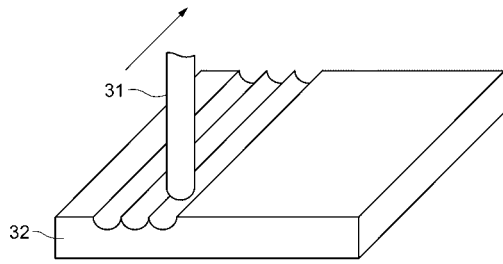
【 図 3 9 】



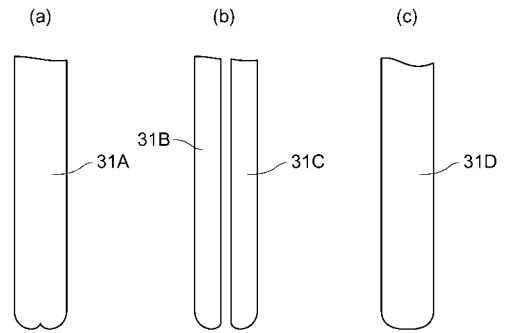
【 図 4 0 】



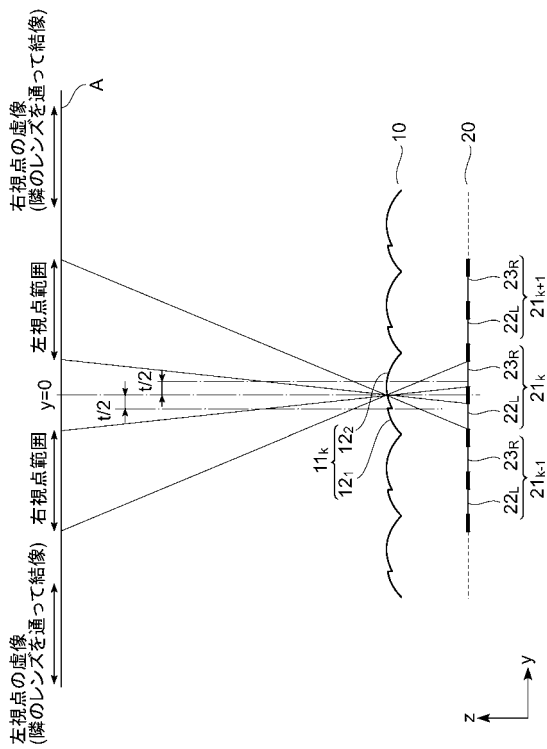
【 図 4 1 】



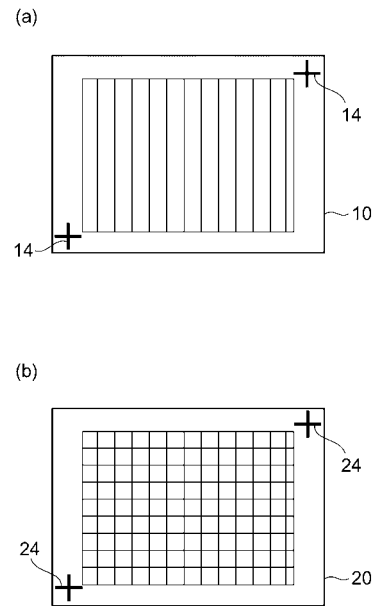
【 図 4 2 】



【 図 4 3 】



【 図 4 4 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 4 N 13/04 (2006.01) H 0 4 N 13/04

- (72)発明者 多久島 道子  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 佐野 知巳  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 依田 潤  
大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950番地 住友電工ファインポリマー株式会社内
- (72)発明者 西 雅也  
大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目950番地 住友電工ファインポリマー株式会社内

Fターム(参考) 2H042 AA09 AA10 AA11 AA15 AA26  
2H059 AA24 AA35  
2H199 BA08 BB04 BB65  
5C061 AA07 AB18