

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4669251号
(P4669251)

(45) 発行日 平成23年4月13日 (2011. 4. 13)

(24) 登録日 平成23年1月21日 (2011. 1. 21)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 27/22 (2006. 01)	GO 2 B 27/22
GO 3 B 35/24 (2006. 01)	GO 3 B 35/24
HO 4 N 13/04 (2006. 01)	HO 4 N 13/04

請求項の数 10 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2004-257259 (P2004-257259)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年9月3日 (2004. 9. 3)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-326803 (P2005-326803A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年11月24日 (2005. 11. 24)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成19年8月30日 (2007. 8. 30)		弁理士 阿部 琢磨
(31) 優先権主張番号	特願2003-311450 (P2003-311450)	(74) 代理人	100124442
(32) 優先日	平成15年9月3日 (2003. 9. 3)		弁理士 黒岩 創吾
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	須藤 敏行
(31) 優先権主張番号	特願2004-121449 (P2004-121449)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
(32) 優先日	平成16年4月16日 (2004. 4. 16)		ノン株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	西原 裕
			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
		審査官	山村 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の視差画像を画素単位で合成して得られる合成画像であって、それぞれの視差画像を表示する画素が縦方向および横方向に隣接しないように周期的に配置された合成画像を表示する画像表示手段と、

前記画像表示手段から所定の距離隔てて配置され、前記画像表示手段に表示された合成画像に含まれる各視差画像からの画像情報光を観察位置のそれぞれ異なる個所に独立に呈示するように横方向の指向性を与えるための開口部と遮光部とを有する水平指向性制御手段と、を含む立体画像表示装置において、

前記水平指向性制御手段の前方であって、前記水平指向性制御手段の縦方向に隣り合う開口からの画像情報光が重畳しない位置に配置され、前記水平指向性制御手段の開口を通過した光束に縦方向の光学的作用を与えることで縦方向の視野角を拡大する縦方向拡大手段を有することを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 2】

前記水平指向性制御手段の開口は、前記画像表示手段の画素配置に対応して、開口水平列ごとに横方向に所定量だけずらされて配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 3】

前記画像表示手段と前記縦方向拡大手段の間には、前記画像表示手段の各画素からの情報表示光を拡大して前記縦方向拡大手段に投影するための、横方向に母線を有するシリ

10

20

ドリカルレンズアレイを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 4】

前記水平指向性制御手段の開口には、前記画像表示手段の各画素からの情報表示光を拡大して前記縦方向拡大手段に投影するための横方向の母線を有するシリンドリカルレンズが挿入されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 5】

前記シリンドリカルレンズアレイは、前記画像表示手段の各領域から放出された画像情報光を前記縦方向拡大手段に所定の倍率だけ縦方向に拡大した実像として結像することを特徴とする請求項 3 に記載の立体画像表示装置。

10

【請求項 6】

前記水平指向性制御手段の各開口部の高さ及び幅は、前記画像表示手段の視差画像を表示する各領域の高さ及び幅と同一、又はそれ以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の立体画像表示装置。

【請求項 7】

前記画像表示手段の視差画像を表示するそれぞれの領域と、前記水平指向性制御手段の対応する領域とを、光学的に対応付ける光学結合手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の立体画像表示装置。

【請求項 8】

複数の視差画像を画素単位で合成して得られる合成画像であって、それぞれの視差画像を表示する画素が縦方向および横方向に隣接しないように周期的に配置された合成画像を表示する画像表示手段と、

20

前記画像表示手段から所定の距離隔てて配置され、前記画像表示手段に表示された合成画像に含まれる各視差画像からの画像情報光を観察位置のそれぞれ異なる個所に独立に呈示するように横方向の指向性を与える水平指向性制御手段と、を含む立体画像表示装置であって、

前記画像表示手段の視差画像を表示するそれぞれの領域と、前記水平指向性制御手段の対応する領域とを、光学的に対応付ける光学結合手段と、

前記水平指向性制御手段の前方であって、前記光学結合手段を通過した画像情報光が重畳しない位置に配置され、前記水平指向性制御手段を通過した光束に縦方向の光学的作用

30

【請求項 9】

前記画像表示手段は、透過型の画像表示手段であり、

前記光学結合手段は、前記画像表示手段を背面から照明する照明手段を含み、

前記照明手段は、前記画像表示手段の各水平画素列に対してそれぞれ縦方向に所定の広がり角で入射する複数の光束を発生することを特徴とする請求項 8 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 10】

前記光学結合手段は、前記画像表示手段の前面または背面に配置されるホログラム光学素子を含み、

40

前記ホログラム光学素子は、前記画像表示手段の各水平画素列に対してそれぞれ縦方向に所定の広がり角で入射する複数の光束となるように光の指向性を与えることを特徴とする請求項 8 に記載の立体画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体画像表示装置に関し、特にテレビ、ビデオ、コンピューターモニタ、ゲームマシンなどにおいて立体表示を行うのに好適な立体画像表示装置に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

従来知られている立体画像表示装置のうち、特殊な眼鏡を使用することなく立体観察が可能な表示装置としてパララックスバリアやレンチキュラレンズを用いた立体画像表示装置がある。

【0003】

これらの方式では、複数の視点にそれぞれ対応した複数の視差画像を合成して得られる合成画像を画像表示面に表示し、当該画像表示面の前方に配置したパララックスバリアやレンチキュラレンズにより各々の視差画像からの画像情報光の射出方向を制御してそれぞれの視差画像ごとに異なる指向性を持って射出させることで、異なる観察領域にそれぞれの視差画像を提示する。観察者はそれぞれ異なる観察領域に左右の観察眼を置くことで、視差画像の有する視差によって、特殊な眼鏡を使用することなく立体画像を認識する。

10

【0004】

こうした立体画像表示装置において、複数の視差画像を合成する際に、それぞれの視差画像を縦ストライプ状に分割し、異なる視差画像を含む当該縦ストライプを水平方向に周期的に配置して合成画像を合成し、更にパララックスバリアやレンチキュラレンズも縦ストライプ状とすることが一般的である。

【0005】

他方、特開平8-331605号、特開平9-15549号には、上記縦ストライプ状の合成画像を更に水平方向に分割して、鉛直方向の位置に応じて横方向にずらした配置を行う合成画像を用いる方法が開示されている。図74は特開平8-331605号公報における画素配置の説明図、図75は当該公報におけるパララックスバリア開口部配置の説明図である。

20

【0006】

図74中、アルファベットと番号が記載されている個々の長方形領域は個々の画素であって、アルファベットは画素に対応したカラーフィルタの種類を、番号21~24はそれぞれ第1~第4の視点に対応する視差画像を表示することを示している。

【0007】

一方、図75はパララックスバリアの開口部（白抜き部）と遮光部（斜線部）の配置を示している。図74で示されように、それぞれの視差画像を表示する画素がマトリックス状の配置となっていることに対応して、パララックスバリアの開口部もマトリックス状に配置されている。

30

【0008】

図76は、図74の画素配置と図75のパララックスバリアを用いた場合に観察される視差画像のうちで、第1の視点に対応する視差画像の見え方を示している。図76から分かるように、マトリックス状の配置を用いた場合、1つの視差画像を表示する画素が縦方向と横方向に分散することが可能となる。一般的な縦ストライプ配置を用いた場合には、ある視差画像を表示する画素は縦方向に連続して横方向のみに画像の劣化が生じるのに対し、上記のマトリックス状の配置を用いることにより画像劣化が目立ち難いという特徴がある。

40

【0009】

他方、特開平9-15549号には上記のパララックスバリアに変えて、変形レンチキュラレンズが使用可能であることが記載されている。図77は特開平9-15549号に記載された変形レンチキュラレンズである。図78は、図74の画素配置と図77の変形レンチキュラレンズを用いた場合に観察される視差画像のうちで、第1の視点に対応する視差画像の見え方を示している。図78から分かるように、マトリックス状の配置と変形レンチキュラレンズを用いた場合、1つの視差画像を表示する画素が縦方向と横方向に分散して観察されると共に、各画素が横方向に拡大して表示される。

【特許文献1】特開平8-331605号

【特許文献2】特開平9-15549号

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら上記のマトリックス状の画素配置を用いた場合であっても、図76からも明らかなように、パララックスバリアを用いた場合には、ある観察位置から観察した場合の暗部である非表示領域となってしまう領域が大きく発生する。つまり、従来の一般的なパララックスバリアと同様に、上記のような4視点から観察可能な立体画像表示を行う場合には、ある視差画像を表示する画素は1/4となってしまう。視点数に比例して表示領域の割合が減少し、非表示領域が広がるため、視点数を増加した場合には観察者の目には明るさが低下したように見えてしまう問題が生じる。また、カラー表示を行う場合には、異なる色を表示する画素と画素の間の黒い領域が多くなるため、混色により表現される色が本来よりも暗い側にシフトしてしまうため、正しい色表現が難しくなるといった問題を発生する。

10

【0011】

また、変形レンチキュラレンズを用いた場合には、非表示領域の割合はパララックスバリアを用いた場合に比べて小さくなるが、各画素が横方向のみに拡大されることによって、縦方向と横方向の解像度の差が大きくなり、見かけ上の解像度の低下が激しくなる。

【0012】

本発明は上記の問題点を解決して、多視点画像を表示する立体画像表示装置でありながら、観察者が各視差画像を観察する際には非表示領域が発生しない立体画像表示装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明に係る立体画像表示装置は、複数の視差画像を合成して得られる合成画像を表示する画像表示手段と、開口部と遮光部を有し、前記画像表示手段から放射される前記視差画像の情報を含んだ画像情報光にそれぞれ所望の方向への指向性を与えることにより前記複数の視差画像を観察位置のそれぞれ異なる個所に独立に呈示するための水平方向について光学的作用を有する水平指向性制御手段と、を含む立体画像表示装置において、前記水平指向性制御手段の前方に、当該水平指向性制御手段の開口を通過した光束を上下方向にのみに拡散させる縦方向拡散手段が配置されることを特徴とする。

30

【0014】

さらに本発明に係る立体画像表示装置は、複数の視差画像を合成して得られる合成画像を表示する画像表示手段と、開口部と遮光部を有し、前記画像表示手段から放射される前記視差画像の情報を含んだ画像情報光にそれぞれ所望の方向への指向性を与えることにより前記複数の視差画像を観察位置のそれぞれ異なる個所に独立に呈示するための水平方向について光学的作用を有する水平指向性制御手段と、を含む立体画像表示装置において、前記水平指向性制御手段の前方に前記画像情報光に対して垂直方向の光学的作用を与える縦方向拡大手段を有することを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0015】

本発明によれば、多くの視点からの立体像を再生する場合において画像劣化の目立ちにくい立体画像表示装置を構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下の、本発明の実施例について図面を参照して具体的に説明する。

【実施例1】

【0017】

図1は本発明の第1の実施例に係る立体画像表示装置の概略を説明する斜視図である。画像表示手段1は視差画像を合成して得られる合成画像を表示する。画像表示手段1とし

50

ては液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなどの一般的な画像表示手段を使用することができる。また、静止立体像の再生に限定すれば写真や印刷物を利用することも可能である。水平指向性制御手段 2 は、水平方向について光学的作用を有し、画像表示手段 1 から放射される各視差画像の情報を含んだ画像情報光に対して、それぞれ所望の方向への指向性を与えることにより複数の視差画像をそれぞれ異なる方向に独立に呈示することを可能とする。水平指向性制御手段 2 としては、パララックスバリアやレンチキュラレンズを用いることが可能である。縦方向拡大手段（縦方向視野角拡大手段）3 は、以下の二つの機能を有する。1 つ目の機能は、画像表示手段 1 上の画素を別の面（実質的な画像表示面）上に見かけ上の画素（実質的な画素）として縦方向に拡大投影し、画素の高さを拡大する機能である。もう 1 つの機能は、上述の見かけ上の画素に十分な縦方向の視野角を与え、見かけ上の画素を上下方向の広い範囲から観察できるようにする機能である。言い換えると、上述の見かけ上の画素に、十分な縦方向視野角を与え、上下方向の広い範囲から観察できるようにする機能である。これらの構成により、観察者がこの立体画像表示装置を所定の距離だけ離れて観察することにより裸眼で立体視を行うことができ、この際に各視差画像の非表示領域を減少させ、又は実質的に解消することが可能となる。

10

【0018】

図 2 は画像表示手段 1 の表示領域の一部（斜線部）を拡大した正面図の一例である。図中の格子は、画像表示手段 1 の絵素の境界を示しており、各絵素毎に割り振られている数字に対応した視差画像を表示することで全体として視差画像を合成して得られる合成画像を表示する。図 2 に示すように、表示される合成画像は複数の視差画像を所定の画素単位で合成して得られる合成画像であって、それぞれの視差画像を表示する画素が縦方向および横方向に隣接しないように周期的に配置される。以下、このような画素配置の方法を、従来の縦ストライプ状の視差画像合成方法に対して、マトリックス状の画素配置と呼ぶ。尚、図 2 においては画像表示手段の一絵素に合成画像の一画素が表示される場合を示しているが、複数の隣接した絵素群に一画素を表示してもよい。以下では、簡単のために合成画像の一画素が表示される画像表示手段上の領域も一画素であるとして説明する。

20

【0019】

本実施例においては、図 2 内の太線で囲まれた領域を画素配列の最小単位と扱い、当該配列の単位が画像表示手段 1 の全領域について周期的に繰り返されている。図 2 においては、合成画像の例として 12 種の視差画像からなる合成画像を表示する場合についての画素配置の一例を示している。図 2 においては全ての段で 12 種の視差画像を表示する画素が横方向に周期的に配置され、更に段ごとに配列のパターンが変化しており、それぞれ配置の位置の異なる a ~ c の 3 段が最小単位に含まれている。

30

【0020】

尚、画像表示手段 1 上の画素配列は図 2 に示したものに限定されることは無く、任意の数の視差画像を表示することが可能であり、また水平指向性制御手段 2 と関連付けることにより任意の配列を取ることが可能である。

【0021】

また、上述のとおり図 2 においては一画素毎に異なる視差画像を表示するように割り振られているが、これに限定される必要は無く、隣接した複数の絵素からなる領域毎に異なる視差画像を表示するように割り振ることも可能である。その一例として、隣接する RGB の各画素を 1 つの領域とすることも良好なカラー表示のために好ましい。

40

【0022】

尚、後に説明するように、各画素は水平指向性制御手段 2 から所定の距離だけ離れた位置に設けられる投影位置に対して縦方向拡大手段 3 によって縦方向に拡大して提示するため、画像表示手段 1 上においてはある視差画像を表示する画素（領域）が縦方向に関して適当な距離だけ隔たって配置されることが好ましい。このためには、図 2 に示すように段ごとに画素（領域）の配列のパターンが変化しており、ある視差画像を表示する画素（領域）に隣接する上下及び左右には他の視差画像を表示する画素（領域）が配置されたマトリックス状の画素配置とすることが好ましい。

50

【 0 0 2 3 】

図 3 は水平指向性制御手段 2 をパララックスバリア 2 - 1 で構成した場合の開口の位置を示す図である。特に、図 3 は図 2 で示された表示領域に対応する部分のパララックスバリア 2 - 1 の拡大図である。パララックスバリア 2 - 1 は、画像表示手段 1 の a ~ c の段にそれぞれ対応して a' ~ c' の段を含み、それぞれ規則的に白色で示した開口（以下スリットと称する）が遮光部（黒色部分）内に設けられている。

【 0 0 2 4 】

各スリットは、画像表示手段 1 上の 1 ~ 12 の視差画像を表示する一組の画素グループに対応して 1 つのスリットが設けられることが望ましい。また、画像表示手段 1 上の a ~ c の段の画素配置がそれぞれずらされていることに関係して、a' ~ c' の段ではスリットの横方向の位置がずらされていることが望ましい。各スリットの位置は画像表示手段 1 上の各画素の位置、画像表示手段 1 とパララックスバリア 2 - 1 と観察者の位置の関係を考慮して決定される。パララックスバリア 2 - 1 の全領域について同様の規則性をもってスリットが周期的に配列されている。また、当該スリットの幅は前記画素の幅に比して十分小さくすることが、視差画像間でのクロストークを防止するために望ましい。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、図 1 中の縦方向拡大手段 3 として縦方向拡散板 5 を用いた場合の構成例を示す。図 4 は、図 1 に示した構成の縦断面に相当する。図 4 の構成においては、画素から放射される光がもともと縦方向に広がりをもっていることを利用して、縦方向拡散板 5 を所定の位置に配置する構成を示している。このとき、縦方向拡散板 5 は水平指向性制御手段 2 の前方であって、前記水平指向性制御手段の垂直方向に隣り合う開口からの画像情報光が重畳しない位置に配置されることが望ましい。特に、図に示すように各上下の開口から縦方向拡散板 5 に投影された画像情報光が隙間を作らない状態が望ましい。縦方向拡散板 5 は投影された画像情報光を上下方向にのみ拡散し、観察者が観察した場合の実質的な表示画面となる。

【 0 0 2 6 】

図 4 のように、画素からの放射光の広がりを利用して縦方向拡散板 5 によって、水平指向性制御手段 2 の開口の高さ（縦方向拡大手段 3 が無い場合の観察者が観察する画素の高さ）に比較して高さの拡大された画素が縦方向拡散板 5 上にあるかのように見せることが可能である。縦方向拡散板 5 が配置される位置は、画像表示手段 1 と水平指向性制御手段 2 の間隔と、水平指向性制御手段 2 上の開口の上下幅によって決定され、上下に隣り合う開口からの光束が相互に混合しない位置であることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

図 4 で用いる水平指向性制御手段 2 はパララックスバリア 2 - 1 を利用してもよく、以下に説明するようなシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 とマスク 2 - 3 を組み合わせたものでも良い。また、縦方向拡大手段 3 として画像情報光に対して上下方向の光学的作用を持つ所定のピッチ及び光学的パワーを持つ横レンチキュラーレンズを用いて、画像情報光を観察者に集光するようにしても、縦方向拡散板 5 を用いた場合と同様に縦方向に拡大された画素を観察者に提示することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

図 5 と図 6 は縦方向拡大手段 3 の効果を説明するための図である。図 5 は、水平指向性制御手段 2 をパララックスバリア 2 - 1 で構成した場合について、縦方向拡大手段 3 が無く、画像表示手段 1 と水平指向性制御手段 2 のみの組み合わせの場合に観察される画面の様子を示す。縦方向拡大手段 3 が無い場合には、例えば視点 1 において観察される視差画像は図 3 に示したパララックスバリア 2 - 1 の開口部（スリット）が表示画素となるため、従来の立体画像表示装置と同様に上下の画素がそれぞれ分離して観察される。他方、図 6 は縦方向拡大手段 3 が水平指向性制御手段 2 の後段に配置された場合に観察される画面の様子を示す。縦方向拡大手段 3 を加えると図 6 のように視差画像の個々の画素が高さ方向にのみ拡大されて観察される。この結果、各画素は高さ方向に連続して存在するようになり、全画面に対する表示領域の割合が $1 / 12$ から $1 / 4$ に増加する。

【 0 0 2 9 】

縦方向拡大手段 3 による拡大の倍率は、縦方向拡大手段 3 を使用しない場合の縦方向の表示比率の逆数と等しいことが好ましい。本実施例の場合、縦方向拡大手段 3 を使用しない場合には縦方向の表示比率が $1/3$ であるために、縦方向拡大手段 3 の拡大比率は 3 倍であることが好ましい。一方、必ずしも 3 倍である必要は無く、3 倍以下の拡大倍率であっても上下の画素間の見かけの間隔が縮小されるために全体の表示比率を高める効果が得られる。他方、3 倍以上の拡大比率となる場合には、上下の画素が重なって観察されるようになるため、像が不鮮明となり好ましくない。縦方向拡大手段 3 を使用しない場合の縦方向の表示比率が $1/3$ 以外の場合であっても同様である。以上説明したように、本実施例によれば、特にある視差画像を表示するための画素をマトリックス状に分散させた立体画像表示装置において、視点数を大きくすればするほど画像の劣化が目立ってくる、という従来の立体像表示装置の問題点を改善し、画像の劣化をより目立たなくする立体像表示装置を実現することができる。

10

【 0 0 3 0 】

図 7 は図 1 に示した本実施例に係る立体画像表示装置の一例であって、図 6 に示した表示が行われる場合の立体画像表示装置の構成を上側から見た場合の各画素から放射される光線の光路を示す平面図である。簡単のため、画素配置については、a ~ c 段を含む最小単位を正面図として示す。また、パララックスバリア 2 - 1 のスリットについては、a ~ c 段のための開口 (a' ~ c') を同一面内に示す。各構成要素間の間隔等は、各画素からの光線が図 7 に示されるような光路を描くように決定される。

20

【 0 0 3 1 】

パララックスバリア 2 - 1 のスリットの幅を画素の幅に比して十分小さくすることで、スリットを通過する光の進行方向には指向性が生じ、図 7 に示すように各画素からの光はそれぞれ画素とスリット中心とを結ぶ直線の方に独立に進むことになる。a 段の画素からの光は a' 段のスリット、b 段の画素からの光は b' 段のスリット、c 段の画素からの光は c' 段のスリットを通過してそれぞれが観察されるべき視点の方向に進む。

【 0 0 3 2 】

上記 a' ~ c' 段のスリットの水平方向の位置は互いに異なっているが、画像表示手段 1 上の画素の水平方向位置もまた a ~ c の段毎に異なって配列されているため、結果的に、異なる段の画素であっても視点番号 (1 ~ 12) が等しい画素から出た光同士は同じ観察位置に進む構成となっている。こうした関係をまとめると図 7 のようになる。各画素と対応する視点とを結ぶ直線の交点位置に、スリットが存在していることがわかる。図 7 に示すような関係を満足していれば、視点 n (n は 1 ~ 12 の自然数) に対応する観察位置からは視点番号 n 番の画素のみが観察されるため、観察者が両眼をそれぞれ異なる視点に配置して本装置を観察すれば、両眼立体視により立体像を認識することができる。しかも視点数は 12 個存在しているので、観察者が頭を左右に移動することによってある程度広い範囲から観察位置に見合った視差情報を有する立体像を認識することができる。

30

【 0 0 3 3 】

更に図 7 では、水平指向性制御手段であるパララックスバリア 2 - 1 を通過した光線が入射する位置に縦方向拡大手段 3 が配置される。上記に説明したように縦方向拡大手段 3 により、各視差画像に対応する観察位置 (1 ~ 12) に指向する光線が縦方向に拡大され、観察者は上下に拡大した画素を縦方向拡大手段 3 上に観察する。

40

【 0 0 3 4 】

図 8 は、縦方向拡大手段 3 を使用する場合の応用としてシリンドリカルレンズアレイ 4 を用いた場合の構成を示す概略図である。このシリンドリカルレンズアレイ 4 は、水平指向性制御手段 2 の開口を通過して、水平方向の指向性が与えられた情報表示光に対して、垂直方向の光学的作用を与えることを特徴とする。このシリンドリカルレンズアレイ 4 によって、縦方向拡大手段 3 に投影される画像情報光の広がりを拡大して、水平指向性制御手段 2 と縦方向拡大手段 3 の距離を短縮すると共に、両者の光学的な関連付けをより明確にして鮮明な画像を観察者に提示することができる。

50

【 0 0 3 5 】

図 8 に示したシリンドリカルレンズアレイ 4 は、パララックスバリア 2 - 1 のスリット開口の縦方向ピッチと同等の縦方向ピッチを有する複数のシリンドリカルレンズにより構成される。このときシリンドリカルレンズの母線方向は水平線に平行な方向である。シリンドリカルレンズアレイ 4 の各シリンドリカルレンズはパララックスバリア 2 - 1 の各スリット開口に対応して配置されることが望ましく、各スリットの高さ方向の中心とシリンドリカルレンズの母線が一致するように配置されることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

図 9 ~ 1 1 はそれぞれシリンドリカルレンズアレイ 4 を使用した場合の各画素からの情報表示光の光路を示している。図 9 ~ 1 1 は、それぞれパララックスバリア 2 - 1 上の a ~ c のための開口の部分における縦方向の断面の構成を示し、また画像表示手段 1 上の a ~ c の段から発した光線の光路を示す。シリンドリカルレンズアレイ 4 は、パララックスバリア 2 - 1 のスリット開口の縦方向ピッチと同等の縦方向ピッチを有する。このときシリンドリカルレンズの母線方向は水平線に平行な方向であり、スリット開口の上下方向の中心に対応する位置に母線が一致することが好ましい。

【 0 0 3 7 】

図 9 は画像表示手段 1 上の a 段の画素からの光線がシリンドリカルレンズアレイ 4 により縦方向に拡大して提示される様子を示した図である。a 段の画素から出た光はパララックスバリア 2 - 1 の a ' 段のスリット開口を通り、開口の直後にあるシリンドリカルレンズ 4 に入射する。シリンドリカルレンズ 4 は a 段の画素を、図中 a ' の位置に 3 倍の拡大結像する光学作用を有しており、その結果、a 段の画素は高さ方向のみ 3 倍に拡大されて認識される。同様のことが、他の段の画素についても成立している。図 1 0 は b 段の画素が高さ方向のみ 3 倍に拡大される様子を、図 1 1 は c 段の画素が高さ方向のみ 3 倍に拡大される様子を示している。縦方向拡大手段 3 は a ' ~ c ' の位置に設置されることが望ましい。

【 0 0 3 8 】

尚、シリンドリカルレンズ 4 は以下で説明する図 2 8 に示すように、パララックスバリア 2 - 1 の開口と画像表示手段 1 の間に置かれても良く、光の利用効率を向上することができる。また、パララックスバリア 2 - 1 の開口に同様の光学的效果を生じるレンズを設置してもよい。また、図 8 等では凸状のシリンドリカルレンズからなるシリンドリカルレンズ 4 を用いて、画像表示手段 1 の画素からの情報表示光を収束させて発散させているが、凹状のシリンドリカルレンズからなるシリンドリカルレンズ 4 を用いても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

図 1 2 は、シリンドリカルレンズアレイ 4 を用いた場合の縦方向拡大手段 3 の配置の状態を示す図である。図 9 ~ 8 においては作図の簡単のため縦方向拡大手段 3 を省略しているが、縦方向拡大手段 3 である縦方向拡散板等はシリンドリカルレンズアレイ 4 で光学的作用を受けた光線が、縦方向に重畳しない範囲に配置される。

【 0 0 4 0 】

図 1 3 は、図 1 2 の構成における縦断面内での光の挙動を示す図である。縦方向拡大手段 3 である縦方向拡散板 5 によって画素 a の共役像の結像に寄与した光の放射分布は拡大する。したがって、観察者が画面に正対して上記共役像を観察する時、共役像の周辺部からの光も観察者の眼の方向に向かっているので、観察者は安定して共役像全体を認識することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

縦方向拡散板 5 の代わりに光の屈折や回折、反射などの作用を発生させる素子を用いて縦方向拡大手段 3 を構成することができる。図 1 4 は、縦方向拡大手段 3 により拡大された画素を安定して観察者に提示するための構成の他の一例である。図 1 4 においては、母線方向が水平であるようなシリンドリカルレンズアレイ 6 を用いて縦方向拡大手段 3 により拡大された画素を安定して観察者に提示する構成例を示している。

【 0 0 4 2 】

図 1 5 は図 1 4 の構成による光線の挙動を示す図である。シリンドリカルレンズアレイ 6 は縦方向拡散板 5 とは異なり、光の放射分布を広げる効果は少ないが、図 1 5 に示すように共役像の周辺部からの光を画面に正対する観察者の方向に集める効果がある。したがって図 1 4 のような構成によっても、観察者に共役像全体を認識させることが可能となる。

【 0 0 4 3 】

尚、図 1 3、図 1 4、図 1 5 においてはシリンドリカルレンズアレイ 4 を用いた場合について説明しているが、シリンドリカルレンズアレイ 4 を使用せず縦方向拡大手段 3 のみを用いた場合にも効果は同様である。

10

【実施例 2】

【 0 0 4 4 】

以上説明した実施例 1 においては、水平指向性制御手段 2 をパララックスバリア 2 - 1 によって構成した例について説明したが、水平指向性制御手段 2 としてマスクとシリンドリカルレンズアレイを組み合わせる用いた場合であっても、縦方向拡大手段 3 により画像の劣化をより目立たなくすることが可能である。

【 0 0 4 5 】

図 1 6 は、本実施例の水平指向性制御手段 2 の一部を成すバリア手段であるマスク 2 - 3 である。図 2 に示したような水平方向に 1 2 画素分の周期を持つ画素配置を持つ画像表示手段 1 に対して、マスク 2 - 3 のスリット部の水平幅は 4 画素分であり、垂直幅は 1 画素分である。

20

【 0 0 4 6 】

また、図 1 7 は、本実施例の水平指向性制御手段 2 の一部を成すシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 である。シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 は母線が上下方向に向いた凸状のシリンドリカルレンズを水平方向に周期的に配置したものであり、各シリンドリカルレンズの幅はマスク 2 - 3 の開口部の幅と同等であり、各開口毎にシリンドリカルレンズが配置される。

【 0 0 4 7 】

このようなシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 とマスク 2 - 3 を画像表示手段 1 と組み合わせることで、以下に説明するように画像の劣化が目立たずに、光の利用効率が高く、かつ水平方向の指向性も高い立体像表示装置を構成することができる。

30

【 0 0 4 8 】

図 1 8 は、第二の実施例に係る立体表示装置を上側から見た場合の構成と、各画素から放射される光線の光路を説明する図である。本実施例に係る立体表示装置は、画像表示手段 1 の前方にシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2、マスク 2 - 3 が配置され、更に縦方向拡大手段 3 が配置されることにより構成される。簡単のため、画素配置については、a ~ c 段を含む最小単位を正面図として示す。また、マスク 2 - 3 の開口については、a ~ c 段のための開口 (a ' ~ c ') を同一面内に示す。各構成要素間の間隔と、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 を構成するシリンドリカルレンズの光学的パワーは、各画素からの光線が図 1 8 に示されるような光路を描くように決定される。

40

【 0 0 4 9 】

図 1 8 と図 7 の比較より、各シリンドリカルレンズの主光線を描画すると、本構成における光の挙動は図 8 に示した水平指向性制御手段 2 にパララックスバリア 2 - 1 を利用する場合の光の挙動と同様であり、本構成によっても多視点の立体像表示装置を構成できることが分かる。

【 0 0 5 0 】

図 2 0 は、図 1 8 に示した構成で観察される画面の様子を示す図である。また、比較のために図 2 1 と図 2 2 にはそれぞれ従来の水平指向性制御手段の一例であるシリンドリカルレンズアレイ、及びそれを用いた場合に観察者が観察する画面の様子を示す図を示す。図 2 1 に示すように、従来の水平指向性制御手段としてのシリンドリカルレンズアレイは

50

水平方向に関して画素配列の一周期分に対応した幅を有していた。この結果、図 2 2 に示すように、観察者が観察する画面上では各画素が横方向にのみ拡大されて観察され、不自然な画面となっていた。この効果は、表示する視差画像数を増やした場合には水平方向の画素配列の一周期が延長されるためにより顕著になっていた。

【 0 0 5 1 】

これに対し、図 2 0 に示すように、図 1 8 に示す構成によれば観察時に各画素が横方向に拡大される割合が抑制され、より自然な表示が可能になる。図 1 8 に示す構成では、合成画像がいわゆるマトリックス状に合成された例を示したが、例えば縦ストライプ状に合成された合成画像についても応用が可能である。また、図 1 6 ではマスク 2 - 3 の開口幅は合成画像の水平方向の一周期の整数分の 1 (1 2 画素の 1 / 3) の場合を示しているが、これに限定されることなく、合成画像の水平方向の一周期の画素数よりも少ない複数の画素に対応する幅の開口を設けることで、上記効果を得ることが可能である。

10

【 0 0 5 2 】

本実施例の構成によっては、パララックスバリア 2 - 1 を利用する場合と比較して、光の利用効率と指向性を高めることが可能となる。これは、パララックスバリア 2 - 1 の開口部 (スリット) は、光の指向性を発生させるために水平幅を小さくする必要があるのに対し、本構成例では光の指向性をシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 によって発生させることができるため、マスク 2 - 3 の水平幅を大きくとることができ、マスク 2 - 1 に比べて圧倒的に高い開口率を実現できるためである。しかも、マスク 2 - 3 を通過する光はシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 の個々のレンズの屈折作用により、所望の位置に集光させたり、平行光とすることが可能なため、パララックスバリア 2 - 1 のスリット部を通過する光よりも高い指向性を実現することができる。このことは観察位置において隣り合う視点で観察される画像同士が混ざり合う「クロストーク」を減少させ、再生される立体像の質を高めることに寄与する。

20

【 0 0 5 3 】

図 2 3 は、図 1 8 に示した構成に縦方向拡大手段 3 を適用して、図 2 0 と比較して、観察される画素の見かけ上の高さ拡大した場合の効果を説明する図である。図 2 0 の状態では、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 の効果により、各画素の見かけ上の大きさが横方向に 4 倍に拡大して観察されるのに対して、投影位置において縦方向に 3 倍の拡大を行う縦方向拡大手段 3 を用いた場合、更に見かけ上の画素の高さのみが 3 倍に拡大され、観察者は図 2 3 のような輝度分布を観察することになる。

30

【 0 0 5 4 】

図 2 3 の場合、画像の非表示領域は全くなり、表示領域の割合は 1 0 0 % となる。他の視点に対してもこのことは同様であって、画像表示手段 1 には 1 2 視点に対応する視差画像の合成画像が表示されているにも関わらず、観察位置においては全ての視点について非表示領域を生じることなく各視点に対応した視差画像のみを観察することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

本実施例において用いられる縦方向拡大手段 3 による投影位置における拡大倍率は必ずしも 3 倍である必要は無く、3 倍以下の倍率であっても非表示領域を縮小する効果が得られる。一方、3 倍以上である場合には、上下方向に隣り合う画素間の光線が混合するために好ましくない。

40

【 0 0 5 6 】

更に画像表示手段 1 に表示する合成画像の視差画像の数 (N) は 1 2 に限定されることは無いが、本発明を適用しやすくするためには、各視差画像を表示する単位画素が縦方向に L 個、横方向に M 個 (L、M は 1 以上の整数) の長方形状に配列可能な $N = L * M$ で示される視差画像数とすることが好ましい。この場合には、縦方向拡大手段 3 の拡大倍率を L 倍、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 のピッチ及びマスク 2 - 3 の開口の横幅を M 画素分とすることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

50

本実施例において用いられる縦方向拡大手段 3 は、マスク 2 - 3 の各開口に対応した母線を水平方向とするシリンドリカルレンズからなるシリンドリカルレンズアレイ 4 と併用することが好ましい。この時、水平指向性制御手段 2 の一部を構成する母線を垂直方向に有するシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 とシリンドリカルレンズアレイ 4 を一体のものとすることも可能である。

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、パララックスバリア 2 - 1 を利用した場合に比べて、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 とマスク 2 - 3 を用いた構成の場合は、非表示領域を解消することが可能であって、非常に明るくクロストークの少ない立体像表示を行うことができる。

【 0 0 5 9 】

また、図 2 2 を用いて説明したような従来の水平指向性制御手段 2 としてレンチキュラーレンズを用いた場合と比較して、観察位置における各画素の拡大が横方向のみでなく、縦方向と横方向の両方に生じるため、画質の劣化をより感じ難くすることが可能である。

【 0 0 6 0 】

尚、こうした作用を有する水平指向性制御手段 2 の構成は、上記で説明したマスクとシリンドリカルレンズアレイとの組み合わせに限定されるものではなく、任意の水平指向性制御手段とその水平指向性制御手段の有効領域を選択する手段の組み合わせであって、縦方向拡大手段 3 との組み合わせで見かけ上の画素が観察者にとって好ましい状態となることを達成するものであれば、他の組み合わせを採用してもよい。

【 0 0 6 1 】

図 2 4 は、第 2 の実施例に係る立体画像表示装置の縦方向拡大手段 3 の別の使用例を示す図である。図 9 ~ 8 では縦方向拡大手段 3 であるシリンドリカルレンズアレイ 4 が、画素の実像を拡大結像させている。これに対し、図 2 4 のように虚像の拡大結像を行うように構成することもできる。このような変更によって、縦方向拡大手段 3 の効果を損なうことなく設計の自由度を向上することができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 6 2 】

本実施例は上記の実施例に係る立体表示装置を改善し、より性能の高い立体像表示装置を構成するための実施例について説明する。

【 0 0 6 3 】

図 2 6 は、本実施例にかかる立体画像表示装置の概略を説明する斜視図である。図 2 6 においては、図 1 に示した構成に加えて、画素の各段と水平指向性制御手段上の各領域との対応づけを光学的に行うような光学結合手段 7 を画像表示手段 1 と水平指向性制御手段 2 の間に挿入して立体像表示装置を構成している。

【 0 0 6 4 】

図 2 5 は、画像表示手段 1 上の画素からの光線が、対応しない水平指向性制御手段 2 の領域に入射する例を示している。画素 a から放射された光線は、対応するパララックスバリア 2 - 1 のスリット部を通過してシリンドリカルレンズアレイ 4 で縦方向に拡大されて a " の領域に実像結像する。一方、画素 a とは異なる段に有る画素 b からの光線も画素 a に対応するパララックスバリア 2 - 1 のスリット部を通過することが可能であって、クロストークを生じる原因となる。

【 0 0 6 5 】

これに対し、光学結合手段 7 を使用することで、画像表示手段 1 上の各画素と、それに対応する水平指向性制御手段 2 の領域の対応付けを確実に行うことが可能となる。これにより、画像表示手段 1 上の画素からの光線が、対応しない水平指向性制御手段 2 の領域に入射することにより発生するクロストークを有効に防止することができる。

【 0 0 6 6 】

図中、光学結合手段 7 は画像表示手段 1 と水平指向性制御手段 2 の間に挿入されているが、画素の各段と水平指向性制御手段上の各領域との対応づけを光学的に行うことができれば、光学結合手段 7 の位置は別の位置であってもよく、例えば以下の実施例で説明する

10

20

30

40

50

ように画像表示手段 1 を背面から照明する照明手段から発する光線に指向性を持たせるなどの方法によっても良い。

【 0 0 6 7 】

図 2 7 は、光学結合手段 7 の一例を示す図である。図 2 7 においては、光学結合手段 7 として画素の高さと同等のピッチですべて平行に配置され、画素から放出された光線であって、対応しない水平指向性制御手段 2 の領域に入射しようとする光線を遮光する壁であるルーバー 7 - 1 を用いている。ルーバー 7 - 1 は図に示すように、各段の画素から出た光が対応する領域以外の領域に斜め入射しないよう制限する役割を有しているので、上記クロストークの発生を抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

図 2 8 は、光学結合手段 7 の他の一例を示す図である。図 2 8 に示すように、シリンドリカルレンズアレイを用いても、同様に画像表示手段 1 上の画素の段と水平指向性制御手段 2 上の領域との光学的な結合を行うことができる。図 2 8 では、図 3 で示したスリットを用いた実施例に、画素の 3 段分と同等のピッチを有し、母線方向が水平方向であるようなシリンドリカルレンズアレイ 7 - 2 を追加した構成例を示している。シリンドリカルレンズアレイ 7 - 2 によって画素と開口とは光学的に共役な関係となっており、各段の画素が共役結像する位置に各段のための開口を配置すれば、各段の画素からの光は必ず対応する開口を通過し、クロストークの発生を抑制することができる。また、シリンドリカルレンズアレイ 7 - 2 により、図 8 中のシリンドリカルレンズアレイ 4 の機能を兼用させることもできる。

【 0 0 6 9 】

図 2 9 は、図 2 8 の構成で用いる水平指向性制御手段 2 を示す。図 2 8 のような構成の場合、鉛直方向の倒立結像を考慮して開口を配置する必要があるので、図 2 に示すような画素配置を持つ画像表示手段 1 に対応した水平指向性制御手段 2 の開口は図 2 9 に示すような構成となる。

【 0 0 7 0 】

尚、上記のような構成においても画素からの光が正面以外のシリンドリカルレンズ 7 - 2 に斜入射する場合があるが、画像表示手段 1 と水平指向性制御手段 2、及びシリンドリカルレンズ 7 - 2 の有する光学的パワーを調整することにより、図 2 8 中に点線で示したように、いずれも本来対応する段とは異なる段の対応する段の開口に到達するようにすることができる。つまり、例えば有る a 段から放出された光線が、当該 a 段の上下にある他の a 段に対応する開口に到達するようにすることができる。

【 0 0 7 1 】

図 3 0 は、光学結合手段 7 の他の一例を示す図である。図 3 0 に示すように、画素高さと同等のピッチのシリンドリカルレンズアレイを用いても、同様に画素の段と開口の段との光学的な結合を行うことができる。図 3 0 では画素高さと同等のピッチを有し、母線方向が水平方向であるようなシリンドリカルレンズアレイ 7 - 3 を用いた構成例を示している。この場合もシリンドリカルレンズアレイ 7 - 3 によって画素と開口とは光学的に共役な関係となっており、各段の画素が共役結像する位置に各段のための開口を配置すれば、各段の画素からの光は必ず対応する開口を通過し、クロストークの発生を抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

ただし、画素の正面以外の縦方向位置のシリンドリカルレンズに斜入射した光がクロストーク成分とならないためには画素の段構成を 3 段ではなく 2 段にする必要がある。図 3 1 は図 3 0 の構成例に適した画像表示手段 1 上の画素配置の正面図である。画素の水平方向の配列パターンは画面内の縦方向位置に依存して 2 種類存在している。

【 0 0 7 3 】

図 3 2 は図 3 1 の画素配置に対応する水平指向性制御 2 の開口パターン正面図である。図 3 0 において実線は a 段の画素から正面のシリンドリカルレンズに入射する光、破線はその上下のシリンドリカルレンズに斜入射する光を表している。いずれの光も a' 段の開

10

20

30

40

50

口に入射することがわかる。同様のことがb段の画素からの光についても成り立つので、本構成によれば、画素の段と開口の段との光学的な結合が実現し、クロストークの発生を抑制することができる。

【0074】

図33は、光学結合手段7の他の一例を示す図である。図33に示すように、光の複数の状態から1つの状態の光のみを透過する性質を有する光選択フィルターを用いても、画素の段と開口の段との光学的な結合を行うことができる。図33では、図3で示したスリットを用いた実施例に、2種類の光選択フィルターを、画素の高さと同等のピッチで周期的に配置した光選択フィルターアレイ7-4と7-5をそれぞれ画像表示手段1の近傍と水平指向性制御手段2の近傍に追加して配置した場合を示している。図中縦縞で表される領域は光の第1の状態を透過するフィルター部、図中横縞で表される領域は光の第2の状態を透過するフィルター部で構成されている。

10

【0075】

2つのフィルター部の透過特性を互いに排他的に設定することにより、一方の状態を持つフィルターを通過した光がもう一方の状態を持つフィルターを通過することを防止することができる。

【0076】

図34は、画像表示手段1と光選択フィルターアレイ7-4を組み合わせで正面から見た図を示す。また、図35は、水平指向性制御手段2と光選択フィルターアレイ7-5を組み合わせで正面から見た図を示す。画素の水平方向配列パターンは2種類存在し、ここではa段、b段として区別する。図33でもわかるとおり、a段の画素からの光は光選択フィルターの作用により、a段のための開口のみ透過し、正面への入射、斜入射の区別なくこれが成立する。同様のことがb段の画素からの光についてもいえるため、本構成によれば、画素の段と開口の段との光学的な結合が実現し、クロストークの発生を抑制することができる。

20

【0077】

上記の光選択フィルターアレイ7-4、7-5としては偏光板を用いることが好ましい。また、光選択フィルターアレイ中のフィルターの種類は2種類に限定されず、n種類(nは自然数)のフィルターを使用する場合は、n段の画素配列および開口配列を採用することができる。例えば、光の3原色RGBのフィルターを用いて上記光選択フィルターアレイを構成し、3段構成の画素パターンと開口パターンを用いた立体像表示装置を構成することが可能である。

30

【0078】

図36は、光学結合手段7の他の一例を示す図である。図36に示すように、画像表示手段1から放射される画像表示光に指向性を与える「指向性画像表示光発生手段」を用いても、画素の段と水平指向性制御手段2上の領域との光学的な結合を行うことができる。図36は指向性画像表示光発生手段を用いて本装置を構成した例の側面図である。この構成例では透過型の画像表示手段1を用い、これを背後から照明する照明光の指向性により、画像表示光が水平指向性制御手段2上の所望の領域のみを通過するように構成している。

40

【0079】

図36において、指向性照明光源アレイ7-6から発せられた光は図中縦方向について強い指向性を有しており、個々の光源から出た光は画像表示手段1の画素の各段に独立に入射する。各段に独立に入射した照明光はシリンドリカルレンズアレイ7-7の作用により、所定方向へと集光される。ここでは光源の位置と水平指向性制御手段2上の対応する領域とが光学的に共役な関係となっており、各段の画素を照明する光は必ず対応する領域を通過することになる。したがって、指向性照明光源アレイ7-6とシリンドリカルレンズアレイ7-7との組み合わせで構成される指向性画像表示光発生手段によって、画素の段と水平指向性制御手段2上の所定領域との光学的な結合が実現しクロストークの発生を抑制することができる。

50

【 0 0 8 0 】

図 3 7 は、光学結合手段 7 の他の一例を示す図である。図 3 7 に示すように、図 3 6 と同様の光学結合手段は、画像表示手段 1 自体の放射する光に指向性を与える構成でも実現できる。図 3 7 はそのような構成例の側面図である。a 段の画素から放射される光自体が、図中縦方向について高い指向性を有しており、a' 段の開口にのみ光が到達するような構成となっている。このような性質を持つ画像表示手段 1 を用いれば、画素の段と開口の段との光学的な結合が実現しクロストークの発生を抑制することができる。例えば、個々の画素が半導体レーザーなど放射分布に指向性のある光源であったり、画素の近傍に表示光の指向性を発生させるための光学素子が配置されているような場合に上記構成を実現できる。

10

【 0 0 8 1 】

ところで指向性画像表示光発生手段を用いれば、前述した鉛直方向の光学結合ばかりでなく、水平方向の光学結合も実現することができる。例えば、図 1 6 におけるマスク 2 - 3 のように水平指向性制御手段 2 の透過領域を制限する役割を指向性画像表示光発生手段に持たせることが可能である。さらに、鉛直方向の光学結合性能を利用して、縦方向拡大手段 3 の役割も持たせることが可能である。図 3 8 はこれらの機能を併せ持つ指向性画像表示光発生手段を使った装置構成例の側面図で、図 3 9 はその平面図である。7 - 6 は指向性照明光源アレイ、7 - 7 は照明光の鉛直方向指向性を制御するシリンドリカルレンズアレイ、7 - 8 は照明光の水平方向指向性を制御するシリンドリカルレンズアレイである。水平指向性制御手段 2 の構成は母線の方法が鉛直方向であるようなシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 のみで、その近傍に縦方向拡散板 5 が配置されている。

20

【 0 0 8 2 】

まず、光の鉛直方向成分の挙動について図 3 8 を用いて説明する。図 3 6 の構成同様に、指向性照明光源アレイ 7 - 6 の個々の光源からの光は画素の各段を独立に照明する。本構成においてはさらに、シリンドリカルレンズアレイ 7 - 7 が個々の光源をシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 上に拡大投影するような光学配置となっており、縦方向拡散板 5 と組み合わせた場合に、観察者は見かけ上の高さが拡大された画素を観察することが可能となる。つまり、7 - 6 と 7 - 7 の組み合わせで構成される指向性照明手段によって、前述した縦方向拡大手段 3 の役割を担わせることが可能となる。

【 0 0 8 3 】

次に、光の水平方向成分の挙動について図 3 9 を用いて説明する。指向性照明光源アレイ 7 - 6 の光源面と、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 とは、シリンドリカルレンズ 7 - 8 によって互いに光学的に共役な関係にある。特に本構成においては、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 上に形成される、7 - 6 の個々の光源の共役像の水平幅が、シリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 の個々のシリンドリカルレンズの幅と等しくなるように構成し、かつこれら共役像がすべて 1 個のシリンドリカルレンズの領域内に収まるよう結像しているため、個々の光源とシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 の個々の要素レンズとは、光学的に結合されている状態にある。したがって、光源の水平方向の位置を変化させれば、画像表示光がシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 のどの要素レンズを通過するかを制御することができる。

30

40

【 0 0 8 4 】

図 4 0 は、指向性照明光源アレイの正面図である。図 4 0 に示す指向性照明光源アレイを用いれば、a ~ c 段の画素からの光をすべて対応するシリンドリカルレンズに独立に導くことができる。

【 0 0 8 5 】

図 4 1 は、上記で説明した光の鉛直・水平両方向の挙動をまとめた図である。画像表示手段 1 の画素は縦方向位置に依存して a ~ c の 3 つの段に分割されるが、これら 3 つの段から放射された画像表示光は、水平指向性制御手段 2 の、水平方向位置に依存して分割された 3 つの領域にそれぞれ独立に集光され透過する。この際、水平指向性制御手段 2 上において、画像表示光の投影領域の高さは、元の画素高の 3 倍の高さに拡大されており、か

50

つ水平指向性制御手段 2 の近傍には縦方向拡散板 5 が配置されるため、観察者は見かけ上の高さが 3 倍に拡大された画素を観察することになる。

【 0 0 8 6 】

一方、水平方向の光学結合効果は、あくまでも画像表示手段 1 上の領域と水平指向性制御手段 2 上の領域とを結びつけるもので、水平指向性制御手段 2 の指向性制御を妨げるものではない。水平指向性制御手段 2 の所定領域を通過した後の、光の水平成分出射方向は、既に図 8 や図 1 8 で示したとおり、あくまでも画像表示手段 1 上の画素の水平方向位置に依存して一意的に決定するので、どの画素にどの視差画像情報を格納するかを考慮することで、所望の視点から所望の視差画像を観察できる構成にすることが可能である。したがって、上記の構成によればクロストークが少なく、かつ画像劣化の目立ちにくい立体画像表示装置が実現できる。

10

【 0 0 8 7 】

以上説明した図 3 6 ~ 4 0 では、所望の指向性照明を構成するのに光源アレイ 7 - 6 を用いているが、その他の方法を用いても指向性照明を実現することができる。図 4 2 は、他の指向性照明手段の一例である。例えば、図 4 2 のように水平方向に長い線状光源 7 - 1 0 と垂直方向のみに光学的パワーを有するシリンドリカルレンズ 7 - 1 1 との組み合わせによって、光の垂直成分が平行である 1 次元コリメート光を発生しうる指向性照明手段 7 - 9 を構成することができる。これを用いて本発明を実施することができる。

【 0 0 8 8 】

図 4 3 は指向性照明手段 7 - 9 を用いて立体画像表示装置を構成した場合の説明図である。図 4 3 (側面図) に示すように、線状光源 7 - 1 0 はシリンドリカルレンズ 7 - 1 1 の焦点位置に配置され、線状光源 7 - 1 0 からの発散光はその垂直成分が平行光となるように変換される。このとき光の水平成分については何ら光学作用を受けないので、発散光の性質を維持している。

20

【 0 0 8 9 】

図 4 4 は図 4 3 の構成の立体画像表示装置で用いられる開口板 7 - 1 2 を示す。また、図 4 5 は開口板 7 - 1 2 の開口を通過して発散される光の状態を示している。線状光源 7 - 1 0 からの発散光の垂直成分が平行光となるように変換された 1 次元コリメート光の光路に図 4 4 のように開口が配置された開口板 7 - 1 2 を配置する。この時に、前述した光の性質より開口板 7 - 1 2 上の各開口を出射する光は図 4 5 に示すように、垂直成分が平行光、水平成分が発散光の性質を有している。これは図 3 8 , 3 9 における光源アレイ 7 - 6 と全く同様に作用することを示している。つまり、図 4 3 に示すように、シリンドリカルレンズアレイ 7 - 7 と組み合わせて画像表示手段 1 を照明することで、所望の画像領域の独立照明や見かけ上の画素の高さ拡大などの作用を発生することができる。

30

【 0 0 9 0 】

図 4 6 は、さらにシリンドリカルレンズ 7 - 8 を使用した立体画像表示装置の構成を示す。図 4 6 に示すように開口板 7 - 1 2 をシリンドリカルレンズ 7 - 8 と組み合わせて使用することにより、所望の画像領域からの光が、水平指向性制御手段 2 (ここではシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2) 上の所望の領域に限定的に入射するような指向性をも発生させることができる。このように、上記のような構成の指向性照明手段 7 - 9 を用いて本発明の立体画像表示装置を実施することができる。

40

【 0 0 9 1 】

なお、単一の線状光源 7 - 1 0 と単一のシリンドリカルレンズ 7 - 1 1 を用いて指向性照明手段 7 - 9 を構成すると、シリンドリカルレンズの大口径化と、装置奥行きの大化を招くことになるが、図 4 7 に示すように複数の指向性照明手段 7 - 9 で画像表示手段 1 を分割照明する構成にすると、シリンドリカルレンズの口径と装置奥行きを抑制することができる。ここで、図 4 7 は複数の指向性照明手段 7 - 9 を使用した立体画像表示装置の構成の一例を示す。なお、シリンドリカルレンズ 7 - 1 1 は画像表示手段 1 全体をカバーするだけの口径が必要であるが、そのような大口径レンズをより低いコストで得るために 7 - 1 1 としてリニアフレネルレンズを利用することもできる。

50

【0092】

また、別の方法で上記のような指向性照明手段7-9をさらに薄型化することも可能である。図48は薄型化された指向性照明手段7-9の構成例（側面図）である。7-9-1は反射拡散板、7-9-2は水平方向に長い線状光源、7-9-3は導光板、7-9-4は反射板集合体である。図49は、反射板集合体7-9-4の正面図である。図49（正面図）に示すように、反射板集合体7-9-4の個々の反射板は水平方向に細長い開口が縦方向に複数並べられており、それ以外の部分はすべて反射面となっている。反射板集合体7-9-4は上記の反射板が奥行き方向に複数枚重ねて並べられて集合体を形成している。また、7-9の筐体の内壁面はすべて反射面となっている。線状光源7-9-2から放射された光は導光板7-9-3内を多重反射し、一部は反射拡散板7-9-1に入射して拡散光となり、残りは反射板集合体7-9-4の方向へと向かう。反射板集合体7-9-4の各反射板の開口の縦方向位置はすべて同じ高さとなるよう揃えられており、かつ適当な間隔を空けて配置されている。したがって、開口に対して斜めに入射する光は別の反射板によって反射されることになり、開口に対して垂直に入射する光（垂直成分が平行光となっている光）のみがすべての反射板の開口を通過して観察者側に出射してくることになる。一方、反射板で反射した光は他の反射板や7-9の筐体の内壁面などで反射を繰り返し、反射拡散板7-9-1に入射・拡散して別の角度で開口に再び入射する。こうした作用は、反射板集合体7-9-4のすべての開口を通過して出射してくるまで繰り返されるので、この指向性照明手段7-9において光の損失は少なく、利用効率の高い照明手段となる。指向性照明手段7-9から出射する光は垂直成分が平行光、水平成分が発散光という、本発明を実施するのに必要な性質を有しており、ここまで述べた他の実施例同様の部品と組み合わせれば同様の立体像表示装置を構成することができる。

10

20

【0093】

図50は薄型化された指向性照明手段7-9を用いた本発明の実施例（側面図）を示している。図43と比べて装置の奥行き寸法を小さくできるということがわかる。

【0094】

なお、図50のような構成では、シリンドリカルレンズアレイ7-7を通過した光の垂直成分が画像表示手段1に到達するまでに収束してしまうため、画像表示手段1の各段を照明する光の高さが十分に得られない場合がある。そこで、図51のように画像表示手段1を各段照明光の垂直成分が一度収束して再び発散し、画像表示手段1の各段毎の高さ全体を照明するような位置に配置することで、上記問題を解決することができる。この工夫は薄型化された指向性照明手段7-9に限らず、その他の指向性照明手段を用いた実施例においても適用することができる。

30

【0095】

また、薄型化された指向性照明手段7-9を構成する際に、光の指向性を制御するその他の光学部品（開口板7-12、シリンドリカルレンズ7-7および7-8）をすべて指向性照明手段7-9の中に組み込んで一体化し、図52（側面図）、図53（平面図）に示すような構成部品の少ない表示装置とすることもできる。この構成の場合、図41で示したような画像表示手段1上の所望の領域から水平指向性制御手段2上の所望の領域への指向性を有する光を、この指向性照明手段7-9のみで発生させることができ、装置の調整や組立を容易にするという効果がある。

40

【0096】

図36～図40、図42～図53の構成では、照明系の工夫などで画像表示光に指向性を与えて図41に示すような光学結合を実現した。しかし、そのような光学結合手段は照明光学系に限定されるものではない。

【実施例4】

【0097】

本実施例は上記の実施例に係る立体表示装置を改善し、より性能の高い立体像表示装置を構成するための実施例について説明する。

【0098】

50

図 4 1 のように、画像表示手段 1 上の水平方向に長い領域を水平指向性制御手段 2 の鉛直方向に長い領域に光学的に結合する特殊光学素子があれば、それを用いることでより簡単に本発明を実施することができる。そのような特殊光学素子としてホログラムが挙げられる。

【 0 0 9 9 】

図 5 4 ~ 図 5 7 は光学結合手段としてホログラム光学素子 8 を用いた構成の説明図である。説明を容易にするため、以下の図はすべて a 段の画素からの光についてのみ記述するが、その他の段の画素についても同様にホログラム光学素子 8 を使用することは言うまでもない。ホログラム光学素子 8 は画素の水平方向の単位パターン（ここでは視点番号 1 ~ 1 2 に相当する 1 2 個の一続きの画素群）と同等の大きさで、それら画素群に近接して配置される。ホログラム光学素子 8 を通過する光は図 5 4 に示すように、空間の定められた領域のみを通過するよう制御されている。本構成の場合、画素の a 段と水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域とを光学的に結合することを目的としているので、a 段より放射された光がすべて水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域を通過するようホログラム光学素子 8 が構成される。

【 0 1 0 0 】

図 5 5 は、このときの光の水平方向成分の挙動の説明図である。画像表示手段 1 の前面に配置されたホログラム光学素子 8 は画素の水平方向の単位パターンをカバーしている。この範囲からの光はすべて水平指向性制御手段 2 の a 段のための領域 a' を通過する。一方、光の鉛直方向成分は図 5 6 に示すような挙動となる。

【 0 1 0 1 】

a 段からの光は水平指向性制御手段 2 上、a 段の 3 倍の高さの領域のみを通過するようホログラム光学素子 8 の回折作用を受ける。観察者は縦方向拡散板 5 の作用により、見かけ上高さが 3 倍に拡大された画素を観察することになる。このような作用をするホログラム光学素子 8 を図 5 7 のように、上記画素の水平方向単位パターンにあわせて配置し、ホログラム光学素子の集合体を形成すると、図 4 1 に示したような光学結合が全画素について可能となる。

【 0 1 0 2 】

なお、ホログラム光学素子 8 は画像表示手段 1 とほぼ一体化して使用するために透過型であることが望ましい。そして画像表示手段 1 が透過型である場合、ホログラム光学素子 8 を画像表示手段 1 よりも後方に配置し、画像表示手段 1 に入射する前の段階で画像表示手段 1 の照明光に所望の指向性を与えることができる。一方、画像表示手段 1 が透過型ではなく、自発光タイプのものである場合は、ホログラム光学素子 8 を画像表示手段 1 よりも前方に配置し、画像表示手段 1 より出射する画像情報光に所望の指向性を与えることができる。つまり、本発明においてはホログラム光学素子 8 を画像表示手段 1 の前後どちらに配置する構成もとりうる。

【 0 1 0 3 】

図 5 8 は、上記のような作用を有するホログラム光学素子の作製方法を示す。水平指向性制御手段 2 上の単位領域に相当する位置に拡散板 9 - 1 を設置し、コヒーレント光で照明してこれをホログラム記録時の物体光とする。一方の参照光は上記単位領域に対応する画素の水平方向単位パターン領域からの光を模したものとするのが望ましいが、透過型ホログラムとするために、この領域への収束光を物体光と同じ側からホログラム感光材料に入射させることになる。具体的には図 5 8 (a、平面図)、(b、側面図) に示すように、上記画素の水平方向単位パターン領域と相似な拡散板 9 - 2 をコヒーレント光で照明したものを結像レンズ 9 - 3 にて空中結像させ、かつハーフミラー 9 - 4 によって前記物体光との干渉縞がホログラム感光材料 8' 上に形成されるよう光を合成する。このとき、画素の水平方向単位パターン領域と拡散板 9 - 2 の像とが一致するように構成する。9 - 5 は露光領域制限用の開口で所望の領域以外に不要な干渉縞が形成されないように設けられる。このような構成によるホログラム干渉縞記録を、画像表示手段 1 の全領域にわたって繰り返す。

【 0 1 0 4 】

図 5 9、及び図 6 0 は、上記方法により記録された干渉縞を現像して得られたホログラム光学素子 8 による像再生の様子についての平面図、及び側面図を示す。画像表示手段 1 上の画素の水平方向単位パターンに相当する領域（図中の網点領域）から放射する光はホログラム光学素子 8 に入射すると拡散板 9 - 1 の像を再生する光に変換される。拡散板 9 - 1 の位置・大きさは上記画素の水平方向単位パターン領域からの光が通過すべき水平指向性制御手段 2 上の単位領域に一致しており、この結果、ホログラム光学素子 8 によって画像表示手段 1 上の定められた領域と、水平指向性制御手段 2 上の定められた領域との光学的結合が成立する。

【 0 1 0 5 】

このようにホログラム光学素子 8 によっても本発明を実施することができるが、上記のホログラム作製方法の場合物体光と参照光の両方が拡散光となっているため、干渉縞のコントラストが低下し、不要光が発生して所望の光学結合が得られない場合がある。それを解決するために参照光の空間的コヒーレンシーを向上させ、再生時の照明光もまた空間的コヒーレンシーの高い照明光を用いる、という方法が有効である。図 6 1 は、点光源アレイ 2 0 を用いてホログラム光学素子による光再生の様子を示す。例えば、図 6 1 に示すように点光源アレイ 2 0 でホログラム光学素子 8 の水平方向単位パターン領域を照明し、対応する領域 a' への指向性ある光を再生する場合は、上記のような不具合が発生しにくくなる。

【 0 1 0 6 】

図 6 2 は図 6 1 のように点光源アレイ 2 0 とホログラム光学素子 8 を用いて本発明の立体画像表示装置を実施した場合の側面図を示している。点光源アレイ 2 0 の個々の点光源は画像表示手段 1 の 1 段分の高さを照明し、その光がホログラム光学素子 8 によって縦拡散板 5 上で所望の高さ（ここでは 3 画素分の高さ）となるような指向性ある光に変換される。

【 0 1 0 7 】

図 6 3 は同じ実施例の平面図を示している。点光源アレイ 2 0 の個々の点光源は画像表示手段 1 の 1 画素ずつ、あるいは所定の画素ずつを照明し、その光がホログラム光学素子 8 によって水平指向性制御手段 2 上の所望の領域に収束するような指向性ある光に変換される。このときの点光源アレイ 2 0 はそれぞれ LED などの独立した光源で構成したもの

【 0 1 0 8 】

でもよいし、フラット形状のバックライトに微小径開口アレイの形成された遮光板などを組み合わせたものでもよい。

図 6 4 は、点光源を用いて使用されるホログラム光学素子の作製方法を示す。水平指向性制御手段 2 上の単位領域に相当する位置に拡散板 9 - 1 を設置し、コヒーレント光で照明してこれをホログラム記録時の物体光とする。一方の参照光は照明用点光源に対応するコヒーレント点光源を配置するのが望ましいが、透過型ホログラムとするために、点光源位置への収束光を物体光と同じ側からホログラム感光材料に入射させることになる。具体的には図 6 4（a、平面図）、（b、側面図）に示すように、照明用点光源位置に収束するような球面波をレンズ 9 - 3 にて空生成し、かつハーフミラー 9 - 4 によって前記物体光との干渉縞がホログラム感光材料 8' 上に形成されるよう光を合成する。9 - 5 は露光領域制限用の開口で所望の領域以外に不要な干渉縞が形成されないように設けられる。なお、1 個の水平指向性制御手段 2 上単位領域に対して、対応する再生時の点光源が複数ある場合は、図 6 4（a）中の横矢印が示す方向にレンズ 9 - 3 を移動させ（あわせて開口 9 - 5 も移動し）、1 つの物体光に対し、複数の参照光を順次発生させて、順次ホログラム干渉縞を記録してゆく。この作業を画像表示手段 1 の全領域にわたって繰り返す。

【 0 1 0 9 】

図 6 5 は上記方法により記録された干渉縞を現像して得られたホログラム光学素子 8 による像再生の様子（a）平面図、（b）側面図を示す。画像表示手段 1 上の画素の水平方向単位パターンに相当する領域（図中の網点領域）から放射する光はホログラム光学素

子 8 に入射すると拡散板 9 - 1 の像を再生する光に変換される。拡散板 9 - 1 の位置・大きさは上記画素の水平方向単位パターン領域からの光が通過すべき水平指向性制御手段 2 上の単位領域に一致しており、この結果、ホログラム光学素子 8 によって画像表示手段 1 上の定められた領域と、水平指向性制御手段 2 上の定められた領域との光学的結合が成立する。

【 0 1 1 0 】

上記のホログラム作製方法はホログラム感光材料を用いた露光プロセスによるホログラム作製技術を利用しているが、近年盛んに利用されている C G H (C o m p u t e r G e n e r a t e d H o l o g r a m) の技術を応用して所望のホログラム光学素子 8 を得ることもできる。これは既定の再生条件下で所望の波面を再生するホログラムの干渉縞をあらかじめコンピューター計算により求めておき、これを E B (電子線) 描画装置などで描画して所望のホログラム光学素子を得る手法である。本発明の実施に必要なホログラム光学素子 8 の再生すべき波面や照明条件はあらかじめわかっているため、上記 C G H 技術を応用して上記ホログラム光学素子 8 を得ることは容易に達成できる。

【 0 1 1 1 】

図 5 4 からわかるとおり、ホログラム光学素子 8 は画像表示手段 1 上の定められた領域と、水平指向性制御手段 2 上の定められた領域とを光学的に結合しているが、画素からの光の水平方向指向性を必要以上に高めているわけではない。なぜなら、記録時の物体光として拡散光を用いているので、再生時の再生光の指向性は抑制されるからである。よって、水平指向性制御手段 2 の定められた領域を通過した後の、光の水平成分出射方向は、既に図 8 や図 1 8 で示したとおり画像表示手段 1 上の画素の水平方向位置に依存して一意的に決定するので、他の実施例同様、どの画素にどの視差画像情報を格納するかを考慮することで、所望の視点から所望の視差画像が観察できる構成にすることが可能である。上記の構成によればクロストークが少なく、かつ画像劣化の目立ちにくい立体画像表示装置が実現できる。

【 実施例 5 】

【 0 1 1 2 】

本実施例は上記の実施例に係る立体表示装置を改善し、画像表示手段 1 自体に光学的結合の機能を持たせることで、より性能の高い立体像表示装置を構成するための実施例について説明する。

【 0 1 1 3 】

図 6 6 は光学的結合の機能を有する画像表示手段 1 についての概念図である。説明を容易にするため、以下の図はすべて a 段の画素からの光についてのみ記述するが、その他の段の画素についても同様な光結合作用が発生していることは言うまでもない。通常、画像表示装置の各画素から放射される光は広視野角特性を実現するために、光の放射角度が大きくなるように構成される。これに対し図 6 6 に示した構成においては、各画素から指向性ある光を放射することにより、ある領域から放射された光が水平指向性制御手段 2 上の所定の領域のみを通過するよう構成される。そのような指向性を有する光を放射する画素 (光源) としては L E D やレーザーなどの素子が挙げられる。例えば、昨今指向性の高い光を放射する面発光半導体レーザー素子 (V C S E L) を 1 次元や 2 次元のアレイ状に配置したものが実用化されているが、そのようなデバイスを画像表示手段に用いることで上記目的を達成する画像表示手段を構成することができる。

【 0 1 1 4 】

本構成の場合は、画素の a 段と水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域とを光学的に結合することを目的としているので、図 6 6 に示すように、a 段の水平方向の単位パターン領域より放射された光がすべて水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域 a ' を通過するよう、各画素 (光源) からの放射光の指向性が定められることになる。

【 0 1 1 5 】

図 6 7 は、光学的結合の機能を有する画像表示手段 1 を用いたときの光の水平方向成分の挙動の説明図である。画像表示手段 1 中の網線部の画素は水平方向の単位パターン領域

を示している。各画素からの光はすべて水平指向性制御手段 2 の a 段のための領域 a' を通過するような指向性を有している。

【0116】

図 68 は、光学的結合の機能を有する画像表示手段 1 を用いたときの光の鉛直方向成分の挙動の説明図である。a 段上の画素からの光はすべて図に示すような指向性を有しており、水平指向性制御手段 2 上、a 段の 3 倍の高さの領域 a' のみを通過するように構成される。観察者は縦方向拡散板 5 の作用により、見かけ上高さが 3 倍に拡大された画素を観察することになる。このような指向性を有する光を放射する画素の集合体を画像表示面の全面にわたって並べて配置していけば、所望の立体像再生を可能とするような光学結合が全画素について可能となる。

10

【0117】

図 69 は、光学的結合の機能を有する画像表示手段 1 の実施形態の概念図を示す。画像表示手段 1 に光学的結合の機能を付与するために、上記図 66 ~ 68 に示すようにすべての画素について異なる指向性を独立に設定することは容易ではない。これに対し、図 69 に示すように、すべての画素が同一の指向性を有しているような画像表示手段 1 と、画素からの放射光の指向性をその入射位置に応じて変化させる画素放射光指向性制御手段 10 とを組み合わせることによって、より容易に本発明を実施することが可能となる。

【0118】

図 69 において、同一の指向性を有する各画素からの放射光が画素放射光指向性制御手段 10 によって変調されることで、画素の a 段と水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域とを光学的に結合され、例えば a 段の水平方向の単位パターン領域より放射された光がすべて水平指向性制御手段 2 上の a 段のための領域 a' を通過するようになる。

20

【0119】

図 70 は、図 69 の構成における光の水平方向成分の挙動の説明図である。各画素からの光はすべて画面に垂直な方向にコリメートされた平行放射光となっている。つまり全画素からの放射光が同一の指向性を有している。画像表示手段 1 の全面に配置された画素放射光指向性制御手段 10 はこれらの平行放射光の水平成分の指向性を変調し、上記単位パターン領域から放射されたすべての光が水平指向性制御手段 2 の a 段のための領域 a' を通過するような指向性を発生させている。この場合、光の通過領域を縮小するような変調が必要となるので、画素放射光指向性制御手段 10 は光の水平方向成分に対して、例えば凸面シリンドリカルレンズアレイとして作用するような光学素子が用いられる。

30

【0120】

図 71 は、図 69 の構成における光の鉛直方向成分の挙動の説明図である。各画素からの光はすべて画面に垂直な方向にもコリメートされた平行放射光となっている。また全画素からの放射光が同一の指向性を有している。画像表示手段 1 の全面に配置された画素放射光指向性制御手段 10 はこれらの平行放射光の鉛直成分の指向性を変調し、a 段上の画素から放射されたすべての光が水平指向性制御手段 2 の a 段の 3 倍の高さの領域 a' のみを通過するように構成される。本構成例の場合は光の通過領域を拡大するような変調が必要となるので、画素放射光指向性制御手段 10 は光の鉛直方向成分に対して、例えば凹面シリンドリカルレンズアレイとして作用するような光学素子が用いられる。

40

【0121】

上記のような性質を有する画素放射光指向性制御手段 10 を画像表示面の全面にわたって並べて配置していけば、所望の立体像再生を可能とするような光学結合が全画素について可能となる。

【0122】

図 72 は、本発明に係る立体画像表示装置で用いている光学結合手段の役割を説明するための概念図である。また図 73 は、光学結合手段で結合される領域の形状を示す図である。図 72 に示されるように光学結合手段の役割を整理すると、次のようになる。

(1) 画像表示手段 1 上の所定の領域 (1) を出射する光を画像表示手段 1 とは異なる仮想的な画像表示面 1' 上の所定の領域 (2) に入射するように導く

50

(2) 上記作用を発生させる際に、光の水平成分については収束、光の縦成分については発散するよう作用し、光が通過する領域の縦横比変換を行う

(3) 領域(1)を出射する光の水平方向指向性は必要以上に高くなく、領域(1)上の1点を出射する光の水平成分は領域(2)の水平幅全体に拡がって入射する

上記(1)の作用は光学結合手段の本来の目的を達成するものであるが、(2)、(3)の作用もまた本発明の実施において重要な意味を持つ。本実施例において観察者が直接観察するのは画像表示手段1上の画素ではなく、画像表示面1' (ここでは水平指向性制御手段2に一致) 上の各領域(2)に再現される見かけ上の画素である。したがって、既に図20~図22を用いて説明したように、水平指向性制御手段2上の非表示領域を解消し、図73に示す領域(2)の縦横比を観察者からみて自然な範囲(1:6~6:1程度)に調整することで観察される画像の印象は大幅に向上する。上記(2)の作用はそのような目的を達成しうる。例えば、観察者に提示する視差画像数がNのとき、領域(1)は横N×縦1の横長領域となる。このとき、光学結合手段による水平方向の拡大率をH、縦方向の拡大率をVとすると、領域(2)は横N×縦H×縦Vの領域となる。領域(2)の縦横比を観察者からみて自然な範囲となるよう調整する場合、(1)式の条件を満足する必要がある。

$$1/6 \leq N \leq H/V \leq 6 \quad (1) \text{式}$$

また、観察者から見て領域(2)全体が光って見えるためには領域(2)全体に光が拡がって入射してから観察者の方向に偏向される必要がある。このとき光の縦方向成分については図13に示したような縦方向拡散板5を配置すれば、観察者に共役像全体を認識させることが可能となるが、光の水平成分については水平指向性を保持する必要があり、拡散部材を利用できない。したがって、上記3)に示したように、あらかじめ領域(1)上の1点を出射する光の水平成分を領域(2)の水平幅全体に拡げて入射させることが有効となる。

【0123】

なお、上記(1)に述べている画像表示面1' はあくまでも観察者から見て、画像が表示されているように見える面のことを言う。例えば、図19に示された実施例では画像の共役像結像面がこれにあたり、図12における縦拡散板5や図14におけるシリンドリカルレンズアレイ6が画像表示面1' に一致している。また、図38、図43、図47、図50、図51、図52、図62に示されたそれぞれの実施例においては、水平指向性制御手段2および縦拡散板5が画像表示面1' と一致している。特に水平指向性制御手段2がシリンドリカルレンズアレイ2-2のように単位光学部品(この場合1個のシリンドリカルレンズ)の水平方向周期配列によって構成されている場合には、上記領域(2)が上記単位光学部品の1つに含まれるような領域となるよう構成される。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図1】本発明の第1の実施例に係る立体画像表示装置の概略を説明する斜視図

【図2】画像表示手段1の表示領域の一部(斜線部)を拡大した正面図の一例

【図3】水平指向性制御手段2をパララックスバリアで構成した場合の開口の位置を示す図

【図4】縦方向拡大手段3についての別の構成例を示す図

【図5】縦方向拡大手段3が無い場合に観察される画面の様子を示す図

【図6】縦方向拡大手段3が有る場合に観察される画面の様子を示す図

【図7】第1の実施例に係る立体画像表示装置における各画素から放射される光線の光路を示す平面図

【図8】縦方向拡大手段3の構成の一例を示す概略図

【図9】縦方向拡大手段3の作用を示す図(a)

【図10】縦方向拡大手段3の作用を示す図(b)

【図11】縦方向拡大手段3の作用を示す図(c)

【図12】縦方向拡大手段3により拡大された画素を安定して観察者に提示するための構

10

20

30

40

50

成の一例を示す図

【図 1 3】縦方向拡散板を配置した場合の光の挙動を示す図

【図 1 4】縦方向拡大手段 3 により拡大された画素を安定して観察者に提示するための構成の他の一例を示す図

【図 1 5】図 1 4 の構成による光線の挙動を示す図

【図 1 6】第 2 の実施例に係る立体画像表示装置の水平指向性制御手段 2 の一部を成すマスク 2 - 3 を示す図

【図 1 7】第 2 の実施例に係る立体画像表示装置の水平指向性制御手段 2 の一部を成すシリンドリカルレンズアレイ 2 - 2 を示す図

【図 1 8】第 2 の実施例に係る立体表示装置の構成と、光の挙動を説明する図

10

【図 1 9】シリンドリカルレンズアレイによる実像の拡大結像における光の挙動を示す図

【図 2 0】第 2 の実施例に係る立体画像表示装置の一形態の効果を説明する図

【図 2 1】従来の水平指向性制御手段の一例であるシリンドリカルレンズアレイを示す図

【図 2 2】従来のシリンドリカルレンズアレイを水平指向性制御手段として用いた立体画像表示装置の観察位置で観察者が認識する画像の様子を示す図

【図 2 3】第 2 の実施例に係る立体画像表示装置の別の形態の効果を説明する図

【図 2 4】第 2 の実施例に係る立体画像表示装置における縦方向拡大手段 3 の別の使用例を示す図

【図 2 5】画像表示手段 1 上の画素からの光線が、対応しない水平指向性制御手段 2 の領域に入射する例を示す図

20

【図 2 6】第 3 の実施例に係る立体画像表示装置の概略を説明する斜視図

【図 2 7】光学結合手段 7 の一例を示す図

【図 2 8】光学結合手段 7 の他の一例を示す図

【図 2 9】図 2 8 の構成で用いる水平指向性制御手段 2 を示す図

【図 3 0】光学結合手段 7 の他の一例を示す図

【図 3 1】図 3 0 の構成例に適した画像表示手段 1 上の画素配置の正面図

【図 3 2】図 3 1 の画素配置に対応する水平指向性制御 2 の開口パターンの正面図

【図 3 3】光学結合手段 7 の他の一例を示す図

【図 3 4】画像表示手段 1 と光選択フィルタアレイ 7 - 4 の組合せ正面図

【図 3 5】水平指向性制御手段 2 と光選択フィルタアレイ 7 - 5 の組合せ正面図

30

【図 3 6】光学結合手段 7 の他の一例を示す図

【図 3 7】光学結合手段 7 の他の一例を示す図

【図 3 8】指向性画像表示光発生手段を使った装置構成例の側面図

【図 3 9】指向性画像表示光発生手段を使った装置構成例の平面図

【図 4 0】指向性照明光源アレイの正面図

【図 4 1】指向性画像表示光発生手段を使った装置構成例での光の鉛直・水平両方向の挙動を示す図

【図 4 2】指向性照明手段の他の一例を示す図

【図 4 3】立体画像表示装置を構成した場合の説明図

【図 4 4】指向性照明手段を用いて構成される立体画像表示装置で用いられる開口板を示す図

40

【図 4 5】開口板の開口を通過して発散される光の状態を示す図

【図 4 6】シリンドリカルレンズを使用した立体画像表示装置の構成を示す図

【図 4 7】複数の指向性照明手段を使用した立体画像表示装置の構成の一例を示す図

【図 4 8】指向性照明手段の別の構成例（側面図）を示す図

【図 4 9】指向性照明手段を構成する反射板の正面図

【図 5 0】指向性照明手段を用いた本発明の実施例（側面図）を示す図

【図 5 1】指向性照明手段を用いた本発明の別の実施例（側面図）を示す図

【図 5 2】指向性照明手段を用いた本発明の更に別の実施例の側面図

【図 5 3】指向性照明手段を用いた本発明の更に別の実施例の平面図

50

【図 5 4】第 4 の実施例に係るホログラム光学素子を用いた光学結合手段の効果を説明する図

【図 5 5】光学結合手段としてホログラム光学素子を用いた場合の光路を説明する平面図

【図 5 6】光学結合手段としてホログラム光学素子を用いた場合の光路を説明する平面図

【図 5 7】光学結合手段としてホログラム光学素子を用いた場合の光路を説明する斜視図

【図 5 8】ホログラム光学素子の作製方法を示す図

【図 5 9】ホログラム光学素子による像再生の様子の平面図

【図 6 0】ホログラム光学素子による像再生の様子の側面図

【図 6 1】点光源アレイを用いたホログラム光学素子による光再生の様子を示す斜視図

【図 6 2】点光源アレイとホログラム光学素子を用いた立体画像表示装置の側面図

【図 6 3】点光源アレイとホログラム光学素子を用いた立体画像表示装置の平面図

【図 6 4】点光源を用いて使用されるホログラム光学素子の作製方法を示す図

【図 6 5】点光源アレイを用いたホログラム光学素子による像再生の様子を示す平面図、側面図

【図 6 6】第 5 の実施例に係る光学的結合の機能を有する画像表示手段についての説明図

【図 6 7】光学的結合の機能を有する画像表示手段を用いたときの光の水平方向成分の挙動の説明図

【図 6 8】光学的結合の機能を有する画像表示手段を用いたときの光の鉛直方向成分の挙動の説明図

【図 6 9】光学的結合の機能を有する画像表示手段の実施形態の一例の概念図

【図 7 0】図 6 9 の画像表示手段における光の水平方向成分の挙動の説明図

【図 7 1】図 6 9 の画像表示手段における光の鉛直方向成分の挙動の説明図

【図 7 2】本発明に係る立体画像表示装置で用いている光学結合手段の役割を説明するための概念図

【図 7 3】光学結合手段で結合される画面上と投影面上の領域の形状を示す図

【図 7 4】従来の画素配置の説明図

【図 7 5】従来のパララックスバリア開口部配置の説明図

【図 7 6】従来の立体画像表示装置での視差画像の見え方の例を示す図 (1)

【図 7 7】従来の水平指向性制御手段の例 (変形レンチキュラレンズ) を示す図

【図 7 8】従来の立体画像表示装置での視差画像の見え方の例を示す図 (2)

【符号の説明】

【 0 1 2 5 】

1 画像表示手段

2 水平指向性制御手段

2 - 1 パララックスバリア

2 - 2 シリンドリカルレンズアレイ

2 - 3 マスク

3 縦方向拡大手段

4 シリンドリカルレンズアレイ

5 縦方向拡散板

6 シリンドリカルレンズアレイ

7 光学結合手段

7 - 1 ルーバー

7 - 2、7 - 3 シリンドリカルレンズアレイ

7 - 4、7 - 5 光選択フィルターアレイ

7 - 6 指向性照明光源アレイ

7 - 7 シリンドリカルレンズアレイ

8 ホログラム光学素子

8 ' ホログラム記録用感光材料

9 - 1、9 - 2 拡散板

10

20

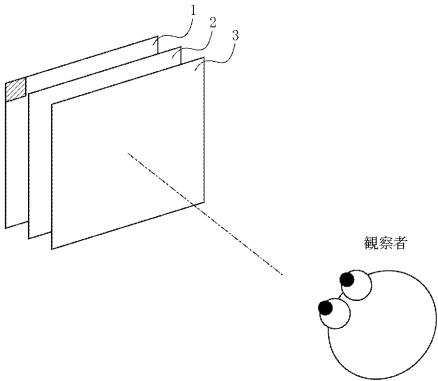
30

40

50

1 0 画素放射光指向性制御手段

【図 1】

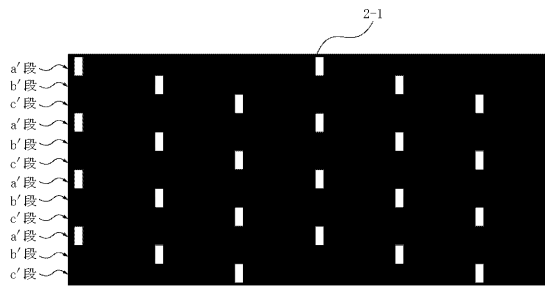


【図 2】

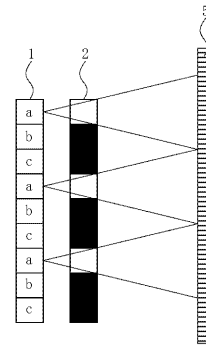
1

a段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b段	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
c段	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
a段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b段	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
c段	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
a段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b段	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
c段	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
a段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b段	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
c段	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8

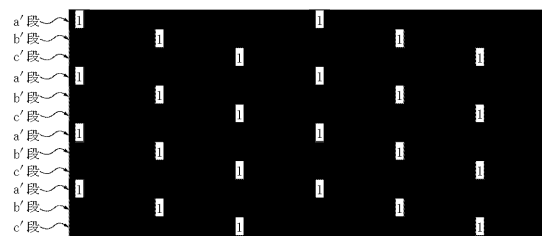
【図 3】



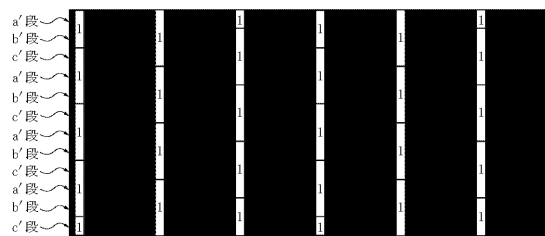
【図 4】



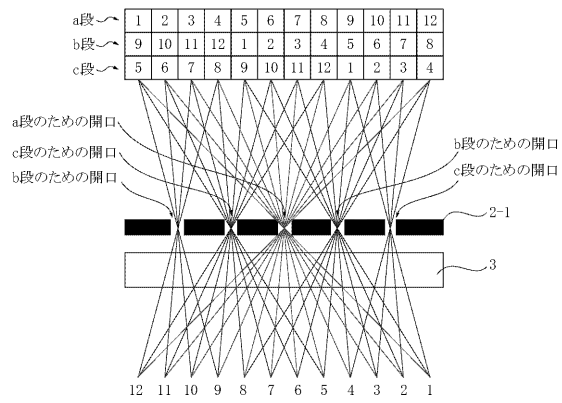
【図 5】



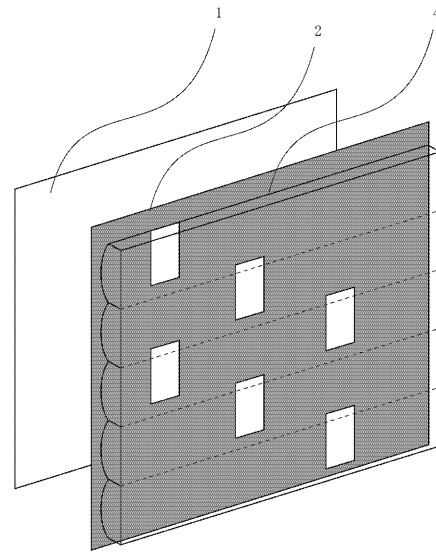
【図 6】



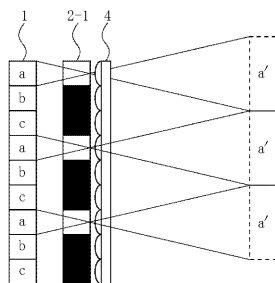
【図 7】



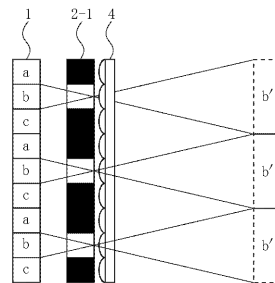
【図 8】



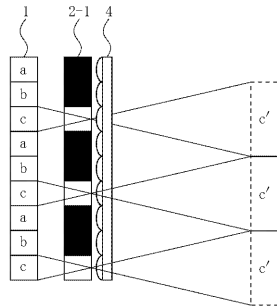
【図 9】



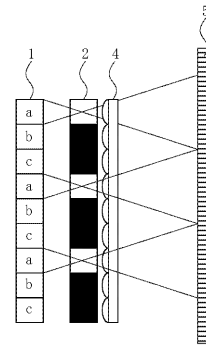
【図 10】



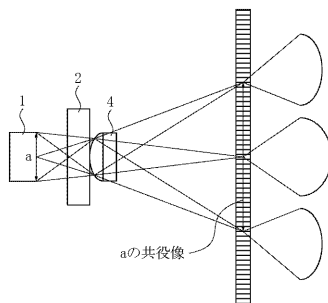
【図 1 1】



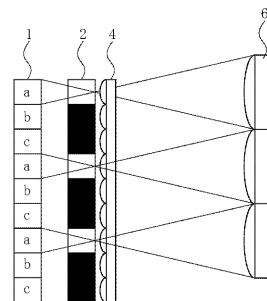
【図 1 2】



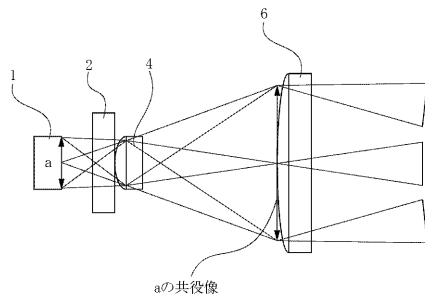
【図 1 3】



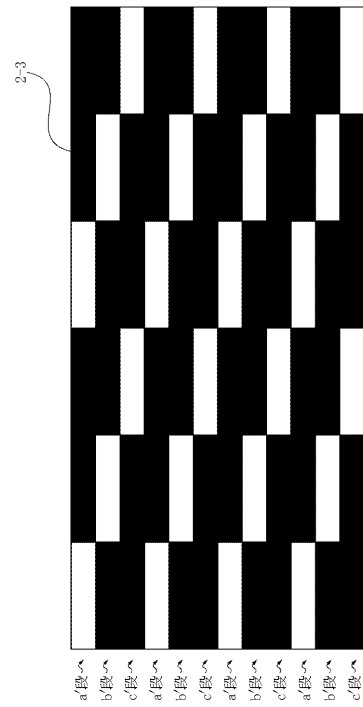
【図 1 4】



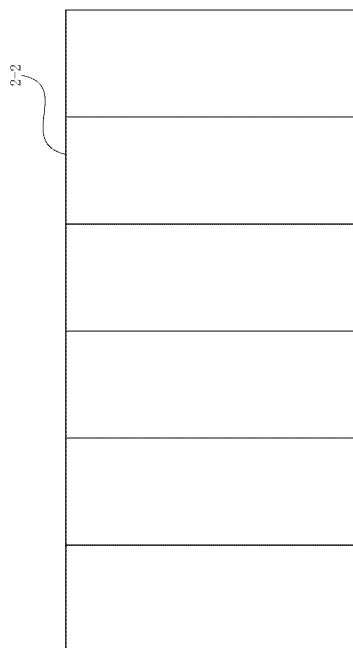
【図 15】



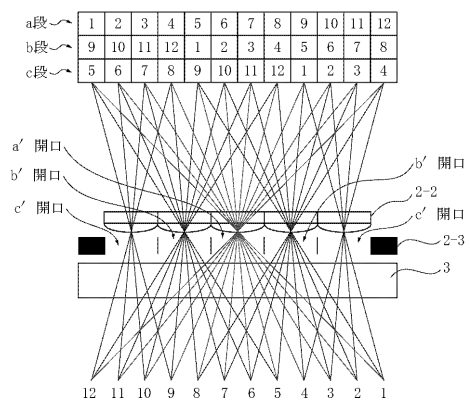
【図 16】



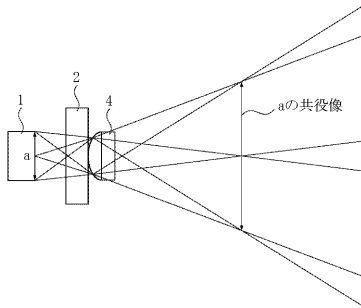
【図 17】



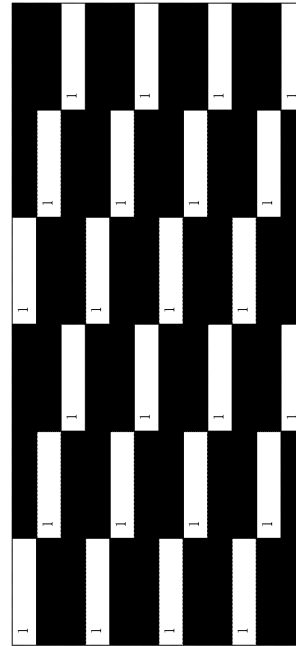
【図 18】



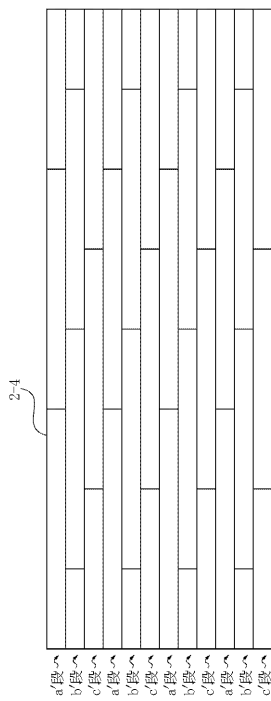
【図 19】



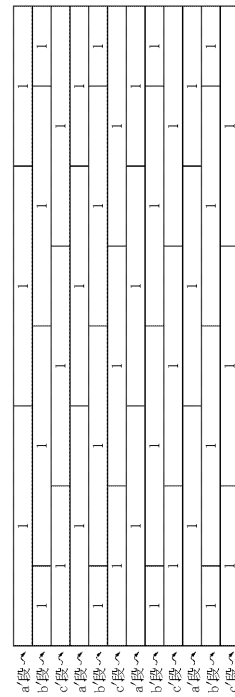
【図 20】



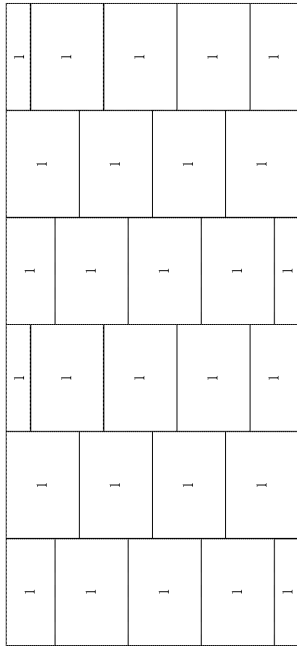
【図 21】



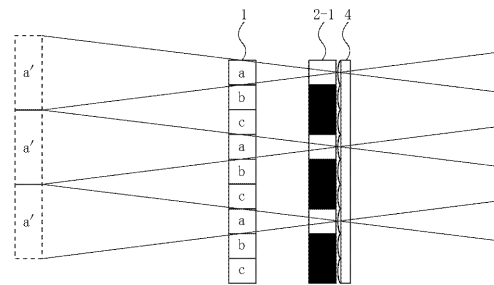
【図 22】



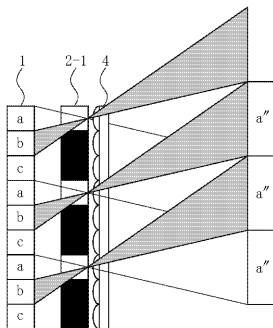
【図 2 3】



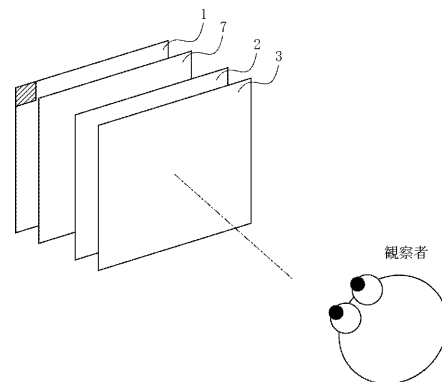
【図 2 4】



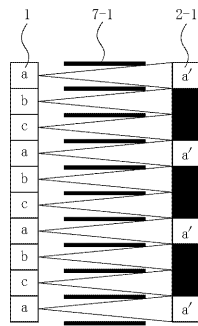
【図 2 5】



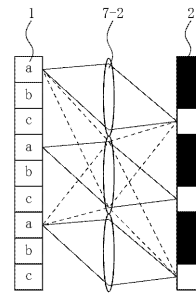
【図 2 6】



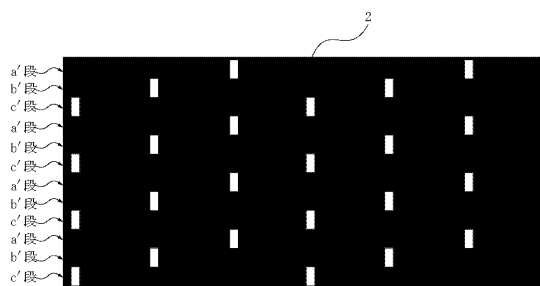
【図 27】



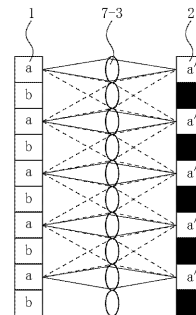
【図 28】



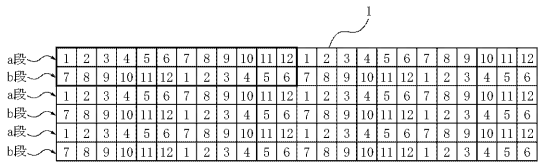
【図 29】



【図 30】



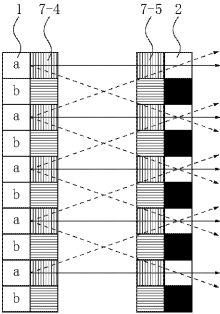
【図 3 1】



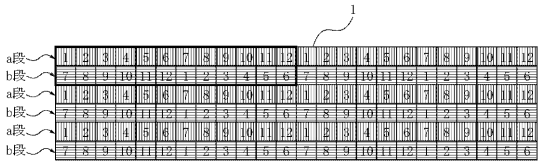
【図 3 2】



【図 3 3】



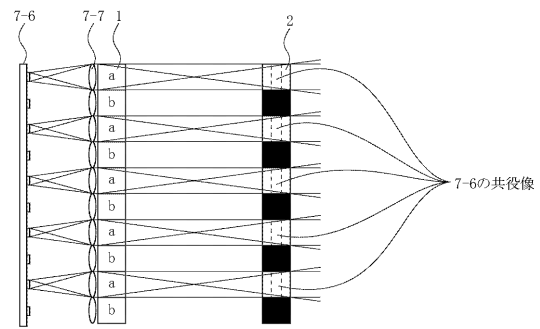
【図 3 4】



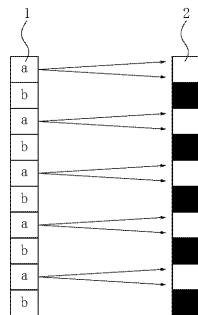
【図 35】



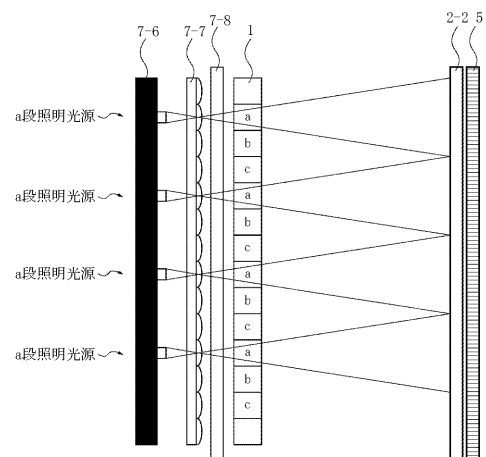
【図 36】



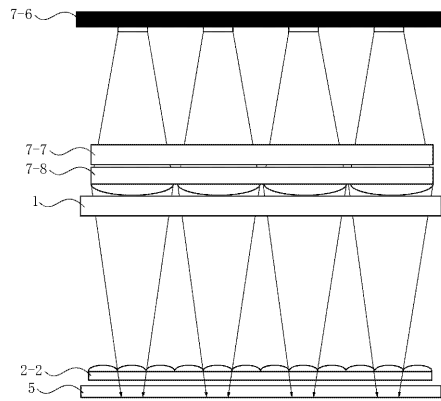
【図 37】



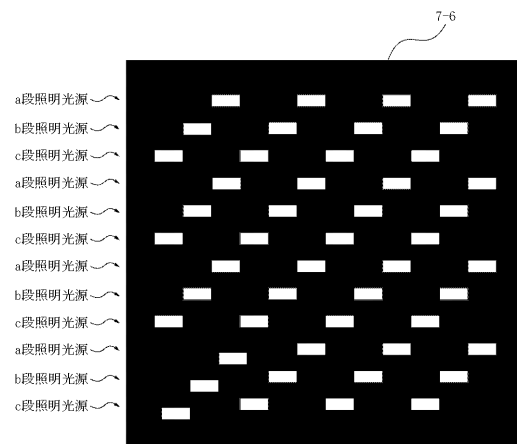
【図 38】



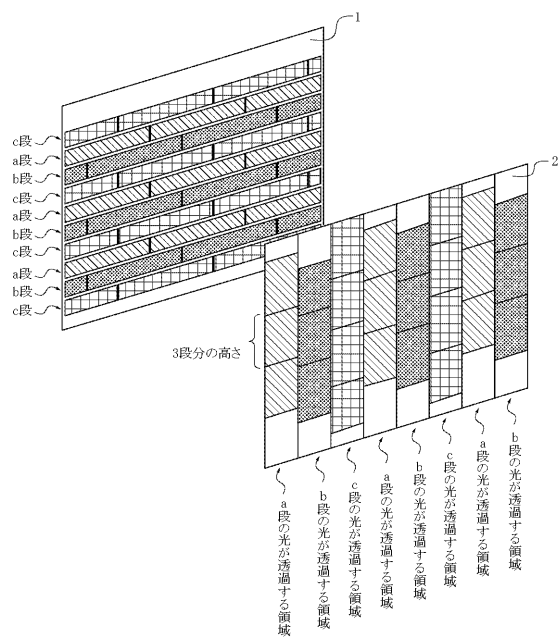
【図 39】



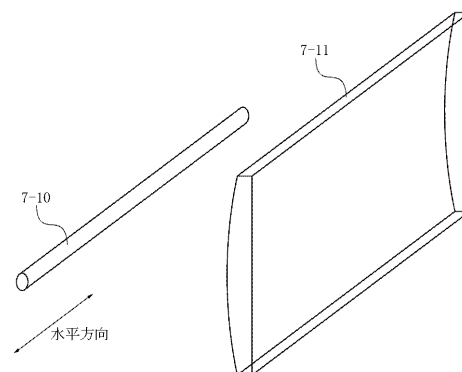
【図 40】



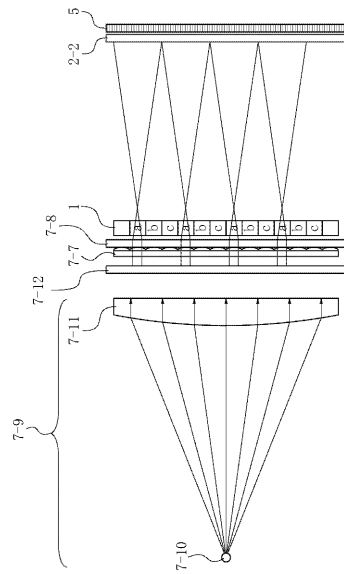
【図 41】



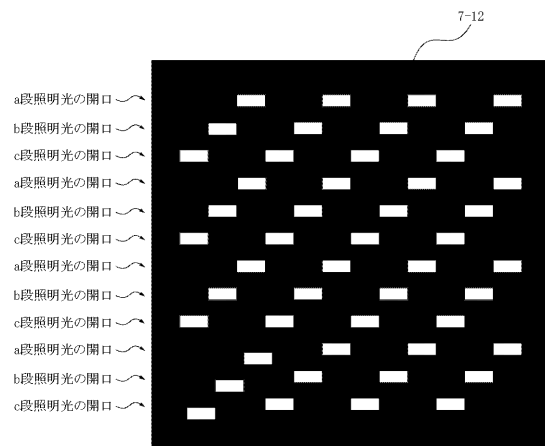
【図 42】



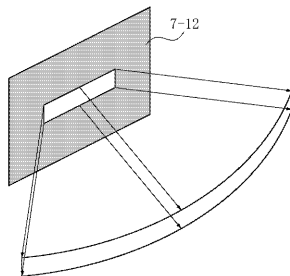
【図 4 3】



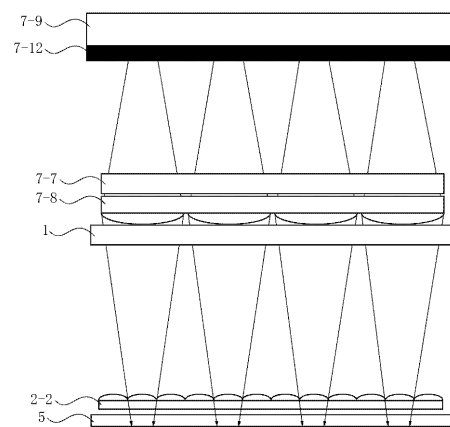
【図 4 4】



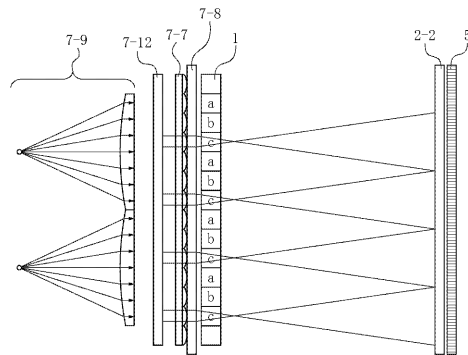
【図 4 5】



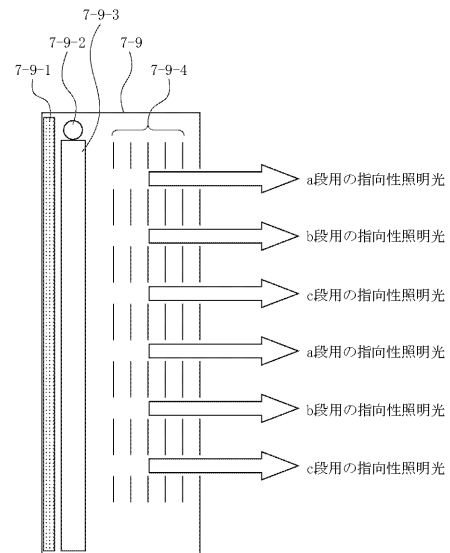
【図 4 6】



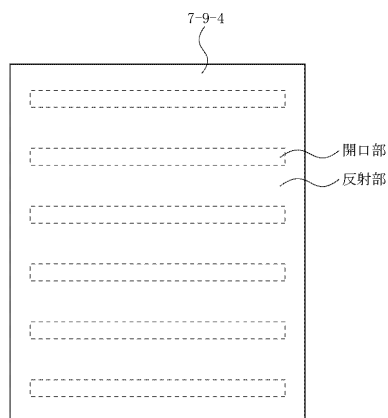
【図 47】



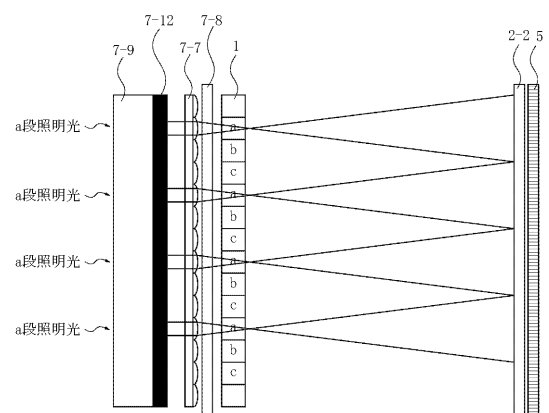
【図 48】



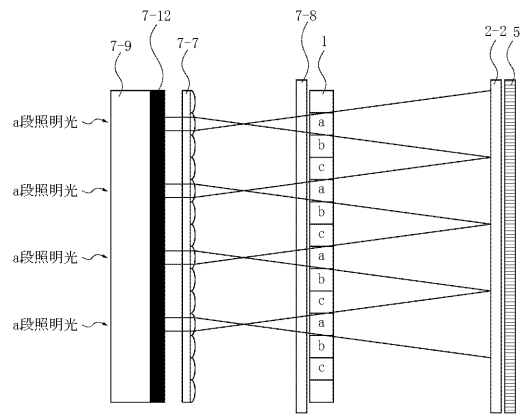
【図 49】



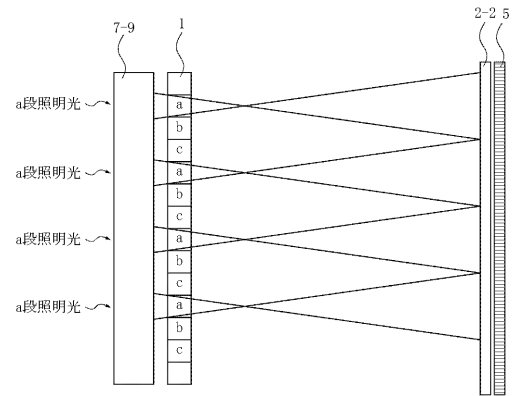
【図 50】



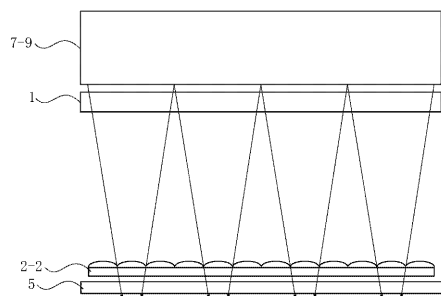
【図 5 1】



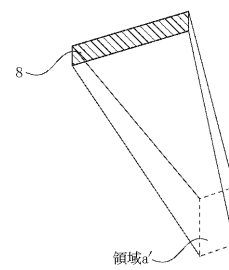
【図 5 2】



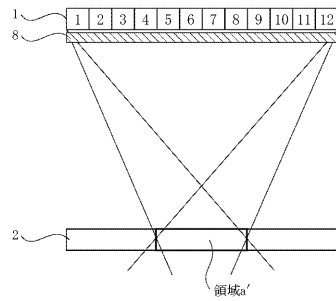
【図 5 3】



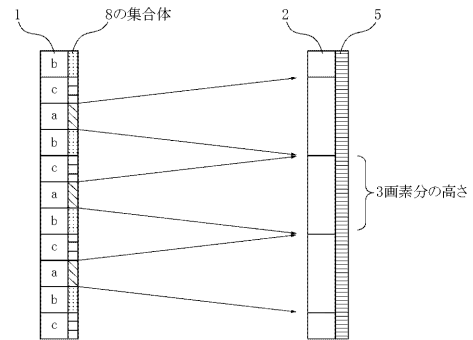
【図 5 4】



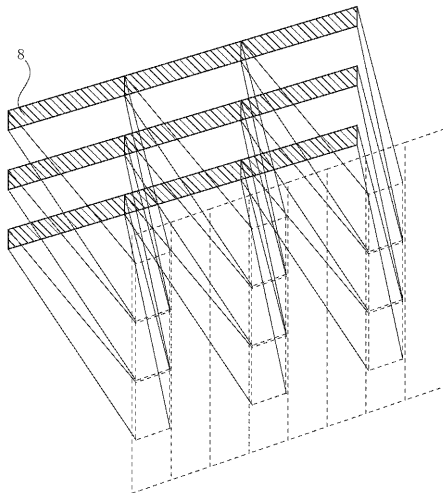
【図 5 5】



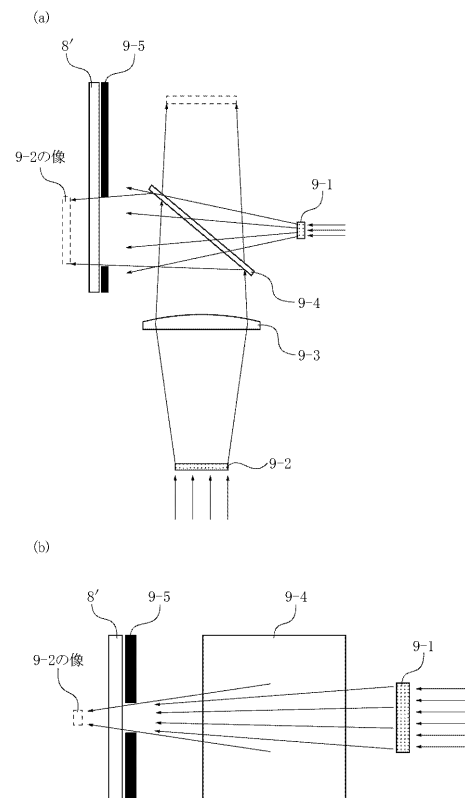
【図 5 6】



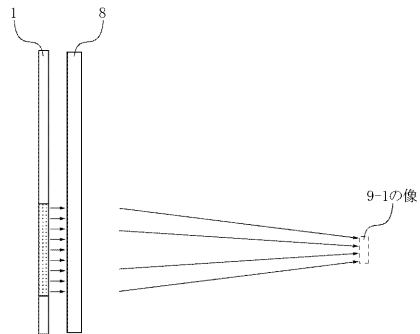
【図 5 7】



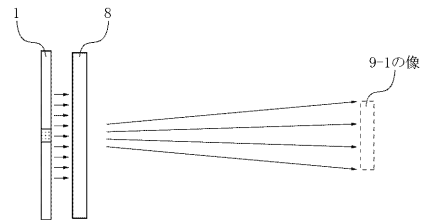
【図 5 8】



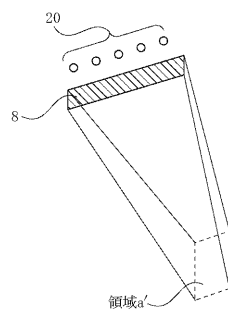
【図 59】



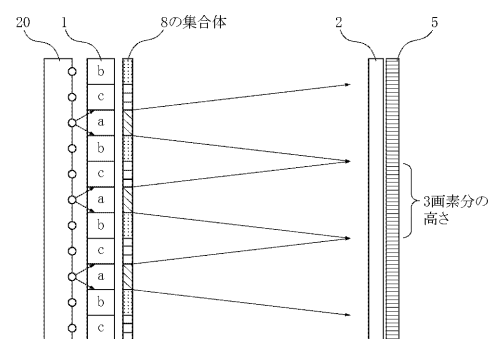
【図 60】



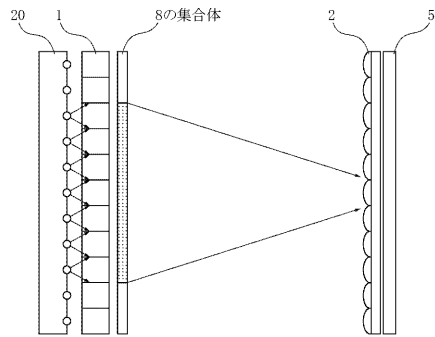
【図 61】



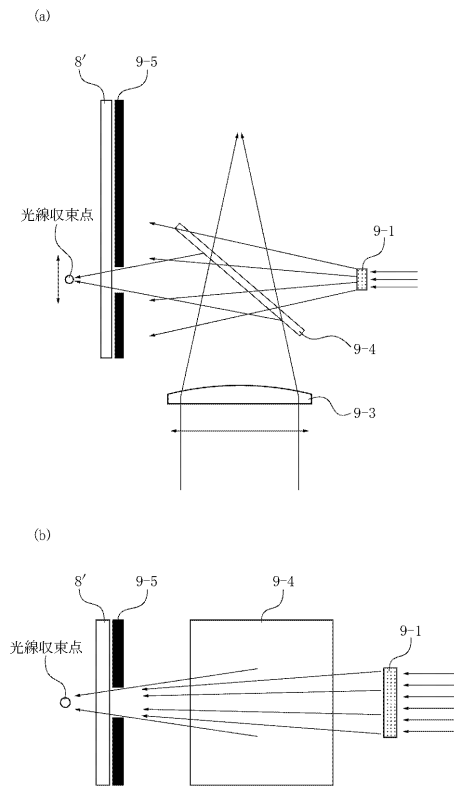
【図 62】



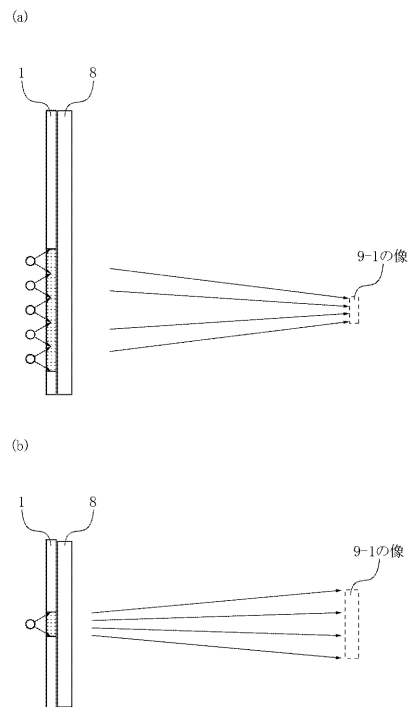
【図 6 3】



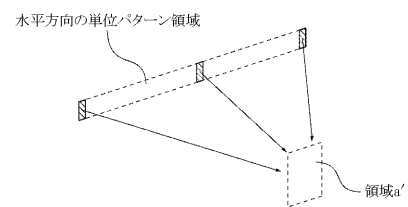
【図 6 4】



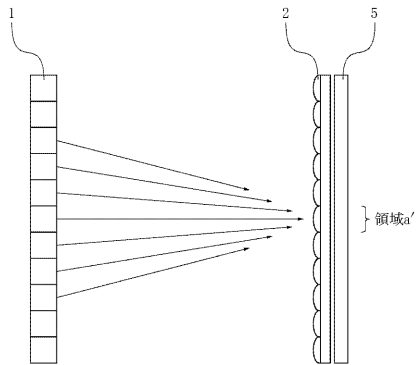
【図 6 5】



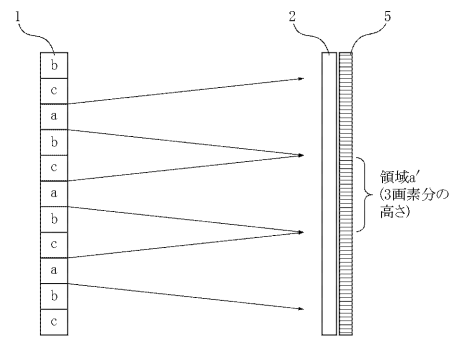
【図 6 6】



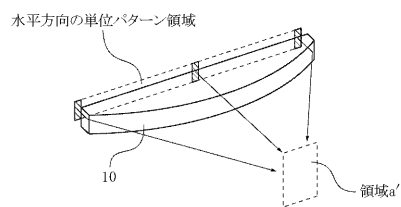
【図 6 7】



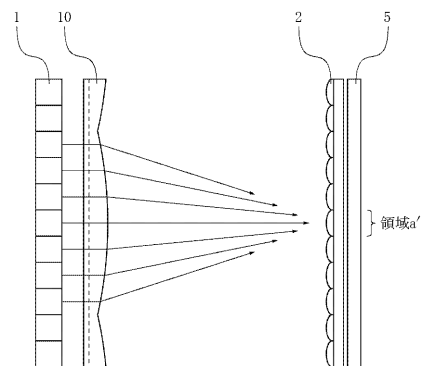
【図 6 8】



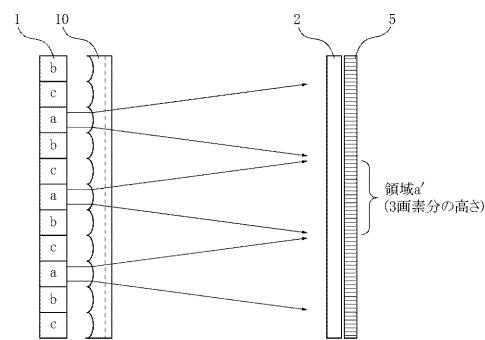
【図 6 9】



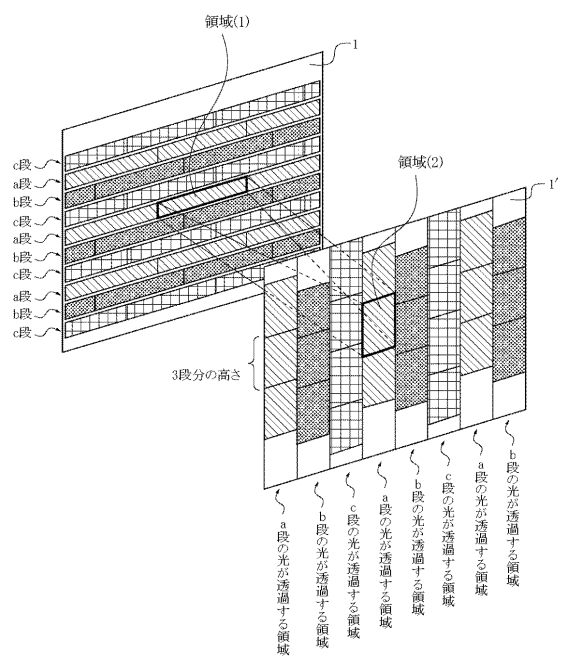
【図 7 0】



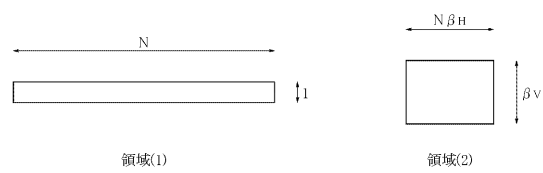
【図 7 1】



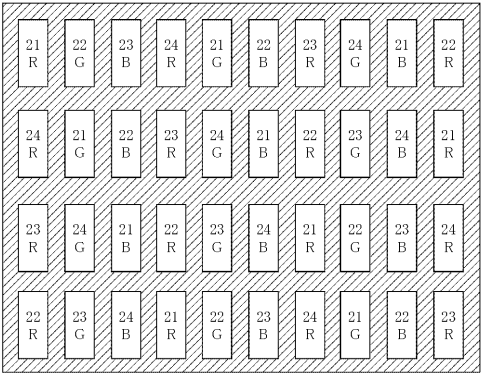
【図 7 2】



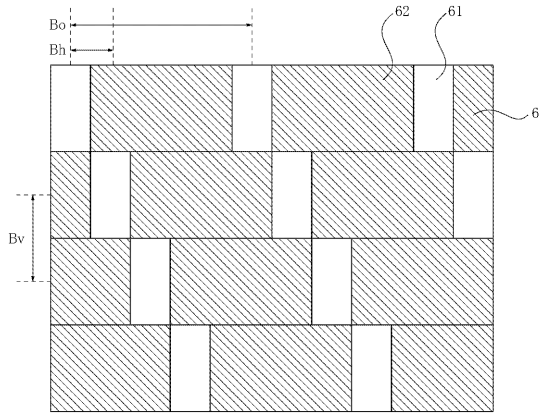
【図 7 3】



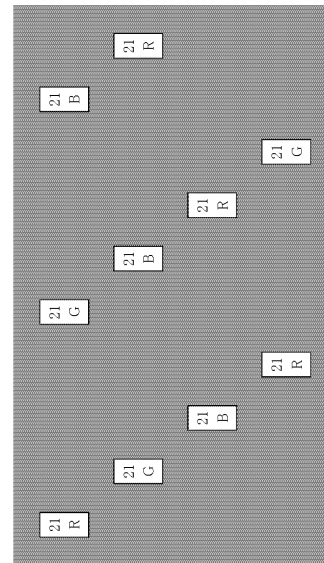
【図 7 4】



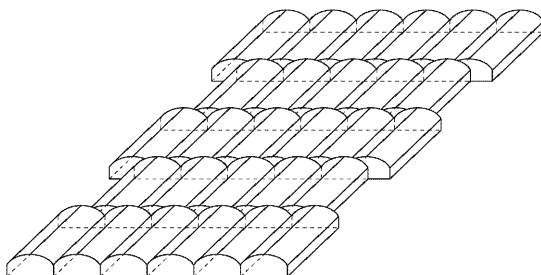
【図 7 5】



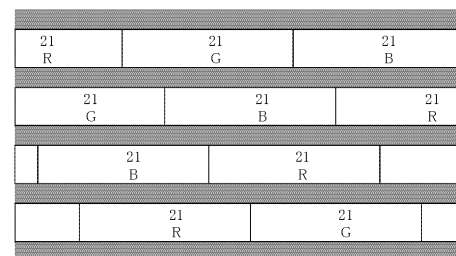
【図 7 6】



【図 7 7】



【図 7 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-140083(JP,A)
特開2001-211465(JP,A)
特開平11-095166(JP,A)
特開平09-015549(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 27/22
G03B 35/24
H04N 13/04