

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4334495号
(P4334495)

(45) 発行日 平成21年9月30日 (2009. 9. 30)

(24) 登録日 平成21年7月3日 (2009. 7. 3)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 27/22 (2006. 01)

G O 2 B 27/22

G O 3 B 35/24 (2006. 01)

G O 3 B 35/24

H O 4 N 13/04 (2006. 01)

H O 4 N 13/04

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2005-95607 (P2005-95607)
 (22) 出願日 平成17年3月29日 (2005. 3. 29)
 (65) 公開番号 特開2006-276466 (P2006-276466A)
 (43) 公開日 平成18年10月12日 (2006. 10. 12)
 審査請求日 平成18年3月9日 (2006. 3. 9)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100075812
 弁理士 吉武 賢次
 (74) 代理人 100088889
 弁理士 橘谷 英俊
 (74) 代理人 100082991
 弁理士 佐藤 泰和
 (74) 代理人 100096921
 弁理士 吉元 弘
 (74) 代理人 100103263
 弁理士 川崎 康

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】

複数の画素がマトリクス状に配列された表示面を有する平面表示装置と、
 前記平面表示装置の前面に設けられ、

それぞれが観察者側の面が平面形状で前記平面表示装置側の面が凹凸形状の複数の
 のレンズを有する第1レンズアレイと、

それぞれが前記平面表示装置側の面が平面形状で前記観察者側の面が前記第1レ
 ンズアレイの凹凸形状とほぼ同じ大きさの凹凸形状である複数のレンズを有する第2レ
 ンズアレイと、

それぞれが前記第1レンズアレイと前記第2レンズアレイとの間に設けられ前記
 第1レンズアレイ側の面が前記第1レンズアレイの凹凸形状に嵌合する凹凸形状で前記第
 2レンズアレイ側の面が前記第2レンズアレイの凹凸形状に嵌合する凹凸形状である複数
 のレンズを有し、前記第1レンズアレイ側レンズの凸と前記第2レンズアレイ側のレンズ
 の凸とが対応するとともに前記第1レンズアレイ側のレンズの凹と前記第2レンズアレイ
 側のレンズの凹とが対応する第3レンズアレイと備え、前記画素からの光線を制御する光
 線制御素子と、

を含み、

前記第3レンズアレイは前記第1レンズアレイ側の各レンズと、前記第2レンズアレイ
 側の対応するレンズの光軸がほぼ一致するように構成され、

前記第1および第2レンズアレイの屈折率はほぼ同一で前記第3レンズアレイは前記第

10

20

1 および第 2 レンズアレイの屈折率と異なり、

前記第 1 および第 2 レンズアレイは複数の片凹レンズを有し、前記第 3 レンズアレイは複数の両凸レンズを有し、

前記第 3 レンズアレイの両凸レンズは、レンズ厚の最も短い部分の厚みを d_s 、視域角度を 2θ 、レンズピッチを l_p 、前記第 1 レンズアレイの屈折率を n とすると、

$$d_s \times \sin \theta / (l_p \cdot n) < 0.1$$

の関係を満たすこと特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 2】

前記第 3 レンズアレイは透明な固体材料からなっており、前記第 1 および第 2 レンズアレイは前記第 3 レンズアレイの凹凸をシリコン樹脂で型取りすることによって形成されることを特徴とする請求項 1 記載の立体画像表示装置。

【請求項 3】

複数の画素がマトリクス状に配列された表示面を有する平面表示装置と、

前記平面表示装置の前面に設けられ、

それぞれが観察者側の面が平面形状で前記平面表示装置側の面が凹レンズ形状の複数の片凹レンズを有する第 1 レンズアレイと、

それぞれが前記平面表示装置側の面が平面形状で前記観察者側の面が前記第 1 レンズアレイの凹レンズ形状とほぼ同じ大きさの凹レンズ形状である複数の片凹レンズを有する第 2 レンズアレイと、

前記第 1 レンズアレイと前記第 2 レンズアレイとの間に設けられた透明基板と、

前記第 1 レンズアレイと前記透明基板との間に設けられ前記第 1 レンズアレイ側の面が前記第 1 レンズアレイの凹レンズ形状に嵌合する凸レンズ形状で前記透明基板側の面が平面形状の複数の片凸レンズからなる第 3 レンズアレイと、

前記透明基板と前記第 2 レンズアレイとの間に設けられ前記第 2 レンズアレイ側の面が前記第 2 レンズアレイの凹レンズ形状に嵌合するとともに前記第 3 レンズアレイの凸レンズ形状に対応する凸レンズ形状を有し前記透明基板側の面が平面形状の複数の片凸レンズからなる第 4 レンズアレイと、を備え、前記画素からの光線を制御する光線制御素子と、

を含み、

前記第 3 レンズアレイの各片凸レンズは前記第 4 レンズアレイの対応する片凸レンズと光軸がほぼ一致するように構成され、

前記第 1 および第 2 レンズアレイの屈折率はほぼ同一で前記第 3 および第 4 レンズアレイは前記第 1 および第 2 レンズアレイの屈折率よりも高く、

前記第 3 レンズアレイと前記第 4 レンズアレイとの間隔を d_s 、視域角度を 2θ 、レンズピッチを l_p 、前記第 1 レンズアレイの屈折率を n とすると、

$$d_s \times \sin \theta / (l_p \cdot n) < 0.1$$

の関係を満たすことを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 4】

前記第 3 および第 4 レンズアレイは複屈折率を有する材料からなっていることを特徴とする請求項 3 記載の立体画像表示装置。

【請求項 5】

前記透明基板が第 1 および第 2 透明基板からなっていることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の立体画像表示装置。

【請求項 6】

前記第 3 レンズアレイは、円筒レンズの長軸方向が平行になるように並べることで構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の立体画像表示装置。

【請求項 7】

前記円筒レンズは長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率とが異なる複屈折率を有することを特徴とする請求項 6 記載の立体画像表示装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記短軸方向の屈折率と前記第 1 レンズアレイ又は第 2 レンズアレイの屈折率とが等しいことを特徴とする請求項 7 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する。

【背景技術】

【0002】

多数の視差画像を表示するインテグラルフォトグラフィー法（以下、IP法ともいう）あるいは光線再生法と呼ばれる、立体像を何らかの方法で記録しこれを立体像として再生する方法が知られている。左右の眼から物体を見たときに、近い距離にある点をみた時の左右の眼と成す角度を、遠い距離にある点をみた時の左右の眼となす角度をとすると、とはその物体と観察者の位置関係に応じて異なる。この（ ）を両眼視差と呼び、人はこの両眼視差に敏感で立体視をすることができる。

10

【0003】

近年、眼鏡無しの立体画像表示装置の開発が進んでいる。これらの多くは通常の平面表示装置（2次元表示装置）と、その平面表示装置の前面、あるいは背面に置かれた光線制御素子を備えている。そして、先に述べた両眼視差を利用し、観察者から見た時、あたかも平面表示装置から前後数cmの距離の位置の物体から光線が出ているように平面表示装置からの光線の角度を光線制御素子によって制御することにより、可能となる。この背景には平面表示装置の高精細化により、平面からの光線を数種類の角度（視差と呼ぶ）に振り分けても、ある程度高精細の画像を得ることができるようになったためである。

20

【0004】

レンチキュラーレンズを光線制御素子として用いた場合、スリットに比べて、光の利用効率が高いため表示が明るいというメリットがある。しかし、立体画像表示装置は、立体画像（3次元画像）を表示する場合（3次元画像表示モード）ばかりでなく、平面画像（2次元画像）を表示する2次元画像表示モードを行う機能も備えている。このような立体画像表示装置において、2次元画像表示モードと3次元画像表示モードの切り換え（変換）を実施しようとするためには、レンチキュラーレンズの曲面を瞬時に発生させたり、無くしたりする必要がある。そして、レンズの曲面が画質に非常に関係があることから、レンチキュラーレンズを光線制御素子として用いた場合は、光線制御素子としてスリットを用いた場合に比べて、困難である。

30

【0005】

特許文献1に記載のように、異方性レンズと偏光方向を制御する平面表示装置を付加することにより、レンズの効果を電氣的に消失する2次元画像表示モード/3次元画像表示モードの切り替えを行う表示装置がある。複屈折を持つ物質をレンズ形状の中に入れ、対向する位置に等方性物質を入れることにより、屈折率差のある方向の光に関してはレンズにより集光し、屈折率差のない方向の光に関しては2次元画像となる。しかし、特許文献1に記載の技術は、光線制御素子として片凸レンズを使用しており、片凸レンズを用いた、多視差で視域角の大きい立体画像表示装置の場合、レンズピッチが大きくなり、複屈折率差が通常の屈折率では曲率半径が小さくなり、レンズの段差が大きくなるため、片凸レンズが成形不可能になる。また、片凸レンズでは集光したとしてもクロストークが大きくなる。

40

【0006】

特許文献2では、行列配置された画素からの出力を発生する表示装置、例えばマトリクスLCD表示パネルと、表示装置の出力側に配置され、種々の画素群の出力を通すレンチキュラー素子のアレイと、1以上の立体視ビューを形成し観察者のそれぞれの眼に見えるようにするレンチキュラー手段とを備えている立体画像表示装置が開示されている。このレンチキュラー手段は電氣的に可変の屈折率を有する電気光学材料を含み、その屈折率をレンチキュラー素子の作用を除去するように選択的に切り換えることにより、高解像度の2

50

次元画素を表示することができる。上記特許文献2においても、片凸レンズの実施例が書かれており、視域角を増大する方法については述べていない。

【0007】

特許文献3では、2次元画像と3次元画像とを切換え表示可能な立体画像表示装置が開示されている。この特許文献3の立体画像表示装置は、複数の画素を配列し、偏光を有する画像光を出す液晶表示装置と、この液晶表示装置上に設けられ、第1偏光方向を有する光にレンズ作用し、この第1偏光方向とは異なる第2偏光方向を有する光にレンズ作用しないレンズアレイと、液晶表示装置とレンズアレイとの間に設けられ、画像光の偏光面を回転させる1/2波長フィルムとを備えている。しかし特許文献3では、レンズアレイにおいて、視域角を向上させるための工夫について述べていない。

10

【特許文献1】国際公開第03/015424号パンフレット

【特許文献2】特表2000-503424号公報

【特許文献3】特開P2004-258631号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

立体画像表示装置の光線制御素子にレンズアレイを使用した場合、クロストークと呼ばれる本来の視差光線に隣接視差画像の情報が混入し、立体表示を障害させることがある。これはある方向の視差光線をレンズアレイにより2次元表示装置（平面表示装置）上に集光した場合、集光範囲が数サブピクセルになった時に起こる現象である。

20

【0009】

3次元画像表示装置は、視差数、視域角が決まれば、2次元表示装置と光線制御素子との間のギャップgが決まる。そこで、光線制御素子にレンズを使用した場合、焦点距離を設計値に合わせるように、レンズの曲率半径を決定する。視域角が大きい立体画像表示装置の場合、レンズアレイと2次元表示装置間のギャップが小さくなるため、レンズの曲率半径が小さくなる。すると、収差が大きくなって、クロストークが増加し、画質が劣化する。これらの問題点を克服しなければならない。

【0010】

また、レンズを形成する際に、レンズの屈折率と、レンズと接している媒質の屈折率との差は、レンズ球面の曲率半径を左右する。その理由はレンズ効果により光が曲がる効果に加えて、屈折率が変化したことによる光の曲げ効果が期待できるからである。例えば、同じ視差数において、視域角を大きくしようとした場合、レンズの焦点距離を短くしなければならない。レンズの焦点距離を短くする方法として、2種類の方法がある。第1の方法は、レンズ材の屈折率を高くし、かつ、レンズと接する媒質を空気のような屈折率の低い素材とすることにより、レンズ形状の凹凸の差は小さくても焦点距離を短くすることができる。第2の方法は、レンズ材質の屈折率は大きくしなくても、レンズの曲率半径を小さくし、レンズの凹凸の差を大きくすることにより集光させることである。

30

【0011】

第1の方法の場合は、レンズの凹凸の差は小さくなるため作成しやすいが、収差を小さくするために楕円形状にしても、レンズの凹凸の差が小さいため、その効果が小さい。一方、第2の方法の場合は、レンズの凹凸の差が大きいため、楕円形状にする効果が第1の方法の場合より大きい。そのため、観察者が画面中央にいても、画面端にいても、焦点距離とレンズ-ディスプレイ間ギャップが一致するため、2次元表示装置の表示面でのクロストーク量を小さくすることができる。しかし、問題点としてレンズの焦点距離を極端に短くするためには、曲率半径を小さくしても、屈折率差が小さいため、集光できない場合もある。その場合、片凸レンズでレンズの曲率半径を小さくするより、両凸レンズにしてレンズの曲率半径を大きくする方がプロセスとしても作成しやすく、かつ、両凸レンズの曲率半径を同じとすれば、同一の金型でレンズ作成が可能なため、コストも大幅に増加するわけではない。

40

【0012】

50

しかし、上記、両凸レンズ作成の課題の一つとして、レンズどうしの位置合わせ、凸レンズどうしのギャップを一定に保つ必要がある。プラスチックやガラスなどのように形状が硬い物質の場合は設計値どおりに作成しても、熱収縮などの違いにより、レンズの凹凸間にすきまができる場合もあるため、それらを小さくしなければならない。また、凹凸レンズの一方を液体のように形状が自由に変化するものを使用した場合には、すきまの発生はなくなるが、両凸レンズ間のギャップを一定に保つための対策をしなければならない。

【0013】

さらなる問題点として、立体画像表示装置の光線制御素子としてレンズアレイを用いる場合、レンズを正面から見た場合の、レンズの光軸方向の集光だけでなく、レンズを視域角から見た場合の、レンズの光軸から離れた位置における集光も考慮しなければならない。片凸レンズの場合は、レンズ面を通過した光線がまたレンズ面を通ることがない。しかし、両凸レンズの場合は、レンズ面を通過した光線が、再びもう一方のレンズ面を通る。そして、相対するレンズを通った光線は設計値どおりの平面表示装置の要素画像（各レンズに対応する画像）の位置に集光するが、観察者が斜めから見た場合、レンズ端の光線は、外側のレンズを通過した光線が、隣接レンズを通過するため、レンズパワーが $1/2$ になる。そのため、要素画像の位置と異なる場所に集光するので、本来の視差画像ではない画像が混入する（以後、迷光と呼ぶ）。上記が3次元画像表示性能を疎外することになるので、何らかの対策が必要である。

【0014】

次の問題点として、立体画像表示装置で中央の観察者に視域の中心を合わせる必要がある。そこで、観察者側のレンズと2次元表示装置側のレンズにおいて、それぞれの光軸中心を一致させる位置合わせが重要となる。光軸が一致していないと、迷光が増加するという問題点もある。

【0015】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、視域角度が広くてもクロストーク量および迷光が少ない立体画像表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の第1の態様による立体画像表示装置は、複数の画素がマトリクス状に配列された表示面を有する平面表示装置と、前記平面表示装置の前面に設けられ、それぞれが観察者側の面が平面形状で前記平面表示装置側の面が凹凸形状の複数のレンズを有する第1レンズアレイと、それぞれが前記平面表示装置側の面が平面形状で前記観察者側の面が前記第1レンズアレイの凹凸形状とほぼ同じ大きさの凹凸形状である複数のレンズを有する第2レンズアレイと、それぞれが前記第1レンズアレイと前記第2レンズアレイとの間に設けられ前記第1レンズアレイ側の面が前記第1レンズアレイの凹凸形状に嵌合する凹凸形状で前記第2レンズアレイ側の面が前記第2レンズアレイの凹凸形状に嵌合する凹凸形状である複数のレンズを有し、前記第1レンズアレイ側レンズの凸と前記第2レンズアレイ側のレンズの凸とが対応するとともに前記第1レンズアレイ側のレンズの凹と前記第2レンズアレイ側のレンズの凹とが対応する第3レンズアレイと備え、前記画素からの光線を制御する光線制御素子と、を含み、前記第3レンズアレイは前記第1レンズアレイ側の各レンズと、前記第2レンズアレイ側の対応するレンズの光軸がほぼ一致するように構成され、前記第1および第2レンズアレイの屈折率はほぼ同一で前記第3レンズアレイは前記第1および第2レンズアレイの屈折率と異なることを特徴とする立体画像表示装置。

【0017】

なお、前記第1および第2レンズアレイは複数の片凹レンズを有し、前記第3レンズアレイは複数の両凸レンズを有していてもよい。

【0018】

なお、前記第3レンズアレイの両凸レンズは、レンズ厚の最も短い部分の厚みを d_s 、視域角度を 2θ 、レンズピッチを l_p 、前記第1レンズアレイの屈折率を n とすると、

$$ds \times \sin / (l_p \cdot n) < 0.1$$

 の関係を満たすことが好ましい。

【0019】

なお、前記第3レンズアレイは形状が自由に変化する材料からなってもよい。

【0020】

なお、前記第3レンズアレイは透明な固体材料からなっており、前記第1および第2レンズアレイは前記第3レンズアレイの凹凸をシリコン樹脂で型取りすることによって形成されてもよい。

【0021】

また、本発明の第2の態様による立体画像表示装置は、複数の画素がマトリクス状に配列された表示面を有する平面表示装置と、前記平面表示装置の前面に設けられ、それぞれが観察者側の面が平面形状で前記平面表示装置側の面が凹レンズ形状の複数の片凹レンズを有する第1レンズアレイと、それぞれが前記平面表示装置側の面が平面形状で前記観察者側の面が前記第1レンズアレイの凹レンズ形状とほぼ同じ大きさの凹レンズ形状である複数の片凹レンズを有する第2レンズアレイと、前記第1レンズアレイと前記第2レンズアレイとの間に設けられた透明基板と、前記第1レンズアレイと前記透明基板との間に設けられ前記第1レンズアレイ側の面が前記第1レンズアレイの凹レンズ形状に嵌合する凸レンズ形状で前記透明基板側の面が平面形状の複数の片凸レンズからなる第3レンズアレイと、前記透明基板と前記第2レンズアレイとの間に設けられ前記第2レンズアレイ側の面が前記第2レンズアレイの凹レンズ形状に嵌合するとともに前記第3レンズアレイの凸レンズ形状に対応する凸レンズ形状を有し前記透明基板側の面が平面形状の複数の片凸レンズからなる第4レンズアレイと、を備え、前記画素からの光線を制御する光線制御素子と、を含み、前記第3レンズアレイの各片凸レンズは前記第4レンズアレイの対応する片凸レンズと光軸がほぼ一致するように構成され、前記第1および第2レンズアレイの屈折率はほぼ同一で前記第3および第4レンズアレイは前記第1および第2レンズアレイの屈折率よりも高いことを特徴とする。

【0022】

なお、前記第3および第4レンズアレイは形状が自由に変化する材料からなってもよい。

【0023】

なお、前記第3および第4レンズアレイは複屈折率を有する材料からなってもよい。

【0024】

なお、前記透明基板が第1および第2透明基板からなってもよい。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、視域角度が広くてもクロストーク量および迷光が少ない立体画像表示装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態をより詳細に説明する。

【0027】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態による立体画像表示装置を図1乃至図12を参照して説明する。図1は、本実施形態の立体画像表示装置の水平断面図である。

【0028】

本実施形態の立体画像表示装置は、平面表示装置(2次元表示装置ともいう)2と、光線制御素子10とを備えている。平面表示装置2は、例えば液晶表示装置であって、複数の画素がマトリクス状に配列された画像情報を表示する表示部3と、この表示部3を保護する透明の例えばガラスからなる保護基板4とを備えている。

【 0 0 2 9 】

光線制御素子 1 0 は、平面表示装置 2 の前面（観察者 1 0 0 側）に設けられ、レンズアレイ 1 1 と、レンズアレイ 1 2 と、レンズアレイ 1 3 とを備えている。レンズアレイ 1 1 は、それぞれが、観察者 1 0 0 側が平面形状で平面表示装置 2 側が凹レンズ形状である複数の片凹レンズを有している。各片凹レンズは平面表示装置 2 の画面の縦方向（図 1 では、紙面に垂直な方向）に延在している。レンズアレイ 1 3 は、レンズアレイ 1 1 よりも平面表示装置 2 側に設けられ、それぞれが、平面表示装置 2 側が平面形状で観察者 1 0 0 側が凹レンズ形状である複数の片凹レンズがレンズアレイ 1 1 の複数の片凹レンズに対応して設けられている。各片凹レンズは平面表示装置 2 の画面の縦方向（図 1 では、紙面に垂直な方向）に延在している。なお、レンズアレイ 1 1 の各片凹レンズの凹レンズ形状と、レンズアレイ 1 3 の各片凹レンズの凹レンズ形状とはほぼ同じ形状となっている。また、レンズアレイ 1 1 の片凹レンズと対応するレンズアレイ 1 3 の片凹レンズは光軸がほぼ一致するように配置される。レンズアレイ 1 2 は、レンズアレイ 1 1 とレンズアレイ 1 3 との間に設けられ、それぞれが、観察者 1 0 0 側が凸レンズ形状で平面表示装置 2 側が凸レンズ形状である複数の両凸レンズを有している。各両凸レンズは平面表示装置 2 の画面の縦方向（図 1 では、紙面に垂直な方向）に延在している。そして、レンズアレイ 1 2 の各凸レンズは、レンズアレイ 1 1 およびレンズアレイ 1 3 の凹レンズと嵌合する形状となっている。本実施形態においては、レンズアレイ 1 1 およびレンズアレイ 1 3 はほぼ同一の屈折率を有し、レンズアレイ 1 2 はレンズアレイ 1 1 および 1 3 とは異なる屈折率を有している。

10

20

【 0 0 3 0 】

なお、図 1 において、符号 4 0 は各レンズの光軸を示し、符号 4 2 は観察者 1 0 0 の目に入る光線の軌跡を示している。また、符号 3 a は正しい要素画像（一つのレンズに割り当てられる（対応する）画像の集合）の位置を示し、符号 3 b は誤った要素画像の位置を示し、符号 5 0 は迷光領域を示している。

【 0 0 3 1 】

次に、上述のように構成された本実施形態の立体画像表示装置において、迷光およびクロストーク量が少なくなる条件を説明する。

【 0 0 3 2 】

まず、図 2 を用いて、両凸レンズの焦点距離について導出する。図 2 は 2 種類のレンズ曲面 2 4、2 5 を持つ両凸レンズの光線の軌跡を示す図である。この両凸レンズは屈折率が N の媒質 2 2 からなり、観察者 1 0 0 側が屈折率 n の媒質 2 1 で、観察者 1 0 0 と反対側が屈折率 n' の媒質 2 3 からなっている。

30

【 0 0 3 3 】

図 2 において、 u_1 、 u_2 、 u_3 は、屈折率 n 、 N 、 n' のそれぞれの媒質 2 1、2 2、2 3 上での光軸 4 0 に対する入射角度である。 H_1 、 H_2 はそれぞれ物体側主点、像側主点である。 h_1 、 h_2 はそれぞれのレンズ面 2 4、2 5 でのある光線 4 4 が入射した時の光軸 4 0 からの高さである。 r_1 、 r_2 はそれぞれレンズ面 2 4、2 5 の曲率半径である。焦点距離 f は図 2 における観察者 1 0 0 側から平行光線がレンズに入射した時の主点と焦点との距離を表し、図 2 でいうと、像側主点 H_2 と焦点 O の間の距離 s' である。 d は凸レンズ同士の最も厚い部分とする。

40

【 0 0 3 4 】

図 2 から次に関係が導かれる。

【数 1】

$$Nu_2 = mu_1 + \left(\frac{N-n}{r1} \right) h1$$

$$n'u_3 = Nu_2 + \left(\frac{n'-N}{r2} \right) h2$$

$$h2 = h1 - du_2$$

上記 3 式より、

$$n'u_3 = n \left\{ 1 - \frac{d}{N} \left(\frac{n'-N}{r2} \right) \right\} u_1 + \left\{ \left(\frac{N-n}{r1} + \frac{n'-N}{r2} \right) - \frac{d}{N} \left(\frac{N-n}{r1} \right) \left(\frac{n'-N}{r2} \right) \right\} h1$$

10

$$\frac{1}{f} = \frac{u_3}{h1} (at \quad u_1 = 0) = \frac{1}{n'} \left\{ \left(\frac{N-n}{r1} + \frac{n'-N}{r2} \right) - \frac{d}{N} \left(\frac{N-n}{r1} \right) \left(\frac{n'-N}{r2} \right) \right\} \quad (1)$$

【0035】

上記 (1) 式より、焦点距離 f を一定とすると、両凸レンズ 22 と媒質 21、23 との屈折率差、曲率半径 $r1$ 、 $r2$ 、レンズ厚 d は関係があることがわかる。

【0036】

一般的に、焦点距離が一定であると、レンズ面に接している媒質どうしの屈折率差が小さい方が、レンズ曲面の曲率半径が短くなり、レンズの凹凸が大きくなる。その場合、レンズ形状に楕円を採用すると収差が小さくなる。そこで、楕円を採用しやすいというメリットから屈折率差をここでは 0.1 と小さくする。また、2次元画像表示モード / 3次元画像表示モードの切り換えを採用する場合、一般的な液晶は屈折率差が 0.1 から 0.2 と小さいため、屈折率差を小さくした場合のレンズ厚と曲率半径の関係を求めることは有効である。

20

【0037】

(1) 式において、製造のし易さから考えて、両凸レンズの曲率半径 $r1$ 、 $r2$ を同一とし、最も外側 (観察者 100 側) の媒質 21 の屈折率 n と最も内側 (観察者 100 と反対側) の媒質 23 の屈折率 n' が同一とする。すると、(1) 式から次の (2)、(3) 式が導かれる。

30

【数 2】

$$\frac{1}{f} = \frac{(N-n)}{rn} \left(2 - \frac{(N-n)d}{Nr} \right) \quad (2)$$

$$d = \frac{Nr}{(N-n)} \left(2 - \frac{rn}{f(N-n)} \right) \quad (3)$$

【0038】

(3) 式において、レンズ厚 d はレンズの曲率半径 r の 2 次関数であるため、極値をもつ。実際には、(3) 式はレンズ曲面が球面であると仮定しているため、レンズの収差低減のためにレンズ曲面に楕円形状を用いた場合は (3) 式に従わないが、ほぼ傾向は一致する。

40

【0039】

次に、光学シミュレータを用い、楕円形状を用いたレンズ形状の最適化を行った。本実施形態の同様に、同じ焦点の 3 種類のレンズ 11、12、13 を有している場合に、レンズ 11、13 に同じ屈折率のレンズ材料を用い、曲率半径 r とレンズ厚 d を変化させたときの上面から見た場合のレンズ模式図を図 3、図 4、図 5 に示す。図 3 乃至図 5 において、レンズの最も厚い部分の厚みを d 、両凸レンズそれぞれにおいてレンズの最も薄い部分を平行に結んだ線同士の間隔を d_s 、レンズの凹凸の差を d_1 とする。

50

【 0 0 4 0 】

図 3 はレンズの曲率半径 r が最も大きい場合の例を示している。図 3 において、 d_1 が小さいが、 d_s は大きくなるため、トータルの厚み d が大きくなる。このように、図 3 においては、 d_s が大きいため、迷光領域 50 も広がっていることがわかる。図 4 は、図 3 に比べて曲率半径 r が少し小さくなった場合の例を示している。図 4 においては、曲率半径 r が小さくなったことによりレンズ面で光線を曲げる力が大きくなっている。このため、図 4 においては、 d_s が小さくなり、トータル厚 d は小さくなる。図 4 においては、 d_s が小さくなったため、迷光領域 50 も狭くなっていることがわかる。最後に図 5 は r が最も小さい場合の例を示している。図 5 においては、 d_1 が大きくなるが、 d_s が最も小さくなるため、トータル厚 d は再び小さくなる。したがって、図 5 に示す例においては、迷光領域 50 はほとんどないといえる。

10

【 0 0 4 1 】

上記、レンズ形状の最適化により得られた d 、 d_s と r との関係を図 6 に示す。図 6 において、 n と N の屈折率は一般的なプラスチックレンズの値を用い、屈折率差 $n (= N - n) = 0.1$ とした。図 6 より、曲率半径 r が大きくなるとレンズの厚み d 、 d_s が厚くなることがわかる。

【 0 0 4 2 】

上述の説明から、迷光領域 50 を狭くするためには、 d_s が小さい方がよい。そこで、本実施形態においては、一つの目安として、要素画像領域に対する迷光領域 5 の割合が 10 % 以下になるための条件を述べる。

20

【 0 0 4 3 】

図 7 において、立体画像表示装置の視域角が 2° の場合、レンズピッチを l_p 、図 7 の最も観察者 100 側の凹レンズ 11 の屈折率を n とすると、要素画像領域に対する迷光領域 5 の割合 m とすると、

$$\sin \theta = n \sin \theta' \quad (4)$$

$$m = d_s \times \sin \theta' / l_p < 0.1 \quad (5)$$

$$m = d_s \times \sin \theta' / (l_p \cdot n) < 0.1 \quad (6)$$

となる。なお、図 7 においては、図 1 に示した保護基板 4 はレンズ 13 とほぼ屈折率と同じであるので、レンズ 13 に含まれている。(2) 式で表されるように、球面レンズであれば、レンズ厚 d 、曲率半径 r 、レンズピッチ l_p が決まれば、 d_s を求めることができる。そして、(6) 式を満たすようにレンズ形状を構成すればよい。上記の式 (4) 乃至 (6) はレンズが球面形状の場合も、楕円形状の場合も成り立つ。なお、図 8 にレンズ形状が楕円形状である場合の例を示す。両凸レンズ 12 の外形が実線である場合が楕円形状を示し、破線が球面形状の場合を示す。

30

【 0 0 4 4 】

d_s の値が $0 \mu\text{m}$ 、 $0.187 \mu\text{m}$ 、 $0.414 \mu\text{m}$ のときの、迷光領域 50 の割合 m の視域角依存性を図 9 に示す。図 9 から、 d_s が $187 \mu\text{m}$ 以下の場合、視域角 45° までは迷光領域 50 の割合 m を 10 % 以下に下げられることが可能であることがわかる。

【 0 0 4 5 】

レンズシミュレータで最適化した場合に得られた片凸レンズと両凸レンズのクロストーク量の視域角度 () 依存性を図 10 に示す。ここでのクロストーク量とはレンズにより、2 次元表示装置に集光された範囲を画素幅 (サブピクセル幅) で規格化したものである。視域角度 は画面に対して垂直な線からの角度であるため、視域角度の左側、右側あわせると視域角度全体は 2° となる。図 10 において、例えば、クロストーク量が 3 とは、ある角度の視差光線に 3 個の画素情報が混入することである。クロストーク量が多いと、3 次元画像表示のぼけ、あるいは 2 重像などの表示劣化が起こる原因となる。

40

【 0 0 4 6 】

図 10 からわかるように、片凸レンズにおいて、屈折率差 $n (= N - n) = 0.1$ の場合、レンズパワーが足りないため、クロストーク量が 4 以上と増大している。また、片凸レンズにおいて、屈折率差 $n = 0.19$ の場合、レンズパワーが増加するが、クロス

50

トーク量が2以上と大きく、視域角度0度におけるクロストーク量は3であり、視域角度0度におけるクロストーク量が多いため、劣化が目立つと思われる。両凸レンズにおいて、屈折率差 $n = 0.1$ の場合、視域角度が30度までクロストーク量が2と抑えられているため、3次元画像表示の劣化が小さい。なお、片凸レンズの例を図11に、両凸レンズの例を図12に示す。図11において、符号14は片凸レンズを示し、図11および図12において符号46は光軸に沿った平行光線が入射したときの光線の軌跡を示す。

【0047】

以上説明したように、本実施形態によれば、視域角度が広くてもクロストーク量および迷光を少なくすることができる。

【0048】

次に、本実施形態に係るレンズアレイ11、12、13の実際に作製する方法について述べる。

【0049】

一つの方法として、3種類のレンズアレイ11、12、13の金型を作製し、それぞれ3種類のプラスチックレンズを作成し組み合わせることにより、平面で囲まれた両凸レンズを製造することができる。

【0050】

もう一つの方法として、シリコーンゴムを使用する方法がある。すべてのレンズをプラスチックレンズで作製しないで、中央のレンズアレイ12の形状のみ精度良くプラスチックレンズで作製し、観察者100側のレンズアレイ11と2次元表示装置1側のレンズアレイ13はレンズアレイ12をシリコーンゴムで型取りすることにより作製する方法で、安価に隙間なくレンズアレイ11、12、13を組み合わせることができる。シリコーンゴムは透明なものをを用いるようにする。シリコーンゴムで型どりする際には、できるだけ2液性のものをを用い、中央のプラスチックレンズ12の耐熱温度より低い温度でシリコーンゴムを固化するようにする。

【0051】

本実施形態に係るレンズアレイ11、12、13の他の具体例を図13を参照して説明する。図13に示す具体例では、3種類のレンズアレイ11、12、13において、観察者100側のレンズアレイ11、2次元表示装置側のレンズアレイ13をプラスチックレンズで作製し、中央のレンズアレイ12は形状が自由に变化する液体のようなもので満たすことにより、組み合わせレンズを作製するものである。両凸レンズにおいて、光軸を一致させることにより、迷光領域を最小源にすることができる。そのため、位置合わせを易くするように、観察者側の凹レンズ11と2次元表示装置側のレンズ13の接続する部分12aにおいて、凸凹を設ける。このように凹凸を作ることにより自己整合により高精度の位置合わせができる。

【0052】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態による立体画像表示装置について図14乃至図23を参照して説明する。図14は、本実施形態の立体画像表示装置の水平断面図である。

【0053】

本実施形態の立体画像表示装置は、平面表示装置(2次元表示装置ともいう)2と、光線制御素子10とを備えている。平面表示装置2は、例えば液晶表示装置であって、複数の画素がマトリクス状に配列された画像情報を表示する表示部3と、この表示部3を保護する透明の例えばガラスからなる保護基板4とを備えている。

【0054】

光線制御素子10は、平面表示装置2の前面に設けられ、観察者側から順に設けられたレンズアレイ15、16、透明基板17、レンズアレイ18、19を備えている。レンズアレイ15は、それぞれが、観察者側が平面形状で平面表示装置2側が凹レンズ形状である複数の片凹レンズを有している。各片凹レンズは平面表示装置2の画面の縦方向(図14では、紙面に垂直な方向)に延在している。レンズアレイ19は、最も平面表示装置2

10

20

30

40

50

側に設けられ、それぞれが、平面表示装置 2 側が平面形状で観察者側が凹レンズ形状である複数の片凹レンズがレンズアレイ 15 の複数の片凹レンズに対応して設けられている。各片凹レンズは平面表示装置 2 の画面の縦方向（図 14 では、紙面に垂直な方向）に延在している。なお、レンズアレイ 15 の各片凹レンズの凹レンズ形状と、レンズアレイ 19 の各片凹レンズの凹レンズ形状とはほぼ同じ形状となっていて、レンズアレイ 15、19 の対応する片凹レンズの光軸 40 がほぼ一致するように配置される。透明基板 17 は、観察者側および平面表示装置 2 側が平面形状で幅が d_s である透明部材からなっており、レンズアレイ 15 とレンズアレイ 19 との間に、レンズアレイ 15 およびレンズアレイ 19 と接触するように設けられている。レンズアレイ 16 はレンズアレイ 15 の片凹レンズの凹部と透明基板 17 の平面との間に挿入された、形状を自由に変えることのできる物質、例えば液体または液晶からなっている。また、レンズアレイ 18 はレンズアレイ 19 の片凹レンズの凹部と透明基板 17 の平面との間に挿入された、形状を自由に変えることのできる物質からなっている。なお、レンズアレイ 16 およびレンズアレイ 18 を構成する物質はレンズアレイ 15、19 よりも屈折率が高い物質からなっている。

10

【0055】

本実施形態においては、両凸レンズ 16、18 中の物質として液晶などの複屈折性材料を用いた場合を例にとって説明する。液晶はガラス基板間が通常数 μm オーダーである厚みの間に注入し、両面の配向膜により液晶分子を整列させる。液晶分子は互いのガラス基板界面の配向を保つことにより、液晶全体である秩序を持って液晶分子をそろえることができる。ここで、3つの問題点がある。

20

【0056】

ガラス基板間の厚み（以後、ギャップと呼ぶ）が数 $100\mu\text{m}$ と大きくなると、液晶とガラス基板の界面のみ配向し、液晶全体の配向が無秩序になって屈折率の面内ばらつきが発生することが考えられる。

【0057】

両凸レンズ間の間隔を正確に制御することが光学特性上必要である。外側の凹レンズ 15 と内側の凹レンズ 19 を作製し、中央を液晶で満たす場合、図 1 に示す構成であると、中央部では液晶の形状が自由に变化するもので、間隔をレンズ全体でそろえることが困難である。

【0058】

そこで、図 14 に示すように、凹レンズ間に薄い透明基板 17 を置くことにより、次の 3つのメリットがある。

30

【0059】

（1）透明基板 17 に凹レンズ 15、19 の凸部を接触させることにより、ギャップを制御することができる。

【0060】

（2）薄い透明基板 17 に液晶の配向膜を作製することにより、レンズ厚の半分以下のギャップになるので、液晶分子を同一方向に並べやすくなる。

【0061】

（3）薄い透明基板 17 は曲面ではなく、レンズ効果がないため透明基板 17 の屈折率は自由に選択することができる。そのため、配向膜プロセスが安定で、吸水率も少なく、かつ平面が出やすく硬いガラス基板を用いることができる。また、信頼性は劣るが、安価なプラスチックフィルムを選択することもでき、自由度が上がる。

40

【0062】

上記（3）項について、中央の透明基板 17 の屈折率を変えた場合のクロストーク量をレンズシミュレーションした結果を図 15 に示す。図 15 は、透明基板 17 を凹レンズ 15、19 の中身であるレンズアレイ 16 とレンズアレイ 18 の屈折率に合わせた場合と、異なる屈折率の材料の基板、具体的にはガラス基板とした場合のレンズシミュレーション結果である。図 15 から両者の差は大きくないことがわかり、3次元画像表示性能としてもあまり変わらないことがわかる。

50

【0063】

以上説明したように、本実施形態によれば、視域角度が広くてもクロストーク量および迷光を少なくすることができる。

【0064】

次に、観察者側と2次元表示装置側のレンズの位置合わせを容易にする、本実施形態の変形例について説明する。

【0065】

まず、薄い透明基板17をはさんだ観察者側の凹レンズ15と、2次元表示装置側の凹レンズ19の光軸40を一致させるための方法について述べる。一つの方法として、レンズ15、19と透明基板17の間に位置あわせマークをつけて一致させ、透明基板17の表裏両側に凹レンズ15、19を接着させる方法である。この方法では凹レンズ15、19の凹部の中にレンズ材料が入っていないので、画像による位置合わせができない。そこで、図16に示すように、透明基板として2枚の薄い透明基板17a、17bを用いることにより、観察者側の凹レンズ15と透明基板17aを接着したものと、2次元表示装置側の凹レンズ19と透明基板17bを接着したものを別に作ればよい。この場合の製造方法を以下に説明する。

【0066】

まず、観察者側の凹レンズ15と透明基板17aを接着し、液晶を注入し、封止する工程まで終了させる。次に、2次元表示装置側の凹レンズ19と透明基板17bを接着し、液晶を注入し、封止する工程まで終了させる。このとき、観察者側と2次元表示装置側のレンズの液晶がそれぞれ配向された状態になっている。そのため、位置合わせをする際に、3次元画像表示モード時のテスト画像を出しながら精度よく位置合わせを行うことができる。

【0067】

観察者側の凹レンズ15の厚みについては、焦点距離とは無関係であるため、ある程度の強度を持ち、かつ、レンズの熱による反りを小さくするため、なるべく薄くしたいという要求がある。2次元表示装置側の凹レンズ19の厚みは焦点距離に合わせる必要がある。そのため、観察者側のレンズ15と2次元表示装置側のレンズ19のそれぞれの厚みが異なる場合が多い。そうするとレンズを2種類作製しなければならないため、コストが上がる。また、2種類のレンズの熱による変形が異なるため、3次元画像表示としても劣化する可能性がある。そこで、図17に示すように、観察者側と2次元表示装置側のレンズの厚みを同一にし、ガラス基板5で厚みを調整することにより、コスト、信頼性を改善することができる。

【0068】

次に、2次元画像/3次元画像変換を行う場合、レンズの屈折率の条件について述べる。液晶分子は、長軸方向の屈折率 n_e と短軸方向の屈折率 n_o があり、屈折率差 $n_e - n_o = n$ が0でない液晶が多い。ここで、例えば屈折率差 n が正の液晶を使用すると、図14、図16、図17に示す構成の場合、3次元画像表示の場合は、観察者側あるいは2次元表示装置側の凹レンズ側の屈折率 n より、液晶レンズの屈折率 N が大きくなると集光しない。そのため、3次元画像表示モードの時は液晶の屈折率の大きい方である n_e が発現するように偏光面を変える必要がある。

【0069】

次に、2次元画像表示モードの場合、液晶の屈折率の小さい n_o が発現するように偏光面を変える必要がある。ここで、観察者側あるいは2次元表示装置側の凹レンズ側の屈折率 n と n_o がほぼ同一屈折率であると光線が集光せず良好な2次元画像表示モードを実現できる。上記を実現させるためには、配向膜のラビング方向は凹レンズの中心を結んだ線と平行に行うことが望ましい。

【0070】

上述のように、3次元画像表示モードと2次元画像表示モードで、液晶の偏光面を変えることについて簡単に述べる。

【 0 0 7 1 】

偏光面を変化させる装置は大きく分けて、2次元表示装置2と組み合わせレンズからなる光線制御素子10との間に置く場合、光線制御素子10と観察者側の間に置く場合の2種類が考えられる。

【 0 0 7 2 】

例えば、偏光面を90度変化させる装置の一例を図18、図19に示す。図18、図19において、互いのガラス基板63a、63bの配向面が90度回転するようにラビング方向65を決め、ラビングを行う。図18はガラス基板63a、63b間に電圧制御装置66によって電圧を印加しない場合で偏光面が90度回転する。図19は電圧制御装置66によって電圧を印加した場合で液晶64がガラス基板63a、63bと垂直になることにより、偏光面を回転させない場合である。

10

【 0 0 7 3 】

図20、図21は、偏光面を制御する装置60を2次元表示装置2と、組み合わせレンズからなる光線制御素子10との間に置く場合である。図20は3次元画像表示モードの場合を示す。例えば、液晶表示装置2の偏光面62を液晶分子の長軸方向Neと平行にしておき、偏光面62を90度回転させない場合、すなわち、図19を利用した場合、偏光面62が液晶分子の長軸方向Neと平行になるため、3次元画像表示モードが発現する。

【 0 0 7 4 】

図21は2次元画像表示モードの場合を示す。偏光面62を90度回転させた場合、すなわち、図18を利用した場合、偏光面62が液晶分子の短軸方向の屈折率Noと平行になるため、2次元画像表示モードが発現する。偏光面を制御する装置60を2次元表示装置2と、組み合わせレンズからなる光線制御素子10との間に置く場合は、組み合わせレンズ面と2次元表示装置2の画素面との間の距離を焦点距離に一致させる必要があるので、図18、図19の液晶64を挟むガラス基板を研磨するなどの方法で薄くする必要がある。

20

【 0 0 7 5 】

図22、図23は、偏光面を制御する装置60を組み合わせレンズからなる光線制御素子10と観察者側100の間に置く場合である。図22は3次元画像表示モードの場合を示すが、2次元表示装置2の偏光面62を液晶分子の長軸方向、短軸方向Ne、Noの偏光方向と45度方向回転させた方向に合わせる。その上、組み合わせレンズからなる光線制御素子10により、液晶分子の長軸方向Neと短軸方向Noの両方の方向に対して同じ明るさの像が通過する。図23は3次元画像表示モードの場合を示す。この場合、偏光面62を90度回転させるため、最上部の偏光板61により、液晶分子の長軸方向Neの方向の光だけを観察者100に観察させる。次に、2次元画像表示モードの場合、偏光面62を90度回転させない。すると、液晶分子の短軸方向Noと平行な光線のみ、最上部の偏光面62を通過するようにする。

30

【 0 0 7 6 】

これらにより、偏光面を電気的に変化させられるので、瞬時の2次元画像表示モード/3次元画像表示モードの切り替えが可能となる。

【 0 0 7 7 】

本実施形態においては、組み合わせレンズからなる光線制御素子の中央のレンズを両凸レンズにした場合について述べた。しかし、中央のレンズを両凹レンズにした場合は両凹レンズの中を周囲より屈折率の小さな物質で満たせば、3次元画像表示が得られる、。

40

【 0 0 7 8 】

また、第1および第2実施形態では、2次元表示装置2として、液晶表示装置を例にとって説明したが、有機ELディスプレイ、FED(Field emission display)など平面表示装置であってもよい。

【 0 0 7 9 】

また、第1および第2実施形態では、光線制御素子10としてレンチキュラーレンズを用いているが、レンチキュラーレンズは見る場所によって、遮光部がなく連続な画像が得

50

られ、立体画像表示装置においてより有効である。

【0080】

また、第1および第2実施形態においては光線制御素子10であるレンチキュラーレンズが2次元表示装置2の画面の縦方向に沿って配置されていたが、モアレ防止のため、斜めに配置してもよい。

【0081】

また、第1および第2実施形態において、2次元画像の奥行き最適位置について、代表値を述べたもので、代表値近傍においても十分表示品質の劣化しない2次元画像を見ることができる。

【0082】

以上説明したように、2次元画像表示モード/3次元画像表示モードの切り替えを実用レベル時間内に行える立体画像表示装置を提供することができる。

【0083】

本発明の第一実施形態による立体画像表示装置の作製方法について示す。位相差フィルムとしてポリカーボネートやアトロンなどが知られている。これらフィルムはある方向に延伸することにより、面内で複屈折性をもたせることができる。主な用途としては液晶セルの位相差を相殺し、着色を消して黒白表示を表現するものに使われている。複屈折性をもつ位相差フィルムには屈折率楕円体構造において

一軸配向 $n_x > n_y = n_z$

をもつものがある。上記の複屈折特性において、面内で屈折率の異なる $n_x > n_y$ の性質を利用すると図20、図21、図22、図23と組み合わせることにより、2次元/3次元画像変換を実施できる。この時、図1のような構造において、第一のレンズと第三のレンズにおいて屈折率が n の場合、第2のレンズにおいて、 $n_x > n$ 、 $n_y = n$ となるように第2のレンズの複屈折を利用する。

【0084】

例えば、ポリカーボネートフィルムは、 $n_x = 1.585$ 、 $n_y = 1.479$ という性質を持つため、屈折率差 $n = 0.106$ となり、先に述べた液晶の複屈折の屈折率差とほぼ同様の値をもつ。

【0085】

作製方法としては、3種類考えられる。レンズの最大厚の厚みを持つ複屈折性フィルム20を用意する。図25に示すように、レンズの型21を用意し、圧力をかけながら上下で挟み込み、複屈折フィルムをレンズ形状に整える。この時、屈折率の高い n_x がレンズ列と平行になるようにする。図26にレンズの型取りを行った後の複屈折レンズを示す。図27に図26の複屈折レンズを使用した第1の実施形態の一例を示す。図27より、第1のレンズ11、第3のレンズ13を作製し、図26で作成した複屈折レンズ20のレンズの凹凸に合うようにする。この時、第1のレンズ、第3のレンズは複屈折性を持たないが、屈折率としては図26における略 n_y とほぼ同様の屈折率を持つものを選択することにより、偏光方向を制御して2D3D変換を行う。第1、第3のレンズはプラスチックレンズを別途作製してもよいし、シリコンゴムのようなもので型をとると簡単に作成することができる。

【0086】

複屈折フィルムは延伸して作成するため、厚みの厚みものは作製しにくい。複屈折フィルムが厚いものがない場合についての方法について述べる。図28に示すように、複屈折材料20を用いて、レンズ型により、片凸レンズを作製する。同様に、同じ形状のものを作製する。片凸レンズを2個平面側であわせて両凸レンズを作製する。図28の方法で両凸レンズを作製するためには、片凸レンズどうしの位置あわせの精度が必要である。

【0087】

複屈折性レンズを作製するもうひとつの方法について述べる。初めに、延伸すると複屈折性をもつ透明物体の材料を用意する。図29に示す円筒状の22を、円柱の高さ方向に延伸することにより、円柱23に示すような所望の複屈折性を持った円筒レンズができる

10

20

30

40

50

。図30に示すように円筒レンズを横に一直列並べることにより、第一の実施形態における第2のレンズを作製する。図31に示すように、第一のレンズ11、第3のレンズ13で挟み込むことにより、第1の実施形態を示すレンズを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明の第1実施形態による立体画像表示装置の水平断面図。

【図2】両凸レンズの焦点距離の導出を説明する図。

【図3】第1実施形態において、外側のレンズに同じ屈折率のレンズ材料を用い、曲率半径 r とレンズ厚 d を変化させたときの上面から見た場合のレンズ模式図。

【図4】第1実施形態において、外側のレンズに同じ屈折率のレンズ材料を用い、曲率半径 r とレンズ厚 d を変化させたときの上面から見た場合のレンズ模式図。

10

【図5】第1実施形態において、外側のレンズに同じ屈折率のレンズ材料を用い、曲率半径 r とレンズ厚 d を変化させたときの上面から見た場合のレンズ模式図。

【図6】第1実施形態において、レンズ形状の最適化により得られた d 、 d_s と r との関係を示す図。

【図7】第1実施形態において、迷光領域を説明する光線軌跡図。

【図8】第1実施形態において、レンズ形状が楕円形状である場合の例を示す図。

【図9】 d_s の値が $0\mu\text{m}$ 、 $0.187\mu\text{m}$ 、 $0.414\mu\text{m}$ のときの、迷光領域の割合の視域角依存性を示す図。

【図10】レンズシミュレータで最適化した場合に得られた片凸レンズと両凸レンズのクロストーク量の視域角度依存性を示す図。

20

【図11】立体画像表示装置において、光線制御素子として片凸レンズを用いた例を示す図。

【図12】立体画像表示装置において、光線制御素子として両凸レンズを用いた例を示す図。

【図13】第1実施形態に係るレンズアレイの他の具体例を示す図。

【図14】本発明の第2実施形態による立体画像表示装置の水平断面図。

【図15】第2実施形態において、中央の透明基板の屈折率を変えた場合のクロストーク量をレンズシミュレーションした結果を示す図。

【図16】第2実施形態の第1変形例による立体画像表示装置の水平断面図。

30

【図17】第2実施形態の第2変形例による立体画像表示装置の水平断面図。

【図18】液晶表示装置において、偏光面を90度変化させた時の概略図。

【図19】液晶表示装置において、偏光面を変化させない時の概略図。

【図20】第2実施形態において、3次元画像表示モードの場合の偏光面を説明する図。

【図21】第2実施形態において、2次元画像表示モードの場合の偏光面を説明する図。

【図22】第2実施形態において、3次元画像表示モードの場合の偏光面を説明する図。

【図23】第2実施形態において、2次元画像表示モードの場合の偏光面を説明する図。

【図24】第2実施形態の、複屈折フィルムを表す図。

【図25】第2実施形態の、複屈折フィルムを両凸レンズに型取りを行うプロセスを説明する図。

40

【図26】第2実施形態の、第2のレンズを型取りした後の両凸レンズの透視図。

【図27】第2実施形態の、第2のレンズに第1、第3のレンズを付加した完成図。

【図28】第2実施形態の、第2のレンズの半分を型取りを行うプロセスを説明する図。

【図29】複屈折を持つ円柱を作製するためのプロセスを説明する図。

【図30】図29の複屈折円柱を横にならべレンズアレイを作製するプロセスを表す図。

【図31】第2実施形態において、図30において作製された複屈折円柱レンズに第1、第3のレンズを付加した完成図。

【符号の説明】

【0089】

3 表示部

3 a 正しい要素画像の位置の画素

3 b 誤った要素画像の位置の画素

4 保護基板

1 0 光線制御素子

1.1 レンズアレイ（片凹レンズ）

12 レンズアレイ (両凸レンズ)

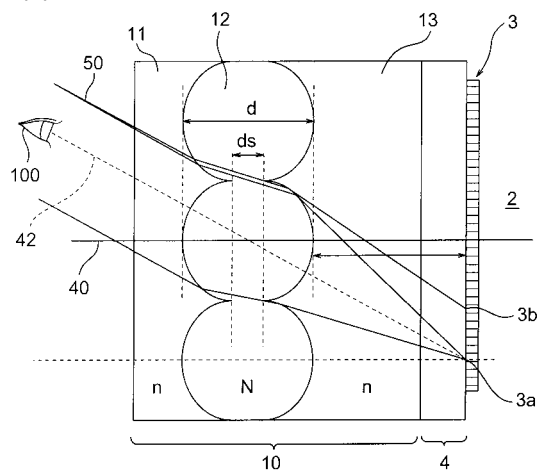
1.3 レンズアレイ (片凹レンズ)

4 0 レンズの光軸

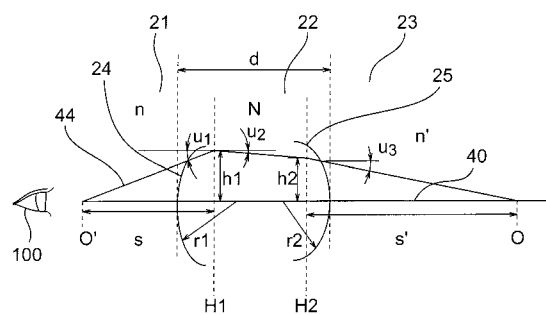
1 0 0 觀察者

10

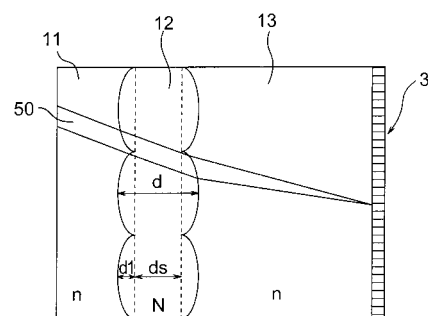
【 図 1 】



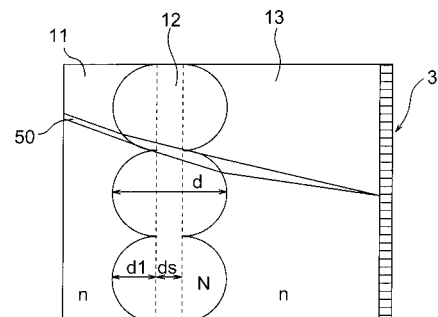
【圖 2】



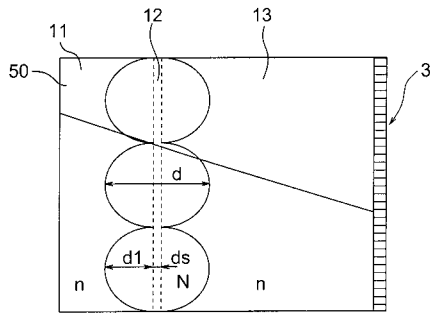
【図 3】



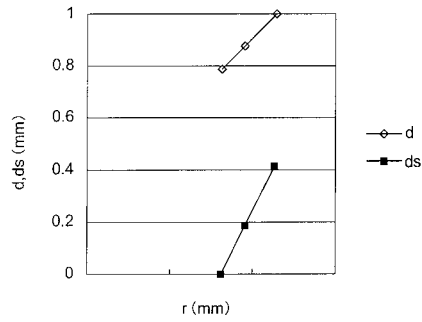
【図 4】



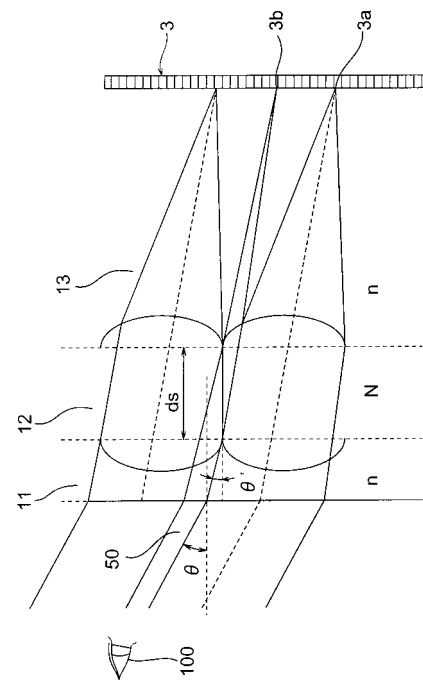
【図 5】



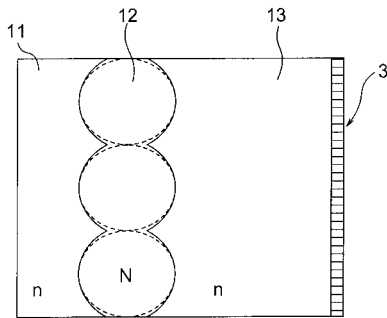
【図 6】



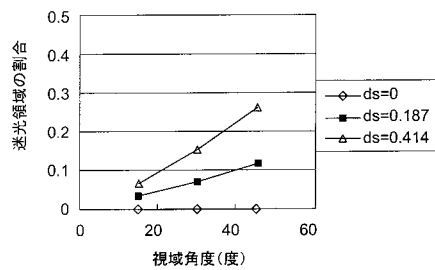
【図 7】



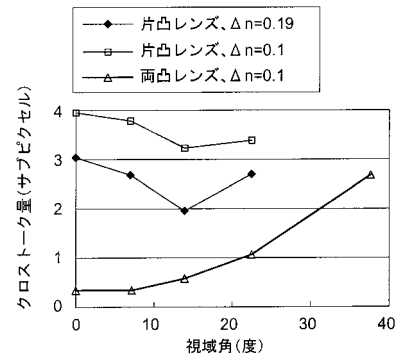
【図 8】



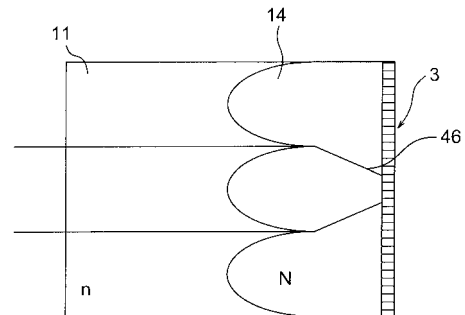
【図 9】



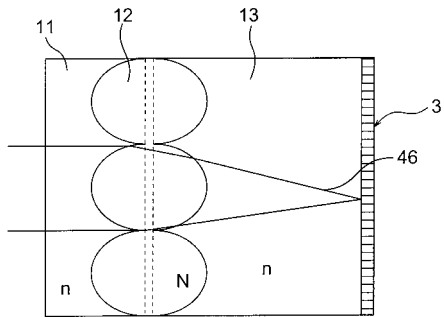
【図 10】



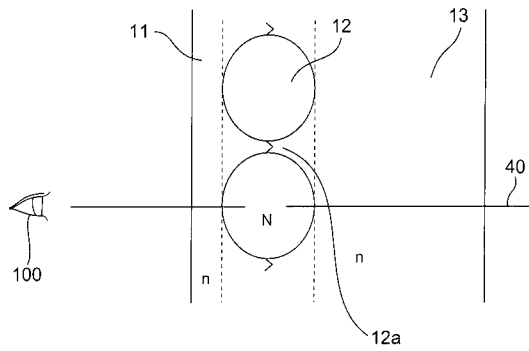
【図 11】



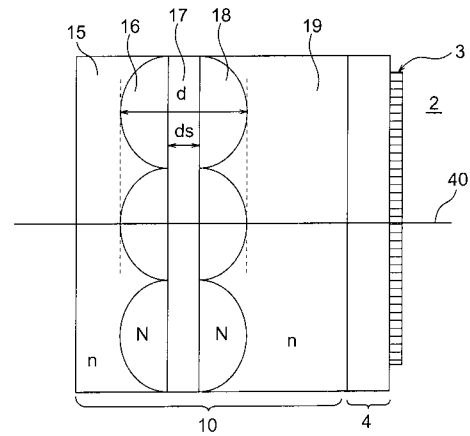
【図12】



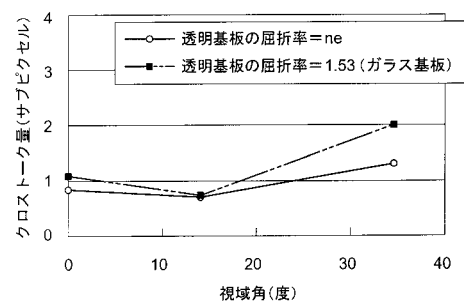
【図13】



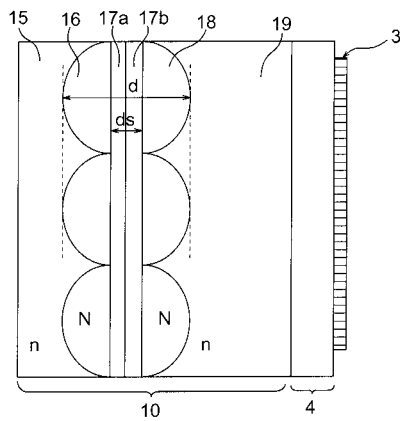
【図14】



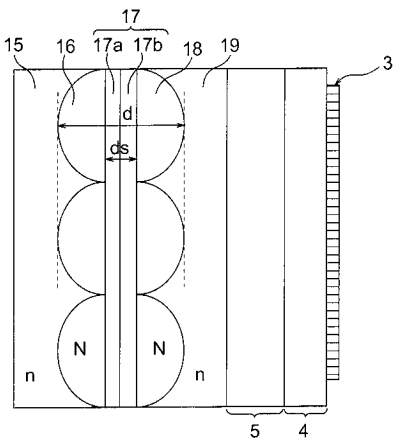
【図15】



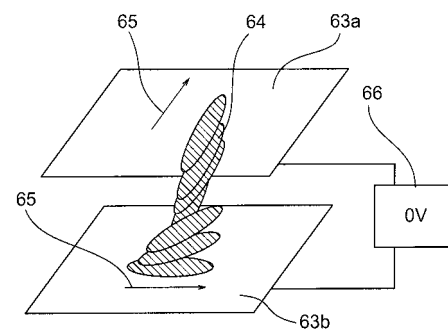
【図16】



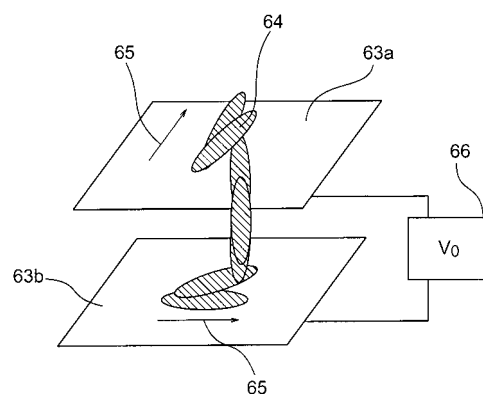
【図17】



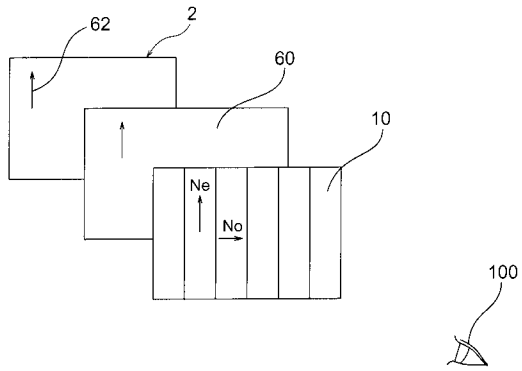
【図18】



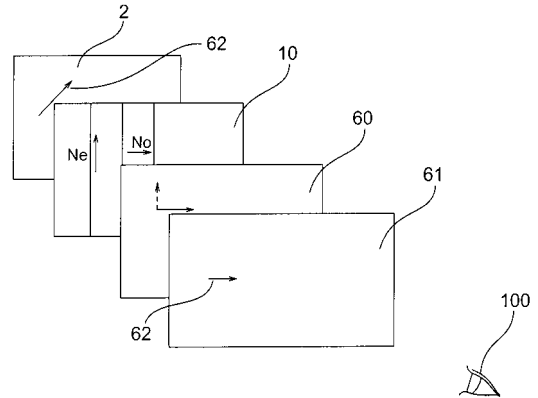
【図19】



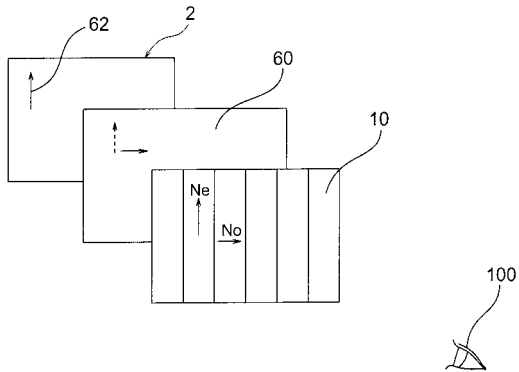
【図 20】



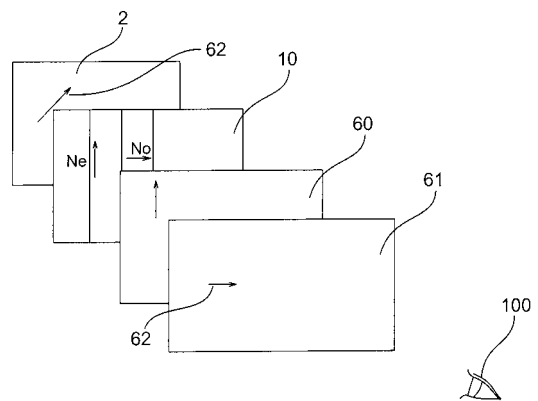
【図 22】



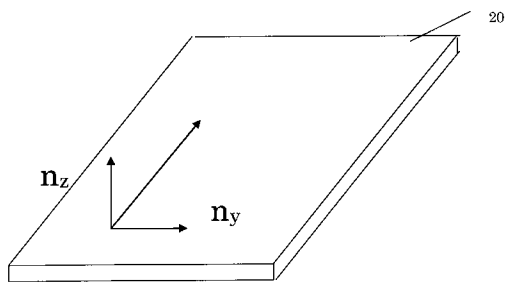
【図 21】



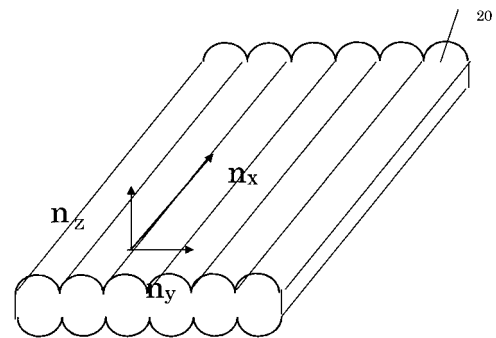
【図 23】



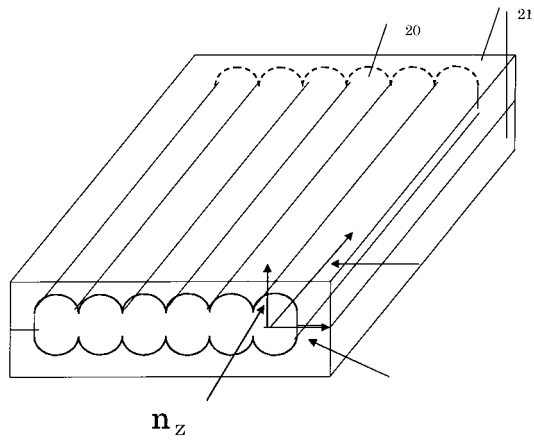
【図 24】



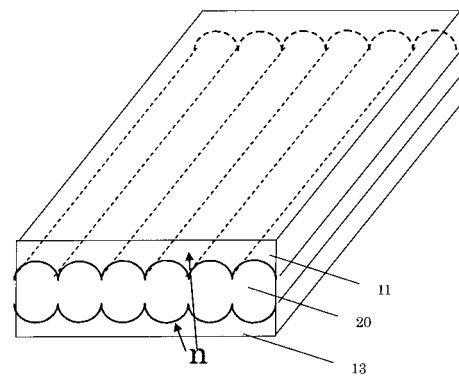
【図 26】



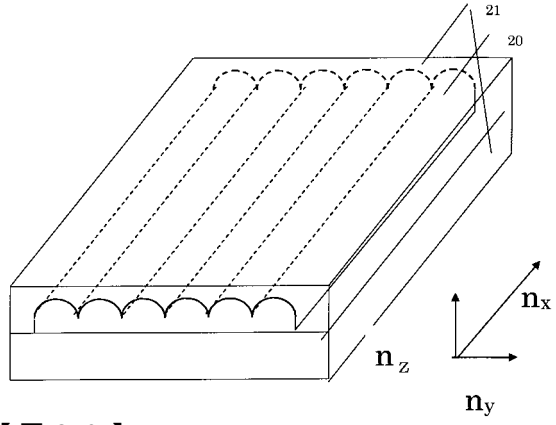
【図 25】



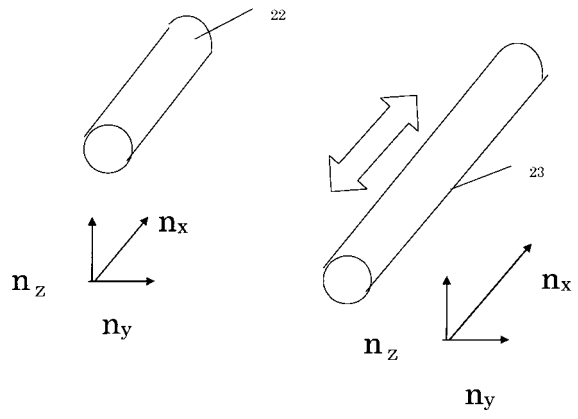
【図 27】



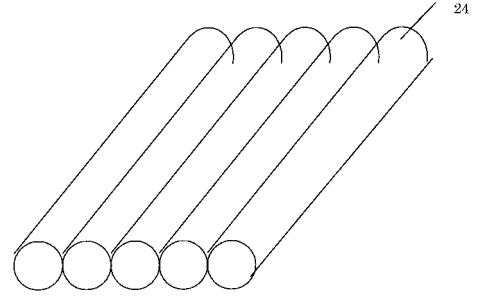
【図 28】



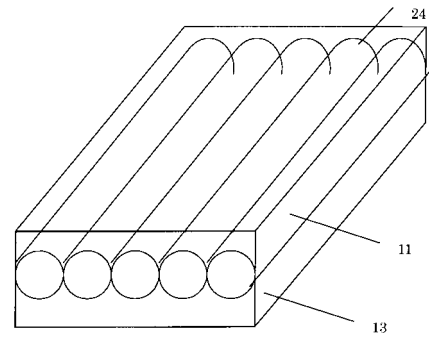
【図 29】



【図 30】



【図 31】



 フロントページの続き

- (72)発明者 高 木 亜矢子
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 平 和 樹
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 長谷川 励
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 岐 津 裕 子
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 平 山 雄 三
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 福 島 理恵子
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 最 首 達 夫
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 小 林 等
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝 研究開発センター内

審査官 河原 正

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 1 1 4 7 6 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 7 8 0 9 4 (J P , A)
 特開平 0 9 - 0 4 3 5 8 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 7 0 6 6 6 (J P , A)
 特開平 0 3 - 2 5 7 4 9 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 0 9 8 1 9 1 (J P , A)
 特表 2 0 0 4 - 5 3 8 5 2 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 7 8 0 9 1 (J P , A)
 特開昭 6 2 - 0 4 9 3 0 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 2 7 / 2 2
 G 0 3 B 3 5 / 2 4
 H 0 4 N 1 3 / 0 4