

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009年12月30日(30.12.2009)



PCT



(10) 国際公開番号
WO 2009/157379 A1

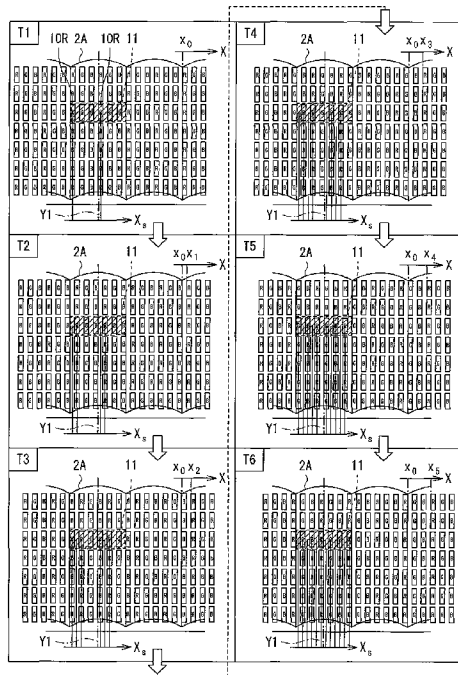
- (51) 国際特許分類:
G02B 27/22 (2006.01) H04N 13/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/061183
- (22) 国際出願日: 2009年6月19日(19.06.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-166022 2008年6月25日(25.06.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 正裕 (YAMADA Masahiro) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 青木 直 (AOKI Sunao) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤島 洋一郎, 外 (FUJISHIMA Youichi-ro et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目9番5号大台ビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SPATIAL IMAGE DISPLAY APPARATUS

(54) 発明の名称: 空間像表示装置

[図6]



(57) Abstract: Higher definition three-dimensional display is easily realized. A lenticular lens (2) is disposed so that the lengthwise directions of individual cylindrical lenses (2A) become parallel to the longitudinal direction (Y) of a two-dimensional display section (1). A plurality of lights corresponding to a plurality of view angles are radiated in the space in a plane divisional manner, and the relative positional relation between the pixels of each cylindrical lens (2A) and the two-dimensional display section (1) is periodically changed to periodically change the radiation direction of the display image light from arbitrary pixel of each cylindrical lens (2A). An image corresponding to one frame of a three-dimensional video image is displayed in a time divisional manner for each pixel of the two-dimensional display section (1), and the timing of time divisional display in the two-dimensional display section (1) and the timing at which change means changes the relative positional relation are controlled synchronously. This provides three-dimensional display with the plane division manner combined with the time division manner, achieving higher definition three-dimensional display.

(57) 要約: 従来に比べて高精細な立体表示を容易に実現することができるようにする。2次元表示部1の縦方向Yの軸に対して、各シリンジカルレンズ2Aの長手方向が平行となるようにレンチキュラーレンズ2を配置する。また、同時刻に複数の視野角に対応する複数の光線を面分割で空間中に放射し、かつ、各シリンジカルレンズ2Aと2次元表示部1の各画素との相対的な位置関係を周期的に変化させ、各シリンジカルレンズ2Aによる任意の画素からの表示画像光の放射方向を周期的に変位させる。3次元映像の1フレーム分に対応する画像を、2次元表示部1の各画素ごとに時分割で表示すると共に、2次元表示部1における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置関係を变化させるタイミングとを同期制御する。これにより、面分割方式と時分割方式とを組み合わせた立体表示がなされ、従来に比べて高精細な立体表示を実現する。

元映像の1フレーム分に対応する画像を、2次元表示部1の各画素ごとに時分割で表示すると共に、2次元表示部1における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置関係を变化させるタイミングとを同期制御する。これにより、面分割方式と時分割方式とを組み合わせた立体表示がなされ、従来に比べて高精細な立体表示を実現する。

WO 2009/157379 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 空間像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の視野角に対応する複数の光線を空間中に多数放射することで3次元的な空間像を形成する装置、特に、少なくとも2次元表示装置とレンチキュラーレンズとを備えた空間像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、観察者の両眼に視差のある画像を見せることで立体視を実現する2眼式の立体表示装置が知られている。一方、人間が持つ立体知覚機能には、両眼視差、輻輳、生理的調整および運動視差の4つが知られているが、2眼式では両眼視差を満足するものの、その他の知覚機能との間に認識の不一致や矛盾が生じることが多い。こういった不一致や矛盾は実世界ではありえないため、脳が混乱し疲労を引き起こすと言われている。

[0003] そこで、より自然な立体視を実現する方法として空間像方式の開発が進められている。空間像方式では、放射方向の異なる複数の光線を空間中に放射することで、複数の視野角に対応した空間像を形成する。空間像方式では、人間が持つ立体知覚機能のうち、両眼視差、輻輳および運動視差を満足させることができる。特に、極めて細かく細分化された視野角に対してそれぞれ適した画像を空間中に表示させることができれば、人間の焦点調整機能である生理的調整も含めたすべての立体知覚機能を満足させることができ、自然な立体像を感じさせることができる。空間像を形成する方法としては、複数の視野角に対応した画像を高速に時分割で切り替えて表示するような、「時分割方式」での表示方法が知られている。時分割方式を実現するものとしては、例えばMEMS（Micro ElectroMechanical System）技術を利用して作成されたマイクロ偏向ミラーアレイを用いたものが知られている。これは、時分割された画像光をマイクロ偏向ミラーアレイによって画像の切り替えタイミングに同期して偏向させるものである。

[0004] 空間像方式としてはまた、液晶ディスプレイなどの２次元表示装置とレンチキュラーレンズとを組み合わせた方式が知られている（非特許文献１，２および特許文献１，２参照）。この方式では、２次元表示装置の１つの表示面内に複数の視野角に対応する画像を同時に詰め込んで一度に表示すると共に、その複数の視野角に対応する画像を、レンチキュラーレンズを介して適切な方向に偏向して放射することで複数の視野角に対応した空間像を形成する。これは、上述の時分割方式とは異なり、１つの表示面内で複数の視野角に対応する画像を分割して同時に表示しているので、「面分割方式」と呼ばれる。

[0005] ここで、レンチキュラーレンズとは、例えば複数のシリンドリカルレンズ（円筒レンズ）を互いの円筒軸（中心軸）が略平行となるように並列配置して全体としてシート状（板状）に構成されたものである。上述の面分割方式では、レンチキュラーレンズを構成するシリンドリカルレンズの焦点面を２次元表示装置の表示面に一致するように配置する。２次元表示装置とレンチキュラーレンズとの最も単純な組み合わせ方としては、シリンドリカルレンズの円筒軸と２次元表示装置の縦方向とを平行に設定する方法がある。この方法の場合、２次元表示装置の表示面は通常、水平方向（横方向）および垂直方向（縦方向）に配置された多数の画素で構成されているので、水平方向に配置された所定数の複数の画素に１つのシリンドリカルレンズを対応させて「３次元画素」が構成される。「３次元画素」とは、空間像を表示するための画素の１つの単位であり、２次元表示装置の所定数の複数の画素からなる画素群が１つの「３次元画素」として設定される。シリンドリカルレンズの円筒軸から各画素までの水平距離で、その画素から出射される光のシリンドリカルレンズ通過後の水平進行方向（偏向角）が決まるので、３次元画素として用いた水平画素数と同じだけの水平表示方向が得られる。この構成方法では、水平表示方向を多くすると、３次元表示の水平方向の解像度が極端に低下するとともに、３次元表示の水平・垂直の解像度にアンバランスが生じるという問題点が指摘されている。特許文献１には、この問題点を解決す

るために、シリンドリカルレンズの円筒軸を2次元表示装置の縦方向に対して傾斜して配置する方法が提案されている。

[0006] 図13(A)は、特許文献1で提案されている表示方式の一例を示している。図13(A)において、2次元表示装置101は、R、G、Bの3色の画素102を複数有している。画素102は、水平方向には同一色のものが配列され、垂直方向にはR、G、Bの3色が周期的に現れるように配列されている。レンチキュラーレンズ103は、複数のシリンドリカルレンズ104を有している。レンチキュラーレンズ103は、画素102の垂直配列方向に対して傾けて配置されている。この表示方式では、水平方向にM個、垂直方向にN個、計M×N個の画素102で1つの3次元画素を構成し、M×N個の水平表示方向を実現する。このとき、レンチキュラーレンズ103の傾き角を θ とすると、

$\theta = \tan^{-1}(p_x / N p_y)$ とすることで、3次元画素内のすべての画素102について、シリンドリカルレンズ104の円筒軸に対する水平距離を異なる値に設定することができる。ここで、 p_x は各色の画素102の水平方向のピッチであり、 p_y は各色の画素102の垂直方向のピッチである。

[0007] 図13(A)の例では、 $N=2$ 、 $M=7/2$ として、7個の画素102を用いて1つの3次元画素を構成し、7個の水平表示方向を実現している。図13(A)において画素102に付している1～7の番号はその7個の水平表示方向に対応することを示している。このようにレンチキュラーレンズ103を傾けて用いることで、水平方向の画素102のみでなく、垂直方向の画素102をも用いて、1つの3次元画素を構成することができ、3次元表示の水平方向の解像度の低下を抑え、水平・垂直方向の解像度のバランスを向上できることが提案されている。

[0008] しかしながら、図13(A)に示した表示方式では、1つの3次元画素につき、1つの水平表示方向には1つの色の画素102しか対応させていない。このため、1つの3次元画素内では1つの水平表示方向にR、G、Bの3原色を同時に表示できない。そのため、3つの3次元画素を組み合わせるこ

とで、1つの水平表示方向につきR、G、Bの3原色を表示している。図13(B)では、7個の水平表示方向のうち4番目の水平表示方向についての表示色を3次元画素ごとに示している。図13(B)に示すように、斜め方向に3つの3次元画素を組み合わせることで1つの水平表示方向にR、G、Bの3原色を同時に表示し、フルカラー表示を実現している。この表示方式では、水平表示方向によって3次元画素の表示色が変化するため、3次元像に色むらが生じるという問題点が指摘されている。さらに、各色の画素102の画素構造に依存して水平表示方向に対して最大強度が変化するため、網膜像に水平方向の強度むらが生じる問題もある。特許文献2には、画素102の配列やレンチキュラーレンズ103の傾き角 θ を工夫することで、上述の特許文献1に記載の表示方式による問題点を改善する方法が提案されている。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：平山雄三，「平置き型立体ディスプレイシステム」，光学，第35巻，2006年，p. 416－422

非特許文献2：Y. Takaki，「Density directional display for generating natural three-dimensional images」，Proc. IEEE，2006年，第94巻，p. 654－663

特許文献

[0010] 特許文献1：米国特許第6,064,424号明細書

特許文献2：特開平2005-309374号公報

発明の概要

[0011] しかしながら、従来の時分割方式を用いる空間像表示装置では、コストや製造適性の点で、大面積の表示装置を実現することが難しいという問題がある。また、例えばマイクロ偏向ミラーアレイを用いた場合、すべてのマイクロミラーを精度良く同期させて偏向させるためには、個々のマイクロミラー

を非常に高い精度でそれぞれ独立して制御する必要があり、制御が難しいという問題がある。

[0012] また、従来の面分割方式を用いる空間像表示装置では、2次元表示装置の表示面内に3次元情報（多数の視野角に対応する画像）を同時に詰め込んでいることを特徴としている。2次元表示装置の限られた画素数に対して3次元情報を詰め込むのであるから、表示される3次元画像（空間像）の精細度は、必ず、2次元表示装置が表示し得る2次元画像の精細度より劣ることになる。しかも、空間像の鑑賞可能な領域を増やそうと思えば思うだけ、また、鑑賞者の動きに対して自然で滑らかな空間像を表示しようと思えば思うだけ、その精細度は2次元表示装置の精細度に比較して極端に劣化してしまうといった問題がある。これを回避するために、3次元情報を一度に全部2次元表示装置に詰め込むのではなく、人間の眼の持つ積分効果を利用して、少しずつ違った3次元情報を入れ込んだ2次元表示装置の画像を高速に切り替えながら時分割で表示するという方法が考えられる。これは時分割方式と面分割方式とを組み合わせた表示方法と言えるが、それを現実的に実現する具体的な手法はまだ開発されていない。

[0013] また、シリンドリカルレンズの円筒軸を2次元表示装置の縦方向に対して傾斜して配置する方法の場合、縦方向に対して平行に配置した場合に比べてシリンドリカルレンズの大きさに対する画素の見掛けの大きさが大きくなる。この場合、シリンドリカルレンズを介して1つの画素から放射される光線の発散角が大きくなる。一方、多数の光線を空間に放射して空間像を表示する場合、ボケの少ない空間像を表示するためには一本一本の光線が細く発散角の少ない光線である必要がある。このため、シリンドリカルレンズを傾斜して配置する方法の場合、表示される空間像がボケるという問題がある。

[0014] 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、従来に比べて高精細な立体表示を容易に実現することができるようにした空間像表示装置を提供することにある。

[0015] 本発明の空間像表示装置は、 p 色（ p は1以上の整数）の画素を複数有し

、各画素が、縦方向および横方向の格子目上に２次元配列されることにより平面状の表示面が形成され、かつ、縦方向には同一色の画素が複数配列され、横方向には一定周期ごとに同じ色が現れるように p 色の画素が周期的に複数配列された２次元表示部と、複数のシリンドリカルレンズが並列配置されて全体として板状に構成され、２次元表示部の表示面に対して全体として対向配置されると共に、シリンドリカルレンズによって２次元表示部の各画素からの表示画像光を偏向して空間中に放射するレンチキュラーレンズと、レンチキュラーレンズまたは２次元表示部の少なくとも一方を表示面に平行（略平行）な面内で往復移動させることで、各シリンドリカルレンズと２次元表示部の各画素との相対的な位置関係を周期的に変化させ、各シリンドリカルレンズによる任意の画素からの表示画像光の放射方向を周期的に変位させる変位手段と、３次元映像の１フレーム分に対応する画像を２次元表示部に時分割で表示させる制御を行うと共に、２次元表示部における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置関係を変化させるタイミングとを同期させる制御を行う制御手段とを備え、レンチキュラーレンズが、各シリンドリカルレンズの長手方向、または、互いに隣り合う各シリンドリカルレンズ間の境界線の方法が２次元表示部の縦方向の軸に対して平行（略平行）となるように配置されているものである。

[0016] なお、本発明の空間像表示装置において、構成要素が「直交」または「平行」となる部分に関しては、厳密に「直交」または「平行」でなくても、目標とする適切な表示品質が満たされる範囲内で概ね「直交」または「平行」であればよい。例えば製造誤差程度の角度ずれがあっても構わない。

また、本発明の空間像表示装置において、「シリンドリカルレンズ」とは、必ずしも完全な円筒状のレンズである必要はなく、略円筒状のレンズであれば良い。例えば、屈折力を有する方向の断面が必ずしも完全に円形（円弧）である場合に限らず、非円形なものであっても良い。例えばレンズの収差を考慮して円形から故意に形状を変形させた非円形であっても良い。さらに、屈折率に分布を施すことによってレンズ効果をもたせた例えばGRIN (GRaded

-Index) レンズのようなものであっても良い。

[0017] 本発明の空間像表示装置では、 p 色の画素を複数有する2次元表示部に対して、レンチキュラーレンズとを適切に組み合わせたことで、同時刻に、複数の視野角に対応する複数の光線が面分割で空間中に放射される。特に、各シリンドリカルレンズの長手方向、または、互いに隣り合う各シリンドリカルレンズ間の境界線方向が2次元表示部の縦方向の軸に対して平行となるようにレンチキュラーレンズが配置されていることで、シリンドリカルレンズを傾斜して配置した場合に比べて、シリンドリカルレンズを介して1つの画素から放射される光線の発散角が小さくなる。これにより、ボケの少ない空間像が表示される。また、本発明の空間像表示装置では、各シリンドリカルレンズと2次元表示部の各画素との相対的な位置関係が周期的に変化することで、各シリンドリカルレンズによる任意の画素からの表示画像光の放射方向が周期的に変位する。そして、3次元映像の1フレーム分に対応する画像が、2次元表示部の各画素ごとに時分割で表示されると共に、2次元表示部における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置を変位させるタイミングとが同期制御される。すなわち、本発明の空間像表示装置では、面分割方式と時分割方式とを組み合わせた立体表示がなされる。これにより、従来に比べて高精細な立体表示が実現される。

[0018] 本発明の空間像表示装置において、変位手段が、レンチキュラーレンズまたは2次元表示部を2次元表示部の横方向と平行（略平行）な方向に往復移動させるようになされていることが好ましい。また、制御手段は、2次元表示部の横方向の各色についての画素ピッチを p_x 、レンチキュラーレンズと2次元表示部との相対的な基準位置を x_0 として、各シリンドリカルレンズと2次元表示部の各画素との相対的な位置 x_i を、次の関係式（1）に従って変位させると共に、2次元表示部における時分割表示のタイミングを、関係式（1）に従って変位するタイミングに同期させる制御を行うことが好ましい。なお、この関係式は厳密に満たしていなくても、目標とする適切な表示品質が満たされる範囲内で概ね満たしていればよい。

$$x_i = a_0 \cdot i + x_0$$

ただし、

$$i = 0, \dots, (m \cdot p - 1) \quad m \text{ は } 1 \text{ 以上の整数}$$

$$a_0 = p \cdot x / m$$

..... (1)

[0019] このような所定の関係式を満足するように適切な制御を行うことで、空間像の明るさの強度むらと色むらとが抑制され、より良好な空間像表示が行える。

[0020] 本発明の空間像表示装置によれば、2次元表示部の画素配列の縦方向の軸に対して各シリンドリカルレンズの長手方向、または、互いに隣り合う各シリンドリカルレンズ間の境界線方向が平行となるようにレンチキュラーレンズを配置して面分割で複数の視野角に対応する複数の光線を空間中に放射するようにしたので、シリンドリカルレンズを傾斜して配置した場合に比べて、1つの画素から放射される光線の発散角を小さくでき、ボケの少ない空間像を表示することができる。また、本発明の空間像表示装置によれば、レンチキュラーレンズの各シリンドリカルレンズと2次元表示部の各画素との相対的な位置関係を周期的に変化させ、各シリンドリカルレンズによる任意の画素からの表示画像光の放射方向を周期的に変位させることで、3次元映像の1フレーム分に対応する画像を、2次元表示部の各画素ごとに時分割で表示させるようにしたので、面分割方式と時分割方式とを組み合わせた立体表示を実現できる。この場合において、レンチキュラーレンズまたは2次元表示部を全体的に移動させることで時分割表示を実現するようにしたので、例えばマイクロ偏向ミラーアレイの個々のマイクロミラーを時分割で独立に同期制御するような場合に比べて、同期制御も容易となる。これにより、従来に比べて高精細な立体表示を容易に実現することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施の形態に係る空間像表示装置の概略構成を、1つの3次元画素から放射される光線の状態と共に示した外観図である。

[図2] 図1に示した光線を上方から見た状態を示す説明図である。

[図3] 本発明の一実施の形態に係る空間像表示装置の全体構成を示すブロック図である。

[図4] 映像信号の作成方法の一例を説明するための模式図である。

[図5] 本発明の一実施の形態に係る空間像表示装置における2次元表示部の画素の構成列とレンチキュラーレンズの配置例とを示す説明図である。

[図6] 2次元表示部とレンチキュラーレンズとの相対移動の第1の動作例を、赤色の画素に着目して3次元の1フレーム期間内で時分割で示した説明図である。

[図7] 図6におけるタイミングT6での表示状態をより詳しく示した説明図である。

[図8] 2次元表示部とレンチキュラーレンズとの相対移動の第2の動作例を、赤色の画素に着目して3次元の1フレーム期間内で時分割で示した説明図である。

[図9] 2次元表示部とレンチキュラーレンズとの相対変位量とその相対移動のタイミングとを示すものであり、(A)は第1の動作例、(B)は第2の動作例、(C)は第3の動作例に対応する説明図である。

[図10] 任意の発光点(画素)からの光線の偏向角について説明するための鳥瞰図(A)および側方断面図(B)である。

[図11] 本発明の一実施の形態に係る空間像表示装置によって色むらが抑制されることを示す説明図である。

[図12] シリンドリカルレンズの配置方向の違いによる放射光線の光強度の違いを示すものであり、(A)はシリンドリカルレンズの円筒軸が縦方向である場合、(B)は円筒軸が斜め方向である場合の光強度を示す説明図である。

[図13] (A)は2次元表示装置とレンチキュラーレンズとを組み合わせた従来の立体表示装置の一例を示す平面図、(B)はある1つの表示方向に表示される画素の状態を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0023] 図1は、本発明の一実施の形態に係る空間像表示装置の外観の概略構成を示している。図1にはまた、ある画素（3次元画素11）から放射される光線の状態を示している。図2は、その光線を上方から見た状態を示している。図3は、本実施の形態に係る空間像表示装置の構成を回路要素も含めて全体的に示したものである。

[0024] 本実施の形態に係る空間像表示装置は、2次元表示装置とレンチキュラーレンズ2とを備えている。2次元表示装置は、例えば液晶表示パネル等の表示デバイスからなる2次元表示部1を有している。レンチキュラーレンズ2は、複数のシリンドリカルレンズ2Aが互いの円筒軸が略平行となるように並列配置されて全体として板状に構成されている。レンチキュラーレンズ2は、2次元表示部1の表示面1Aに対して全体として略平行となるように対向配置されている。また、各シリンドリカルレンズ2Aの焦点面が2次元表示部1の表示面1Aに一致するように対向配置されている。また、レンチキュラーレンズ2は、シリンドリカルレンズ2Aの円筒軸が2次元表示部1の縦方向（Y方向）に対して平行となるようにして配置されている。レンチキュラーレンズ2は、2次元表示部1からの表示画像光を各画素ごとに偏向して放射するようになっている。

[0025] 2次元表示部1は、p種類（p色（pは1以上の整数））の画素10を複数有し、各画素10が、互いに略直交する縦方向（Y方向）および横方向（X方向）の格子目上に2次元配列されることにより平面状の表示面1Aが形成されている。2次元表示部1はまた、縦方向には同一色の画素10が複数配列され、横方向には一定周期ごとに同じ色が現れるようにp色の画素10が周期的に複数配列されている。このような2次元表示部1としては、例えば液晶表示デバイスを用いることができる。液晶表示デバイスは、一対のガラス基板間に、各画素10に形成された画素電極が挟まれた構造（図示せず）となっている。また、これら一対のガラス基板間には、さらに液晶層など

(図示せず)が設けられている。その他、2次元表示部1を有する2次元表示装置としては、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、プロジェクションディスプレイ等のディスプレイでストライプタイプのものが適している。また、本実施の形態では、2次元表示部1での映像表示のフレームレートは通常の30Hzや60Hzよりも早いフレームレートで使うことが好ましいので、ハイフレームレートでも表示できるディスプレイが望ましい。

[0026] 図5は、2次元表示部1の画素10の構成列とレンチキュラーレンズ2の配置例とをより具体的に示している。2次元表示部1とレンチキュラーレンズ2は、2次元表示部1の同一色の画素10で構成されている縦列の方向(Y方向)とレンチキュラーレンズ2の円筒軸Y1とが平行となるように配置されている。

[0027] 図5の例では、2次元表示部1の画素10が、R(赤)、G(緑)、B(青)の3種類($p=3$)の画素10R、10G、10Bで構成されている。図5において、 p_x は2次元表示部1の横方向(X方向)の各色についての画素ピッチを示し、 p_y は縦方向(Y方向)の各色についての画素ピッチを示している。本実施の形態において、「3次元画素」とは、空間像を表示するための画素の1つの単位であり、2次元表示部1の所定数の複数の画素からなる画素群が1つの「3次元画素」として設定される。より具体的には、縦方向に1個の画素と横方向に $p \times M$ 個の画素10とからなる計 $p \times M$ 個(M は1以上の整数)の画素群が「3次元画素」として設定される。「3次元画素」は空間像を表示するときに像を構成する概ね最小の画素になる。本実施の形態において、1つの3次元画素11から同時刻に放射される放射方向のそれぞれ異なる光線数 ν_0 は、

$$\nu_0 = M \cdot p$$

を満足する。図5の例では、横方向に $M=2$ が設定されている。本実施の形態においては、レンチキュラーレンズ2のピッチが3次元画素11のX方向の長さと同じことが好ましい。すなわち、レンチキュラーレンズ2における各シリンドリカルレンズ2AのX方向のピッチ p_r が、

$$pr = p \cdot px \cdot M$$

を満足する値となっていることが好ましい。なお、この関係式は厳密に満たしていなくても、目標とする適切な表示品質が満たされる範囲内で概ね満たしていればよい。

[0028] 本実施の形態において、レンチキュラーレンズ 2 はそれぞれ相等しいシリンドリカルレンズ 2 A が所定の間隔で並行に並んだ構成をしている。また、本実施の形態において、各々のシリンドリカルレンズ 2 A の焦点位置は、2 次元表示部 1 の表示面 1 A に概ね一致するようにレンチキュラーレンズ 2 を配置するのが望ましい。しかし、故意に焦点面から前後にずらして配置することも可能である。そのずれ量の詳細は省略するが、例えば空間像表示装置の方式として、大きくは、光線再生方式にするか、または、多眼方式にするかによる。ここで、表示面 1 A というのは、液晶ディスプレイであれば液晶の色フィルタが配置されている面、また有機 EL ディスプレイやプラズマディスプレイであれば発光面、そしてプロジェクションディスプレイであればスクリーン面を指す。

[0029] 本実施の形態において、シリンドリカルレンズ 2 A は、円筒軸 Y 1 を有する円筒状のレンズとして説明するが、必ずしも完全な円筒状のレンズである必要はなく、略円筒状のレンズであっても良い。すなわち、本実施の形態において、シリンドリカルレンズ 2 A としては、その形状が、カマボコ形状をしており、その円の一部の形状をした部分は概ね円形（円弧）である。ただ、例えばレンズの収差を考慮して、屈折力を有する方向の断面が円形から故意に形状をずらした非円形であっても良い。さらに、屈折率に分布を施すことによってレンズ効果をもたせた例えば GRIN (GRaded-INDEX) レンズのようなものであっても良い。また、通常のレンチキュラーレンズ 2 は、カマボコ状でカマボコの板の面は平面である。しかし、レンチキュラーレンズ 2 をディスプレイの表示面 1 A に近接して配置できるような場合には、カマボコの板の面も平面ではなく概ね円形にすることも可能である。その様な場合としては、例えば、プロジェクションディスプレイの場合などは表示面 1 A はスク

リーンで、通常はスクリーン面はむき出しの場合が多いので、レンチキュラーレンズ 2 を表示面 1 A に近接して配置することが可能である。いずれの場合においても、レンチキュラーレンズ 2 を、各シリンドリカルレンズ 2 A の長手方向、または、互いに隣り合うシリンドリカルレンズ間の境界線の方が、2 次元表示部 1 の縦方向 Y の軸に対して平行となるように配置すれば良い。ここでいう「長手方向」または「境界線の方」は、シリンドリカルレンズ 2 A を完全な円筒状のレンズとした場合には、シリンドリカルレンズ 2 A の円筒軸（長手方向の中心軸）Y 1 と同じ方向となる。

[0030] また、本実施の形態において、像の観察者が、空間像表示装置による空間像を観察するときは、観察者の両眼を結ぶ線の方が 2 次元表示部 1 の縦方向 Y と概ね垂直な方向になるような姿勢で見るのが望ましい。ただ、この姿勢は、寝転んで見ない限り通常一般的なテレビ等のディスプレイの観察姿勢であり、観察者に特別な姿勢を要求するものではない。

[0031] 本実施の形態に係る空間像表示装置は、レンチキュラーレンズ 2 または 2 次元表示部 1 の少なくとも一方を表示面 1 A に略平行な面内で往復移動させることで、各シリンドリカルレンズ 2 A と 2 次元表示部 1 の各画素 10 との相対的な位置関係を周期的に変化させ、各シリンドリカルレンズ 2 A による任意の画素 10 からの表示画像光の放射方向を周期的に変位させる変位手段を備えている。また、3 次元映像の 1 フレーム分に対応する画像を 2 次元表示部 1 の各画素 10 ごとに時分割で表示させる制御を行うと共に、2 次元表示部 1 における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置を変位させるタイミングとを同期させる制御を行う制御手段を備えている。

[0032] 図 3 には、その制御を行うための回路要素を示している。図 3 に示したように、この空間像表示装置は、2 次元表示部 1 内の各画素 10 へ映像信号に基づく駆動電圧を供給する X ドライバ（データドライバ）33 と、2 次元表示部 1 内の各画素 10 を図示しない走査線に沿って線順次駆動する Y ドライバ（ゲートドライバ）34 と、これら X ドライバ 33 および Y ドライバ 34 を制御するタイミング制御部（タイミング・ジェネレータ）31 と、外部か

らの映像信号を処理して時分割映像信号を生成する映像信号処理部 30（シグナル・ジェネレータ）と、この映像信号処理部 30 からの時分割映像信号を記憶するフレームメモリである映像メモリ 32 とを備えている。

[0033] 映像信号処理部 30 は、外部から供給される映像信号に基づいて、1 つの被写体に対する複数の視野角（偏向角）に応じて時分割で切り替えられる時分割映像信号を生成し、映像メモリ 32 へ供給するものである。また、この映像信号処理部 30 は、時分割映像信号の切り替えのタイミングに同期して X ドライバ 33、Y ドライバ 34 および圧電素子制御部 35 が動作するように、所定の制御信号をタイミング制御へ供給するようになっている。なお、このような時分割映像信号は、例えば図 4 に示したように、表示対象とする撮像対象物 4 を様々な角度（視野角に対応）から撮像することによって予め作成しておくようにしてもよい。

[0034] この空間像表示装置はまた、上記「変位手段」の一具体例に対応する圧電素子 21 を備えている。なお、図 3 の例では、圧電素子 21 をレンチキュラーレンズ 2 に設けているが、この空間像表示装置では、レンチキュラーレンズ 2 と 2 次元表示部 1 との相対位置を変位させるように、相対的に移動させれば良いため、2 次元表示部 1 に圧電素子 21 を設けるようにしても良い。またはレンチキュラーレンズ 2 と 2 次元表示部 1 との双方に設けるようにしても良い。

[0035] この空間像表示装置はまた、圧電素子 21 による相対位置変位動作の制御を行うための圧電素子制御部 35 を備えている。この圧電素子制御部 35 は、タイミング制御部 31 によるタイミング制御に従って、相対位置変位動作の制御信号 S1 を圧電素子 21 へ供給するようになっている。

ここで、タイミング制御部 31 および圧電素子制御部 35 が、上記「制御手段」の一具体例に対応する。

[0036] 圧電素子 21 は、例えばレンチキュラーレンズ 2 の側面に配設されており、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電材料を含んで構成される。この圧電素子 21 は、制御信号 S1 に従って、2 次元表示部 1 とレンチ

キュラーレンズ 2 との間の相対位置が、 $X-Y$ 平面内の X 軸方向に沿って往復運動をするように変位させるものである。なお、圧電素子 21 によるこのような相対位置変位動作の詳細については、後述する。

[0037] 次に、以上のように構成された空間像表示装置の動作を説明する。

[0038] この空間像表示装置では、図 3 に示したように、映像信号処理部 30 から供給される時分割映像信号に基づき、 X ドライバ 33 および Y ドライバ 34 から画素電極への駆動電圧（画素印加電圧）が供給される。具体的には、2 次元表示部 1 が例えば液晶表示デバイスである場合、 Y ドライバ 34 から 2 次元表示部 1 内の 1 水平ライン分の TFT 素子のゲートへ画素ゲートパルスが印加され、それと共に X ドライバ 33 からその 1 水平ライン分の画素電極へ、時分割映像信号に基づく画素印加電圧が印加される。これにより、バックライトが図示しない液晶層で変調され、表示画像光が 2 次元表示部 1 内の各画素 10 から発散されるため、その結果、時分割映像信号に基づく 2 次元表示画像が画素 10 単位で生成される。

[0039] また、2 次元表示部 1 から放射された表示画像光は、レンチキュラーレンズ 2 で概ね平行光束に変換されて射出される。この際、圧電素子制御部 35 から供給される制御信号 S_1 に基づき、圧電素子 21 は、時分割映像信号の切り替えに応じて 2 次元表示部 1 とレンチキュラーレンズ 2 との間の相対位置を $X-Y$ 平面内で変位させる。例えばレンチキュラーレンズ 2 が X 軸方向に沿って往復運動をするように変位させる。すると、時分割映像信号が切り替えられる度に、各々の持つ視野角に対応してそれらの相対位置関係がずれることになる。したがって、表示画像光が両眼視差および輻輳角に関する情報を含むものとなり、これにより観察者が見る角度（視野角）に応じて適切な表示画像光の平行光束が射出されるため、観察者が見る角度に応じた所望の立体映像の表示がなされる。

[0040] この空間像表示装置では、1 つの被写体に対し、複数の視野角に応じた映像信号（時分割映像信号）が時分割で切り替えられるため、従来の単純な面分割方式のように 1 枚の 2 次元映像の中に複数の視野角（偏向角）に対応し

た映像を含ませる必要がなくなり、２次元表示の場合と比べた画質の劣化（精細度の低下）が最小限に抑えられる。また、従来のようなMEMS技術等を用いずに製造することが可能であるため、簡易に得ることができる。さらに、全体としては平面形状の表示装置とすることができるため、コンパクト（薄型）な構成となる。

[0041] 以上のように本実施の形態では、２次元表示部１とレンチキュラーレンズ２との相対位置を変位動作させながら、その変位動作に同期した時分割の画像を２次元表示部１から、レンチキュラーレンズ２を介して投影し、空間像を表示することを１つの特徴としている。

[0042] 図６には、その２次元表示部１から時分割の画像を投影（表示）する目安となるタイミングを示してある。２次元表示部１から投影されるタイミングは、２次元表示部１とレンチキュラーレンズ２の相対位置に対して設定される。相対位置であるから、実際に移動するのは、レンチキュラーレンズ２であってもよいし、２次元表示部１の表示面１Ａであってもよい。図６の例では、固定されたレンチキュラーレンズ２に対し２次元表示部１の表示面１Ａが横方向（Ｘ方向に）に略平行移動したときの例を示してある。また、図６の例では、２次元表示部１の画素１０が、３原色（Ｒ，Ｇ，Ｂ）、３種類の画素１０Ｒ，１０Ｇ，１０Ｂで構成されている（ $p=3$ ）。また、縦方向に１個、横方向に $p \times M = 3 \times 2$ 個、合計６個の画素群で３次元画素１１が構成されている。

[0043] まず、図６のＴ１に示すように、２次元表示部１の位置 x_0 が、２次元表示部１から画像を投影する１つのタイミングであったとする。

すると、本実施の形態によれば、上述の関係式（Ａ）において $n \cdot N$ が p の整数倍であるときは、２次元表示部１から画像が投影される他の位置のタイミングは次式（１）に基づいて決定される。なお、この関係式は厳密に満たしていなくても、目標とする適切な表示品質が満たされる範囲内で概ね満たしていればよい。

$$x_i = a_0 \cdot i + x_0$$

ただし、

$$i = 0, \dots, (mp - 1) \quad m \text{ は } 1 \text{ 以上の整数}$$

$$a_0 = px/m$$

$$\dots (1)$$

[0044] 本実施の形態において、制御手段は、レンチキュラーレンズ 2 と 2 次元表示部 1 との相対的な基準位置を x_0 として、各シリンドリカルレンズ 2 A と 2 次元表示部 1 の各画素 10 との相対的な位置 x_i を概ね上記関係式 (1) に従って変位させると共に、2 次元表示部 1 における時分割表示のタイミングを、関係式 (1) に従って変位するタイミングに同期させる制御を行う。

[0045] 図 6 には、上記関係式 (1) のときを例に、 x_0 の相対位置も含め、2 次元表示部 1 から画像が投影される他の位置のタイミング、すなわち、式 (1) を式 (1) の i に関してわかりやすく表形式でまとめたものであり、それぞれの i での 2 次元表示部 1 の位置を、レンチキュラーレンズ 2 の位置を固定しレンチキュラーレンズ 2 の位置を基準として図示してある。図 6 の例は、 $p = 3$, $m = 2$, $M = 2$ のときの例である。 $m = 2$ であるから、 $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ となり、その結果、3 行 2 列の表となっている。

[0046] 図 6 において、 $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$ は、画像が投影されるタイミング（時刻）を示す。すなわち、図 6 の図中に振ってあるタイミング $T_1 \rightarrow T_2, \dots \rightarrow T_6$ の順番にレンチキュラーレンズ 2 をスキャン（相対位置を変位）させている。この例では、1 周期 $T_1 \sim T_6$ を繰り返して 3 次元映像表示の 1 フレーム期間に相当するスキャンを行っている。このとき、1 つの任意の「3 次元画素」11 に含まれる「R 画素 10 R」に注目し、画素 10 とレンチキュラーレンズ 2 の中心軸 Y_1 との距離を X_s 軸上にスキャンごとにその履歴を保存しながら棒線マークをプロットした図も図 6 に付加してある。すべての場合をスキャンすると最終的には T_6 のようになる。図 7 に、図 6 の最終タイミング T_6 での状態を改めて拡大して示す。

[0047] 図 7 を見てわかるように、本実施の形態による条件式 (1) によれば、任意の「3 次元画素」11 のいま注目している画素 10（ここでは R 画素 10

R) のレンチキュラーレンズ 2 の中心軸 Y 1 からの距離関係は、X s 軸上の幅 x w の中に等間隔 ($\Delta x w$) に、

(M · m · p) 本並ぶことがわかる。

[0048] このレンチキュラーレンズ 2 の中心軸 Y 1 からの距離関係が、X s 軸上に等間隔に並ぶことのメリットについて説明する。その前に、理解を助けるために、レンチキュラーレンズ 2 と 2 次元表示部 1 の表示面 1 A 上の 1 つの発光点 P 1 との相対位置と、発光点 P 1 から投影される光線の偏向方向との関係について説明をする。

[0049] 図 1 O (A), (B) に示したように、発光点 P 1 をレンチキュラーレンズ 2 (のシリンドリカルレンズ 2 A) の焦点距離の位置 (有効焦点距離: f) に配置すると、発光点 P 1 から放射された光はレンチキュラーレンズ 2 の中心線 Y 1 (シリンドリカルレンズ 2 A の円筒軸) と垂直な方向には概ね、平行な帯状の光束が偏向角 ϕ の方向に放射される。今、レンチキュラーレンズ 2 の中心軸線を発光点 P 1 がある Y' - X s 面 (すなわち、2 次元表示部 1 の表示面 1 A) 上へ、その投影線を投影したとき、発光点 P 1 から投影線 Y' までの距離を x s とすると、偏向角 ϕ のタンジェントは、概ね、次式 (2) で表される。

$$\tan \phi = x s / f \quad \cdots \cdots (2)$$

[0050] この式 (2) を見ると、偏向角 ϕ のタンジェントは、発光点 P 1 から中心線 Y 1 を発光点面上に投影した線 Y' までの距離 x s に比例していることがわかる。図 7 には、この x s をわかりやすく図示している。本実施の形態では、2 次元表示部 1 の各画素 1 O が X, Y 方向に格子状に並んでおり、レンチキュラーレンズ 2 の中心軸 Y 1 はその Y 軸に対して平行に配置される。そして、X s 軸は、図 7 に示すようにレンチキュラーレンズ 2 の中心軸 Y 1 (の投影線 Y') に対して垂直な方向に配置され、原点 O はレンチキュラーレンズ 2 の中心線と x s が交わる点に配置されている。こうすると、各画素 1 O からレンチキュラーレンズ 2 の中心線 Y 1 までの距離 x s は、各画素から X s 軸に下ろした垂線と X s 軸上の原点 O までの距離となることがわかる。そして、この

x_s の値は偏向角 ϕ のタンジェントに比例した値となる。

[0051] レンチキュラーレンズ2の中心軸 Y_1 からの距離関係が、 X_s 軸上に等間隔に並べば、式(2)を見てわかるように、偏向角 ϕ のタンジェントは x_s に比例するので、偏向角 ϕ のタンジェントも上記スキンの結果、等間隔に並ぶことがわかる。すなわち、本実施の形態の定めるタイミングで2次元表示部1から画像を投影すれば、任意の2次元表示部1上に構成される任意の「3次元画素」の、ある種類の画素10（ここではR画素10R）から投影される光線の偏向角 ϕ のタンジェントが等間隔に、

($M \cdot m \cdot p$)本だけ並ぶことがわかる。これは、1つの3次元画素11から3次元映像表示の1フレーム期間に放射される放射方向のそれぞれ異なる光線数 ν 、または3次元映像表示の1フレーム期間に1つの3次元画素により生成される視点数 ν に対応する。

[0052] その様子を図1、図2に図示してある。図1、図2には、空間像表示装置の任意の3次元画素11のある種類の画素10（例えばR画素10R）から放射される光線の様子を示している。空間像は、空間像表示装置から任意の距離 L の場所（ $X' - Y'$ 面上）で鑑賞するとし、鑑賞者は距離 L を保ったまま自由に画面と平行に移動できるものとする（今は説明をしやすいするために、鑑賞者は便宜上距離 L を保ったまま左右のみ移動可能としているが、距離 L は任意であるので、この説明のあとは、もちろん、鑑賞者は前後左右に移動して鑑賞することが可能である）。レンチキュラーレンズ2の中心線 Y_1 と2次元表示部1の表示面1Aとに垂直な線（Z軸）を考え、2次元表示部1の表示面1Aと交差する点と鑑賞者が移動する線との交差する点をそれぞれO、O'とする。本実施の形態による相対位置タイミングで「3次元画素」11のある種類の画素10（例えば、R画素10R）を発光させると、今、レンチキュラーレンズ2を止めて考えると、図2に示すように、発光点がX軸に等間隔に並ぶ、すると上述の式(2)より偏向角 ϕ のタンジェントが等間隔に並ぶ。そしてまた、Oから x_s の位置での発光点P1から放射された光線は鑑賞者の L だけ離れた X' 軸上のO'から x' だけ離れた次式（

3) で示す点に到達する。ここで、 f はレンチキュラーレンズ 2 (のシリンドリカルレンズ 2 A) の焦点距離 (有効焦点距離) である。

$$x' = L \cdot \tan \phi = L \cdot x_s / f = x_s \cdot L / f \quad \cdots \cdots (3)$$

[0053] 式 (3) を見てわかるように、X 軸上の発光点 P 1 の位置が等間隔に並ぶと、それに対応して距離 L だけ離れた鑑賞者の X' 軸に到達したとき到達点の位置も等間隔に並ぶことがわかる。鑑賞者から見たときの明るさは鑑賞者の眼の瞳に入る光線数に比例するから、 X' 軸に到達したとき到達点の位置も等間隔に並ぶということは、鑑賞者はその X' 軸上のどの位置から鑑賞しても光の強度は同じであるということ、すなわち光の強度むらが発生しないということを意味している。今は、例えば R 画素 10 R について考察したが、この考察はすべての種類の画素 10 についても同様に言えることである。

[0054] 図 9 (A) は、図 6 に示した相対位置タイミングを実現するためのスキャン方法を時系列で示したものである。図 9 (A) の例では、図 6 の図中に振ってあるタイミング $T_1 \rightarrow T_2, \cdots \rightarrow T_6$ の順番に相対位置を変位させる動作を繰り返している。この例では、1 周期 $T_1 \sim T_6$ を繰り返して 3 次元映像表示の 1 フレーム期間に相当するスキャンを行っている。

[0055] 図 8 は、2 次元表示部 1 とレンチキュラーレンズ 2 との相対移動 (スキャン動作) の第 2 の動作例を示している。また、図 9 (B) には、図 8 に示した相対位置タイミングを実現するためのスキャン方法を時系列で示している。本実施の形態によれば、式 (1) のタイミングの順序には特に制約はない。従って、スキャンシステムの特性や都合によってタイミングの順序は決定されるのが一般的である。また、前述の式で示しているのは、2 次元表示部 1 とレンチキュラーレンズ 2 の相対位置関係であるので、実際に可動させるのは、2 次元表示部 1 であってもよいし、レンチキュラーレンズ 2 であってもよい。

[0056] 図 6 および図 9 (A) の動作例では、1 フレーム期間内で、タイミング $T_1 \rightarrow T_2, \cdots \rightarrow T_6$ の順番に、式 (1) で表される相対位置 x_i が、 $x_0 \rightarrow x_1, \cdots \rightarrow x_5$ と順番に変位するようにスキャン動作する。一方、図 8 および図 9

(B)の動作例では、1フレーム期間内で、タイミング $T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3 \rightarrow T_4 \rightarrow T_5 \rightarrow T_6$ の順番に、式(1)で表される相対位置 x_i が、 $x_0 \rightarrow x_2 \rightarrow x_4 \rightarrow x_5 \rightarrow x_3 \rightarrow x_1$ と変則的に変位するようにスキャン動作している。

[0057] さらに図9(C)は、2次元表示部1とレンチキュラーレンズ2との相対移動の第3の動作例を示している。図9(C)の例では、あるフレーム期間内では、図6および図9(A)の動作例と同様に、タイミング $T_1 \rightarrow T_2, \dots \rightarrow T_6$ の順番に、式(1)で表される相対位置 x_i が、 $x_0 \rightarrow x_1, \dots \rightarrow x_5$ と順番に変位するようにスキャン動作する。続くフレーム期間内では、タイミング $T_1 \rightarrow T_2, \dots \rightarrow T_6$ の順番に、式(1)で表される相対位置 x_i が、 $x_5 \rightarrow x_4, \dots \rightarrow x_0$ と順番に変位するようにスキャン動作する。以降は、この2種類のスキャン動作を繰り返すような動作をする。

[0058] なお、図9(A)～(C)を見てわかるように、2次元表示部1の2次元フレーム間隔 t_r (2次元映像表示の1フレーム期間)は、空間像表示装置が所定の光線数の光線で表示される空間像を表示するための一定の時間間隔、すなわち3次元映像表示の1フレーム期間(3次元フレーム間隔)が t_{3D} であるとする、

$$t_{3D} = q \cdot (m \cdot t_r) \quad q \text{ は } 1 \text{ 以上の整数}$$

の関係式を満足することが望ましい。

[0059] また、本実施の形態において、光線数 ν ($=M \cdot m \cdot p$)、または視点数 ν を得るために2次元表示部1において3次元映像表示の1フレーム期間内に時分割で表示される2次元画像の総枚数 g は、

$$g = m$$

の関係式を満足することが好ましい。

[0060] 以上により、本実施の形態に係る空間表示装置において、レンチキュラーレンズ2と2次元表示部1との相対位置を変位させるタイミングと、2次元表示部1から映像を時分割で表示するタイミングとを適切に同期制御することで、鑑賞者は光強度むらのない空間像を鑑賞できることを説明した。

[0061] 次に、本実施の形態に係る空間表示装置によれば色むらを抑制できること

を説明する。

本実施の形態による１つの３次元画素１１を利用して所望の色を再現するためには、R、G、Bの各色の画素１０が、各色について所定の光量で発光し混色された状態で鑑賞者に到達する必要がある。各色の画素１０からの色を混色する方法としては、時間的に平行に各色の画素１０を発光させ混色する方法と、人の眼の持つ積分機能を利用して短時間にシリアルに各色の画素１０を所定の光量で発光させ混色する方法とがある。本実施の形態では、主として平行とシリアルとを混在させて利用するが、３次元画素１１を利用して各色の画素１０の光を混色させて所望の色を再現させるための特徴的なポイントは、１つの３次元画素１１からある所定の偏向方向に放射される光線に注目すると、上で説明した３次元フレーム間隔 t_{3D} の間に、R、G、Bすべての種類の画素１０から同等に所定の偏向方向に所定の光量で光線が放射される必要がある、ということである。

[0062] 本実施の形態によれば、１つの３次元画素１１からある所定の偏向方向に放射される光線に注目すると、３次元フレーム間隔 t_{3D} の間に、R、G、Bすべての種類の画素１０から同等に所定の偏向方向に所定の光量で光線が放射され、色むらが抑制される。

[0063] このことを図１１を参照して説明する。なお、図１１は、図８および図９（Ｂ）の動作例を基にしている。いま、画素１０がR、G、Bの３種類であるとすると、３次元フレーム間隔 t_{3D} の間に、ある注目する偏向角の方向にR、G、Bのすべての画素１０からの光線が放射されればよい。例えば図１１に示したある偏向角 ϕ_1 に注目すると、１つの「３次元フレーム」を構成するスキンのタイミング T_1 の状態ではR画素１０Rから光線が放射され、タイミング T_2 ではB画素１０B、タイミング T_3 ではG画素１０Gからそれぞれ光線が放射されることがわかる。

[0064] また、他の偏向角 ϕ_2 に注目すると、１つの「３次元フレーム」を構成するタイミング T_4 の状態ではG画素１０Gから光線が放射され、タイミング T_5 ではB画素１０B、タイミング T_6 ではR画素１０Rからそれぞれ光線

が放射されることがわかる。

[0065] 以上の例で示したように本実施の形態によれば、3次元フレーム間隔の間に、R、G、Bのすべての種類の画素10から同等に所定の偏向方向に光線が放射される。従って、色むらを抑制することができる。

[0066] 次に、本実施の形態に係る空間表示装置によれば各色の画素10からレンチキュラーレンズ2を介して放射される光線の発散角を最小に抑えることができることを説明する。

[0067] まず、説明を簡単にするために一般的な原理的な説明をすると、今、もし画素10が面積を伴わない点光源であって、その画素10が収差のない凸レンズの焦点位置に精度よく配置されていれば、画素10からレンズを介して放射される光線は発散角がゼロの平行光線となる。しかしながら、画素10が有限の面積を持っていれば、発散角をゼロにすることはできず、有限の発散角を持った光線が放射されることになる。なぜなら、有限の面積を持った画素10を、無数の点光源が有限の画素内に配置されたものであると考えると、それぞれの点光源からの光線は発散角がゼロの平行光であってもそれぞれの点光源の位置によって光線がレンズから放射される偏向角度は異なることになる。そして、画素全体を考えると、画素10はそのような点光源の集まりであるから、画素10からレンズを介して放射される光線は様々な偏向角を持った平行光の集まりであると考えてよく、従って画素10の面積によって発散角が有限の光線が放射されることになるのである。ところで、画素10の中の点光源の偏向角度はその点光源とレンズの焦点位置との距離による。すなわち、点光源がレンズの焦点位置から離れると偏向角度も大きくなるのである。このため、画素面積が有限な場合は、画素面積が大きい程、画素10からレンズを介して放射される光線の発散角は大きくなる。

[0068] 以上の一般的な原理を踏まえ、本実施の形態に係る空間表示装置によれば、画素10からレンチキュラーレンズ2を介して放射される光線の発散角を最小に抑えることができることを、図12(A)、(B)を利用しながら説明する。図12(A)、(B)の上図では、2次元表示部1における画素1

0（3次元画素11）の配列とそれに対するレンチキュラーレンズ2の配置を示してある。図12（A）上図は本実施の形態に係る空間表示装置での配置である。図12（B）上図は従来例の構成での配置であり、レンチキュラーレンズ2が、シリンドリカルレンズ2Aの中心軸（円筒軸）Y1が2次元表示部1の縦方向Yに対して角度 θ だけ傾斜するように配置されている。本実施の形態に係る空間表示装置では、レンチキュラーレンズ2はレンチキュラーレンズ2を構成するシリンドリカルレンズ2Aの中心軸Y1の方向が観察者の顔の中心軸と平行な向きに配置してある。図12（A）、（B）上図に示したように、3次元画素11の横方向の長さは同じにして、一つの3次元画素11からの全体の発散角度が、双方の配置例とも同一になるようなレンチキュラーレンズ2を選んだとする。このとき、一つの画素、ここでは一つのR画素10Rに注目しそのR画素10Rから放射される光線の光強度の放射角依存性を示したのが、図12（A）、（B）の下図である。

[0069] 本実施の形態に係る空間表示装置によれば、一つのR画素10Rから放射される光線の放射角範囲（図12（A）下図）は、従来例による放射角度範囲（図12（B）下図）よりも小さいことがわかる。すなわち、本実施の形態によれば、3次元画素11から放射される光線の発散角を小さくすることができる。本実施の形態に係る空間表示装置では、多数本の光線で空間に像を表示する。従って、ボケの少ない空間像を表示するためには一本一本の光線が細く発散角の少ない光線である必要がある。この点において、本実施の形態によれば、簡便に発散角の小さい光線を放射することができるので、ボケの少ない空間像を表示することが可能となる。また、本実施の形態に係る空間表示装置では、レンチキュラーレンズ2におけるシリンドリカルレンズ2Aの中心線の方向が観察者に対して縦方向であることから、装置を上下方向から見るときの可視域が広がる。上下方向から観察したときも、レンチキュラーレンズ2の配置により、表示される画像がレンチキュラーレンズ2の効果によって水平方向へのずれがない。このため、空間像を認識できる領域が拡大できる。

[0070] ところで、何故、従来ではシリンドリカルレンズ 2 の配置を縦方向にすることができなかったのかを簡単に説明する。本実施の形態に係る空間表示装置では、レンチキュラーレンズ 2 が、シリンドリカルレンズ 2 A の中心軸 Y 1 の方向が観察者の顔の中心軸と平行な向きに配置してある。これは、通常のストライプタイプの 2 次元ディスプレイに対しては、ディスプレイの同一種類の画素が並ぶ方向と同一な方向になることを意味する。図 12 (B) 上図は従来タイプの配置であるが、従来タイプではレンチキュラーレンズ 2 を構成するシリンドリカルレンズ 2 A の中心軸の方向とストライプタイプの 2 次元ディスプレイの同一種類の画素が並ぶ方向とは故意に一致させないようにしている。これは、縦方向に複数の色が混ざって見えるようにし、色を消すためである。すなわち、図 12 (B) 上図の構成ではレンチキュラーレンズ 2 からの同一偏向角の方向には色々な色が混ざって放射されるようになっており、このため縦方向の色消しの効果がある。これに対し、本実施の形態に係る空間表示装置では、同一偏向方向は同一色となり、同一色が縦方向に一直列に並んで見える。また、レンチキュラーレンズ 2 は通常の虫眼鏡と同様に画素サイズを拡大して見せる効果がある。このため、このままでは、空間表示装置として表示するとそれぞれ色の異なる縦縞のラインが並んで見えてしまう。しかしながら、本実施の形態では、レンチキュラーレンズ 2 と 2 次元ディスプレイの相対位置関係を高速に変化させ、時間的に色を混ぜ合わせているので、実際には色の付いた縦縞のラインは見えることはない。このように、本実施の形態によれば、従来では実現できなかった配置にレンチキュラーレンズ 2 を配置することが可能となる。

[0071] 以上説明したように、本実施の形態の空間像表示装置によれば、2 次元表示部 1 の画素配列の縦方向の軸に対して各シリンドリカルレンズ 2 A の長手方向、または、互いに隣り合う各シリンドリカルレンズ 2 A 間の境界線の方が平行となるようにレンチキュラーレンズ 2 A を配置して面分割で複数の視野角に対応する複数の光線を空間中に放射する。これにより、シリンドリカルレンズ 2 A を傾斜して配置した場合に比べて、1 つの画素から放射され

る光線の発散角を小さくした状態で、同時刻に複数の視野角に対応する複数の光線を面分割で空間中に放射することができ、ボケの少ない空間像を表示することができる。また、各シリンドリカルレンズ 2 A と 2 次元表示部 1 の各画素 1 O との相対的な位置関係が周期的に変化することで、各シリンドリカルレンズ 2 A による任意の画素 1 O からの表示画像光の放射方向が周期的に変位する。そして、3 次元映像の 1 フレーム分に対応する画像が、2 次元表示部 1 の各画素 1 O ごとに時分割で表示されると共に、2 次元表示部 1 における時分割表示のタイミングと変位手段による相対的な位置を変位させるタイミングとが同期制御される。すなわち、本実施の形態の空間像表示装置によれば、面分割方式と時分割方式とを組み合わせた立体表示を実現できる。また、レンチキュラーレンズ 2 または 2 次元表示部 1 を全体的に移動させることで時分割表示を実現するようにしたので、例えばマイクロ偏向ミラーアレイの個々のマイクロミラーを時分割で独立に同期制御するような場合に比べて、同期制御も容易となる。これにより、従来に比べて高精細な立体表示を容易に実現することができる。さらに、所定の関係式を満足するような適切な同期制御を行うことで、空間像の明るさの強度むらと色むらとが抑制され、より良好な空間像表示を行うことができる。

[0072] 本実施の形態の空間像表示装置によれば、レンチキュラーレンズ 2 に対して 2 次元表示部 1 の表示面 1 A が平行な状態を保持しつつ、レンチキュラーレンズ 2 と 2 次元表示部 1 とが相対的に左右に微小に平行移動する。こうすることによって、単位時間あたりに空間像表示装置から放射される光線数を増大させることが可能となるという効果が生まれ、観察者にとっては 2 次元表示部 1 の表示面 1 A よりも、3 次元として表示された空間像の方に眼の焦点を合わせやすくなる。これにより、輻輳と焦点調節の不一致が解消されやすくなり、より自然な空間像を観察することができる。

請求の範囲

[請求項1]

p色（pは1以上の整数）の画素を複数有し、前記各画素が、縦方向および横方向の格子目上に2次元配列されることにより平面状の表示面が形成され、かつ、縦方向には同一色の画素が複数配列され、横方向には一定周期ごとに同じ色が現れるように前記p色の画素が周期的に複数配列された2次元表示部と、

複数のシリンドリカルレンズが並列配置されて全体として板状に構成され、前記2次元表示部の表示面に対して全体として対向配置されると共に、前記シリンドリカルレンズによって前記2次元表示部の各画素からの表示画像光を偏向して空間中に放射するレンチキュラーレンズと、

前記レンチキュラーレンズまたは前記2次元表示部の少なくとも一方を前記表示面に平行な面内で往復移動させることで、前記各シリンドリカルレンズと前記2次元表示部の各画素との相対的な位置関係を周期的に変化させ、前記各シリンドリカルレンズによる任意の画素からの表示画像光の放射方向を周期的に変位させる変位手段と、

3次元映像の1フレーム分に対応する画像を前記2次元表示部に時分割で表示させる制御を行うと共に、前記2次元表示部における時分割表示のタイミングと前記変位手段による前記相対的な位置関係を変化させるタイミングとを同期させる制御を行う制御手段と

を備え、

前記レンチキュラーレンズが、前記各シリンドリカルレンズの長手方向、または、互いに隣り合う前記各シリンドリカルレンズ間の境界線の方向が前記2次元表示部の縦方向の軸に対して平行となるように配置されている空間像表示装置。

[請求項2]

前記2次元表示部における縦方向に1個の画素と横方向に $p \times M$ 個の画素とからなる計 $p \times M$ 個（Mは1以上の整数）の画素群を「3次元画素」としたとき、

1つの前記3次元画素から3次元映像表示の1フレーム期間内に放射される放射方向のそれぞれ異なる光線数 ν 、または3次元映像表示の1フレーム期間内に1つの前記3次元画素により生成される視点数 ν が、

$$\nu = M \cdot m \cdot p$$

(ただし、 m は1以上の整数)

の関係式を満足する請求項1に記載の空間像表示装置。

[請求項3] 1つの前記3次元画素から同時刻に放射される放射方向のそれぞれ異なる光線数 ν_0 が、

$$\nu_0 = M \cdot p$$

の関係式を満足する請求項2に記載の空間像表示装置。

[請求項4] 前記光線数 ν 、または前記視点数 ν を得るために前記2次元表示部において3次元映像表示の1フレーム期間内に時分割で表示される画像の総枚数 g が、

$$g = m$$

の関係式を満足する請求項2に記載の空間像表示装置。

[請求項5] 前記2次元表示部の横方向の各色についての画素ピッチを p_x としたとき、

前記レンチキュラーレンズにおける前記各シリンドリカルレンズの横方向のピッチ p_r が、

$$p_r = p \cdot p_x \cdot M$$

を満足する値である請求項1または2に記載の空間像表示装置。

[請求項6] 前記変位手段が、前記レンチキュラーレンズまたは前記2次元表示部を前記2次元表示部の前記横方向と平行な方向に往復移動させるようになされ、

前記制御手段は、前記2次元表示部の横方向の各色についての画素ピッチを p_x 、前記レンチキュラーレンズと前記2次元表示部との相対的な基準位置を x_0 として、前記各シリンドリカルレンズと前記2

次元表示部の各画素との相対的な位置 x_i を、

$$x_i = a_0 \cdot i + x_0$$

ただし、

$$i = 0, \dots, (m \cdot p - 1) \quad m \text{ は } 1 \text{ 以上の整数}$$

$$a_0 = p \cdot x / m$$

..... (1)

の関係式 (1) に従って変位させると共に、前記 2 次元表示部における時分割表示のタイミングを、前記関係式 (1) に従って変位するタイミングに同期させる制御を行う

請求項 1 または 2 に記載の空間像表示装置。

[請求項 7]

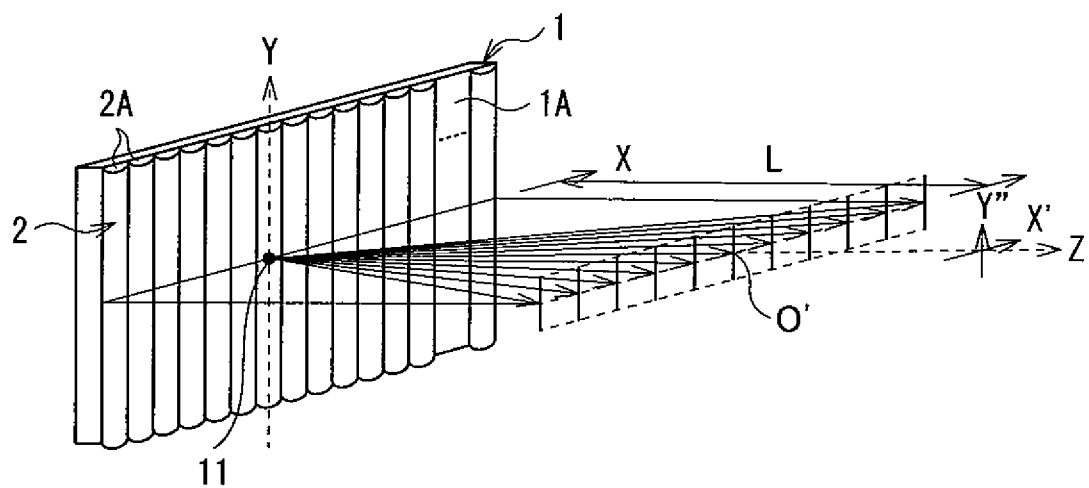
前記 2 次元表示部における 2 次元映像表示の 1 フレーム期間 (2 次元フレーム間隔) を t_r 、前記光線数 ν 本の光線を表示する 3 次元映像表示の 1 フレーム期間 (3 次元フレーム間隔) を t_{3D} としたとき、

$$t_{3D} = q \cdot (m \cdot t_r)$$

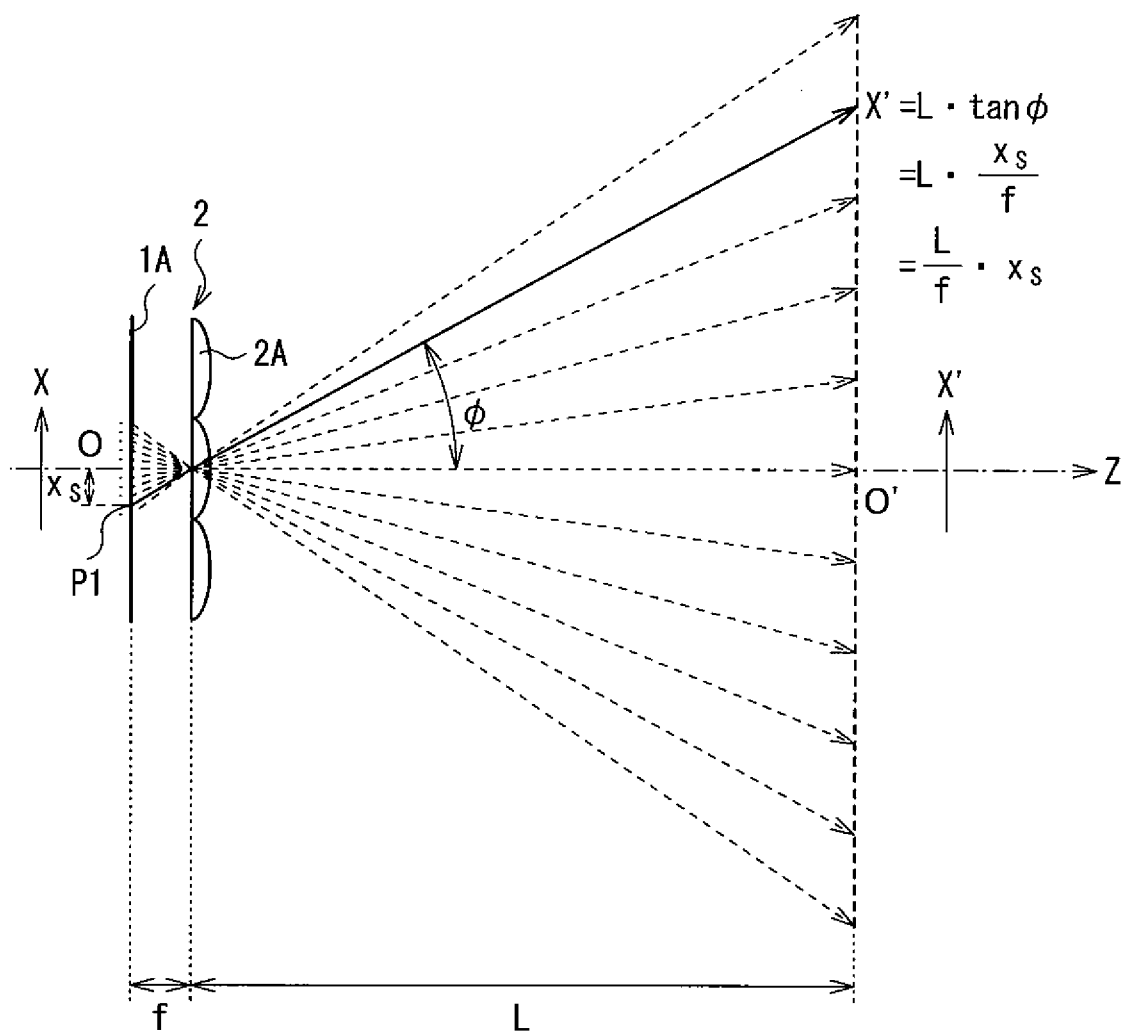
(ただし q は 1 以上の整数)

の関係を満足する請求項 2 に記載の空間像表示装置。

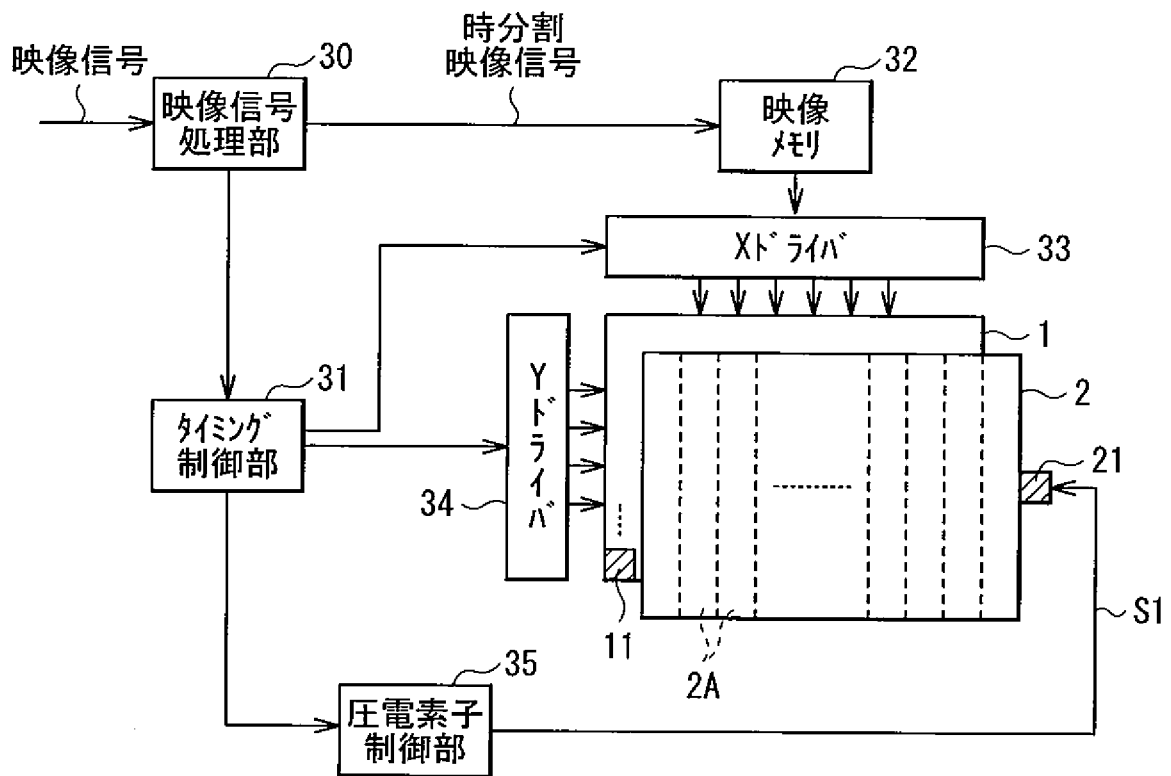
[図1]



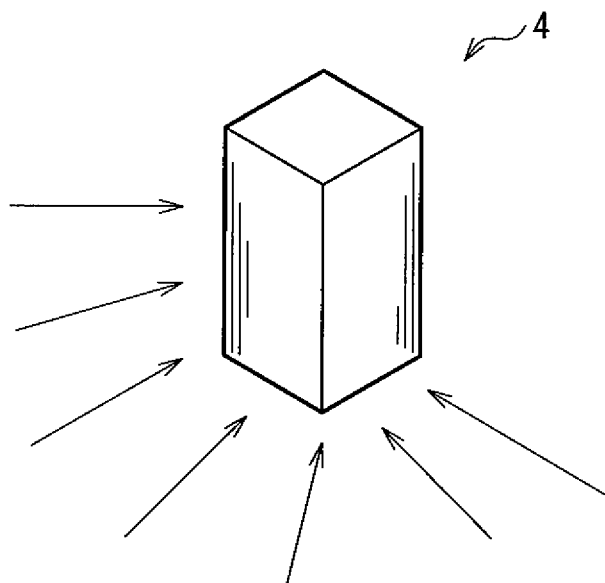
[図2]



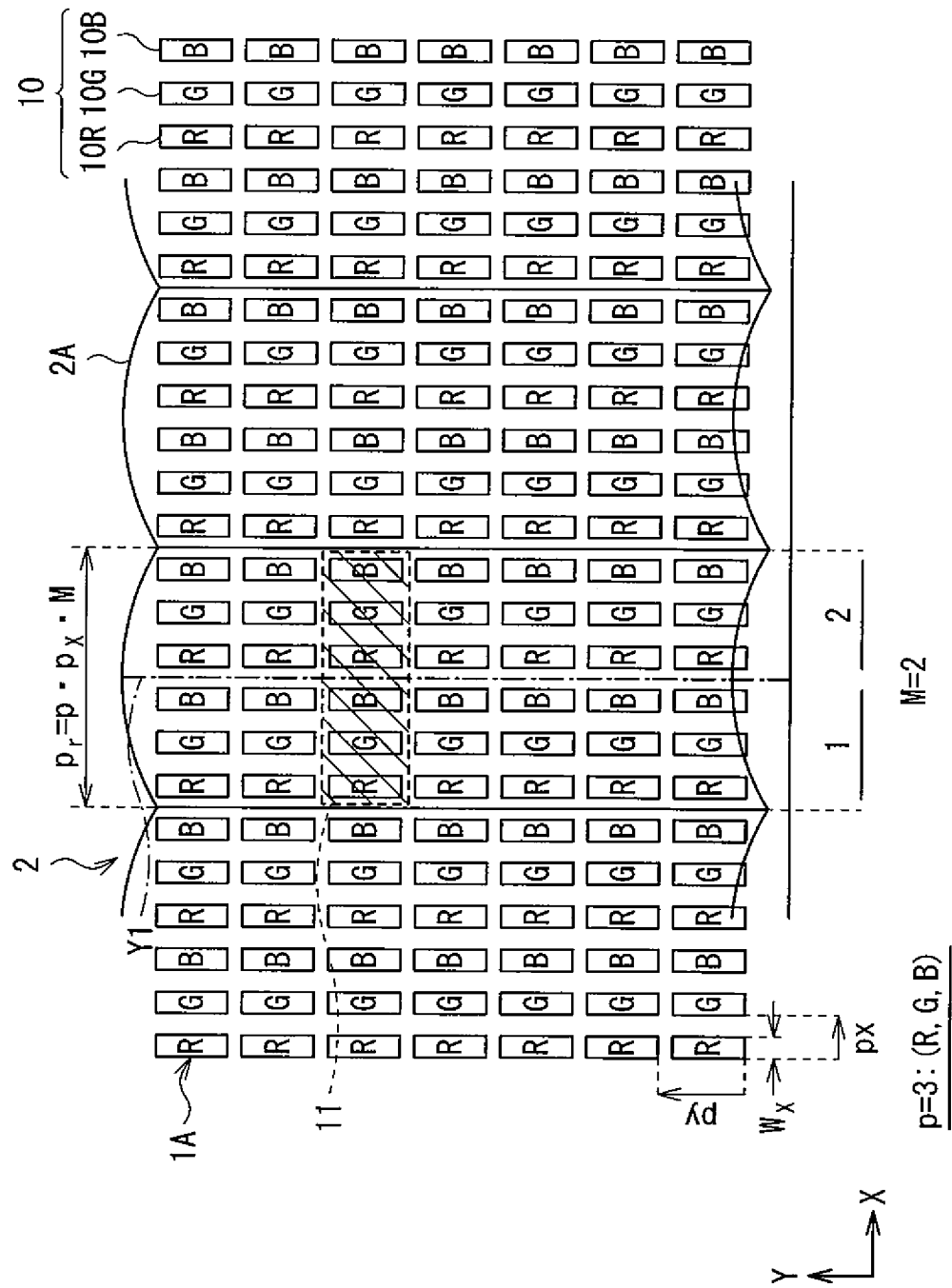
[図3]



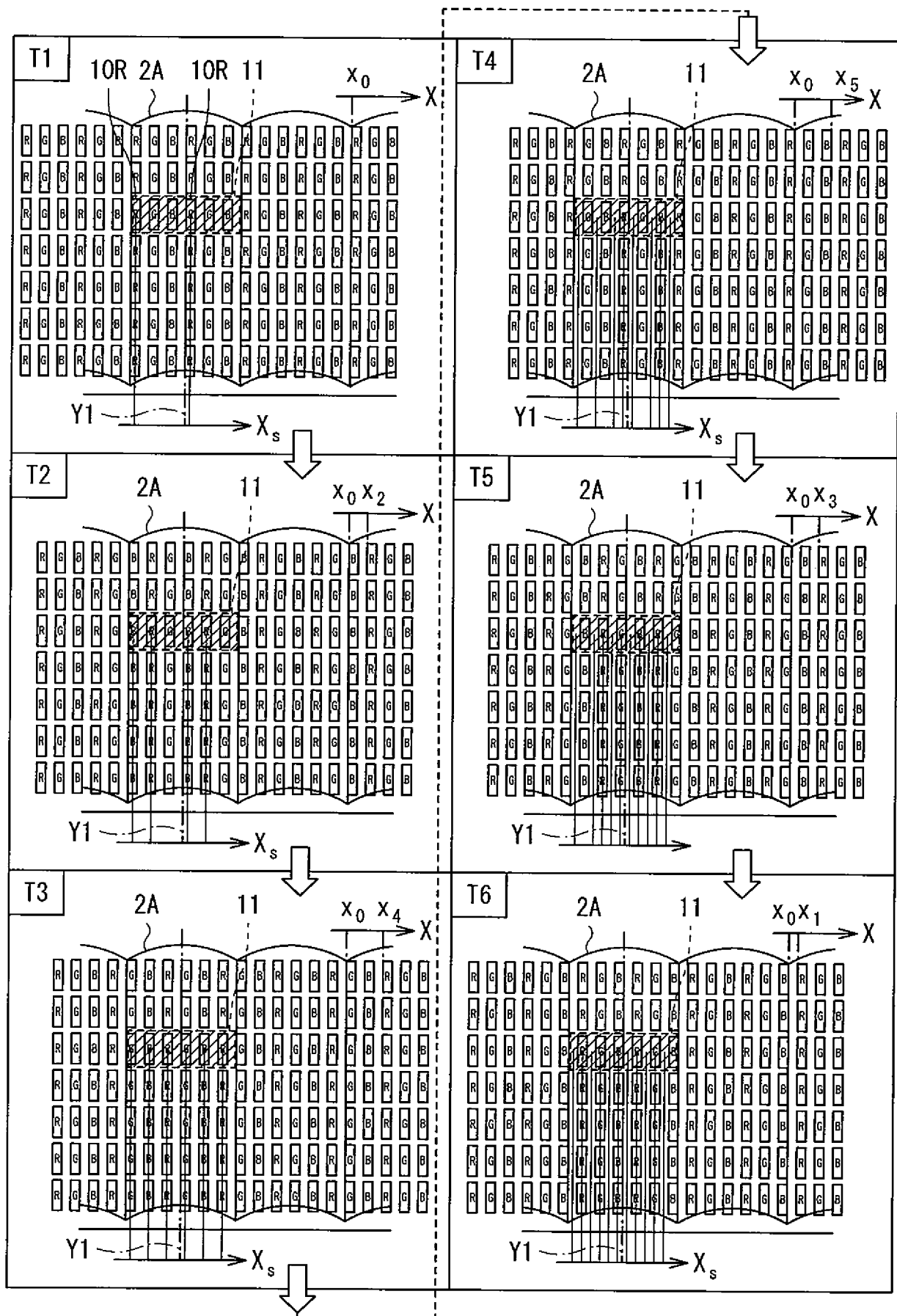
[図4]



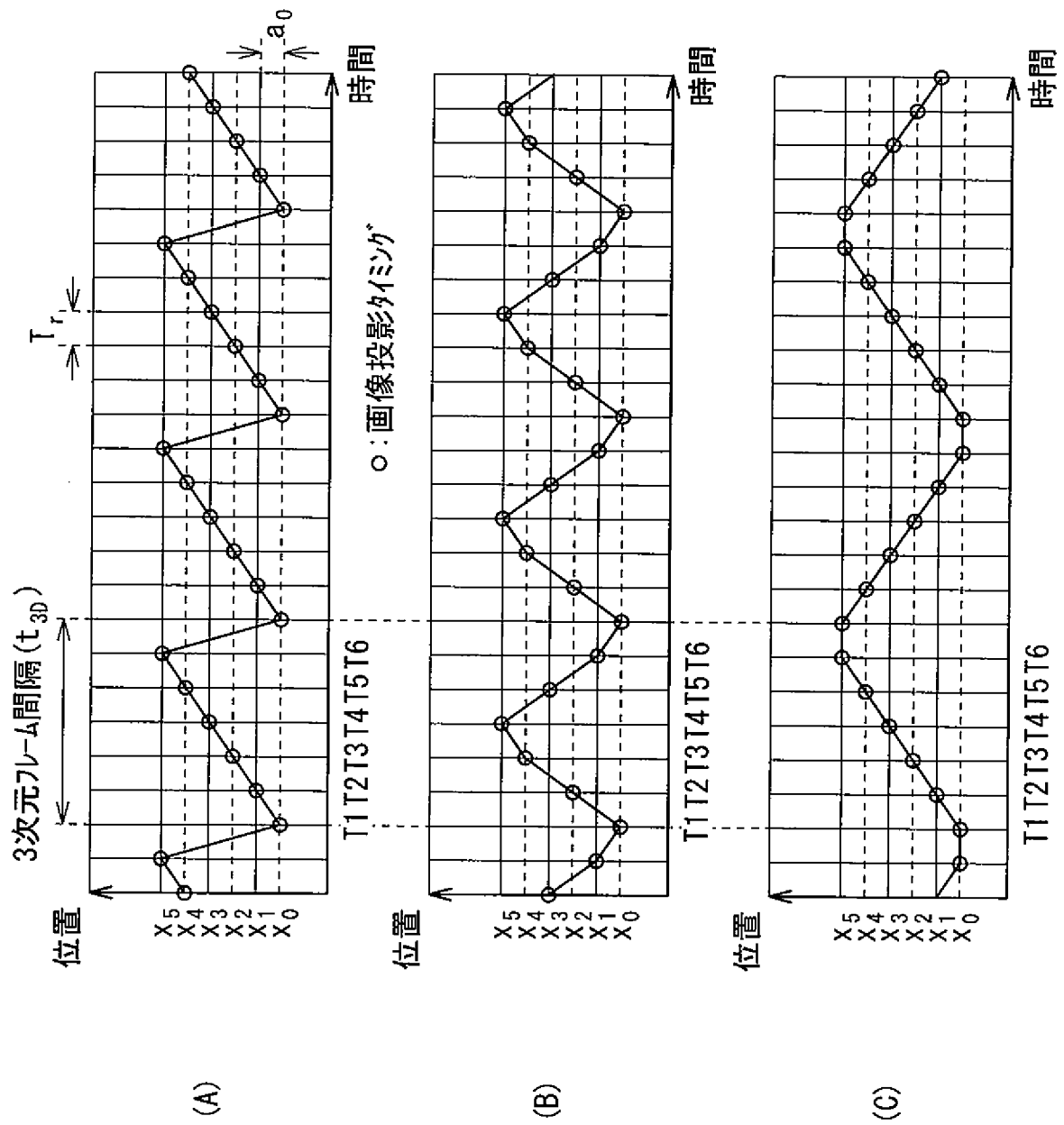
[図5]



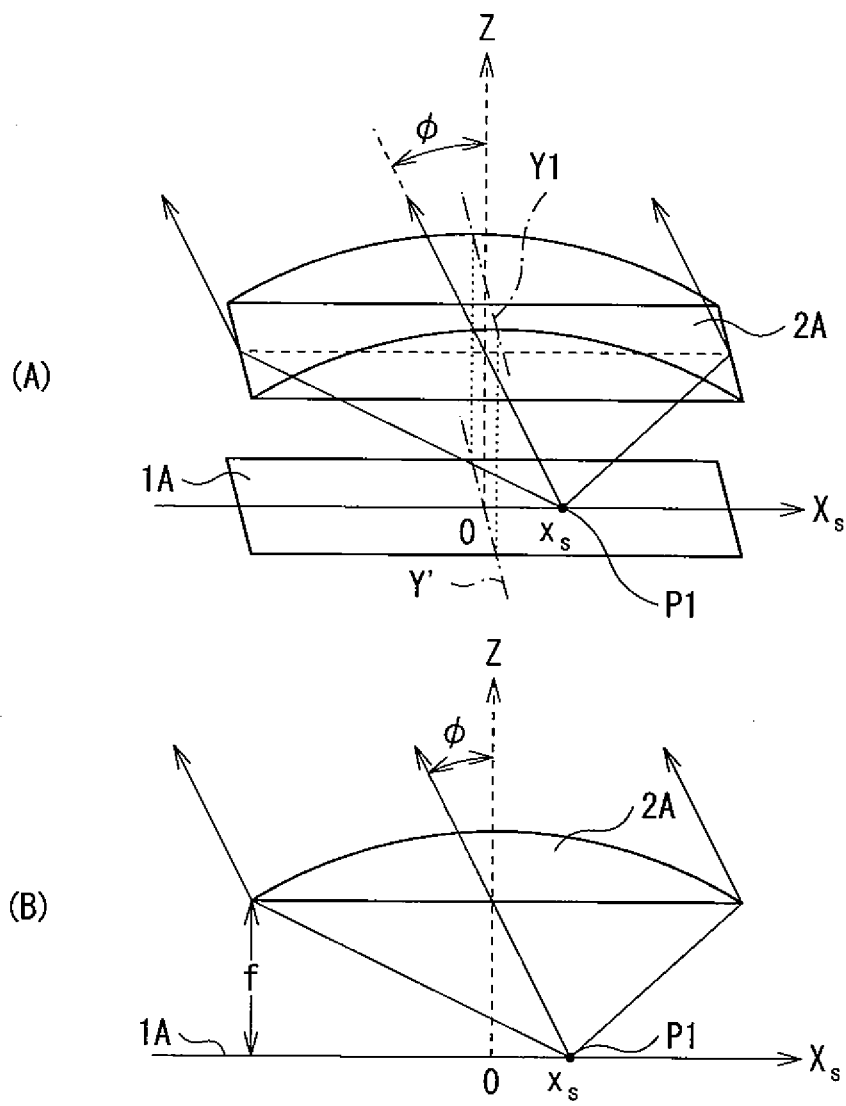
[図8]



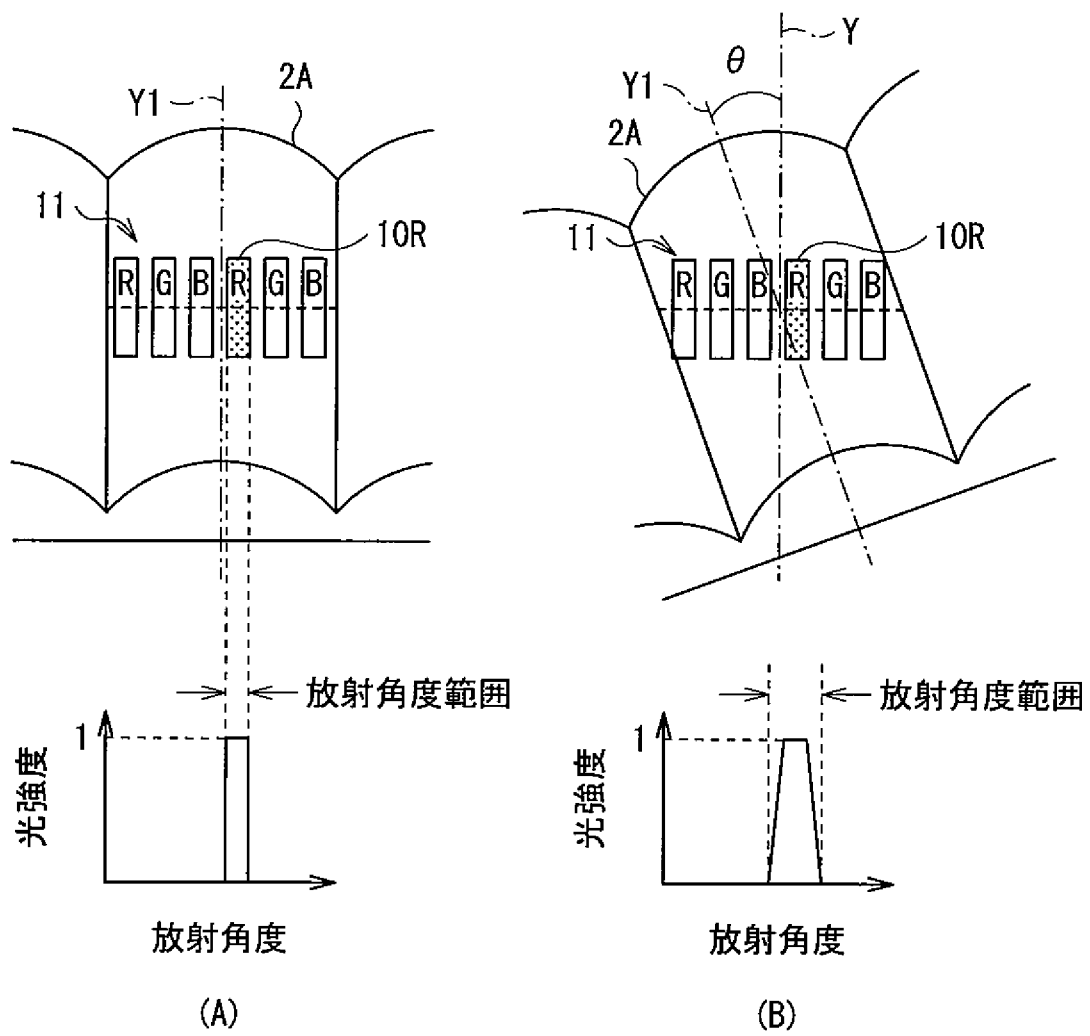
[図9]



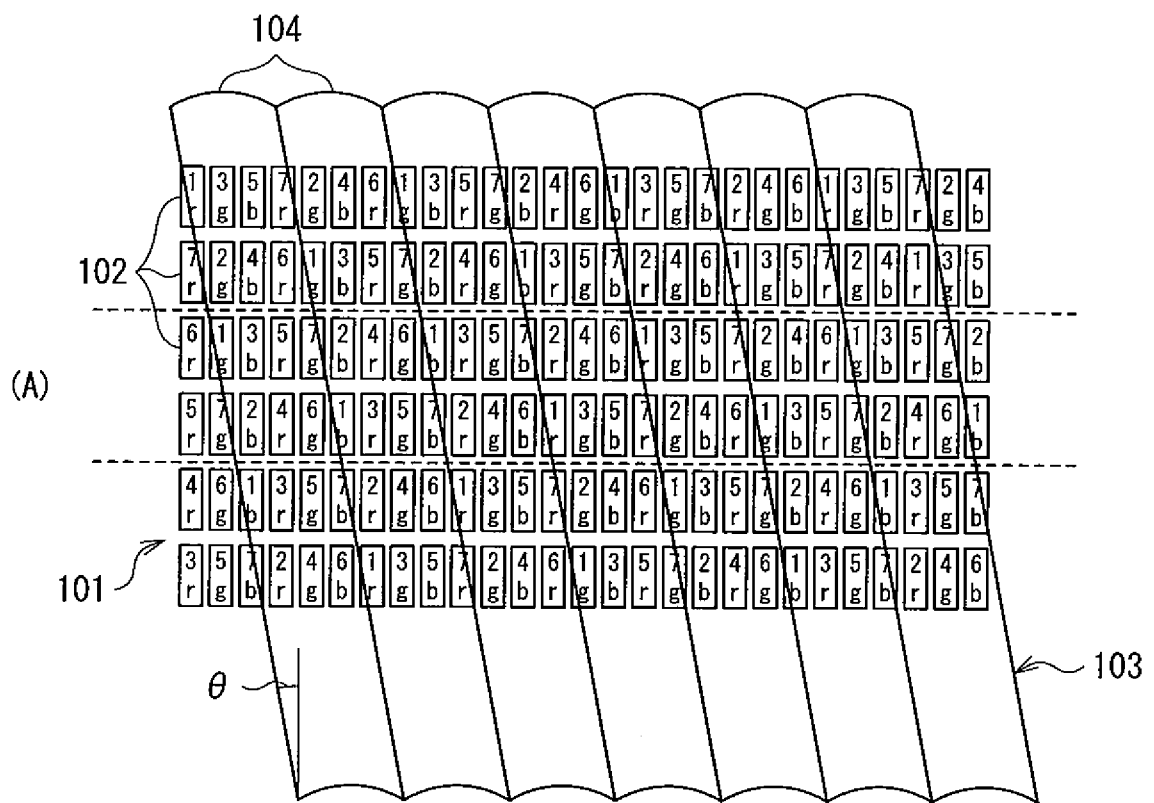
[図10]



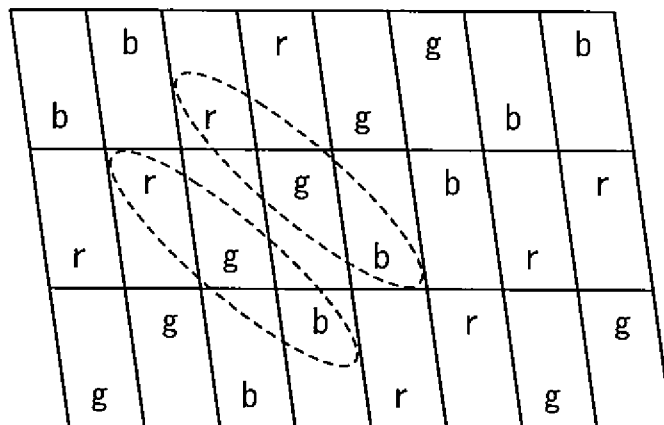
[図12]



[図13]



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B27/22(2006.01) i, H04N13/04(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B27/22, H04N13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-72217 A (Hunet Inc.), 22 March, 2007 (22.03.07), Par. Nos. [0061] to [0079]; Figs. 7, 8 (Family: none)	1-7
A	JP 2008-58583 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 March, 2008 (13.03.08), Claim 1 & US 2007/0146845 A1	1-7
A	JP 2007-3887 A (Canon Inc.), 11 January, 2007 (11.01.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 July, 2009 (03.07.09)

Date of mailing of the international search report
14 July, 2009 (14.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061183

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-223727 A (Ricoh Co., Ltd.), 18 August, 2005 (18.08.05), Claims 1, 2 & US 2004/0263968 A1	1-7
A	JP 9-318911 A (Canon Inc.), 12 December, 1997 (12.12.97), Full text; all drawings & US 6061179 A	1-7
A	JP 2007-33654 A (Canon Inc.), 08 February, 2007 (08.02.07), Full text; all drawings & US 2007/0019067 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B27/22 (2006.01)i, H04N13/04 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B27/22, H04N13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-72217 A（株式会社ヒューネット）2007.03.22, 【0061】 - 【0079】, 図7, 図8（ファミリーなし）	1 - 7
A	JP 2008-58583 A（松下電器産業株式会社）2008.03.13, 請求項1 & US 2007/0146845 A1	1 - 7
A	JP 2007-3887 A（キヤノン株式会社）2007.01.11, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 7 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山村 浩

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

2 X

9 2 1 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-223727 A (株式会社リコー) 2005.08.18, 請求項 1, 2 & US 2004/0263968 A1	1 - 7
A	JP 9-318911 A (キヤノン株式会社) 1997.12.12, 全文, 全図 & US 6061179 A	1 - 7
A	JP 2007-33654 A (キヤノン株式会社) 2007.02.08, 全文, 全図 & US 2007/0019067 A1	1 - 7