

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-122424

(P2010-122424A)

(43) 公開日 平成22年6月3日(2010.6.3)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 27/22 (2006.01)	G 0 2 B 27/22	2 H 0 5 9
G 0 3 B 35/20 (2006.01)	G 0 3 B 35/20	2 H 1 9 9
G 0 3 B 35/24 (2006.01)	G 0 3 B 35/24	5 C 0 6 1
H 0 4 N 13/04 (2006.01)	H 0 4 N 13/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-295430 (P2008-295430)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成20年11月19日(2008.11.19)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	坂井 秀行
			神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地
			株式会社日立製作所システム開発研究所
			内
		(72) 発明者	山崎 眞見
			神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地
			株式会社日立製作所システム開発研究所
			内
		Fターム(参考)	2H059 AA35 AA38 AB11
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 裸眼立体視ディスプレイ

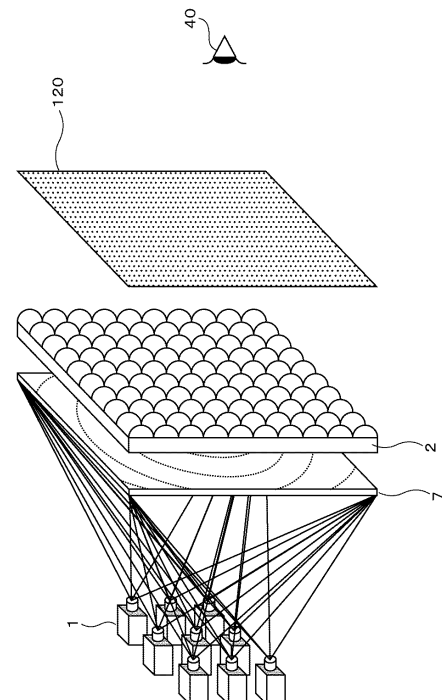
(57) 【要約】

【課題】 立体映像を滑らかに知覚させる。

【解決手段】 本発明の裸眼立体視ディスプレイは、複数台のプロジェクタ、それらのプロジェクタから投射された映像の光線を集光するマイクロレンズアレイ、およびマイクロレンズアレイにより集光された光線を拡散する拡散板を有する。拡散板は、マイクロレンズアレイとの距離に応じた拡散角を有する。また拡散板は、マイクロレンズアレイを構成する複数の微小レンズによる光線の複数の集光点の間に仮想的な集光点を形成するように配置される。

【選択図】 図12

図 1 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数台のプロジェクタ、前記複数台のプロジェクタから投映された映像の光線を集光するマイクロレンズアレイ、および前記マイクロレンズアレイにより集光された前記光線を拡散する拡散板を設けたことを特徴とする裸眼立体視ディスプレイ。

【請求項 2】

前記拡散板は、前記マイクロレンズアレイとの距離に応じた拡散角を有することを特徴とする請求項 1 記載の裸眼立体視ディスプレイ。

【請求項 3】

前記拡散角を前記距離に反比例させることを特徴とする請求項 2 記載の裸眼立体視ディスプレイ。

10

【請求項 4】

前記拡散板は、前記マイクロレンズアレイを構成する複数の微小レンズによる前記光線の複数の集光点の間に仮想的な集光点を形成するように配置されることを特徴とする請求項 1 記載の裸眼立体視ディスプレイ。

【請求項 5】

前記拡散板を、前記マイクロレンズアレイを構成する複数の微小レンズの焦点距離よりも前記マイクロレンズアレイから離れた位置に配置することを特徴とする請求項 4 記載の裸眼立体視ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、裸眼で立体視可能な立体映像を表示するディスプレイに関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、ディスプレイの高付加価値化として、立体映像を表示する立体視ディスプレイの市場が活性化しており、偏向メガネなどのデバイスを装着せずに、裸眼で観測することのできる立体映像を表示する裸眼立体視ディスプレイの開発も盛んである。その裸眼立体視を実現する技術として非特許文献 1 に記載のインテグラル・フォトグラフィ方式（以下 IP 方式）があり、IP 方式は縦方向にも横方向にも立体感を再現する技術である。

30

【0003】

IP 方式に基づく立体視ディスプレイにおいては、IP 方式で用いるマイクロレンズアレイの構成要素である 1 つの微小レンズを通過する制御可能な光線数が多ければ多いほど、表示する立体映像の観測可能な範囲を広く設計できたり、単位視野角範囲内に含まれる制御可能な光線数の増加による視点位置変化に対する立体映像の滑らかな変化を実現できたりするなど、立体視ディスプレイの性能を向上させることができる。

【0004】

既存の 2 次元ディスプレイデバイスである液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなどのフラットディスプレイを IP 方式に適用する場合は、制御可能光線数を増加するためにフラットディスプレイの画素配置密度がなるべく高いものを用いる必要があるが、微小レンズ 1 つあたりの光線数を十分確保するためには、製造可能な 2 次元ディスプレイデバイスの画素密度では不足しているのが現状である。

40

【0005】

それに対し、特許文献 1 では、マイクロレンズアレイの背面に表示する 2 次元映像の解像度を向上させるために、多数のプロジェクタの映像をタイル状に高密度に投射して、既存デバイスでは実現できないような高解像度の 2 次元映像を生成し、微小レンズ 1 つあたりがカバーする 2 次元映像の画素数を向上させる技術が開示されている。また、特許文献 2 では、多数のプロジェクタの映像を重畳させることで 1 つの微小レンズを通過する制御可能な光線数を増加させる技術が開示されている。

【0006】

50

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 2 7 9 8 9 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 1 3 9 5 2 4 号公報

【非特許文献 1】M.G.Lippmann, "Epreuves reversibles donnant la sensation du relief," J.de Phys., vol.7, 4th series, pp.821-825, November 1908.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

特許文献 1 に記載の技術は、多数のプロジェクタの映像をタイル状の並べることで 2 次元ディスプレイデバイスの製造限界による課題を解決するものであるが、近距離に高解像度の映像を投映するために解像度の高い高価な投映レンズが必要となったり、画素の像を形成するために合焦面に設置する拡散スクリーンに関して光学的な製造限界が存在したりする。

10

【0 0 0 8】

特許文献 2 に記載の技術は、多数のプロジェクタの映像を重畳させることで 2 次元ディスプレイデバイスの製造限界による課題を解決し、プロジェクタの台数を変更することで立体映像の解像度や立体感をスケラブルに変化させることも可能な技術である。この技術には小型のプロジェクタが必要となるが、近年、携帯機器向け用途などで小型プロジェクタやレーザプロジェクタの市場が形成されてきており、特許文献 1 の技術と比べるとハードウェアの製造限界を問題視する必要はない。しかし、この技術における立体映像の画質は立体映像表面が粒状に知覚され、滑らかさに欠けるという課題がある。

20

【0 0 0 9】

ここで、特許文献 2 の技術に関して簡単に説明する。図 1 および図 2 は、特許文献 2 の一実施形態の概要を説明する図である。1 はプロジェクタであり、ここでは 9 台のプロジェクタを縦横に配置している。マイクロレンズアレイ 2 は微小レンズを並べたものであり、プロジェクタと観察者の間に設置する。このマイクロレンズアレイは図 2 のように、横方向のレンチキュラレンズ 2 0 と縦方向のレンチキュラレンズ 2 1 を重ね合わせたものを用いてもよい。この構成において各プロジェクタから適切な映像を投映し、レンズアレイの各微小レンズで各プロジェクタの対応部分の光線を制御し、観察者の右目 3 と左目 4 にそれぞれ適切な光線 5 および光線 6 を導くことで、観察者は立体映像を観察することができるようになる。

30

【0 0 1 0】

このとき、レンズアレイ周辺の光線は概略的には図 3 のようになっている。この図では、3 台のプロジェクタによって、光線 3 0 2 a に平行な光線群、光線 3 0 3 a に平行な光線群、光線 3 0 4 a に平行な光線群がレンズアレイ 2 に入射されている。平行光線を入射させるには、厳密にはレンズアレイ 2 の前にフレネルレンズなどの光線制御機構が必要となるが、ここでは省略し、概略的に平行とみなしている。この時、例えば光線 3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 2 c は、レンズアレイ 2 の微小レンズによって点 3 0 2 に集光した後にそれぞれの方向へ広がっていく。同様に、光線 3 0 3 a、3 0 3 b、3 0 3 c は点 3 0 3 に集光し、光線 3 0 4 a、3 0 4 b、3 0 4 c は点 3 0 4 に集光する。観察者 3 0 0 は範囲 3 0 1 に並ぶ集光点から広がる光線を見ることになるが、集光点は図示するように離散的に分布することから立体映像の画質が粒状に知覚されることになる。尚、プロジェクタの台数を増やして範囲 3 0 1 の集光点の数を増やすことで離散的な分布を密にすることは可能だが、プロジェクタ自体の大きさや設置場所に物理的限界があり、コストも高くなる。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 1】

本発明の裸眼立体視ディスプレイは、複数台のプロジェクタ、それらのプロジェクタから投映された映像の光線を集光するマイクロレンズアレイ、およびマイクロレンズアレイにより集光された光線を拡散する拡散板を有する。

【0 0 1 2】

本発明の望ましい他の態様は、拡散板は、マイクロレンズアレイとの距離に応じた拡散

50

角を有する。

【 0 0 1 3 】

本発明の望ましいさらに他の態様は、拡散板は、マイクロレンズアレイを構成する複数の微小レンズによる光線の複数の集光点の間に仮想的な集光点を形成するように配置される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

マイクロレンズアレイと観察者の間に拡散板を設置することで、観察者の目に入射する光線を補間し、立体映像を滑らかに知覚させる効果がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

10

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施の形態を説明する。それぞれの図において同じ符号は同じものを示す。

【 0 0 1 6 】

図 4 は、裸眼立体視ディスプレイにフレネルレンズ 7 を追加した裸眼立体視ディスプレイの装置構成を示す。図 4 を用いて、生成する立体映像を構成する光線の性質について説明する。本実施形態では、縦横合計 9 台のプロジェクタ 1 を配置しているが、プロジェクタの台数および配置に関して他の構成を用いても構わない。フレネルレンズ 7 は、凸レンズ相当の光学系機能を提供し、フレネルレンズ面がプロジェクタ 1 の投映像の合焦点となるように配置する。マイクロレンズアレイ 2 は、フレネルレンズ 7 を挟んでプロジェクタの設置される側とは反対側に設置され、フレネルレンズ 7 と平行に配置される。本実施形態ではフレネルレンズ 7 を用いて説明するが、例えば単一の凸レンズなどフレネルレンズと等価な光学特性を持つ光学系を用いても構わない。また、マイクロレンズアレイに関しては、図 2 に示したようなレンチキュラレンズを交差した光学系を用いても構わない。観察者 40 は、9 台のプロジェクタから投映されフレネルレンズ 7、マイクロレンズアレイ 2 を通過した光線を見ることで立体映像を観察する。

20

【 0 0 1 7 】

図 5 は、図 4 の装置をフレネルレンズ 7 の中心を通る水平面内で描いた断面図である。マイクロレンズアレイ 2 とフレネルレンズ 7 は平行に配置されている。断面上に配置されている 3 台のプロジェクタ 30、31、32 はフレネルレンズ 7 の面に対して平行に並べられており、各プロジェクタの投映レンズの中心は同一平面 L_p 上にある。フレネルレンズ 7 のレンズ中心を通る、レンズに平行な面を L_7 とし、マイクロレンズアレイ 2 を構成する各微小レンズのレンズ中心を通る平面を L_2 とする。また、マイクロレンズアレイ 2 を構成する各微小レンズの焦点距離を f_2 とし、フレネルレンズ 7 の焦点距離を f_7 とする。また、面 L_2 と面 L_7 の距離を H_m とし、面 L_7 と面 L_p の距離を H_p とする。ここで、 H_p と f_7 を等しくし、 H_m と f_2 を等しくする。また、この図において各光線は主光線のみを描写してある。

30

【 0 0 1 8 】

この時、プロジェクタ 30 から、フレネルレンズ 7 およびマイクロレンズアレイ 2 の中心から左右対称に像を投映すると、プロジェクタ 30 の投映像の中央の主光線 501 は、フレネルレンズ 7 のレンズ中心に垂直に入射しそのまま垂直に通過し、マイクロレンズアレイ 2 へ入射する。プロジェクタ 30 の投映像の左端の主光線 502 や、右端の主光線 503 は、フレネルレンズ 7 に角度を持って入射するが、レンズ効果によってフレネルレンズ 7 の面から垂直に出射し、マイクロレンズアレイ 2 に垂直に入射する。すなわち、プロジェクタ 30 の投映像の各画素の主光線は、フレネルレンズ 7 のレンズ面に垂直な平行光線群として、マイクロレンズアレイ 2 へ導かれる。

40

【 0 0 1 9 】

プロジェクタ 31 に対しては、フレネルレンズ 7 のレンズ中心位置に、プロジェクタ 31 の投映像の中央の主光線 511 が角度 θ で入射するように投映位置を調整する。主光線 511 はフレネルレンズ 7 のレンズ中心を通過するので、入射角度 θ と同じ角度 θ でフレ

50

ネルレンズ 7 から出射しマイクロレンズアレイ 2 へ入射する。プロジェクタ 3 1 の投映像の左端の主光線 5 1 2 や、右端の主光線 5 1 3 は、レンズ効果によってフレネルレンズ 7 の面から角度 θ で出射し、マイクロレンズアレイ 2 に入射する。すなわち、プロジェクタ 3 1 の投映像の各画素の主光線は、フレネルレンズ 7 のレンズ面から角度 θ の平行光線群として、マイクロレンズアレイ 2 へ導かれる。

【 0 0 2 0 】

プロジェクタ 3 2 は、プロジェクタ 3 1 に対してプロジェクタ 3 0 を挟んで対称の位置に設置されているため、投映像の各画素の主光線 5 2 1、5 2 2、5 2 3 は、プロジェクタ 3 1 の場合と対称となる。

【 0 0 2 1 】

図 6 ~ 図 8 で、マイクロレンズアレイ 2 の構成要素である 1 つの微小レンズへの、プロジェクタ 3 0、3 1 の投映像の入射光線および出射光線の位置関係を説明する。ここでは光線の振る舞いをより正確に知るためにプロジェクタの投映レンズ全体から出射される光線を光束として表現する。

【 0 0 2 2 】

まず、図 6 でプロジェクタからの光束について説明する。最初に、プロジェクタ 3 0 の中央の画素 6 1 1 の中央部が発する光束について説明する。画素 6 1 1 の中央部から発する主光線は 5 0 1 であり、プロジェクタの拡散光源により画素 6 1 1 の中央部から発する光束は投映レンズ 6 0 によって光束 6 0 1 a のように収束し、角度 θ_1 をもってフレネルレンズ 7 に入射し、レンズ効果により光束 6 0 1 b として出射する。次に、プロジェクタ 3 0 の右端の画素 6 1 2 の右端部から発する光束について説明する。画素 6 1 2 の右端部から発する主光線は 5 0 2 であり、プロジェクタの拡散光源により画素 6 1 2 の右端部から発する光束は投映レンズ 6 0 によって光束 6 0 2 a のように収束し、角度 θ_2 をもってフレネルレンズ 7 に入射し、レンズ効果により光束 6 0 2 b として出射する。プロジェクタ 3 0 の左端の画素 6 1 3 の左端部から発する光束については、主光線は 5 0 3、収束する光束 6 0 3 a、フレネルレンズ 7 への入射角 θ_3 、出射する光束 6 0 3 b である。光束の収束角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 は投映レンズの口径が大きいほど大きくなる。

【 0 0 2 3 】

図 7 を用いてプロジェクタ 3 0 からマイクロレンズアレイ 2 の中央の微小レンズ 7 0 4 に投映される光束群の振る舞いを説明する。フレネルレンズ 7 の中心 7 0 6 を垂直に光軸が通るように微小レンズ 7 0 4 が位置する場合を示す。プロジェクタ 3 0 は図 5 で説明したように投映する。プロジェクタ 3 0 からフレネルレンズ 7 の領域 7 0 5 に入射した光束群はレンズ効果により垂直方向に広がりながら出射し、微小レンズ 7 0 4 に入射した後にレンズ効果により平行な光束としてそれぞれ集光点 7 0 1 を通過するように出射する。実際には領域 7 0 5 にはプロジェクタ 3 0 の光束が密に入射しており、微小レンズ 7 0 4 には密な光束が入射し、集光点 7 0 1 からは範囲 7 0 3 の円錐領域に密に光束が広がる。集光点の大きさはプロジェクタの口径や画角、微小レンズの焦点距離で決まる。円錐状に広がる光束群には、微小レンズに対応する画素の数だけ異なる光束が画素の配置に従った配置で含まれている。

【 0 0 2 4 】

なお、図 7 において、マイクロレンズアレイ 2 を構成する各微小レンズのレンズ中心を通る平面 L 2 とフレネルレンズ 7 との距離は、図 5 と同様に各微小レンズの焦点距離 f_2 ($= H m$) であり、各微小レンズによる集光点 7 0 1 は、平面 L 2 から焦点距離 f_2 の距離の平面 L 3 に形成される。

【 0 0 2 5 】

図 8 を用いてプロジェクタ 3 1 からマイクロレンズアレイ 2 の中央の微小レンズ 7 0 4 に投映される光束群の振る舞いを説明する。プロジェクタ 3 1 は図 5 で説明したように投映するとする。プロジェクタ 3 1 からフレネルレンズ 7 の領域 8 0 5 に入射した光束群はレンズ効果により角度 θ の方向に広がりながら出射し、微小レンズ 7 0 4 に入射した後にレンズ効果により平行な光束としてそれぞれ集光点 8 0 1 を通過するように出射する。実

10

20

30

40

50

際には図 7 の場合と同様に、集光点 8 0 1 からは範囲 8 0 3 の円錐領域に密に光束が広がる。

【 0 0 2 6 】

図 9 は 3 台のプロジェクタ 3 0、3 1、3 2 の光線群と集光点の振る舞いをまとめて記載した図である。プロジェクタ 3 0 からは 9 3 0 の方向に、プロジェクタ 3 1 からは 9 3 1 の方向に、プロジェクタ 3 2 からは 9 3 2 の方向に、フレネルレンズ 7 からマイクロレンズアレイ 2 へ光線群が入射している。これらの光線はマイクロレンズアレイ 2 の各微小レンズを通過し、微小レンズごとに 3 台のプロジェクタに対応した集光点を通過して広がる。これらの集光点は範囲 9 0 1 に並んでおり、観察者から見ると、マイクロレンズアレイ 2 に対して図 1 0 のように集光点(図中の小さい丸)が分布している。このように、微小レンズ 1 つあたり(図中の大きい丸)プロジェクタの台数 9 台に対応する集光点 9 個が形成され、それぞれの集光点からは、各プロジェクタの投映画像のうち各微小レンズに入射する部分の画素に対応する円錐状の光線群が出射されている。以上より、プロジェクタの台数を増やすと微小レンズごとの集光点の数が増え、微小レンズごとに制御できる光線数が増えるため、立体映像の画質が向上することになり、スケーラビリティを実現することができる。

10

【 0 0 2 7 】

以降では、図 4 ~ 図 1 0 で説明してきた裸眼立体視ディスプレイの立体映像にざらつきがある(滑らかさに欠ける)理由を説明し、その課題を解決する方法を説明する。

【 0 0 2 8 】

20

図 1 1 は、観察者の眼球 1 1 0 0 の瞳孔 1 1 0 4 に入射する光線の振る舞いを説明する図である。マイクロレンズアレイ 2 の 1 つの微小レンズ 1 1 0 5 に対して形成される 9 個の集光点のうちの 3 点 1 1 0 1 a、1 1 0 2 a、1 1 0 3 a を用いて説明する。集光点 1 1 0 1 a からは実線 1 1 0 1 c と実線 1 1 0 1 d で示す円錐状の光束群が広がるが、そのうちの点線 1 1 0 1 e と点線 1 1 0 1 f で示す円錐状の光束群が瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 1 b を結ぶ。同様に、集光点 1 1 0 2 a からは実線 1 1 0 2 c と実線 1 1 0 2 d で示す円錐状の光束群が広がるが、そのうちの点線 1 1 0 2 e と点線 1 1 0 2 f で示す円錐状の光束群が瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 2 b を結び、集光点 1 1 0 3 a からは実線 1 1 0 3 c と実線 1 1 0 3 d で示す円錐状の光束群が広がるが、そのうちの点線 1 1 0 3 e と点線 1 1 0 3 f で示す円錐状の光束群が瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 3 b を結ぶ。この図から分かるように、集光点は離散的に形成されており、それに従って網膜上で結ばれる像も離散的となり、結果として立体映像が粒状に知覚され、滑らかさに欠ける立体映像を知覚することになる。

30

【 0 0 2 9 】

この課題を解決するためには、像 1 1 0 1 b と像 1 1 0 2 b の間、像 1 1 0 1 b と像 1 1 0 3 b の間に補間的な像を結ぶような光束群を生成すればよく、具体的には、図 1 2 に示すように、マイクロレンズアレイ 2 と観察者 4 0 の間に光線を拡散するための拡散板 1 2 0 を設置する。

【 0 0 3 0 】

次に、図 1 3 ~ 図 1 6 を用いて拡散板 1 2 0 の好ましい設置位置や拡散角について説明する。簡単のために、図 1 1 と同様にマイクロレンズアレイ 2 の微小レンズ 1 1 0 5 に対して形成される 9 個の集光点のうちの 3 点 1 1 0 1 a、1 1 0 2 a、1 1 0 3 a を用いて説明する。

40

【 0 0 3 1 】

まず、図 1 3 を用いて光束群の補間について説明する。図 1 3 は図 1 1 に準ずる図であるが、マイクロレンズアレイ 2、微小レンズ 1 1 0 5、各集光点の円錐状の光線全体を表す線は省略してある。集光点 1 1 0 1 a、1 1 0 2 a、1 1 0 3 a はマイクロレンズアレイ 2 の焦点面、すなわち微小レンズ群の焦点面 1 3 0 に等間隔に並んでおり、ここでは省略しているが、隣接する微小レンズに対して形成される集光点もこれらの 3 点に続いて等間隔に並んでいる。集光点 1 1 0 1 a から広がる実線 1 1 0 1 e と実線 1 1 0 1 f で示す

50

円錐状の光束群は瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 1 b を結び、集光点 1 1 0 2 a から広がる実線 1 1 0 2 e と実線 1 1 0 2 f で示す円錐状の光束群は瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 2 b を結び、集光点 1 1 0 3 a から広がる実線 1 1 0 3 e と実線 1 1 0 3 f で示す円錐状の光束群は瞳孔 1 1 0 4 に入射し、網膜上に像 1 1 0 3 b を結ぶ。

【 0 0 3 2 】

上述のように、網膜上に結ばれる像が離散的に分布していることから立体映像が粒状に知覚される。そこで、例えば像 1 1 0 2 b と像 1 1 0 1 b の間を埋めるような像 1 3 0 1 b、像 1 3 0 2 b を網膜上に結ぶような光束群を生成する。像 1 3 0 1 b を網膜上に結ぶような光束群は、実在しない仮想的な集光点である仮想集光点 1 3 0 1 a から広がる点線 1 3 0 1 e と点線 1 3 0 1 f で示す円錐状の光束群となり、像 1 3 0 2 b を網膜上に結ぶような光束群は、仮想集光点 1 3 0 2 a から広がる点線 1 3 0 2 e と点線 1 3 0 2 f で示す円錐状の光束群となり、このような新たな光束群を、実在する集光点の光束群を拡散板 1 2 0 で拡散することで生成する。ここで、例として実線 1 1 0 1 e と実線 1 1 0 2 f の交点 1 3 0 3 と、実線 1 1 0 1 f と実線 1 1 0 3 e の交点 1 3 0 4 を通る面に拡散板 1 2 0 を設置する場合を説明する。この設置位置は、一例であって、後述するように焦点面 1 3 0 に近くても、瞳孔 1 1 0 4 に近くても良い。ただし、焦点面 1 3 0 に並んだ集光点の間に仮想集光点を形成するために拡散板 1 2 0 を設置するのであるから、拡散板 1 2 0 の設置位置はマイクロレンズアレイ 2 からその焦点面 1 3 0 より離れた位置でなければならない。すなわち、拡散板 1 2 0 とマイクロレンズアレイ 2 (図 5 の面 L2) との距離を L とすると、 $L > f_2$ である。尚、集光点が等間隔に並んでいる場合は上記のように拡散板 1 2 0 の設置面を決めると、拡散板 1 2 0 とマイクロレンズアレイは平行となる。

【 0 0 3 3 】

図 1 4 を用いて、網膜上に像 1 3 0 1 b を結ぶための仮想集光点 1 3 0 1 a から広がる点線 1 3 0 1 e と点線 1 3 0 1 f からなる光束群を生成する場合の拡散板 1 2 0 の拡散角について説明する。網膜上の像 1 1 0 2 b と像 1 1 0 1 b を補間する像 1 3 0 1 b を成す画素群の割合は、像 1 1 0 2 b に近いことから像 1 1 0 2 b を成す画素群を多く含むようにする。すなわち、拡散板 1 2 0 の拡散角が大き過ぎて余分な光束まで所望の光束群に含み過ぎないようにする。拡散板 1 2 0 の拡散角が大き過ぎると、多数の集光点から広がる光束を含み、像 1 3 0 1 b のような網膜上に結ぶ補間のための像が不鮮明になるだけでなく、たとえば実在する集光点 1 1 0 2 a からの像 1 1 0 2 b も他の集光点からの光束の重なりにより不鮮明になる。そこで、以下に説明する仮想集光点 1 3 0 1 a から広がる光束群の場合は集光点 1 1 0 2 a から広がる光束群を多く含むようにし、集光点 1 1 0 1 a や集光点 1 1 0 3 a から広がる光束群はあまり含まないようにする。以下では、各光束の主光線を用いて説明する。また、集光点 1 1 0 3 a から広がる光束は無視する。

【 0 0 3 4 】

最初に、点線 1 3 0 1 e の方向への光線 1 3 0 1 g について説明する。光線 1 3 0 1 g と拡散板 1 2 0 との交点 1 4 0 0 には、集光点 1 1 0 2 a から出射する光線 1 1 0 2 g と集光点 1 1 0 1 a から出射する光線 1 1 0 1 g が入射している。ここで、光線 1 1 0 2 g から光線 1 3 0 1 g への角度変化と光線 1 1 0 1 g から光線 1 3 0 1 g への角度変化は、前者の方が小さいので、光線 1 1 0 2 g から光線 1 3 0 1 g を生じるような拡散角の拡散板 1 2 0 を用いることで、光線 1 1 0 1 g が光線 1 3 0 1 g に混じることを避けることができる。そのような拡散角は、マイクロレンズアレイによる集光点の位置、観察者の目の位置、及びそれらの位置と拡散板の位置との距離及び角度の関係から決定される。

【 0 0 3 5 】

集光点 1 1 0 2 a から広がる実線 1 1 0 2 e と実線 1 1 0 2 f で示す円錐状の光束群が入射する、拡散板 1 2 0 上の点 1 4 0 0 と点 1 3 0 3 の間からなる範囲に関しては、光線 1 1 0 2 g から光線 1 3 0 1 g への角度変化と光線 1 1 0 1 g から光線 1 3 0 1 g への角度変化と、同様の角度変化の関係となる。ただし、拡散板 1 2 0 上の点 1 3 0 3 と点 1 4 0 1 の間からなる範囲に関してはこれまでよりも大きな角度変化が必要となる。拡散板 1

10

20

30

40

50

20には同じ部分に複数の集光点から広がる光束群が入射するが、特定の光束群に対応して拡散角を変えることは困難であるので、ここでは拡散板120の拡散角は一樣であるとする。ここで、拡散角を点1400と点1303の範囲に適した値とすると、点1303と点1401の範囲では集光点1102aから広がる光束を、像1301bを補間するために導くことはできなくなる。その場合は、網膜上に補間像1301bは結ばれるものの、像1101bに近い部分は像が欠ける。像が欠けるのは、拡散角を超えると拡散される光束(密度)が無くなる拡散板を前提に説明したからである。実際には、拡散角は、円錐状の拡散光の輝度が中心輝度(主光線方向の光線密度)の半値(1/2の光線密度)になる位置を全角で表したものであり、拡散角を超えても(点1303と点1401の範囲であっても)、光線密度は小さくなるものの、集光点1102aからの光束が像1301bを補間するために寄与する。同様にして、集光点1101aからの光束も、光線密度は小さいものの、像1301bを補間するために寄与する。すなわち、像1301bは、集光点1102aからの光束と集光点1101aからの光束とが重畳するので、それらの光束による画素が重畳したものとなる。ただし、拡散角を点1400と点1303の範囲に適した値としているので、集光点1102aからの光束の重畳比率が大きく、像1301bは像1102bに近い像となる。

10

【0036】

拡散角を点1303と点1401の範囲に適した値(<)とすると、点1303と点1401の範囲および点1400と点1303の範囲のうち点1303に近い部分では集光点1101aから広がる光束が重畳する割合が増加する。

20

【0037】

図15は、網膜上に像1302bを結ぶための仮想集光点1302aから広がる点線1302eと点線1302fからなる光束群を生成する場合の拡散板120の拡散角を説明するための図である。この場合も図14と考え方は同じである。拡散角を点1501と点1303の範囲に適した値とすると、点1303と点1500の範囲からは集光点1101aから広がる光束を補間のために導くことはできなくなる。実際は図14の場合と同様に拡散角を超えても密度は小さくなるものの光線は拡散されており、像1302bは、集光点1101aからの光束と集光点1102aからの光束とが重畳するので、それらの光束による画素が重畳したものとなる。ただし、拡散角を点1501と点1303の範囲に適した値としているので、集光点1101aからの光束の重畳比率が大きく、像1302bは像1101bに近い像となる。

30

拡散角を点1303と点1500の範囲に適した値(<)とすると、点1303と点1500の範囲および点1501と点1303の範囲のうち点1303に近い部分では集光点1102aから広がる光束が重畳する割合が増加する。

【0038】

図14及び図15の説明のように、マイクロレンズアレイ2の焦点面、すなわち微小レンズ群の焦点面130と観察者の瞳孔1104との間に拡散板120を配置することにより、網膜上の像1102bと像1101bとの間の像1302bを補間できる。観察者から見ると、補間された像により、立体映像の画質が粒状に知覚されにくくなり、滑らかな画質の立体映像を見ることができる。また、立体映像の画質が粒状に(離散的に)知覚されにくくなることにより、観察者は鮮明さを増した画質の立体映像を見ることができる。

40

【0039】

なお、最初に無視した集光点1103aから広がる光束群に関しては、拡散板120への入射角が大きく、拡散板の拡散角内の光束密度が小さくなるので考慮しなくてもよく、拡散板を用いた立体映像の補間には、隣り合う集光点同士の間隔を考慮すればよい。

【0040】

ここで図16を用いて、像1101bと像1102bを補間する場合の極端な例を挙げる。極端な例とは、集光点1101aから広がる光線群を元に集光点1102aから広がる光線群に重なるような光線群を生成し、逆に、集光点1102aから広がる光線群を元に集光点1101aから広がる光線群に重なるような光線群を生成する例である。具体的

50

には、光線 1 1 0 1 h を光線 1 1 0 1 o に角度変化させ、光線 1 1 0 1 m を光線 1 1 0 1 n に角度変化させ、光線 1 1 0 2 h を光線 1 1 0 2 o に角度変化させ、光線 1 1 0 2 m を光線 1 1 0 2 n に角度変化させるに十分な拡散角をもつ拡散板 1 2 0 を用いる例となり、この場合は補間像の画素に混じり合いが多くなるものの、確実に補間を行うことができ、この拡散角以上の拡散角をもつ拡散板は使用しても画質が劣化するだけである。

【0041】

拡散板 1 2 0 の設置位置は図 1 3 ~ 図 1 6 で説明した位置以外でも画質向上の効果はあり、拡散板を観察者に近付ける場合は拡散角を小さく、観察者から遠ざける場合は拡散角を大きくすれば滑らかな立体映像を得ることができる。換言すると、拡散板 1 2 0 の拡散角を、マイクロレンズアレイ 2 との距離に対応させる。拡散角とマイクロレンズアレイ 2 の距離との対応関係は反比例関係である。なぜならば、拡散板 1 2 0 を観察者に近付ける場合、すなわち拡散板 1 2 0 をマイクロレンズアレイ 2 の焦点面 1 3 0 から遠ざける場合は、集光点から拡散板に入射する光線を仮想集光点から出射する光線とするのに必要な角度変化が小さくて済むため、上記目的のためには拡散角の小さな拡散板を用いれば十分であり、拡散角が大きいままの場合は複数の集光点からの光束群が過剰に混じり合って画質が劣化するためである。逆に、拡散板 1 2 0 を観察者から遠ざける場合、すなわち拡散板 1 2 0 をマイクロレンズアレイ 2 の焦点面 1 3 0 に近付ける場合は、集光点から拡散板に入射する光線を仮想集光点から出射する光線とするのに必要な角度変化が大きくなるため、上記目的のためには拡散角の大きな拡散板を用いる必要があり、拡散角が小さいままの場合は、補間像を形成するのに十分な光線密度を得ることができない。

【0042】

なお、以上の説明から明らかなように、プロジェクタの合焦面にフレネルレンズや凸レンズを設置することは必須ではなく、設置しない場合でも十分な効果を得ることができる。

【0043】

本実施形態によれば、マイクロレンズアレイと観察者の間に拡散板を設置することで、観察者の目に入射する光線を補間し、立体映像を滑らかに知覚させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】従来技術の裸眼立体視ディスプレイを説明する図である。

【図 2】従来技術の裸眼立体視ディスプレイにおいてマイクロレンズアレイをレンチキュラレンズに置き換えた図である。

【図 3】従来技術の裸眼立体視ディスプレイのマイクロレンズアレイを通過する光線群の振る舞いを説明する図である。

【図 4】フレネルレンズを追加した裸眼立体視ディスプレイを説明する図である。

【図 5】図 4 の装置をフレネルレンズ 7 の中心を通る水平面内で描いた断面図である。

【図 6】プロジェクタが投映する光束を説明する図である。

【図 7】フレネルレンズに垂直に入射する光束の振る舞いを説明する図である。

【図 8】フレネルレンズに斜めに入射する光束の振る舞いを説明する図である。

【図 9】複数台のプロジェクタ投映像の光線群と集光点の振る舞いを説明する図である。

【図 10】マイクロレンズアレイ上の集光点の分布を示す図である。

【図 11】観察者の瞳孔に入射する光線の振る舞いを説明する図である。

【図 12】裸眼立体視ディスプレイを説明する図である。

【図 13】光束群の補間について説明する図である。

【図 14】網膜上に補間する像を結ぶための仮想集光点からの光束群を生成する場合の拡散板の拡散角について説明する図である。

【図 15】網膜上に補間する像を結ぶための仮想集光点からの光束群を生成する場合の拡散板の拡散角について説明する図である。

【図 16】像を補間する場合の極端な例である。

【符号の説明】

10

20

30

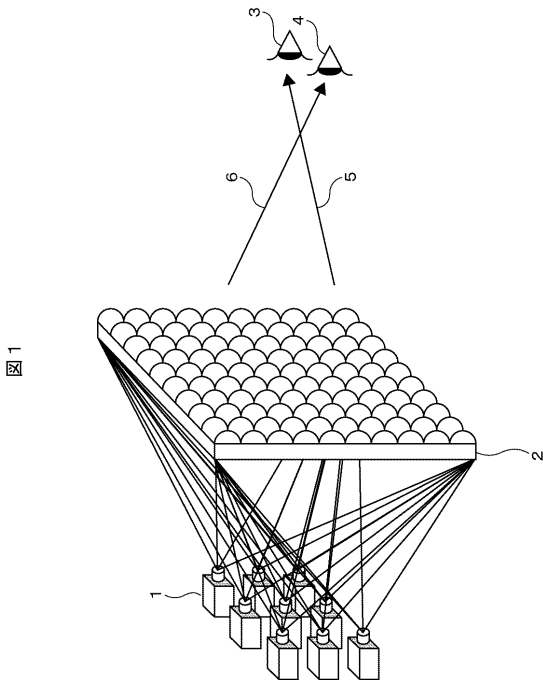
40

50

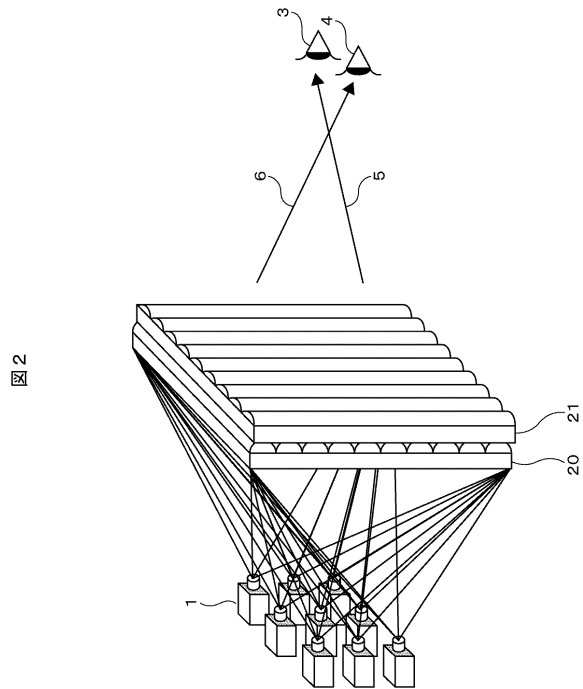
【 0 0 4 5 】

1、30～32：プロジェクタ、2：マイクロレンズアレイ、3：観察者の右目、4：観察者の左目、5：観察者の右目に入射する光線、6：観察者の左目に入射する光線、7：フレネルレンズ、20：横方向のレンチキュラレンズ、21：縦方向のレンチキュラレンズ、300、40：観察者、301、901：集光点群の形成される範囲、60：投映レンズ、611～613：画素、704、1105：微小レンズ、705、805：フレネルレンズ上の光束入射範囲、706：フレネルレンズの中心、1100：観察者の眼球、1104：観察者の瞳孔、120：拡散板、1301a、1302a：仮想集光点、1301b、1302b：観察者の網膜上に結ばれる補間像。

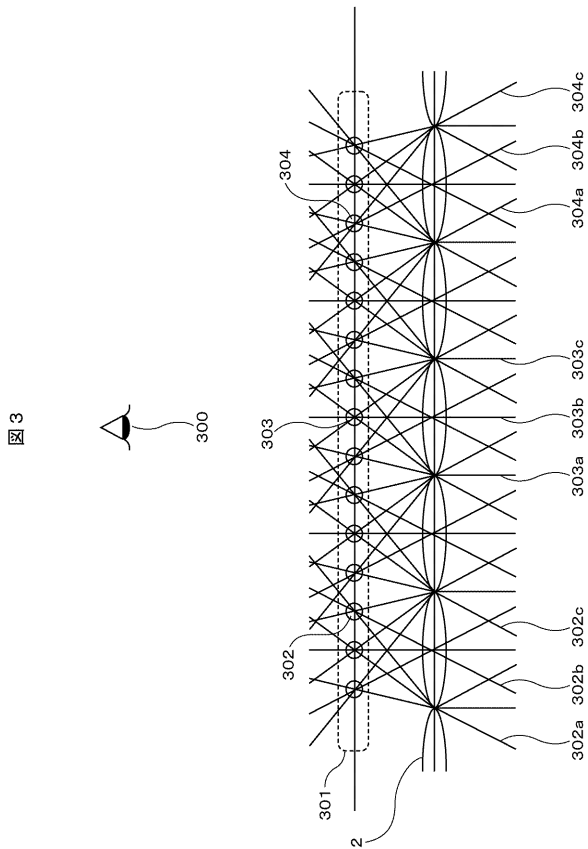
【 図 1 】



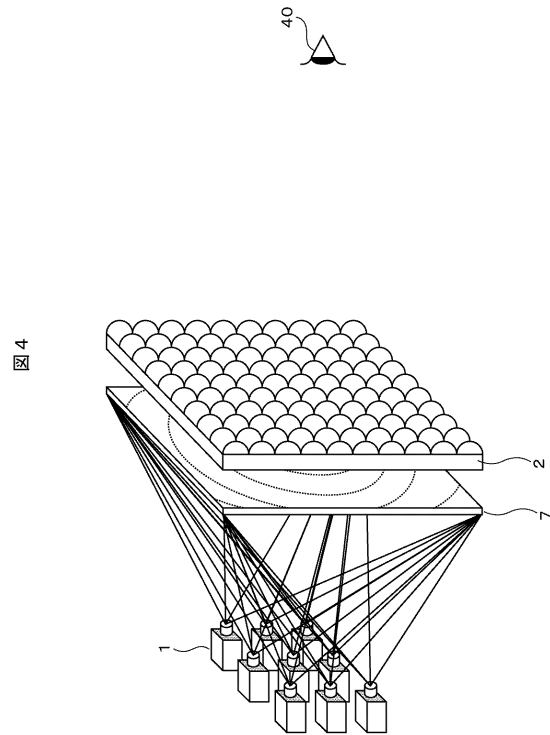
【 図 2 】



【 図 3 】

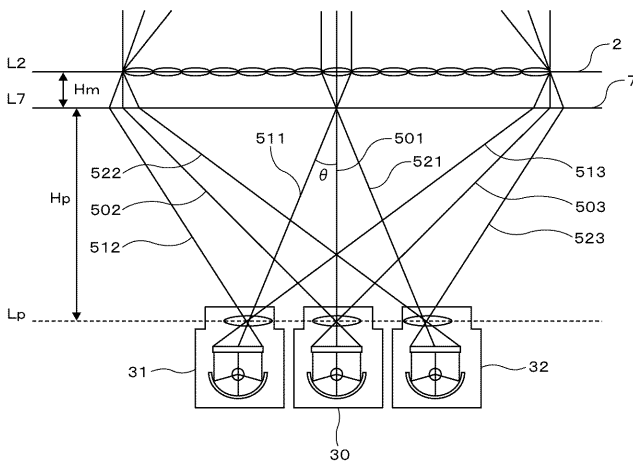


【 図 4 】



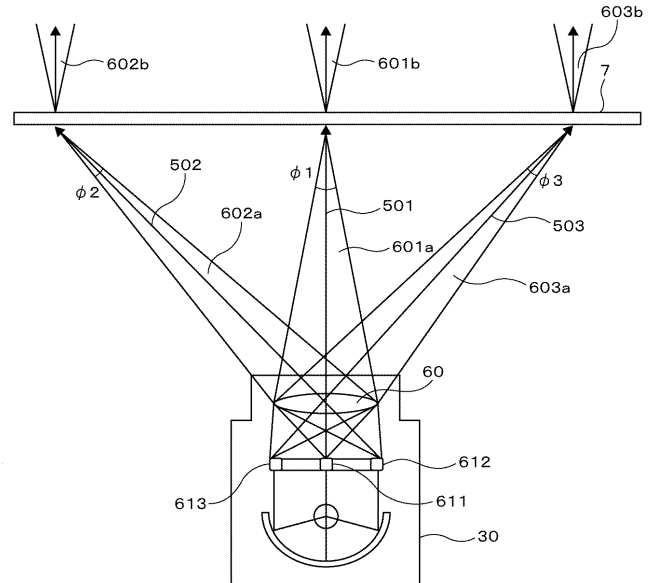
【 図 5 】

図 5

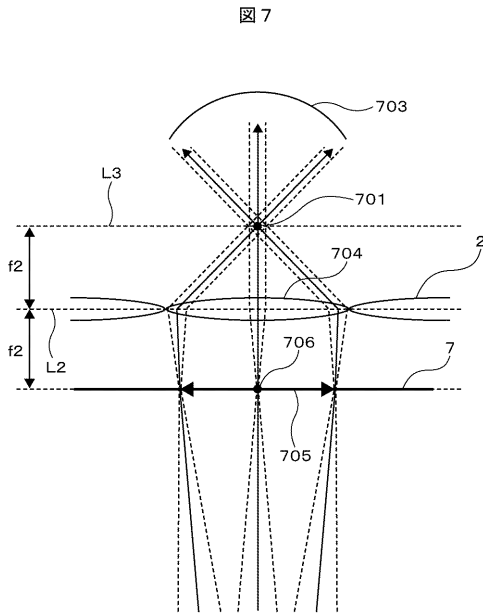


【 図 6 】

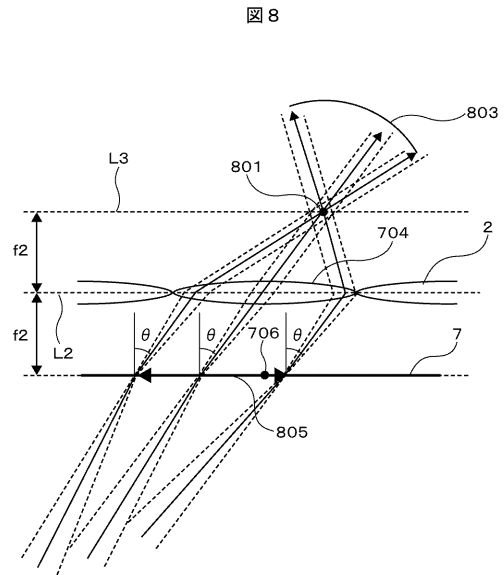
図 6



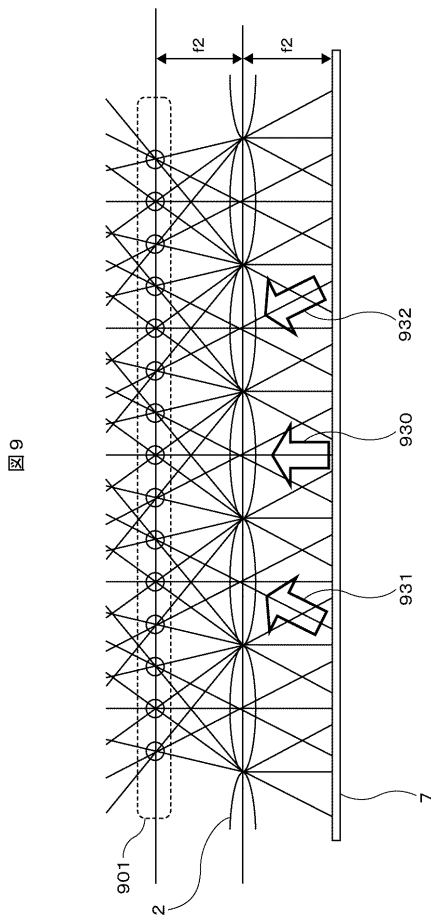
【 図 7 】



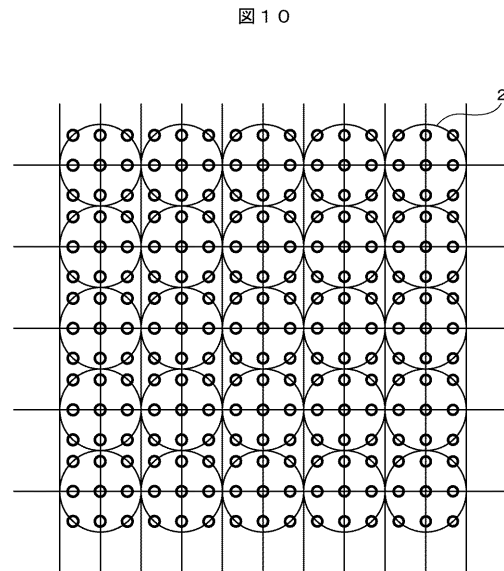
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H199 BA19 BA68 BB03 BB05 BB06 BB30 BB33 BB52 BB63
5C061 AA06 AA23 AB14 AB17