

(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2013-182121

(P2013-182121A)

(43) 公開日 平成25年9月12日 (2013.9.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 2 B 27/22 (2006.01)	G O 2 B 27/22	2 H 0 5 9
G O 3 B 35/24 (2006.01)	G O 3 B 35/24	2 H 1 9 9
H O 4 N 5/72 (2006.01)	H O 4 N 5/72	5 C 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-45685 (P2012-45685)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成24年3月1日 (2012.3.1)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(72) 発明者	米野 邦夫
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム (参考)	2H059 AC00
			2H199 BA09 BA32 BA68 BB04 BB06
			BB20 BB33 BB51 BB52
			5C058 AA05 BA35 DA15

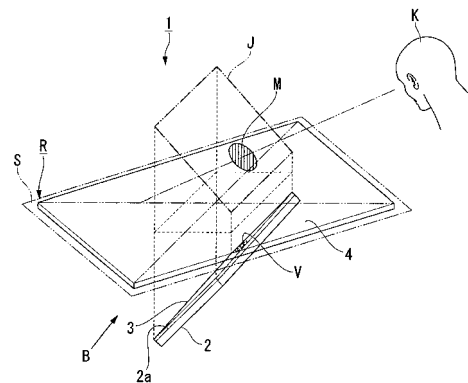
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】虚像の発生を確実に防止できる表示装置を提供する。

【解決手段】本発明の表示装置1は、物体像を生成するフラットパネルディスプレイ2（物体像生成装置）と、物体像生成装置の像生成面に対して素子面が傾いて配置され、素子面の一方側に位置する物体像から発する光を2回反射させ、素子面の他方側の空間における素子面に対する面对称位置に物体像を実像として結像させる再帰性透過材4（結像素子）と、物体像生成装置から結像素子に向かう光の拡散角度を所定の角度範囲内に制限する拡散角度制限フィルム3（拡散角度制限部材）と、を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体像を生成する物体像生成装置と、

前記物体像生成装置の像生成面に対して素子面が傾いて配置され、前記素子面の一方側に位置する前記物体像から発する光を 2 回反射させ、前記素子面の他方側の空間における前記素子面に対する面对称位置に前記物体像を実像として結像させる結像素子と、を備え、

前記物体像生成装置から前記結像素子に向かう光の拡散角度が所定の角度範囲内に制限されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記物体像生成装置と前記結像素子との間に、前記物体像生成装置からの光の拡散角度を所定の角度範囲内に制限する拡散角度制限部材が設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記拡散角度制限部材が、複数の遮光部が間隔をおいて平行に配置され、隣り合う前記遮光部間の領域が光透過領域とされたフィルム状部材で構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記拡散角度制限部材が、複数の単位レンズが一方向に配列されたレンズアレイで構成され、

前記レンズアレイのゲイン特性が、前記単位レンズの一方向において相対的に広く、前記単位レンズの他の方向において相対的に狭いことを特徴とする請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 5】

前記所定の角度範囲を前記素子面に垂直な方向から見た見掛け上の角度範囲が 90 度未満であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記所定の角度範囲を θ_a 、前記素子面の法線と前記像生成面とのなす角度を γ としたとき、

$$\theta_a < 2 \times \tan^{-1} (1 / \cos \gamma)$$

を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の表示装置。

【請求項 7】

前記結像素子が、複数の光透過部を有し、前記光透過部の壁面のうち、少なくとも互いに直交する 2 つの壁面が反射面とされた再帰性透過材で構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 8】

前記物体像生成装置がフラットパネルディスプレイで構成され、

前記像生成面が前記フラットパネルディスプレイの画像表示面であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 9】

前記物体像生成装置がプロジェクターとスクリーンとで構成され、

前記像生成面が前記スクリーンの画像表示面であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

被投影物の像を結像させる結像素子を備え、結像素子によって空中に実像を生成するデ

10

20

30

40

50

ディスプレイ装置が、下記の特許文献 1 に開示されている。

特許文献 1 に記載のディスプレイ装置に用いられる結像素子は、直交する 2 つの鏡面を有する 2 面コーナリフレクターからなる単位光学素子を複数備えている。結像素子は、素子面の一方側の空間に配置された被投影物の実像を、素子面の他方側の空間における当該素子面に対する面对称位置に生成する作用を有する。そのため、素子面の一方側の空間に立体物を配置すれば、素子面の他方側の空間における当該素子面に対する面对称位置に立体像が生成される。

【 0 0 0 3 】

仮に単位光学素子の鏡面が 1 つであり、複数の単位光学素子における鏡面が互いに平行であったとすると、結像素子の両側に実像と虚像が生成される。そのため、単位光学素子が互いに直交する 2 つの鏡面を有している場合でも、いずれか一方の鏡面で 1 回だけ反射した光は虚像を形成する。特許文献 1 に、単位光学素子で 2 回反射した光と 1 回反射した光との干渉を避ける手段、すなわち実像を形成する光と虚像を形成する光との干渉を避ける手段が記載されている。その手段として、単位光学素子を素子面と直交する軸周りに任意の回転方向で配置することで 1 回反射光による結像を避けることができる、と記載されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 0 7 / 1 1 6 6 3 9 号

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 の結像素子において、複数の単位光学素子を任意の方向に回転させて配置するのは、結像素子の設計や製造が極めて複雑になり、コストが高騰するという課題があった。さらには、複数の単位光学素子を任意の方向に回転させたとしても、単位光学素子で 1 回だけ反射して射出される光は確率的に必ず存在する。そのため、虚像の発生を完全に抑えることは不可能であった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、虚像の発生を確実に防止できる表示装置を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するために、本発明の表示装置は、物体像を生成する物体像生成装置と、前記物体像生成装置の像生成面に対して素子面が傾いて配置され、前記素子面の一方側に位置する前記物体像から発する光を 2 回反射させ、前記素子面の他方側の空間における前記素子面に対する面对称位置に前記物体像を実像として結像させる結像素子と、を備え、前記物体像生成装置から前記結像素子に向かう光の拡散角度が所定の角度範囲内に制限されていることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

40

本発明の表示装置によれば、物体像生成装置から結像素子に向かう光の拡散角度が所定の角度範囲内に制限されているため、所定の角度範囲を適切に設定することによって、結像素子で 1 回だけ反射した光が観察者の目に入ることが避けられる。その結果、虚像の発生が抑えられ、空間に結像した実像が見やすくなる。

【 0 0 0 9 】

本発明の表示装置において、前記物体像生成装置と前記結像素子との間に、前記物体像生成装置からの光の拡散角度を所定の角度範囲内に制限する拡散角度制限部材が設けられることが望ましい。

この構成によれば、拡散角度制限部材を適切に設計することにより、物体像生成装置からの光の拡散角度を所望の角度範囲内に制限することができる。そのため、物体像生成装

50

置自体は、光の拡散角度に制限が必要なく、一般のディスプレイを用いることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の表示装置において、前記拡散角度制限部材は、複数の遮光部が間隔をおいて平行に配置され、隣り合う前記遮光部間の領域が光透過領域とされたフィルム状部材で構成されていてもよい。

この構成によれば、簡易な構成の拡散角度制限部材を用いて光の拡散角度を制限することができる。また、フィルム状部材を物体像生成装置の像生成面に密着させて配置すれば、表示装置全体の薄型化を図ることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の表示装置において、前記拡散角度制限部材は、複数の単位レンズが一方向に配列されたレンズアレイで構成され、前記レンズアレイのゲイン特性が、前記単位レンズの一方向において相対的に広く、前記単位レンズの他方向において相対的に狭い構成であってもよい。

この構成によれば、遮光部を用いていないため、拡散角度制限部材は物体像生成装置から広角に射出される光を遮断することなく、単位レンズの所定の方向における光の拡散角度を制限することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の表示装置において、前記所定の角度範囲を前記素子面に垂直な方向から見た見掛け上の角度範囲が 90 度未満であることが望ましい。

この構成によれば、結像素子に対する物体像生成装置の取付角度に係わらず、虚像の発生が確実に抑えられる。

【 0 0 1 3 】

本発明の表示装置において、前記所定の角度範囲を θa 、前記素子面の法線と前記像生成面とのなす角度を γ としたとき、

$$\theta a < 2 \times \tan^{-1} (1 / \cos \gamma)$$

を満たすことが望ましい。

上記の角度 γ は、結像素子に対する物体像生成装置の取付角度に対応して変化する。したがって、上記の構成によれば、結像素子に対する物体像生成装置の取付角度に応じて最適な拡散角度範囲 θa を設定することにより、実像の観察範囲を広く取りながら虚像の発生を確実に抑えることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の表示装置において、前記結像素子は、複数の光透過部を有し、前記光透過部の壁面のうち、少なくとも互いに直交する 2 つの壁面が反射面とされた再帰性透過材で構成されていることが望ましい。

本発明の「再帰性透過材」は、光透過部の壁面のうち、少なくとも互いに直交する 2 つの壁面が反射面とされた反射素子である。すなわち、素子面と垂直な方向から見たときには、一般の再帰性反射材と同様、反射面に入射した光は入射方向と同じ方向に反射する。一方、素子面と平行、かつ光入射面に垂直な方向から見たときには、通常の反射鏡と同様、反射面に入射した光は入射角と同じ反射角で反射する。この種の再帰性透過材を結像素子に用いることで、簡易な構成の表示装置を実現することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の表示装置において、前記物体像生成装置がフラットパネルディスプレイで構成され、前記像生成面が前記フラットパネルディスプレイの画像表示面であってもよい。

この構成によれば、実像表示が可能な表示装置を比較的低コストで実現することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の表示装置において、前記物体像生成装置がプロジェクターとスクリーンとで構成され、前記像生成面が前記スクリーンの画像表示面であってもよい。

この構成によれば、物体像生成装置の設置方法の自由度が高い表示装置を実現することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態の表示装置を示す斜視図である。

【図2】本実施形態の表示装置に用いる再帰性透過材を示す図であり、(A)平面図、(B)拡大斜視図である。

【図3】(A)～(E)再帰性透過材の作用を説明するための図である。

【図4】再帰性透過材の他の例を示す斜視図である。

【図5】再帰性透過材のさらに他の例を示す斜視図である。

【図6】実像および虚像の見え方を示す図である。

【図7】(A)～(C)虚像の生成原理を説明するための図である。

10

【図8】図7(A)を異なる方向から観察した場合の図である。

【図9】拡散角度制限フィルムの作用を説明するための図である。

【図10】拡散角度制限フィルムの一例を示す斜視図である。

【図11】拡散角度制限フィルムをFPDに取り付けた状態を示す斜視図である。

【図12】図11のA-A'線に沿う断面図である。

【図13】(A)～(C)拡散角度制限フィルムによる拡散角度の制限範囲の算出に用いる図である。

【図14】拡散角度制限フィルムの他の例を示す斜視図である。

【図15】本発明の第2実施形態の表示装置を示す斜視図である。

【図16】本実施形態の表示装置に用いるスクリーンおよび拡散角度制限フィルムの断面図である。

20

【図17】本発明の第3実施形態の表示装置を示す斜視図である。

【図18】本実施形態の表示装置に用いるスクリーンアセンブリの断面図である。

【図19】スクリーンアセンブリのゲイン特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1～図14を用いて説明する。

本実施形態の表示装置は、空間に平面像を生成することができる表示装置の一例である

30

図1は、本実施形態の表示装置の概略構成を示す斜視図である。

なお、以下の全ての図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示すことがある。

【0019】

本実施形態の表示装置1は、図1に示すように、フラットパネルディスプレイ2(物体像生成装置)と、拡散角度制限フィルム3(拡散角度制限部材)と、再帰性透過材4(結像素子)と、を備えている。以下の説明では、フラットパネルディスプレイ2(Flat Panel Display)をFPDと略記する。FPD2は外部から入力された画像信号に基づいて画像表示面2a(像生成面)上に文字や画像を表示する。以下の説明では、画像表示面2a上に表示された文字や画像を物体像Vとする。FPD2の画像表示面2aには、後述する拡散角度制限フィルム3が設けられている。FPD2としては、例えば液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイなど、特に限定されることなく、一般的なディスプレイを用いることができる。

40

【0020】

再帰性透過材4は、図2(A)、(B)に示すように、所定の厚みを持った矩形状のガラスなどの板材7に、光を透過させるための複数の四角柱状の開口部8が設けられたものである。開口部8は空間であってもよいし、透明性の高い樹脂材料などが充填されていてもよい。これらの開口部8が光透過部として機能する。素子面Sに垂直な方向から見た開口部8の平面形状は正方形である。板材7は、互いに平行な2つの主面7a, 7bを有し、一方の主面7a側から光を入射させ、他方の主面7b側から光を射出させる。本明細書

50

における「素子面」とは、板材 7 の 2 つの主面 7 a , 7 b に平行な平面であって、2 つの主面 7 a , 7 b から等距離にある、板材 7 の中心を通る仮想的な平面として定義する。

【0021】

開口部 8 の 4 つの内壁面のうち、互いに直交する 2 つの内壁面には例えば金属反射膜が形成されており、これら 2 つの内壁面が反射面 9 となっている。これら 2 つの反射面 9 は、いわゆる 2 面コーナリフレクターを構成する。本実施形態の再帰性透過材 4 においては、図 2 (A) に示すように、平面視して正形状の開口部 8 の各辺が板材 7 の各辺と平行に形成されている。全ての開口部 8 において、2 つの反射面 9 は同じ向きに向いている。なお、開口部 8 の 4 つの内壁面が全て反射面になっていてもよい。

【0022】

図 1 に示すように、F P D 2 は、F P D 2 の画像表示面 2 a が再帰性透過材 4 の素子面 S に対して傾くように配置されている。再帰性透過材 4 の素子面 S に垂直な方向から見ると、F P D 2 は、画像表示面 2 a の法線が再帰性透過材 4 の開口部 8 の 2 つの反射面 9 が接する角部の側に向くように傾いて配置されている。これにより、F P D 2 の画像表示面 2 a から射出された光は、概ね再帰性透過材 4 の開口部 8 の 2 つの反射面 9 が接する角部の方向に向けて進む。図 1 では、図面を見易くするため、再帰性透過材 4 の開口部 8 の図示を省略した。再帰性透過材 4 の開口部 8 の 2 つの反射面 9 が接する角部の位置は、再帰性透過材 4 の 4 つの角部のうち、図 1 に符号 R で示した角部の位置に対応する。

【0023】

ここで、図 3 (A) ~ (E) を用いて、再帰性透過材 4 の作用を説明する。

図 3 (A) ~ (C) では、再帰性透過材 4 の素子面 S を X 軸と Y 軸とで構成される X Y 平面に一致させ、素子面 S と直交する軸を Z 軸とした。また、物体像から光が射出される点を点 P、光が再帰性透過材 4 の反射面 9 に入射する点を点 T、光が結像する点を点 Q、で表した。図 3 (D)、図 3 (E) は点 T の近傍を拡大視した図であり、図 3 (D) は平面図であり、図 3 (E) は側面図である。

【0024】

上述したように、再帰性透過材 4 の 2 つの反射面 9 は互いに直交している。そのため、図 3 (D) に示すように、一方の反射面 9 に入射した光は、90 度の角度で隣接した他方の反射面 9 で反射する。したがって、素子面 S と直交する方向 (Z 軸方向) から見たときには、図 3 (B) に示すように、一般の再帰性反射材と同様、反射面 9 に入射した光は入射方向と同じ方向に反射する。すなわち、点 P および点 Q を X Y 平面上に射影したとき、点 P の射影点と点 Q の射影点とは一致する。一方、素子面 S と平行、かつ光入射面に直交する方向 (点 P、点 T、点 Q で作る三角形 P T Q の法線方向) から見たときには、図 3 (E) に示すように、光は 2 つの反射面 9 でそれぞれ反射し、図 3 (C) に示すように、通常の反射鏡を垂直に置いた場合と等価的に、反射面 9 に入射した光は入射角 α と同じ反射角 α で反射する。

【0025】

このようにして、図 3 (A) に示すように、点 P から射出された光は点 T を経て点 Q に向かう。一般に、物体像上の点 P から射出された光はある程度の角度範囲内に拡散するため、再帰性透過材 4 の点 T 以外の箇所にも入射する。ところが、点 T 以外の箇所に入射した光も同様に反射するため、拡散した全ての光が点 Q に集束する。すなわち、素子面 S の一方側に位置する物体像は、素子面 S の他方側の空間における素子面 S に対する面对称位置に結像する。上の説明では物体像の 1 点を P としたが、有限の大きさを持った場合でも同様に結像する。よって、点 P の周辺に立体物が存在した場合、点 Q の周辺に、再帰性透過材 4 の素子面 S に対して面对称な実像が立体像として生成される。なお、実像上の点 Q を観察する場合、観察点と点 Q とを結ぶ直線上からの光線を選択的に見ていることになり、両目で観察することで実像が空間に浮かんで見える。

【0026】

また、再帰性透過材 4 は、素子面 S と垂直な方向に貫通する開口部 8 を有しているため、再帰性透過材 4 の素子面 S に対して垂直に入射した光は反射面 9 に入射することなく、

10

20

30

40

50

そのまま直進する。

【0027】

本実施形態の場合、図1に示すように、再帰性透過材4の素子面Sの下方にFPD2が傾いて設置されているため、再帰性透過材4の素子面Sの上方空間にFPD2の画像表示面2aの傾きと面对称の方向に傾いた実像形成面Jができ、実像形成面Jの位置に物体像を面对称にした実像Mが形成される。この場合、FPD2の画像表示面2aが平面であるため、生成される実像Mは物体像と傾きだけが異なり、形状や寸法が一致した平面像となる。

【0028】

したがって、観察者Kは、実像形成面Jの傾いた方向から実像Mの方向を斜めに覗き込むようにすれば、観察者Kに対して実像Mが略正対した状態となり、実像Mが見やすくなる。生成された実像Mは再帰性透過材4による反射光が結像したものであるため、観察者Kからは再帰性透過材4を見ることができる観察範囲内において実像Mが空間に浮かんだように見える。

【0029】

再帰性透過材4の具体例として、図2に示したものの他、図4、図5に示すものが挙げられる。

図4に示す再帰性透過材11は、両面もしくは片面が反射面となった金属もしくはガラスなどの複数の板材12を互いに直交するように格子状に組み合わせたものである。板材12の片面のみが反射面である場合には、全ての板材12の反射面が観察方向を向くように板材12を並べる必要がある。隣り合う板材12の間の空間は空気が存在してもよいし、透明性の高い樹脂材料などが充填されていてもよい。

【0030】

図5に示す再帰性透過材13は、角柱状のガラス材料14の長手方向の一面を鏡面として、鏡面が同じ方向を向くように複数のガラス材料14を並べたものを2組作り、鏡面が互いに直交するように2組を積層したものである。

【0031】

図6に、図1の観察者が観察している像の様子を示す。

本実施形態の場合、FPD2の画像表示面2a上に拡散角度制限フィルム3が設けられているため、図6の実像Mだけが浮いて見える。その理由は後で説明する。ところが、仮にFPD2の画像表示面2a上に拡散角度制限フィルム3が設けられていなかったとすると、2つの虚像Nが実像Mよりも遠いところに見えてしまう。これらの虚像Nは本来必要のないものであり、虚像Nが見えることで本来見るべき実像Mが見えにくくなる、という不具合が生じる。

【0032】

以下、図7(A)～(C)を参照して、虚像Nが生成される原理を説明する。

なお、図7(A)～(C)は、図2における再帰性透過材4の開口部8ごとに分離された反射面9を連続的に一体化した反射面として記載している。

図7(A)は再帰性透過材4の素子面Sの法線方向から見た平面図である。図7(B)は素子面Sに平行、かつFPD2の画像表示面2aに平行な方向(図1の矢印B方向)から見た側面図である。図7(C)は素子面Sに平行、かつ再帰性透過材4の一方の反射面9に平行な方向(図7(A)の矢印C方向)から見た側面図である。

以下の説明では、観察者Kから見て右側に位置する反射面9を右反射面9R、観察者Kから見て左側に位置する反射面9を左反射面9Lと称する。

【0033】

物体像Vからの光線は、図7(A)に示すように、右反射面9Rと左反射面9Lとの交点の位置で2回反射され、実像Mの位置を通過する。このとき、物体像Vからの光はあらゆる方向に発散するため、例えば平面図上で一方の反射面9に対して略平行に進む光線も存在する。一方の反射面9に対して略平行に進む光線は、他方の反射面9だけで1回だけ反射する場合が生じる。光線が1回だけ反射した場合には、通常の1枚のミラーと同様、

10

20

30

40

50

符号 N で示す位置に虚像が生じる。図 7 (B) に示すように、観察位置 K 1 から見ると、虚像 N は実像 M よりも遠い距離のやや下側の位置に見えることになる。なお、実像 M からの光線を符号 L 1 で示し、虚像 N からの光線を符号 L 2 で示す。

【 0 0 3 4 】

図 7 (A) に示す平面図上では、虚像 N は一方の反射面 9 に対して実像 M と対称の位置に生じる。そのため、観察位置 K 1 で見た虚像 N からの光線 L 2 は、実像 M からの光線 L 1 が一方の反射面 9 に対する垂線の足よりも必ず外側 (右反射面 9 R と左反射面 9 L との交点よりも遠い側) で反射したものとなる。

【 0 0 3 5 】

図 7 (C) に示すように、図 7 (B) の側面図を右反射面 9 R に平行な方向 (図 7 (A) に矢印 C で示す方向) から見ると、実像 M からの光線 L 1 と虚像 N からの光線 L 2 とは重なって見える。このことから、格子状に並んだ複数の右反射面 9 R、左反射面 9 L のそれぞれにおいて、同じ並びにある反射面 9 で反射した光線により実像 M と虚像 N とが生成されることがわかる。

【 0 0 3 6 】

図 7 (A) は、観察者 K が右反射面 9 R と左反射面 9 L との交点を正面から見た場合、すなわち観察者 K の視線方向が右反射面 9 R および左反射面 9 L に対して 45 度の角度をなす場合を示している。これに対して、観察者 K が右反射面 9 R と左反射面 9 L との交点を正面よりも右寄りの位置から見た場合、すなわち観察者 K の視線方向が右反射面 9 R に対して 45 度よりも小さい角度をなす場合を示したものが図 8 である。

【 0 0 3 7 】

図 8 の場合、図 7 (A) の場合と異なり、物体像 V と 2 つの虚像 N との間の距離は、光線が右反射面 9 R で反射した場合と左反射面 9 L で反射した場合とで異なる。しかしながら、虚像 N からの光線 L 2 は、実像 M からの光線 L 1 が一方の反射面 9 に対する垂線の足よりも必ず外側で反射したものである点は、図 7 (A) の場合と同様である。

【 0 0 3 8 】

以下、FPD 2 の画像表示面 2 a 上に拡散角度制限フィルム 3 を設けた場合に虚像 N が見えなくなる理由を説明する。

本実施形態では、図 9 に示すように、拡散角度制限フィルム 3 を FPD 2 の画像表示面 2 a の前方に配置し、物体像 V から発する光線の拡散角度 θ_0 を制限している。すなわち、物体像 V から拡散角度 θ_0 の範囲内の光線のみが射出される。図 9 のように、表示装置 1 を平面視したときの物体像 V から発する光線の拡散角度 θ_0 は、再帰性透過材 4 の素子面 S の法線方向から見たときの物体像 V から発する光線の拡散角度のことである。以下、説明の便宜上、再帰性透過材 4 の素子面 S は水平面に一致しているものとし、拡散角度 θ_0 のことを水平面内拡散角度 θ_0 と称する。拡散角度制限フィルム 3 の作用により、物体像 V の位置から水平面内拡散角度 θ_0 の外側に拡散する方向に射出される光線が遮断され、物体像 V から虚像 N の位置に向かう光線 L 3 が遮断される。その結果、虚像 N が生成されなくなる。

【 0 0 3 9 】

具体的には、虚像 N が生成されないためには、実像 M から発した光線が各反射面 9 に対する垂線の足よりも内側 (右反射面 9 R と左反射面 9 L との交点に近い側) で反射すればよい。そのため、水平面内拡散角度 θ_0 が 90 度未満に制限されていればよい。この場合、観察位置 K 1 からは虚像 N が見えなくなり、実像 M だけが見える。また、水平面内拡散角度 θ_0 が 90 度未満であればよいという条件は、図 9 の場合に限らず、図 8 に示したように、観察位置 K 1 が右反射面 9 R と左反射面 9 L との交点の正面からずれている場合にも当てはまる。

【 0 0 4 0 】

図 10 は、拡散角度制限フィルム 3 の一つの具体例を示している。

図 10 に示す拡散角度制限フィルム 3 は、複数の薄板状の遮光板 16 が一定の間隔をおいて平行に並べられ、隣り合う遮光板 16 の間が空間であるか、もしくは透明性の高い樹

10

20

30

40

50

脂材料で充填されたフィルム状部材である。隣り合う遮光板 16 の間の領域が光透過領域として機能する。

【0041】

拡散角度制限フィルム 3 は、図 11 に示すように、FPD 2 の画像表示面 2a 上に密着して取り付けられている。このとき、図 11 の A - A' 線に沿う断面図である図 12 に示すように、FPD 2 の画像表示面 2a 上の物体像 V から広角に拡散する方向に射出する光は遮光板 16 によって遮断される。隣り合う遮光板 16 間の光透過領域から射出できるだけの拡散角度 θ_a を有する光のみが拡散角度制限フィルム 3 から射出される。図 12 に示すように、FPD 2 の画像表示面 2a に平行かつ各遮光板 16 に平行な方向から見た拡散角度制限フィルム 3 からの射出光の拡散角度 θ_a のことを、以下の説明では実拡散角度 θ_a と称する。

10

【0042】

再帰性透過材 4 の素子面 S に対して FPD 2 の画像表示面 2a は傾いているため、上述の水平面内拡散角度 θ_o と実拡散角度 θ_a とは異なる。具体的には、水平面内拡散角度 θ_o は、実拡散角度 θ_a よりも見掛け上小さくなる。したがって、水平面内拡散角度 θ_o の制限すべき範囲は 90 度未満であればよいと先に述べたが、実拡散角度 θ_a の制限すべき範囲は、90 度未満ではなく、より広い角度範囲に設定すればよい。

【0043】

以下、実拡散角度 θ_a の制限すべき範囲を算出する。

図 13 (A) に示すように、FPD 2 の傾きを FPD 2 の画像表示面 2a と再帰性透過材 4 の素子面 S の法線とのなす角度で表し、この角度を γ とする。実拡散角度を θ_a とし、水平面内拡散角度を θ_o とする。また、拡散角度範囲を示す図 13 (A) の図形において、図形の各位置を点 E, F, G, H, I で示す。

20

【0044】

図 13 (B) における点 E - G 間の距離もしくは点 F - H 間の距離は、隣り合う遮光板 16 間の光透過領域の幅に相当し、この距離を w とする。点 I - E 間の距離および点 I - G 間の距離を L_a とする。点 F と点 H とを結ぶ線分に対して点 I から下ろした垂線の長さを L とする。

ここで、実拡散角度 θ_a を求めるため、図 13 (C) に示すように、点 I を中心として点 E および点 G が点 I と水平になるまで、図形を角度 γ だけ時計回りに回転させる。

30

以上のことから、実拡散角度 θ_a を以下のように算出することができる。

【0045】

$$w = 2 L_a \tan(\theta_a / 2) = 2 L \tan(\theta_o / 2) \quad \dots \dots (1)$$

$$L_a = L \cos \gamma \quad \dots \dots (2)$$

(1) 式および (2) 式より、

$$L \cos \gamma \times \tan(\theta_a / 2) = L \tan(\theta_o / 2) \quad \dots \dots (3)$$

(3) 式より、

$$\tan(\theta_a / 2) = \tan(\theta_o / 2) / \cos \gamma \quad \dots \dots (4)$$

$$\theta_a = 2 \times \tan^{-1}(\tan(\theta_o / 2) / \cos \gamma) \quad \dots \dots (5)$$

よって、実拡散角度 θ_a の制限すべき範囲は、

40

$$\theta_a < 2 \times \tan^{-1}(\tan(\theta_o / 2) / \cos \gamma) \quad \dots \dots (6)$$

となる。

【0046】

具体的には、例えば FPD 2 の傾き角度 γ を 45 度、水平面内拡散角度 θ_o を 90 度とすると、(5) 式より、実拡散角度 θ_a は 109.5 度となる。すなわち、実拡散角度 θ_a が 109.5 度の拡散角度制限フィルム 3 を FPD 2 上に取り付け、FPD 2 を傾き角度 γ が 45 度となるように設置すれば、水平面内拡散角度 θ_o は 90 度となる。したがって、実拡散角度 θ_a の制限すべき範囲は、(6) 式より、109.5 度未満となる。

【0047】

実拡散角度 θ_a の制限すべき範囲は水平面内拡散角度 θ_o が 90 度未満となる角度で有

50

りさえすればよいので、(6)式の θ_0 を90度として、
 $\theta_a < 2 \times \tan^{-1} (1 / \cos \gamma) \dots \dots (7)$
 となる。

しかしながら、水平面内拡散角度 θ_0 が小さくなり過ぎると、実像Mの明るさが暗くなり、実像Mが見えにくくなる。そのため、水平面内拡散角度 θ_0 が90度よりわずかに小さくなるように、実拡散角度 θ_a を設定することが望ましい。

【0048】

図14は、拡散角度制限フィルム3の他の例を示している。

図14に示す拡散角度制限フィルム3Bは、樹脂板17に幅の狭い複数の溝が一定の間隔をおいて平行に形成され、溝の内部に遮光層18が設けられたフィルム状部材である。隣り合う遮光層18の間の領域が光透過領域として機能する。拡散角度制限フィルム3Bを製造する際には、金型を用いて複数の溝を有する樹脂板17を成型した後、溝の内部に遮光性を有する黑色インクを充填して遮光層18とすればよい。

【0049】

以上説明したように、本実施形態の表示装置1によれば、拡散角度制限フィルム3を用いたことで虚像Nの生成が確実に防止できる。その結果、実像Mが見やすい表示装置を安価に実現することができる。

【0050】

[第2実施形態]

以下、本発明の第2実施形態について、図15、図16を用いて説明する。

本実施形態の表示装置の基本構成は第1実施形態と同様であり、物体像生成装置の構成が第1実施形態と異なる。

図15は、本実施形態の表示装置の概略構成を示す斜視図である。図16は、本実施形態の表示装置に用いるスクリーンおよび拡散角度制限フィルムの断面図である。

図15、図16において、第1実施形態の図面と共通する構成要素には同一の符号を付し、説明は省略する。

【0051】

本実施形態の表示装置21は、図15に示すように、プロジェクションシステム22（物体像生成装置）と、拡散角度制限フィルム3（拡散角度制限部材）と、再帰性透過材4（結像素子）と、を備えている。プロジェクションシステム22は、透過型のスクリーン23と、スクリーン23に対して画像を投射するプロジェクター24と、を備えている。本実施形態の場合、第1実施形態のFPD2の位置に、FPD2に代えてスクリーン23が配置されている。すなわち、スクリーン23は、スクリーン23の画像表示面23aが再帰性透過材4の素子面Sに対して傾くように配置されている。

【0052】

スクリーン23の画像表示面23a上には、複数の遮光板16を有する拡散角度制限フィルム3が設けられている。拡散角度制限フィルム3の構成は、第1実施形態と同様である。これにより、スクリーン23の画像表示面23a上の物体像Vから広角に拡散する光は遮光板16によって遮断され、物体像Vから射出される光の拡散角度が所定の角度範囲内に制限される。その他の構成は第1実施形態と同様である。

【0053】

本実施形態の表示装置21においても、虚像Nの生成が確実に抑えられ、実像Mが見やすくなる、という第1実施形態と同様の効果が得られる。さらに、物体像生成装置がスクリーン23とプロジェクター24とで構成されているため、物体像生成装置の設置方法の自由度が高い表示装置を実現することができる。

【0054】

[第3実施形態]

以下、本発明の第3実施形態について、図17～図19を用いて説明する。

本実施形態の表示装置において、物体像生成装置がスクリーンとプロジェクターとで構成されている点は第2実施形態と同様であり、拡散角度制限部材の構成が第2実施形態と

異なる。

図 17 は、本実施形態の表示装置の概略構成を示す斜視図である。図 18 は、本実施形態の表示装置に用いるスクリーンアセンブリの断面図である。

図 17、図 18 において、第 2 実施形態の図面と共通する構成要素には同一の符号を付し、説明は省略する。

【0055】

本実施形態の表示装置 31 は、図 17 に示すように、プロジェクションシステム 32 (物体像生成装置) と、再帰性透過材 4 (結像素子) と、を備えている。プロジェクションシステム 32 は、スクリーンアセンブリ 33 と、スクリーンアセンブリ 33 に対して画像を投射するプロジェクター 34 と、を備えている。本実施形態の場合、第 2 実施形態のスクリーン 23 の位置に、スクリーン 23 に代えてスクリーンアセンブリ 33 が配置されている。すなわち、スクリーンアセンブリ 33 は、スクリーンアセンブリ 33 の画像表示面 33a が再帰性透過材 4 の素子面 S に対して傾くように配置されている。

10

【0056】

スクリーンアセンブリ 33 は、図 18 に示すように、プロジェクター 34 に近い側からフレネルレンズ 35、アクリル板 36、レンチキュラーレンズ 37 が積層された構成を有している。フレネルレンズ 35 は、焦点距離をプロジェクター 34 の投射距離に略等しくしたものであり、プロジェクター 34 の投射レンズから射出される拡散光を略平行化する機能を有する。アクリル板 36 は、透明な板材であり、フレネルレンズ 35 とレンチキュラーレンズ 37 の保持部材としての機能と、フレネルレンズ 35 とレンチキュラーレンズ 37 との間隔を空けてモアレを低減する機能と、を備える。

20

【0057】

レンチキュラーレンズ 37 は、単位レンズとしてのシリンドリカルレンズ 38 が複数、短手方向に配置されたレンズアレイである。シリンドリカルレンズ 38 は、短手方向に曲率を有する一方、長手方向には曲率を有していない。したがって、レンチキュラーレンズ 37 は、シリンドリカルレンズ 38 の短手方向に光をより広い角度に拡散させる一方、シリンドリカルレンズ 38 の長手方向には光を拡散させない機能を備える。本実施形態の場合、レンチキュラーレンズ 37 は、シリンドリカルレンズ 38 の長手方向が再帰性透過材 4 の素子面 S に平行な方向を向き、シリンドリカルレンズ 38 の短手方向が再帰性透過材 4 の素子面 S に垂直な方向を向くように配置されている。

30

【0058】

図 19 は、スクリーンアセンブリ 33 のゲイン特性を示す図である。図 19 の横軸はスクリーンアセンブリ 33 の法線方向を中心とした角度 (極角) を示し、縦軸はゲイン (相対値) を示す。再帰性透過材 4 の素子面 S に垂直な方向 (垂直方向) のゲイン特性を破線で示し、再帰性透過材 4 の素子面 S に平行な方向 (水平方向) のゲイン特性を実線で示す。

【0059】

図 19 に示すように、スクリーンアセンブリ 33 の垂直方向のゲイン特性は、レンチキュラーレンズ 37 の作用により相対的に広がっている。これに対し、水平方向のゲイン特性は、垂直方向のゲイン特性に比べて相対的に狭くなっている。言い換えると、スクリーンアセンブリ 33 がレンチキュラーレンズ 37 を備えたことにより、スクリーンアセンブリ 33 から射出される光の拡散角度は水平方向に制限されている。これにより、本実施形態の表示装置 31 においても、第 1、第 2 実施形態と同様の作用により、虚像 N の発生を抑制することができる。

40

【0060】

本実施形態の場合、スクリーンアセンブリ 33 の法線方向の最大ゲインを 100 としたとき、ゲインが 10 以下となる角度 θ_i が第 1 実施形態の実拡散角度 θ_a である 109.5 度よりも小さくなるように設定されている。ゲイン特性は、スクリーンアセンブリ 33 の各構成要素の特性により決まる。よって、ゲイン特性は、例えばいずれかの構成要素に拡散特性を持たせる等の方法により制御することができる。

50

【 0 0 6 1 】

本実施形態の表示装置 3 1 においても、虚像 N の生成が確実に抑えられ、実像 M が見やすくなる、という第 1、第 2 実施形態と同様の効果が得られる。本実施形態の場合、スクリーンアセンブリ 3 3 とは別に拡散角度制限部材を備える必要がないという利点がある。

【 0 0 6 2 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施形態では、光の拡散角度を水平方向にのみ制限する拡散角度制限部材を用いたが、この拡散角度制限部材に代えて、光の拡散角度を水平方向、垂直方向の双方に制限する拡散角度制限部材を用いてもよい。その場合、観察位置から F P D 等の画像表示面が直接見える角度から観察した場合でも、物体像が直接見えることがなくなる。その結果、実像を観察する際に物体像が邪魔になるのを抑えることができる。

10

【 0 0 6 3 】

例えば上記の第 1 実施形態では、F P D からは拡散角度が広い光が射出され、F P D の外部に取り付けた拡散角度制限フィルムによって光の拡散角度を制限する構成とした。この構成に代えて、例えば F P D の内部に光の拡散角度を制限する手段を内蔵しておき、F P D から拡散角度が制限された光が射出される構成としてもよい。

第 3 実施形態では、拡散角度制限部材としてレンチキュラーレンズを用いたが、拡散角度の制限が可能な他の光学素子を用いてもよい。

その他、表示装置を構成する各種構成要素については適宜変更が可能である。

20

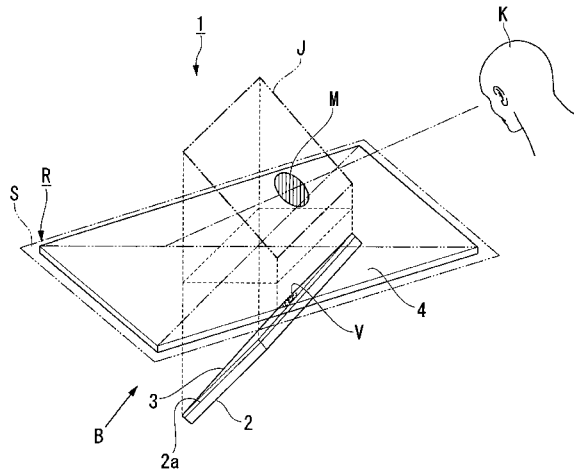
【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

1, 2 1, 3 1 ... 表示装置、2 ... フラットパネルディスプレイ (物体像生成装置)、2 a ... 画像生成面 (像生成面)、3, 3 B ... 拡散角度制限フィルム (拡散角度制限部材)、4, 1 1, 1 3 ... 再帰性透過材 (結像素子)、8 ... 開口部、9 ... 反射面、9 R ... 右反射面、9 L ... 左反射面、1 6 ... 遮光板 (遮光部)、1 8 ... 遮光層 (遮光部)、2 2, 3 2 ... プロジェクションシステム (物体像生成装置)、2 3 ... スクリーン、2 4, 3 4 ... プロジェクター、3 3 ... スクリーンアセンブリ、3 7 ... レンチキュラーレンズ (拡散角度制限部材)、S ... 素子面、M ... 実像、N ... 虚像、V ... 物体像、 θo ... 水平面内拡散角度、 θa ... 実拡散角度。

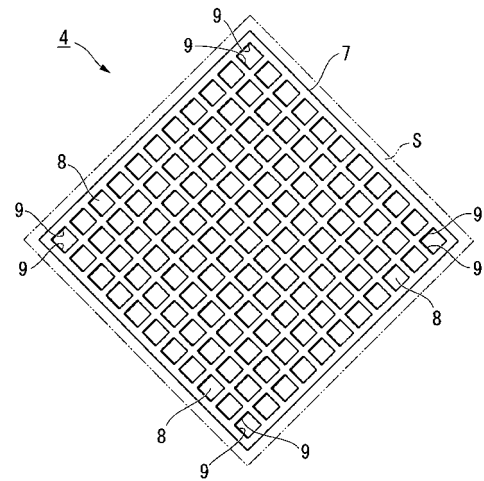
30

【図 1】

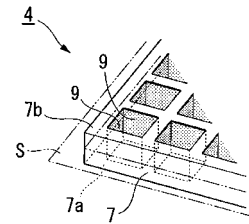


【図 2】

(A)

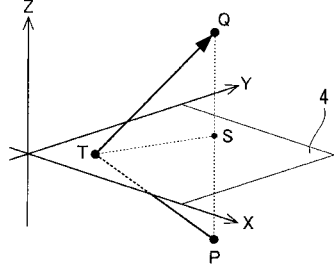


(B)

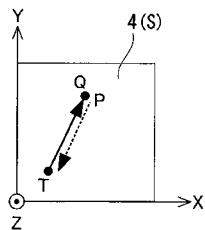


【図 3】

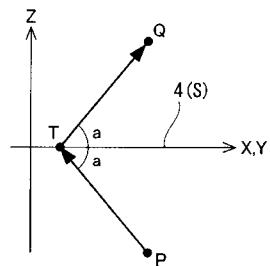
(A)



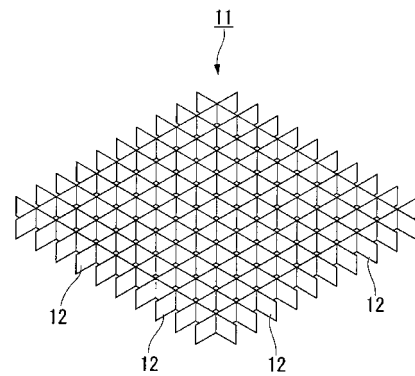
(B)



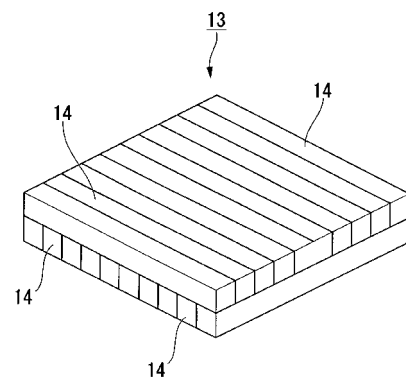
(C)



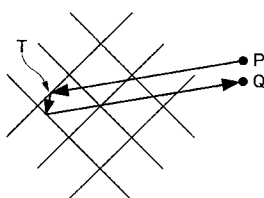
【図 4】



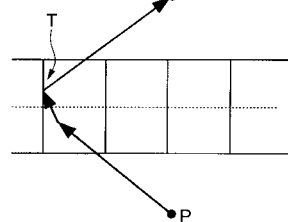
【図 5】



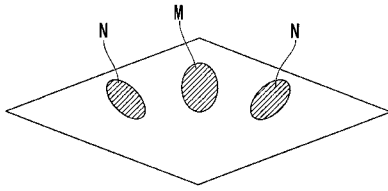
(D)



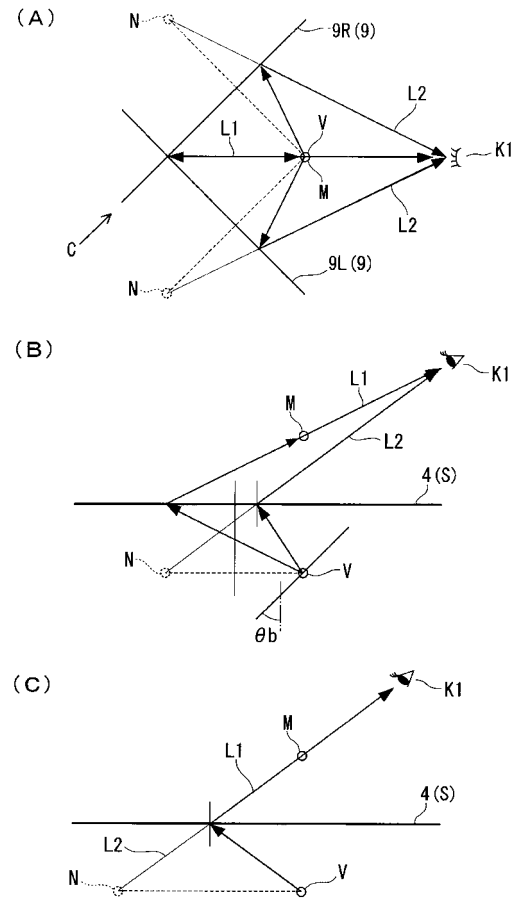
(E)



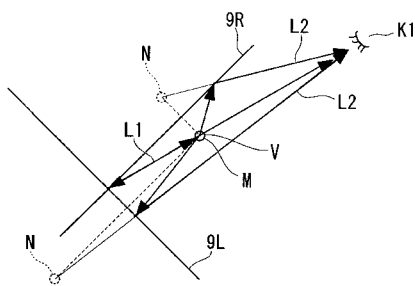
【図 6】



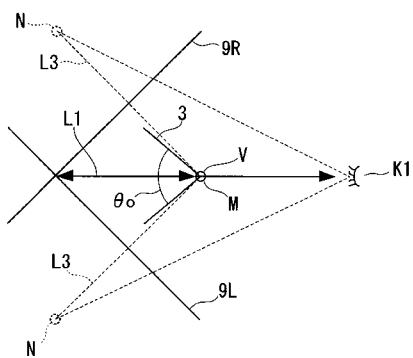
【図 7】



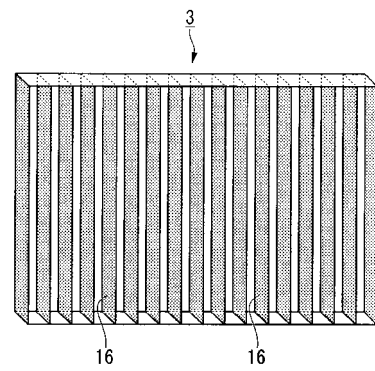
【図 8】



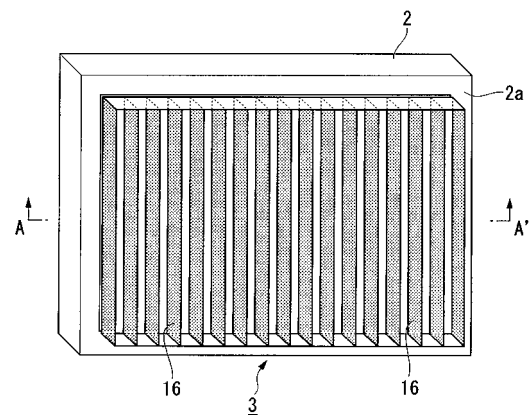
【図 9】



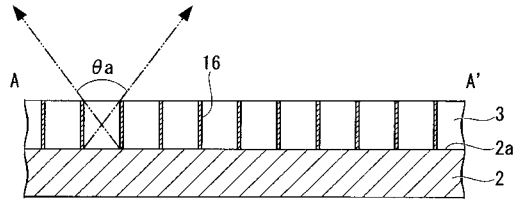
【図 10】



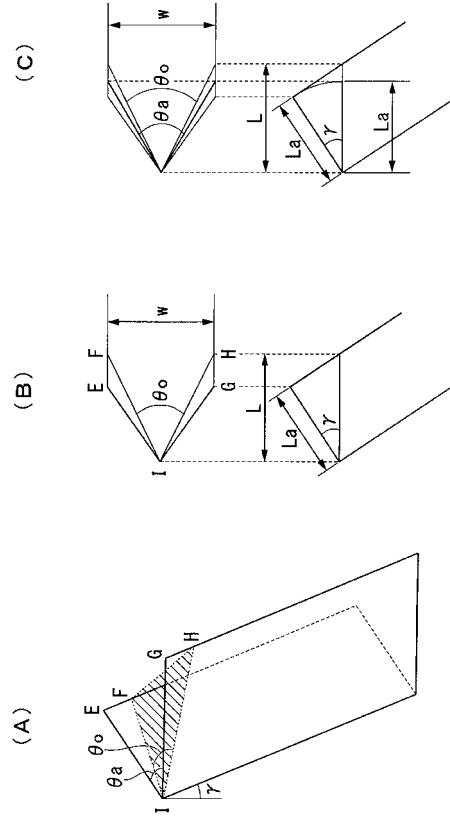
【図 11】



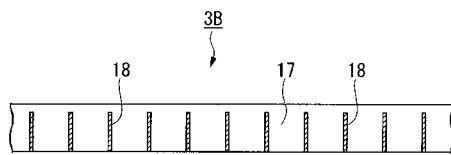
【図 12】



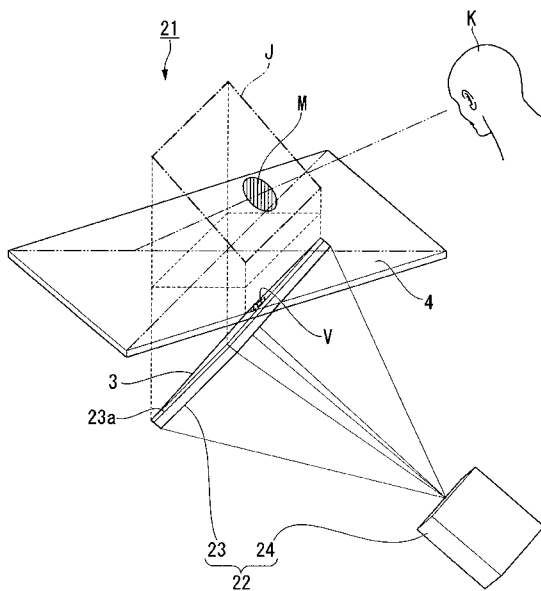
【図 13】



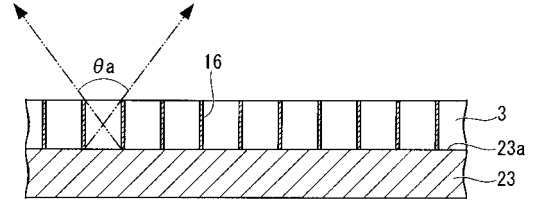
【図 14】



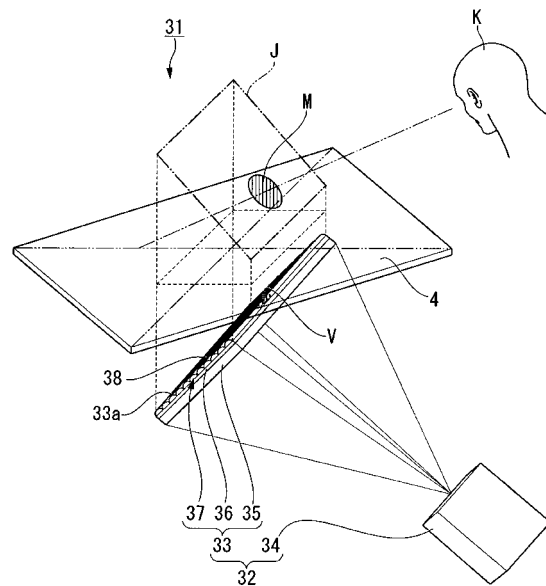
【図 15】



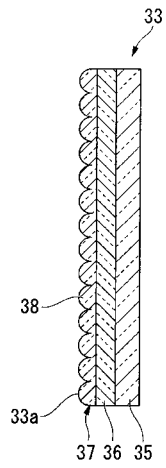
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

