

(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2012-123147

(P2012-123147A)

(43) 公開日 平成24年6月28日(2012.6.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
GO2B	27/02	(2006.01)	GO2B	27/02	Z	2H042
GO2B	17/08	(2006.01)	GO2B	17/08	A	2H087
GO2B	5/08	(2006.01)	GO2B	5/08	A	2H199
GO2B	5/00	(2006.01)	GO2B	5/00	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-273267 (P2010-273267)
 (22) 出願日 平成22年12月8日 (2010.12.8)

(71) 出願人 000002369
 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 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 官尾 敏明
 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
 (72) 発明者 ▲高▼木 将行
 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

最終頁に続く

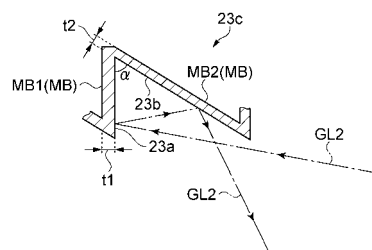
(54) 【発明の名称】 導光板、導光板の製造方法及び虚像表示装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 安価な手法で輝度ムラ・画像ムラを抑制可能な虚像光を射出できる虚像表示装置用の導光板及び虚像表示装置を提供する。

【解決手段】 非連続反射ユニットにより観察者に虚像光を導く導光板で、反射ユニット23cの第1の反射面23a又は第2の反射面23bに反射膜形成領域と反射膜非形成領域を混在させて形成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像光を内部に取り込む光入射部と、

対向して延びる第 1 及び第 2 の全反射面を有し、前記光入射部から取り込まれた前記画像光を前記第 1 及び第 2 の全反射面での全反射により導く導光部と、

所定方向に配列される複数の反射面を備え、前記反射面での光路の折り曲げによって、前記画像光を外部へ取出す画像取出部と、

前記画像取出部を経た前記画像光を前記外部に射出する光射出部と、を備えた導光板であって、

前記所定方向に配列される前記複数の反射面には、光を反射する反射部材が形成された反射部形成領域と、前記反射部材が形成されない反射部非形成領域を有すること、
を特徴とする導光板。

10

【請求項 2】

前記反射部形成領域と、前記反射部非形成領域が非周期的な間隔で配置されること、
を特徴とする請求項 1 に記載の導光板。

【請求項 3】

前記反射部形成領域の各反射部材形状が円形状であること、
を特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の導光板。

【請求項 4】

前記複数の反射面是一群の反射ユニットを成し、ストライプ状に連続的に配列された複数の前記反射面には前記反射部形成領域と、前記反射部非形成領域からなる非連続反射ユニットが配置されること、

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の導光板。

20

【請求項 5】

前記所定方向に配列される前記複数の反射面は第 1 及び第 2 の反射面より構成され、
前記第 2 の反射面は前記第 1 の反射面より前記光射出部に面して配置され、

前記第 2 の反射面の前記反射部形成領域と、前記反射部非形成領域における前記反射部材の形成された領域の比率より、

前記第 1 の反射面の前記反射部形成領域と、前記反射部非形成領域における前記反射部材の形成された領域の比率のほうが大きいこと、

を特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の導光板。

30

【請求項 6】

前記所定方向に配列される前記複数の反射面は前記第 1 及び第 2 の反射面より構成され、

前記第 1 の反射面と前記第 2 の反射面の断面形状は V 字の溝形状を呈し、

前記第 1 の反射面と前記第 2 の反射面とは互いに前記画像光を外部に射出する前記光射出部に対し前記 V 字の溝形状を有し、

前記 V 字の溝形状の谷部は鋭角をなし隣接して配置されていること、

を特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の導光板。

【請求項 7】

画像光を内部に取り込む光入射部を形成する工程と、

対向して延びる第 1 及び第 2 の全反射面を有し、前記光入射部から取り込まれた前記画像光を前記第 1 及び第 2 の全反射面での全反射により導く導光部と、

所定方向に配列される複数の反射面を備え、前記反射面での光路の折り曲げによって、前記画像光を外部へ取出す画像取出部形成工程と、を有し、

前記画像取出部形成工程において、前記複数の反射面を形成する際に、光を反射する反射部材が形成された反射部形成領域と、前記反射部材が形成されない反射部非形成領域を部分的に形成すること、

を特徴とする導光板の製造方法。

40

【請求項 8】

50

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の導光板と、
前記導光板に導かれる画像光を形成する画像形成装置と、
を備えることを特徴とする虚像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、頭部に装着して使用するヘッドマウントディスプレイ等に用いられる導光板、その製造方法、及び導光板が組み込まれた虚像表示装置、に関する。

【背景技術】

【0002】

10

近年、ヘッドマウントディスプレイのように虚像の形成及び観察を可能にする虚像表示装置として、導光板によって表示素子からの映像光（画像光）が観察者の瞳に導くタイプのもものが種々提案されている。このような虚像表示装置用の導光板として、全反射を利用して映像光を導くとともに、導光板の主面に対して所定角度をなして互いに平行に配置される複数の部分反射面にて映像光を反射させ導光板から取り出すことによって、映像光を観察者の網膜に到達させるものが知られている（特許文献 1 参照）。

【0003】

また、同様の技術として、映像光を取り出すために、のこぎり歯状の部分に反射層を形成するものも知られている（特許文献 2 参照）。

特許文献 2 の技術では特許文献 1 よりも低コストで同様の導光板を作製することが可能となる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2003 - 536102 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 157520 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

ここで、上記特許文献 1 に示される導光板における反射部の製造方法では、1面1面の反射部は良好なものが作製できても、張り合わせる工程の際に反射面と透明基材との間に隙間ができるなどの傾向が生じやすく、良好な反射面を得ることが容易ではない。また、特許文献 2 についても、のこぎり歯状の部分に反射層を設ける等の記載があるが、のこぎり刃状の面で良好な表面形状を得ることは難しく、また、反射層の形状等についての詳しい開示はない。

【0006】

また、このような導光板では反射面は面粗さが小さく、散乱光が発生しにくい形状となっている必要がある。これは反射面の面粗さが大きいと（平坦性が小さいと）、導光板に導光してきた光が反射面で散乱してしまい、瞳に結像される映像に影響が出てしまうからである。具体的には上記特許文献 1、2 に示されるような一定方向に配列される反射面を有する導光板では、散乱光によって映像光の重なりが生じる部分と、映像光の重なりが生じない部分とが一定方向に配列されるため、映像光に明暗の縞が発生してしまう。

40

そこで本発明では、複数配置される反射部の形状を制御することで、基材表面の状態に影響を受けにくく、良好な映像を得られる導光板、導光板の製造方法及び虚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】

【0007】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0008】

50

[適用例 1] 上記課題を解決するため、本適用例に係る導光板は、画像光を内部に取り込む光入射部と、対向して延びる第 1 及び第 2 の全反射面を有し、光入射部から取り込まれた画像光を第 1 及び第 2 の全反射面での全反射により導く導光部と、所定方向に配列される複数の反射面を備え、反射面での光路の折り曲げによって、画像光を外部へ取出す画像取出部と、画像取出部を経た画像光を外部に射出する光射出部を備えた導光板であって、所定方向に配列される反射面には光を反射する反射部形成領域と、反射部材が形成されない反射部非形成領域を有することを特徴とする。

ここで、全反射とは、全ての光が反射されて伝達される場合のみでなく、全反射条件が満たされる面上にミラーコート等を施して反射する場合も含まれるものとする。

【 0 0 0 9 】

本適用例によれば、観察者に導かれる映像光は、所定方向に配列される反射面の反射部形成領域からの光のみとなるため、反射面からの散乱光によって映像光の重なりが生じる部分と、映像光の重なりが生じない部分が一定方向に配列されなくなり、結果として映像光に生じる周期的な明暗の縞模様が見えにくくなる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 2] 上記適用例に記載の導光板であって、反射部形成領域と、反射部非形成領域が非周期的な間隔で配置されることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本適用例によれば、映像光における散乱光の重なる部分を効果的に減らすことができるようになり、映像光の周期的な縞模様をさらに見えにくくすることができる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 3] 上記適用例に記載の導光板であって、反射部形成領域の各反射部形状が円形状であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本適用例によれば、複雑な形状や、厳密な位置あわせを必要としないマスクで容易に作製することができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 4] 上記適用例に記載の導光板であって、反射部形成領域の 1 つの面積は所定ピッチで配列される反射ユニットよりも小さい領域で形成される、ことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本適用例によれば、導光板を透過して見える外界の映像を見るときに観察者に反射部材の影響を意識させない良好な視界を提供できる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 5] 上記適用例に記載の導光板であって、所定方向に配列される複数の反射面は第 1 及び第 2 の反射面より構成され、第 2 の反射面は前記第 1 の反射面より光射出部に面して配置され、第 2 の反射面の反射部形成領域と、反射部非形成領域における反射部材の形成された領域の比率より、第 1 の反射面の反射部形成領域と、反射部非形成領域における反射部材の形成された領域の比率のほうが大きいことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本適用例によれば、導光板を透過して外界の映像を見るときに観察者に反射部材の影響を意識させない良好な視界を提供できる。

【 0 0 1 8 】

[適用例 6] 上記適用例に記載の導光板であって、所定方向に配列される前記複数の反射面は第 1 及び第 2 の反射面より構成され、第 1 の反射面と前記第 2 の反射面の断面形状は V 字の溝形状を呈し、第 1 の反射面と第 2 の反射面とは互いに画像を外部に射出する光射出部に対し V 字の溝形状を有し、V 字の溝形状の谷部は鋭角をなし隣接して配置されていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本適用例によれば、一群の反射ユニットが V 字の溝形状がストライプ状に連続的に配列されるので分解能の良い画像光を取り出すことができ、さらに非連続の反射部材を配置す

10

20

30

40

50

ることによって反射光の重なりによる周期的な反射成分を少なくすることができる。これにより明度ムラを抑制することができる。

【0020】

[適用例7] 本適用例に係る導光板の製造方法は、画像光を内部に取り込む光入射部形成する工程と、対向して延びる第1及び第2の全反射面を有し、光入射部から取り込まれた画像光を第1及び第2の全反射面での全反射により導く導光部と、所定方向に配列される複数の反射面を備え、反射面での光路の折り曲げによって、画像光を外部へ取出す画像取出部形成工程と、を有し、画像取出部形成工程において複数の反射面を形成する際に光を反射する反射部形成領域と、反射部材が形成されない反射部非形成領域を部分的に形成することを特徴とする。

10

【0021】

本適用例によれば、観察者に導かれる映像光は、所定方向に配列される反射面の反射部形成領域からの光のみとなるため、反射部非形成領域からの散乱光の影響を受けることがなくなり、周期的な縞模様が見えにくくなる。

【0022】

[適用例8] 本適用例に係る虚像表示装置は、上記適用例に記載の導光板と、導光板に導かれる画像光を形成する画像形成装置と、を備える。

【0023】

本適用例によれば、上記適用例に記載の導光板を用いることで、虚像表示装置は、輝度ムラ・映像ムラを抑制され、かつ、光の利用効率の高い状態の虚像光を射出させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】(A)は、第1実施形態に係る虚像表示装置を示す断面図であり、(B)及び(C)は、導光板の正面図及び平面図である。

【図2】画像取出し部について説明するためその一部を拡大した模式的な図であり、画像取出し部の斜視図である。

【図3】(A)、(B)は、画像取出部の構造及び画像取出部における画像光の光と画像取出部における映像光の明暗縞の発生について説明するための模式的な図である。

【図4】第1及び第2の反射面の成膜状態について説明するための拡大図である。

30

【図5】(A)は実施形態1の画像取出部の反射膜形成領域と、反射膜非形成領域の配置関係を示す正面図であり、(B)は変形例2の反射膜形成領域と、反射膜非形成領域の配置関係を示す正面図である。

【図6】(A)は変形例3の反射膜形成領域と、反射膜非形成領域の配置関係を示す正面図であり、(B)は変形例4の反射膜形成領域と、反射膜非形成領域の配置関係を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

(第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態に係る導光板と、導光板を組み込んだ虚像表示装置について説明する。

40

[A. 導光板及び虚像表示装置の構造]

図1に示す虚像表示装置にかかる導光板及び導光板を組み込んだ虚像表示装置について説明する。

【0026】

虚像表示装置100は、観察者に虚像による画像光を認識させるとともに、観察者に外界像を透過させることで観察させるシースルータイプのものである。虚像表示装置100において、画像形成装置10と導光板20とは、通常観察者の右眼および左眼に対応して一組ずつ設けられるが、右眼用と左眼用とは左右対称であるので、ここでは右眼用のみを示し、左眼用については図示を省略している。なお、虚像表示装置100は、全体とし

50

ては、例えば一般の眼鏡のような外観（不図示）を有するものとなっている。

【0027】

画像形成装置10は、画像表示素子である液晶デバイス11と、光束形成用のコリメートレンズ12とを備える。液晶デバイス11は、光源（不図示）からの照明光を空間的に変調して、動画像等の表示対象となるべき画像光を形成する。コリメートレンズ12は、液晶デバイス11上の各点から射出された画像光を平行状態の光束にする。なお、コリメートレンズ12のレンズ材料は、ガラスやプラスチックのいずれとすることもできる。

【0028】

図1(A)～図1(C)に示すように、本実施形態に係る導光板20は、導光板本体部20aと、入射光折曲部21と、画像取出部23とを備える。導光板20は、画像形成装置10で形成された画像光を虚像光として観察者の眼EYに向けて射出し、画像として認識させるものである。

10

【0029】

導光板20の全体的な外観は、図中YZ面に平行に延びる平板である導光板本体部20aによって形成されている。また、導光板20は、長手方向の一端側に導光板本体部20aに埋め込まれた多数の微小ミラーによって構成される画像取出部23を有し、長手方向の他端側に導光板本体部20aの一部を切欠いて形成された入射光折曲部21を有する構造となっている。

【0030】

導光板本体部20aは、光透過性を有する樹脂材料等により形成され、YZ面に平行な2平面を備えた平板状となっている。導光板本体部20aは、画像形成装置10に対向する表側の平面上に、画像形成装置10からの画像光を取り込む光入射部である光入射面ISと、画像光を観察者の眼EYに向けて射出させる光射出部である光射出面OSとを有している。

20

導光板本体部20aは、光入射面ISの裏側において平行平板状の一部を切欠くように形成された矩形の斜面RSを有し、当該斜面RS上には、これを被覆するようにミラー層21aが形成されている。ミラー層21aは、斜面RSと協働することにより、入射光折曲部21として機能する。また、導光板本体部20aにおいて、光射出面OSの裏側の平面に沿って微細構造である画像取出部23が形成されている。

【0031】

導光板本体部20aの光入射面ISに対向して配置される入射光折曲部21は、導光板本体部20aの斜面RS上にアルミ、銀蒸着等の成膜を施すことにより形成され、入射光を反射し光路を略直交方向に近い所定方向に折り曲げるための反射面として機能する。つまり、入射光折曲部21は、光入射面ISから入射し全体として-X方向に向かう画像光を、全体として+Z方向に向かわせるように折り曲げることで、画像光を導光板本体部20a内に導かれる。

30

【0032】

また、導光板本体部20aは、入口側の入射光折曲部21から奥側の画像取出部23にかけて、入射光折曲部21を介して内部に入射させた画像光を画像取出部23に導くための導光部22を有している。

40

【0033】

導光部22は、平行平板状の導光板本体部20aの主面であり互いに対向しYZ面に対して平行に延びる2平面として、入射光折曲部21で折り曲げられた画像光をそれぞれ全反射させる第1の全反射面22aと第2の全反射面22bとを有している。ここでは、第1の全反射面22aが画像形成装置10から遠い裏側にあるものとし、第2の全反射面22bが画像形成装置10に近い表側にあるものとする。この場合、第2の全反射面22bは、光入射面IS及び光射出面OSと共通の面部分となっている。入射光折曲部21で反射された画像光は、まず、第2の全反射面22bに入射し、全反射される。次に、当該画像光は、第1の全反射面22aに入射し、全反射される。以下この動作が繰り返されることで、画像光は、導光板20の奥側、即ち画像取出部23を設けた+Z側に導かれる。

50

【0034】

導光板本体部20aの光射出面OSに対向して配置される画像取出部23は、導光部22の奥側(+Z側)において、第1の全反射面22aの延長平面に沿ってこの延長平面に近接して形成されている。画像取出部23は、導光部22の第1及び第2の全反射面22a, 22bを経て入射してきた画像光を、所定角度で反射して光射出面OS側へ折り曲げる。ここでは、画像取出部23に最初に入射する画像光が虚像光としての取出し対象であるものとする。画像取出部23の詳しい構造については、図2(A)等により後述する。

【0035】

また、導光板本体部20aに用いる透明樹脂材料の屈折率nは、1.5以上の屈折率材料であるものとする。導光板20に比較的屈折率の高い透明樹脂材料を用いることで、導光板20内部で画像光を導光させやすくなり、かつ、導光板20内部での画像光の画角を比較的小さくすることができる。

【0036】

導光板20が以上のような構造を有することから、画像形成装置10から射出され光入射面ISから導光板20に入射した画像光は、入射光折曲部21で一様に反射されて折り曲げられ、導光部22の第1及び第2の全反射面22a, 22bにおいて繰り返し全反射されて光軸OAに略沿って一定の広がりを持つ状態で進む。さらに、画像取出部23において適度な角度に折り曲げられることで取出し可能な状態となり、最終的に光射出面OSから射出される。光射出面OSから射出された画像光は、虚像光として観察者の眼EYに入射する。当該虚像光が観察者の網膜において結像することで、観察者は虚像による映像光等の画像光を認識することができる。

【0037】

〔B. 画像光の光路〕

以下、画像光の光路について詳しく説明する。図1(A)に示すように、画像形成装置10の液晶デバイス11において、射出面11aからそれぞれ射出される画像光のうち、射出面11aの中央部分から射出される光束成分を図中に破線で示す画像光GL1とし、射出面11aの周辺のうち中央部分より紙面右側(-Z側)端部から射出される光束成分を図中に一点鎖線で示す画像光GL2とし、射出面11aの周辺のうち中央部分より紙面左側(+Z側)端部から射出される光束成分を図中に点線で示す画像光GL3とする。

【0038】

コリメートレンズ12を経た各画像光GL1, GL2, GL3の主要成分は、導光板20の光入射面ISからそれぞれ入射した後、第1及び第2の全反射面22a, 22bにおいて互いに異なる角度で全反射を繰り返す。

具体的には、画像光GL1, GL2, GL3のうち、射出面11aの中央部分から射出された画像光GL1は、平行光束として入射光折曲部21で反射された後、標準反射角 θ_0 で導光部22の第2の全反射面22bに入射し、全反射される。

その後、画像光GL1は、標準反射角 θ_0 を保った状態で、第1及び第2の全反射面22a, 22bで全反射を繰り返す。画像光GL1は、第1及び第2の全反射面22a, 22bにおいてN回(Nは自然数)全反射され、画像取出部23の中央部23kに入射する。

画像光GL1は、中央部23kにおいて所定の角度で反射され、光射出面OSから光射出面OSを含むYZ面に対して垂直な光軸AX方向に平行光束として射出される。

【0039】

射出面11aの一端側(-Z側)から射出された画像光GL2は、平行光束として入射光折曲部21で反射された後、最大反射角 θ_+ で導光部22の第2の全反射面22bに入射し、全反射される。画像光GL2は、第1及び第2の全反射面22a, 22bにおいてN-M回(Mは自然数)全反射され、画像取出部23のうち最も奥側(+Z側)の周辺部23hにおいて所定の角度で反射され、光射出面OSから所定の角度方向に向けて平行光束として射出される。この際の射出角は、入射光折曲部21側に戻されるようになっており、+Z軸に対して鈍角となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

射出面 1 1 a の他端側 (+ Z 側) から射出された画像光 G L 3 は、平行光束として入射光折曲部 2 1 で反射された後、最小反射角 θ で導光部 2 2 の第 2 の全反射面 2 2 b に入射し、全反射される。画像光 G L 3 は、第 1 及び第 2 の全反射面 2 2 a , 2 2 b において N + M 回全反射され、画像取出部 2 3 のうち最も入口側 (- Z 側) の周辺部 2 3 m において所定の角度で反射され、光射出面 O S から所定の角度方向に向けて平行光束として射出される。この際の射出角は、入射光折曲部 2 1 側から離れるようなものになっており、+ Z 軸に対して鋭角となる。

【 0 0 4 1 】

なお、第 1 及び第 2 の全反射面 2 2 a , 2 2 b での全反射による光の反射効率は非常に高いものであるため、上記のように画像光 G L 1 , G L 2 , G L 3 間で反射回数が異なっているにもかかわらず、これによって輝度ムラが生じることは殆どなく、視認上において画像ムラ等の影響を感じることはない。また、画像光 G L 1 , G L 2 , G L 3 は、画像光の光束全体の一部を代表して説明したものであるが、他の画像光を構成する光束成分についても画像光 G L 1 等と同様に導かれ光射出面 O S から射出されるため、これらについては図示及び説明を省略している。なお、画像光 G L 2 , G L 3 は、光射出面 O S を通過する際に、多少屈折作用を受ける。

10

【 0 0 4 2 】

〔 C . 画像取出部の構造及び画像取出部による光路の折曲げ 〕

以下、図 2 (A) 等により、画像取出部 2 3 の構造及び画像取出部 2 3 による画像光の光路の折曲げについて詳細に説明する。

20

【 0 0 4 3 】

まず、画像取出部 2 3 の構造について説明する。画像取出部 2 3 は、ストライプ状に配列され多数の線状で構成された、複数の反射面としての反射ユニット 2 3 c で構成される。つまり、図 2 (A) ~ 図 2 (C) に示すように、画像取出部 2 3 は、Y 方向に延びる細長い反射ユニット 2 3 c を所定のピッチ P T で導光部 2 2 の延びる方向即ち Z 方向に多数配列させることで構成されている。

【 0 0 4 4 】

各反射ユニット 2 3 c は、奥側即ち光路下流側に配置される第 1 の反射面 2 3 a と、入口側即ち光路上流側に配置される第 2 の反射面 2 3 b とを有する。また、各反射ユニット 2 3 c は、隣接する第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b により、X Z 断面視において V 字又は楔状となっている。

30

【 0 0 4 5 】

より具体的には、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b は、図 1 (A) 等 に示す第 1 の全反射面 2 2 a に平行で反射ユニット 2 3 c の配列される Z 方向に対して垂直に延びる方向即ち Y 方向を長手方向として、線状に延びている。一群の反射ユニット 2 3 c を構成する第 1 の反射面 2 3 a 又は第 2 の反射面 2 3 b の断面形状は鋸歯状、V 字の溝形状を呈し、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b は互いに θ となる鋭角をなし隣接して配置されている。

【 0 0 4 6 】

さらに、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b は、当該長手方向を軸として、第 1 の全反射面 2 2 a に対してそれぞれ異なる角度 (即ち Y Z 面に対してそれぞれ異なる角度) で傾斜している。結果的に、第 1 の反射面 2 3 a は、周期的に繰り返して配列され互いに平行に延び、第 2 の反射面 2 3 b も、周期的に繰り返して配列され互いに平行に延びている。

40

【 0 0 4 7 】

図 2 (A) 等 に示す具体例において、各第 1 の反射面 2 3 a は、第 1 の全反射面 2 2 a に対して略垂直な方向 (X 方向) に沿って延びているものとしている。また、各第 2 の反射面 2 3 b は、対応する第 1 の反射面 2 3 a に対して所定角度 (相対角度) θ (鋭角) をなす方向に延びている。ここで、相対角度 θ は、具体例において例えば 54.7° となっ

50

ているものとする。

【0048】

図2(A)等に示す具体例において、第1の反射面23aは、第1の全反射面22aに対して略垂直であるものとしているが、第1の反射面23aの方向は、導光板20の仕様に依じて適宜調整されるものであり、第1の全反射面22aに対して時計回りに例えば80°から100°までの範囲内でいずれかの傾斜角度をなすものとする。

また、第2の反射面23bの方向は、導光板20の仕様に依じて第1の全反射面22aの傾斜状態を基準として適宜調整されるものであり、第1の全反射面22aに対して時計回りに例えば30°から40°までの範囲内でいずれかの傾斜角度をなすものとする。結果的に、第2の反射面23bは、第1の全反射面22aに対して40°から70°程度の相対角度を有するものとなる。

10

【0049】

以下、画像取出部23による画像光の光路の折曲げについて詳しく説明する。ここでは、画像光のうち、画像取出部23の両端側に入射する画像光GL2及び画像光GL3について示し、他の光路については、これらと同様であるので図示等を省略する。

【0050】

まず、図2(A)及びその拡大図である図2(B)に示すように、画像光のうち全反射角度の最も大きい反射角 θ_1 で導かれた画像光GL2は、画像取出部23のうち光入射面IS(図1(A)参照)から最も遠い+Z側の周辺部23hに配置された1つの反射ユニット23cに入射する。

20

図2(B)に示すように、当該反射ユニット23cにおいて、画像光GL2は、最初に奥側即ち+Z側の第1の反射面23aで反射され、次に、入口側即ち-Z側の第2の反射面23bで反射される。当該反射ユニット23cを経た画像光GL2は、他の反射ユニット23cを経ることなく、図1(A)等に示す光射出面OSから射出される。つまり、画像光GL2は、画像取出部23での1回だけの通過で所望の角度に折り曲げられ観察者側に取り出される。

【0051】

また、図2(A)及びその拡大図である図2(C)に示すように、全反射角度の最も小さい反射角 θ_2 で導かれた画像光GL3は、画像取出部23のうち光入射面IS(図1(A)参照)に最も近い-Z側の周辺部23mに配置された1つの反射ユニット23cに入射する。

30

図2(C)に示すように、当該反射ユニット23cにおいて、画像光GL3は、図2(B)の画像光GL2の場合と同様に、最初に奥側即ち+Z側の第1の反射面23aで反射され、次に、入口側即ち-Z側の第2の反射面23bで反射される。当該反射ユニット23cを経た画像光GL3は、他の反射ユニット23cを経ることなく、画像取出部23での1回だけの通過で所望の角度に折り曲げられ観察者側に取り出される。

【0052】

ここで、上記のような第1及び第2の反射面23a, 23bでの2段階での反射の場合、図2(B)及び図2(C)に示すように、各画像光の入射時の方向と射出時の方向とのなす角である折り曲げ角 θ は、いずれも $\theta = 2(R - \theta_0)$ (R:直角)となる。つまり、折り曲げ角 θ は、画像取出部23に対する入射角度即ち各画像光の全反射角度である反射角 $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ 等の値によらず一定である。

40

これにより、上記のように、画像光の全反射角度の比較的大きい成分を、画像取出部23のうち+Z側の周辺部23h側に入射させ、全反射角度の比較的小さい成分を、画像取出部23のうち-Z側の周辺部23m側に入射させた場合にも、画像光を全体として観察者の眼EYに集めるような角度状態で効率的に取り出すことが可能となる。

このような角度関係で画像光を取出す構成であるため、導光板20は、画像光を画像取出部23において複数回通過させず、1回だけ通過させることができ、画像光を少ない損失で虚像光として取り出すことを可能にする。

【0053】

50

なお、導光部 2 2 の形状や屈折率、画像取出部 2 3 を構成する反射ユニット 2 3 c の形状等の光学的な設計において、画像光 G L 2 , G L 3 等が導かれる角度等を適宜調整することで、光射出面 O S から射出される画像光を、基本の画像光 G L 1 即ち光軸 A X を中心として、全体として対称性が保たれた状態の虚像光として観察者の眼 E Y に入射させることができる。

つまり、一端の画像光 G L 2 の X 方向又は光軸 A X に対する角度 θ_2 と、他端の画像光 G L 3 の X 方向又は光軸 A X に対する角度 θ_3 とは、大きさが略等しく逆向きとなっている。なお、画像光 G L 2 , G L 3 の角度 θ_2 , θ_3 は、光射出面 O S 又は第 2 の全反射面 2 2 b に対して比較的垂直に近いものとなっており、光射出面 O S を十分な透過率で通過する。

10

【 0 0 5 4 】

ここで、第 1 の反射面 2 3 a の光反射率は、第 2 の反射面 2 3 b の光反射率よりも高いものとなっている。より具体的には、第 2 の反射面 2 3 b の光反射率は、50%以上であるものとし、第 1 の反射面 2 3 a の光反射率は、略 100%であるものとする。これにより、上述した第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b での画像光の反射効率を比較的高いものとすることができる。

既述のように、虚像表示装置 1 0 0 は、観察者に外界像を透過させて観察させるシースルータイプ（シースルー型）のものであり、この場合、外界像の観察を確保する等の要請から、一般には各反射面の光反射率に上限がある。つまり、例えば上記において第 2 の反射面 2 3 b の光反射率を 50%以上としているが、この光反射率には例えば 70%といった仕様上の上限が設けられる。これに対して、第 1 の反射面 2 3 a は、図 2 (A) 等のように第 1 の全反射面 2 2 a に対して垂直或いは略垂直である場合、外界像の観察には影響しない。従って、光反射率を略 100%とすることができる。

20

これにより、この場合、第 1 の反射面 2 3 a での光反射率を略 100%に高めることで、第 2 の反射面 2 3 b での透過を確保することによって外界像の観察を可能にしつつも、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b を合わせた反射ユニット 2 3 c 全体としての反射効率を高いものとすることができる。

【 0 0 5 5 】

また、既に説明したように、一群の反射ユニット 2 3 c を構成する第 1 の反射面 2 3 a 又は第 2 の反射面 2 3 b は、ピッチ P T が一定で互いに平行になっている。画像取出部 2 3 を構成する各反射ユニット 2 3 c の間隔であるピッチ P T の具体的な数値範囲は、0 . 2 mm 以上、より好ましくは 0 . 2 mm ~ 1 . 3 mm とする。この範囲にあることにより、取り出されるべき画像光が、画像取出部 2 3 において回折による影響を受けることなく、かつ、反射ユニット 2 3 c による格子縞が観察者にとって目立つものとならないようにすることができる。これにより、観察者の眼 E Y に入射する虚像光である画像光を一様なものとでき、観察される画像の品質の低下を抑えることができる。

30

【 0 0 5 6 】

〔 D . 反射ユニットの形成と縦縞、ムラの発生 〕

以下に、反射ユニット 2 3 c の反射部形成領域と画像取出部における画像光の、散乱光による重なりによって発生する、画像光の明暗縞の発生について、図 3 (A) ~ 図 3 (B) を用いて詳細に説明する。

40

【 0 0 5 7 】

一群の反射ユニット 2 3 c を構成する第 1 の反射面 2 3 a (平坦面 1 2 3 a) 又は第 2 の反射面 2 3 b (平坦面 1 2 3 b) は、ピッチ P T が一定で互いに平行になっている。しかし、平坦面 1 2 3 a 、 1 2 3 b は製造上のバラツキ等により、理想的な平坦面とはならず、面粗さを有する。従って、第 1 の反射面 2 3 a 又は第 2 の反射面 2 3 b からの反射光は理想的には反射面に光線が当たる面積と同じ光束幅で光射出面 O S に導かれるのに対して、散乱の影響を受け一定の広がりを持つ。

【 0 0 5 8 】

さらに、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a , 2 3 b は、 Y 方向を長手方向の軸として、第 1

50

の全反射面 2 2 a に対してそれぞれ異なる角度（即ち Y Z 面に対してそれぞれ異なる角度）で傾斜し、第 1 の反射面 2 3 a 及び第 2 の反射面 2 3 b は周期的に繰り返して Y 方向に配列され互いに平行に延びている。一群の反射ユニット 2 3 c がストライプ状に連続して配列された線状の反射ユニット 2 3 c である場合、この構造により、反射ユニット 2 3 c から反射された光は連続して一定の広がりをもって反射するため、光射出面 O S（全反射面 2 2 b）から射出した画像光には、図 3（B）に示すように、隣接する反射面からの画像光が重なる部分は明るく、画像光が重ならない部分は暗く、という具合に画像光の重なり部が生じ、この画像光が観察者の瞳に導き、瞳に結像される画像に Y 方向の縦縞、ムラ等の影響が出てしまう。

【 0 0 5 9 】

この現象を防止する目的で、図 5 で後述する一群の反射ユニット 2 3 c を非連続反射ユニット 2 3 c' として構成する。具体的には第 1 の反射面 2 3 a 又は第 2 の反射面 2 3 b に、反射部形成領域としての反射膜形成領域 4 1 と、反射膜が形成されていない反射部非形成領域としての反射膜非形成領域 4 2 を混在させる。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、図 1（B）に示した画像取出部 2 3 の第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a, 2 3 b の反射膜 M B の状態を説明する拡大図である。図 4 には、反射膜 M B によって形成される第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a, 2 3 b の状態の一例が、反射ユニット 2 3 c の 1 つ分を取り出したものとして図示されている。

図示の反射膜 M B は、金属材料層であり、第 1 の反射面 2 3 a に対応する（一様な）厚みの第 1 の反射面部分 M B 1 と第 2 の反射面 2 3 b に対応する（一様な）厚みの第 2 の反射面部分 M B 2 とによって構成される。

【 0 0 6 1 】

ここで、第 1 の反射面部分 M B 1 の膜厚 t_1 と第 2 の反射面部分 M B 2 の膜厚 t_2 とは、互いに異なる値となっている。これにより、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a, 2 3 b は、それぞれ必要な光反射率となっている。この第 1 の反射面部分 M B 1 と第 2 の反射面部分 M B 2 との膜厚の差は、斜方蒸着等において、蒸着源であるアルミ粒子、銀粒子等の入射角度を適宜調整することで生じさせることができる。ここでは、第 1 の反射面部分 M B 1 の膜厚 t_1 のほうが、第 2 の反射面部分 M B 2 の膜厚 t_2 よりも厚くなっている。これにより、第 1 の反射面 2 3 a の光反射率を第 2 の反射面 2 3 b の光反射率よりも高いものとしている。

【 0 0 6 2 】

各膜厚 t_1 , t_2 を調整することで、例えば、第 1 の反射面 2 3 a の光反射率を略 1 0 0 % とし、第 2 の反射面 2 3 b の光反射率を 5 0 % 以上の所定値にすることができる。これにより、第 1 及び第 2 の反射面 2 3 a, 2 3 b は、一組の反射ユニット 2 3 c として、例えば画像光 G L 2 等の入射光の折り曲げに際して、入射光を所望の光反射率で反射させて折り曲げることができる。また、一群の反射ユニット 2 3 c がストライプ状に連続的に配列された線状の反射ユニット 2 3 c である場合、反射された光は一定の広がりをもって反射するため、画像光の重なり部が光射出面 O S（全反射面 2 2 b）から射出した画像光に生じ、画像光が観察者の瞳に導き、瞳に結像される画像に Y 方向の縦縞、ムラ等の影響が出てしまう。

【 0 0 6 3 】

これを防止するため、上記反射膜 M B により反射膜形成領域 4 1 を形成する場合は、反射膜を配置する表面形状に合わせ成膜用のマスクを作製し、導光板 2 0 用の基材に形成した画像取出部 2 3 となる V 字形状の溝が複数連なる鋸歯状部を形成した領域に、反射膜を配置する表面形状に合わせた開口部を有する蒸着マスクの位置を合わせて配置し、その上からアルミ、銀等からなる高反射材料を蒸着形成する。反射膜の形状についての詳しい構造は、図 5 等により後述する。

【 0 0 6 4 】

図 5（A）に示すように、画像取出部 2 3 にストライプ状に配列された線状の反射ユニ

10

20

30

40

50

ット23cには、非連続反射ユニット23c'として上述した反射膜MBがコートされている反射膜形成領域41と、反射膜MBが形成されていない反射膜非形成領域42が存在する。反射膜形成領域41では上述したように画像光が折り曲げられ、光射出部へと導かれる。反射膜非形成領域42では画像光は斜面を通り抜け画像光として観測者に導かれることは無くなる。

【0065】

反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42は非連続反射ユニット23c'の中に占める割合を適宜変化させることが出来る。具体的には、透過率を0%に設定したければ、反射ユニット23c全面に反射膜MBをコートし、20%の透過率に設定したければ反射ユニット23cに20%の開口を残して反射膜MBを形成すればよい。このように反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42を調整することで、画像光と外界像の見え方を調整することが可能となる。また、反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42はまとまって配置するのではなく、反射ユニット23cの範囲内で領域を分割して非連続反射ユニット23c'として複数の位置に配置されることが望ましい。

さらに望ましくはこれら反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42がランダムで配置されることで反射膜MBからの散乱光の重なりにより周期的な成分が無くなり、より効果的に画像光に見える縞模様、ムラ等を軽減することが可能となる。一群の非連続反射ユニット23c'の複数の反射面がストライプ状に連続的に配列されるのを抑制することで、周期的な成分を少なくすることができ、より効果的に画像光に見える縞模様、ムラ等を軽減することが可能となる。

上記、反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42の選択的な形成は、マスク蒸着等によるマスキング蒸着、全面蒸着後にフォトグラフィーによるエッチング方法で不要部の反射膜MBを除去することで反射膜形成領域41と反射膜非形成領域42の選択的な形成が可能である。以上のような既存の方法を適宜組み合わせることで反射膜の選択的な形成が実現可能である。

【0066】

図5(B)に示すように、反射膜形成領域41は非連続反射ユニット23c'をまたいで形成されてもよいが、より望ましくは1つの反射膜形成領域41を非連続反射ユニット23c'とZ軸方向に対して同じ幅にする方がよい。明暗の縞模様やムラは非連続反射ユニット23c'の中で反射膜形成領域41が大きければ大きいほど散乱光の重なりも一定方向に存在することになり、認識しやすくなる。よって反射膜形成領域41は小さいほど散乱光の重なりが一定方向に存在しなくなり、縞模様やムラは認識しづらくなる。しかし、反射膜形成領域41が小さすぎると図4に示した第1及び第2の反射面23a, 23bの両方の第1及び第2の反射面部分MB1, MB2を形成することが出来なくなるため、瞳に導かれる画像光が極端に低減してしまう。

以上から反射膜形成領域41は縞模様やムラを認識しにくく、瞳に導かれる光を無駄にすることの無い非連続反射ユニット23c'と同じ大きさにすることが望ましい。

【0067】

第1の反射面23aと第2の反射面23bは斜方蒸着により同時に成膜しているが、それぞれ別々に蒸着して成膜をしてもよい。このように反射面を複数回に分けて蒸着することにより、外界像に影響の無い垂直面である第1の反射面23aには全面に反射膜形成領域41を形成し、外界像に影響のある斜面である第2の反射面23bには部分的に反射膜形成領域41を形成することができる。このように反射膜形成領域41の比率を第1の反射面23aと第2の反射面23bで変えることで、シースルー感を損なうことなく非連続反射ユニット23c'の幅に影響しない反射膜形成領域41を選択することが可能となり、より効果的に縞模様やムラを軽減することが可能となる。

【0068】

(第2実施形態)

以下、図6(A)及び図6(B)により、第1実施形態を变形した第2実施形態について説明する。なお、図6(A)、(B)において、第1実施形態と同符号のものについて

は、特に説明をしない限り、第1実施形態で説明したものと同等のものを示す。

【0069】

図6(A)に示すように、第2の実施形態では反射膜形成領域51及び反射膜非形成領域52の1つ1つの面積がランダムな大きさに配置される。反射膜形成領域51及び反射膜非形成領域52の1つ1つの面積を変えることで反射膜からの散乱光の重なりをより効果的にずらすことが可能となり、縞模様をより軽減することが可能となる。

【0070】

また、図6(B)に示すように反射膜形成領域51を円形とすることも出来る。反射膜を円形とすることで、散乱光が重なる領域が点状となり、線状の重なりを持つ第1実施形態よりも縞模様を軽減させる効果がある。また、線状の反射膜形成領域51に比べ円形状の反射膜形成領域51にすることで、複雑な形状や、厳密な位置あわせを必要としないマスクで容易に作製することができる。尚、円形状とは略円形状であればよく、楕円形、円形状が重なった形状でも良く、反射光が直線となる部分が緩和され、縞模様をより緩和することが可能となる。

【0071】

〔その他〕

以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0072】

まず、画像取出部23を構成する反射ユニット23c、非連続反射ユニット23c'の配列のピッチPTについては、各第1の反射面23a間において全て同一となっている場合に限らず、各ピッチPTにある程度の差異がある場合も含むものとする。また、非連続反射ユニット23c'は部分的に反射膜MBを欠落させたものを含み、連続する反射面の一部に反射膜MBの欠けを有するものも含む。

【0073】

また、上記の説明では、画像表示素子として、透過型の液晶デバイス11を用いているが、画像表示素子としては、透過型の液晶デバイスに限らず種々のものを利用可能である。例えば、反射型の液晶パネルを用いた構成も可能であり、液晶デバイス11に代えてデジタル・マイクロミラー・デバイス等を用いることもできる。また、有機エレクトロルミネッセンス、LED(Light emitting diode)アレイなどに代表される自発光型素子を用いた構成も可能である。さらに、レーザー光源とポリゴンミラーその他のスキャナーとを組み合わせたレーザスキャナーを用いた構成も可能である。

【0074】

上記の説明では、虚像表示装置100は、右眼及び左眼の双方に対応して、一組ずつ画像形成装置10及び導光板20設ける構成としているが、右眼又は左眼のいずれか一方に対してのみ画像形成装置10と導光板20とを設け画像を片眼視する構成にしてもよい。

【0075】

上記の説明では、シースルー型の虚像表示装置100について説明しているが、画像取出部23は、シースルー型以外の虚像表示装置についても適用可能である。

【0076】

上記の説明では、光入射面ISと光射出面OSとを同一の平面上に配置しているが、これに限らず、例えば、光入射面ISを第1の全反射面22aと同一の平面上に配置し、光射出面OSを第2の全反射面22bと同一の平面上に配置する構成とすることもできる。

【0077】

上記において、導光板20の外縁の側面に黒色塗装やサンドブラスト加工を施してもよい。この処置は、画像光や外光が導光板20の端面で反射され、迷光となることを防止すると共に、外光が侵入することを防止する為、非常に有効である。

【0078】

上記実施形態の説明では、虚像表示装置100がヘッドマウントディスプレイであると

10

20

30

40

50

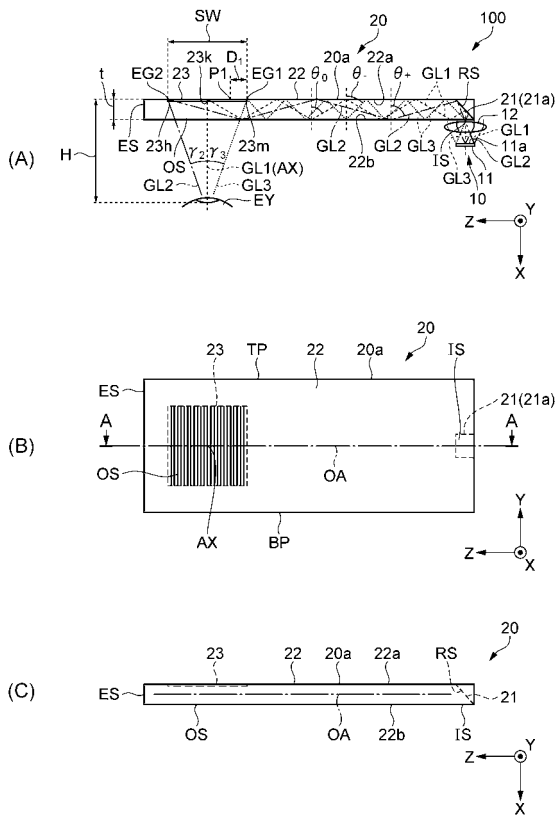
して具体的な説明を行ったが、実施形態の虚像表示装置100は、ヘッドアップディスプレイに改変することもできる。

【符号の説明】

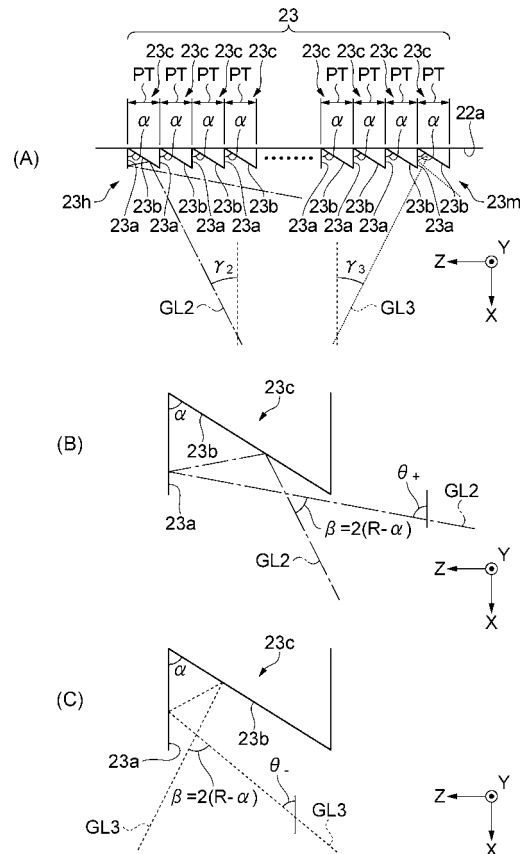
【0079】

10...画像形成装置、20...導光板、20a...導光板本体部、21...入射光折曲部、21a...ミラー層、22...導光部、22a...第1の全反射面、22b...第2の全反射面、23...画像取出部、23a...第1の反射面、23b...第2の反射面、23c...反射ユニット(鋸歯状部)、23c'...非連続(反射面)反射ユニット、41...反射膜形成領域、42...反射膜非形成領域、100...虚像表示装置、123a, 123b...平坦面、MB...反射膜、IS...光入射面、OS...光射出面、EY...眼、PT...ピッチ、RS...入射光反射面(斜面)、GL1, GL2, GL3...画像光。

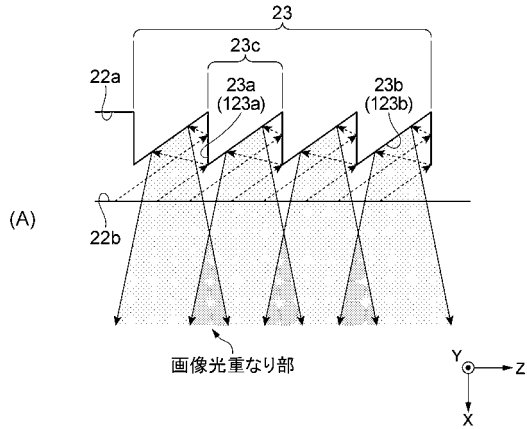
【図1】



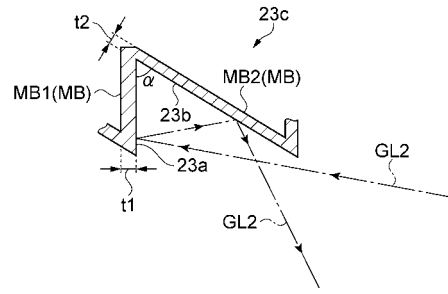
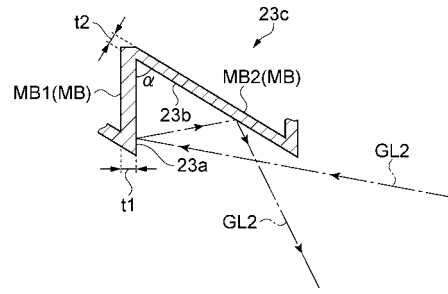
【図2】



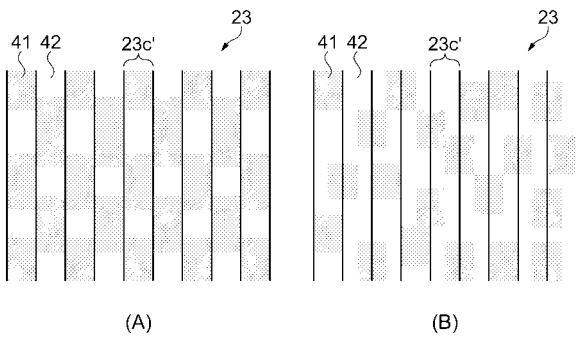
【 図 3 】



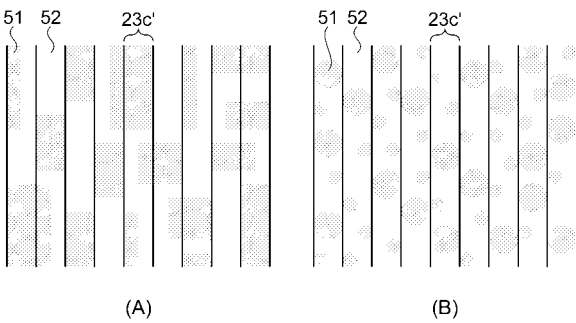
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 戸谷 貴洋

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

(72)発明者 小松 朗

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

(72)発明者 武田 高司

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) 2H042 AA02 AA20 AA28 AA32 DA22 DB14 DD04 DE00

2H087 KA06 KA07 TA01 TA02

2H199 CA02 CA03 CA12 CA23 CA25 CA27 CA29 CA32 CA42 CA66

CA86