

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7690723号
(P7690723)

(45)発行日 令和7年6月11日(2025.6.11)

(24)登録日 令和7年6月3日(2025.6.3)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 27/02 (2006.01) G 0 2 B 27/02 Z
H 0 4 N 5/64 (2006.01) H 0 4 N 5/64 5 1 1 A

請求項の数 18 (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-135315(P2021-135315)	(73)特許権者	500093133 中強光電股 ぶん 有限公司 台湾新竹科学工業園區新竹市力行路 1 1 號
(22)出願日	令和3年8月23日(2021.8.23)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2022-40040(P2022-40040A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)	(74)代理人	100135079 弁理士 宮崎 修
審査請求日	令和6年2月20日(2024.2.20)	(72)発明者	施 智維 台湾新竹科学工業園區新竹市力行路 1 1 號
(31)優先権主張番号	202010886749.6	(72)発明者	簡 宏達 台湾新竹科学工業園區新竹市力行路 1 1 號
(32)優先日	令和2年8月28日(2020.8.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェーブガイドの製作方法及びウェーブガイドを有するヘッドマウントディスプレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザの少なくとも1つの目の前方に配置されるヘッドマウントディスプレイであって、表示ユニット、第一ウェーブガイド及び第二ウェーブガイドを含み、
前記表示ユニットは映像光束を提供し、
前記第一ウェーブガイドは前記映像光束の伝播経路上に位置し、前記第一ウェーブガイドは第一板体及び複数の第一光学微細構造を含み、
前記複数の第一光学微細構造は前記第一板体の中に位置し、前記複数の第一光学微細構造は中央光学微細構造及び辺縁光学微細構造を含み、
前記中央光学微細構造はそれぞれ前記映像光束の主軸の両側に位置し、
前記辺縁光学微細構造はそれぞれ前記映像光束の主軸の両側に位置し、前記中央光学微細構造は前記辺縁光学微細構造よりも前記映像光束の主軸に接近し、前記映像光束は前記第一板体の第一表面を經由して前記第一板体に進入した後に、前記映像光束の一部が前記中央光学微細構造を通過し、前記映像光束の他の部分が前記中央光学微細構造を經由してそれぞれ対応する前記辺縁光学微細構造に伝播し、そして、対応する前記辺縁光学微細構造を通過した後に前記第一板体の第二表面から前記第一板体を離れ、
前記第二ウェーブガイドは前記映像光束の伝播経路上に位置し、前記第一ウェーブガイドは前記表示ユニットと前記第二ウェーブガイドとの間に位置し、前記第一ウェーブガイドは前記映像光束を前記第二ウェーブガイドに伝播させ、且つ前記映像光束の形状を調整し、前記第二ウェーブガイドは映像光束を前記ユーザの少なくとも1つの目に伝播させ、

10

20

前記第二ウェーブガイドは第二板体、複数の第二光学微細構造及び複数の導光用光学膜パターンを含み、

前記第二板体は入光面を有し、前記入光面は前記第二板体の第一表面及び第二表面に接続され、

前記複数の第二光学微細構造は前記第二板体の中に位置し、前記第二光学微細構造のうちの各々はそれぞれ光学面を有し、前記複数の第二光学微細構造の前記複数の光学面はそれぞれ前記第二板体の前記第一表面に対して傾斜し、

前記複数の導光用光学膜パターンは前記複数の第二光学微細構造の前記複数の光学面に位置し、前記複数の導光用光学膜パターンは一部の前記映像光束を通過させ、且つ他の部分の前記映像光束を反射し、前記映像光束は前記入光面を経由して前記第二板体に進入した後に、前記映像光束の一部が前記複数の導光用光学膜パターンを通過し、前記映像光束の他の部分が前記複数の導光用光学膜パターンにより反射された後に前記第二板体の前記第二表面から前記第二板体を離れる、ヘッドマウントディスプレイ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記複数の導光用光学膜パターンの前記第二板体上の正投影面積と、前記第二板体の面積との比が 30% 未満である、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一ウェーブガイドと、前記第二ウェーブガイドとの間の夾角が 90 度乃至 135 度の間にある、ヘッドマウントディスプレイ。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一ウェーブガイドの前記複数の第一光学微細構造が第一方向に沿って配列され、前記第二ウェーブガイドの前記複数の第二光学微細構造が第二方向に沿って配列され、前記第一方向は前記第二方向に垂直である、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一光学微細構造のうちの各々はそれぞれ光学面を有し、前記複数の第一光学微細構造の前記複数の光学面は、それぞれ、前記映像光束の主軸及び前記第一板体の前記第一表面に近いところから、前記映像光束の主軸を離れ且つ前記第一板体の前記第二表面に近いところへ延伸して前記第一板体の前記第一表面に対して傾斜する、ヘッドマウントディスプレイ。

30

【請求項 6】

請求項 5 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、前記第一光学領域及び前記第二光学領域はそれぞれ前記映像光束の主軸の両側に位置し、前記第一光学領域内の前記複数の第一光学微細構造の前記複数の光学面の傾斜方向と、前記第二光学領域内の前記複数の第一光学微細構造の前記複数の光学面の傾斜方向とは、鏡像対称を成す、ヘッドマウントディスプレイ。

40

【請求項 7】

請求項 5 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一ウェーブガイドは少なくとも 1 つの光学膜を有し、前記少なくとも 1 つの光学膜は前記複数の第一光学微細構造の前記複数の光学面の少なくとも 1 つに位置し、前記光学膜は一部の前記映像光束を通過させ、且つ他の部分の前記映像光束を反射する、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記中央光学微細構造又は前記辺縁光学微細構造上に位置する前記少なくとも 1 つの光学膜の、前記映像光束に対する反射率が、前記映像光束に対する透過率よりも大きい、ヘ

50

ッドマウントディスプレイ。

【請求項 9】

請求項 7 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記複数の第一光学微細構造はさらに複数の中継光学微細構造を含み、前記中央光学微細構造と前記辺縁光学微細構造との間には少なくとも 1 つの前記中継光学微細構造が存在し、

前記中央光学微細構造からの前記映像光束の一部が前記複数の中継光学微細構造を通過した後に、対応する前記辺縁光学微細構造に伝播し、前記中央光学微細構造からの前記映像光束の他の部分が前記複数の中継光学微細構造により反射されて前記第一板体の前記第二表面から前記第一板体を離れる、ヘッドマウントディスプレイ。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記複数の中継光学微細構造上に位置する前記少なくとも 1 つの光学膜の、前記映像光束に対する反射率が、前記映像光束に対する透過率よりも小さい、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 11】

請求項 5 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一板体は第一構造層及び第二構造層を含み、

前記第一構造層は複数の第一斜面及び複数の第一接続面を有し、前記第一接続面のうちの各々は、隣接する前記複数の第一斜面の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造を形成し、

20

前記第二構造層は複数の第二斜面及び複数の第二接続面を有し、前記第二接続面のうちの各々は、隣接する前記複数の第二斜面の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造を形成し、前記複数の第二斜面は前記複数の第一斜面に対応し、前記複数の第二接続面は前記複数の第一接続面に対応し、これにより、前記第一鋸歯状構造は前記第二鋸歯状構造と一致しており、前記複数の第二斜面は前記複数の第一斜面に接触して前記複数の第一光学微細構造の前記複数の光学面を形成する、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一ウェーブガイドは少なくとも 1 つの光学膜を有し、前記少なくとも 1 つの光学膜は前記第一構造層の前記複数の第一斜面及び前記第二構造層の前記複数の第二斜面の少なくとも 1 つに位置し、前記光学膜は一部の前記映像光束を通過させ、且つ他の部分の前記映像光束を反射する、ヘッドマウントディスプレイ。

30

【請求項 13】

請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

隣接する 2 つの前記導光用光学膜パターン間の最小距離がユーザの瞳孔のサイズよりも小さい、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

各前記導光用光学膜パターンのサイズと、隣接する 2 つの前記導光用光学膜パターン間の最小距離との比が 0.6 乃至 0.7 の間にある、ヘッドマウントディスプレイ。

40

【請求項 15】

請求項 13 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第二板体は第一構造層及び第二構造層を含み、

前記第一構造層は複数の第一斜面及び複数の第一接続面を有し、前記第一接続面のうちの各々は、隣接する前記複数の第一斜面の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造を形成し、

前記第二構造層は複数の第二斜面及び複数の第二接続面を有し、前記第二接続面のうちの各々は、隣接する前記複数の第二斜面の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造を形成し、前記複数の第二斜面は前記複数の第一斜面に対応し、前記複数の第二接続面は前記複数の第一接続面に対応し、これにより、前記第一鋸歯状構造は前記第二鋸歯状構造と一致しており、前記複数の第二斜面は前記複数の第一斜面に接触して前記複数の第二光学微細構

50

造の前記複数の光学面を形成する、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第二ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、前記第一光学領域は前記入光面と前記第二光学領域との間に位置し、前記第一鋸歯状構造、前記第二鋸歯状構造及び前記複数の第二光学微細構造は前記第二光学領域内に位置し、前記第二ウェーブガイドはさらに、導光膜を含み、前記導光膜は前記第二ウェーブガイドの内部の導光面に位置し、前記導光面は前記第一光学領域内に位置し、且つ前記第二板体の前記第一表面に平行であり、前記導光膜は一部の前記映像光束を通過させ、且つ他の部分の前記映像光束を反射し、また、前記導光膜により前記映像光束は前記第二ウェーブガイドの中で全反射の方式で伝播する、ヘッドマウントディスプレイ。

10

【請求項 17】

請求項 16 に記載のヘッドマウントディスプレイであって、

前記第一構造層はさらに第一平面を有し、前記第二構造層はさらに第二平面を有し、前記第二平面は前記第一平面に接触して前記導光面を形成する、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 18】

ヘッドマウントディスプレイに適用されるウェーブガイドであって、

前記ウェーブガイドは映像光束を受け取るために用いられ、

前記ウェーブガイドは第一板体、複数の光学膜及び複数の第一光学微細構造を含み、

前記複数の光学膜のうちの各々が一部の前記映像光束を通過させ、かつ他の部分の前記映像光束を反射するために用いられ、

20

前記複数の第一光学微細構造は前記第一板体の中に位置し、前記複数の第一光学微細構造は2つの中央光学微細構造、複数の中継光学微細構造及び2つの辺縁光学微細構造を含み、

前記2つの中央光学微細構造又は前記2つの辺縁光学微細構造上に位置する前記複数の光学膜のうちの少なくとも1つの光学膜の、前記映像光束に対する反射率が、前記映像光束に対する透過率よりも大きく、前記複数の中継光学微細構造上に位置する前記複数の光学膜のうちの少なくとももう1つの光学膜の、前記映像光束に対する反射率が、前記映像光束に対する透過率よりも小さく、

30

前記2つの中央光学微細構造はそれぞれ前記映像光束の主軸の両側に位置し、前記2つの辺縁光学微細構造はそれぞれ前記映像光束の前記主軸の両側に位置し、前記2つの中央光学微細構造は前記2つの辺縁光学微細構造よりも前記映像光束の前記主軸に接近し、

前記複数の中継光学微細構造のうちの少なくとも1つが前記2つの中央光学微細構造のうちの1つと前記2つの辺縁光学微細構造のうちの1つとの間に設置され、

前記映像光束は前記第一板体の第一表面を經由して前記第一板体に進入した後に、前記映像光束の一部が前記2つの中央光学微細構造を通過して前記第一板体を離れ、前記映像光束の他の部分が前記2つの中央光学微細構造により反射された後に前記第一板体内で伝播し、前記映像光束の前記他の部分における一部が前記2つの辺縁光学微細構造に伝播し、かつ前記第一板体の第二表面から前記第一板体を離れる、ウェーブガイド。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学構造の製作方法及び光学構造を有する光学装置に関し、特に、ウェーブガイドの製作方法及びウェーブガイドを有するヘッドマウントディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

ディスプレイの技術的進歩と高度な技術に対する人々の要望により、バーチャルリアリティ (virtual reality) と拡張現実 (augmented reality) の技術が徐々に成熟してきた。その中には、ヘッドマウントディスプレイ (head

50

mounted display、HMD)がこのような技術を実装するために使用されるディスプレイである。ヘッドマウントディスプレイの開発の歴史は、1970年代の米軍にまでさかのぼることができる。米軍は、光学投影システムを使用して、ディスプレイ素子上の映像やテキストメッセージをユーザの目に投影した。近年、マイクロディスプレイの解像度がますます高くなり、サイズや消費電力がますます小さくなるにつれて、ヘッドマウントディスプレイもポータブル(portable)ディスプレイデバイスに発展した。軍事分野に加えて、工業生産、シミュレーショントレーニング、3次元ディスプレイ、医療、スポーツ、ナビゲーション、電子ゲームなどの関連分野においても、ヘッドマウントディスプレイのディスプレイ技術は成長しており、重要な位置を占めている。

【0003】

しかし、ヘッドマウントディスプレイの光機設計では、大視角且つ小体積の目標を達成するために、設計上、多くの困難に直面し得る。例えば、エテンデュ(étendue)の保存が原因で、視野角が大きくなるときに、fナンバー(f-number)が高くなり、瞳孔開口部(Pupil aperture)が小さくなり、これにより、レンズに必要な変調伝達関数(Modulation Transfer Function、MTF)の目標値を上げる必要がある。よって、有限な長さの下で大角度の視野角の出力を達成しようとする、瞳孔開口部の縮小が考慮すべきファクターである。しかし、瞳孔開口部の縮小が原因で、映像光束のウェーブガイドにおける拡張がより難しくなり、これにより、映像光束の明るさを下げることができない。人間の目の瞳孔について言えば、輝度が1000乃至2000ニト(nit)の光量の照射の場合、そのサイズが僅か約2.5ミリメートルぐらいであるので、小瞳孔開口部の場合、映像光束のすべての角度の映像光が人間の目にスムーズに進入するようにさせることがさらに困難になる。

【0004】

もう1つの面において、従来の幾何学ウェーブガイド設計では、ヘッドマウントディスプレイの光機の瞳孔開口部がウェーブガイド内に進入する必要があり、これにより、瞳孔開口部の光束縮小の最小位置は、主ウェーブガイドに進入する位置で最多の光線がウェーブガイド内に進入するようにさせることができるため、効率を向上させ、ウェーブガイドに進入し難い大角度光線をスムーズに伝播させて主ウェーブガイド内に有効に進入させることができる。しかし、このような設計の下で、瞳孔開口部の長さ及びそれが通過するウェーブガイドは一定の長さ以上が必要である。このように、ヘッドマウントディスプレイにおける収納空間が一定の長さのウェーブガイドを収納することができないときに、大角度の映像画面の欠損及び効率の低下を引き起こしやすくなる。

【0005】

なお、この「背景技術」の部分は、本発明の内容への理解を助けるためだけのものであるため、この「背景技術」の部分に開示されている内容は、当業者に知られていない技術を含む可能性がある。よって、この「背景技術」の部分に開示されている内容は、該内容、又は、本発明の1つ又は複数の実施例が解決しようとする課題が本発明の出願前に既に当業者に周知されていることを意味しない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、大視角を有し、ヘッドマウントディスプレイの体積を小さくし、ウェーブガイド素子の長さを短くし、且つ人間の顔の輪郭にさらに合わせることでヘッドマウントディスプレイを提供することにある。これにより、単次元上で瞳孔開口部を拡大し、均一な映像光束を提供することができる。

【0007】

本発明は、さらに、ウェーブガイドの製作方法を提供し、これにより、瞳孔開口部を拡大し又は光伝播経路を延長し得るウェーブガイドを容易に製作することができる。

【0008】

本発明の他の目的及び利点は、本発明に開示される技術的特徴からさらに理解すること

10

20

30

40

50

ができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の1つ又は一部又は全部の目的あるいは他の目的を達成するために、本発明の一実施例によれば、ヘッドマウントディスプレイが提供され、ヘッドマウントディスプレイは、ユーザの少なくとも1つの目の前方に配置され、且つ表示ユニット、第一ウェーブガイド及び第二ウェーブガイドを含む。表示ユニットは映像光束を提供する。第一ウェーブガイドは映像光束の伝播経路に位置し、且つ第一ウェーブガイドは、第一板体及び複数の第一光学微細構造を含み、前記複数の第一光学微細構造は第一板体の中に位置し、且つこれらの第一光学微細構造は中央光学微細構造及び辺縁光学微細構造を含み、前記中央光学微細構造は、それぞれ、該映像光束の主軸の両側に位置し、前記辺縁光学微細構造は、それぞれ、映像光束の主軸の両側に位置し、且つ中央光学微細構造は、辺縁光学微細構造よりも映像光束の主軸に接近し、そのうち、映像光束は、第一板体の第一表面を經由して第一板体に進入した後に、映像光束の一部が中央光学微細構造を通過し、映像光束の他の部分が中央光学微細構造を經由してそれぞれ対応する辺縁光学微細構造に伝播し、そして、対応する辺縁光学微細構造を通過した後に、第一板体の第二表面から第一板体を離れる。第二ウェーブガイドは映像光束の伝播経路に位置し、そのうち、第一ウェーブガイドは表示ユニットと第二ウェーブガイドとの間に位置し、第一ウェーブガイドは、映像光束を第二ウェーブガイドに伝播させ、また、映像光束の形状を調整するために用いられる、第二ウェーブガイドは、映像光束を前記ユーザの少なくとも1つの目に伝播させるために用いられる。第二ウェーブガイドは、第二板体、複数の第二光学微細構造及び複数の導光用光学膜パターンを含み、前記第二板体は入光面を有し、入光面は第二板体の第一表面及び第二表面に接続され、前記複数の第二光学微細構造は第二板体の中に位置し、そのうち、各第二光学微細構造はそれぞれ光学面を有し、これらの第二光学微細構造のこれらの光学面は、それぞれ、第二板体の第一表面に対して傾斜し、これらの導光用光学膜パターンは、これらの第二光学微細構造のこれらの光学面に位置し、且つこれらの導光用光学膜パターンは、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射し、そのうち、映像光束は、入光面を經由して第二板体に進入した後に、映像光束の一部がこれらの導光用光学膜パターンを通過し、映像光束の他の部分がこれらの導光用光学膜パターンにより反射された後に第二板体の第二表面から第二板体を離れる。

10

20

30

【0010】

本発明の一実施例において、これらの導光用光学膜パターンの第二板体上の正投影面積と、第二板体の面積との間の比が30%未満である。

【0011】

本発明の一実施例において、上述の第一ウェーブガイドと、第二ウェーブガイドとの間の夾角が90度乃至135度の間にある。

【0012】

本発明の一実施例において、上述の第一ウェーブガイドの第一光学微細構造が第一方向に沿って配列され、第二ウェーブガイドの第二光学微細構造が第二方向に沿って配列され、且つ該第一方向は該第二方向に垂直である。

40

【0013】

本発明の一実施例において、上述の各第一光学微細構造はそれぞれ光学面を有し、第一光学微細構造の光学面は、それぞれ、映像光束の主軸及び第一表面に近い箇所から、映像光束の主軸から離れ且つ第二表面に近い箇所へ延伸して、第一表面に対して傾斜する。

【0014】

本発明の一実施例において、上述の第一ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、第一光学領域及び第二光学領域はそれぞれ映像光束の主軸の両側に位置し、第一光学領域内に位置する第一光学微細構造の光学面の傾斜方向と、第二光学領域内に位置する第一光学微細構造の光学面の傾斜方向とは鏡像対称を成す。

【0015】

50

本発明の一実施例において、上述の第一ウェーブガイドは少なくとも1つの光学膜を有し、少なくとも1つの光学膜は第一光学微細構造の光学面の少なくとも1つに位置し、且つ光学膜は、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射する。

【0016】

本発明の一実施例において、上述の中央光学微細構造又は辺縁光学微細構造上に位置する少なくとも1つの光学膜の、映像光束に対する反射率が、映像光束に対する透過率よりも大きい。

【0017】

本発明の一実施例において、上述の第一光学微細構造はさらに複数の中継光学微細構造を含み、且つ中央光学微細構造と辺縁光学微細構造との間に少なくとも1つの中継光学微細構造が存在し、そのうち、中央光学微細構造からの映像光束の一部が中継光学微細構造に通過した後に、対応する辺縁光学微細構造に伝播し、中央光学微細構造からの映像光束の他の部分が中継光学微細構造により反射されて第二表面から第一板体を離れる。

10

【0018】

本発明の一実施例において、上述の中継光学微細構造上に位置する少なくとも1つの光学膜の、映像光束に対する反射率が、映像光束に対する透過率より小さい。

【0019】

本発明の一実施例において、上述の第一板体は第一構造層及び第二構造層を含む。第一板体の第一構造層は複数の第一斜面及び複数の第一接続面を有し、そのうち、各第一接続面は、隣接する第一斜面の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造を形成する。第一板体の第二構造層は複数の第二斜面及び複数の第二接続面を有し、そのうち、各第二接続面は、隣接する第二斜面の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造を形成し、且つ第二斜面は第一斜面に対応し、第二接続面は第一接続面に対応し、これにより、第一鋸歯状構造は第二鋸歯状構造と一致しており、且つ第二斜面は第一斜面に接触して第一光学微細構造の光学面を形成する。

20

【0020】

本発明の一実施例において、上述の第一ウェーブガイドは少なくとも1つの光学膜を有し、少なくとも1つの光学膜は第一構造層の第一斜面及び第二構造層の第二斜面の少なくとも1つに位置し、且つ光学膜は、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射する。

30

【0021】

本発明の一実施例において、隣接する2つの上述の導光用光学膜パターン間の最小距離が、ユーザの瞳孔のサイズよりも小さい。

【0022】

本発明の一実施例において、上述の各導光用光学膜パターンのサイズと、隣接する2つの導光用光学膜パターン間の最小距離との比が0.6乃至0.7の間にある。

【0023】

本発明の一実施例において、上述の第二板体は第一構造層及び第二構造層を含む。第二板体の第一構造層は複数の第一斜面及び複数の第一接続面を有し、そのうち、各第一接続面は、隣接する第一斜面の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造を形成する。第二板体の第二構造層は複数の第二斜面及び複数の第二接続面を有し、そのうち、各第二接続面は、隣接する第二斜面の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造を形成し、且つ第二斜面は第一斜面に対応し、第二接続面は第一接続面に対応し、これにより、第一鋸歯状構造は第二鋸歯状構造と一致しており、且つ第二斜面は第一斜面に接触して第二光学微細構造の光学面を形成する。

40

【0024】

本発明の一実施例において、上述の第二ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、そのうち、第一光学領域は入光面と第二光学領域との間に位置し、且つ第一鋸歯状構造、第二鋸歯状構造及び第二光学微細構造は第二光学領域内に位置し、第二ウェーブガイドはさらに導光膜を含む。導光膜は第二ウェーブガイドの内部の導光面に位置し、

50

導光面は第一光学領域内に位置し、且つ第一表面に平行であり、そのうち、導光膜は、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射し、また、導光膜を通過した映像光束は、第二ウェーブガイド内で全反射の方式で伝播する。

【0025】

本発明の一実施例において、上述の第二ウェーブガイドの第一構造層はさらに第一平面を有し、第二構造層はさらに第二平面を有し、第二平面は第一平面に接触して導光面を形成する。

【0026】

上述の1つ又は一部又は全部の目的あるいは他の目的を達成するために、本発明の一実施例によれば、ヘッドマウントディスプレイのウェーブガイドの製作方法が提供され、そのうち、ウェーブガイドは映像光束を伝播させるために用いられ、且つウェーブガイドの製作方法は次のようなステップを含む。即ち、第一構造層を提供し、そのうち、第一構造層は複数の第一斜面及び複数の第一接続面を有し、そのうち、各第一接続面は、隣接する第一斜面の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造を形成する。第二構造層を提供し、そのうち、第二構造層は複数の第二斜面及び複数の第二接続面を有し、そのうち、各第二接続面は、隣接する第二斜面の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造を形成する。第一構造層の少なくとも1つの第一斜面又は第二構造層の少なくとも1つの第二斜面に少なくとも1つの光学膜を形成し、そのうち、少なくとも1つの光学膜は、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射する。第一構造層と第二構造層とを接合し、そのうち、第二斜面は第一斜面に対応し、第二接続面は第一接続面に対応し、これにより、第一鋸歯状構造は第二鋸歯状構造と一致しており、且つ第二斜面は第一斜面に接触して複数の光学微細構造の複数の光学面を形成する。

【0027】

本発明の一実施例において、上述のウェーブガイドは第一ウェーブガイドであり、第一構造層及び第二構造層は接合後に第一ウェーブガイドの第一板体を形成し、光学微細構造は複数の第一光学微細構造であり、第一ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、第一光学領域及び第二光学領域は、それぞれ、映像光束の主軸の両側に位置し、第一光学領域内に位置する第一光学微細構造の光学面の傾斜方向と、第二光学領域における第一光学微細構造の光学面の傾斜方向とは鏡像対称を成す。

【0028】

本発明の一実施例において、上述の第一光学微細構造は2つの中央光学微細構造及び2つの辺縁光学微細構造を含む。中央光学微細構造はそれぞれ映像光束の主軸の両側に位置する。辺縁光学微細構造はそれぞれ映像光束の主軸の両側に位置し、且つ中央光学微細構造は、辺縁光学微細構造よりも映像光束の主軸に接近し、そのうち、映像光束は第一表面を経由して第一板体に進入した後に、映像光束の一部が中央光学微細構造を通過し、映像光束の他の部分が中央光学微細構造を経由して対応する辺縁光学微細構造に伝播し、そして、対応する辺縁光学微細構造に通過した後に第一板体を離れる。

【0029】

本発明の一実施例において、上述のウェーブガイドは第二ウェーブガイドであり、第一構造層及び第二構造層は接合後に第二ウェーブガイドの第二板体を形成し、光学微細構造は複数の第二光学微細構造であり、且つ少なくとも1つの光学膜を形成する方法は次のようなステップを含む。即ち、マスクを提供し、マスクは複数の貫通孔を有する。マスクが第一構造層又は第二構造層と重畳(overlap)し、且つ貫通孔の第一構造層又は第二構造層上の投影面が第一構造層の少なくとも1つの第一斜面又は第二構造層の少なくとも1つの第二斜面と重畳するようにさせる。マスクの複数の貫通孔により、第一構造層の少なくとも1つの第一斜面又は第二構造層の少なくとも1つの第二斜面に少なくとも1つの光学膜の複数の導光用光学膜パターンを形成し、そのうち、映像光束は入光面を経由して第二板体に進入した後に、映像光束の一部が導光用光学膜パターンを通過し、映像光束の他の部分が導光用光学膜パターンにより反射された後に第二板体を離れ、また、導光用光学膜パターンの第二板体上の正投影面積と、第二板体の面積との間の比が30%未満で

10

20

30

40

50

ある。

【0030】

本発明の一実施例において、上述のマスクは平板状構造又は鋸歯状構造であり、マスクが鋸歯状構造を有するときに、鋸歯状構造は第一鋸歯状構造又は第二鋸歯状構造と一致しており、且つマスクの貫通孔は鋸歯状構造の複数の斜面を貫通し、鋸歯状構造の斜面は、第一構造層の少なくとも1つの第一斜面又は第二構造層の少なくとも1つの第二斜面に対応する。

【0031】

本発明の一実施例において、上述の第二ウェーブガイドは第一光学領域及び第二光学領域を有し、そのうち、第一光学領域は入光面と第二光学領域との間に位置し、且つ第一構造層はさらに第一平面を有し、第二構造層はさらに第二平面を有し、第一平面及び第二平面は第一光学領域内に位置し、第一鋸歯状構造、第二鋸歯状構造及び第二光学微細構造は第二光学領域内に位置し、且つウェーブガイドの製作方法はさらに次のようなステップを含む。即ち、第一平面又は第二平面に導光膜を形成し、そのうち、導光膜は、一部の映像光束を通過させ、且つ他の部分の映像光束を反射し、第一構造層と第二構造層が接合された後に、第一平面は第二平面に接触して導光面を形成し、且つ導光面上の導光膜を通過した映像光束は、第二ウェーブガイドの中で全反射の方式で伝播する。

10

【0032】

上述により、本発明の実施例は少なくとも以下のような1つの利点又は効果を有する。即ち、本発明の実施例では、第一ウェーブガイドの配置により、映像光束は第二ウェーブガイドに伝播することができ、且つ光の形状は調整されて視野角を維持することができ、また、単一次元上で瞳孔開口部を拡大することもできる。第二ウェーブガイドの配置により、映像光束の伝播経路を延長することができ、且つ良好な均一性を有する。このようにして、ヘッドマウントディスプレイは大視角を有し、良好な鑑賞品質を提供することができる。

20

【0033】

本発明の上述の特徴及び利点をより明らかにするために、以下、実施例を挙げて、添付した図面を参照することによって詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1A】ユーザが本発明の一実施例に係るヘッドマウントディスプレイを装着するときの上面図である。

30

【図1B】図1Aのヘッドマウントディスプレイのアーキテクチャを示す図である。

【図2A】図1Bの第一ウェーブガイドの透視図である。

【図2B】図2Aの第一ウェーブガイドの分解図である。

【図2C】図2Aの第一ウェーブガイドの側面図である。

【図2D】図2Aの第一ウェーブガイドの光路を示す図である。

【図3A】図1Bの第二ウェーブガイドの分解図である。

【図3B】図3Aの第二ウェーブガイドのマスクの製作を示す図である。

【図3C】図3Aの第二ウェーブガイドのマスクの製作を示す正面図である。

40

【図3D】図3Cのマスクの下面図である。

【図3E】図1Bの第二ウェーブガイドの正面図である。

【図4A】図1Aのヘッドマウントディスプレイの光路を示す図である。

【図4B】図1Aのヘッドマウントディスプレイの光路を示す図である。

【図4C】比較例のヘッドマウントディスプレイの光路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

本発明の上述及び他の技術的内容、特徴、機能及び効果は、添付した図面に基づく以下のような好ましい実施例における詳細な説明により明確になる。なお、以下の実施例に言及される方向についての用語、例えば、上、下、左、右、前、後などは、添付した図面の

50

方向に過ぎない。よって、使用される方向の用語は、本発明を説明するためだけのものであり、本発明を限定するためのものではない。

【0036】

図1Aは、ユーザが本発明の一実施例に係るヘッドマウントディスプレイを装着するときの上面図である。図1Bは、図1Aのヘッドマウントディスプレイのアーキテクチャを示す図である。図1A及び図1Bを参照する。本実施例では、ヘッドマウントディスプレイ300はユーザの少なくとも1つの目EYの前方に配置され、且つ照明システム310、表示ユニット320、並びに第一ウェーブガイド100及び第二ウェーブガイド200を含むウェーブガイド素子WGを含む。表示ユニット320は映像光束IBを提供する。本実施例では、表示ユニット320は例えば、デジタルマイクロミラーデバイス(Digital Micromirror Device、DMD)を含み、それは照明システム310からの照明光束(第一照明光束)を映像光束IBに変換するために用いられる。一実施例において、表示ユニット320は例えばLCOS(Liquid Crystal On Silicon)表示装置を含むが、本発明は表示ユニット320の類型について限定しない。表示ユニット320はさらにプリズム(Prism)を含んでも良く、それは照明光束を伝播させるために用いられる。

10

【0037】

具体的に言えば、図1A及び図1Bに示すように、映像光束IBは、表示ユニット320を離れた後に、レンズモジュールLSを経由してウェーブガイド素子WGに伝播し、そして、ストップSTに収斂(収束)する。

20

【0038】

本実施例では、第一ウェーブガイド100は表示ユニット320と第二ウェーブガイド200との間に位置し、第一ウェーブガイド100は、映像光束IBを第二ウェーブガイド200に伝播させ、また、映像光束IBの形状を調整するために用いられ、第二ウェーブガイド200は、映像光束IBを前記ユーザの少なくとも1つの目EYに伝播させるために用いられる。

【0039】

本実施例では、ストップSTは表示ユニット320の外に位置し、映像光束IBの伝播経路においては、表示ユニット320は照明システム310とストップSTとの間に位置する。ストップSTは、第一ウェーブガイド100の中、第二ウェーブガイド200の中、又は第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200との接続箇所の中の1つに位置する。ストップSTは、映像光束IBの光束縮小の最小断面積を有する位置である。例を挙げて言えば、本実施例では、映像光束IBの光束縮小の最小断面積が瞳孔開口部と定義され、瞳孔開口部の形状は例えば円形であるが、本実施例では、ストップSTにおける瞳孔開口部の形状及びサイズは例示に過ぎず、本発明はこれに限定されない。

30

【0040】

本実施例では、映像光束IBは、ストップSTに集め、且つストップSTを通過した後にウェーブガイド素子WGを経由して発散して伝播することができる。本実施例では、ウェーブガイド素子WGは、第一ウェーブガイド100上に位置する光入口端及び第二ウェーブガイド200上に位置する光出口端を有する。光入口端は映像光束IBを受けるために用いられる。映像光束IBは、ウェーブガイド素子WGの伝播及び光出口端の放出により、ユーザの目に伝播することができる。

40

【0041】

図1A及び図1Bに示すように、本実施例では、第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200の組み合わせにより形成されるウェーブガイド素子WGは、エッジ型ウェーブガイドアーキテクチャであり、且つ、本実施例では、第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200との間の夾角は、鈍角と設定され、90度乃至135度の間にある。このように、ヘッドマウントディスプレイのストップSTは、ウェーブガイド素子WG内に位置し、最多の映像光束がウェーブガイド素子WG内に進入するようにさせることができるため、効率を向上させ、ウェーブガイド素子WGに進入し難い大角度の映像

50

光束がスムーズに伝播してその中に有効に進入するようにさせることができる。その必要なレンズモジュールLSからストップSTまでの長さも8ミリメートル以内に短くされ得る。従来のヘッドマウントディスプレイに比べて、同じ光機構造（即ち、照明システム310及び表示ユニット320）を有する場合、従来のヘッドマウントディスプレイの中でレンズモジュールLSからストップSTまでの長さは11ミリメートルぐらいの長さである。これで分かるように、本実施例における第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200の組み合わせにより形成されるウェーブガイド素子WGは、サイズを縮小することができ、ヘッドマウントディスプレイに設置されやすく、且つ大角度の映像画面の欠損及び効率の低下が生じるリスクを低減することができる。

【0042】

また、本実施例における第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200の組み合わせにより形成されるウェーブガイド素子WGは、その構造がユーザの頭の輪郭にさらに合わせることができるため、ウェーブガイド素子WGの長さを短縮することができる。具体的に言えば、第一ウェーブガイド100が第二ウェーブガイド200に互いに垂直である場合、ウェーブガイド素子WGとユーザの顔との間に隙間が生じることがあるので、必要なウェーブガイド素子WGの長さはより長くしなければならない。しかし、図1Aに示すように、本実施例では、第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200との間の夾角が90度乃至135度の間にあり、このようにして、ユーザの頭の輪郭に合わせることができるため、ウェーブガイド素子WGとユーザの顔との間の隙間をできるだけ減少させ、必要なウェーブガイド素子WGの長さをさらに短縮することができる。これにより、映像光束IBはより速くユーザの目に進入することができ、拡散する傾向が比較的少なく、目の可視角を拡大することができる。

【0043】

以下、図2A乃至図3Eを参照しながら第一ウェーブガイド100及び第二ウェーブガイド200の構造をそれぞれより詳しく説明する。

【0044】

図2Aは、図1Bの第一ウェーブガイドの透視図である。図2Bは、図2Aの第一ウェーブガイドの分解図である。図2Cは、図2Aの第一ウェーブガイドの側面図である。図2Dは、図2Aの第一ウェーブガイドの光路図である。図2A乃至図2Cに示すように、本実施例では、第一ウェーブガイド100は第一板体110及び複数の第一光学微細構造120を含む。第一板体110は第一表面111S及び第二表面112Sを有する。複数の第一光学微細構造120は第一板体110の中に位置する。第一光学微細構造120は2つの中央光学微細構造121、複数の中継光学微細構造122及び2つの辺縁光学微細構造123を含む。2つの中央光学微細構造121はそれぞれ映像光束IBの主軸Oの両側に位置する。2つの辺縁光学微細構造123はそれぞれ映像光束IBの主軸Oの両側に位置し、且つ2つの中央光学微細構造121は2つの辺縁光学微細構造123よりも映像光束IBの主軸Oに近い。また、中央光学微細構造121と辺縁光学微細構造123との間には少なくとも1つの中継光学微細構造122が存在する。

【0045】

さらに言えば、図2A乃至図2Cに示すように、本実施例では、各第一光学微細構造120はそれぞれ光学面110OSを有し、第一光学微細構造120の光学面110OSは、それぞれ、映像光束IBの主軸Oに近いところから、映像光束IBの主軸Oを離れるところへの方向に沿って延伸して、第一表面111Sに対して傾斜する。また、本実施例では、第一ウェーブガイド100は第一光学領域101R及び第二光学領域102Rを有し、第一光学領域101R及び第二光学領域102Rはそれぞれ映像光束IBの主軸Oの両側に位置し、第一光学領域101R内に位置する第一光学微細構造120の光学面110OSの傾斜方向と、第二光学領域102R内の第一光学微細構造120の光学面110OSの傾斜方向とは、鏡像対称を成す。

【0046】

さらに言えば、図2Cに示すように、第一ウェーブガイド100は少なくとも1つの光

10

20

30

40

50

学膜 110F を有し、少なくとも 1 つの光学膜 110F は第一光学微細構造 120 の光学面 110OS の少なくとも 1 つに位置し、且つ光学膜 110F は、一部の映像光束 IB を通過させ、また、他の部分の映像光束 IB を反射するために用いられる。例を挙げて言えば、第一ウェーブガイド 100 は例えば次のようなステップで製作される。まず、図 2B に示すように、第一構造層 111 及び第二構造層 112 を提供し、そのうち、第一構造層 111 は複数の第一斜面 111IS 及び複数の第一接続面 111LS を有し、第二構造層 112 も複数の第二斜面 112IS 及び複数の第二接続面 112LS を有する。第一構造層 111 の各第一接続面 111LS は、隣接する第一斜面 111IS の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造 111ZS を形成し、第二構造層 112 の各第二接続面 112LS は、隣接する第二斜面 112IS の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造 112ZS を形成する。また、第一構造層 111 の少なくとも 1 つの第一斜面 111IS 又は第二構造層 112 の少なくとも 1 つの第二斜面 112IS に少なくとも 1 つの光学膜 110F を形成する。換言すると、少なくとも 1 つの光学膜 110F は、第一構造層 111 の第一斜面 111IS 及び第二構造層 112 の第二斜面 112IS の少なくとも 1 つに位置する。

10

【0047】

続いて、第一構造層 111 と第二構造層 112 を接合し、そのうち、第二斜面 112IS は第一斜面 111IS に対応し、第二接続面 112LS は第一接続面 111LS に対応し、これにより、第一鋸歯状構造 111ZS は第二鋸歯状構造 112ZS と一致しており、且つ第二斜面 112IS は第一斜面 111IS に接触して複数の光学微細構造の複数の光学面 110OS を形成する。このようにして、第一構造層 111 及び第二構造層 112 は接合後に第一ウェーブガイド 100 の第一板体 110 を形成することができる。

20

【0048】

このように、図 2D に示すように、映像光束 IB は、第一表面 111S を経由して第一板体 110 に進入した後に、映像光束 IB の一部が 2 つの中央光学微細構造 121 を通過し、映像光束 IB の他の部分が中央光学微細構造 121 を経由してそれぞれ対応する辺縁光学微細構造 123 に伝播する。さらに言えば、中央光学微細構造 121 からの映像光束 IB の一部が中継光学微細構造 122 を通過した後に、対応する辺縁光学微細構造 123 に伝播し、中央光学微細構造 121 からの映像光束 IB の他の部分が中継光学微細構造 122 により反射されて第二表面 112S から第一板体 110 を離れることができる。中継光学微細構造 122 により反射されず第一板体 110 を離れない映像光束 IB は、継続して第一板体 110 の中で伝播し、そして、対応する辺縁光学微細構造 123 を通過した後に、第二表面 112S から第一板体 110 を離れることができる。図 2D から分かるように、映像光束 IB は、主軸 O を中心にして鏡像を成し、且つ平行して射出して第一板体 110 を離れることができる。

30

【0049】

具体的に言えば、本実施例では、異なる光学微細構造上に位置する光学膜 110F は、異なる反射/透過のニーズに応じて、異なる反射率の設計を有しても良い。例を挙げて言えば、本実施例では、上述の 2 つの中央光学微細構造 121 又は辺縁光学微細構造 123 上に位置する少なくとも 1 つの光学膜 110F の、映像光束 IB に対する反射率が、映像光束 IB に対する透過率よりも大きく、上述の中継光学微細構造 122 上に位置する少なくとも 1 つの光学膜 110F の、映像光束 IB に対する反射率が、映像光束 IB に対する透過率よりも小さい。このようにして、高反射特性を有する中央光学微細構造 121 は、映像光束 IB を有効に反射し、その伝播経路を後へ伸ばすことができる。高透過特性を有する中継光学微細構造 122 は、映像光束 IB の伝播経路を後へ伸ばすことができるとともに、さらに映像光束 IB を反射して第一板体 110 から放出させることができる。高反射特性を有する辺縁光学微細構造 123 は、映像光束 IB を第一板体 110 から効果的に放出させることができる。このようにして、図 1B 及び図 2C に示すように、第一ウェーブガイド 100 の第一板体 110 を離れた映像光束 IB は、第二ウェーブガイド 200 の中に伝播することができ、これにより、第二ウェーブガイド 200 に伝播する映像光束 IB の瞳孔開口部は有効に拡大することができる。

40

50

【 0 0 5 0 】

また、映像光束 I B は、光学膜 1 1 0 F によりその瞳孔開口部をさらに拡大することができる。よって、光学膜 1 1 0 F の特性も、瞳孔開口部全体の均一性、例えば、輝度の均一性及び色の均一性に影響を与えることができる。さらに言えば、瞳孔開口部の均一性が異なるときに、瞳孔に進入する色点の均一性にも影響を及ぼすことができる。何故ならば、映像光束 I B を形成するための照明光束が照明システム 3 1 0 の発光素子から発するからであり、また、照明システム 3 1 0 の発光素子から射出する色光の分布が異なることが原因で、異なる色光の瞳孔開口部の均一性が異なる色の下で異なる均一性を有すようにさせることができる。例を挙げて言えば、赤色光、緑色光、青色光の瞳孔開口部の分布がそれぞれ異なるときに、色の均一性が悪いが、赤色光、緑色光、青色光の瞳孔開口部の均一性が完全に同じであるときに、色点の均一性を大幅に向上させることができる。よって、本実施例では、光学膜 1 1 0 F は、異なる波長の色光の条件に応じて、反射率 / 透過率の組み合わせを行っても良い。このように、光学膜 1 1 0 F の特性及び異なる色光の瞳孔開口部の均一性がすべて理想の状態にあると確定したときに、表示ユニット 3 2 0 から出力する色点の分布が人間の目の瞳孔に見える色点の分布に接近するので、鑑賞品質を向上させることができる。

10

【 0 0 5 1 】

また、図 2 C では、光学膜 1 1 0 F の数量は、それぞれ異なる光学微細構造上に位置する 1 0 個の光学膜を例にとって示されているが、本発明は、これに限定されず、光学膜 1 1 0 F の数量は、光機が異なることによって変化することもできる。但し、何れにしても、少なくとも 1 つの以上の光学膜がある。

20

【 0 0 5 2 】

図 3 A は、図 1 B の第二ウェーブガイドの分解図である。図 3 B は、図 3 A の第二ウェーブガイドのマスクの製作を示す図である。図 3 C は、図 3 A の第二ウェーブガイドのマスクの正確を示す正面図である。図 3 D は 3 C のマスクの下面図である。図 3 E は図 1 B の第二ウェーブガイドの正面図である。図 3 A 乃至図 3 E に示すように、本実施例では、第二ウェーブガイド 2 0 0 は第二板体 2 1 0、複数の第二光学微細構造 2 2 0 及び複数の導光用光学膜パターン 2 1 0 F P を含む。第二板体 2 1 0 は第一表面 2 1 1 S、第二表面 2 1 2 S、及び第二表面 1 1 2 S に接続される入光面を有する。複数の第二光学微細構造 2 2 0 は第二板体 2 1 0 の中に位置し、そのうち、各第二光学微細構造 2 2 0 はそれぞれ少なくとも 1 つの光学面 2 1 0 O S を有し、第二光学微細構造 2 2 0 の光学面 2 1 0 O S はそれぞれ第一表面 2 1 1 S に対して傾斜する。

30

【 0 0 5 3 】

さらに言えば、図 3 A 及び図 3 B に示すように、複数の導光用光学膜パターン 2 1 0 F P は第二光学微細構造 2 2 0 の光学面 2 1 0 O S に位置し、且つ導光用光学膜パターン 2 1 0 F P は一部の映像光束 I B を通過させ、また、他の部分の映像光束 I B を反射するために用いられる。例を挙げて言えば、第二ウェーブガイド 2 0 0 は例えば次のようなステップで製作される。まず、第一構造層 2 1 1 及び第二構造層 2 1 2 を提供し、そのうち、第一構造層 2 1 1 は複数の第一斜面 2 1 1 I S 及び複数の第一接続面 2 1 1 L S を有し、第二構造層 2 1 2 も複数の第二斜面 2 1 2 I S 及び複数の第二接続面 2 1 2 L S を有する。各第一接続面 2 1 1 L S は、隣接する第一斜面 2 1 1 I S の異なる端に接続されて第一鋸歯状構造 2 1 1 Z S を形成し、各第二接続面 2 1 2 L S は、隣接する第二斜面 2 1 2 I S の異なる端に接続されて第二鋸歯状構造 2 1 2 Z S を形成する。

40

【 0 0 5 4 】

第一構造層 2 1 1 の少なくとも 1 つの第一斜面 2 1 1 I S 又は第二構造層 2 1 2 の少なくとも 1 つの第二斜面 2 1 2 I S には少なくとも 1 つの光学膜 2 1 0 F が形成され、且つ少なくとも 1 つの光学膜 2 1 0 F を形成する方法は次のようなステップを含む。マスク O M を提供し、マスク O M は複数の貫通孔 T H を有する。例を挙げて言えば、図 3 B に示すように、マスク O M は平板状構造 P S であっても良い。

【 0 0 5 5 】

50

さらに言えば、図3Bに示すように、本実施例では、マスクOMが第一構造層211又は第二構造層212と重畳し、且つ貫通孔THの第一構造層211又は第二構造層212上の投影面が第一構造層211の少なくとも1つの第一斜面211IS又は第二構造層212の少なくとも1つの第二斜面212ISと重畳するようにさせる。このようにして、図3C及び図3Dに示するマスクOMの複数の貫通孔THにより、第一構造層211の少なくとも1つの第一斜面211IS又は第二構造層212の少なくとも1つの第二斜面212ISにも少なくとも1つの光学膜210Fの複数の導光用光学膜パターン210FPを形成することができる。なお、本発明はこれに限定されない。また、もう1つの実施例において、マスクOMは歯状構造であっても良い(図3C及び図3Dに示すように)。

【0056】

さらに言えば、図3C及び図3Dに示すように、マスクOMが鋸歯状構造を有するとき、鋸歯状構造は第一鋸歯状構造211ZS又は第二鋸歯状構造212ZSと一致しており、且つマスクOMの貫通孔THは鋸歯状構造の複数の斜面を貫通し、鋸歯状構造の斜面は第一構造層211の少なくとも1つの第一斜面211IS又は第二構造層212の少なくとも1つの第二斜面212ISに対応する。続いて、図3C及び図3Dに示すマスクOMが第一構造層211又は第二構造層212と重畳し、且つ貫通孔THの第一構造層211又は第二構造層212上の投影面が第一構造層211の少なくとも1つの第一斜面211IS又は第二構造層212の少なくとも1つの第二斜面212ISと重畳するようにさせる。このようにして、図3C及び図3Dに示すようなマスクOMの複数の貫通孔THにより、第一構造層211の少なくとも1つの第一斜面211IS又は第二構造層212の少なくとも1つの第二斜面212ISにも少なくとも1つの光学膜210Fの複数の導光用光学膜パターン210FPを形成することができる。

【0057】

続いて、第一構造層211と第二構造層212を結合し、そのうち、第二斜面212ISは第一斜面211ISに対応し、第二接続面212LSは第一接続面211LSに対応し、これにより、第一鋸歯状構造211ZSは第二鋸歯状構造212ZSと一致しており、且つ第二斜面212ISは第一斜面211ISに接触して複数の光学微細構造の複数の光学面210OSを形成することができる。このようにして、第一構造層211及び第二構造層212は接合後に第二ウェーブガイド200の第二板体210を形成することができ、そのうち、光学微細構造は複数の第二光学微細構造220であり、且つ光学面210OSには、少なくとも1つの光学膜210Fの複数の導光用光学膜パターン210FPが形成される。

【0058】

例を挙げて言えば、本実施例では、第一ウェーブガイド100の第一光学微細構造120は第一方向D1に沿って配列され、第二ウェーブガイド200の第二光学微細構造220は第二方向D2に沿って配列され、且つ第一方向D1は第二方向D2に垂直である。このようにして、第一ウェーブガイド100と第二ウェーブガイド200の中の光学微細構造配置の方式が異なるため、第二ウェーブガイド200と第一ウェーブガイド100の機能も異なる。第一ウェーブガイド100の機能は主に、映像光束IBを第二ウェーブガイド200に伝播させ、また、第二ウェーブガイド200にカップリングされる映像光束IBの瞳孔開口部を有効に拡大することにある。第二ウェーブガイド200の機能は主に、映像光束IBをユーザの目に伝播させ、且つ比較的大きい可視角を提供することにある。よって、第二ウェーブガイド200の導光用光学膜パターン210FPは、さらに、円形の輪郭と設計され、且つ各導光用光学膜パターン210FPのサイズが互いに不一致であり、互いの間には間隔があって良い。これにより、第一ウェーブガイド100の映像光束IBが第二ウェーブガイド200の中でより遠く伝播することができ、大角度の映像光束IBが第二ウェーブガイド200の導光用光学膜パターン210FPにより反射されて最後に目EYに進入するように有効に制御することができるため、大視角を有するヘッドマウントディスプレイ300の光学システムを形成することができる。

【0059】

10

20

30

40

50

より具体的に言えば、導光用光学膜パターン 210FP の間の間隔が人間の目の瞳孔のサイズに従って定義される必要があり、これにより、ユーザが感じた導光用光学膜パターン 210FP が密集し過ぎることを避け、良好な視覚感受を持たせることができる。例を挙げて言えば、本実施例では、隣接する 2 つの導光用光学膜パターン 210FP の間の最小距離がユーザの瞳孔のサイズ以下である。例を挙げて言えば、隣接する 2 つの導光用光学膜パターン 210FP の間の最小距離は、ユーザの瞳孔のサイズの約 0.5 倍である。

【0060】

もう 1 つの面において、ユーザが異なる瞳孔のサイズの下で見た導光用光学膜パターン 210FP の密集感受が異なるのであり、人間の目の瞳孔が大きくなるときに、より多くの光線を受けることができ、導光用光学膜パターン 210FP がもたらす密集感は大幅に低下する。よって、設計の過程では、導光用光学膜パターン 210FP のサイズを制御することで、導光用光学膜パターン 210FP がもたらす酷い密集感を避けることができる。各導光用光学膜パターン 210FP のサイズと、隣接する 2 つの導光用光学膜パターン 210FP の間の最小距離との比が 0.6 乃至 0.7 の間にあり、そのうち、各導光用光学膜パターン 210FP のサイズと、隣接する 2 つの導光用光学膜パターン 210FP の間の最小距離との比は好ましくは 0.6 である。例えば、本実施例では、隣接する 2 つの導光用光学膜パターン 210FP の間の最小距離が 1.5 ミリメートルである条件の下で、導光用光学膜パターン 210FP のサイズは 1.1 ミリメートル以下に制御されても良く、このようにして、ユーザに、より良い視覚感受を持たせることができる。

【0061】

このように、第一ウェーブガイド 100 からの映像光束 IB は、入光面を經由して第二板体 210 に進入した後に、映像光束 IB の一部が導光用光学膜パターン 210FP を通過し、映像光束 IB の他の部分が導光用光学膜パターン 210FP により反射された後に第二表面 212S から第二板体 210 を離れることができる。より具体的に言えば、本実施例では、導光用光学膜パターン 210FP の第二板体 210 上の正投影面積と、第二板体 210 の面積との間の比が 30% 未満であり、これにより、より良い透過視野を得ることができる。例を挙げて言えば、導光用光学膜パターン 210FP の面積が第二板体 210 の面積の約 20% ぐらいであり、且つ、導光用光学膜パターン 210FP が 50% ぐらいの透過率を有するので、ヘッドマウントディスプレイ 300 の光学システム全体の透過視野が 90% ぐらいに向上し、良好な透過視野を達成することができる。

【0062】

図 4A は、図 1A のヘッドマウントディスプレイの光路図である。図 4B は、図 1A のヘッドマウントディスプレイに現れる映像光束の明るさシミュレーションデータ図である。図 4C は、比較例の導光膜無しの際のヘッドマウントディスプレイに現れる映像光束の明るさシミュレーションデータ図である。さらに言えば、図 4A に示すように、本実施例では、第二ウェーブガイド 200 は第一光学領域 201R 及び第二光学領域 202R を有し、そのうち、第一光学領域 201R は入光面と第二光学領域 202R との間に位置し、また、第一鋸歯状構造 211ZS、第二鋸歯状構造 212ZS 及び第二光学微細構造 220 は第二光学領域 202R 内に位置し、且つ第二ウェーブガイド 200 はさらに導光膜 GF を含む。導光膜 GF は第二ウェーブガイド 200 の内部の導光面 GS に位置し、導光面 GS は第一光学領域 201R 内に位置し、且つ第一表面 211S に平行である。

【0063】

さらに言えば、導光膜 GF の製作は、少なくとも 1 つの光学膜 210F の複数の導光用光学膜パターン 210FP を形成するとき一緒に製作することができる。例を挙げて言えば、本実施例では、第二ウェーブガイド 200 の第一構造層 211 はさらに第一平面 211PS を有し、第二構造層 212 はさらに第二平面 212PS を有し、少なくとも 1 つの光学膜 210F の複数の導光用光学膜パターン 210FP を形成すると同時に、第一平面又は第二平面に導光膜 GF も形成し、続いて、第一構造層 211 と第二構造層 212 の接合の後に、第二平面は第一平面に接触して導光面 GS を形成し、且つその上には導光膜 GF を形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

具体的に言えば、図 4 A に示すように、導光膜 G F は、一部の映像光束 I B を通過させ、且つ他の部分の映像光束 I B を反射し、また、導光膜 G F により映像光束 I B は第二ウェーブガイド 2 0 0 の中で全反射の方式で伝播する。このようにして、第二ウェーブガイド 2 0 0 に進入する映像光束 I B の均一性をさらに向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

さらに言えば、図 4 B に示すように、導光膜 G F が配置されているときに、導光膜 G F は、映像光束 I B の密集度を有効に増加させることができる。また、導光膜 G F が第二ウェーブガイド 2 0 0 の内部に位置し、第二ウェーブガイド 2 0 0 の外表面に導光膜 G F がメッキ加工される場合に比較して、その均一性を大幅に増加させ、且つその光学効率を維持することができる。このようにして、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 では、第二ウェーブガイド 2 0 0 によりユーザの目に伝播する映像光束 I B が表す映像画面は良好な均一性を有し、且つ画面には欠陥が生じ難い。これに対して、図 4 C に示すように、導光膜 G F が配置されないときに、ヘッドマウントディスプレイ 3 0 0 では、第二ウェーブガイド 2 0 0 によりユーザの目に伝播する映像光束 I B の均一度が明らかに低下し、よって、ユーザの目に見える映像画面は欠陥があり不完全になり、観賞品質に影響を与えることがある。

【 0 0 6 6 】

本発明は、前述した好適な実施例に基づいて以上のように開示されたが、前述した好適な実施例は、本発明を限定するためのものでなく、当業者は、本発明の技術思想と範囲を離脱しない限り、本発明に対して些細な変更と潤色を行うこともできるので、本発明の保護範囲は、添付した特許請求の範囲に定まったものを基準とする。また、本発明の何れの実施例又は特許請求の範囲は、本発明に開示されたすべての目的又は利点又は特徴を達成する必要がない。また、要約の一部と発明の名称は、文献の検索を助けるためのみのものであり、本発明の技術的範囲を限定するものでない。また、本明細書又は特許請求の範囲に言及されている「第一」、「第二」などの用語は、要素 (e l e m e n t) に名前を付け、又は、他の実施例又は範囲を区別するためのもののみであり、要素の数上での上限又は下限を限定するためのものでない。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

- 1 0 0 : 第一ウェーブガイド
- 1 0 1 R : 第一光学領域
- 1 0 2 R : 第二光学領域
- 1 1 0 第一板体
- 1 1 0 F : 光学膜
- 1 1 0 O S : 光学面
- 1 1 1 : 第一構造層
- 1 1 1 I S : 第一斜面
- 1 1 1 L S : 第一接続面
- 1 1 1 S : 第一表面
- 1 1 1 Z S : 第一鋸歯状構造
- 1 1 2 : 第二構造層
- 1 1 2 I S : 第二斜面
- 1 1 2 L S : 第二接続面
- 1 1 2 S : 第二表面
- 1 1 2 Z S : 第二鋸歯状構造
- 1 2 0 : 第一光学微細構造
- 1 2 1 : 中央光学微細構造
- 1 2 2 : 中継光学微細構造
- 1 2 3 : 辺縁光学微細構造

10

20

30

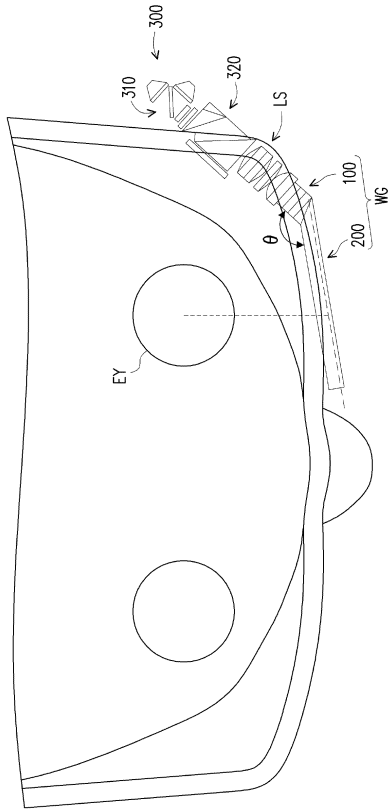
40

50

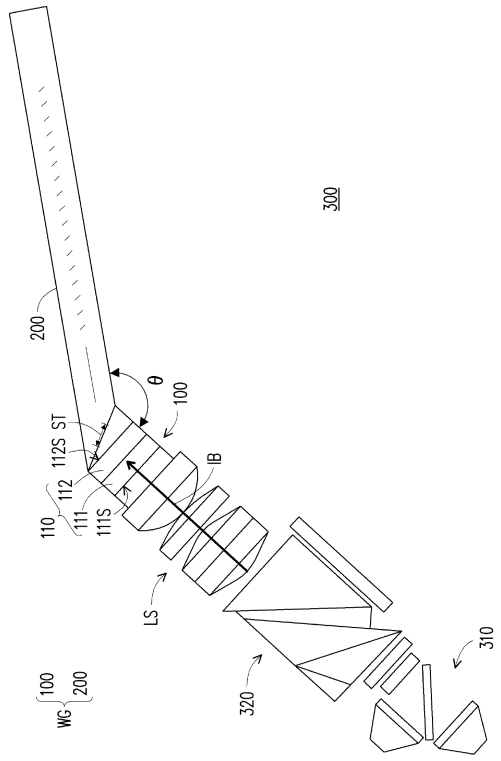
2 0 0	： 第二ウェーブガイド	
2 0 1 R	： 第一光学領域	
2 0 2 R	： 第二光学領域	
2 1 0	： 第二板体	
2 1 0 F	： 光学膜	
2 1 0 F P	： 導光用光学膜パターン	
2 1 0 O S	： 光学面	
2 1 1	： 第一構造層	
2 1 1 I S	： 第一斜面	
2 1 1 L S	： 第一接続面	10
2 1 1 P S	： 第一平面	
2 1 1 S	： 第一表面	
2 1 1 Z S	： 第一鋸歯状構造	
2 1 2	： 第二構造層	
2 1 2 I S	： 第二斜面	
2 1 2 L S	： 第二接続面	
2 1 2 Z S	： 第二鋸歯状構造	
2 1 2 S	： 第二表面	
2 1 2 P S	： 第二平面	
2 2 0	： 第二光学微細構造	20
3 0 0	： ヘッドマウントディスプレイ	
3 1 0	： 照明システム	
3 2 0	： 表示ユニット	
D 1	： 第一方向	
D 2	： 第二方向	
E Y	： 目	
G F	： 導光膜	
G S	： 導光面	
I B	： 映像光束	
L S	： レンズモジュール	30
O	： 主軸	
O M	： マスク	
P S	： 平板状構造	
S T	： ストップ	
T H	： 貫通孔	
W G	： ウェーブガイド素子	
Z S	： 鋸歯状構造	
	： 夾角	

【図面】

【図 1 A】



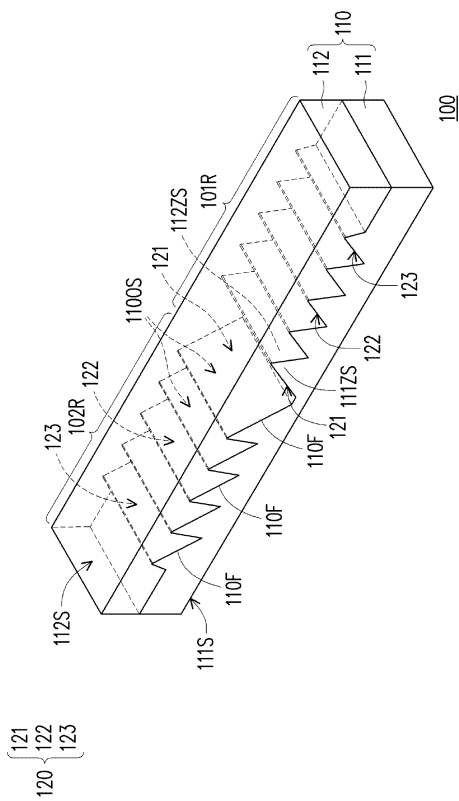
【図 1 B】



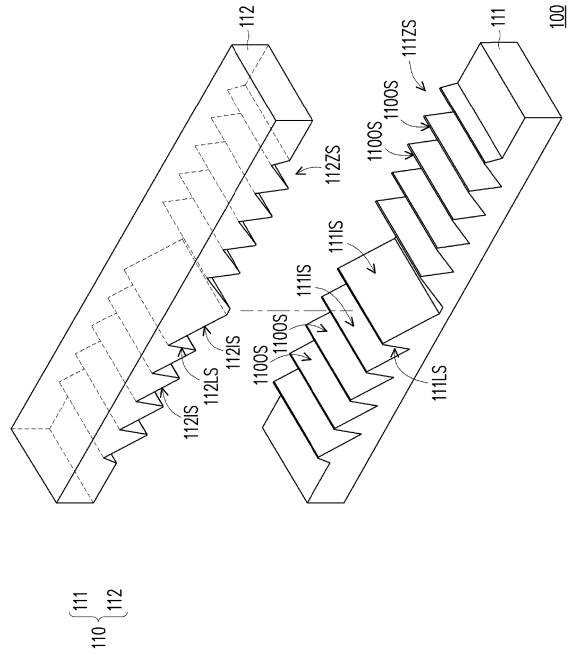
10

20

【図 2 A】



【図 2 B】

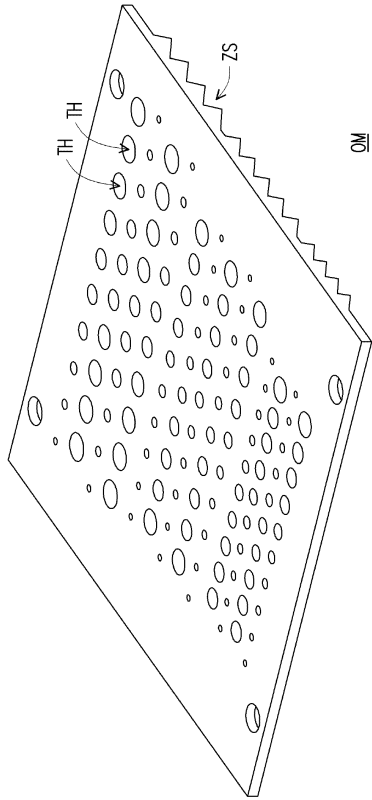


30

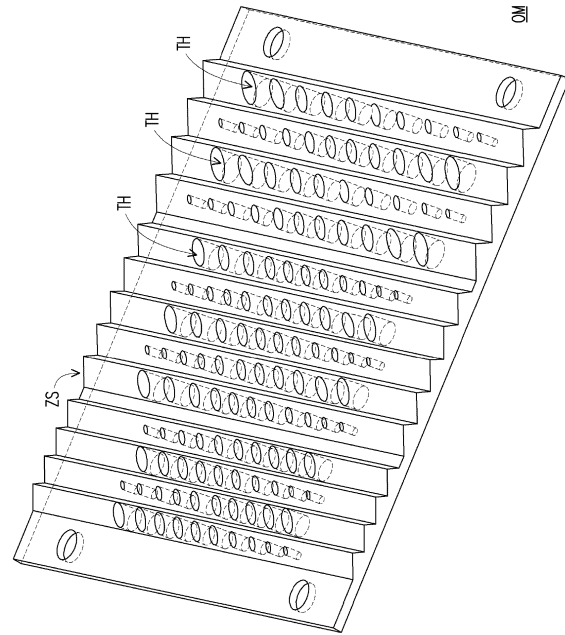
40

50

【図 3 C】



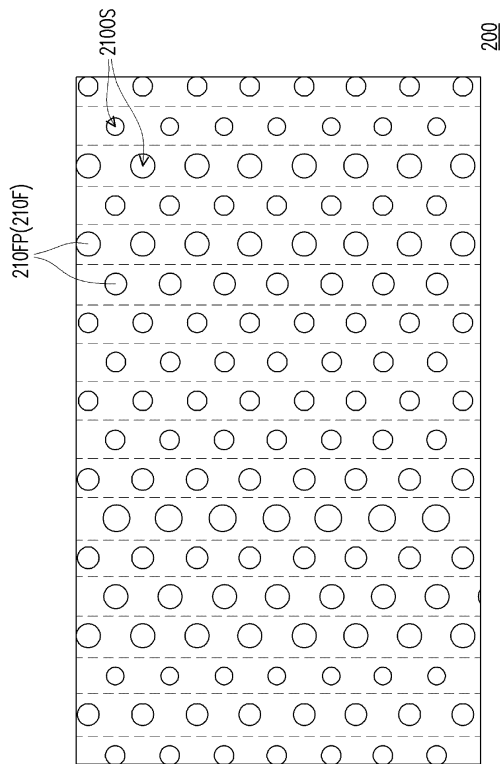
【図 3 D】



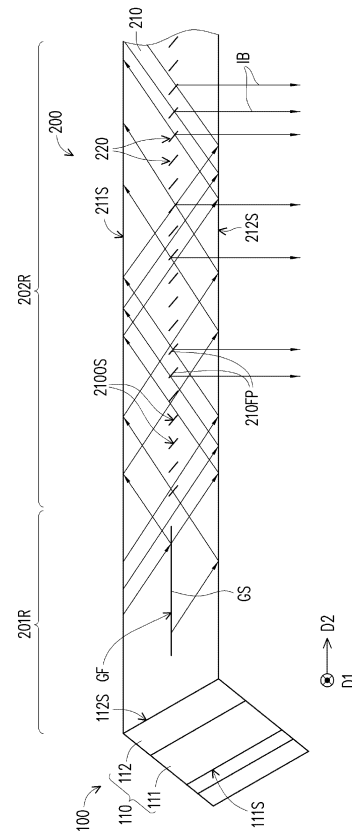
10

20

【図 3 E】



【図 4 A】

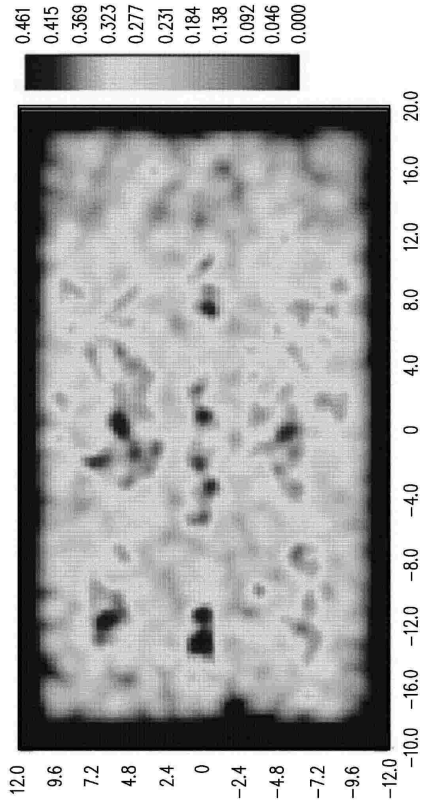


30

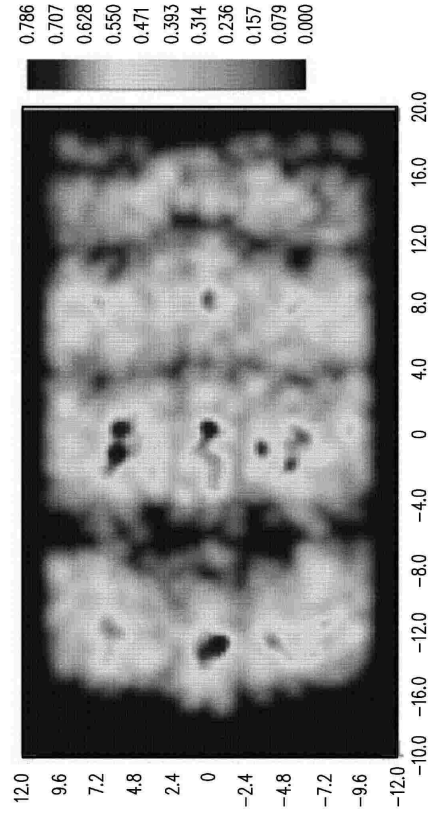
40

50

【 4 B 】



【 4 C 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 近藤 幸浩 號

(56)参考文献 特表 2 0 0 3 - 5 3 6 1 0 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 2 2 4 7 6 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 2 - 1 2 3 1 4 7 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 1 5 8 1 5 (J P , A)
米国特許第 0 8 6 6 5 1 7 8 (U S , B 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 9 8 4 7 1 (U S , A 1)
中国特許出願公開第 1 0 4 5 3 6 1 3 8 (C N , A)
独国特許出願公開第 1 0 2 0 1 8 1 3 3 3 8 3 (D E , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 2 7 / 0 2
G 0 2 B 2 7 / 0 1
H 0 4 N 5 / 6 4