

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7340530号
(P7340530)

(45)発行日 令和5年9月7日(2023.9.7)

(24)登録日 令和5年8月30日(2023.8.30)

(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 14 (全9頁)

(21)出願番号	特願2020-543612(P2020-543612)	(73)特許権者	520184365 ディスベリックス オサケ ユキチュア フィンランド共和国 0 2 1 3 0 エスポ ー、メトセンネイドンクヤ 1 0
(86)(22)出願日	平成31年4月10日(2019.4.10)	(74)代理人	110000855 弁理士法人浅村特許事務所
(65)公表番号	特表2021-518924(P2021-518924 A)	(72)発明者	オルッコネン、ユーソ フィンランド共和国 0 2 1 3 0 エスポ ー、メトセンネイドンクヤ 1 0、ディ スベリックス オサケ ユキチュア 気付
(43)公表日	令和3年8月5日(2021.8.5)	審査官	鈴木 俊光
(86)国際出願番号	PCT/FI2019/050292		
(87)国際公開番号	WO2019/202205		
(87)国際公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)		
審査請求日	令和4年2月21日(2022.2.21)		
(31)優先権主張番号	20185372		
(32)優先日	平成30年4月19日(2018.4.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	フィンランド(FI)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置の適用例のための回折射出瞳拡大素子装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示装置のための回折射出瞳拡大素子装置であって、
 射出瞳拡大素子を備え、第1の平面に配置された第1の光導体素子と、
 インカブラを備え、第2の平面に配置された第2の光導体素子であって、前記インカブラが、前記射出瞳拡大素子に光学的に結合される、第2の光導体素子とを備え、
 前記第1の光導体素子が、光の伝播を反射によって前記第1の平面において横方向に閉じ込めるように配置され、
 前記第1の平面と前記第2の平面とが、互いに対してある角度で配置され、
 前記第1の光導体素子の前記射出瞳拡大素子が、射出瞳を第1の次元において拡大するように適合された射出瞳拡大素子格子であり、
 前記第2の光導体素子の前記インカブラが、インカブラ格子であり、
 前記角度が、20～60度であり、前記第1の次元が、前記第1の平面と前記第2の平面との交線に平行である、装置。

10

【請求項2】

前記第1の光導体素子が、前記第1の平面に垂直に配置された横方向側壁を備え、光の伝播を前記横方向側壁における反射によって閉じ込めるように配置される、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

20

前記横方向側壁が、光を反射するように研磨されている、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記横方向側壁が、全内部反射によって光を反射するように配置され、又は前記横方向側壁に、反射被覆が施される、請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 2 の光導体素子が、前記第 2 の光導体素子の前記インカブラに光学的に結合されたアウトカブラをさらに備える、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記アウトカブラが、前記射出瞳を前記第 1 の次元に垂直の第 2 の次元において拡大するように適合される、請求項 5 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記横方向に閉じ込めることが、前記第 1 の光導体素子中を伝播する鏡像を生成し、前記角度が、前記アウトカブラが前記鏡像を反射するが、正像を外結合させるように選択される、請求項 5 又は 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記第 1 の光導体素子が、前記射出瞳拡大素子に光学的に結合されたインカブラをさらに備える、請求項 1 から 7 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 1 の光導体素子の前記インカブラが、前記第 2 の平面に垂直に検査されたとき、前記第 2 の光導体素子の上に位置しない、請求項 8 に記載の装置。

20

【請求項 10】

前記第 1 の光導体素子の前記インカブラ及び前記射出瞳拡大素子が、格子線が前記交線に対して斜めである格子を備える、請求項 8 又は 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記第 1 の光導体素子が、複数の光導体層を備える、請求項 1 から 10 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記第 1 の光導体素子の前記横方向の幅が、前記第 2 の光導体素子における光線の最大ホップ長以下である、請求項 1 から 11 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 1 の光導体素子が、前記第 2 の光導体素子よりも高い屈折率を有する光導体材料を備える、請求項 1 から 12 までのいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項 14】

個人用表示デバイスであって、請求項 1 から 13 までのいずれか一項に記載の回折射出瞳拡大素子装置を備える表示素子と、

前記表示素子に画像を投影するためのマイクロプロジェクタとを備える個人用表示デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、光学デバイスに関する。詳細には、本発明は、ニア・アイ表示装置（NED：near-to-eye display）、ヘッドマウント表示装置（HMD：head-mounted display）及びヘッドアップ表示装置（HUD：head-up display）などの表示デバイスに使用される回折射出瞳拡大素子に関する。

【背景技術】

【0002】

NED、HMD、及びHUDは、典型的には、プロジェクタと合成素子との2つの基本部分を含む。プロジェクタは、合成素子の助けによりユーザの現実世界表示の上に重ね合わせる虚像を生成する。NED及びHMDにおいて、合成素子は、典型的には、半透明で

50

あり、目から 1 ~ 3 c m の距離に位置する。合成素子は、半透明鏡又は回折、ホログラフィック若しくは反射光導体、又は自由形式プリズムなどのより複雑な光学組立品であり得る。

【 0 0 0 3 】

回折光導体は、典型的には、内結合された光ビームを 1 つ又は 2 つの方向に拡大する回折射出瞳拡大素子 (E P E) を含む。光導体の内側の二方向へのビーム拡大により、非常に小さな開口絞りを有するプロジェクタの使用が可能になる。小さな開口絞りにより、投影光学系の F 値が低減し、高い視野 (F O V) に向けて設計することがより容易になる。開口絞りのサイズは、プロジェクタのサイズにも関連しており、開口絞りが小さければ小さいほど、固定された F O V に対してプロジェクタも小さくなる。

10

【 0 0 0 4 】

光導体の内側のビーム拡大のためのいくつかの格子幾何形状が、これまで提示されてきた。これらのすべての解決策において、光導体は、光導体の内側の光伝播を光導体表面の面法線に平行である一方向に閉じ込める 2 つの平行な平面からなる。他の二方向には、光は自由に伝播し、拡散することができる。これは、典型的には、大きな F O V を用いると、光導体の物理的サイズがウェアラブル表示装置には大きくなり過ぎるという問題をもたらす。

【 0 0 0 5 】

1 D E P E 光導体の不利点は、プロジェクタによって照射されることを必要とする大きなインカブラである。これにより、プロジェクタ・サイズが非常に増加し、大きな F O V (> 4 0 度) を有する 1 D 光導体が典型的には使用されないほどになる。特許文献 1 では、一次元の射出瞳拡大が、主光導体のインカブラの正面の別個の光導体を用いて行われる解決策が提示されている。この方式における欠点課題は、最初の光導体が実際の適用例には、特に大きな F O V の適用例には広くなり過ぎることである。これにより、インカブラの幅が大きくなるにつれて、主光導体におけるインカップリング・プロセスの効率も減少し、内結合された光線がインカブラに再度当たり、エネルギーの一部が外結合される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】米国特許第 7 5 7 6 9 1 6 号明細書

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

上述の問題のうちの少なくともいくつかを克服し、特に、大きな射出瞳を有するコンパクトな回折光導体表示装置を可能にする解決策を提供することが、本発明の目的である。目的は、大きな F O V (> 4 0 度) を必要とする適用例に適切な解決策を提供することでもある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

目的は、本明細書において特許請求されている本発明によって実現される。

40

【 0 0 0 9 】

本発明は、回折光導体素子のカスケードを使用する考えに基づいており、回折光導体素子の光導体面は、互いに対してある角度で配置される。このようにして、回折表示装置の射出瞳は、以下に説明するように、1 D E P E を有する小さな第 1 の光導体が使用されても、画像歪みなく拡大させることができる。

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明は、表示装置の適用例のための回折射出瞳拡大素子装置 (d i f f r a c t i v e e x i t p u p i l e x p a n d e r a r r a n g e m e n t) を提供し、この装置は、射出瞳拡大素子を備え、第 1 の平面に配置された第 1 の光導体素子 (拡大光導体) と、インカブラを備え、第 2 の平面に配置された第 2 の光導体素子 (主光

50

導体)とを備える。インカブラは、射出瞳拡大素子に光学的に結合される。さらに、第1の光導体素子は、光の伝播を反射によって前記第1の平面において横方向に閉じ込めるように配置され、第1の平面と第2の平面とは、互いに対してある角度で配置される。

【0011】

本発明は、上記の種類の出瞳拡大素子装置を備える表示素子と、画像を表示素子に投影するためのマイクロプロジェクタとを備える個人用表示デバイスも提供する。画像の出瞳は、第1の光導体において第1の次元で、第2の光導体において第2の次元で拡大される。

【0012】

本発明は顕著な利益を提供する。第1の光導体の内側の二方向への光伝播の閉じ込めにより、よりコンパクトな、効率的な及びより軽量のウェアラブル表示装置解決策の設計が可能になる。閉じ込めにより、光は、横方向平面において拡大光導体の内側で自由に拡散されず、光伝播方向に垂直の方向に狭くなったままに保持され得る。

10

【0013】

拡大光導体は、単層導波路又は多層光導体スタックを備えることができる。後者の場合でも、横方向サイズが2D光閉じ込めにより小さいので大きな重量増加はない。多層導波路は、FOVを最大化するのにも使用することができる。

【0014】

主光導体は、好ましくは、単層導波路であり、単層導波路は、それにおけるゴースト像の形成を防止することに加えて、低重量、低費用及び良好な透過特性を確保する。

20

【0015】

従属請求項は、そのように選択された実施例を対象とする。

【0016】

いくつかの実施例において、第1の光導体素子は、第1の平面に垂直に配置された横方向側壁を備える。横方向光閉じ込めは、横方向側壁における反射によって実現される。側壁は、好ましくは、正確な反射を確保するために研磨された品質である。側壁は、全内部反射(TIR: total internal reflection)によって光を反射するように配置することができ、又はそれらには金属被覆などの反射被覆を施すことができる。

【0017】

2つの光導体間の角度は、45度など、例えば1~70度、典型的には20~60度であり得る。

30

【0018】

いくつかの実施例において、出瞳拡大素子は、射出瞳を第1の次元で拡大するように適合され、アウトカブラは、射出瞳を第1の次元に垂直の第2の次元で拡大するように適合される。典型的には、平面間の角度は、第1の次元に平行の回転軸を中心として画定される。

【0019】

次に、添付の図面を参照して、本発明の選択された実施例をより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

40

【0020】

【図1】52度FOV画像の(k_x , k_y)平面における波動ベクトル図である。

【図2】二次元光閉じ込めなしの光導体における光拡散を示す図である。

【図3】二次元光閉じ込めを有するビーム拡大光導体の(k_x , k_y)平面における波動ベクトル図である。

【図4】一次元射出瞳拡大を有する主光導体を示す図である。

【図5】二次元光閉じ込めを有する拡大光導体を示す図である。

【図6】拡大光導体を有する主光導体の側面図である。

【図7】拡大光導体を有する主光導体の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施例において、射出瞳が第 1 の光導体において第 1 の次元で拡大されてから第 2 の光導体に結合する回折光導体のカスケードが提供される。第 1 の光導体は、二次元光閉じ込めが可能であり、すなわち、従来どおり、閉じ込めが光導体面に垂直だけでなく、横方向にもできる。閉じ込めの副次的影響、すなわち、形成される鏡像は、光導体、又は少なくともそれらの光インターフェースを互いに対してある角度で配置することによって処理される。このため、第 2 の光導体からの鏡像のアウトカプリングを防止することができる。

【 0 0 2 2 】

回折光導体における二次元射出瞳拡大は、典型的には、光導体の内側の 2 つの主伝播方向を使用する。虚像が典型的には 16 : 9 の縦横比を有するので、一次元射出瞳拡大を有する光導体は、2 D E P E を有する光導体よりも高い F O V を支持することができる。これは図 1 に波動ベクトル図を用いて示す。光導体は x y 平面に存在し、したがって、光伝播は正規化された波動ベクトルの x 及び y 成分を介して分析できることが想定される。この実例における光導体は、2 . 0 の屈折率を有する。半径 1 . 0 及び半径 2 . 0 で画定された環帯に位置する F O V 点は、全内部反射を介して光導体中を伝播する。半径 2 . 0 の円の外側の点は、禁止され、決して存在しない。中央の F O V の四角形は、プロジェクタから来る入射光線の波動ベクトルを表す。ここで、16 : 9 の縦横比を有する 52 度の F O V が想定される。F O V の四角形が 6 時の位置にあるとき、可視波長を通した F O V 全体は 1 . 0 / 2 . 0 の環帯に適合し、その一方で、3 時の位置において、赤色光の F O V が 2 . 0 の円の境界に部分的に重なり合うことが分かる。これらの位置の両方が、2 D E P E を有する従来の光導体には必要とされるが、1 D E P E を有する光導体は、6 時の位置だけを必要とする。

【 0 0 2 3 】

光導体 2 0 におけるインカブラ 2 1 からの光拡散を図 2 に示す。

【 0 0 2 4 】

光拡散は、二次元光閉じ込めを使用することによって解決することができる。光は、光導体の主表面からだけでなく、光導体の側壁からも反射される。光導体の側壁からの反射が、外結合もされる鏡像を生成するので、この方式は、一般に使用されない。本発明は、鏡像を外結合させない形状を使用することによって鏡像問題を解決している。これは光導体を傾斜させることによって実現され、したがって、プロジェクタから来る画像が波動ベクトル図において中心位置ではなく、傾斜によるシフトとして現れる。これを図 3 に示す。ここで、x 軸を中心とした 45 度の傾斜が想定される。インカブラ (I C) は、光を 1 . 0 / 2 . 0 の環帯に内結合させ、側壁からの鏡面反射 (M) (y 軸に平行の面法線) は、環帯の内側の y 方向において画像を上下にシフトさせる。アウトカブラ (O C) は、半径 2 . 0 の円の外側にミラーを移動させる。これらのモードは存在せず、したがって、アウトカブラは、鏡像を T I R 反射だけさせるが、正像を外結合させる。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、現在開示している 2 D 光閉じ込めを有する拡大光導体とともに使用することができる主光導体 4 1 を示す。光導体 4 1 は、インカブラ 4 2 とアウトカブラ 4 3 とを有する。インカブラ 4 2 は、光導体 4 1 の第 1 の位置に配置され、その格子線は、光をアウトカブラ 4 3 に向けて回折させるように方向付けられ、アウトカブラ 4 3 は、インカブラ 4 2 に対して横方向に位置する。アウトカブラは、射出瞳を光の伝播方向に拡大するように適合される。インカブラ 4 2 の領域は、典型的には、少なくとも主光導体面における拡大光導体の射出瞳拡大素子の投影に対応し、それから到来する光を最大限に捕獲するようにする。

【 0 0 2 6 】

図 5 は拡大光導体 5 1 を示す。拡大光導体 5 1 は、インカブラ 5 2 と 1 D 射出瞳拡大素子 5 3 (主光導体 4 1 のインカブラ 4 2 に供給するための拡大光導体 5 1 のアウトカブラとしても働く) とを有する。光は、光伝播中に光導体の側壁 5 4 A、5 4 B から反射され

10

20

30

40

50

る。画像歪みを回避するために、側壁は、光学面品質（好ましくは研磨された光学的品質）を有し、光導体の主表面に対して正確に垂直でもある。インカプラ52及び射出瞳拡大素子53の格子線の向きは、その主軸に対して、例えば45度だけ斜めにすることができる。

【0027】

主光導体41及び拡大光導体51を有する全システムを図6及び7に示す。光導体41、51の平面の間には角度がある。ユーザの目の瞳孔が位置するべきアイボックスを参照数字73で表す。

【0028】

図6において、適切なマイクロプロジェクタからの初期光は、上から、すなわち、拡大光導体51の側面からインカプラ52に到来するように示される。代替構成においては、初期光は反対方向から到来する。一実施例においては、図6に示すように、プロジェクタは、第2の光導体41の平面に垂直に及び第1の光導体51の平面に対して斜めに向けられる。

10

【0029】

拡大光導体及び主光導体のインカプラ、射出瞳拡大素子並びにアウトカプラは、典型的には、回折格子を備え、回折格子は、本明細書において、一次元（線形）格子であり得るが、同じ目的を果たす他の種類の回折光学素子を使用することもできる。

【0030】

拡大光導体ガイドは、FOVを最大化するために多層を備えることができる。

20

【0031】

いくつかの実施例において、第1の光導体素子の横方向の幅は、第2の光導体における光線の最大ホップ長、すなわち、光導体の表面上の伝播光線の反射の連続的な点の間の距離以下である。

【0032】

拡大光導体のサイズが、変わったガラス材料（例えばTiO₂）でも顕著な費用又は重量増加なく使用できるほど小さいので、それは主光導体よりも高い屈折率を有することもできる。

【0033】

拡大光導体の屈折率は、典型的には、1.7から2.3の間で選択されるが、主光導体の屈折率は、同じか又はより小さい。

30

【0034】

本発明の基本的な考えは、実際には様々なやり方で実装することができる。したがって、本発明及び本発明の実施例は、上記に説明した実例に決して限定されないが、それらは特許請求の範囲により変化する場合がある。

40

50

【図面】

【図 1】

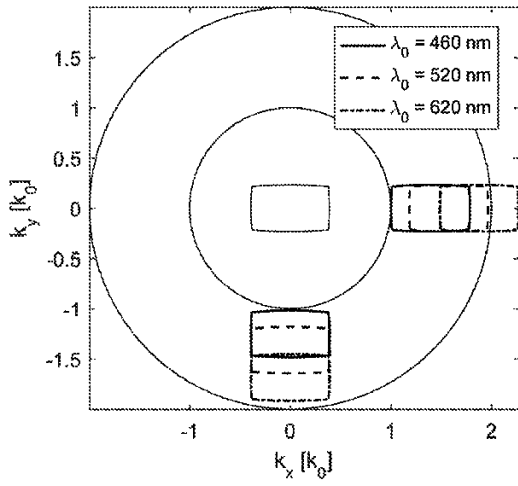


Fig. 1

【図 2】

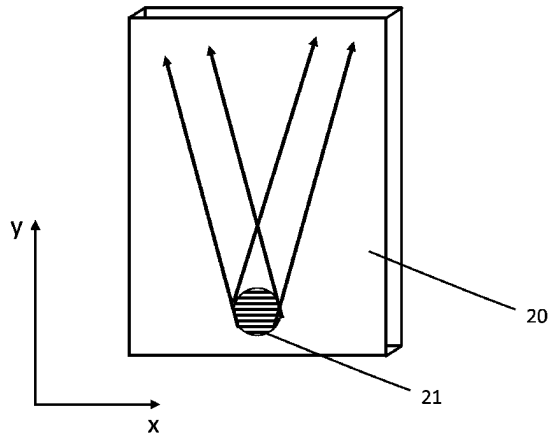


Fig. 2

10

【図 3】

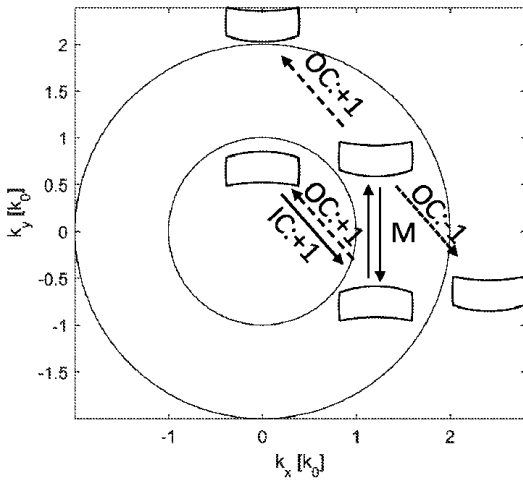


Fig. 3

【図 4】

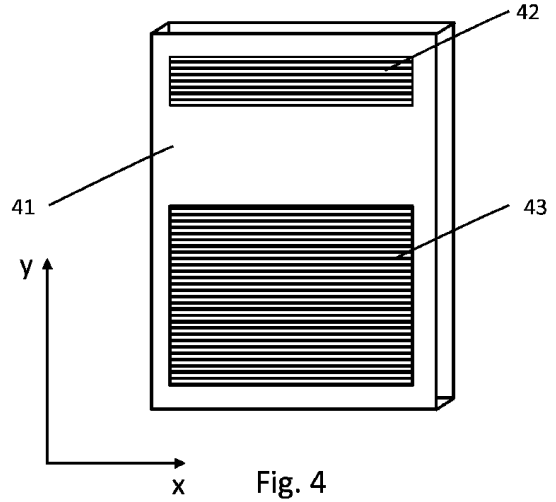


Fig. 4

20

30

40

50

【 図 5 】

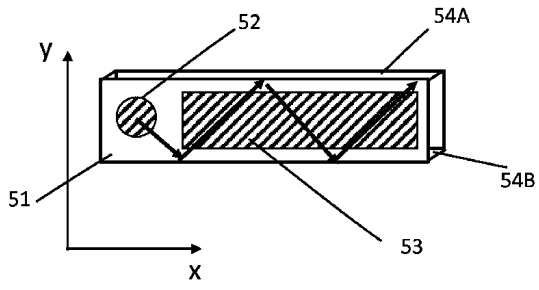


Fig. 5

【 図 6 】

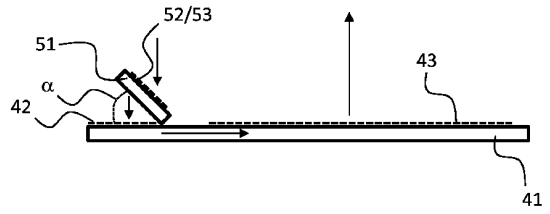


Fig. 6

【 図 7 】

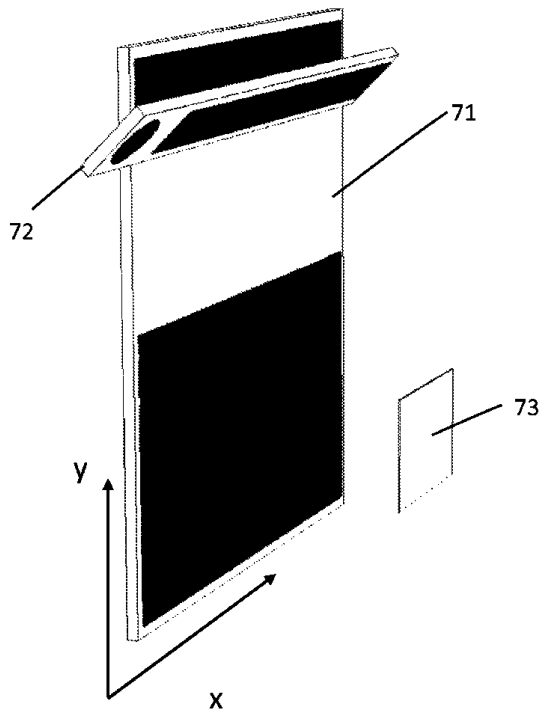


Fig. 7

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第09507150(US, B1)
特開2017-146448(JP, A)
特開平06-186494(JP, A)
特開2017-090561(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 27/01 - 27/02
H04N 5/64
H04N 13/344