

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-530801
(P2024-530801A)

(43)公表日 令和6年8月23日(2024.8.23)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B 27/02 Z	2 H 0 0 6
G 0 2 B 5/30 (2006.01)	G 0 2 B 5/30	2 H 1 4 9
G 0 2 B 5/18 (2006.01)	G 0 2 B 5/18	2 H 1 9 9
G 0 2 C 11/00 (2006.01)	G 0 2 C 11/00	2 H 2 4 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全26頁)

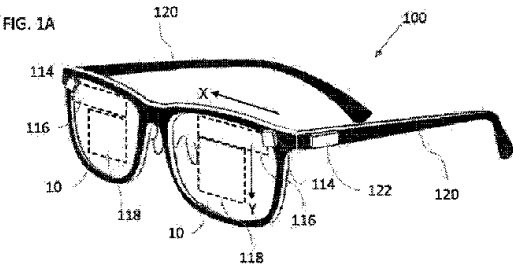
(21)出願番号	特願2024-514415(P2024-514415)	(71)出願人	518010049 ルムス エルティーディー. Lumus Ltd. イスラエル 7 4 0 3 6 3 1 ネスジオナ ピンハス・サピア・ストリート 8 8 Pinchas Sapir Str eet, 7 4 0 3 6 3 1 Ness Z iona, Israel
(86)(22)出願日	令和4年9月2日(2022.9.2)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(85)翻訳文提出日	令和6年4月25日(2024.4.25)	(74)代理人	100229448 弁理士 中横 利明
(86)国際出願番号	PCT/IB2022/058271	(72)発明者	ダンツィガー, ヨハイ イスラエル国, 2 5 1 4 7 0 0 クファル ヴラディム, ロテム ストリート 2
(87)国際公開番号	WO2023/031874		
(87)国際公開日	令和5年3月9日(2023.3.9)		
(31)優先権主張番号	63/240,951		
(32)優先日	令和3年9月5日(2021.9.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	63/245,869		
(32)優先日	令和3年9月19日(2021.9.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 独立した共役画像生成

(57)【要約】

光学システムは、(a) 導光光学素子 (LOE) であって、透明な材料から形成されており、かつ第1及び第2の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第1及び第2の相互に平行な主外面を有し、LOEは、ユーザの眼の方に画像を結合出力するための結合出力配置を有し、LOEは結合入力配置を有する、導光光学素子 (LOE) と、(b) 画像プロジェクタであって、画像を生成するための画像生成器、及び共役画像を生成するための画像共役生成器を備え、画像生成器及び画像共役生成器は、それぞれ、LOEの真正面ではない方向から、画像及び共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を含み得る。

【選択図】 図 1 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

閲覧するためにユーザの方に画像を向けるための光学システムであって、前記光学システムは、

(a) 導光光学素子 (LOE) であって、透明な材料から形成されており、かつ第 1 及び第 2 の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第 1 及び第 2 の相互に平行な主外面を有し、前記 LOE は、前記ユーザの眼の方に前記画像を結合出力するための結合出力配置を有し、前記 LOE は結合入力配置を有する、導光光学素子 (LOE) と、

(b) 画像プロジェクタであって、画像を生成するための画像生成器、及び前記画像の共役画像を生成するための画像共役生成器を備え、前記画像プロジェクタは、前記画像及びその共役画像を、前記画像及び前記共役画像が前記少なくとも第 1 及び第 2 の主外面のいずれかに当たる前に、結合入力開口部に導入するように、前記結合入力開口部に結合されており、前記画像生成器及び前記画像共役生成器は、それぞれ、LOE 10 の真正面ではない方向から、前記画像及び前記共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を備える、光学システム。

10

【請求項 2】

前記 LOE は、前記画像プロジェクタからの光が、前記第 1 の主外面の側面から、又は前記第 2 の主外面の場合には側面から前記 LOE に結合するように、前記第 1 及び第 2 の主外面に対して斜めに展開された結合入力反射器を更に備える、請求項 1 に記載の光学システム。

20

【請求項 3】

前記システムが、

前記第 1 及び第 2 の主外面に対して斜めに展開された結合入力反射器と、

前記結合入力反射器に動作可能に接続されており、前記画像及び前記共役画像を生成する前記画像生成器及び前記画像共役生成器と協調して前記結合入力反射器を順次駆動させるように構成されたピボットと、を備える、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 4】

2 つ以上の隣接する偏光ビームスプリッタ (PBS)、第 1 の PBS 及び第 2 の PBS と、

30

前記ビームスプリッタに動作可能に接続された 2 つ以上の再集束反射レンズと、

前記第 1 の PBS の第 1 の側面に配設されており、出射された偏光ビームが前記第 1 の PBS を通って透過し、前記再集束反射レンズに当たるように、第 1 の偏光の前記偏光ビームを出射するように構成された光源であって、前記再集束反射レンズは、反射ビームが前記第 1 の PBS から、前記第 2 の PBS に向かって反射するように、入射ビームを反射し、前記入射ビームの偏光を回転させ、前記反射ビームは、前記第 2 の PBS から前記画像プロジェクタに反射して前記画像生成器及び前記共役画像生成器を照らし、投影された前記画像及び共役画像が前記第 2 の PBS を通って透過し、第 2 の再集束反射レンズに当たり、前記再集束反射レンズは、前記反射ビームが前記第 2 の PBS から前記 LOE に反射するように、前記入射ビームを反射し、前記入射ビームの偏光を回転させる、光源と、を備える、請求項 1 に記載の光学システム。

40

【請求項 5】

前記画像プロジェクタが、前記画像生成器及び少なくとも 3 つの共役画像生成器を備える、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 6】

前記システムが、高解像度の元の画像を、前記画像及び前記共役画像として生成されるより低い解像度のサブ画像に補間する、請求項 5 に記載の光学システム。

【請求項 7】

前記画像プロジェクタが、前記画像生成器と、前記共役画像生成器と、1 つ以上の追加の共役画像を生成するための前記主外面と不連続の少なくとも 1 つの反射面と、を備える

50

、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 8】

前記画像生成器及び前記共役画像生成器が、1つの単一マトリックスの一部ではなく、代わりに、異なる位置又は配向に配設されており、異なる方向に光を投影する、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 9】

前記結合入力配置の前に配設されており、特定の角度で伝播する画像のビームを反射し、それと同時に他の角度で伝播するビームに対して透明であるように構成された角度選択ミラーを備え、

前記画像生成器が、PBS からコリメート反射レンズに反射され、かつ前記角度選択ミラーを通して、前記画像を前記結合入力配置に向かって反射されるように前記角度選択ミラーに反射し返すミラーに反射されるように、第 1 の偏光で偏光された前記画像を生成する、請求項 1 に記載の光学システム。

10

【請求項 10】

前記画像生成器及び前記共役画像生成器が、マトリックスと組み合わせて第 1 及び第 2 のレーザーに対応する、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 11】

前記画像生成器及び前記共役画像生成器が、マトリックスと組み合わせて第 1 及び第 2 のレーザーに対応し、第 1 のレーザーが前記画像を照らし、第 2 のレーザーが前記共役画像を照らし、画像ビームが、レンズによって集束され、次いで、ミラースキャナを通して、PBS によってマトリックス上に反射され、前記マトリックスから、再度前記 PBS を通って、反射レンズによって再集束され、かつ前記 PBS によって、ディフューザ又はマイクロレンズアレイ (MLA) 上に反射される、請求項 1 に記載の光学システム。

20

【請求項 12】

前記画像生成器及び前記共役画像生成器が、互いに対して傾斜しているか、又は角度をなしている、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 13】

1 つ以上のコリメート反射レンズを備え、前記画像生成器及び前記共役画像生成器が、互いに対して、及び前記コリメート反射レンズに対して傾斜しているか、又は角度をなしている、請求項 12 に記載の光学システム。

30

【請求項 14】

閲覧するためにユーザの方に画像を向けるための光学システムであって、前記光学システムは、

(a) 導光光学素子 (LOE) であって、透明な材料から形成されており、かつ第 1 及び第 2 の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第 1 及び第 2 の相互に平行な主外面を有し、前記 LOE は、前記ユーザの眼の方に前記画像を結合出力するための結合出力配置を有し、前記 LOE は結合入力配置を有する、導光光学素子 (LOE) と、

(b) 画像プロジェクタであって、画像及び前記画像の共役画像を順次生成するように構成された画像生成器を備え、前記画像プロジェクタは、前記画像及びその共役画像を、前記画像及び前記共役画像が前記少なくとも第 1 及び第 2 の主外面のいずれかに当たる前に、結合入力開口部に導入するように、前記結合入力開口部に結合されており、前記画像生成器は、前記 LOE の真正面ではない方向から、前記画像及び前記共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を備える、光学システム。

40

【請求項 15】

液晶偏光スイッチを備え、前記液晶偏光スイッチは、前記画像が生成されているときに前記スイッチが偏光を回転させず、前記共役画像が生成されているときに偏光を回転させるように、又はその逆になるように、前記画像プロジェクタと協調して動くように構成されている、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

50

前記第 1 及び第 2 の主外面に対して斜めに展開された結合入力反射器と、

前記結合入力反射器に動作可能に接続されており、前記画像及び前記共役画像を生成する前記画像生成器及び前記画像共役生成器と協調して前記結合入力反射器を順次駆動させるように構成されたピボットと、を備える、請求項 14 に記載の光学システム。

【請求項 17】

閲覧するためにユーザの方に画像を向けるための光学システムであって、前記光学システムは、

(a) 導光光学素子 (LOE) であって、透明な材料から形成されており、かつ第 1 及び第 2 の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第 1 及び第 2 の相互に平行な主外面を有し、前記 LOE は、前記ユーザの眼の方に前記画像を結合出力するための結合出力配置を有し、前記 LOE は結合入力配置を有する、導光光学素子 (LOE) と、

(b) 画像及び前記画像の共役画像を生成するための画像プロジェクタであって、前記画像プロジェクタは、前記画像及びその共役画像を、前記画像及び前記共役画像が前記少なくとも第 1 及び第 2 の主外面のいずれかに当たる前に、結合入力開口部に導入するように、前記結合入力開口部に結合されており、前記画像プロジェクタは、それぞれ、LOE 10 の真正面ではない方向から、前記画像及び前記共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を備える、光学システム。

【請求項 18】

前記画像プロジェクタが、2つのミラー画像を並べて生成する単一の液晶オンシリコン (LCOS) マトリックスである、請求項 17 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学システムに関し、特に、ユーザに画像を表示するための光学システムに関する。

【背景技術】

【0002】

様々な種類のディスプレイ、特にニアアイディスプレイ (NED) は、典型的には 1 つ以上の導波管を採用し、その導波管内で画像が全内部反射 (TIR) によって伝播するように画像プロジェクタから画像が入射され、次いで、1 つ以上の結合出力要素 (例えば、部分反射性内面 (「ファセット」)、回折格子など) を介して観察者の眼に向かって結合出力される。そのような導波管は、一対の平行な主外面を有する透明な基板から作られ、その一対の主外面が導波管の長さに沿って延在し、それらの間で画像及びその共役画像が反射される。画像はコリメートされた画像であることが好ましく、導波管は平面であることが好ましい。性能を最良化するためには、画像の各画素及び共役画像の各画素に対応する照明が導波管の厚さ内の (ユーザの眼に到達することができる出力画像に寄与する導波管の領域に対して) 全ての点に存在するように、画像とその共役画像の双方が導波管を完全に充填する必要がある。

【0003】

その導波管の充填は、入射された画像の主光線にほぼ垂直に配向された結合入力 (coupling-in) 面を有する結合入力プリズムを提供することによって達成することができ、それにより、共役画像を生成するように画像が導波管の 1 つの表面の拡張領域上に到達することが可能になる。しかしながら、特に、画像が主外面に対して比較的浅い角度 (すなわち、表面の法線に 90 度近く) で入射される実装態様では、共役画像で導波管を充填するために必要な結合入力領域の長さを導波管の寸法に追加することが重要である。これは、導波管 10 への典型的な結合入力を示す図 2A に示されている。導波管基板から切断された、又は導波管基板に取り付けられた結合入力プリズム 14 を使用して、光線 40、41 を浅い角度で導波管に向ける。光線 40、41 が導波管内を伝播すると、光線 41 が導波管の上面から反射され、それによって光線 40 の共役光となる。図 2A から明

らかなように、結合入力プリズムを用いても、導波管内に浅い光線の共役光を生み出すためには、比較的大きな入力開口部（したがって、より大きなプロジェクタ）が必要となる。

【0004】

図2Bに示される導波管を充填するための代替の手法では、主外面間の導波管10の厚さを細分化し、かつ外面に平行な導波管の長さに沿った経路の少なくとも一部に延びる中間点付近で、導波管10の内部に50%ビームスプリッタ（又は「ミキサ」）13が用いられている。ビームスプリッタ13は、光線を部分的に反射して、導波管10内でその共役光（例えば、光線41）を生成するのに効果的であり、入力開口部及びウェッジプリズム14をより小さくすることが可能になる（図2Aと比較した場合）。

10

【0005】

ミキサ13の存在によって、より小さいプロジェクタ開口部及び結合プリズムが使用可能となるが、重要なこととして、ミキサ自体が導波管の寸法に追加される。ミキサ13に必要な最短の長さは、式 $l_{min} = w \cdot \tan \phi$ によって表すことができ、式中、 w は導波管の幅であり、 ϕ は（LOE主面の法線に対して）視野角の伝播である。したがって、ミキサの最短の長さに対する上記の制約によって、ミキサを収容するために導波管をより長くすることが必要となる。更に、ミキサを導波管内に組み込むことは、導波管表面との平行性が必要となるために、導波管を生み出す際により高い精度が必要となる。

【発明の概要】

【0006】

本発明の実施形態の教示によれば、光学システムであって、（a）導光光学素子（LOE）であって、透明な材料から形成されており、かつ第1及び第2の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第1及び第2の相互に平行な主外面を有し、LOEは、ユーザの眼の方に画像を結合出力するための結合出力配置を有し、LOEは結合入力配置を有する、導光光学素子（LOE）と、（b）画像プロジェクタであって、画像を生成するための画像生成器、及び共役画像を生成するための画像共役生成器を備え、画像生成器及び画像共役生成器は、それぞれ、LOE10の真正面ではない方向から、画像及び共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を備える、光学システムが提供される。

20

【0007】

本発明の別の実施形態の教示によれば、閲覧するためにユーザの方に画像を向けるための光学システムであって、光学システムは、（a）導光光学素子（LOE）であって、透明な材料から形成されており、かつ第1及び第2の主外面での内部反射による画像の伝播を支持するための少なくとも第1及び第2の相互に平行な主外面を有し、LOEは、ユーザの眼の方に画像を結合出力するための結合出力配置を有し、LOEは結合入力配置を有する、導光光学素子（LOE）と、（b）画像及び画像の共役画像を順次生成するように構成された画像生成器を備える画像プロジェクタであって、当該画像プロジェクタは、画像及びその共役画像を、当該画像及び当該共役画像が当該少なくとも第1及び第2の主外面のいずれかに当たる前に、結合入力開口部に導入するように、当該結合入力開口部に結合されており、画像生成器は、LOEの真正面ではない方向から、画像及び共役画像を投影するように配設された、画像プロジェクタと、を備える、光学システムが提供される。

30

40

【0008】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の態様の様々な例示的な実施形態を示す様々な例示的なシステム、方法などを示す。図中の示される要素の境界（例えば、ボックス、ボックスのグループ、又は他の形状）は、境界の一例を表すことが理解されよう。当業者は、1つの要素が複数の要素として設計されてもよく、又は複数の要素が1つの要素として設計されてもよいことを理解するであろう。別の要素の内部コンポーネントとして示される要素は、外部コンポーネントとして実装され得、その逆もまた同様である。更に、要素は、縮尺通りに描画されない場合がある。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 9 】

【図 1 A】本発明の教示に従って構築され、かつ動作可能である、導光光学素子（L O E）を使用して実装された光学システムの概略等角図であり、上から下の構成を示す。

【図 1 B】本発明の教示に従って構築され、かつ動作可能である、導光光学素子（L O E）を使用して実装された光学システムの概略等角図であり、側方入射構成を示す。

【図 2 A】結合プリズムを介して L O E への画像の従来の結合入力を示す概略側面図である（上述）。

【図 2 B】一体化されたビーム増倍器を有する L O E への画像の従来の結合入力を示す概略側面図である（上述）。

【図 3】画像－共役画像対の L O E への結合入力を示す、図 1 A 及び図 1 B の光学システムの一部分の概略側面図である。

【図 4 A】2つの反射する表面のみを有する一次元 L O E を示す。

【図 4 B】2つの反射する表面のみを有する一次元 L O E を示す。

【図 5 A】4つの反射する表面を有する二次元 L O E を示す。

【図 5 B】4つの反射する表面を有する二次元 L O E を示す。

【図 6】ハイブリッド配置で4つの反射する表面を有する二次元 L O E を示す。

【図 7】結合入力配置として機能するための L O E の一部を形成する反射面を含む例示的な光学システムを示す。

【図 8】結合入力配置として機能するための L O E に隣接して配設された反射面を含む例示的な光学システムを示す。

【図 9】結合入力された画像を順次変化させる結合入力配置として機能するためのピボット上の反射面を含む例示的な光学システムを示す。

【図 1 0】2つの偏光ビームスプリッタを組み込んだ実施形態を示す。

【図 1 1】超解像又は是正解像のための技術の概略図を示す。

【図 1 2 A】画像生成器が同じマトリックスの一部ではなく、代わりに、マトリックスが複数のマトリックスに分割された実施形態を示す。

【図 1 2 B】画像生成器が同じマトリックスの一部ではなく、代わりに、マトリックスが複数のマトリックスに分割された実施形態を示す。

【図 1 2 C】画像生成器が同じマトリックスの一部ではなく、代わりに、マトリックスが複数のマトリックスに分割された実施形態を示す。

【図 1 3 A】画像及び共役画像を順次生成するために、単一のマトリックス 1 1 4 が時間的に多重化される実施形態を示す。

【図 1 3 B】画像及び共役画像を順次生成するために、単一のマトリックス 1 1 4 が時間的に多重化される実施形態を示す。

【図 1 3 C】画像及び共役画像を順次生成するために、単一のマトリックス 1 1 4 が時間的に多重化される実施形態を示す。

【図 1 4 A】図 1 3 A ～ 図 1 3 C と同等であるが、P B S が 2 つに分割されている実施形態を示す。

【図 1 4 B】図 1 3 A ～ 図 1 3 C と同等であるが、P B S が 2 つに分割されている実施形態を示す。

【図 1 4 C】図 1 3 A ～ 図 1 3 C と同等であるが、P B S が 2 つに分割されている実施形態を示す。

【図 1 5】L C O S マトリックスにわたって走査レーザーを利用する実施形態を示す。

【図 1 6 A】画像及びその共役画像が互いに角度的に分離され、開口部の前に配設された角度選択ミラーを含む実施形態を示す。

【図 1 6 B】画像及びその共役画像が互いに角度的に分離され、開口部の前に配設された角度選択ミラーを含む実施形態を示す。

【図 1 6 C】画像及びその共役画像が互いに角度的に分離され、開口部の前に配設された角度選択ミラーを含む実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0010】

本発明の特定の実施形態は、仮想現実ディスプレイ、又はより好ましくは拡大現実ディスプレイであり得る、ヘッドアップディスプレイ、最も好ましくはニアアイディスプレイの目的で、光学的開口拡大を達成するための導光光学素子（LOE）を含む光学系を提供する。

【0011】

LOE 10を採用し、かつ概して100で示された本発明の一実施形態の教示に従ったニアアイディスプレイの形態のデバイスの例示的な実装態様が図1A及び図1Bに概略的に示されている。ニアアイディスプレイ100は、画像光が、1つの次元において、相互に平行な平面状外面のセットにおける内部反射によって捕捉されるLOE（互換的に、「導波管」、「基板」、又は「スラブ」と称される）10内に画像を入射するように光学的に結合されたコンパクトな画像プロジェクタ（又は「POD」）114を採用している。

10

【0012】

光学開口部の拡大は、画像照明を連続的に向け直すための1つ以上の配置によってLOE 10内で達成され、典型的には、相互に平行で、かつ画像光の伝播方向に斜めに傾斜した一組の部分反射面（互換的に「ファセット」と称される）を採用し、各連続するファセットが、画像光の一部分を偏向方向に偏向させる。一次元の開口部を拡大するために、ファセットはまた、画像光をユーザの眼に向かって結合出力する。場合によっては、ここに示されるように、二次元の開口部の拡大は、領域116内の第1の組のファセットを採用して、内部反射によって補足／誘導された画像照明を連続的にLOE内に向け直すことによって達成される。次いで、偏向された画像照明は、隣接する別個の基板として、又は単一の基板の延長部として実装され得る第2の基板領域118に入り、その中では、外部結合配置（例えば、部分反射ファセットの更なるセット）が、眼球運動ボックス（EMB）として画定される領域内に位置する観察者の眼に向かって、ある割合の画像照明を次第に外部結合し、それによって、光学的開口部拡大の第2の寸法が達成される。同様の機能が、領域116及び118の一方又は両方内で画像照明を向け直し、かつ／又は結合出力するための回折光学素子（DOE）を使用して得られ得る。

20

【0013】

デバイス全体は、各眼に対して別々に実装されてもよく、好ましくは、各LOE 10がユーザの対応する眼に対向する状態で、ユーザの頭部に対して支持される。ここに示されたような1つの特に好ましい選択肢では、支持構成は、ユーザの耳に対してデバイスを支持するための側部120を有する眼鏡フレームとして実装される。ヘッドバンド、サンバイザ、又はヘルメットから吊り下げられたデバイスを含むがそれらに限定されない、他の形態の支持構成も使用され得る。

30

【0014】

本明細書では、図面及び特許請求の範囲において、LOEの第1の領域の一般的な延在方向において水平（図1A）又は垂直（図1B）に延在するX軸、及びそれに垂直に、すなわち図1Aでは垂直に、図1Bでは水平に、延在するY軸が参照される。非常に大まかに言えば、第1のLOE、又はLOE 10の第1の領域116は、X方向の開口部拡大を達成するとみなされ得、一方で、第2のLOE、又はLOE 10の第2の領域118は、Y方向の開口部拡大を達成する。視野の異なる部分が伝搬する角方向の広がりの詳細については、以下でより正確に説明する。図1Aに示されたような配向は、LOEの主部（第2の領域）に入る画像照明が上縁部から入る「上から下」の実装態様とみなされ得、図1Bに示された配向は、ここではY軸と称される軸が水平に展開されている、「側方入射」の実装態様とみなされ得ることに留意されたい。残りの図面では、本発明の特定の実施形態の様々な特徴は、図1Aと同様の「上から下」の配向の文脈で示される。しかしながら、これらの特徴の全ては、側方入射実装態様にも等しく適用可能であり、それもまた発明の範囲内にあることが理解されるべきである。特定の場合では、他の中間配向も適用可能であり、明示的に除外される場合を除き、本発明の範囲内に含まれる。ここに示される二次元拡大の実施形態は単なる例示であるが、本発明は、LOEによって単一次元の開口部

40

50

拡大のみが実行される実施形態にも適用可能である。

【0015】

ニアアイディスプレイ100は、典型的には小さな搭載電池（図示せず）又は何らかの他の好適な電源からの電力を採用して、典型的には画像プロジェクタ114を作動させるためのコントローラ122を含む、様々な追加の構成要素を含むことが理解されよう。コントローラ122は、画像プロジェクタを駆動するための少なくとも1つのプロセッサ又は処理回路などの全ての必要な電子部品を含むことが理解されよう。

【0016】

本発明の一態様は、コリメートされた画像及びその共役画像の双方を画像プロジェクタがLOE10に入射させるように配置された画像共役生成器を含む画像プロジェクタ114の実装態様に関する。画像共役生成器の様々な非限定的な例が、図3～図16を参照して以下に本明細書に示される。したがって、図3を参照すると、閲覧するためにユーザの方に画像を向けるための、図1の光学システムの拡大概略部分図が示されている。この光学システムは、透明な材料から形成されており、それらの面での内部反射による画像の伝播を支持するための相互に平行な第1及び第2の主外面11a及び11bを有するLOE10を含む。LOE10はまた、ユーザの眼の方に画像を結合出力するための（上記のように、かつ、ここには示されていない図1の領域118内の）結合出力配置と、この場合、LOE10の側縁部として示される結合入力開口部15と、を有する。

【0017】

画像共役対を生成するためにLOE10と一体化された構造体に依拠する代わりに、本発明の本態様による画像プロジェクタ114は、コリメートされた画像又は共役画像のいずれかがLOE10の主外面11a及び11bのいずれかに当たる前に画像共役対を生成する画像共役生成器を含む。

【0018】

したがって、図3の例では、画像プロジェクタ114が、画像を生成するための画像生成器32と、画像をコリメートするためのコリメート光学系31と、画像共役生成器（ここでは、共役画像を生成する第2の画像生成器33として実装される）と、を含む。ここに示された例では、画像生成器32及び33は、共通のコリメート光学系31を共有する。画像プロジェクタ114は、コリメートされた画像又はその共役画像がLOE10の主外面11a及び11bのいずれかに当たる前に、コリメートされた画像及びその共役画像をLOE10内に直接導入するように、結合入力開口部15に結合されている。

【0019】

この解決策は、主外面（又はこれらの表面と連続し、本明細書ではこの目的のためにLOEの主外面の一部であると定義される結合プリズムの表面）からの反射によって共役画像がLOE自体内で生成される、図2A及び図2Bの結合入力配置と明らかに対照的であることが理解されるであろう。

【0020】

2つの画像生成器32及び33は、一方が反転した同じ画像を生成するように駆動され、各フィールドが両方のフィールドから同一に示されている。デバイスの組み立て中に、画像生成器上で2つの画像を移動させて、それらがLOE内で相補的共役画像として位置合わせされるようにするために、機械的調整によって、又はより好ましくは画像表示位置のデジタル補正によって、能動的な位置合わせが使用されることが好ましい。したがって、LOEは、結合入力開口部からLOE全体にわたって主画像とその共役画像の両方で「充填」され、そのような充填を達成するためにLOEの拡張を必要としない。

【0021】

以前の開示では、共役画像を生成するために、主外面と不連続の少なくとも1つの反射面として「画像共役生成器」が実装されている。代わりに、本開示の文脈における画像生成器という用語は、当該技術分野で知られている任意の種類のマイクロディスプレイ画像生成器を意味する。好適な例には、LCDディスプレイなどの透過型SLMと、LCOSディスプレイなどの反射型SLMと、OLEDディスプレイなどのアクティブ発光ディス

10

20

30

40

50

プレイと、を含む空間光変調器（SLM）が含まれるが、これらに限定されない。また、高速走査レーザービームがその走査運動と同期して変調される走査画像生成器は、本発明による画像生成器として使用され得る。そのようなシステムでは、図3に示される光学配置は、単一の走査ミラーが、平面15に光学的に撮像される平面上に位置するように配置されている。画像面はまた、ビーム拡大のためのマイクロレンズアレイ及び／又は更なる画像解像度向上のための画像変調器（LCOS）を含み得る。本開示は、画像共役生成器を含むために、共役画像を生み出すための1つの画像生成器によって投影された画像を反射する少なくとも1つの反射面と併せて1つの画像生成器のみを含む実施形態を考慮しない。代わりに、本開示は、（1）少なくとも2つの画像生成器、（2）同じ生成器によって順次生成される2つの画像、又は（3）同時に2つの画像を生成する単一のマトリックスを含む様々な実施形態を開示する。

10

【0022】

例えば、図4A及び図4Bは、2つの反射する表面11a及び11bのみを有する一次元（すなわち、一軸拡張）LOE10を示す。図4Aの実施形態は、反射面29（例えば、プリズム14の下面）を使用して、共役画像を生み出す。画像生成器は、実質的に2つの平行ビームに分割された光ビームを生成する。第1のビームは、開口部15を介してLOE10に入る。第2の光ビームは、反射面29によって反射され、開口部15を介して第1の光ビームとともにLOE10に入る共役光ビームを生み出す。事実上、反射面29は、第1のビーム及び共役ビームがそれぞれLOE10に入ることができる2つの共役開口部15a、15bを生み出す。次いで、第1のビーム及び共役ビームは、ファセットがビームをユーザの眼に反射するまで、表面11a及び11bによって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。一方、図4Bの実施形態は、共役画像を生成するための第2の画像生成器33を含む。画像プロジェクタ114は、光ビームを生成する画像生成器32と、共役光ビームを生成する第2の画像生成器33とを含む。画像生成器32からの第1のビームは、開口部15を介してLOE10に入る。共役生成器33からの第2の共役光ビームは、開口部15を介して第1の光ビームとともにLOE10に入る。次いで、第1のビーム及び共役ビームは、ファセットがビームをユーザの眼に反射するまで、表面11a及び11bによって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。このようにして、反射器29は必要なく、場合によっては、光学系のサイズ及び複雑さを低減する。また、単一の画像生成マトリックス114を使用することも可能であり、ここで、32及び33は、この1つのマトリックス内で並んで生成された画像である。これらの画像は、互いの鏡像として生成される（太い矢印によって概略的に説明されている）。

20

30

【0023】

別の例では、図5A及び図5Bは、米国特許出願第16／172，897号として開示され、米国特許第10，564，417号として公開されており、4つの反射する表面11a～11dを有する二次元LOE10（渦導光光学素子（VLOE））を示す。VLOEは、多次元（すなわち、多軸拡張）導光光学素子である。

【0024】

図5Aの実施形態は、2つの反射面27、29（例えば、プリズムの2つの反射面）を使用して、共役画像を生み出す。画像生成器は、実質的に4つのビームに分割された光ビームを生成する。第1のビームは、開口部15を介してVLOE10に入る。第2の光ビームは、反射面27によって反射され、開口部15を介して第1の光ビームとともにVLOE10に入る共役光ビームを生み出す。第3の光ビームは、反射面29によって反射され、開口部15を介して第1及び第2の光ビームとともにVLOE10に入る共役光ビームを生成する。第4の光ビームは、両方の反射面27、29によって反射され、開口部15を介して第1、第2、及び第3の光ビームとともにVLOE10に入る共役光ビームを生み出す。事実上、反射面27、29は、第1のビーム及び共役ビームがVLOE10に入ることができる4つの共役開口部15a～15dを生み出す。次いで、その4つのビームは、ファセットがビームをVLOE10から反射するまで、表面11a～11dによって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。ここでも、114は、このマトリ

40

50

ックス内に 3 2 及び 3 3 の画像を有する単一のマトリックスとすることができる。

【0025】

しかしながら、図 5 B の実施形態は、共役画像を生成するために、第 2、第 3、及び第 4 の画像生成器 3 3、3 4、3 5 を含む。画像プロジェクタ 1 1 4 は、光ビームを生成する画像生成器 3 2 と、共役光ビームを生成する第 2 の画像生成器 3 3 と、別の共役光ビームを生成する第 3 の画像生成器 3 4 と、更に別の共役光ビームを生成する第 4 の画像生成器 3 5 とを含む。画像生成器 3 2 からの第 1 のビームは、開口部 1 5 を介して V L O E 1 0 に入る。共役生成器 3 3、3 4、3 5 からの共役光ビームは開口部 1 5 を介して第 1 の光ビームとともに V L O E 1 0 に入る。次いで、第 1 のビーム及び共役ビームは、ファセットがビームを V L O E 1 0 から反射するまで、表面 1 1 a ~ 1 1 d によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。このようにして、反射器 2 7、2 9 は必要なく、場合によっては、光学系のサイズ及び複雑さを低減する。

10

【0026】

したがって、本開示の文脈における画像生成器という用語は、当該技術分野で知られている任意の種類のマイクロディスプレイ画像生成器を意味する。以前の開示では、共役画像を生成するために主外面と不連続の少なくとも 1 つの反射面を使用し得るが、本開示は代わりに、本明細書で定義されるような少なくとも 2 つの画像生成器 3 2、3 3、画像を生成するための第 1 の画像生成器、及び共役画像を生成するための少なくとも 1 つの追加の生成器を含む様々な実施形態を開示する。画像及び共役画像の正確な配置及び倍率は、光学配置が試験される際に電子的に較正される。したがって、光学配置の高精度を必要としない。

20

【0027】

一実施形態では、画像生成器 3 2、3 3 などは、（例えば、各マトリックスで異なる波長プレートを使用することによって）画像及び共役画像を異なる偏光で投影し得、それによって、L O E 1 0 内の偏光の混合を生成する。L O E 1 0 内の偏光のそのような混合は、L O E 1 0 内の光学素子によって導入され得る偏光に対抗するために偏光解消を促進するように使用され得る。偏光解消はまた、光学システムに少なくとも 1 つのアクティブ又はパッシブのデポラライザを導入することによって達成され得る。

【0028】

少なくとも 2 つの画像生成器 3 2、3 3 を含むそのような実施形態は、反射する表面と更に組み合わされてもよい。例えば、図 6 は、共役画像を生成するために反射面 2 9 及び第 2 の画像生成器 3 3 の両方を使用するハイブリッド実施形態を示す。図 6 は、4 つの反射する表面 1 1 a ~ 1 1 d を有する二次元 V L O E 1 0 を示す。プロジェクタ 1 1 4 は、別個の生成器 3 2、3 3 を採用して、光ビーム及びその共役光ビームを生成する。第 1 のビーム及びその共役光 3 2、3 3 は、開口部 1 5 を介して V L O E 1 0 に入る。第 1 のビーム及びその共役光ビームは、反射面 2 9 によって反射されて、開口部 1 5 を介して V L O E 1 0 に入る共役光ビームを生み出す。実際には、反射面 2 9 は、2 つの開口部、すなわち、生成された第 1 のビーム及び共役ビームがそれぞれを介して V L O E 1 0 に入ることができる開口部 1 5 a、及び反射された共役ビームが V L O E 1 0 に入ることができる開口部 1 5 b を生み出す。次いで、第 1 のビーム及び共役ビームは、ファセットがビームを V L O E 1 0 から反射するまで、表面 1 1 a ~ 1 1 d によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。したがって、V L O E 1 0 への画像結合は、図 6 に示されるように、光学画像乗算とデジタル画像乗算のハイブリッド組み合わせによって達成され得る。適切なアプローチは、L O E 1 0 内で伝播する画像の角度に依存する。概して、常にはないが、急な角度については、画像光学（すなわち、反射）乗算が好ましい場合があり、一方、浅い伝搬画像については、デジタル（すなわち、第 2 の画像生成器）乗算が好ましい場合がある。

30

40

【0029】

図 3 に戻ると、2 つの画像生成器 3 2、3 3 は、L O E 1 0 の真正面の方向からの投影画像を示している。すなわち、2 つの画像生成器 3 2、3 3 は、L O E 1 0 の長手方向中

50

心軸 α を基準にして互いに対称的に配設され、主外面 11a 及び 11b に直交する平面 π 上に配設される。しかしながら、このトポロジ (LOE10 の真正面の方向から画像を投影する) は、多くのニアアイディスプレイアプリケーションに理想的ではない場合がある。代わりに、本開示は、LOE10 の真正面ではない方向から画像を投影するように画像生成器が配設される実施形態を開示する。図7～図15は、そのような実施形態の例を示す。

【0030】

図7は、LOE10内の反射する表面25を利用して(すなわち、側結合)、一次画像及びその共役画像をLOE10内に結合する実施形態を示す。光源20(例えば、レーザースキャナ、LEDなど)からの光は、光学系22(例えば、レンズ、光導体など)によって収集され、画像生成器32を照らし、共役画像生成器33(例えば、LCOS、DLPなど)を共役する。いくつかの実施形態では、画像生成器32、33(例えば、LCOS、LCDなど)は、光源20又は光学系22なしで、それら自体の照明(例えば、OLED、マイクロLEDなど)を生成し得る。生成器32、33はまた、光源がコリメートレーザーである場合、走査ミラー及びマイクロレンズアレイ(MLA)に対応し得る。例示された実施形態では、ソース生成器32、33からの光は、コリメート光学系31によってコリメートされ、LOE10に入射される。

【0031】

したがって、図7の例は、画像を生成するための画像生成器32と、共役画像を生成するための画像共役生成器33と、画像をコリメートするためのコリメート光学系31とを含む。ここに示された例では、画像生成器32及び33は、共通のコリメート光学系31を共有する。画像生成器32、33からの光は、コリメートされた画像及びその共役画像が主外面11a及び11bのいずれかに当たる前に、コリメートされた画像及びその共役画像をLOE10内に直接導入するように、LOE10に結合入力されている。次いで、第1のビーム及び共役ビームは、ファセット56がビームをLOE10から反射するまで、表面11a～11bによって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。このLOE10は、誘電体又は金属コーティングを有する反射する表面25をその中に構築している。この構成の入射瞳は、反射する表面25によって定義される。この構成では、光学系31とLOE10の上面11aとの間の間隔は、LOE10内の反射率を維持するように設定される。LOE10内の反射率は、全内部反射又はコーティングによって達成され得る。図7から容易に理解され得るように、画像生成器32、33は、LOE10の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

【0032】

図8は、図7と同様の実装態様を示すが、ミラー44を利用して、一次画像及びその共役画像をLOE10に結合入力する。光源20からの光は、光学系22によって収集され、画像生成器32及び共役画像生成器33を照らす。いくつかの実施形態では、画像生成器32、33は、光源20又は光学系22なしで独自の照明を生成し得る。ソース生成器32、33からの光は、コリメート光学系31によってコリメートされ、ミラー44は、開口部15を介してLOE10に入射される光を反射する。ミラー44は、一次画像及び共役画像が主外面11a及び11bのいずれかに当たる前に、それらをLOE10内に導入するように、適切な角度に設定される。次いで、コリメートされたビーム及び共役ビームは、ファセット56がビームをLOE10から反射するまで、表面11a～11bによって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。図8から容易に理解され得るように、画像生成器32、33は、LOE10の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

【0033】

図9は、図7及び図8のものと同様であるが、ピボット45上の傾斜ミラー44を利用する実装態様を示す。ミラー44は、画像生成器32、33と協調して、適切な速度(例えば、毎秒30回、毎秒60回、毎秒120回など)で2つの角度の間で枢動するように作られ得、それによって、画像生成器32、33からの光ビームの連続した結合入力を可

能にする。このアプローチは、光学系 3 1 の大幅なサイズ縮小を可能にし、常に画像又は共役画像のうち的一方のみを伝送しなければならない。

【0034】

画像生成器 3 2 は、開口部 1 5 を介して画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して画像を生成する。画像生成器 3 2 からの光は、コリメートされた画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、コリメートされた画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。その後、枢動ミラー 4 4 は、開口部 1 5 を介して共役画像を挿入するための適切な角度に枢動される。画像生成器 3 3 は、開口部 1 5 を介して共役画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して共役画像を生成する。画像生成器 3 3 からの光は、共役画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、共役画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。次いで、コリメートされた画像及び共役ビームは、ファセット 5 6 がビームを L O E 1 0 から反射するまで、表面 1 1 a ~ 1 1 b によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。枢動ミラー 4 4 が十分に高い速度で枢動される場合、閲覧者は、ファセット 5 6 によって出力された結果の画像を、図 7 及び図 8 のシステムによって出力されたものと同様に知覚するであろう。

10

【0035】

代替の実施形態では、図示の概念を使用して、L O E 1 0 中に入射される 4 つ以上の共役画像を生み出すことができる。画像生成器 3 2 は、開口部 1 5 を介して画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して画像を生成し得る。画像生成器 3 2 からの光は、コリメートされた画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、コリメートされた画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。その後、枢動ミラー 4 4 は、開口部 1 5 を介して第 1 の共役画像を挿入するための適切な角度に枢動される。画像生成器 3 3 は、開口部 1 5 を介して第 1 の共役画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して第 1 の共役画像を生成する。画像生成器 3 3 からの光は、第 1 の共役画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、第 1 の共役画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。その後、枢動ミラー 4 4 は、開口部 1 5 を介して第 2 の共役画像を挿入するための適切な角度に枢動される。画像生成器 3 2 は、開口部 1 5 を介して第 2 の共役画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して第 2 の共役画像を生成する。画像生成器 3 2 からの光は、第 2 の共役画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、第 2 の共役画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。その後、枢動ミラー 4 4 は、開口部 1 5 を介して第 3 の共役画像を挿入するための適切な角度に枢動される。画像生成器 3 3 は、開口部 1 5 を介して第 3 の共役画像を挿入するための適切な角度に設定された枢動ミラー 4 4 と協調して第 3 の共役画像を生成する。画像生成器 3 3 からの光は、第 3 の共役画像が主外面 1 1 a 及び 1 1 b のいずれかに当たる前に、第 3 の共役画像を L O E 1 0 内に導入するように、L O E 1 0 に結合入力されている。次いで、コリメートされた画像及び共役画像は、ファセット 5 6 がビームを L O E 1 0 から反射するまで、L O E 1 0 (例えば、V L O E) に沿って伝播し得る。

20

30

【0036】

図 9 から容易に理解され得るように、画像生成器 3 2、3 3 は、L O E 1 0 の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。また、1 つの画像生成器 3 2 (3 3 ではない) のみを使用することが可能であり得、走査ミラーは 2 つの配向の間で反転し、画像生成器は 2 つの鏡像の間で反転する。

40

【0037】

図 1 0 は、偏光ビームスプリッタ (P B S) (米国特許出願第 1 2 / 0 9 2 , 8 1 8 号として開示され、米国特許第 9 , 5 5 1 , 8 8 0 号として公開されている) を利用する実装態様を示す。図 1 0 の実施形態では、2 つの隣接する P B S 5 1、5 3 が使用される。第 1 の P B S 5 1 は、光源 2 0 (例えば、L E D 又は走査レーザーミラー)、再集束反射レンズ 5 5、及び画像生成マトリックス 1 1 4 の間に配設されている。第 2 の P B S 5 3

50

は、マトリックス 114 とコリメート反射レンズ 57 との間に配設されている。ここで、マトリックス 114 は、図 5 B の実施形態と同様に、複数の画像（一次画像及び 1 つ以上の共役画像）を生成する。図 10 の図では、2 つの画像生成器 32、33 のみが示され得るが、追加の画像生成器がページ内の軸に沿って配設され得る。

【0038】

実際には、光源 20 からの p 偏光は、PBS 51 を通して透過され、再集束反射レンズ 55 に当たり、再集束反射レンズ 55 が、入射ビームを反射し、変換する。現時点では s 偏光された反射ビームは、PBS 51 及び PBS 53 から反射して、画像生成器マトリックス 32 及び共役画像生成器マトリックス 33 を照らす。いくつかの実施形態では、画像生成器マトリックス 32、33 は、光源 20 なしで独自の照明を生成し得る。現時点では p 偏光されたソース生成器マトリックス 32、33 からの光は、PBS 53 を通して透過され、コリメート反射レンズ 57 によってコリメートされ、反射される。最後に、現時点で s 偏光されている反射ビームは、PBS 53 から反射して、開口部 15 を介して LOE 10 に入る。次いで、コリメートされたビーム及び共役ビームは、ファセット 56 がビームを LOE 10 から反射するまで、LOE 10 に沿った表面によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。図 10 から容易に理解され得るように、画像生成器 32、33 は、LOE 10 の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

【0039】

図 11 は、本明細書に開示される実施形態のいくつか、特に二次元 LOE 10 (VLOE) を利用する実施形態とともに場合によっては使用される画像処理フローの概略説明を示す。高解像度の元の画像 30 をサブ画像 32、33、34、35 などにセグメント化するマトリックス 114 に関連した解像度の損失を最小限に抑える、及び／又は相殺するために、全てのサブ画像は、元の高解像度の元の画像 30 から直接補間され得る。それらとともに画像 30 を表すので、サブ画像 32、33、34、35 などの間にいくつかの重複があり得る。結果として、ファセット 56 によって出力された最終画像のサブピクセル解像度は、眼に投影された全てのビームを組み合わせるときに観察者によって知覚されるように達成され得る。これは、本出願では、高解像度の元の画像 30 をサブ画像 32、33、34、35 などにセグメント化することに関連した解像度の損失を最小限に抑える及び／又は相殺する超解像度の形態である。

【0040】

図 12 A ～図 12 C は、本発明の技術の別の実装態様を示す。図 12 A ～図 12 C は、画像生成器 32、33 が同じマトリックス 114 の一部ではなく、代わりに、マトリックス 114 が複数のマトリックス 114 a 及び 114 b に分割された実施形態を示す。画像生成器 32 は、第 1 のマトリックス 114 a の一部を形成し、共役画像生成器は、第 2 のマトリックス 114 b の一部を形成する。2 つのマトリックス 114 a、114 b は、前述の実施形態で説明された単一のマトリックス 114 よりも小さい。このサイズの縮小、及び第 1 のマトリックス 114 a 及び第 2 のマトリックス 114 b を互いに独立して位置することができる柔軟性は、重要な設計上の利点を生み出す。

【0041】

図 12 A ～図 12 C では、第 1 の画像生成器 32 に対応する光が実線矢印で示され、共役画像生成器 33 に対応する光が破線矢印で示されている。図 12 A ～図 12 C の構成では、光学プリズム 114 a 及び 114 b 並びに LCOS マトリックス 32、33 は傾斜しており、コリメート反射レンズ 57 及び 58 も同様である。この傾斜により、図示の実施形態は、全てのビームが光学系 57、58 及びプリズム 114 a、114 b とほぼ垂直に相互作用するため、高品質を保ちながら、全てのビームを小さな光学配置で含むことができる。2 つの隣接する PBS 51、53 が使用される。第 1 の PBS 51 は、光源 20（例えば、LED 又は走査レーザーミラー）と画像生成プリズム 114 a、114 b との間に配設されている。第 2 の PBS 53 は、プリズム 114 a、114 b とコリメート反射レンズ 57、58 との間に配設されている。

【0042】

図12Bは、画像生成器32（主画像）に関連付けられた光線チャートを示し、図12Cは、共役画像生成器33（共役画像）に関連付けられた光線チャートを示す。実際には、光源20からのp偏光は、PBS51を通してマトリックス114aに透過され、画像生成器32を照らす。画像生成器32によって生成された画像は、s偏光され、したがって、PBS51及びPBS53をコリメート反射レンズ57に反射する。現時点でp偏光されているレンズ57から反射されたコリメート光は、PBS53を通して透過され、開口部15を介してLOE10に入る（LOE10の一部分のみが示されている）。同時に、光源20からのs偏光は、PBS51からマトリックス114bに反射されて、共役画像生成器33を照らす。共役画像生成器33によって生成された画像はp偏光され、したがって、PBS51及びPBS53を通してコリメート反射レンズ58に透過される。現時点でs偏光されているレンズ58から反射されたコリメート光は、PBS53から反射して、開口部15を介してLOE10に入る。

10

【0043】

次いで、コリメートされたビーム及び共役ビームは、ファセット56がビームをLOE10から反射するまで、LOE10に沿った表面によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。図12A～図12Cから容易に理解され得るように、画像生成器32、33は、LOE10の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

20

【0044】

図13A～図13Cは、画像及び共役画像を順次生成するために、単一マトリックス114が時間的に多重化される本発明の実施形態を示す。2つの隣接するPBS51、53が使用される。第1のPBS51は、光源20（例えば、LED又は走査レーザーミラー）と画像生成マトリックス114との間、及び画像生成マトリックス114と液晶スイッチ60との間に配設されている。第2のPBS53は、液晶スイッチ60とコリメート反射レンズ57、58との間に配設されている。図13A～図13Cの構成では、コリメート反射レンズ57及び58は傾斜している。この傾斜により、図示の実施形態は、全てのビームが光学系57、58及びマトリックス114とほぼ垂直に相互作用するため、高品質を保ちながら、全てのビームを小さな光学配置で含むことができる。

30

【0045】

図13Bは、主画像を生成する画像生成器32／33に関連付けられた光線チャートを示し、図13Cは、共役画像を生成する共役画像生成器32／33に関連付けられた光線チャートを示す。

【0046】

主画像（図13A及び図13B）を透過するために、光源20からのp偏光（大矢印）は、PBS51を通してマトリックス114に透過され、画像生成器32を照らす。画像生成器32によって生成された主画像（実線矢印）は、s偏光され、したがって、スイッチ60に向かってPBS51から反射される。主画像の場合、液晶スイッチ60は、偏光（s偏光）を維持し、したがって、光（実線矢印）は、PBS53からコリメート反射レンズ57に反射する。現時点でp偏光されているレンズ57から反射されたコリメート光は、PBS53を通して透過され、開口部15を介してLOE10に入る。その後、共役画像（図13A及び図13C）を透過するために、光源20からのp偏光（大矢印）は、PBS51を通してマトリックス114に透過され、画像生成器33を照らす。画像生成器33によって生成された共役画像（実線矢印）は、s偏光され、したがって、スイッチ60に向かってPBS51から反射される。共役画像の場合、液晶スイッチ60は、光（現時点でp偏光）の偏光を回転し、したがって、光（破線矢印）は、PBS53を通してコリメート反射レンズ58へ透過される。現時点でs偏光（実線矢印）されているレンズ58から反射されたコリメート光は、PBS53から反射して、開口部15を介してLOE10に入る。2つの構成（スイッチ60及びマトリックス14上の適切な画像）の間的高速切り換えによって、LOE10への照明は、それが同時に画像及び共役画像であるか

40

50

のように知覚される。

【0047】

次いで、コリメートされたビーム及び共役ビームは、ファセット56がビームをLOE10から反射するまで、LOE10に沿った表面によって反射されながら、正確に対向する角度で伝播し得る。図13A～図13Cから容易に理解され得るように、画像生成器32/33は、LOE10の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

【0048】

図14A～図14Cは、図13A～図13Cと同等であるが、これはPBS53が2つ53a及び53bに分割されている実施形態を示す。動作は、主画像ビームが53aによって反射され、共役画像ビームが53bによって反射されることを除いて、上述の図13A～図13Cの動作と同一である。その結果、両方の代替案についてのマトリックス114上の照明が重複している。この実施形態によれば、スプリットPBS53a、53bを2マトリックス構成114a及び114bに実装することが可能であり（図12A～図12Cを参照）、それによって主画像及び共役画像について同じ照明配向を達成し、それによって照明結合効率を改善する。

【0049】

図14A～図14Cから容易に理解され得るように、画像生成器32/33は、LOE10の真正面の方向からではなく、側面方向から画像を投影するように配設されている。

【0050】

上記の全ての実施形態では、例えばLCD（光学経路を直接通る）又はDLP（非PBSプリズム）などのPBSを必要としない他のタイプのマトリックスが使用され得る。

【0051】

図15は、LCOSマトリックス114にわたって走査レーザー10を利用する実施形態を示す。そのような構成は、高解像度で高い光結合効率を達成することができる（LCOS114の大きなピクセル数を特徴とする）。示された実施形態では、明確さのために主画像光線のみが示される。2つのビームは、2つのレーザー70によって生成される。これらのビームは、ミラースキャナ80を通してレンズ22によって集束され、PBS51によってマトリックス114上に反射される。2つのビームは、マトリックス114上で2つの画像を生成し、マトリックス114は、画像解像度を更に改善するために変調される。2つのビームは、PBS51を通して透過し、反射レンズ55によって再集束され、PBS51によってディフューザ又はマイクロレンズアレイ（MLA）44上に反射される。MLA44は、ビームがLOE10の開口部15を充填するように、各ビームの発散を増加させる。コリメート光学系31は、LOE10への入射の前にビームをコリメートする。

【0052】

示されるように、2つのビームを使用して主画像及び共役画像を生成することは、以下の実質的な利点を有する。1）走査速度が向上し、最小限のちらつき知覚が見えるようになり、及び2）2つのビームの使用は、実際の開口部サイズを減少させ、それによって広い発散MLA44の必要性を低減する。極端な場合（小開口部15又は大きい初期ビーム）では、MLA44は必要ではない場合がある。

【0053】

図15の構成は、LCOS114をLEDで照らすときに使用され得る。更に、この構成は、上述したように、連続的な単一画像生成とともに使用され得る。

【0054】

画像とその共役画像が互いに角度的に分離されているシステムのための別の解決策が図16A～図16Cに示されている。図16Aは、主画像と共役画像との両方を含む光線チャートを示す。図16B及び図16Cは、主画像及び共役画像をそれぞれ独立して示す光線チャートを示す。図16A～図16Cのシステムは、開口部15の前に配設された角度選択ミラー82を含む。ミラー82は、特定の角度（例えば、浅い角度）で伝播する画像

のビームを反射する一方で、他の角度（例えば、急な角度）で伝播するビームに対して透明であるように設計されたコーティングを有し得る。そのようなコーティングは、国際公開第2005/024491号として公開されている国際出願第PCT/IL2004/000813号、及び国際公開第2016/103251号として公開されている国際出願第PCT/IL2015/051222号で設計され、示された。

【0055】

動作中、画像生成器32（例えば、SLM）は、主画像（図16B）を生成する。s偏光画像は、PBS51からコリメート反射レンズ57に反射される。現時点でp偏光されているレンズ57から反射されたコリメート光は、PBS51を通して、（角度が非常に急で、ほぼ垂直であるため）角度選択ミラー82を通して、ミラー44に透過され、ミラー44は、角度選択ミラー82に向かって光を反射し返す。今回、光は、浅い角度で角度選択ミラー82に到達し、したがって、開口部15に向かって反射される。同時に、画像生成器33（例えば、SLM）は、共役画像（図16C）を生成する。s偏光画像は、PBS51からコリメート反射レンズ57に反射される。現時点でp偏光されているレンズ57から反射されたコリメート光は、PBS51を通して、（角度が非常に急であり、ほぼ垂直であるため）角度選択ミラー82を通して開口部15に透過される。同時に、画像生成器33は、共役画像を生成する（図16C）。したがって、LCOS114上では、2つの画像が近接セクションを占有し、LCOS114の総面積を減少させることができる。

【0056】

定義

以下に、本明細書で使用される選択された用語の定義を含む。この定義は、用語の範囲内にあり、実装態様のために使用され得る構成要素の様々な例又は形態を含む。例は、限定することを意図するものではない。用語の単数形及び複数形の両方が、定義内にあり得る。

【0057】

「動作可能な接続」、又は実体が「動作可能に接続されている」接続は、信号、物理通信、又は論理通信が送受信され得る接続である。典型的には、動作可能な接続は、物理インタフェース、電気インタフェース、又はデータインタフェースを含むが、動作可能な接続は、動作可能な制御を可能にするのに十分な上記又は他のタイプの接続の異なる組み合わせを含み得ることに留意されたい。例えば、2つの実体は、直接、又はプロセッサ、オペレーティングシステム、ロジック、ソフトウェア、若しくは他の実体のような1つ以上の中間実体を介して、互いに信号を通信することができることによって、動作可能に接続することができる。論理又は物理通信チャネルは、動作可能な接続を生み出すために使用され得る。

【0058】

用語「含む（includes）」又は「含む（including）」が、詳細な説明又は特許請求の範囲内で使用される限り、その用語が、特許請求の範囲内の転換語として使用されるときに解釈される場合、用語「備える（comprising）」と同様の方法で包括的であることが意図される。更に、「又は」という用語が、詳細な説明又は特許請求の範囲で使用される限り（例えば、A又はB）、「A又はB又はその両方」を意味することが意図されている。出願人が「A又はBのみであって、両方ではない」ことを示すことを意図する場合、「A又はBのみであって、両方ではない」という用語が使用される。したがって、本明細書における「又は」という用語の使用は、包括的な使用であり、排他的な使用ではない。参照：Bryan A. Garner, A Dictionary of Modern Legal Usage 624 (2d. Ed. 1995)。

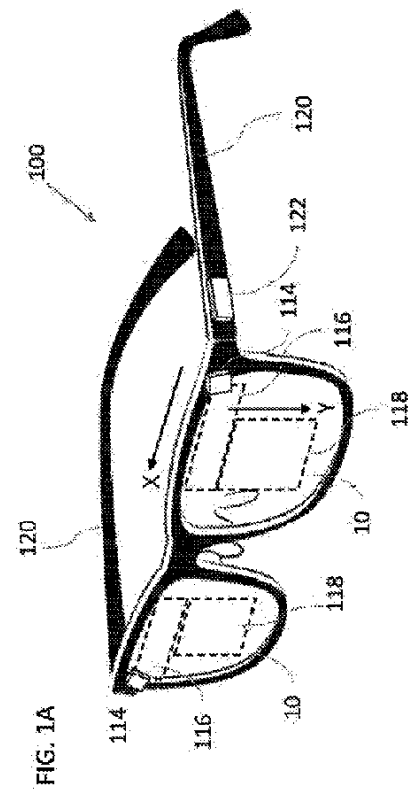
【0059】

例示的なシステム、方法などは、例を説明することによって例解されており、例がかなり詳細に説明されているが、出願人の意図は、そのような詳細に範囲を制限する、又はいかなる方法でも範囲を制限することではない。当然ながら、本明細書で説明されるシステ

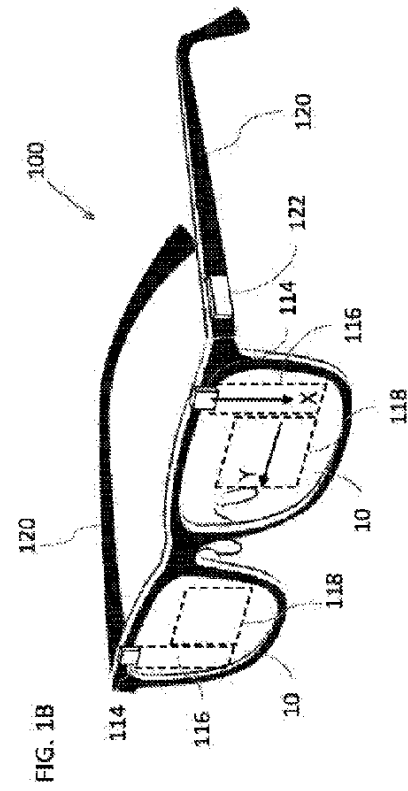
ム、方法などを説明する目的で、構成要素又は方法論の考えられる全ての組み合わせを説明することは不可能である。追加の利点及び修正は、当業者には容易に現れるであろう。したがって、本発明は、示され、説明される具体的な詳細、代表的な装置、及び説明的な例に限定されない。そのため、本出願は、添付の特許請求の範囲の趣旨及び範囲に入る変更、修正、及び変形を包含することが意図されている。更に、以上の説明は、本発明の範囲を限定することを意図されたものではない。あくまで、本発明の範囲は、添付される特許請求の範囲及びその均等物によって決定されるべきである。

【図面】

【図 1 A】



【図 1 B】



10

20

30

40

50

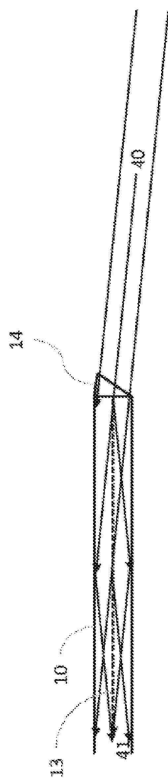
【図 2 A】

(先行技術)

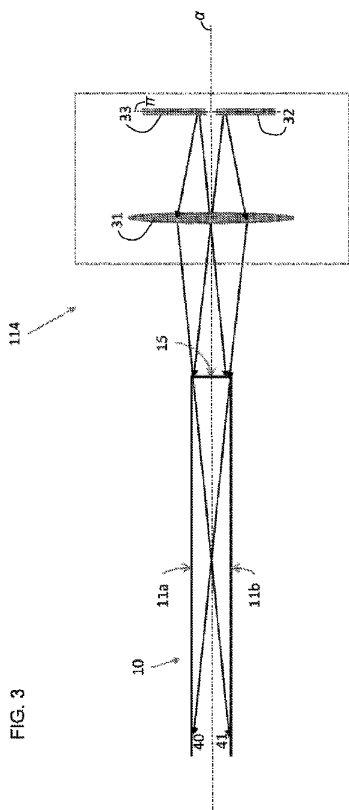


【図 2 B】

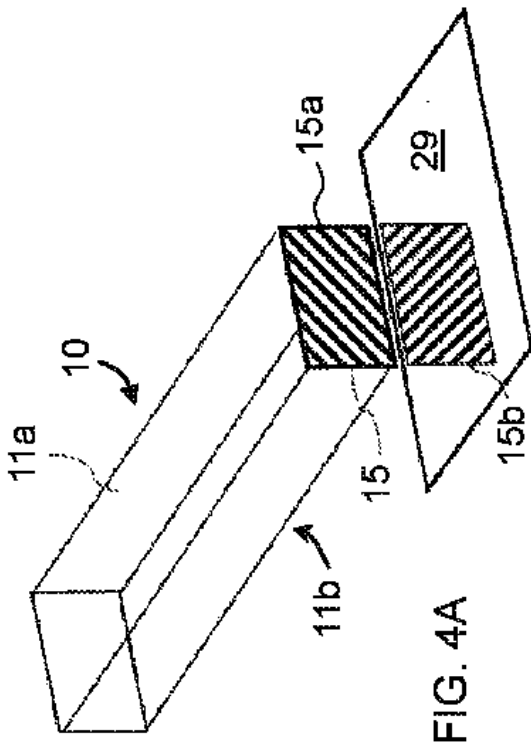
(先行技術)



【図 3】



【図 4 A】



10

20

30

40

50

【 図 4 B 】

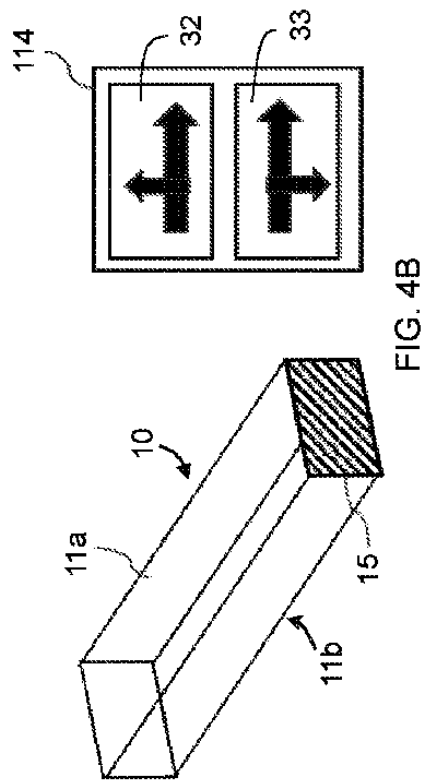


FIG. 4B

【 図 5 A 】

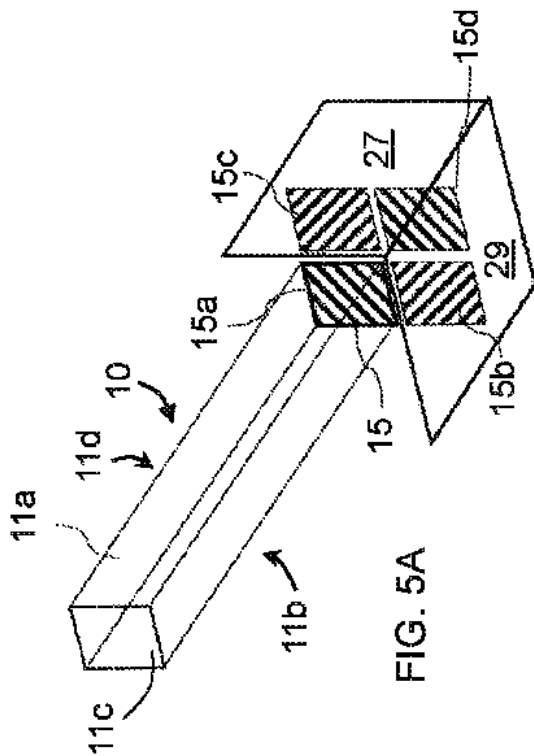


FIG. 5A

【 図 5 B 】

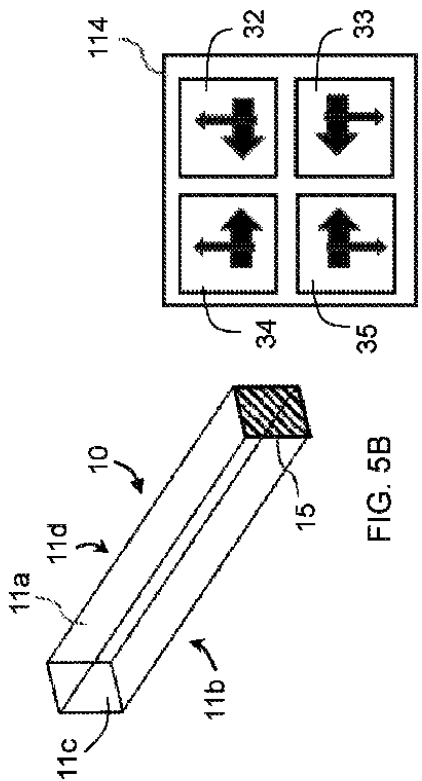


FIG. 5B

【 図 6 】



FIG. 6

10

20

30

40

50

【 図 7 】

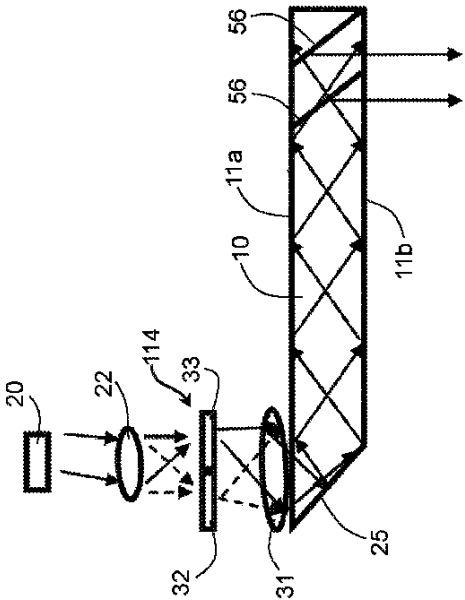


FIG. 7

【 図 8 】

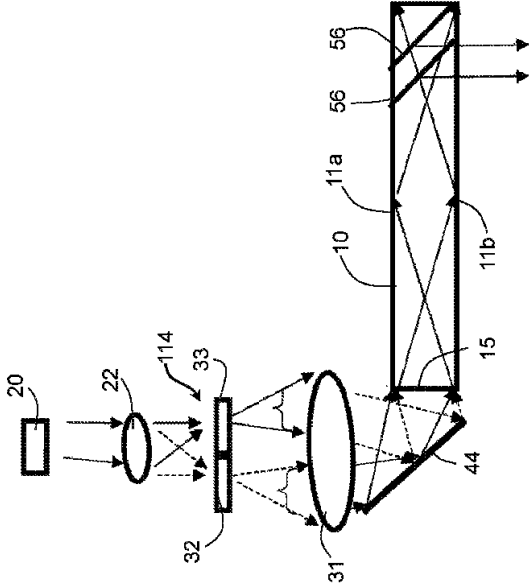


FIG. 8

【 図 9 】

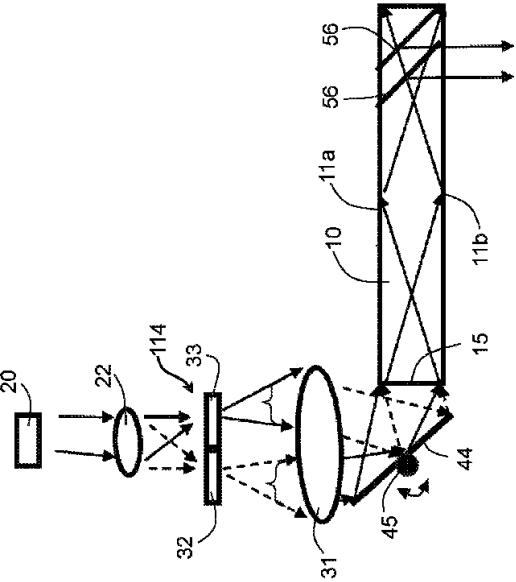


FIG. 9

【 図 10 】

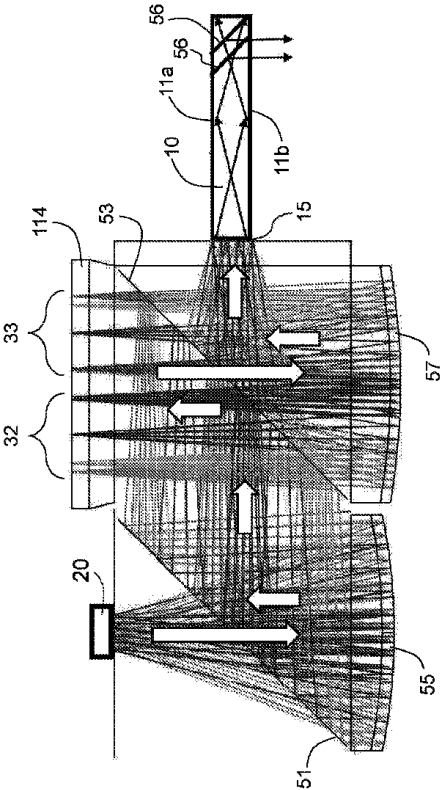


FIG. 10

10

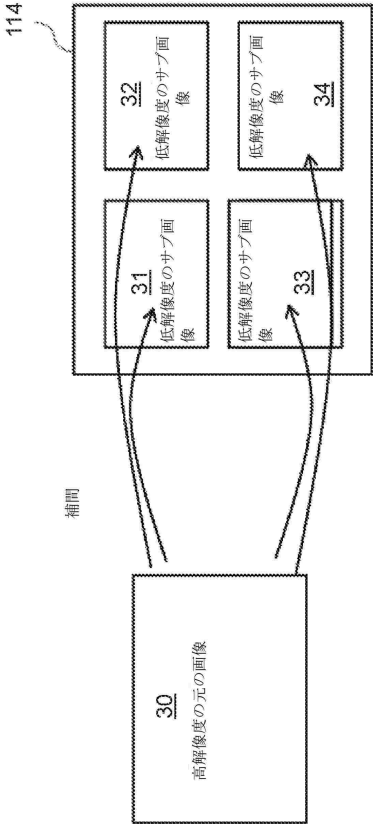
20

30

40

50

【図 1 1】



【図 1 2 A】

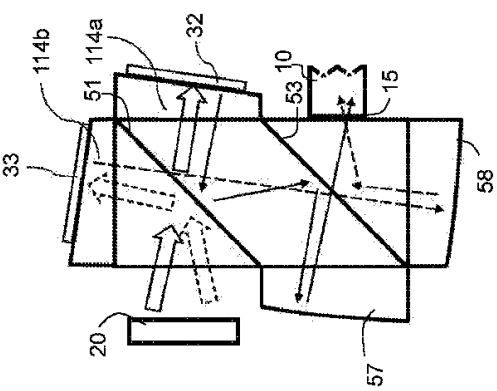


FIG. 12A

【図 1 2 B】

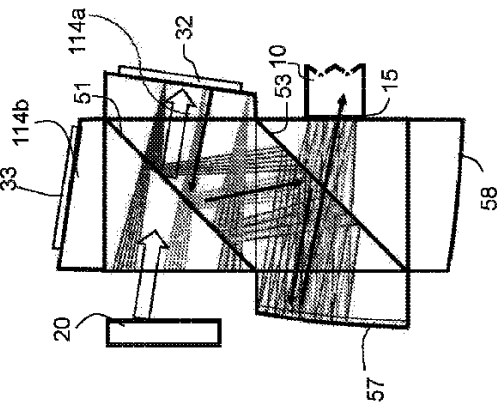


FIG. 12B

【図 1 2 C】

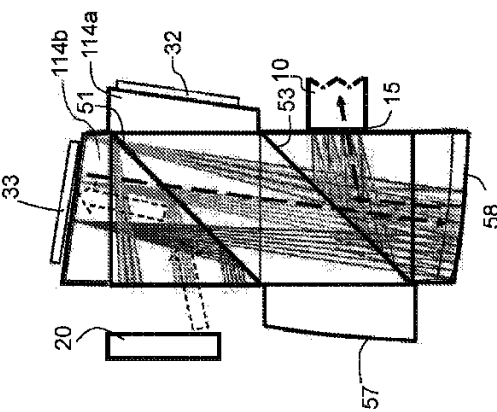


FIG. 12C

【図 1 3 A】

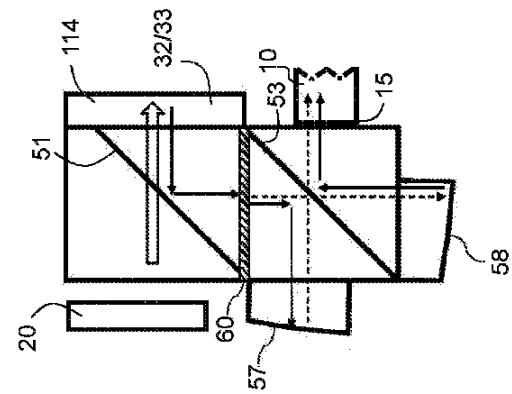


FIG. 13A

【図 1 3 B】

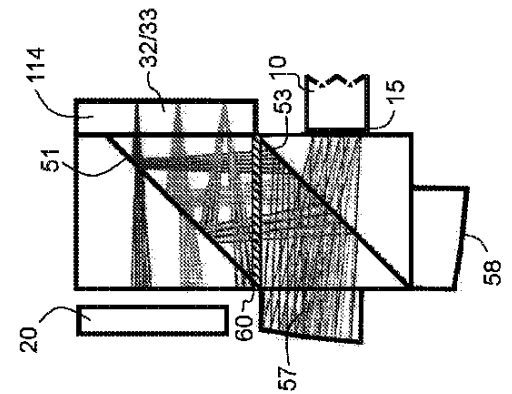


FIG. 13B

【図 1 3 C】

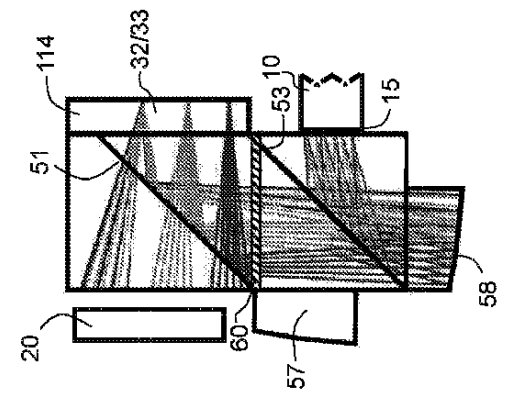


FIG. 13C

【図 1 4 A】

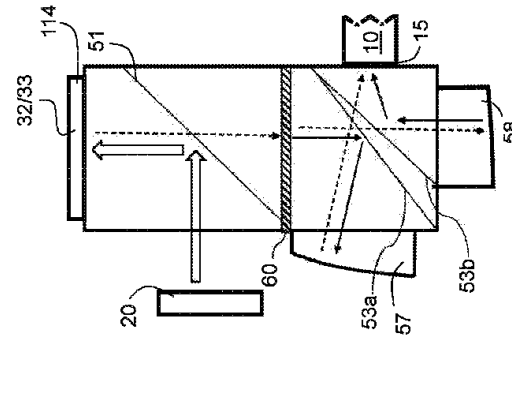


FIG. 14A

10

20

30

40

50

【図 1 4 B】

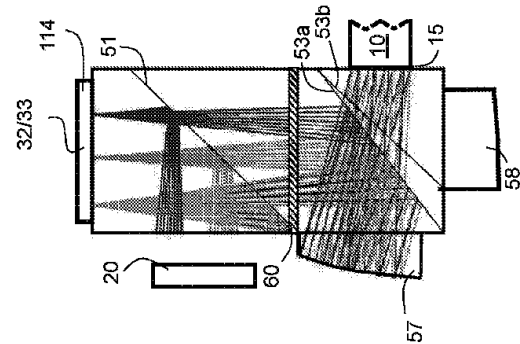


FIG. 14B

【図 1 4 C】

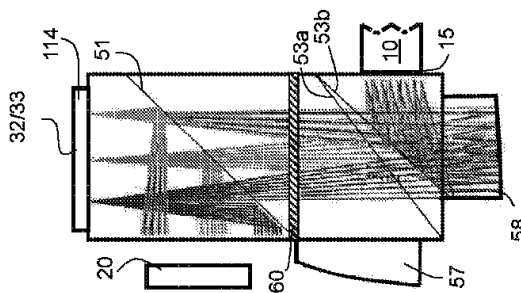


FIG. 14C

【図 1 5】

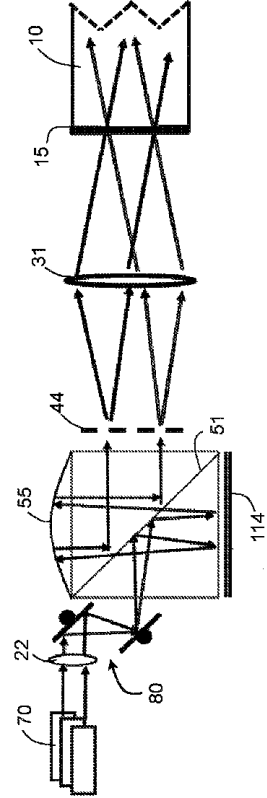


FIG. 15

【図 1 6 A】

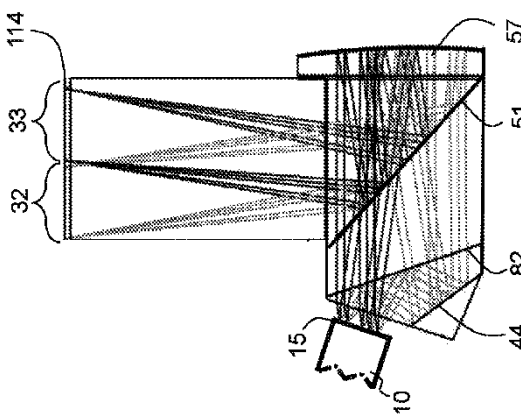


FIG. 16A

10

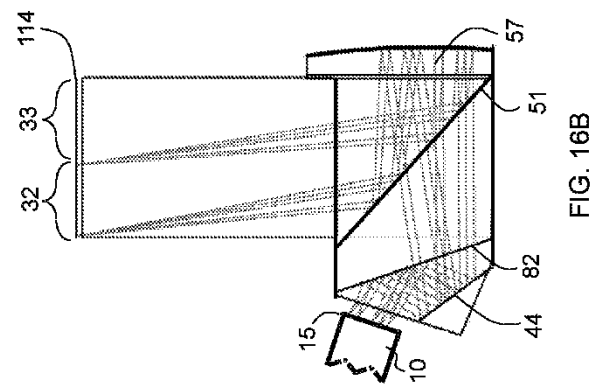
20

30

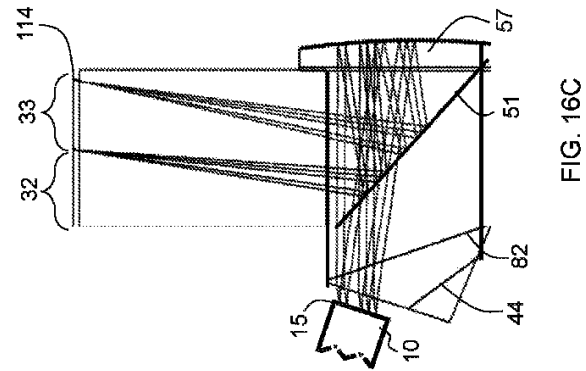
40

50

【図 16 B】



【図 16 C】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 22/58271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC - INV. G02B 27/02 (2022.01)

ADD. G02B 6/10, G02B 27/10, G02B 27/18 (2022.01)

CPC - INV. G02B 27/022

ADD. G02B 6/10, G02B 27/10, G02B 27/18, G02B 6/0013, G02B 6/0033

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

See Search History document

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

See Search History document

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

See Search History document

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y — A	WO 2021/001841 A1 (LUMUS LTD) 07 January 2021 (07.01.2021): abstract, pg 6 ln 21-2, pg 8 ln 18-25, pg 14 ln 12-14	1, 2, 12-14, 17, 18 5, 7, 8, 10 3, 4, 6, 9, 11, 15, 16
Y — A	US 2018/0210202 A1 (LUMUS LTD) 26 July 2018 (26.07.2018): abstract, para [0028], [0176]	5, 7, 8 6, 9
Y — A	US 2021/0072553 A1 (LUMUS LTD) 11 March 2021 (11.03.2021): abstract, para [0098], [0128]	10 11
A	US 2020/0209667 A1 (LUMUS LTD) 02 July 2020 (02.07.2020): abstract, para [0046]	3, 16
A	WO 2020/183229 A1 (LUMUS LTD) 17 September 2020 (17.09.2020): abstract, pg 9 ln 13-15	4
A	US 2020/0183159 A1 (LUMUS LTD) 11 June 2020 (11.06.2020): abstract, para [0168]	15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"D" document cited by the applicant in the international application

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 November 2022

Date of mailing of the international search report

DEC 23 2022

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents

P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer

Kari Rodriguez

Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB
,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,
LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,
QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,W
S,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ロネン，エイタン
 イスラエル国， 7 6 2 8 0 2 6 レホボト， ワイツマン ストリート 1 3， アパートメント 1 3
F ターム（参考） 2H006 CA00
 2H149 AA01 BA03
 2H199 CA23 CA24 CA25 CA29 CA30 CA32 CA42 CA45 CA47 CA48
 CA50 CA54 CA64 CA67
 2H249 AA12 AA60 AA62 AA64 AA65