

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7608593号
(P7608593)

(45)発行日 令和7年1月6日(2025.1.6)

(24)登録日 令和6年12月20日(2024.12.20)

(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 17 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-508023(P2023-508023)	(73)特許権者	519171480 クリアル・ソシエテ・アノニム スイス国、ヴォー州 1 0 2 4、エキュ プラン、シュマン・ドゥ・ラ・ダン・ド ツシュ、1ア
(86)(22)出願日	令和2年8月20日(2020.8.20)	(74)代理人	100069556 弁理士 江崎 光史
(65)公表番号	特表2023-537911(P2023-537911 A)	(74)代理人	100111486 弁理士 鍛冶澤 實
(43)公表日	令和5年9月6日(2023.9.6)	(74)代理人	100191835 弁理士 中村 真介
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/057836	(74)代理人	100221981 弁理士 石田 大成
(87)国際公開番号	WO2022/038400	(74)代理人	100208258 弁理士 鈴木 友子
(87)国際公開日	令和4年2月24日(2022.2.24)		
審査請求日	令和5年4月20日(2023.4.20)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ニアアイ像投影システム及びニアアイ像投影システムを備える着用可能な装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の入射光ビームを発生するピン光源と、
前記複数の入射光ビームを変調するように、かつ第1平面においてピン光画像を形成する複数の変調光ビームを生成するように構成された空間光変調器(SLM)と、
前記ピン光源から前記SLMに入射光ビームを運ぶように構成された照明光学系及び結像光学系と
を備えるニアアイ像投影システムであって、
前記結像光学系が、投影光路に沿って前記SLMから第1平面に実質的に平行な第2平面内のアイボックスに変調光ビームを連続的に運ぶようにさらに構成されている、
前記ニアアイ像投影システムにおいて、
前記照明光学系の前記ピン光源は第3平面にあり、前記投影光路の前記アイボックスに向かう最終的な投影軸線は第4平面にあり、前記第3平面及び前記第4平面は前記第1平面に実質的に垂直であり、
前記照明光学系は、前記第1平面から前記第2平面へ方向への入射光ビームが続く第1光路と、前記第3平面から前記第4平面へ方向への入射光ビームが続く第2光路とを備え、
前記結像光学系は、前記第2平面から前記第1平面へ方向の変調光ビームが続く第3光路と、前記第1平面から前記第2平面へ方向の変調光ビームが続く第4光路とを備え、
前記結像光学系は、変調光ビームから像の光ビームを投影し、現実世界から前記アイボ

10

20

ックスに向かって自然光を伝送する光学結合器を備え、

前記変調光ビームは、前記第 1 平面で中心窩ピン光像を形成する中心窩変調光ビームと、前記第 1 平面で周辺ピン光像を形成する周辺変調光ビームを備え、

前記光学結合器は、中心窩変調光ビームを反射して中心窩像の光ビームを中心窩アイボックスに向けて投影するように構成された中心窩結合器を備える、
前記ニアアイ像投影システム。

【請求項 2】

前記照明光学系は、前記複数の入射光ビームを照明瞳孔拡張装置の入射から出射瞳に拡大するように構成された照明瞳孔拡張装置を備える、請求項 1 に記載のニアアイ像投影システム。

10

【請求項 3】

前記照明瞳孔拡張装置は、前記複数の入射光ビームを入力するように構成された照明インカップリング要素を備えた照明導波部を備える、請求項 2 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 4】

前記照明導波部は、前記複数の入射光ビームを前記第 1 光路に沿って向け直すように構成された照明偏向要素と、入射光ビームを前記第 2 光路に沿って出力するように構成された照明外結合要素とを備える、請求項 3 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 5】

前記照明導波部は、前記複数の入射光ビームをコリメートするように構成されたコリメート要素をさらに備える、請求項 3 に記載のニアアイ像投影システム。

20

【請求項 6】

前記照明導波部は、前記複数の入射光ビームと相互作用するように構成された 1 D 又は 2 D 折り畳み格子を備える、請求項 3 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 7】

前記 S L M が反射性である、請求項 1 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 8】

前記結像光学系は、前記第 1 平面にフーリエフィルタを備える、請求項 1 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 9】

前記フーリエフィルタは、中心窩変調光ビームを中心窩の結合器に反射する前記第 1 平面内の結像偏向要素を備える、請求項 8 に記載のニアアイ像投影システム。

30

【請求項 10】

前記結像光学系は、前記結像偏向要素によって反射された中心窩変調光ビームを中心窩の結合器に反射するように構成された結像ミラーを備える、請求項 9 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 11】

前記結像ミラーは、前記結像ミラーで反射された中心窩変調光ビームを前記投影軸線から偏向させるように移動可能である、請求項 10 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 12】

視線追跡情報を提供する、視線追跡及びステアリング装置を備え、前記結像ミラーは、視線追跡情報に従って移動可能である、請求項 11 に記載のニアアイ像投影システム。

40

【請求項 13】

前記フーリエフィルタは、周辺変調光ビームが注入光学系に入射可能に構成され、注入光学系は、周辺変調光ビームを第 1 角度から前記第 1 角度よりも大きい第 2 角度に拡大するように構成されている、請求項 8 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 14】

前記結像光学系は、前記周辺変調光ビームを受け取り、周辺アイボックス内の前記投影軸線に沿って周辺像の光ビームを投影するように構成された結像出口瞳孔拡張装置を備える、請求項 13 に記載のニアアイ像投影システム。

50

【請求項 15】

前記結像出口瞳孔拡張装置は、

結像導波部であって、前記周辺変調光ビームが前記結像導波部に入るように構成された結像インカップリング要素を備える前記結像導波部と、

前記周辺アイボックス内の投影軸線に沿って前記周辺像の光ビームを投射するように構成された結像アウトカップリング要素とを備える、請求項 14 に記載のニアアイ像投影システム。

【請求項 16】

複数の入射光ビームを発生するピン光源と、

複数の前記入射光ビームを変調するように、かつ第 1 平面でピン光像を形成する複数の変調光ビームを生成するように構成された SLM と、

前記ピン光源から前記 SLM に前記入射光ビームを運ぶように構成された照明光学系及び結像光学系と

を備えるニアアイ像投影システムを備える、着用可能な装置であって、

前記結像光学系が、投影光路に沿って SLM から第 1 平面に実質的に平行な第 2 平面内のアイボックスに前記変調光ビームを連続的に運ぶようにさらに構成されている、前記着用可能な装置において、

前記照明光学系の前記ピン光源は第 3 平面にあり、前記投影光路の前記アイボックスに向かう最終的な投影軸線は第 4 平面にあり、前記第 3 平面及び前記第 4 平面は第 1 平面に実質的に垂直であり、

前記照明光学系は、前記第 1 平面から前記第 2 平面へ方向への入射光ビームが続く第 1 光路と、前記第 3 平面から前記第 4 平面へ方向への入射光ビームが続く第 2 光路とを備え、

前記結像光学系は、前記第 2 平面から前記第 1 平面へ方向の変調光ビームが続く第 3 光路と、前記第 1 平面から前記第 2 平面へ方向の変調光ビームが続く第 4 光路とを備え、

前記結像光学系は、変調光ビームから像の光ビームを投影し、現実世界から前記アイボックスに向かって自然光を伝送する光学結合器を備え、

前記変調光ビームは、前記第 1 平面で中心窩ピン光像を形成する中心窩変調光ビームと、前記第 1 平面で周辺ピン光像を形成する周辺変調光ビームを備え、

前記光学結合器は、中心窩変調光ビームを反射して中心窩像の光ビームを中心窩アイボックスに向けて投影するように構成された中心窩結合器を備える、

着用可能な装置。

【請求項 17】

混合現実メガネを備える請求項 16 に記載の着用可能な装置において、前記光学結合器は、メガネの複数のレンズの中の少なくとも 1 つを備え、前記照明光学系及び前記結像光学系は、ヒンジ内の部品であるか、もしくはテンブルの別の部分である、請求項 16 に記載の着用可能な装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型の形状要因を持つニアアイ画像投影システムに関する。本発明はさらに、拡張現実や複合現実又はスマートグラスのような、前述のニアアイ画像投影システムを備える着用可能な装置に関する。より詳細には本発明は、ニアアイライトフィールド投影システムに関する。ニアアイライトフィールド投影システムは、視野形成能力を備えられる。

【背景技術】

【0002】

空間光変調器 (SLM) による構造化入射光の順次空間光変調によるライトフィールド像投影は、典型的には、光源からの光源光が、構造化入射光の、したがって投影されたライトフィールド像の必要な特性を達成するのに十分な体積の透明媒体によって分離された

10

20

30

40

50

いくつかの光学要素により形作られることが求められる。このような配置は、スマートグラスのような着用可能な装置など、小さな形状要因が要求される用途での使用には適さない、よりかさばる装置をもたらす。より短い焦点距離を持つレンズ、自由形状光学系などのより高出力の光学要素を使用することによって光学系を縮小することは、依然として光伝搬のためかなりの体積を要するか、又は照明光構造の、したがって投影画像の品質低下、及び歪み、収差、回折のような光学的アーチファクトによる、より基準の高い補償要件によって不利になる。

【0003】

特許文献1(EP3542206A1)は、構造光の順次空間光変調によるライトフィールド投影の方法を開示している。特許文献2(WO2020157562A1)は、ライトフィールド投影システムと異なるタイプの結合器の組み合わせのいくつかの方法を開示し、特許文献3(US20190285897A1)は、反射結合器と組み合わせて導波部を有する画像瞳孔拡大を使用する装置を開示している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】欧州特許出願公開第3542206号明細書

【文献】国際公開第2020/157562号

【文献】米国特許出願公開第2019/0285897号明細書

【発明の概要】

20

【0005】

本開示は、

複数の入射光ビームを生成するピン光源と、

前記複数の入射光ビームを変調し、第1平面でピン光像を形成するような複数の変調光ビームを生成するように構成されたSLMと、

ピン光源からSLMに入射光ビームを運ぶように構成された照明光学系及び結像光学系とを備える、ニアアイ画像投影システムに関する。

結像光学系は、投影光路に沿ってSLMから第1平面に実質的に平行な第2平面内のアイボックス領域に変調された光ビームを連続的に運ぶようにさらに構成されている。

前記照明光学系のピン光源は第3平面にあり、アイボックスに向かう最終的な投影軸線は第4平面にあり、第3平面及び第4平面は第1平面に実質的に垂直であり、前記照明光学系は、第1平面から第2平面へ方向への入射光ビームが続く第1光路と、第3平面から第4平面へ方向への入射光ビームが続く第2光路とを備える。

30

前記結像光学系は、第2平面から第1平面へ方向の変調光ビームが続く第3光路と、第1平面から第2平面へ方向の変調光ビームが続く第4光路とを備える。

前記結像光学系は、変調光ビームから像の光ビームを投影し、現実世界からアイボックスに向かって自然光を伝送する光学結合器をさらに備えて、ここでは、

前記変調光ビームは、第1平面で中心窩ピン光像を形成する中心窩変調光ビームと、第1平面で周辺ピン光像を形成する周辺変調光ビームを備え、

前記光学結合器は、中心窩変調光ビームを反射して中心窩像の光ビームを中心窩アイボックスに向けて投影するように構成された中心窩結合器を備える。

40

【0006】

本明細書に開示されるニアアイ画像投影システムは、小型の形状要因を持ち、拡張や複合現実又はスマートグラスなどの着用可能なものへの用途に良好に適合している。

【0007】

本発明の例示的な実施態様は説明に記載され、以下の図面に表されている。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1a】図1aは、いくつかの実施形態による、SLM、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

50

【図 1 b】図 1 b は、いくつかの実施形態による、S L M、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

【図 1 c】図 1 c は、いくつかの実施形態による、S L M、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

【図 1 d】図 1 d は、いくつかの実施形態による、S L M、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

【図 1 e】図 1 e は、いくつかの実施形態による、S L M、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

【図 1 f】図 1 f は、いくつかの実施形態による、S L M、照明光学系及び結像光学系を含むニアアイ画像投影システムの概略図を示す。

10

【図 2 a】図 2 a から図 2 c は、いくつかの実施形態による照明光学系を示す。

【図 2 b】図 2 b は、いくつかの実施形態による照明光学系を示す。

【図 2 c】図 2 c は、いくつかの実施形態による照明光学系を示す。

【図 3】図 3 は、1 実施形態による、結像光学系の周辺画像挿入光学系を示す。

【図 4 a】図 4 a は、中心アイボックスから見たライトフィールドと周辺部分で構成される像を表す。

【図 4 b】図 4 b は、画像のライトフィールド部分が、視聴者の視線が中心アイボックスから向いている領域などの関心領域に整列しているライトフィールド及び周辺部分から構成されるアクティブな中心画像を表す。

【図 5】図 5 は、実施形態による複合現実メガネの概略図である。

20

【図 6】図 6 は、ユーザーが着用した図 5 の複合現実メガネの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図 1 a から図 1 f は、一実施形態による、ニアアイ画像投影システム 200 の概略図を示すニアアイ画像投影システム 200 は、複数の入射光ビーム 100 a、100 b を生成するピン光源 10 を備える。S L M 20 は、複数の入射光ビーム 100 a、100 b を変調し、複数の変調光ビーム 110 a、110 b を生成し、第 1 平面 30 にピン光像 31、39 を形成するように構成される。ニアアイ画像投影システムは、入射光ビーム 100 a、100 b を、ピン光源 10 から S L M 20 に、投影軸線 170 a、170 b に沿って、第 1 平面 30 に実質的に平行な第 2 平面 124 内のアイボックス 121 a、121 b に連続的に運ぶように構成された照明光学系をさらに備える。

30

【0010】

図 1 a を参照すると、照明光学系は第 3 平面 38 内にあり、投影軸線 170 a、170 b は第 4 平面 125 内にあり、第 3 平面 38 及び第 4 平面 125 は第 1 平面 30 に対して実質的に垂直である。照明光学系は、第 1 平面 30 から第 2 平面 124 まで、第 1 方向にて投影軸線 170 a、170 b に対して平行（必ずしもそうではない。）に示されている第 1 光路 171 を画定するように構成されている。照明光学系は、第 3 平面 38 から第 4 平面 125 までの第 2 光路 172（必ずしも必要ではないが、投影軸線 170 a、170 b に対して垂直に示されている）を画定するようにさらに構成してよい。

【0011】

40

照明光学系の可能な 1 構成が、1 実施形態による図 2 a に示されている。照明光学系は、複数の個別のピン光 10 a を備えるピン光源 10 を備え、各ピン光 10 a は、少なくとも入射光ビーム 100 a、100 b を生成するように適合されている。図 2 a の特定の例では、ピン光源 10 は、第 1 平面 30 に略垂直な平面内のピン光 10 a の配列を備える。しかしながら、ピン光源 10 の他の配置が可能である。

【0012】

一観点では、照明光学系は、入射光ビーム 100 a を細い（光）線にコリメートするように構成されたコリメート光学要素 50 を備える。コリメート光学要素 50 は、コリメーションを行う、レンズ、ミラー、ホログラム又は任意の他の光学要素の中で、いずれか 1 つ又は複数のものを備えられる。

50

【 0 0 1 3 】

一観点では、照明光学系は、入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b を第 1 光路 1 7 1 に沿って向け直すように構成された照明偏向要素 6 1 をさらに備える。照明偏向要素 6 1 は、方向転換を行うプリズム、格子、ホログラム又は任意の他の光学要素の中で、いずれか 1 つ又は複数のものを備えられる。

【 0 0 1 4 】

一観点では、照明光学系は、入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b を照明瞳孔拡張装置 3 6 a の入射から出口瞳孔に拡大するように構成された照明瞳孔拡張装置 3 6 a を備える。照明瞳孔拡張装置 3 6 a は、投影画像の拡大視野 (F O V) を可能にする。

【 0 0 1 5 】

一観点では、照明瞳孔拡張装置は、入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b を入力するように構成された照明インカップリング要素 3 5 a を備えた導光部又は照明導波部 3 6 a を備える。照明導波部 3 6 a は、第 2 光路 1 7 2 に沿って入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b を出力するように構成される照明アウトカップリング要素 3 7 a をさらに備えられる。

【 0 0 1 6 】

コリメートされた入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b は、照明インカップリング要素 3 5 a との相互作用によって照明導波部 3 6 a に入射される。後者は、回折格子、ホログラム、傾斜ミラー又はプリズム、半反射界面の積層体、又は任意の他の適切な光学要素を備えられる。入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b は、1 D 又は 2 D 折り畳み格子との相互作用によって、もしくは入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b を拡張する他の光学要素によって、照明導波部 3 6 a の平面内で広がりながら、内部反射により伝搬される。照明アウトカップリング要素 3 7 a は、回折格子、ホログラム、傾斜ミラー又はプリズムアレイ、半反射界面の積層体、又は第 2 光路 1 7 2 に沿って入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b を出力するように構成された任意の他の光学要素を備えられる。照明アウトカップリング要素 3 7 a は、入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b が均一に分布した強度で逡倍され、入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b の傾斜角によって与えられる向きにコリメートされ、入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b が第 2 光路 1 7 2 となるように構成可能である。

【 0 0 1 7 】

膨張したコリメート線は、反射性又は透過型の S L M 2 0 を順次照らす。透過型 S L M の場合、入射光成分は変調され、投影光学系に伝搬される。

【 0 0 1 8 】

再び図 1 a を参照すると、結像光学系は、第 2 平面 1 2 4 から第 1 平面 3 0 への第 3 光路 1 7 3 (必ずしもそうではないが第 1 方向に投影軸線 1 7 0 a、1 7 0 b に平行に図示されている) を画定するように構成されている。結像光学系は、第 1 平面 3 0 から第 2 平面 1 2 4 への第 4 光路 1 7 4 (必ずしもそうではないが投影軸線 1 7 0 a、1 7 0 b に平行に図示されている) を画定するようにさらに構成されている。

【 0 0 1 9 】

実施形態では、結像光学系は、照明及び投射光学要素 7 0 を備える。後者は、ビーム整形する第 1 及び第 2 外側表面 5 2、5 3 を備えるプリズム 7 0 を備えられる。図 1 a に示すような反射型 S L M 2 0 の場合には、照明アウトカップリング要素 3 7 a により照明導波部 3 6 a を出た入射光束 1 0 0 a、1 0 0 b は、第 2 光路 1 7 2 に沿って、ビーム整形するプリズム 7 0 の第 1 及び第 2 外側表面 5 2、5 3 を通過して S L M 2 0 に到達する。ビーム整形する第 1 及び第 2 外側表面 5 2、5 3 は、S L M 2 0 上にコリメートされた入射光ビーム 1 0 0 a、1 0 0 b を集中させる構成にできる。

【 0 0 2 0 】

一観点では、プリズム 7 0 は、第 2 光路 1 7 2 に沿って入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b が S L M 2 0 に到達する前に、入射ピン光 1 0 0 a、1 0 0 b が横切るように構成されたビーム分割器 1 4 0 を備えてよい。

【 0 0 2 1 】

(反射) S L M 2 0 は、入射光ビーム 1 0 0 a 又は 1 0 0 b を変調し、ビーム整形する

10

20

30

40

50

第2表面53を介してプリズム70に戻る変調光ビーム110a、110b(画像成分)を第2光路172に沿いに反射する。SLM20はさらに、SLM20での変調中に得られる面内偏光(s偏光)又は全内部反射角よりも高い(SLM20がデジタルマイクロミラー装置を持つ場合)変調光ビーム110a、110bを反射するように構成される。

【0022】

ビーム分割器140は、SLM20によって生成された変調光ビーム110a、110bを第3光路173に沿って反射するようにさらに構成できる。プリズム70は、ビーム整形する第3外側表面54及び第4外側表面58をさらに備える。ビーム分割器140で反射された変調光ビーム110a、110bは、ビーム整形する第3外側表面54で第4光路174に沿いに反射される。

10

【0023】

ビーム整形する第3外側表面54は、変調光ビーム110a、110bの偏光がSLM20によって提供される面内偏光に対して反転するように構成できる。

【0024】

一観点では、ビーム整形する第3外側表面54は、第3光路173に沿う変調光ビーム110a、110bがp偏光となるように構成された1/4波長板56を備えられる。

【0025】

ビーム整形する第3外側表面54で反射された変調光ビーム110a、110bは、ビーム整形する第4外側表面58を通過する。ビーム整形する第4外側表面58は、変調光ビーム110a、110bを構成するSLMの画素の光ビームをコリメートするように構成できる。

20

【0026】

1実施形態では、結像光学系は、変調光ビーム110a、110b及び像の光ビーム112a、112bを受け取って、投影軸線170a、170bに沿ってアイボックス121a、121bに投影するように構成された光学結合器40を備える。光学結合器40は、現実世界190からアイボックス121a、121bに向けて自然光を伝送するようにさらに構成されている。

【0027】

ニアアイ画像投影システム200は、仮想及び複合現実の用途用に観察者によって装着されるものとされている。画像投影システムは、観察者によって装着されたときに、アイボックス121a、121b及び出口瞳孔(又は視点)120が観察者の眼90内にあるように構成できる。像の光ビーム112a、112bは、像の光ビーム112a、112bが網膜92に投影されるように、観察者の眼90の瞳孔130に向けて投影される。

30

【0028】

変調光ビームは、第1平面30において中心窩ピン光像31を形成する中心窩の変調光ビーム110aと、第1平面30において周辺ピン光像39を形成する周辺の変調光ビーム110bとを備えられる。

【0029】

一観点において、結像光学系は、第1平面30にフーリエフィルタ34をさらに備える。フーリエフィルタ34は、中心窩の変調光ビーム110aを光学結合器40に反射する結像偏向要素60a(図3参照)を備えられる。結像偏向要素60aは、中心窩結合器41が中心窩変調光ビーム110aを反射し、中心窩像の光ビーム112aを中心窩アイボックス121aに向けて投影するようにするものである。中心窩結合器41は、透明又は少なくとも部分的に透明な反射面を備えられる。反射面は、凹形状と楕円体形状との少なくとも一方の形状にできて、もしくは中心窩アイボックス121aに向かって中心窩像の光ビーム112aを投影するように適合された任意の形状にできる。

40

【0030】

特に、図1aは、単一の入射中心窩光ビーム100aを生成するピン光源10と、中心窩の変調光ビーム110a及び中心窩像の光ビーム112aを中心窩アイボックス121aに向けて投影することを示す。この単一の入射中心窩光ビーム100aは、ピン光源10

50

の単一のピン光（作動（アクティブな）ピン光）10aによって生成される。中心窩像の光ビーム112aは、中心窩アイボックス121a内の視点120において像を形成する。

【0031】

図1bは、ニアアイ画像投影システム200を示し、ここでは、単一の入射中心窩の光ビーム100aは、ピン光源10の別の単一のピン光10aによって生成される。中心窩像の光ビーム112aは、中心窩アイボックス121a内の他の視点120で像を形成する。

【0032】

ピン光源10の複数のピン光10aは、複数の入射中心窩の光ビーム100aを生成可能である。そして照明光学系及び結像光学系は、複数の、中心窩の変調光ビーム110a及び中心窩像の光ビーム112aを中心窩アイボックス121aに向けて投射する。

10

【0033】

結像光学系は、結像偏向要素60aによって反射された中心窩の変調光ビーム110aを中心窩結合器41に反射するように構成された結像ミラー32をさらに備えられる。結像ミラー32は、中心窩の変調光ビーム110aが結像偏向要素60aで反射されてSLM20に向かって反射され、そして結像ミラー32で中心窩結合器41に向かって反射されるように、SLM20の近傍に配置できる。結像偏向要素60aは、傾斜ミラー又はプリズムを備えられる。結像ミラー32は、結像ミラー32と中心窩結合器41との間の変調器像面115にて中心窩の変調器の像114aを生成する。結像偏向要素60aの各々を異なる角度に配向可能なので（例えば、ミラー又はプリズムを異なる角度に傾けられる）、中心窩の変調器の像114aは、中心窩の変調器の像114aの少なくとも一部が、他の中心窩の変調器の像114aに対して変調器の像平面115内で空間的に変位している配列を作成できる。この場合、中心窩結合器41で、観察者が像の配列をアイボックス121aから見られるようになる。

20

【0034】

1実施形態では、結像ミラー32は、結像ミラー32によって反射された中心窩の変調光ビーム110aを投影軸線170a、170bから偏向させるなどのため、移動可能である。

【0035】

図1cは、ニアアイ画像投影システム200を示し、ここでは、ピン光源10によって生成された2つの入射中心光ビーム100aから、2本の中心窩の変調光ビーム110aが、中心（中立の、ニュートラルの）投影軸線170bに対して傾斜した投影軸線170aに沿って投影される。中心投影軸線170bに対する投影軸線170aの傾きは、結像ミラー32の移動（回転）の機能である。

30

【0036】

一態様では、ニアアイ画像投影システム200は、視線追跡情報を提供する、視線追跡及び操舵装置（図示せず）を備えられる。それから、結像ミラー32は、視線追跡情報に従って移動（回転）可能である。

【0037】

一観点では、フーリエフィルタ34は、周辺の変調光ビーム110bがフーリエフィルタ34を通過し、周辺の変調光ビーム110bを第1角度から第1角度よりも大きい第2角度に拡大するように構成された像注入光学系150に到達できるようにさらに構成されている。

40

【0038】

フーリエフィルタ34は、このように、中心窩の変調光ビーム110aと周辺の変調光ビーム110bの光路を分割するように構成できる。

【0039】

図3は、一実施形態による周辺像注入光学系150を示す。図3の構成において、像注入光学系150は、周辺の変調光ビーム110bが入れられる、ビーム整形する透過性表面151を備える。図3では、1本の周辺の変調光ビーム110bが示されている。以下

50

の考察では、1本の周辺の変調光ビーム110bを検討しているが、複数の周辺の変調光ビーム110bにも適用される。像注入光学系150は、反射面152、153（ミラー152、153）と、ビーム整形する反射性表面154をさらに備える。

【0040】

入力された周辺の変調光ビーム110bは、フーリエフィルタ34内の開口部341を
通って第1角度で周辺像注入光学系150に入る。開口部341は、周辺の変調光ビ
ーム110bの周辺ピン光像39と一致する。

【0041】

周辺の変調光ビーム110bは、開口部341を介してビーム角度で周辺像注入光学
系150に入る。周辺の変調光ビーム110bは、反射面152、153、154での内
部反射により周辺像注入光学系150内を伝搬され、第2角度に拡大しながら、結像イン
カップリング要素35に向かう。周辺像注入光学系150は、SLM20の周辺の
変調器の像114bを作る。この構成では、像114bの各画素からの周辺の
変調光ビーム110bは、ビーム整形反射面154によってコリメートされ、結像イン
カップリング要素35によって入れられる。

10

【0042】

図1aから図1fに示す実施形態では、光学結合器40は、中心窩結合器41と、周辺
結合器を備える。周辺結合器は、周辺の変調光ビーム110bを受信し、周辺像の光ビ
ーム112bを投影軸線170に沿って周辺アイボックス121b内に投射するように構成
された結像出口瞳孔拡張装置36を備える。拡大した第2（角度）を持つ、コリメート
された周辺の変調光ビーム110b（周辺の変調光ビーム110bは各SLM画素からの
ビームを持ち、これらの画素ビームはコリメートされる）を、結像イン
カップリング要素35を介して結像出口瞳孔拡張装置36に入れる。結像出口
瞳孔拡張装置は、結像導波部36を備えられる。

20

【0043】

結像導波部36は、周辺像の光ビーム112bが結像導波部36を出られ、周辺アイボ
ックス121b内の投影軸線170bに沿って周辺像の光ビーム112bを投影できるよ
うに構成された結像アウトカップリング要素37を備えられる。周辺アイボ
ックス121bは、典型的には、結像導波部36によって行われる瞳孔複製のために中心窩アイボ
ックス121aより大きい。

30

【0044】

図1dは、ニアアイ画像投影システム200を示す。ここでは、周辺の変調光ビーム1
10bの部分集合（すなわち1本の周辺の変調光ビーム110b）は、フーリエフィルタ
34を通して透過され、結像導波部36に注入され、そして周辺像の光ビーム112bは
、周辺アイボックス121b内の投影軸線170bに沿って投射される。

【0045】

図1eは、ニアアイ画像投影システム200を示す。ここでは、（2つの）中心窩の変
調光ビーム110aの部分集合が、結像ミラー32及び中心窩結合器41で反射され、中
心窩像の光ビーム112aは、中心窩アイボックス121a内の投影軸線170aに沿っ
て投射される。結像偏向要素60aは、中心窩の変調器の像要素114aの少なくともい
くつか、他の中心窩の変調器の像114aに対して平面115内の異なる位置に焦点が
合った状態となるように、入射光ビーム110aを異なる角度で反射できる。

40

【0046】

図1fは、図1eのニアアイ画像投影システム200を示す。この図は、周辺の
変調光ビーム110bの部分集合（すなわち1つ）が周辺結合器（結像出口
瞳孔拡張装置36）に入れられ、対応する周辺像の光ビーム112bが周辺アイ
ボックス121b内の投影軸線170bに沿って投影されることをさらに示す。

【0047】

図1c、図1e及び図1fにおいて、ピン光源10、SLM20、プリズム70及び照
明瞳孔拡張装置36aは、箱200により模式的に表されている。

50

【 0 0 4 8 】

結像アウトカップリング要素 3 7 は、体積ホログラム、回折格子ミラーの配列又はプリズムの積み重ね（半透明界面）を備えられる。アウトカップリング要素 3 7 及び導波部 3 6 は、周辺結合器として使用されるため、拡張現実の用途では部分的に透明である必要がある。これらは、仮想現実の用途やビデオパススルー（技術を使う）拡張現実の用途に対して不透明とする場合がある。中心窩結合器 4 1 は、体積ホログラム、フレネル型の反射体、又は半反射内表面を有する楕円体表面などの広範囲の半透明光学装置を備えられる。

【 0 0 4 9 】

ニアアイ画像投影システム 2 0 0 は、中心窩の変調光ビーム 1 1 0 a 及び周辺の変調光ビーム 1 1 0 b を、光学結合器 4 0 を介して、投影軸線 1 7 0 a、1 7 0 b に沿って、中心窩像の光ビーム 1 1 2 a 及び周辺像の光ビーム 1 1 2 b として各アイボックス 1 2 1 a 及び 1 2 1 b への投影を可能にする。

10

【 0 0 5 0 】

照明光学系の他の構成が考えられる。例えば、図 2 b において、照明コリメート要素 5 0 及び偏向要素 6 1 は、ホログラムを備える。図 2 c において、コリメート要素 5 0、結像偏向要素 6 0 a 及び照明インカップリング要素 3 5 a の機能は、回折要素 3 5 a の単一のホログラムによって行われる。

【 0 0 5 1 】

図 4 a は、中心窩アイボックス 1 2 1 a から見た視野の中心領域を表している。像は、ライトフィールドの狭視野部 1 1 と周辺像のより広い視野 1 2 とを備える。

20

【 0 0 5 2 】

図 4 b は、周辺アイボックス 1 2 1 a から見た、作動状態の（アクティブな）中心窩の像を表す。アクティブな中心窩の像は、ニアアイ画像投影システム 2 0 0 が視線追跡及びステアリング装置と可動な結像ミラー 3 2 とを備える場合に得られる。ライトフィールドの狭視野部 1 1 は、広い視野の像 1 2 に対して、観察者の視線情報や表示内容に応じて中心位置から移動できる。

【 0 0 5 3 】

本開示はさらに、像投影システム 2 0 0 を備える着用可能な装置に関する。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、実施形態による、各テンプル上の像投影システム 2 0 0 を備える複合現実メガネの概略図である。メガネの右側には、ピン光源 1 0 と、SLM 2 0 と、プリズム 7 0 と、結像ミラー 3 2 と、フーリエフィルタ 3 4 と、照明瞳孔拡張装置 3 6 a と、照明外結合要素が表されている。右のテンプルは図示していない。中心窩結合器は、レンズ 4 1（ガラスレンズ）を備える。結像出口瞳孔拡張要素 3 6 及び周辺結合器を形成する結像アウトカップリング要素 3 7 は、レンズ 4 1 に埋め込まれている。メガネの左側には、像投影システム 2 0 0 がテンプルに統合されている。

30

【 0 0 5 5 】

図 6 は、ユーザーが着用した図 5 の複合現実メガネの上面図である。像投影システム 2 0 0 は、光学結合器 4 0 がメガネの少なくとも 1 つのレンズ 4 1 に構成されている（上述したように）複合現実メガネの片側のみに備わっているものにしてよい。像投影システム 2 0 0 は、ヒンジ又はテンプルの別の部分に備わっているものにしてよい。

40

本願は例えば次の観点を提供する。

[観点 1]

複数の入射光ビーム（1 0 0 a、1 0 0 b）を発生するピン光源（1 0）と、
前記複数の入射光ビーム（1 0 0 a、1 0 0 b）を変調するように、かつ第 1 平面（3 0）においてピン光画像（3 1、3 9）を形成する複数の変調光ビーム（1 1 0 a、1 1 0 b）を生成するように構成された空間光変調器（SLM）（2 0）と、
ピン光源（1 0）から SLM（2 0）に入射光ビーム（1 0 0 a、1 0 0 b）を運ぶように構成された照明光学系と、
 を備えるニアアイ像投影システム（2 0 0）であって、

50

投影軸線(170a、170b)に沿ってSLM(20)から第1平面(30)に実質的に平行な第2平面(124)内のアイボックス領域(121a、121b)に変調光ビーム(110a、110b)を連続的に運ぶように構成された結像光学系と
を備えるニアアイ像投影システム(200)において、

前記照明光学系は第3平面(38)にあり、投影軸線(170a、170b)は第4平面(125)にあり、第3平面及び第4平面(38、125)は第1平面(30)に実質的に垂直であり、

照明光学系は、第1平面(30)から第2平面(124)への第1光路(171)と、第3平面(38)から第4平面(125)への第2光路(172)とを画定し、

前記結像光学系は、第2平面(124)から第1平面(30)への第3光路(173)と、第1平面(30)から第2平面(124)への第4光路(174)とを画定している、
である、前記ニアアイ像投影システム。

[観点2]

前記照明光学系は、入射光ビーム(100a、100b)を照明瞳孔拡張装置(36a)の入射から出射瞳に拡大するように構成された照明瞳孔拡張装置(36a)を備える、
観点1に記載の投影システム。

[観点3]

照明瞳孔拡張装置は、入射光ビーム(100a、100b)を入力するように構成された照明インカップリング要素(35a)を備えた照明導波部(36a)を備える、
観点2に記載の投影システム。

[観点4]

前記照明導波部(36a)は、入射光ビーム(100a、100b)を第1光路(171)に沿って向け直すように構成された照明偏向要素(61)と、入射光ビーム(100a、100b)を第2光路(172)に沿って出力するように構成された照明外結合要素(37a)とを備える、
観点3に記載の投影システム。

[観点5]

前記照明導波部(36a)は、前記複数の入射光ビーム(100a、100b)をコリメートするように構成されたコリメート要素(50)をさらに備える、
観点3又は4に記載の投影システム。

[観点6]

照明導波部(36a)は、前記複数の入射光ビーム(100a、100b)と相互作用するように構成された1D又は2D折り畳み格子を備える、
観点3から5のいずれか一つに記載の投影システム。

[観点7]

前記SLM(20)が反射性である、
観点1から6のいずれか一つに記載の投影システム。

[観点8]

結像光学系は、第2光路(172)に沿う入射光ビーム(100a、100b)が横切るように配置された、ビーム整形する第1外側表面(52)及びビーム整形する第2外側表面(53)を備えるプリズム(70)を備える、
観点1から7のいずれか一つに記載の投影システム。

[観点9]

プリズム(70)は、第3光路(173)に沿って前記複数の入射光ビーム(100a、100b)が横切る、ビーム整形する第3外側表面(54)及びビーム整形する第4外側表面(58)をさらに備える、
観点8に記載の投影システム。

[観点10]

プリズム(70)は、第2光路(172)に沿って入射光ビーム(100a、100b)が横切り、変調光ビーム(110a、110b)を、ビーム整形する第3外側表面(54)上で反射するように構成されたビーム分割器(140)をさらに備える、
観点9に記載の投影システム。

10

20

30

40

50

[観点 1 1]

ビーム整形する第 3 外側表面 (5 4) は、変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) を第 3 光路 (1 7 3) に沿って反射するように構成されている、観点 1 0 に記載の投影システム。

[観点 1 2]

S L M (2 0) は、変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) が面内偏光するように構成されている、観点 1 0 又は 1 1 に記載の投影システム。

[観点 1 3]

ビーム整形する第 3 外側表面 (5 4) は、変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) の偏光が S L M (2 0) によって提供される偏光に対して反転するように構成されていて、

ビーム整形する第 3 外側表面 (5 4) は、第 3 光路 (1 7 3) に沿った変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) が p 偏光するように構成された 1 / 4 波長板 (5 6) を備える、観点 1 2 に記載の投影システム。

10

[観点 1 4]

ビーム整形する第 4 外側表面 (5 8) は、変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) をコリメートするように構成されている、観点 9 から 1 3 のいずれか一つに記載の投影システム。

[観点 1 5]

結像光学系は、変調光ビーム (1 1 0 a、1 1 0 b) から像の光ビーム (1 1 2 a、1 1 2 b) を投影し、現実世界 (1 9 0) からアイボックス領域 (1 2 1 a、1 2 1 b) に向かって自然光を伝送する光学結合器 (4 0) を備える、観点 1 から 1 4 のいずれか一つに記載の投影システム。

20

[観点 1 6]

変調光ビームは、第 1 平面 (3 0) にて中心窩のピン光の像 (3 1) を形成する中心窩変調光ビーム (1 1 0 a) と、第 1 ピン光面 (3 0) にて周辺ピン光の像 (3 9) を形成する周辺変調光ビーム (1 1 0 b) とを備える、観点 1 から 1 5 のいずれか一つに記載の投影システム。

[観点 1 7]

光学結合器 (4 0) は、中心窩変調光ビーム (1 1 0 a) を反射し、中心窩の像の光ビーム (1 1 2 a) を中心窩アイボックス (1 2 1 a) に向けて投影するように構成された中心窩の結合器 (4 1) を備える、観点 1 6 に記載の投影システム。

[観点 1 8]

この結像光学系は、第 1 平面 (3 0) にフーリエフィルタ (3 4) を備える、観点 1 から 1 7 のいずれか一つに記載の投影システム。

30

[観点 1 9]

フーリエフィルタ (3 4) は、中心窩変調光ビーム (1 1 0 a) を中心窩の結合器 (4 1) に反射する第 1 平面 (3 0) 内の結像偏向要素 (6 0 a) を備える、観点 1 6、1 7 及び 1 8 に記載の投影システム。

[観点 2 0]

前記結像光学系は、結像偏向要素 (6 0 a) によって反射された中心窩変調光ビーム (1 1 0 a) を中心窩の結合器 (4 1) に反射するように構成された結像ミラー (3 2) を備える、観点 1 9 に記載の投影システム。

40

[観点 2 1]

結像ミラー (3 2) は、結像ミラー (3 2) で反射された中心窩変調光ビーム (1 1 0 a) を投影軸線 (1 7 0) から偏向させるように移動可能である、観点 2 0 に記載の投影システム。

[観点 2 2]

視線追跡情報を提供する、視線追跡及びステアリング装置を備え、結像ミラー (3 2) は、視線追跡情報に従って移動可能である、観点 2 1 に記載の投影システム。

[観点 2 3]

フーリエフィルタ (3 4) は、周辺変調光ビーム (1 1 0 b) が注入光学系 (1 5 0) に入射可能に構成され、注入光学系 (1 5 0) は、周辺変調光ビーム (1 1 0 b) を第 1

50

角度()から第1角度()よりも大きい第2角度()に拡大するように構成されている、観点16及び18に記載の投影システム。

[観点24]

結像光学系は、周辺変調光ビーム(110b)を受け取り、周辺アイボックス領域(121b)内の投影軸線(170)に沿って周辺像の光ビーム(112b)を投影するように構成された結像出口瞳孔拡張装置(36)を備える、観点23に記載の投影システム。

[観点25]

結像出口瞳孔拡張装置は、結像導波部(36)と、周辺変調光ビーム(110b)が結像導波部(36)に入るように構成された結像インカップリング要素(35)を備える結像導波部(36)と、周辺アイボックス領域(121B)内の投影軸線(170)に沿って周辺像の光ビーム(112b)を投射するように構成された結像アウトカップリング要素(37)とを備える、観点24に記載の投影システム。

10

[観点26]

観点1から25のいずれか一つに記載の投影システムを備える、着用可能な装置。

[観点27]

混合現実メガネを備える観点26に記載の着用可能な装置において、光学結合器(40)は、メガネの複数のレンズの中の少なくとも1つを備え、照明光学系及び結像光学系は、ヒンジ内の部品であるか、もしくはテンプレの別の部分である、観点26に記載の着用可能な装置。

20

【符号の説明】

【0056】

- 10 ピン光源
- 10a 作動ピン光
- 11 視野の中心窩領域
- 12 視野の周辺領域
- 13 周辺ピン光の副配列
- 20 光学的光変調器 (SLM)
- 30 第1平面
- 31 中心窩ピン光像
- 32 結像ミラー
- 34 フーリエフィルタ
- 341 開口部
- 35 結像インカップリング要素
- 35a 照明インカップリング要素
- 36 結像出口瞳孔拡張装置、結像導波部
- 36a 照明瞳孔拡張装置、照明導波部
- 37 アウトカップリング要素
- 37a 照明アウトカップリング要素
- 38 第3平面
- 39 周辺ピンライト像
- 40 光学結合器
- 41 中心窩結合器、レンズ
- 50 コリメート光学要素
- 52 ビーム整形する第1外側表面
- 53 ビーム整形する第2外側表面
- 54 ビーム整形する第3外側表面
- 56 1/4波長板
- 58 ビーム整形する第4外側表面
- 61 照明偏向要素
- 60a 結像偏向要素

30

40

50

7 0	照明及び投影の光学要素、プリズム	
9 0	眼	
9 2	網膜	
1 0 0 a	中心窩入射光ビーム	
1 0 0 b	周辺入射光ビーム	
1 1 0 a	中心窩の変調光ビーム	
1 1 0 b	周辺の変調光ビーム	
1 1 2 a	中心窩像の光ビーム	
1 1 2 b	周辺像の光ビーム	
1 1 4 a	中心窩の変調器の像	10
1 1 4 b	周辺の変調器の像	
1 1 5	変調像の平面	
1 2 0	(複数)第2ピン光像、(複数)視点	
1 2 1 a	アイボックス	
1 2 1 b	アイボックス	
1 2 4	第2平面	
1 2 5	第4平面	
1 3 0	瞳孔	
1 4 0	ビーム分割器	
1 5 0	像注入光学系	20
1 5 1	ビーム整形する透過性の表面	
1 5 2	反射性の表面	
1 5 3	反射性の表面	
1 5 4	ビーム整形する反射性の表面	
1 7 0 a	投影軸線	
1 7 0 b	中央観察軸線	
1 7 1	第1光路	
1 7 2	第2光路	
1 7 3	第3光路	
1 7 4	第4光路	30
1 9 0	現実世界	
2 0 0	像投影モジュール	

【図面】

【図 1 a】

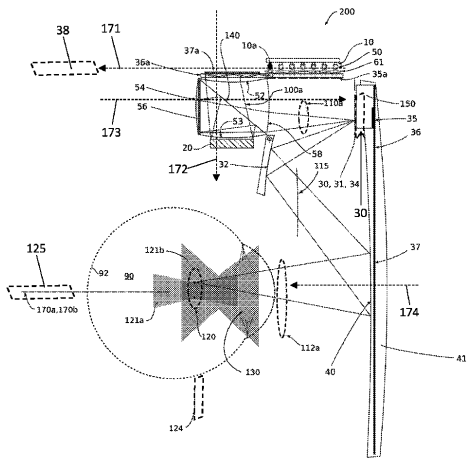


Fig. 1a

【図 1 b】

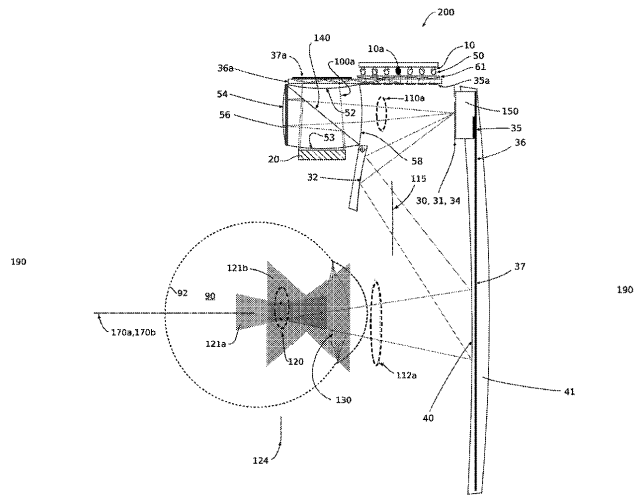


Fig. 1b

【図 1 c】

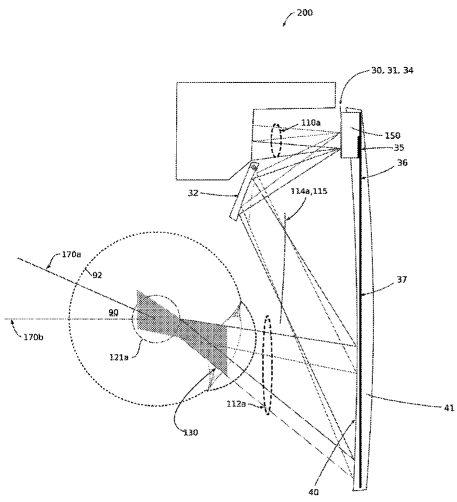


Fig. 1c

【図 1 d】

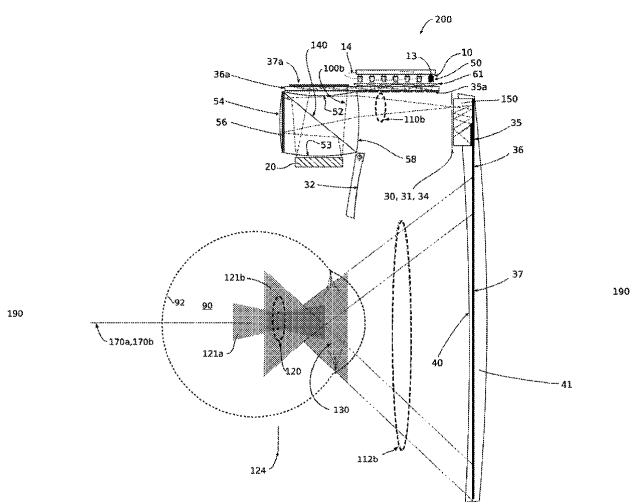


Fig. 1d

10

20

30

40

50

【 図 1 e 】

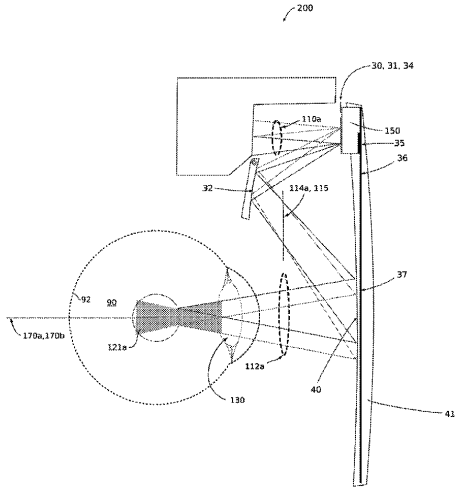


Fig. 1e

【 図 1 f 】

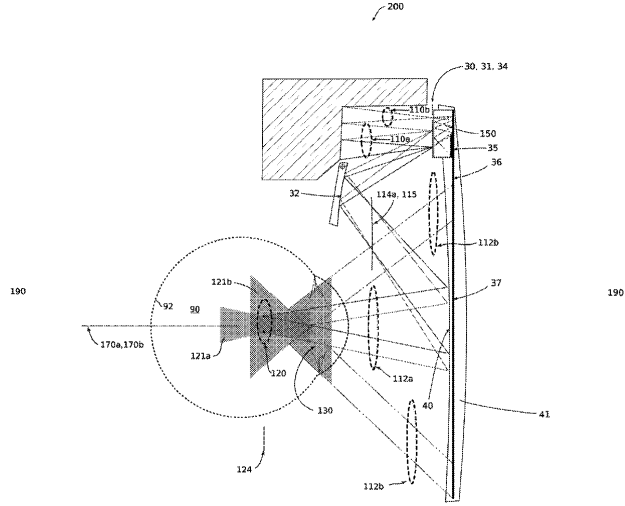


Fig. 1f

【 図 2 a 】

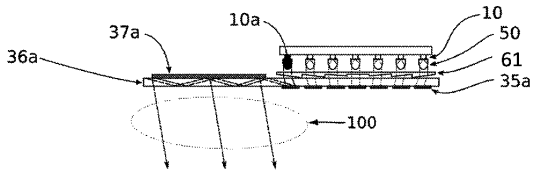


Fig. 2a

【 図 2 b 】

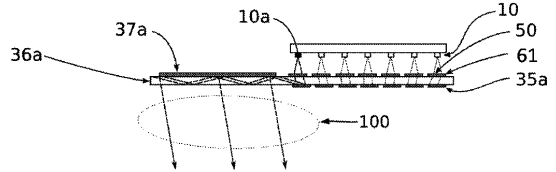


Fig. 2b

10

20

30

40

50

【 図 2 c 】

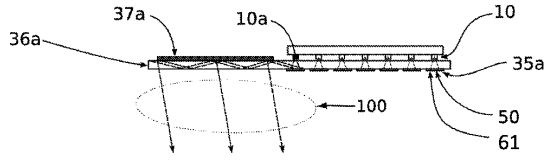


Fig. 2c

【 図 3 】

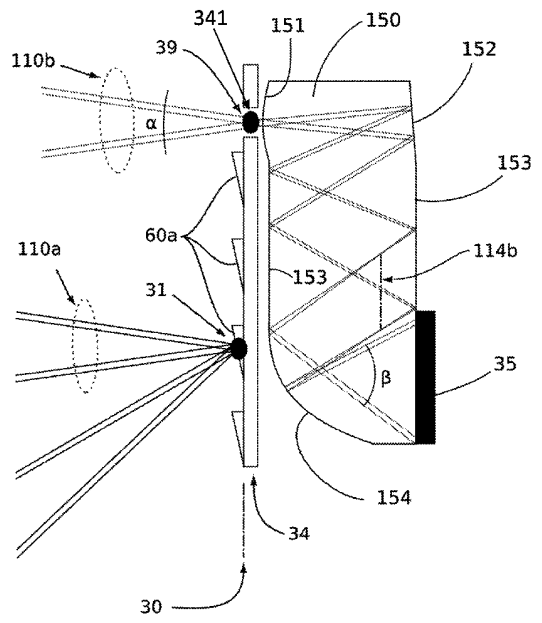
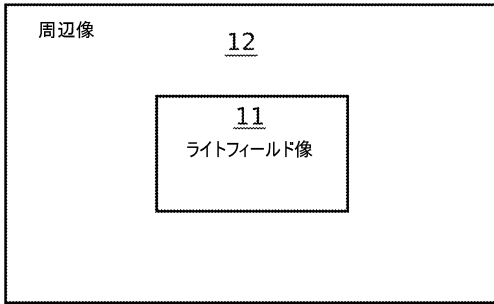
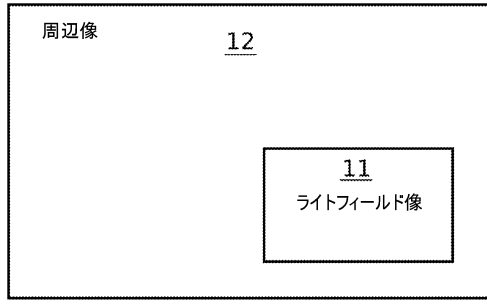


Fig. 3

【 図 4 a 】



【 図 4 b 】



10

20

30

40

50

【 図 5 】

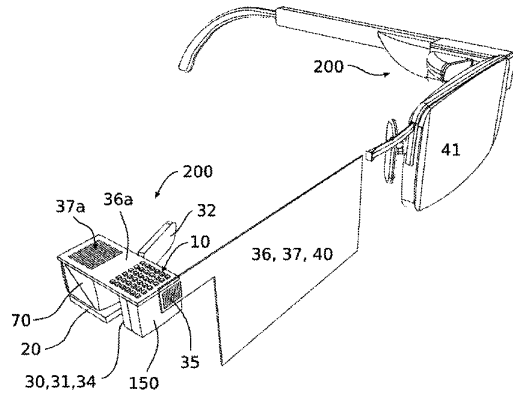


Fig. 5

【 図 6 】

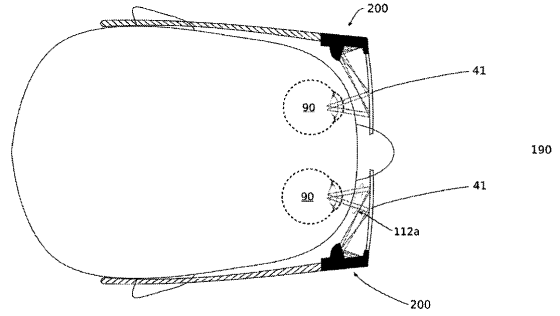


Fig. 6

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 スルカ・トマシュ

スイス連邦、1012 ローザンヌ、シュマン・デ・フォコニエール、10

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 特表2017-511496(JP, A)

国際公開第2019/111237(WO, A1)

特表2020-515895(JP, A)

特開2010-282231(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G02B 27/01 - 27/02

H04N 5/64

H04N 13/344