

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7518844号
(P7518844)

(45)発行日 令和6年7月18日(2024.7.18)

(24)登録日 令和6年7月9日(2024.7.9)

(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 13/344 (2018.01)	H 0 4 N 13/344	
H 0 4 N 13/398 (2018.01)	H 0 4 N 13/398	
H 0 4 N 13/383 (2018.01)	H 0 4 N 13/383	
G 0 2 B 30/00 (2020.01)	G 0 2 B 30/00	

請求項の数 10 (全52頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-549773(P2021-549773)	(73)特許権者	514108838
(86)(22)出願日	令和2年2月27日(2020.2.27)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2022-521974(P2022-521974 A)		Magic Leap, Inc.
(43)公表日	令和4年4月13日(2022.4.13)		アメリカ合衆国 フロリダ 33322,
(86)国際出願番号	PCT/US2020/020183		プランテーション, ウェスト サンライズ
(87)国際公開番号	WO2020/176783		ブルバード 7500
(87)国際公開日	令和2年9月3日(2020.9.3)		7500 W SUNRISE BLVD
審査請求日	令和5年2月16日(2023.2.16)		, PLANTATION, FL 333
(31)優先権主張番号	62/812,142	(74)代理人	100078282
(32)優先日	平成31年2月28日(2019.2.28)		弁理士 山本 秀策
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100113413
(31)優先権主張番号	62/815,225		弁理士 森下 夏樹
(32)優先日	平成31年3月7日(2019.3.7)	(74)代理人	100181674
	最終頁に続く		弁理士 飯田 貴敏
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光エミッタアレイによって形成される複数の瞳孔内視差ビューを使用して可変遠近調節ビューを提供するためのディスプレイシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像コンテンツを表示するための方法であって、前記方法は、
頭部搭載型ディスプレイシステムから、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入すること

を含み、

前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットを投入することは、

光エミッタのグループのアレイを提供することと、

前記光エミッタの上層の光コリメータのアレイを提供することであって、各光コリメータは、前記光エミッタのグループと関連付けられる、ことと、

投影光学系を提供することであって、前記光コリメータのアレイは、前記光エミッタのグループのアレイと前記投影光学系との間にある、ことと、

画像光を異なる場所から前記眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイを提供することであって、前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、前記投影光学系のアイボックスボリューム内に配置され、前記光コリメータは、異なる光のビームを前記光エミッタの関連付けられるグループの光エミッタから第1の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されるレンチキュラーレンズレットであり、前記シャッタのアレイは、前記第1の軸に直交する第2の軸に沿って、サブ瞳を形成するように配列される、ことと、

前記光エミッタのグループの第1の光エミッタからの光を放出することによって、第

1の視差的に異なる瞳孔内画像を前記眼の中に投入することと、

前記光エミッタのグループの第2の光エミッタからの光を放出することによって、第2の視差的に異なる瞳孔内画像を前記眼の中に投入することと、

前記光エミッタのグループの異なる光エミッタによって形成される複数の画像を空間的に多重化し、ディスプレイサブ瞳を前記第1の軸に沿って位置させることと、前記シャッタの開放と対応する光エミッタのアクティブ化とを同期させることによって、複数の画像を時間的に多重化させることと

を含む、方法。

【請求項2】

前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットの画像はそれぞれ、異なる角度で前記眼の中に投入され、前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットの全ての画像は、フリッカ融合閾値内で前記眼の中に投入される、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

前記フリッカ融合閾値は、1/60秒である、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なる画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記第1の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、前記第2の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することとは、同時に実施される、請求項1に記載の方法。

20

【請求項6】

前記シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、前記状態は、異なる量の光透過を提供する、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記第1の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、前記第2の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することは、前記光エミッタからの光を前記眼に瞳中継コンバイナ接眼レンズを通してルーティングすることを含む、請求項1に記載の方法。

30

【請求項9】

前記瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、前記導波管は、

前記画像光を前記導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、

内部結合された画像光を前記導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素とを備える、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記頭部搭載型ディスプレイシステムから、視差的に異なる瞳孔内画像の第2のセットを視認者の第2の眼の中に投入することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

(優先権の主張)

本願は、参照することによって本明細書に組み込まれる、2019年2月28日に出願された、米国仮出願第62/812,142号、および2019年3月7日に出願された、米国仮出願第62/815,225号の優先権を主張する。

【0002】

(参照による組み込み)

本願は、参照することによって、以下の特許出願および刊行物、すなわち、2018年4月26日に公開された、米国出願公開第2018/0113311号、2014年11月27日に出願された、米国特許出願第14/555,585号、2015年4月18日

50

に出願された、米国特許出願第 14 / 690 , 401 号、2014 年 3 月 14 日に
出願された、米国特許出願第 14 / 212 , 961 号、2014 年 7 月 14 日に
出願された、米国特許出願第 14 / 331 , 218 号、2016 年 3 月 16 日に
出願された、米国特許出願第 15 / 072 , 290 号、および 2016 年 1 月 10 日に
公開された、第 WO 2016 / 179246 号、および 2019 年 2 月 1 日に
出願された、米国仮出願第 62 / 800363 号のそれぞれの全体を組み込む。

【0003】

本開示は、拡張現実および仮想現実結像および可視化システムを含む、光学デバイスに関する。

【背景技術】

【0004】

現代のコンピューティングおよびディスプレイ技術は、デジタル的に再現された画像またはその一部が、現実であるように見える、またはそのように知覚され得る様式で、ユーザに提示される、いわゆる「仮想現実」または「拡張現実」体験のためのシステムの開発を促進している。仮想現実、すなわち、「VR」シナリオは、典型的には、他の実際の実世界の視覚的入力に対する透過性を伴わずに、デジタルまたは仮想画像情報の提示を伴い、拡張現実、すなわち、「AR」シナリオは、典型的には、ユーザの周囲の実際の世界の可視化に対する拡張としてのデジタルまたは仮想画像情報の提示を伴う。複合現実、すなわち、「MR」シナリオは、一種の AR シナリオであって、典型的には、自然世界の中に統合され、それに応答する、仮想オブジェクトを伴う。例えば、MR シナリオでは、AR 画像コンテンツは、実世界内のオブジェクトによって遮断されて見える、または別様にそれと相互作用するように知覚され得る。

【0005】

図 1 を参照すると、拡張現実場面 10 が、描写されており、AR 技術のユーザには、人々、木々、背景における建物、コンクリートプラットフォーム 30 を特徴とする、実世界公園状設定 20 が見える。これらのアイテムに加え、AR 技術のユーザはまた、実世界プラットフォーム 30 上に立っているロボット像 40 と、マルハナバチの擬人化のように見える、飛んでいる漫画のようなアバタキャラクタ 50 等の「仮想コンテンツ」が「見える」と知覚するが、これらの要素 50、40 は、実世界には存在しない。ヒトの視知覚系は、複雑であって、他の仮想または実世界画像要素の中で仮想画像要素の快適で、自然な感覚で、かつ豊かな提示を促進する、AR 技術を生産することは、困難である。

【0006】

本明細書に開示されるシステムおよび方法は、AR または VR 技術に関連する種々の課題に対処する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

いくつかの実施形態では、頭部搭載型ディスプレイシステムが、提供される。ディスプレイシステムは、画像を定義する画像光を出力するように構成される、マイクロディスプレイと、伝搬のために、マイクロディスプレイからの画像光を視認者の眼に指向するように構成される、投影光学系とを備える、画像投影システムを含む。ディスプレイシステムはまた、画像光を異なる場所から眼に選択的に透過させるために、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイを備える。選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される。

【0008】

いくつかの他の実施形態では、画像コンテンツを表示するための方法が、提供される。本方法は、頭部搭載型ディスプレイシステムから、仮想オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入するステップを含む。瞳孔内画像の各画像は、画像を頭部搭載型ディスプレイシステムのマイクロディスプレイ上に形成するステップと、マイクロディスプレイからの画像光を投影光学系を通して出力するステップと、シャッ

10

20

30

40

50

タのアレイのシャッタを開放し、画像光を開放されたシャッタを通して眼に伝搬するステップとによって提供される。シャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される。視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なる画像は、異なる開放されたシャッタを通して伝搬する。

【0009】

さらに他の実施形態では、頭部搭載型ディスプレイシステムが、提供される。ディスプレイシステムは、光エミッタのグループのアレイを備える、マイクロディスプレイと、光エミッタの上層の光コリメータのアレイと、投影光学系とを備える。各光コリメータは、光エミッタのグループのうちの一つと関連付けられ、光エミッタの関連付けられるグループの全ての光エミッタを横断して延在する。光コリメータのアレイは、光エミッタと投影光学系との間にある。ディスプレイシステムは、オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入することによって、仮想オブジェクトを深度平面上に表示するように構成される。

10

【0010】

いくつかの他の実施形態では、画像コンテンツを表示するための方法が、提供される。本方法は、頭部搭載型ディスプレイシステムから、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入するステップを含む。視差的に異なる瞳孔内画像のセットを投入するステップは、光エミッタのグループのアレイを提供するステップと、光エミッタの上層の光コリメータのアレイを提供するステップであって、各光コリメータは、光エミッタのグループと関連付けられる、ステップと、投影光学系を提供するステップであって、光コリメータのアレイは、光エミッタのグループのアレイと投影光学系との間にある、ステップと、光エミッタのグループの第1の光エミッタからの光を放出することによって、第1の視差的に異なる瞳孔内画像を眼の中に投入するステップと、光エミッタのグループの第2の光エミッタからの光を放出することによって、第2の視差的に異なる瞳孔内画像を眼の中に投入するステップとを含む。

20

【0011】

加えて、本開示に説明される主題の種々の革新的側面は、以下の実施例において実装されてもよい。

【0012】

(実施例1)

頭部搭載型ディスプレイシステムであって、
 画像投影システムであって、画像投影システムは、
 画像を定義する画像光を出力するように構成されるマイクロディスプレイと、
 投影光学系であって、投影光学系は、伝搬のために、マイクロディスプレイからの画像光を視認者の眼に指向するように構成される、投影光学系と、
 を備える、画像投影システムと、

30

画像光を異なる場所から眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイであって、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイと

40

を備える、ディスプレイシステム。

【0013】

(実施例2)

制御システムをさらに備え、制御システムは、1つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとを備え、命令は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、ディスプレイシステムに、

仮想オブジェクトのための所望の深度平面を決定することと、

所望の深度平面に基づいて、開放されるべき選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイのシャッタを決定することと、

画像投影システムによって、異なる画像の提示と、シャッタの異なるものの開放とを同

50

期させることであって、異なる画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、ことと

を含む動作を実施させる、実施例 1 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 4 】

(実施例 3)

シャッタは、移動可能な物理的構造である、実施例 1 または 2 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 5 】

(実施例 4)

物理的構造は、MEMS ベースの微小機械構造である、実施例 3 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 6 】

(実施例 5)

シャッタは、強誘電性シャッタである、実施例 3 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 7 】

(実施例 6)

シャッタは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、状態は、異なる量の光透過を提供する、実施例 1 または 2 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 8 】

(実施例 7)

化学種は、液晶を備え、シャッタは、ピクセル化された液晶ディスプレイのピクセルによって形成される、実施例 6 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 1 9 】

(実施例 8)

マイクロディスプレイは、光エミッタのアレイを備える発光型マイクロディスプレイである、実施例 1 - 7 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 0 】

(実施例 9)

光エミッタは、マイクロLED である、実施例 8 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 1 】

(実施例 10)

光コリメータのアレイを光エミッタと投影光学系との間にさらに備える、実施例 1 - 9 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 2 】

(実施例 11)

光コリメータのアレイはそれぞれ、複数の光エミッタを横断して延在し、各光コリメータは、画像投影システムによって出力された画像内のピクセルに対応する、実施例 10 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 3 】

(実施例 12)

マイクロディスプレイは、投影システムを形成する複数のモノクロマイクロディスプレイのうちの一つであり、モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、異なる原色の光を放出するように構成される、実施例 1 - 11 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 4 】

(実施例 13)

X - 立方体プリズムをさらに備え、モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、画像光を X - 立方体プリズムの異なる面の中に出力するように配列される、実施例 12 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 2 5 】

(実施例 14)

10

20

30

40

50

画像光を視認者の眼に中継するように構成される瞳中継コンバイナ接眼レンズをさらに備え、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、瞳中継コンバイナ接眼レンズへの画像光の伝搬を調整するように構成される、実施例 1 - 13 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0026】

(実施例 15)

瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、導波管は、
画像光を導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、
内部結合された画像光を導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素と
を備える、実施例 14 に記載のディスプレイシステム。

10

【0027】

(実施例 16)

導波管は、内部結合光学要素と、外部結合光学要素とを備える複数の導波管のうちの 1 つである、実施例 15 に記載のディスプレイシステム。

【0028】

(実施例 17)

投影システムは、0.2 ~ 0.5 mm の瞳直径を有する、実施例 1 - 16 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0029】

(実施例 18)

画像コンテンツを表示するための方法であって、方法は、
頭部搭載型ディスプレイシステムから、仮想オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像
のセットを視認者の眼の中に投入すること

20

を含み、

瞳孔内画像の各画像は、

画像を頭部搭載型ディスプレイシステムのマイクロディスプレイ上に形成することと、
マイクロディスプレイからの画像光を投影光学系を通して出力することと、
シャッタのアレイのシャッタを開放し、画像光を開放されたシャッタを通して眼に伝搬
することであって、シャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置
される、ことと

30

によって提供され、

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なる画像は、異なる開放されたシャッタを通し
て伝搬する、方法。

【0030】

(実施例 19)

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの全ての画像は、フリッカ融合閾値内で眼の中に投
入される、実施例 18 に記載の方法。

【0031】

(実施例 20)

フリッカ融合閾値は、1 / 60 秒である、実施例 18 に記載の方法。

40

【0032】

(実施例 21)

仮想オブジェクトが視認者に表示されるための所望の深度平面を決定することと、
所望の深度平面に基づいて、開放されるべき選択的にアクティブ化されるシャッタのア
レイのシャッタを決定することと、

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なるものの提示とシャッタの異なるものの開放
とを同期させることと

をさらに含む、実施例 18 - 20 のいずれかに記載の方法。

【0033】

(実施例 22)

50

眼追跡センサを使用して、眼の視線を決定することと、
 眼の決定された視線に基づいて、瞳孔内画像のためのコンテンツを選択することと
 をさらに含む、実施例 18 - 21 のいずれかに記載の方法。

【0034】

(実施例 23)

マイクロディスプレイは、発光型マイクロディスプレイである、実施例 18 - 22 のいずれかに記載の方法。

【0035】

(実施例 24)

シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、実施例 18 - 23 のいずれかに記載の方法。

10

【0036】

(実施例 25)

シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、状態は、異なる量の光透過を提供する、実施例 18 - 23 のいずれかに記載の方法。

【0037】

(実施例 26)

異なる画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、実施例 18 - 25 のいずれかに記載の方法。

【0038】

(実施例 27)

頭部搭載型ディスプレイシステムであって、
 光エミッタのグループのアレイを備えるマイクロディスプレイと、
 光エミッタの上層の光コリメータのアレイであって、各光コリメータは、光エミッタのグループのうちの1つと関連付けられ、光エミッタの関連付けられるグループの全ての光エミッタを横断して延在する、光コリメータのアレイと、
 投影光学系であって、光コリメータのアレイは、光エミッタと投影光学系との間にある、投影光学系と

20

を備え、

ディスプレイシステムは、オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入することによって、仮想オブジェクトを深度平面上に表示するように構成される、ディスプレイシステム。

30

【0039】

(実施例 28)

1つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとをさらに備え、命令は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、ディスプレイシステムに、

光エミッタによって形成される画像のための所望のレベルの視差差に基づいて、アクティブ化するための光エミッタのグループのそれぞれの光エミッタを決定することと、

光エミッタのグループの第1の光エミッタをアクティブ化し、第1の視差的に異なる瞳孔内画像を形成することと、

40

光エミッタのグループの第2の光エミッタをアクティブ化し、第2の視差的に異なる瞳孔内画像を形成することと

を含む動作を実施させ、

第1および第2の視差的に異なる瞳孔内画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、実施例 27 に記載のディスプレイシステム。

【0040】

(実施例 29)

光エミッタのグループの第1の光エミッタをアクティブ化することは、光エミッタのグループの第2の光エミッタをアクティブ化することと時間的に重複し、第1および第2の視差的に異なる瞳孔内画像を眼の中に同時に投入する、実施例 27 に記載のディスプレイ

50

システム。

【0041】

(実施例30)

光コリメータは、レンズレットである、実施例27 - 29のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0042】

(実施例31)

画像光を異なる場所から眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイであって、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイをさらに備える、実施例27 - 30のいずれかに記載のディスプレイシステム。

10

【0043】

(実施例32)

シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、実施例31に記載のディスプレイシステム。

【0044】

(実施例33)

シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する、化学種を備え、状態は、異なる量の光透過を提供する、実施例31に記載のディスプレイシステム。

【0045】

20

(実施例34)

1つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとをさらに備え、命令は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、ディスプレイシステムに、

仮想オブジェクトのための所望の深度平面を決定することと、

所望の深度平面に基づいて、開放されるべき選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイのシャッタを決定することと、

画像投影システムによって、異なる画像の提示と、シャッタの異なるものの開放を同期させることであって、異なる画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、こととを含む動作を実施させる、実施例31 - 33のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0046】

30

(実施例35)

光コリメータは、異なる光のビームを、光エミッタの関連付けられるグループの光エミッタから第1の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されるレンチキュラーレンズレットであり、

シャッタのアレイは、第1の軸に直交する第2の軸に沿って、サブ瞳を形成するように配列される、実施例27 - 34のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0047】

(実施例36)

マイクロディスプレイは、発光型マイクロディスプレイであり、光エミッタは、マイクロLEDである、実施例27 - 35のいずれかに記載のディスプレイシステム。

40

【0048】

(実施例37)

マイクロディスプレイは、複数のモノクロマイクロディスプレイのうちの1つであり、モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、異なる原色の光を放出するように構成される、実施例27 - 36のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【0049】

(実施例38)

X - 立方体プリズムをさらに備え、モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、画像光をX - 立方体プリズムの異なる面の中に出力するように配列される、実施例37に記載のディスプレイシステム。

50

【 0 0 5 0 】

(実施例 3 9)

画像光を視認者の眼に中継するように構成される瞳中継コンバイナ接眼レンズをさらに備え、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、瞳中継コンバイナ接眼レンズへの画像光の伝搬を調整するように構成される、実施例 2 7 - 3 8 のいずれかに記載のディスプレイシステム。

【 0 0 5 1 】

(実施例 4 0)

瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、導波管は、
画像光を導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、
内部結合された画像光を導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素と
を備える、実施例 3 9 に記載のディスプレイシステム。

10

【 0 0 5 2 】

(実施例 4 1)

導波管は、内部結合光学要素と、外部結合光学要素とを備える複数の導波管のうちの 1 つである、実施例 4 0 に記載のディスプレイシステム。

【 0 0 5 3 】

(実施例 4 2)

画像コンテンツを表示するための方法であって、方法は、
頭部搭載型ディスプレイシステムから、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の
眼の中に投入することを含み、

20

視差的に異なる瞳孔内画像のセットを投入することは、

光エミッタのグループのアレイを提供することと、

光エミッタの上層の光コリメータのアレイを提供することであって、各光コリメータ
は、光エミッタのグループと関連付けられる、ことと、

投影光学系を提供することであって、光コリメータのアレイは、光エミッタのグループ
のアレイと投影光学系との間にある、ことと、

光エミッタのグループの第 1 の光エミッタからの光を放出することによって、第 1 の
視差的に異なる瞳孔内画像を眼の中に投入することと、

光エミッタのグループの第 2 の光エミッタからの光を放出することによって、第 2 の
視差的に異なる瞳孔内画像を眼の中に投入することと

30

を含む、方法。

【 0 0 5 4 】

(実施例 4 3)

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの画像はそれぞれ、異なる角度で眼の中に投入され、
視差的に異なる瞳孔内画像のセットの全ての画像は、フリッカ融合閾値内で眼の中に投入
される、実施例 4 2 に記載の方法。

【 0 0 5 5 】

(実施例 4 4)

フリッカ融合閾値は、1 / 6 0 秒である、実施例 4 3 に記載の方法。

40

【 0 0 5 6 】

(実施例 4 5)

異なる画像は、仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、実施例 4 2 - 4 3 のいず
れかに記載の方法。

【 0 0 5 7 】

(実施例 4 6)

第 1 の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、第 2 の視差的に異なる瞳孔内画像
を投入することは、同時に実施される、実施例 4 2 - 4 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 5 8 】

(実施例 4 7)

50

画像光を異なる場所から眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイを提供することであって、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、こと

をさらに含む、実施例 4 2 - 4 6 のいずれかに記載の方法。

【0059】

(実施例 4 8)

光コリメータは、異なる光のビームを光エミッタの関連付けられるグループの光エミッタから第 1 の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されるレンチキュラーレンズレットであり、シャッタのアレイは、第 1 の軸に直交する第 2 の軸に沿って、サブ瞳を形成するように配列される、実施例 4 2 - 4 7 のいずれかに記載の方法。

10

【0060】

(実施例 4 9)

光エミッタのグループの異なる光エミッタによって形成される複数の画像を空間的に多重化し、ディスプレイサブ瞳を第 1 の軸に沿って位置させることと、シャッタの開放と対応する光エミッタのアクティブ化とを同期させることによって、複数の画像を時間的に多重化させることをさらに含む、実施例 4 7 - 4 8 のいずれかに記載の方法。

【0061】

(実施例 5 0)

シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、実施例 4 7 - 4 9 のいずれかに記載の方法。

20

【0062】

(実施例 5 1)

シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、状態は、異なる量の光透過を提供する、実施例 4 7 - 4 9 のいずれかに記載の方法。

【0063】

(実施例 5 2)

第 1 の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、第 2 の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することは、光エミッタからの光を眼に瞳中継コンバイナ接眼レンズを通してルーティングすることを含む、実施例 4 2 - 5 1 のいずれかに記載の方法。

【0064】

(実施例 5 3)

瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、導波管は、

画像光を導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、

内部結合された画像光を導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素と

を備える、実施例 5 2 に記載の方法。

【0065】

(実施例 5 4)

頭部搭載型ディスプレイシステムから、第 2 のセットの視差的に異なる瞳孔内画像を視認者の第 2 の眼の中に投入することをさらに含む、実施例 4 2 - 5 3 のいずれかに記載の方法。

40

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目 1)

頭部搭載型ディスプレイシステムであって、

画像投影システムであって、前記画像投影システムは、

画像を定義する画像光を出力するように構成されるマイクロディスプレイと、

投影光学系であって、前記投影光学系は、伝搬のために、前記マイクロディスプレイからの画像光を視認者の眼に指向するように構成される、投影光学系と

を備える、画像投影システムと、

前記画像光を異なる場所から前記眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイであって、前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは

50

前記投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイと

を備える、ディスプレイシステム。

(項目 2)

制御システムをさらに備え、前記制御システムは、1つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとを備え、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサによって実行されると、前記ディスプレイシステムに、

仮想オブジェクトのための所望の深度平面を決定することと、

前記所望の深度平面に基づいて、開放されるべき前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイのシャッタを決定することと、

前記画像投影システムによって、異なる画像の提示と、前記シャッタの異なるものの開放とを同期させることであって、前記異なる画像は、前記仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、ことと

を含む動作を実施させる、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3)

前記シャッタは、移動可能な物理的構造である、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 4)

前記物理的構造は、MEMS ベースの微小機械構造である、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 5)

前記シャッタは、強誘電性シャッタである、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 6)

前記シャッタは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、前記状態は、異なる量の光透過を提供する、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 7)

前記化学種は、液晶を備え、前記シャッタは、ピクセル化された液晶ディスプレイのピクセルによって形成される、項目 6 に記載のディスプレイシステム。

(項目 8)

前記マイクロディスプレイは、光エミッタのアレイを備える発光型マイクロディスプレイである、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 9)

前記光エミッタは、マイクロLEDである、項目 8 に記載のディスプレイシステム。

(項目 10)

光コリメータのアレイを前記光エミッタと前記投影光学系との間にさらに備える、項目 8 に記載のディスプレイシステム。

(項目 11)

前記光コリメータのアレイはそれぞれ、複数の前記光エミッタを横断して延在し、各光コリメータは、前記画像投影システムによって出力された画像内のピクセルに対応する、項目 10 に記載のディスプレイシステム。

(項目 12)

前記マイクロディスプレイは、前記投影システムを形成する複数のモノクロマイクロディスプレイのうちの1つであり、前記モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、異なる原色の光を放出するように構成される、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 13)

X - 立方体プリズムをさらに備え、前記モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、画像光を前記 X - 立方体プリズムの異なる面の中へ出力するように配列される、項目 12 に記載のディスプレイシステム。

(項目 14)

前記画像光を前記視認者の眼に中継するように構成される瞳中継コンバイナ接眼レンズをさらに備え、前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、前記瞳中継コンバ

10

20

30

40

50

イナ接眼レンズへの前記画像光の伝搬を調整するように構成される、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 15)

前記瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、前記導波管は、
前記画像光を前記導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、
内部結合された画像光を前記導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素と
を備える、項目 14 に記載のディスプレイシステム。

(項目 16)

前記導波管は、内部結合光学要素と、外部結合光学要素とを備える複数の導波管のうち
の 1 つである、項目 15 に記載のディスプレイシステム。

(項目 17)

前記投影システムは、0.2 ~ 0.5 mm の瞳直径を有する、項目 1 に記載のディスプ
レイシステム。

(項目 18)

画像コンテンツを表示するための方法であって、前記方法は、
頭部搭載型ディスプレイシステムから、仮想オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像
のセットを視認者の眼の中に投入すること

を含み、

前記瞳孔内画像の各画像は、

前記画像を前記頭部搭載型ディスプレイシステムのマイクロディスプレイ上に形成する
ことと、

前記マイクロディスプレイからの画像光を投影光学系を通して出力することと、

シャッタのレイのシャッタを開放し、画像光を前記開放されたシャッタを通して前記
眼に伝搬することであって、前記シャッタのレイは、前記投影光学系のアイボックスポ
リウム内に配置されることと

によって提供され、

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なる画像は、異なる開放されたシャッタを通し
て伝搬する、方法。

(項目 19)

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの全ての画像は、フリッカ融合閾値内で前記眼の中
に投入される、項目 18 に記載の方法。

(項目 20)

前記フリッカ融合閾値は、1 / 60 秒である、項目 18 に記載の方法。

(項目 21)

前記仮想オブジェクトが前記視認者に表示されるための所望の深度平面を決定すること
と、

前記所望の深度平面に基づいて、開放されるべき前記選択的にアクティブ化されるシャ
ッタのレイのシャッタを決定することと、

視差的に異なる瞳孔内画像のセットの異なるものの提示と前記シャッタの異なるものの
開放とを同期させることと

をさらに含む、項目 18 に記載の方法。

(項目 22)

眼追跡センサを使用して、前記眼の視線を決定することと、

前記眼の決定された視線に基づいて、前記瞳孔内画像のためのコンテンツを選択するこ
とと

をさらに含む、項目 18 に記載の方法。

(項目 23)

前記マイクロディスプレイは、発光型マイクロディスプレイである、項目 18 に記載の
方法。

(項目 24)

10

20

30

40

50

前記シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 5)

前記シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、前記状態は、異なる量の光透過を提供する、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 6)

前記異なる画像は、前記仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 7)

頭部搭載型ディスプレイシステムであって、

光エミッタのグループのアレイを備えるマイクロディスプレイと、

前記光エミッタの上層の光コリメータのアレイであって、各光コリメータは、前記光エミッタのグループのうちの 1 つと関連付けられ、前記光エミッタの関連付けられるグループの全ての光エミッタを横断して延在する、光コリメータのアレイと、

投影光学系であって、前記光コリメータのアレイは、前記光エミッタと前記投影光学系との間にある、投影光学系と

を備え、

前記ディスプレイシステムは、オブジェクトの視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入することによって、仮想オブジェクトを深度平面上に表示するように構成される、ディスプレイシステム。

(項目 2 8)

1 つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとをさらに備え、前記命令は、前記 1 つ以上のプロセッサによって実行されると、前記ディスプレイシステムに、

光エミッタによって形成される画像のための所望のレベルの視差差に基づいて、アクティブ化するための前記光エミッタのグループのそれぞれの光エミッタを決定することと、

前記光エミッタのグループの第 1 の光エミッタをアクティブ化し、第 1 の視差的に異なる瞳孔内画像を形成することと、

前記光エミッタのグループの第 2 の光エミッタをアクティブ化し、第 2 の視差的に異なる瞳孔内画像を形成することと

を含む動作を実施させ、

前記第 1 および第 2 の視差的に異なる瞳孔内画像は、前記仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 2 9)

前記光エミッタのグループの前記第 1 の光エミッタをアクティブ化することは、前記光エミッタのグループの第 2 の光エミッタをアクティブ化することと時間的に重複し、前記第 1 および第 2 の視差的に異なる瞳孔内画像を前記眼の中に同時に投入する、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 0)

前記光コリメータは、レンズレットである、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 1)

前記画像光を異なる場所から前記眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイであって、前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、前記投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイ

をさらに備える、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 2)

前記シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、項目 3 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 3)

前記シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、前記状態は

10

20

30

40

50

異なる量の光透過を提供する、項目 3 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 4)

1 つ以上のプロセッサと、命令を記憶するメモリとをさらに備え、前記命令は、前記 1 つ以上のプロセッサによって実行されると、前記ディスプレイシステムに、

仮想オブジェクトのための所望の深度平面を決定することと、

前記所望の深度平面に基づいて、開放されるべき前記選択的にアクティブ化されるシャッタのレイのシャッタを決定することと、

前記画像投影システムによって、異なる画像の提示と、前記シャッタの異なるものの開放とを同期させることであって、前記異なる画像は、前記仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、ことと

を含む動作を実施させる、項目 3 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 5)

前記光コリメータは、異なる光のビームを前記光エミッタの関連付けられるグループの光エミッタから第 1 の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されるレンチキュラーレンズレットであり、

シャッタのレイは、前記第 1 の軸に直交する第 2 の軸に沿って、サブ瞳を形成するように配列される、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 6)

前記マイクロディスプレイは、発光型マイクロディスプレイであり、前記光エミッタは、マイクロLEDである、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 7)

前記マイクロディスプレイは、複数のモノクロマイクロディスプレイのうちの 1 つであり、前記モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、異なる原色の光を放出するように構成される、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 8)

X - 立方体プリズムをさらに備え、前記モノクロマイクロディスプレイはそれぞれ、画像光を前記 X - 立方体プリズムの異なる面の中に出力するように配列される、項目 3 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 9)

前記画像光を前記視認者の眼に中継するように構成される瞳中継コンバイナ接眼レンズをさらに備え、選択的にアクティブ化されるシャッタのレイは、前記瞳中継コンバイナ接眼レンズへの前記画像光の伝搬を調整するように構成される、項目 2 7 に記載のディスプレイシステム。

(項目 4 0)

前記瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、前記導波管は、

前記画像光を前記導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、

内部結合された画像光を前記導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素とを備える、項目 3 9 に記載のディスプレイシステム。

(項目 4 1)

前記導波管は、内部結合光学要素と、外部結合光学要素とを備える複数の導波管のうちの 1 つである、項目 4 0 に記載のディスプレイシステム。

(項目 4 2)

画像コンテンツを表示するための方法であって、前記方法は、

頭部搭載型ディスプレイシステムから、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを視認者の眼の中に投入すること

を含み、

前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットを投入することは、

光エミッタのグループのレイを提供することと、

前記光エミッタの上層の光コリメータのレイを提供することであって、各光コリメータは、前記光エミッタのグループと関連付けられる、ことと、

10

20

30

40

50

投影光学系を提供することであって、前記光コリメータのアレイは、前記光エミッタのグループのアレイと前記投影光学系との間にある、ことと、

前記光エミッタのグループの第1の光エミッタからの光を放出することによって、第1の視差的に異なる瞳孔内画像を前記眼の中に投入することと、

前記光エミッタのグループの第2の光エミッタからの光を放出することによって、第2の視差的に異なる瞳孔内画像を前記眼の中に投入することと

を含む、方法。

(項目43)

前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットの画像はそれぞれ、異なる角度で前記眼の中に投入され、前記視差的に異なる瞳孔内画像のセットの全ての画像は、フリッカ融合閾値内で前記眼の中に投入される、項目42に記載の方法。

10

(項目44)

前記フリッカ融合閾値は、1/60秒である、項目43に記載の方法。

(項目45)

前記異なる画像は、前記仮想オブジェクトの異なるビューを提供する、項目42に記載の方法。

(項目46)

前記第1の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、前記第2の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することとは、同時に実施される、項目42に記載の方法。

(項目47)

20

前記画像光を異なる場所から前記眼に選択的に透過させるための選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイを提供することであって、前記選択的にアクティブ化されるシャッタのアレイは、前記投影光学系のアイボックスボリューム内に配置される、ことをさらに含む、項目42に記載の方法。

(項目48)

前記光コリメータは、異なる光のビームを前記光エミッタの関連付けられるグループの光エミッタから第1の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されるレンチキュラーレンズレットであり、シャッタのアレイは、前記第1の軸に直交する第2の軸に沿って、サブ瞳を形成するように配列される、項目47に記載の方法。

(項目49)

30

前記光エミッタのグループの異なる光エミッタによって形成される複数の画像を空間的に多重化し、ディスプレイサブ瞳を前記第1の軸に沿って位置させることと、シャッタの開放と対応する光エミッタのアクティブ化とを同期させることによって、複数の画像を時間的に多重化させることをさらに含む、項目48に記載の方法。

(項目50)

前記シャッタのアレイは、選択的に移動可能な物理的構造を備える、項目47に記載の方法。

(項目51)

前記シャッタのアレイは、可逆的に変化可能な状態を有する化学種を備え、前記状態は、異なる量の光透過を提供する、項目47に記載の方法。

40

(項目52)

前記第1の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することと、前記第2の視差的に異なる瞳孔内画像を投入することは、前記光エミッタからの光を前記眼に瞳中継コンバイナ接眼レンズを通してルーティングすることを含む、項目42に記載の方法。

(項目53)

前記瞳中継コンバイナ接眼レンズは、導波管を備え、前記導波管は、

前記画像光を前記導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素と、

内部結合された画像光を前記導波管から外に外部結合するための外部結合光学要素とを備える、項目52に記載の方法。

(項目54)

50

前記頭部搭載型ディスプレイシステムから、第2のセットの視差的に異なる瞳孔内画像を視認者の第2の眼の中に投入することをさらに含む、項目42に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】図1は、ARデバイスを通じた拡張現実(AR)のユーザのビューを図示する。

【0067】

【図2】図2は、ユーザのための3次元画像をシミュレートするための従来のスキームを図示する。

【0068】

【図3】図3は、複数の深度平面を使用して3次元画像をシミュレートするためのアプローチの側面を図示する。

10

【0069】

【図4】図4A - 4Cは、波面曲率と焦点距離との間の関係を図示する。

【0070】

【図5】図5は、画像情報をユーザに出力するための導波管スタックの実施例を図示する。

【0071】

【図6A】図6Aは、連続入射波面のための眼の遠近調節前および遠近調節後の状態を図示する。

【0072】

【図6B】図6Bは、連続入射波面のための区分近似に対する眼の遠近調節前および遠近調節後の状態を図示する。

20

【0073】

【図7A】図7Aは、投影システムによって提供される有限焦点距離仮想画像から発出する発散波面に対して遠近調節する眼を図示する。

【0074】

【図7B】図7Bは、無限遠合焦仮想画像によって形成される波面セグメントを利用して図7Aの発散波面の近似を形成するためのシステムを図示する。

【0075】

【図8】図8は、図7Bの発散波面近似を形成する視差ビューの実施例を図示する。

【0076】

30

【図9】図9は、図7Bおよび8の発散波面近似を形成するための投影システムを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

【0077】

【図10】図10A - 10Cは、異なる視差ビューを提供するためのシャッタのアレイの実施例を図示する。

【0078】

【図11】図11は、異なる視差的に異なる瞳孔内画像を図9に示されるものと異なる時間に提供する、図9の投影システムの実施例を図示する。

【0079】

【図12】図12は、光コリメータのアレイを発光型マイクロディスプレイと投影光学系との間に伴う、図9および11の投影システムの実施例を図示する。

40

【0080】

【図13】図13は、図7Bおよび8の発散波面近似を形成するための投影システムを備える、ディスプレイシステムの別の実施例を図示する。

【0081】

【図14】図14は、光コリメータのアレイと、異なる視差的に異なる瞳孔内画像を形成するためのシャッタのアレイとを有する、投影システムの実施例を図示する。

【0082】

【図15】図15は、種々の実施形態による、投影システムによって提供される深度平面の範囲の実施例を図示する。

50

【 0 0 8 3 】

【 図 1 6 A 】 図 1 6 A は、シャッタのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

【 0 0 8 4 】

【 図 1 6 B 】 図 1 6 B は、異なる瞳孔内画像を提供するための光コリメータのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

【 0 0 8 5 】

【 図 1 7 A 】 図 1 7 A は、シャッタのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの別の実施例を図示する。

10

【 0 0 8 6 】

【 図 1 7 B 】 図 1 7 B は、異なる瞳孔内画像を提供するための光コリメータのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの別の実施例を図示する。

【 0 0 8 7 】

【 図 1 8 】 図 1 8 は、眼追跡システムと、瞳エクспанダを伴うコンバイナ接眼レンズとを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

【 0 0 8 8 】

【 図 1 9 】 図 1 9 は、眼追跡システムと、非無限遠深度平面を生産するように構成される瞳エクспанダを伴う瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

20

【 0 0 8 9 】

【 図 2 0 】 図 2 0 A - 2 0 B は、複数のマイクロディスプレイを有する、投影システムの実施例を図示する。

【 0 0 9 0 】

【 図 2 1 】 図 2 1 は、異なる原色に対応する異なる波長の光を出力するためのスタックされた導波管アセンブリを備える、接眼レンズの実施例を図示する。

【 0 0 9 1 】

【 図 2 2 】 図 2 2 は、ウェアラブルディスプレイシステムの実施例を図示する。

30

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 9 2 】

ヒト視覚系は、画像の若干異なる提示を視認者の左および右眼のそれぞれに提供することによって、ディスプレイによって提示される画像を「3次元」であるように知覚せられ得る。各眼に提示される画像に応じて、視認者は、画像内の「仮想」オブジェクトを視認者（本明細書では、「ユーザ」とも称される）から選択された距離（例えば、ある「深度平面」）にあるように知覚する。しかしながら、単に、画像の異なる提示を左および右眼に提供することは、視認者に不快感を生じさせ得る。本明細書でさらに議論されるように、視認快適性は、眼が仮想オブジェクトが設置された深度平面における実オブジェクトを遠近調節するであろう画像に対して眼に遠近調節させることによって、増加され得る。

40

【 0 0 9 3 】

所与の深度平面上の仮想オブジェクトのための適切な遠近調節は、その深度平面上の実オブジェクトから生じる光の波面発散に合致する波面発散を有する光を用いて、画像を眼に提示することによって、誘発され得る。いくつかのディスプレイシステムは、明確に異なる屈折力を有する明確に異なる構造を使用して、適切な波面発散を提供する。例えば、1つの構造は、（仮想オブジェクトを1つの深度平面上に設置するための）具体的量の波面発散を提供してもよく、別の構造は、（仮想オブジェクトを異なる深度平面上に設置するための）異なる量の波面発散を提供してもよい。したがって、物理的構造とこれらのディスプレイシステム内の深度平面との間には、1対1の対応が存在し得る。深度平面毎に

50

別個の構造の必要性に起因して、そのようなディスプレイシステムは、嵩張りおよび/または重くなり得、これは、ポータブル頭部搭載型ディスプレイ等のいくつかの用途にとって望ましくあり得ない。加えて、そのようなディスプレイシステムは、利用され得る異なる屈折力の構造の数に関する実践的限界に起因して、それらが眼から誘発し得る、異なる遠近調節応答の数が限定され得る。

【0094】

連続波面、例えば、連続発散波面は、眼の中に指向される視差的に異なる瞳孔内画像を投入することによって、近似され得ることが見出されている。例えば、ディスプレイシステムは、遠近調節応答とディスプレイ内の光学構造との間の1対1の対応を要求せずに、ある範囲の遠近調節応答を提供し得る。ディスプレイシステムは、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを眼の中に投入することによって、所望の深度平面に対応する選択された量の知覚される波面発散を伴う光を出力してもよい。これらの画像は、各画像が所与の深度平面上の同一仮想オブジェクトまたは場面の異なる視差ビューであると見なされ得るため、「視差的に異なる」瞳孔内画像と称され得る。これらは、視差差を保有する画像のセットが、片眼、例えば、視認者の右または左眼の瞳孔の中に投影されるため、「瞳孔内」画像である。画像は、ある程度の重複を有し得るが、これらの画像を形成する光ビームは、重複を伴わない少なくともいくつかの面積を有し、瞳孔上に若干異なる角度から衝突するであろう。いくつかの実施形態では、視認者の他方の眼、例えば、左眼は、その独自の視差的に異なる瞳孔内画像のセットを提供されてもよい。各眼の中に投影された視差的に異なる瞳孔内画像のセットは、若干異なり得る、例えば、画像は、各眼によって提供される若干異なる視点に起因して、同一場面の若干異なるビューを示し得る。

【0095】

異なるビューの瞳孔内画像のそれぞれを形成する光の波面は、眼の瞳孔の中に投影されるとき、全体として、連続発散波面に近似し得る。本近似された波面の知覚される発散の量は、瞳孔内画像間の視差差を変動させることによって、変動され得る、すなわち、視差差の変化は、瞳孔内画像を形成する光の波面が及ぶ角度範囲を変化させる。好ましくは、本角度範囲は、近似されている連続波面が及ぶ角度範囲を模倣する。いくつかの実施形態では、個々の瞳孔内画像を形成する光の波面は、本明細書に議論されるように、コリメートまたは準コリメートされる。瞳孔内画像を提供するためのシステムの実施例は、2018年4月26日に公開された、米国出願公開第2018/0113311号に開示される。その出願に開示される、いくつかの実施形態は、光エミッタを利用して、空間光変調器を照明し、これは、光エミッタからの光を画像情報でエンコーディングする、すなわち、複数の光エミッタが、提供されてもよく、異なる瞳孔内画像が、光エミッタを使用して、異なる場所に形成され、所望の視差差の量を画像間に提供してもよい。

【0096】

好ましくは、特定の連続波面に近似させるための瞳孔内画像のセットが、ヒト視覚系が、画像が異なる時間に眼に提供されたことを検出しないほど十分に急速に、眼の中に投入される。理論によって限定されるわけではないが、用語「フリッカ融合閾値」は、ヒトの眼に提示される画像が、同時に提示されていると知覚される、持続時間を示すために使用され得る、すなわち、視覚系は、フリッカ融合閾値内に網膜上に形成される画像を同時に提示されていると知覚し得る。いくつかの実施形態では、連続波面に近似させるステップは、光のビームの全てを投入するための総持続時間がフリッカ融合閾値未満の状態において、瞳孔内画像のセット毎に、光のビームを眼の中に順次投入するステップを含んでもよい。フリッカ融合閾値を上回る持続時間にわたって画像のセットを提示することは、ヒト視覚系が画像のうちの少なくともいくつかは眼の中に別個に投入されていると知覚する結果をもたらし得ることを理解されたい。実施例として、フリッカ融合閾値は、約1/60秒であってもよい。その結果、瞳孔内画像の各セットは、特定の数の視差ビュー、例えば、2つ以上のビュー、3つ以上のビュー、4つ以上のビュー等から成ってもよく、好ましくは、これらのビューは全て、フリッカ融合閾値内で眼に提供される。

【0097】

10

20

30

40

50

所望のビューの全てをフリッカ融合閾値内で提供することは、物理的要素が出力された光の強度を変調させるように移動される、空間光変調器を使用するもの等、いくつかのディスプレイ技術にとって、課題を提示する。これらの要素を物理的に移動させる必要性は、個々のピクセルが状態を変化させ得る速度を限定し得、また、これらの光学要素を使用したディスプレイのフレームレートを制約する。加えて、空間光変調器は、別個の光源を要求し得、これは、望ましくないことに、ディスプレイシステムの複雑性、サイズ、および重量を追加し得、潜在的に、表示される画像の明度を限定し得る。

【0098】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムは、発光型マイクロディスプレイを含み、これは、有利なこととして、異なる瞳孔内画像を著しく高レートで提供し得る。加えて、ディスプレイシステムは、シャッタのアレイを含んでもよい。シャッタのアレイのシャッタは、個々に選択的に開放され、またはアクティブ化され、光透過を可能にし、光が異なる場所から網膜の中に伝搬することを可能にしてもよい。発光型マイクロディスプレイは、瞳孔内画像を形成するための画像光を放出し、画像光は、シャッタのアレイに伝搬する。異なる場所におけるシャッタの異なるものは、選択的に開放され（画像光に対して透過性にされ）、画像光がそれらの異なる場所から視認者の眼の中にさらに伝搬することを可能にしてもよい。瞳孔内画像間の視差差の量は、シャッタが開放される場所を変化させることによって変動されてもよい。その結果、開放されたシャッタ場所における空間差は、光が眼の中へと辿る経路における差異に変換され得る。異なる経路は、異なる量の視差差に対応し得る。いくつかの実施形態では、光コリメータのアレイは、発光型マイクロディスプレイに近接して配置されてもよい。例えば、発光型マイクロディスプレイの各ピクセルは、関連付けられる光コリメータを有してもよい。光コリメータは、発光型マイクロディスプレイによって放出される光の角度放出プロファイルを狭め、それによって、視認者の眼に最終的に到達する、放出される光の量を増加させてもよい。

【0099】

発光型マイクロディスプレイによって形成される画像は、シャッタのアレイ内で開放される、シャッタと時間的に同期されてもよいことを理解されたい。例えば、1つの瞳孔内画像に対応する、1つのシャッタ（または複数の隣接するまたは連続的なシャッタ）の開放は、マイクロディスプレイ内のピクセルのアクティブ化と同期される、またはそれと同時であってもよい。いったん第2の瞳孔内画像のための所望の場所における別のシャッタが、開放されると、マイクロディスプレイは、その第2の瞳孔内画像を形成するための光を放出してもよい。付加的瞳孔内画像が、異なる場所におけるシャッタの開放と同期することによって形成されてもよい。眼への瞳孔内画像の本時間ベースの順次投入は、瞳孔内画像の時間的多重化または時間的に多重化された表示と称され得る。結果として、いくつかの実施形態では、マイクロディスプレイによる瞳孔内画像の提示は、異なる視差ビューが、発光型マイクロディスプレイによって異なる時間に提供され、所望の視差差を提供する異なるシャッタの開放と同期され得るように、時間的に多重化されてもよい。

【0100】

好ましくは、発光型マイクロディスプレイは、マイクロLEDディスプレイであって、これは、高明度および高ピクセル密度のための利点を提供する。いくつかの他の実施形態では、マイクロディスプレイは、マイクロOLEDディスプレイである。

【0101】

いくつかの実施形態では、発光型マイクロディスプレイは、例えば、 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 、 $1 \sim 4 \mu\text{m}$ または $1 \sim 2 \mu\text{m}$ を含む、 $10 \mu\text{m}$ 未満、 $8 \mu\text{m}$ 未満、 $6 \mu\text{m}$ 未満、 $5 \mu\text{m}$ 未満、または $2 \mu\text{m}$ 未満のピッチと、 $2 \mu\text{m}$ またはそれ未満、 $1.7 \mu\text{m}$ またはそれ未満、または $1.3 \mu\text{m}$ またはそれ未満のエミッタサイズとを有する、光エミッタのアレイを備える。いくつかの実施形態では、エミッタサイズは、上記のサイズの上限と、 $1 \mu\text{m}$ の下限とを有する、範囲内である。エミッタサイズ対ピッチの比の実施例は、 $1 : 1 \sim 1 : 5$ 、 $1 : 2 \sim 1 : 4$ 、または $1 : 2 \sim 1 : 3$ を含む。

【0102】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムは、光コリメータアレイと併せて、発光型マイクロディスプレイを利用し、異なる量の視差差を提供してもよい。コリメータアレイは、マイクロディスプレイによって放出される光を、異なる量の視差差に対応する、異なる経路に沿って、指向するように構成されてもよい。例えば、コリメータアレイは、発光型マイクロディスプレイに近接して、または直接その上に位置付けられてもよい。いくつかの実施形態では、光コリメータは、レンズレットである。コリメータアレイの各コリメータは、関連付けられるサブピクセルのグループを含んでもよく、それぞれ、コリメータに対して異なる場所に配置される。結果として、サブピクセルのグループの異なるサブピクセルからの光は、コリメータと異なるようにインターフェースをとり、若干異なる経路に沿って、コリメータによって指向される。これらの異なる経路は、異なる量の視差差に対応し得る。したがって、各コリメータは、瞳孔内画像の異なるピクセルに対応し得る、各サブピクセルは、2つ以上のピクセル間の視差差が、それらのピクセルを形成するサブピクセルの適切なアクティブ化によって選択され得るように、そのピクセルのための異なる光経路を提供し得る。いくつかの実施形態では、有利なこととして、異なる瞳孔内画像は、画像を形成するサブピクセルの場所によって決定された視差差およびそれらのサブピクセルからの光の伝搬を指向するコリメータアレイと同時に、形成され、眼に提供されてもよい。

10

【0103】

上記に述べられたように、異なるサブピクセルからの光は、投影光学系、したがって、視認者の眼への異なる経路を辿るであろう。その結果、アクティブサブピクセルの側方および/または垂直変位は、光コリメータアレイから出射し、最終的に、投影光学系を通して視認者の瞳孔に向かって伝搬する、光の角度変位に変換される。いくつかの実施形態では、異なる画像を形成するために使用されるアクティブ化されるサブピクセル間の側方変位の増加は、マイクロディスプレイに対して測定されるような角度変位の増加に変換されると理解され得る。いくつかの実施形態では、特定の波面に近似させるために使用される、瞳孔内画像はそれぞれ、異なるサブピクセルからの光を出力し、それによって、角度変位を画像のそれぞれを形成する光のビーム間に提供することによって形成されてもよい。

20

【0104】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムは、コリメータアレイまたはシャッタのアレイを利用するかどうかにかかわらず、光を眼の中に投入するための投影光学系を含んでもよい。発光型マイクロディスプレイは、画像情報でエンコーディングされた光を出力し、瞳孔内画像を形成するように構成されてもよい。光は、続いて、投影光学系上に衝突し、それを通して、最終的には、視認者の眼に伝搬する。

30

【0105】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムは、コンバイナ接眼レンズを含んでもよく、これは、仮想画像コンテンツが世界の視認者のビューまたは周囲環境とオーバーレイされることを可能にする。例えば、コンバイナ接眼レンズは、視認者に世界が見えることを可能にする、光学的に透過性の導波管であってもよい。加えて、導波管は、瞳孔内画像を形成する、光を受け取り、誘導し、最終的に、視認者の眼に出力するために利用されてもよい。導波管は、視認者と世界との間に位置付けられ得るため、導波管によって出力された光は、世界内の種々の深度平面上に設置される、仮想画像を形成するように知覚され得る。本質的に、コンバイナ接眼レンズは、視認者が、ディスプレイシステムからの光と世界からの光の組み合わせを受け取ることを可能にする。

40

【0106】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムはまた、眼追跡システムを含み、視認者の視線方向を検出してもよい。そのような眼追跡システムは、適切なコンテンツが、視認者が見ている場所に基づいて、選択および表示されることを可能にする。

【0107】

好ましくは、ディスプレイシステムは、個々の瞳孔内画像を形成する光によって提供される被写界深度が、実質的に無限であって、視覚系が、眼が個々の瞳孔内画像に対して遠

50

近調節不能である、「開ループ」モードで動作する、十分に小射出瞳を有する。いくつかの実施形態では、個々の画像を形成する光ビームは、眼上に入射するとき、約 0.5 mm 未満の幅または直径を有する面積を占有する。しかしながら、瞳孔内画像のセットを形成する光ビームは、少なくとも部分的に、重複せず、光ビームのセットは、好ましくは、0.5 mm より大きい面積を画定し、十分な情報を眼の水晶体に提供し、瞳孔内画像を形成する光の波面によって形成される波面近似に基づいて、所望の遠近調節応答を誘発することを理解されたい。

【0108】

理論によって限定されるわけではないが、光のビームのセットによって画定された面積は、それを通して眼が場面を視認する合成開口を模倣すると見なされ得る。瞳孔の正面の十分に小さいピンホールを通して場面を視認することは、ほぼ無限被写界深度を提供することを理解されたい。ピンホールの小開口を前提として、眼の水晶体は、明確に異なる焦点深度を判別するための適正な場面サンプリングを提供されない。ピンホールが拡大するにつれて、付加的情報が、眼の水晶体に提供され、自然光学現象が、限定された焦点深度が知覚されることを可能にする。有利なこととして、光のビームのセットによって画定された面積および対応する視差的に異なる瞳孔内画像のセットは、無限被写界深度を生産するピンホールより大きくされ得、複数の瞳孔内画像は、上記の拡大されたピンホールによって提供される効果の近似を生産し得る。

10

【0109】

本明細書に開示されるいくつかの実施形態は、種々の利点を提供し得る。例えば、マイクロディスプレイは、発光型であるため、外部照明は、要求されず、それによって、投影システムのサイズおよび重量の低減を促進する。これらのマイクロディスプレイの小サイズは、過度に大または複雑なプロジェクトを要求せずに、別個の原色（例えば、赤色、緑色、青色）マイクロディスプレイパネルを伴う、単一プロジェクトの使用を可能にする。いくつかの実施形態では、有利なこととして、本明細書に開示される、種々のマイクロディスプレイの小サイズおよび重量のため、異なるプロジェクトが、異なる原色のために使用されてもよい。加えて、LCOSディスプレイ等の典型的ディスプレイと対照的に、偏光が、光に画像情報を提供するために必要とされない。結果として、偏光と関連付けられる、光損失は、回避され得る。また、マイクロディスプレイの個々の光エミッタは、高エタンデュを有し、結果として、各ピクセルからの光は、必然的に、超大規模な瞳面積を充填し、これは、望ましくは、大アイボックスボリュームを提供することができる。いくつかの実施形態では、発光型マイクロディスプレイは、マイクロLEDディスプレイであって、これは、著しく高フレームレート（例えば、1~2 kHzを含む、1 kHz以上のフレームレート）を有してもよい。加えて、発光型マイクロディスプレイは、著しく小ピクセルピッチ（例えば、2~4 μmまたは1~2 μmを含む、1~4 μm）と、高ピクセル密度を有してもよく、これは、望ましくは、高画像分解能を提供し得る。

20

30

【0110】

ここで、図面を参照するが、同様の参照番号は、全体を通して同様の部分を指す。

【0111】

本明細書に議論されるように、「3次元」または「3-D」としての画像の知覚は、視認者の各眼への画像の若干異なる提示を提供することによって達成され得る。図2は、ユーザに関する3次元画像をシミュレートするための従来のスキームを図示する。眼210、220毎に1つの2つの明確に異なる画像190、200が、ユーザに出力される。画像190、200は、視認者の通視線と平行な光学またはz-軸に沿って距離230だけ眼210、220から離間される。画像190、200は、平坦であって、眼210、220は、単一の遠近調節された状態をとることによって、画像上に合焦し得る。そのような3-Dディスプレイスキームは、ヒト視覚系に依拠し、画像190、200を組み合わせ、組み合わせられた画像の深度および/または尺度の知覚を提供する。

40

【0112】

しかしながら、ヒト視覚系は、より複雑であって、深度の現実的知覚を提供することは

50

、より困難であることを理解されたい。例えば、従来の「3-D」ディスプレイシステムの多くの視認者は、そのようなシステムが不快であることを見出す、または深度の感覚を全く知覚しない場合がある。理論によって限定されるわけではないが、オブジェクトの視認者は、輻輳・開散運動と遠近調節の組み合わせに起因して、オブジェクトを「3次元」として知覚し得ると考えられる。相互に対する2つの眼の輻輳・開散運動の移動（すなわち、瞳孔が、眼の視線を収束させ、オブジェクトを固視させるための相互に向かった、またはそこから離れるが、眼の回転）は、眼の水晶体および瞳孔の合焦（または「遠近調節」と密接に関連付けられる。通常条件下、1つのオブジェクトから異なる距離における別のオブジェクトに眼の水晶体の焦点を変化させる（または眼を遠近調節する）ことは、「遠近調節・輻輳・開散運動反射」として知られる関係下、同一距離までの輻輳・開散運動の合致する変化を自動的に生じさせるであろう。同様に、輻輳・開散運動の変化は、通常条件下、水晶体形状および瞳孔サイズの変化に伴う、遠近調節の合致する変化を誘起するであろう。本明細書に記載されるように、多くの立体視または「3-D」ディスプレイシステムは、3次元視点がヒト視覚系によって知覚されるように、各眼への若干異なる提示（したがって、若干異なる画像）を使用して、場面を表示する。しかしながら、そのようなシステムは、とりわけ、単に、場面の異なる提示を提供する、すなわち、全画像情報を、眼は、異なる深度におけるオブジェクトに関する画像情報さえ、単一の遠近調節された状態において視認するため、多くの視認者にとって不快である。しかしながら、これは、「遠近調節・輻輳・開散運動反射」に対抗して機能する。遠近調節と輻輳・開散運動との間のより優れた整合を提供するディスプレイシステムは、3次元画像のより現実的かつ快適なシミュレーションを形成し、これは、ユーザが、より長い持続時間にわたって、ディスプレイを装着することを促進する。

【0113】

図3は、複数の深度平面を使用して3次元画像をシミュレートするためのアプローチの側面を図示する。z-軸上の眼210、220からの種々の距離におけるオブジェクトは、それらのオブジェクトが合焦するように、眼210、220によって遠近調節される。すなわち、眼210、220は、特定の遠近調節された状態をとり、z-軸に沿って異なる距離においてオブジェクトに合焦させる。その結果、特定の遠近調節された状態は、特定の深度平面におけるオブジェクトまたはオブジェクトの一部が、眼がその深度平面のための遠近調節された状態にあるとき合焦するように、関連付けられた焦点距離を有する、深度平面240のうちの特定の1つと関連付けられると言え得る。いくつかの実施形態では、3次元画像が、眼210、220毎に画像の異なる提示を提供することによってシミュレートされてもよく、画像の提示はまた、異なる深度平面に関して異なる。例証を明確にするために別個であるものとして示されるが、眼210、220の視野は、例えば、z-軸に沿った距離が増加するにつれて重複し得ることを理解されたい。加えて、例証を容易にするために平坦として示されるが、深度平面の輪郭は、深度平面内の全ての特徴が特定の遠近調節された状態における眼と合焦するように、物理的空間内で湾曲され得ることを理解されたい。

【0114】

オブジェクトと眼210または220との間の距離はまた、その眼によって視認されるようなそのオブジェクトからの光の発散の量を変化させ得る。図4A-4Cは、距離と光線の発散との間の関係を図示する。オブジェクトと眼210との間の距離は、減少距離R1、R2、およびR3の順序で表される。図4A-4Cに示されるように、光線は、オブジェクトまでの距離が減少するにつれてより発散する。距離が増加するにつれて、光線は、よりコリメートされる。換言すると、点（オブジェクトまたはオブジェクトの一部）によって生成されるライトフィールドは、点がユーザの眼から離れている距離の関数である、球状波面曲率を有すると言え得る。曲率は、オブジェクトと眼210との間の距離の減少に伴って増加する。その結果、異なる深度平面では、光線の発散度もまた、異なり、発散度は、深度平面と視認者の眼210との間の距離の減少に伴って増加する。単眼210のみが、例証を明確にするために、図4A-4Cおよび本明細書の種々の他の図に図示さ

10

20

30

40

50

れるが、眼 2 1 0 に関する議論は、視認者の両眼 2 1 0 および 2 2 0 に適用され得ることを理解されたい。

【 0 1 1 5 】

理論によって限定されるわけではないが、ヒトの眼は、典型的には、有限数の深度平面を解釈し、深度知覚を提供することができると考えられる。その結果、知覚された深度の高度に真実味のあるシミュレーションが、眼にこれらの限定数の深度平面のそれぞれに対応する画像の異なる提示を提供することによって達成され得る。異なる提示は、視認者の眼によって別個に集束され、それによって、異なる特徴が異なる深度平面上に位置する場面内の異なる画像特徴に合焦させるために要求される眼の遠近調節に基づいて、ユーザに深度キューを提供することに役立ててもよい。これはまた、他の深度平面上の他の画像特徴を焦点外に現れさせ得、これは、視認者にとって付加的深度感覚を提供する。

10

【 0 1 1 6 】

各深度平面は、関連付けられた波面発散を有するため、特定の深度平面にあるように現れる画像コンテンツを表示するために、いくつかのディスプレイは、その深度平面に対応する波面発散を伴う光を出力するための屈折力を有する、導波管を利用してよい。複数の類似するが異なる屈折力を有する導波管が、画像コンテンツを複数の深度平面上に表示するために利用されてもよい。例えば、そのようなシステムは、スタック内に形成される複数のそのような導波管を利用してよい。図 5 は、画像情報をユーザに出力するための導波管スタックの実施例を図示する。ディスプレイシステム 2 5 0 は、画像情報を出力するための複数の導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 を使用して 3 次元知覚を眼 / 脳に提供するために利用され得る、導波管のスタック 2 6 0 を含む。画像投入デバイス 3 6 0、3 7 0、3 8 0、3 9 0、4 0 0 は、画像情報を含有する光を導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 に投入するために利用されてもよい。いくつかの実施形態では、画像投入デバイス 3 6 0、3 7 0、3 8 0、3 9 0、4 0 0 は、異なる光投影システムおよび / または 1 つ以上の投影システムの異なる瞳と理解され得る。導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 は、例えば、空気または他の低屈折率材料によって、他の導波管から分離されてもよく、導波管の個々のものを通して、光の全内部反射を促進する。各導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 は、各導波管が特定の深度平面に対応する事前に設定された量の波面発散を伴う光を出力するような屈折力を提供する、構造（例えば、それぞれ、光学格子および / またはレンズ 5 7 0、5 8 0、5 9 0、6 0 0、6 1 0）を含んでもよい。したがって、各導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 は、画像コンテンツをその導波管によって提供される波面発散の量によって決定された関連付けられた深度平面上に設置する。

20

30

【 0 1 1 7 】

しかしながら、導波管と深度平面との間の 1 対 1 の対応は、複数の深度平面が所望されるシステム内では、嵩張りがつ重いデバイスにつながり得ることを理解されたい。そのような実施形態では、複数の深度平面は、複数の導波管を要求するであろう。加えて、色画像が所望される場合、各深度平面が、複数の対応する導波管を有し得、原色（例えば、赤色、緑色、または青色）毎に 1 つの導波管が、色画像を形成するために要求され得るため、さらにより多数の導波管が、要求され得る。

40

【 0 1 1 8 】

有利なこととして、本明細書の種々の実施形態は、オブジェクトまたは場面の異なる視差ビューを提示する瞳孔内画像を形成する、離散光ビームを使用することによって、所望の連続波面に近似させる、より単純なディスプレイシステムを提供し得る。さらに、投影システムに対するディスプレイシステムのサイズおよび重量を低減させ得る、発光型マイクロディスプレイを利用する、光投影システムは、別個の空間光変調器と、光源とを利用する。加えて、いくつかの実施形態は、著しく高フレームレートを提供し、所望の数の瞳孔内画像を所与の持続時間内に提供する際、柔軟性に関する利点を提供し得る。

【 0 1 1 9 】

ここで図 6 A を参照すると、眼 2 1 0 の遠近調節前状態と、連続入力波面 1 0 0 0 を受

50

け取ることに応じた遠近調節後状態とが、図示される。例証 a) は、視覚系が波面 1 0 0 0 を網膜 2 1 1 上に合焦させる前の遠近調節前状態を示す。着目すべきこととして、焦点 2 1 2 は網膜 2 1 1 上にない。例えば、焦点 2 1 2 は、図示されるように、網膜 2 1 1 の前方にあり得る。例証 b) は、ヒト視覚系が視認者の眼 2 1 0 の瞳孔筋肉組織を撓曲させ、波面 1 0 0 0 を網膜 2 1 1 上に合焦させた後の遠近調節後状態を示す。図示されるように、焦点 2 1 2 は、網膜 2 1 1 上にあり得る。

【 0 1 2 0 】

図 6 A の波面 1 0 0 0 等の連続波面は、複数の波面を使用して近似され得ることが見出されている。図 6 B は、眼 2 1 0 の遠近調節前状態と、図 6 A の連続波面 1 0 0 0 の区分近似を受け取ることに応じた遠近調節後状態とを図示する。図 6 B の例証 a) は、眼 2 1 0 の遠近調節前状態を示し、例証 b) は、遠近調節後状態を示す。近似は、複数の構成波面 1 0 1 0 a、1 0 1 0 b、および 1 0 1 0 c を使用して形成されてもよく、それぞれ、別個の光のビームと関連付けられる。本明細書で使用されるように、参照番号 1 0 1 0 a、1 0 1 0 b、および 1 0 1 0 c は、光ビームとその光ビームの関連付けられた波面の両方を示し得る。いくつかの実施形態では、構成波面 1 0 1 0 a および 1 0 1 0 b は、コリメートされた光のビームによって形成されるような平面波面であり得る。例証 b) に示されるように、構成波面 1 0 1 0 a および 1 0 1 0 b によって形成される波面近似 1 0 1 0 は、眼 2 1 0 によって網膜 2 1 1 上に合焦され、焦点 2 1 2 は、網膜 2 1 1 上にある。有利なこととして、遠近調節前および後の状態は、図 6 A に示される連続波面 1 0 0 0 によって生じるものに類似する。

【 0 1 2 1 】

連続発散波面は、光学投影システムを使用して形成されてもよいことを理解されたい。上記に述べられたように、2 0 1 8 年 4 月 2 6 日に公開された、米国出願公開第 2 0 1 8 / 0 1 1 3 3 1 1 号は、光源を使用して空間光変調器 1 0 1 8 を照明する例示的システムを開示する。図 7 A は、投影システムによって提供される有限焦点距離仮想画像から発出する発散波面に対して遠近調節する眼を図示する。本システムは、空間光変調器 1 0 1 8 と、焦点距離「F」および外部停止を伴う投影光学系 1 0 2 0 とを含む。光源（図示せず）は、光を空間光変調器 1 0 1 8 に提供し、画像は、光を変調させることによって、空間光変調器 1 0 1 8 によって形成され得る。画像情報を含有する変調された光は、投影光学系 1 0 2 0 を通して眼 2 1 0 に指向されてもよい。図 7 A に示されるように、マイクロディスプレイ 2 0 0 0 と投影光学系 1 0 2 0 との間隔（F 未満）は、発散波面 1 0 0 0 が眼 2 1 0 に向かって出力されるように選定されてもよい。図 6 A に関して上記に述べられたように、眼 2 1 0 は、次いで、波面 1 0 0 0 を網膜 2 1 1 上に合焦させ得る。

【 0 1 2 2 】

図 7 B は、無限遠合焦仮想画像によって形成される波面セグメントを利用して図 7 A の発散波面の近似を形成するためのシステムを図示する。上記のように、本システムは、空間光変調器 1 0 1 8 と、投影光学系 1 0 2 0 とを含む。上記のように、光源（図示せず）は、光を空間光変調器 1 0 1 8 に提供し、これは、光を変調させ、画像を形成する。空間光変調器 1 0 1 8 は、相互に対して偏移される、2 つの画像を形成し得る。空間光変調器 1 0 1 8 は、F の背面焦点距離を有する、投影光学系 1 0 2 0 の背面焦点面から距離 F に設置される。第 1 の画像に関する画像情報を含有する、光ビーム 1 0 1 0 a は、投影光学系 1 0 2 0 を通して眼 2 1 0 の中に伝搬する。第 2 の画像に関する画像情報を含有する、光ビーム 1 0 1 0 b は、投影光学系 1 0 2 0 を通して眼 2 1 0 の中への異なる経路を辿る。光ビーム 1 0 1 0 a および 1 0 1 0 b は、それらの光ビームが、発散波面 1 0 0 0（図 7 A）の角度範囲に合致する光ビーム毎の角度範囲を画定するように、空間光変調器から経路に沿って投影光学 1 0 2 0 を通して眼 2 1 0 の中に伝搬する。光ビーム 1 0 1 0 a と 1 0 1 0 b との間の角度分離は、近似される波面発散量の増加に伴って増加することを理解されたい。

【 0 1 2 3 】

ここで図 8 を参照すると、図 7 B の発散波面近似を形成する視差ビューの実施例が、図

示される。光ビーム1010a、1010b、および1010cはそれぞれ、空間内の画像の異なる場所に対応する若干異なる視点からの同一オブジェクトまたは場面の1つのビューの明確に異なる画像を形成することを理解されたい。図示されるように、画像は、異なる時間に連続して眼210の中に投入されてもよい。代替として、画像は、光学システムが可能である場合、同時に投入されてもよい、または画像のグループは、本明細書に議論されるように、同時に投入されてもよい。いくつかの実施形態では、画像の全てを形成する光が眼210の中に投入される、総持続時間は、視認者のフリッカ融合閾値未満である。例えば、フリッカ融合閾値は、1秒の1/60であり得、光ビーム1010a、1010b、および1010cは全て、そのフリッカ融合閾値未満の持続時間にわたって眼210の中に投入される。したがって、ヒト視覚系は、これらの画像の全てを統合し、それらは、光ビーム1010a、1010b、および1010cが、その眼210の中に同時に投入されたかのように眼210に現れる。光ビーム1010a、1010b、および1010cは、したがって、波面近似1010を形成する。

10

【0124】

ここで図9を参照すると、図7Bおよび8の発散波面近似1010を形成するための投影システム1003を備える、ディスプレイシステム1001の実施例が、図示される。投影システム1003は、画像を形成するためのピクセルとして機能する、複数の光エミッタ2002を備える、マイクロディスプレイ2000を備える。光エミッタ2002は、光2002a、2002b、2002cを放出し、これは、中継/投影光学系1020を通して伝搬し、中継/投影光学系1020によって出力される。光は、次いで、シャッタのアレイ2004の開放シャッタ2006₁を通して継続する。開放シャッタ2006₁は、シャッタ開口サブ瞳を形成すると理解され得る。加えて、開放シャッタ2006₁を通して伝搬する光は、光ビーム1010aと理解され得、これは、眼210の中に伝搬し、瞳孔内画像（例えば、図8における光のビーム1010aによって形成される画像参照）を形成する。好ましくは、シャッタのアレイ2004は、眼210の瞳孔の平面上またはそれに近接して位置する。

20

【0125】

投影光学系1020によって受け取られる光の開口数は、焦点距離および投影光学系の直径によって決定されることを理解されたい。投影光学系1020から出現する光は、瞳を形成し、これは、いくつかの実施形態では、投影光学系1020の出射開口にあってもよい。加えて、投影光学系1020を通して伝搬し、そこから出射する、光2002a、2002b、2002cは、異なる方向に伝搬し続けるが、また、ボリューム2003を画定するように重複する。ボリューム2003は、アイボックスであって、いくつかの実施形態では、角錐形状であってもよい。上記に述べられたように、アイボックスは、マイクロディスプレイ2000の光エミッタ2002の全てからの寄与を含む。好ましくは、投影光学系瞳のサイズ（例えば、側方寸法）と、その中に眼210が設置される、アイボックスのサイズ（例えば、側方寸法）は、マイクロディスプレイ2000からの画像を視認するときの眼210の瞳孔と同じ多さまたはより大きいサイズ（例えば、側方寸法）である。結果として、好ましくは、マイクロディスプレイ2000上に形成される画像の全体が、眼210によって視認され得る。加えて、本明細書に記載されるように、シャッタのアレイ2004は、好ましくは、シャッタのアレイ2004がまた、アイボックスボリューム2003内にあるように、眼210の瞳孔の平面上またはそれに近接して位置する。

30

40

【0126】

図9を継続して参照すると、本明細書に記載されるように、マイクロディスプレイ2000は、光エミッタ2002のアレイを備えてもよい。光エミッタの実施例は、有機発光ダイオード(OLED)およびマイクロ発光ダイオード(マイクロLED)を含む。OLEDは、光を放出するために有機材料を利用し、マイクロLEDは、光を放出するために無機材料を利用することを理解されたい。

【0127】

有利なこととして、いくつかのマイクロLEDは、OLEDより高い輝度およびより高

50

い効率 (lux/W の観点から) を提供する。いくつかの実施形態では、マイクロディスプレイは、好ましくは、マイクロLEDディスプレイである。マイクロLEDは、光放出のために、無機材料、例えば、GaAs、GaN、および/またはGaIn等のIII-V族材料を利用してよい。GaN材料の実施例は、InGaNを含み、これは、いくつかの実施形態では、青色または緑色光エミッタを形成するために使用されてもよい。GaIn材料の実施例は、AlGaInPを含み、これは、いくつかの実施形態では、赤色光エミッタを形成するために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、光エミッタ2002は、初期色の光を放出してもよく、これは、蛍光体材料または量子ドットを使用して、他の所望の色に変換されてもよい。例えば、光エミッタ20002は、青色光を放出してもよく、これは、青色波長光を緑色または赤色波長に変換する、蛍光体材料または量子ドットを励起させる。

10

【0128】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステム1001は、眼の視線を監視するように構成される、眼追跡デバイス1022、例えば、カメラを含んでもよい。そのような監視は、視認者が見ている方向を決定するために使用されてもよく、これは、その方向に関して適切な画像コンテンツを選択するために使用され得る。眼追跡デバイス1022は、視認者の両眼を追跡してもよい、または各眼は、その独自の関連付けられた眼追跡デバイスを含んでもよい。いくつかの実施形態では、視認者の両眼の輻輳・開散運動が、追跡され得、眼の視線の収束点が、決定され、眼が指向される方向および距離を決定し得る。

【0129】

20

図9を継続して参照すると、ディスプレイシステム1001はまた、ディスプレイシステムによって提供される画像コンテンツのタイミングおよびタイプを決定するための制御システム1024を含んでもよい。いくつかの実施形態では、制御システム1024は、ディスプレイシステム1001を制御するためのプログラムを記憶するメモリを伴う、1つ以上のハードウェアプロセッサを備える。例えば、システム1024は、シャッタレイ2004の個々のシャッタの開放、マイクロディスプレイ2000のエミッタ2002のアクティブ化、および/または眼追跡デバイス1022から受信されたデータに対するディスプレイシステム1001の解釈および反応を制御するように構成されてもよい。好ましくは、システム1024は、所望の深度平面または波面発散のための適切な差量を伴う視差ビューを形成するために、所望の深度平面または波面発散に関する入力を受信し、開放するための適切なシャッタを計算するように構成される、算出モジュール1024aを含む。加えて、算出モジュール1024aは、マイクロディスプレイ2000の光エミッタ2002の適切な作動を決定し、所望の視差ビューの画像を形成するように構成されてもよい。システム1024はまた、シャッタレイ2004の特定のシャッタのアクティブ化とマイクロディスプレイ2000の光エミッタ2002による光の放出を同期させ、所望の視差ビューを提供する画像を形成するように構成される、同期モジュール1024bを含んでもよい。加えて、システム1024は、入力を眼追跡デバイス1022から受信する、眼追跡モジュール1024cを含んでもよい。例えば、眼追跡デバイス1022は、眼210を結像するように構成される、カメラであってもよい。眼追跡デバイス1022によって捕捉された画像に基づいて、眼追跡モジュール1024cは、瞳孔の配向を決定し、眼210の通視線を外挿するように構成されてもよい。本情報は、算出モジュール1024aに電子的に伝達されてもよい。算出モジュール1024aは、眼210の通視線または視線に基づいて(好ましくは、また、視認者の他方の眼の通視線または視線に基づいて、例えば、視認者の眼の固視点に基づいて)、画像コンテンツを選択するように構成されてもよい。

30

40

【0130】

ここで図10Aを参照すると、シャッタ2006のアレイ2004の実施例が、図示される。図示される図は、アレイ2004上に衝突する、マイクロディスプレイ2000からの光の方向から分かるように、真正面図である。図示されるように、アレイ2004は、2つの寸法に延在してもよく、シャッタ2006の行および列を備えてもよい。好まし

50

くは、シャッタ2006はそれぞれ、個々にアクティブ化または開放されてもよい。開放されたシャッタ2006の場所は、瞳孔内画像の所望の場所に対応し得る。例えば、図9に示されるシャッタアレイ2004は、図8に示される光ビーム1010aの場所に対応する、開放されたシャッタ2006aを有してもよい。

【0131】

アレイ2004は、他の全体的構成を有してもよいことを理解されたい。例えば、水平視差専用駆動遠近調節に関して、アレイ2004は、図10Aに示されるように、シャッタ2006の水平線であってもよい。いくつかの他の実施形態では、垂直視差専用駆動遠近調節に関して、アレイ2004は、図10Bに示されるように、シャッタ2006の垂直線であってもよい。

【0132】

正方形のグリッドとして示されるが、シャッタ2006は、任意の構成でアレイ化されてもよく、これは、シャッタ2006の異なるものを開放するとき、ある視差差を提供する。例えば、シャッタ2006は、六角形グリッドで配列されてもよい。加えて、シャッタ2006は、正方形以外の形状を有してもよい。例えば、シャッタ2006は、六角形形状、円形形状、三角形形状等を有してもよい。いくつかの実施形態では、複数のシャッタが、開放されてもよく、これは、開放のサイズおよび/または形状が、所望に応じて選択されることを可能にし得る。

【0133】

本明細書で議論されるシャッタは、光に対して独立して透過性にされ得る、構造であることを理解されたい。その結果、開放されたシャッタは、光に対して透過されるように制御されたものであって、閉鎖されたシャッタは、光を遮断する、または不透明であるように制御されたものである。いくつかの実施形態では、シャッタは、それぞれ、光の経路から外にまたはその中に移動することによって、光を透過または遮断するための第1の位置と第2の位置との間で移動する、物理的構造であってもよい。いくつかの他の実施形態では、シャッタは、化学種を含んでもよく、これは、状態または配向を可逆的に変化させ、シャッタの光透過性質を変化させる。シャッタとしての使用のために好適な構造の実施例は、透過性のピクセル化された液晶ディスプレイを形成するピクセル、MEMSベースの微小機械構造（例えば、光の経路の中におよびそこから外に垂直および/または水平に移動し得る）、または少なくとも2つの状態間で高切替レートが可能な他のアレイのセグメント化された構造を含む。シャッタの付加的実施例は、強誘電性シャッタを含む。好ましくは、シャッタは、マイクロディスプレイ2000のフレーム更新レートを上回るレートにおいて、ディスプレイシステムのために所望されるシャッタ開口サブ瞳（または瞳孔内画像）の数によって決定された係数によって、状態を変化させる（透過性（開放）状態と非透過性（閉鎖）状態との間で切り替える）ことが可能である。例えば、マイクロディスプレイ2000が、画像を120Hzで生産し、3つのサブ瞳が、所望される場合、シャッタアレイ2004のシャッタ2006は、好ましくは、マイクロディスプレイフレームレートの少なくとも3倍または $3 \times 120 \text{ Hz}$ （例えば、 360 Hz またはより高い）の切替レートが可能である。

【0134】

好ましくは、投影システム1003（図9）は、比較的に長被写界深度を生産し、これは、システム内の開口を限定することによって制御されてもよい。理論によって限定されるわけではないが、本明細書に議論されるように、投影システムは、眼が、そのような画像に個々に遠近調節することが不可能であるため、ヒト視覚系を「開ループ」モードで動作するように強制するために十分に小さい有効瞳直径を伴って、画像を眼に提供するように構成されてもよい。しかしながら、複数の瞳孔内画像は、所望の遠近調節応答を誘発するために十分な情報を眼に提供すると考えられる。本明細書に議論されるように、瞳孔内画像を形成する光の波面は、全体として、それに対して眼が遠近調節する、波面近似を提供する。いくつかの実施形態では、投影システム1003は、約 0.5 mm またはそれ未満（例えば、 $0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$ ）の有効瞳直径を伴って、画像を提供するように構成さ

10

20

30

40

50

れてもよく、これは、ヒト視覚系を「開ループ」モードで動作するように強制するために十分に小さいと考えられる。その結果、いくつかの実施形態では、シャッタ 2006 は、開放されると、0.5 mm またはそれ未満（例えば、0.2 ~ 0.5 mm）の幅を有する、開放を提供する。

【0135】

再び、図9を参照すると、図示される開放されたシャッタ 2006₁ は、第1の時間（ $t = t_1$ ）に開放され、初期瞳孔内画像を提供し、第1の視差ビューを示すことを理解されたい。続いて、後の時間（ $t = t_2$ ）において、別のシャッタが、開放され、第2の瞳孔内画像を提供し、第2の視差ビューを示し得る。

【0136】

ここで図11を参照すると、異なる視差的に異なる瞳孔内画像を後の時間（例えば、時間 $t = t_2$ ）に提供する、図9の投影システムの実施例が、図示される。図示されるように、シャッタ 2006₂ は、開放され、光のビーム 1010b を眼 210 の中に提供する。光ビーム 1010b は、図8の右側に示される瞳孔内画像を形成してもよい。付加的なシャッタが、他の時間に開放され、他の瞳孔内画像を提供してもよく、波面曲率に近似させるための瞳孔内画像のセットは、好ましくは、フリッカ融合閾値内に眼に提供されることを理解されたい。

【0137】

再び、図9を参照すると、本明細書に記載されるように、ヒト視覚系のフリッカ融合閾値は、依然として同時に投入されているように知覚されながら眼 210 の中に投入され得る、画像の数に時間制約を課す。例えば、制御システム 1024 の処理帯域幅および光源 1026 の発光領域とマイクロディスプレイ 2000 の光変調器を切り替えるための能力は、フリッカ融合閾値によって可能にされる持続時間内に眼 210 の中に投入され得る画像の数を限定し得る。本有限数の画像を前提として、制御システム 1024 は、表示される画像に関する選択を行うように構成されてもよい。例えば、フリッカ融合閾値内において、ディスプレイシステムは、視差的に異なる瞳孔内画像のセットを眼の中に投入することが要求され得、ひいては、各視差ビューは、フルカラー画像を形成するために、種々の原色の画像を要求し得る。いくつかの実施形態では、原色画像を使用するフルカラー画像の形成は、所望の遠近調節応答の解明から分岐される。例えば、理論によって限定されるわけではないが、単色の光を伴う所望の遠近調節応答を誘発することが可能性として考えられ得る。そのような場合では、遠近調節応答を誘発するために使用される視差的に異なる瞳孔内画像は、単色のみにおけるであろう。その結果、他の色の光を使用して視差的に異なる瞳孔内画像を形成することは必要ではなく、それによって、他のタイプの画像が表示されるためのフリッカ融合閾値内の時間を解放するであろう。例えば、波面により良好に近似させるために、より大きい視差的に異なる瞳孔内画像のセットが、生成されてもよい。

【0138】

いくつかの他の実施形態では、制御システム 1024 は、ヒト視覚系があまり敏感ではない光の色の画像を表示するために、フリッカ融合閾値内で殆ど時間を費やさないように構成されてもよい。例えば、ヒト視覚系は、緑色光ほど青色光に対して敏感ではない。その結果、ディスプレイシステムは、青色光を用いて形成される画像より緑色光を用いて形成される多数の画像を生成するように構成されてもよい。

【0139】

マイクロディスプレイ 2000 の光エミッタは、大角度放出プロファイル（例えば、Lambertian 角度放出プロファイル）を伴う、光を放出し得ることを理解されたい。望ましくないことに、そのような角度放出プロファイルは、放出される光の小部分のみが、最終的に、投影光学系 1020 を通して伝搬し、視認者の眼に到達し得るため、光を「浪費」し得る。

【0140】

ここで図12を参照すると、いくつかの実施形態では、光コリメータが、光エミッタに

10

20

30

40

50

よって放出される光の角度放出プロファイルを狭めるために利用されてもよい。図12は、光コリメータ2010のアレイを発光型マイクロディスプレイ2000と投影光学系1020との間に伴う、図9および11の投影システムの実施例を図示する。光コリメータ2010のアレイは、光エミッタ2002の前方に配置される。いくつかの実施形態では、各光エミッタ2002は、専用光コリメータ2010を有する、すなわち、各光エミッタ2002は、関連付けられる光コリメータ2010と1/1で合致される（光エミッタ2002あたり1つの光コリメータ2010）。光コリメータは、関連付けられる光エミッタ2002からの光を取り上げ、その光を光学無限遠（またはいくつかの他の実施形態では、ある他の非無限平面）に結像するように構成されてもよい。

【0141】

光コリメータ2010は、入射光の角度放出プロファイルを狭めるように構成されてもよい。例えば、図示されるように、各光コリメータ2010は、比較的広初期角度放出プロファイルを伴う、関連付けられる光エミッタ2002からの光を受け取り、光エミッタ2002の広初期角度放出プロファイルより狭い角度放出プロファイルを伴って、その光を出力する。いくつかの実施形態では、光コリメータ2010から出射する光の光線は、コリメータ2010を通して透過され、そこから出射する前の、光コリメータ2010によって受け取られた光の光線より平行である。有利なこととして、光コリメータ2010は、その光のより多くのものが、コリメータ2010が存在しない場合より視認者の眼の中に指向されることを可能にすることによって、画像を形成するための光の利用の効率を増加させ得る。

【0142】

好ましくは、光コリメータ2010は、光エミッタ2002に近接近して位置付けられ、光エミッタ2002によって出力された光の大割合を捕捉する。いくつかの実施形態では、間隙が、光コリメータ2010と光エミッタ2002との間に存在してもよい。いくつかの他の実施形態では、光コリメータ2010は、光エミッタ2002と接触してもよい。好ましくは、光エミッタ2002からの光の円錐の全体または大部分が、単一の関連付けられる光コリメータ2010上に入射する。したがって、いくつかの実施形態では、各光エミッタ2002は、関連付けられる光コリメータ2010の光受け取り面より小さい（より小さい面積を占有する）。いくつかの実施形態では、各光エミッタ2002は、近傍の光エミッタ2002間の間隔より小さい幅を有する。

【0143】

光コリメータ2010は、種々の形態をとってもよい。例えば、いくつかの実施形態では、光コリメータ2010は、球状またはレンチキュラーレンズレットを含む、マイクロレンズまたはレンズレットであってもよい。本明細書に議論されるように、各マイクロレンズは、好ましくは、関連付けられる光エミッタ2002の幅を上回る幅を有する。マイクロレンズは、フォトレジストおよびエポキシ等の樹脂を含む、ガラスまたはポリマー等の湾曲透明材料から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、光コリメータ2010は、ナノレンズ、例えば、回折光学格子であってもよい。いくつかの実施形態では、光コリメータ2010は、メタ表面および/または液晶格子であってもよい。いくつかの実施形態では、光コリメータ2010は、反射性ウェルの形態をとってもよい。

【0144】

ここで図13を参照すると、図7Bおよび8の発散波面近似を形成するための投影システム1003の別の実施例が、図示される。いくつかの実施形態では、投影システム1003は、マイクロディスプレイ2000と、マイクロディスプレイ2000と投影光学系1020との間に配置される、光コリメータ2010のアレイとを備えてもよい。投影システムは、図9に関して上記に説明されるように、投影システム1003および眼追跡デバイス1022を制御するための制御システム1024を有する、ディスプレイシステム1001の一部である。

【0145】

図13を継続して参照すると、マイクロディスプレイ2000は、複数の光エミッタ2

10

20

30

40

50

002を備えてもよい。光エミッタ2002は、グループあたり2つ以上の光エミッタを備える、グループ内に配列されてもよい。光エミッタ2002の各グループは、関連付けられる光コリメータ2010を含む。図示されるように、光コリメータの各グループ2002gは、2つの光エミッタ2002₁、2002₂を含んでもよく、関連付けられる光コリメータ2010₁は、両光エミッタからの光を捕捉するように構成される。好ましくは、関連付けられる光コリメータ2010₁は、関連付けられる光コリメータ2010₁が、両光エミッタ2002₁、2002₂の面積を上回る面積を包含するように、両光エミッタ2002₁、2002₂を横断して延在する、幅を有する。いくつかの実施形態では、光コリメータ2010は、光エミッタ2002₁、2002₂から離間される。いくつかの他の実施形態では、光コリメータ2010は、光エミッタ2002₁、2002₂に接触してもよい。例えば、光コリメータ2002は、レンズレットであってもよく、光エミッタ2002₁、2002₂は、関連付けられるレンズレット2010₁内に配置されてもよい。

10

【0146】

関連付けられる光コリメータに対する光エミッタの場所は、光コリメータから外に伝搬する光の方向に影響を及ぼし得ることを理解されたい。光エミッタ2002₁、2002₂は、関連付けられる光コリメータ2010₁と異なるようにインターフェースをとり(例えば、異なる場所に位置する)、これは、光コリメータ2010₁に、光エミッタ2002₁、2002₂のそれぞれからの光を異なる経路に沿って投影光学系1020に、次いで、眼210に指向させる。好ましくは、光エミッタ2002₁、2002₂の場所および関連付けられる光コリメータ2010₁の物理的パラメータ(例えば、サイズおよび形状)は、異なる瞳孔内画像に対応する異なる光経路を提供するように構成される。2つの光エミッタ2002₁、2002₂が、例証を明確にするために提供されるが、光コリメータと関連付けられる光エミッタの各グループは、2つを上回る光エミッタを有してもよいことを理解されたい。例えば、グループ2002gはそれぞれ、3つ以上の光エミッタ、4つ以上の光エミッタ等を有してもよい。より多数の空間的に明確に異なる光エミッタは、より多数の潜在的レベルの視差差を促進する。

20

【0147】

いくつかの実施形態では、光エミッタの各グループの光エミッタからの画像光は、関連付けられる光コリメータ2010および投影光学系1020によって指向され、光のビーム1010aとして第1の瞳孔内画像を形成してもよく、光エミッタの各グループの別の光エミッタからの画像光は、関連付けられる光コリメータ2010および投影光学系1020によって指向され、光のビーム1010bとして第2の瞳孔内画像を形成してもよい。本明細書に議論されるように、光ビーム1010a、1010bは、好ましくは、眼が各光のビームによって形成される個々の画像を遠近調節することが不可能であるほど十分に小直径を有する。いくつかの実施形態では、眼210の瞳孔における、各光のビーム1010a、1010bの直径は、約0.5mmまたはそれ未満(例えば、0.2~0.5mm)である。

30

【0148】

図13を継続して参照すると、光エミッタ2002₁、2002₂のグループ2002gを含む、投影システム1003は、空間多重化を使用して、異なる瞳孔内画像を形成してもよい。そのような空間多重化に関して、異なる場所における光エミッタが、異なる瞳孔内画像を形成するために使用されてもよい、すなわち、光エミッタの各グループの異なる光エミッタは、異なる瞳孔内画像に関する画像情報を提供してもよい。光エミッタの各グループの対応する光エミッタからの光は、光学構造(例えば、光コリメータのアレイ2010の光コリメータおよび投影光学系1020)によって指向され、対応する瞳孔内画像を形成するための光ビーム1010a、1010bのうちの1つを形成する。有利なこととして、瞳孔内画像は、眼に同時に提供され、フリッカ融合閾値下で画像を急速に順次提供する必要性を省き得る。これは、マイクロディスプレイ2000のフレームレートおよび支援制御システム1024に関する要件を軽減させ得る。

40

50

【 0 1 4 9 】

ここで図 1 4 を参照すると、図 1 3 の投影システム 1 0 0 3 は、光エミッタの関連付けられるグループを伴う、光コリメータと、また、空間および時間的多重化の組み合わせを提供するために、シャッタのレイ 2 0 0 4 との両方を含んでもよいことを理解されたい。シャッタのレイ 2 0 0 4 はさらに、眼に入射し、瞳孔内画像を形成する、光のビームの場所および/またはサイズを精緻化してもよい。例えば、光コリメータのレイ 2 0 1 0 によって出力された光のビームは、瞳孔内画像を形成するために所望されるものより大きい(例えば、0.5 mm の直径より大きいものを含む、眼の開ループ動作のために所望されるものより大きい)場合がある。シャッタレイ 2 0 0 4 のシャッタは、眼 2 1 0 に最終的に入射する、光ビームのサイズを限定するために利用されてもよい。加えて、コリメータレイ 2 0 1 0 の光コリメータによって提供される各光のビームは、複数のシャッタ上に衝突し得る。結果として、シャッタは、入射する光のビーム毎に、付加的レベルの視差差を提供し得、これは、光コリメータレイ 2 0 1 0 によって出力された光のビームのみによって提供されるであろうものより多数の深度平面上への仮想コンテンツの提示を促進し得る。

10

【 0 1 5 0 】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムは、1次元において(例えば、x-軸に沿って)時間的に多重化し、別の次元において(例えば、y-軸等の直交次元に沿って)空間的に多重化してもよい。例えば、光コリメータは、球状レンズレットではなく、レンチキュラーレンズレットであってもよく、空間的に明確に異なる光エミッタからの光の異なるビームを、レンチキュラーレンズレットの伸長軸であり得る、第2の軸に直交する、第1の軸に沿った異なる場所に提供するように構成されてもよい。シャッタのレイは、その第2の軸に沿って、サブ瞳を異なる点および異なる時間に形成するために利用されてもよい。例えば、第1の軸に沿ったサブ瞳の位置決めは、レンチキュラーレンズレット(第2の軸に沿って伸長される)と関連付けられる光エミッタの各グループの異なる光エミッタをアクティブ化することによる、空間多重化によって達成されてもよい一方、第2の軸に沿ったサブ瞳の位置決めは、所望の時間(例えば、空間多重化のために使用される対応する、光エミッタのアクティブ化に重複する時間)において、第2の軸上のシャッタを開放することによる、時間多重化によって提供されてもよい。

20

【 0 1 5 1 】

ここで図 1 5 を参照すると、本明細書に開示される投影システムによって提供される深度平面の範囲の実施例が、図示される。範囲は、光学無限遠における遠方平面から眼 2 1 0 により近い近接平面に及ぶ。光学無限遠における遠方平面は、相互に対して実質的にコリメートされる、または平行である、光ビーム(例えば、光ビーム 1 0 1 0 a および 1 0 1 0 b)によって形成される瞳孔内画像によって提供されてもよい。そのような遠方平面に関して、光ビームは、視差差を有しない、または低視差差を有すると理解され得る。

30

【 0 1 5 2 】

図 1 5 を継続して参照すると、より近い深度平面は、より高いレベルの視差差を使用して、提供されてもよい。いくつかの実施形態では、眼 2 1 0 に対する近接平面の知覚される近傍度は、瞳孔内画像を形成する光ビーム間の最大視差差によって決定されてもよい。例えば、光ビーム 1 0 1 0 a と 1 0 1 0 b との間の最大視差差は、シャッタのレイ 2 0 0 4 のシャッタ(図 9 - 1 2 および 1 4)間の最大距離および/または光エミッタのその関連付けられるグループ(図 1 3 および 1 4)の光エミッタ 2 0 0 2 からの光のための各光コリメータ 1 0 1 0 a によって提供される方向における最大差によって決定されてもよい。

40

【 0 1 5 3 】

ここで図 1 6 A を参照すると、シャッタのレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの実施例が、図示される。好ましくは、接眼レンズ 1 0 3 0 は、視認者に世界が見え得るように、光学的に透過性であって、世界からの光 2 0 1 2 が、

50

接眼レンズを通して視認者の眼 210 の中に伝搬することを可能にする。いくつかの実施形態では、接眼レンズ 1030 は、内部結合光学要素 770 および外部結合光学要素 800 等の内部結合光学要素と、外部結合光学要素とを有する、1つ以上の導波管 1032 を備える。内部結合光学要素 770 は、画像光 2014 を投影システム 1003 から受け取り、全内部反射によって、接眼レンズ 1030 を通して外部結合光学要素 800 に伝搬するように、その画像光を再指向する。外部結合光学要素 800 は、画像光 2014 を視認者の眼 210 に出力する。有利なこととして、接眼レンズ 1030 は、投影システム 1003 によって提供される、画像の属性の全てを保存し、したがって、急速切替視差ビューは、接眼レンズ 1030 を通して正確に描かれる。画像光 2014 は、マイクロディスプレイ 2000 によって放出される光であって、例えば、光 200a、2002b、2002c (図9) または光コリメータのアレイ 2010 (図13および14) を通して提供される光に対応し得ることを理解されたい。

10

【0154】

図示されるように、投影システム 1003 は、シャッタのアレイ 2004 を、それを通して光が、投影システム 1003 から内部結合光学要素 770 に向かって出射する、瞳面 2005 上に備えてもよい。レンズ構造 2016 が、シャッタアレイ 2004 と内部結合光学要素 770 との間に提供され、画像光 2014 を中継してもよい。いくつかの実施形態では、レンズ構造 2016 はまた、接眼レンズ 1030 を形成する導波管 1032 内での伝搬のために、画像光 2014 をコリメートしてもよい。

【0155】

内部結合光学要素 770 および外部結合光学要素 800 は、屈折または反射性構造であってもよい。好ましくは、内部結合光学要素 770 および外部結合光学要素 800 は、回折光学要素である。回折光学要素の実施例は、表面レリーフ特徴、立体位相特徴、メタ材料、または液晶偏光格子を含む。導波管 1032 の同一側上に配置されて図示されるが、内部結合光学要素 770 および外部結合光学要素 800 は、導波管 1032 の異なる側上に配置されてもよいことを理解されたい。また、導波管 1032 の投影光学系 1020 に対向する側上に示されるが、内部結合光学要素 770 および外部結合光学要素 800 の一方または両方は、導波管 1032 の投影光学系 1020 と同一側上に配置されてもよい。

20

【0156】

図16Bは、異なる瞳孔内画像を提供するための光コリメータのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。図16Bのディスプレイシステムは、投影システム 1003 が、図9の投影システムではなく、図13のものに類似する以外、図16Aのものに類似する。図示されるように、投影システム 1003 は、マイクロディスプレイ 2000 と、マイクロディスプレイ 2000 と投影光学系 1020 との間の光コリメータ 2010 のアレイを備えてもよい。マイクロディスプレイ 2000 は、光コリメータ 2010 あたり1つのグループを伴う、グループ 2002g 内に形成される、複数の光エミッタを備えてもよい。関連付けられる光コリメータに対する光エミッタの場所は、光コリメータから外に伝搬する光の方向、したがって、光エミッタのグループ 2002g の異なる光エミッタ 2002₁、2002₂ を使用して形成される画像間の視差差を決定する。結果として、本明細書に記載されるように、光エミッタのグループ内の異なる光エミッタのアクティブ化は、異なる光エミッタを使用して形成される瞳孔内画像間の視差差を設定する。いくつかの実施形態では、光エミッタの各グループ 2002g の第1の光エミッタ 2002₁ からの光は、関連付けられる光コリメータ 2010 および投影光学系 1020 によって指向され、光のビーム 1010a を伴う第1の瞳孔内画像を形成し、光エミッタの各グループ 2002g の第2の光エミッタ 2002₂ からの光は、関連付けられる光コリメータ 2010 および投影光学系 1020 によって指向され、光のビーム 1010b を伴う第2の瞳孔内画像を形成し得る。

30

40

【0157】

本明細書に開示される投影システムの実施形態のいずれかは、図16Aおよび16Bの

50

ディスプレイシステム内において、例えば、これらの図の投影システム 1003 として利用されてもよいことを理解されたい。例えば、投影システム 1003 は、例えば、図 12 および 14 に示されるように、光コリメータおよびシャッタのアレイの両方を利用してよい。

【0158】

図 17A は、シャッタのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムの別の実施例を図示する。図示されるディスプレイシステムは、接眼レンズ 1030 と関連付けられる光学構造を除き、図 16A のものに類似する。接眼レンズ 1030 は、画像光 2014 を眼 210 の中に反射させるために、部分的に透明な中継ミラー 2020 を備えてもよい。図示されるように、画像光 2014 は、内部結合光学要素 770 によって内部結合され、これは、導波管 1032 を通して伝搬するように、光 2014 を再指向する。接眼レンズ 1030 は、外部結合光学要素 800 を含み、これは、画像光 2014 を、導波管 1032 の前面上の 4 分の 1 波長板 2018 を通して、前方に指向する。図示されるように、部分的に、透明中継ミラー 2020 は、4 分の 1 波長板 2018 および導波管 1032 の前方にあって、そこから離間されてもよい。

10

【0159】

図 17B は、異なる瞳孔内画像を提供するための光コリメータのアレイと、画像コンテンツを世界のユーザのビュー上に重畳するための瞳中継コンバイナ接眼レンズとを備える、投影システムを備える、ディスプレイシステムの別の実施例を図示する。図示されるディスプレイシステムは、接眼レンズ 1030 と関連付けられる光学構造を除き、図 16B のものに類似する。接眼レンズ 1030 および関連付けられる構造は、図 17A に図示されるものに類似する。上記に述べられたように、画像光 2014 は、内部結合光学要素 770 によって内部結合され、全内部反射によって、導波管 1032 を通して伝搬する。外部結合光学要素 800 は、画像光 2014 を、眼 210 から離れるように、4 分の 1 波長板 2018 を通して、部分的に透明な中継ミラー 2020 へと前方に出力する。図示されるように、部分的に透明な中継ミラー 2020 は、4 分の 1 波長板 2018 および導波管 1032 の前方にあって、そこから離間され、画像光 2014 を眼 210 の中に反射させてもよい。いくつかの実施形態では、部分的に透明な中継ミラー 2020 は、4 分の 1 波長板 2018 を通して透過される偏光の光を選択的に反射させるように構成されてもよい。

20

30

【0160】

ここで図 18 を参照すると、眼追跡システム 1022 と、瞳エクスパンダ 1034 を伴うコンバイナ接眼レンズ 1030 とを備える、投影システム 1003 を有する、ディスプレイシステム 1001 の実施例が、図示される。瞳エクスパンダ 1034 は、例えば、接眼レンズ 1030 を横断して投影システム瞳を複製するように構成される、回折光学要素を備えてもよい。瞳エクスパンダ 1034 は、眼運動を通して視認者の瞳孔によって横断され得る大面積を横断して投影システム瞳を複製するため、マイクロディスプレイ 2000 によって形成される画像および光源 1026 の発光領域の場所は、眼追跡システム 1022 からの入力に基づいて、リアルタイムで更新されることができる。有利なこととして、本構成は、より快適な視認のためのより大きいアイボックスを可能にし、眼とコンバイナの相対的位置付けおよび瞳孔間距離の変動に関する制限を緩和させる。

40

【0161】

ここで図 19 を参照すると、眼追跡システム 1022 と、非無限遠深度平面を生産するように構成される瞳エクスパンダ 1035 を伴うコンバイナ接眼レンズ 1030 とを備える、投影システム 1003 を有する、ディスプレイシステム 1001 の実施例が、図示される。いくつかの実施形態では、非無限遠深度平面は、3メートルにあっててもよく、これは、無限遠まで約 2.5メートルの予算内遠近調節をもたらず。例えば、遠近調節 - 輻輳・開散運動不整合に関するヒト視覚系の公差を前提として、視認者から無限遠まで約 2.5メートルの距離における仮想コンテンツは、殆ど不快感を伴わずに、3メートル深度平面上に設置され得る。そのようなシステムでは、視差的に異なる瞳孔内画像は、可能性と

50

して、全て固定「デフォルト」焦点面より視認者に近い、より狭範囲の深度平面のための遠近調節を駆動するために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、本システムはまた、眼追跡システム 1022 を組み込み、例えば、視認者の両眼の輻輳・開散運動角度に基づいて、視認者の固視の距離を決定してもよい。

【0162】

マイクロディスプレイ 2000 は、モノクロディスプレイであってもよく、ディスプレイシステム 1001 は、モノクロ画像を眼 210 に提供するように構成されてもよいことを理解されたい。より好ましくは、ディスプレイシステム 1001 は、フルカラー画像を眼 210 に提供するように構成される。そのような実施形態では、マイクロディスプレイ 2000 は、フルカラーマイクロディスプレイであってもよい。例えば、フルカラー画像は、異なる原色（例えば、赤色、緑色、および青色等の 3 つ以上の原色）によって形成される、異なる画像を提供することによって形成されてもよく、これは、組み合わせにおいて、視認者によって、フルカラー画像であると知覚される。マイクロディスプレイ 2000 は、全ての原色の光を放出するように構成されてもよい。例えば、異なる色は、異なる光エミッタによって放出されてもよい。

10

【0163】

いくつかの他の実施形態では、フルカラー画像は、複数のマイクロディスプレイによって提供される原色画像を使用して形成されてもよく、そのうちの少なくともいくつかは、モノクロマイクロディスプレイである。例えば、異なるモノクロマイクロディスプレイは、異なる原色画像を提供するように構成されてもよい。原色画像は、眼 210 に同時に提供されてもよい、または時間的に多重化されてもよい（例えば、単一フルカラー画像を形成するための異なる原色画像は全て、フリッカ融合閾値内で眼 210 に提供されてもよい）。

20

【0164】

図 20A - 20B は、複数の発光型マイクロディスプレイ 2000a、2000b、2000c を有する、投影システムの実施例を図示する。マイクロディスプレイ 2000a、2000b、2000c はそれぞれ、本明細書に開示されるマイクロディスプレイ 2000（例えば、図 9、11 - 14、および 16A - 17B 参照）に類似してもよい。マイクロディスプレイ 2000a、2000b、2000c からの光は、光学コンバイナ 1050 によって組み合わせられ、投影光学系 1020 に向かって、最終的に、視認者の眼 210 に指向される。本明細書に議論されるように、いくつかの実施形態では、投影光学系 1020 からの光は、接眼レンズ 1030 に指向されてもよく、これは、1 つ以上の導波管を備える、導波管アセンブリであってもよい。

30

【0165】

いくつかの実施形態では、マイクロディスプレイ 2000a、2000b、2000c は、モノクロマイクロディスプレイであってもよい。各モノクロマイクロディスプレイは、異なる原色の光を出力し、異なるモノクロ画像を提供してもよく、これは、視認者によって組み合わせられ、フルカラー画像を形成してもよい。

【0166】

図 20A を継続して参照すると、光学コンバイナ 1050 は、それぞれ、マイクロディスプレイ 2000a、2000b、2000c のそれぞれから画像光 2001a、2001b、2001c を受け取り、光が、概して、同一方向に、例えば、投影光学系 1020 に向かって伝搬するように、本光を組み合わせる。いくつかの実施形態では、光学コンバイナ 1050 は、画像光 2001c、2001a を、それぞれ、投影光学系 1020 に再指向する、反射性内部表面 1052、1054 を有する、ダイクロイック X - 立方体プリズムであってもよい。投影光学系 1020 は、シャッタのアレイ 2004 上に衝突する、画像光を収束または集束させる。画像光 2001a、2001b、2001c は、次いで、開放シャッタ（例えば、シャッタ 2006₁）を通して、眼 210 の中に伝搬する。

40

【0167】

ここで図 20B を参照すると、複数の発光型マイクロディスプレイ 2000a、2000

50

0 b、2 0 0 0 c と、光コリメータの関連付けられるアレイ 2 0 1 0 a、2 0 1 0 b、2 0 1 0 c とを伴う、光投影システム 1 0 1 0 の実施例が、それぞれ、図示される。アレイ 2 0 1 0 a、2 0 1 0 b、2 0 1 0 c はそれぞれ、本明細書に開示されるアレイ 2 0 1 0 (例えば、図 1 2 - 1 4、1 6 B、および 1 7 B 参照) に類似してもよい。

【0 1 6 8】

いくつかの実施形態では、アレイ 2 0 1 0 a、2 0 1 0 b、2 0 1 0 c はそれぞれ、マイクロディスプレイ 1 0 3 0 a、1 0 3 0 b、1 0 3 0 c によって放出される画像光 2 0 0 1 a、2 0 0 1 b、2 0 0 1 c の角度放出プロファイルを狭めるように構成される、光コリメータを備えてもよい。画像光 2 0 0 1 a、2 0 0 1 b、2 0 0 1 c は、続いて、光学コンバイナ 1 0 5 0 を通して、投影光学系 1 0 2 0 に、次いで、眼 2 1 0 の中に伝搬する。加えて、各光コリメータは、本明細書に議論されるように、光エミッタの関連付けられるグループ(例えば、図 1 3、1 4、1 6 B、および 1 7 B に図示されるように)を有してもよく、各グループのエミッタの異なる光エミッタからの光を、異なる瞳孔内画像を形成するための異なる量の視差差に対応する、異なる経路に沿って指向してもよい。

10

【0 1 6 9】

図 2 0 A および 2 0 B を参照すると、いくつかの他の実施形態では、マイクロディスプレイ 2 0 0 0 a、2 0 0 0 b、2 0 0 0 c はそれぞれ、全ての原色の光を出力するように構成される、フルカラーディスプレイであってもよい。例えば、マイクロディスプレイ 2 0 0 0 a、2 0 0 0 b、2 0 0 0 c はそれぞれ、赤色、緑色、および青色光を放出するように構成される、光エミッタを含んでもよい。マイクロディスプレイ 2 0 0 0 a、2 0 0 0 b、2 0 0 0 c は、同じであってもよく、同一画像を表示してもよい。しかしながら、複数のマイクロディスプレイを利用することは、複数のマイクロディスプレイからの光を組み合わせ、単一画像を形成することによって、画像の明度の明度および明度ダイナミックレンジを増加させる利点を提供し得る。いくつかの実施形態では、2 つ以上の(例えば、3 つの)マイクロディスプレイが、これらのマイクロディスプレイの全てからの光を組み合わせるように構成される、光学コンバイナ 1 0 5 0 とともに利用されてもよい。

20

【0 1 7 0】

図 2 0 A および 2 0 B を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、出力面 1 0 5 1 に直接対向する、モノクロマイクロディスプレイ 2 0 0 0 b は、有利なこととして、緑色光を出力してもよい。反射性表面 1 0 5 2、1 0 5 4 は、それぞれ、マイクロディスプレイ 2 0 0 0 c、2 0 0 0 a からの光を反射させるとき、光学損失を有し得ることを理解されたい。加えて、原色である赤色、緑色および青色のうち、ヒトの眼は、緑色の色に最も敏感である。その結果、光学コンバイナ 1 0 5 0 の出力面に対向するモノクロマイクロディスプレイ 2 0 0 0 b は、好ましくは、緑色光が、光学コンバイナ 1 0 5 0 から出力されるように反射される必要なく、直接、光学コンバイナ 1 0 5 0 を通して進み得るように、緑色光を出力する。しかしながら、緑色モノクロマイクロディスプレイは、いくつかの他の実施形態では、光学コンバイナ 1 0 5 0 の他の表面に向き得ることを理解されるであろう。

30

【0 1 7 1】

いくつかの実施形態では、本明細書に議論されるように、ディスプレイシステムは、接眼レンズ(例えば、接眼レンズ 1 0 3 0、図 1 6 A - 1 9)を備え、投影光学系 1 0 2 0 によって出力された光を眼 2 1 0 に中継してもよい。いくつかの実施形態では、接眼レンズは、全ての原色の光を内部結合および外部結合するように構成される、単一導波管を備えてもよい。

40

【0 1 7 2】

いくつかの他の実施形態では、接眼レンズ 1 0 3 0 は、導波管のスタックを形成する、複数の導波管を備えてもよい。各導波管は、画像光を内部結合するための個別の内部結合光学要素を有する。例えば、各導波管は、異なる原色または異なる波長の範囲の光を内部結合するように構成される、関連付けられる内部結合光学要素を有してもよい。いくつかの実施形態では、導波管の数は、マイクロディスプレイ 2 0 0 0 a、2 0 0 0 b、2 0 0

50

0cによって提供される原色の数に比例する。例えば、3つの原色が存在する場合、接眼レンズ1030内の導波管の数は、3つの導波管のセットまたは3つの導波管の複数のセットを含んでもよい。導波管および関連付けられる構造の配列の実施例は、2019年2月1日に出願された、米国仮出願第62/800363号（その開示全体は、参照することによって本明細書に組み込まれる）に議論される。

【0173】

ここで図21を参照すると、異なる原色に対応する異なる波長の光を出力するためのスタックされた導波管アセンブリを備える、接眼レンズ660（図16A-19の接眼レンズ1030に対応し得る）の実施例が、図示される。いくつかの実施形態では、導波管アセンブリは、導波管670、680、および690を含み、これは、個々に、導波管1032（図16A-17B）に対応し得る。各導波管は、関連付けられた内部結合光学要素を含み、例えば、内部結合光学要素700は、導波管670の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置され、内部結合光学要素710は、導波管680の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置され、内部結合光学要素720は、導波管690の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置される。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720のうちの1つ以上のものは、個別の導波管670、680、690の底部主要表面上に配置されてもよい（特に、1つ以上の内部結合光学要素は、反射性偏向光学要素である）。図示されるように、内部結合光学要素700、710、720は、その個別の導波管670、680、690の上側主要表面（または次の下側導波管の上部）上に配置されてもよく、特に、それらの内部結合光学要素は、透過性偏向光学要素である。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720は、個別の導波管670、680、690の本体内に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、本明細書に議論されるように、内部結合光学要素700、710、720は、他の光の波長を透過しながら、1つ以上の光の波長を選択的に再指向するような波長選択的である。その個別の導波管670、680、690の1つの側またはコーナーに図示されるが、内部結合光学要素700、710、720は、いくつかの実施形態では、その個別の導波管670、680、690の他の面積内に配置されてもよいことを理解されたい。

【0174】

図示されるように、内部結合光学要素700、710、720は、相互から側方にオフセットされてもよい。いくつかの実施形態では、各内部結合光学要素は、その光が別の内部結合光学要素を通して通過せずに、光を受け取るようにオフセットされてもよい。例えば、各内部結合光学要素700、710、720は、図6に示されるように、光を異なる画像投入デバイス360、370、380、390、および400から受け取るように構成されてもよく、光を内部結合光学要素700、710、720の他のものから実質的に受け取りないように、他の内部結合光学要素700、710、720から分離されてもよい（例えば、側方に離間される）。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720は、垂直に整合され、側方にオフセットされない。

【0175】

各導波管はまた、関連付けられた光分散要素を含んでもよく、例えば、光分散要素730は、導波管670の主要表面（例えば、上部主要表面）上に配置され、光分散要素740は、導波管680の主要表面（例えば、上部主要表面）上に配置され、光分散要素750は、導波管690の主要表面（例えば、上部主要表面）上に配置される。いくつかの他の実施形態では、光分散要素730、740、750は、それぞれ、関連付けられた導波管670、680、690の底部主要表面上に配置されてもよい。いくつかの他の実施形態では、光分散要素730、740、750は、それぞれ、関連付けられた導波管670、680、690の上部および底部両方の主要表面上に配置されてもよい、または光分散要素730、740、750は、それぞれ、異なる関連付けられた導波管670、680、690内の上部および底部主要表面の異なるもの上に配置されてもよい。

【0176】

導波管670、680、690は、例えば、材料のガス、液体、および/または固体層

によって離間および分離されてもよい。例えば、図示されるように、層 760 a は、導波管 670 および 680 を分離してもよく、層 760 b は、導波管 680 および 690 を分離してもよい。いくつかの実施形態では、層 760 a および 760 b は、低屈折率材料（すなわち、導波管 670、680、690 の直近のものを形成する材料より低い屈折率を有する材料）から形成される。好ましくは、層 760 a、760 b を形成する材料の屈折率は、導波管 670、680、690 を形成する材料の屈折率に対して 0.05 以上または 0.10 以下である。有利なこととして、より低い屈折率層 760 a、760 b は、導波管 670、680、690 を通して光の TIR（例えば、各導波管の上部および底部主要表面間の TIR）を促進する、クラディング層として機能してもよい。いくつかの実施形態では、層 760 a、760 b は、空気から形成される。図示されないが、導波管の図示されるセット 660 の上部および底部は、直近クラディング層を含んでもよいことを理解されたい。

10

【0177】

図 21 を継続して参照すると、光線 770、780、790 が、投影システム 1003（図 9、11-14、および 16A-17B）によって、導波管 670、680、690 上に入射し、その中に投入される。

【0178】

いくつかの実施形態では、光線 770、780、790 は、異なる色に対応し得る、異なる性質、例えば、異なる波長または異なる波長範囲を有する。内部結合光学要素 700、710、720 はそれぞれ、光が、TIR によって、導波管 670、680、690 のうちの個別の 1 つを通して伝搬するように、入射光を偏向させる。

20

【0179】

例えば、内部結合光学要素 700 は、第 1 の波長または波長範囲を有する、光線 770 を偏向させるように構成されてもよい。同様に、伝送される光線 780 は、第 2 の波長または波長範囲の光を選択的に偏向させるように構成される、内部結合光学要素 710 に衝突し、それによって偏向される。同様に、光線 790 は、第 3 の波長または波長範囲の光を選択的に偏向させるように構成される、内部結合光学要素 720 によって偏向される。

【0180】

図 21 を継続して参照すると、内部結合される光線 770、780、790 は、それぞれ、内部結合光学要素 700、710、720 によって偏向され、次いで、それぞれ、導波管 670、680、690 内で TIR によって伝搬する。光線 770、780、790 は、次いで、それぞれ、光分散要素 730、740、750 に衝突する。光分散要素 730、740、750 は、それぞれ、外部結合光学要素 800、810、820 に向かって伝搬するように、光線 770、780、790 を偏向させる。

30

【0181】

いくつかの実施形態では、光分散要素 730、740、750 は、直交瞳エクスパンダ（OPE）である。いくつかの実施形態では、OPE は、光を外部結合光学要素 800、810、820 に偏向または分散し、また、外部結合光学要素に伝搬するにつれて、本光のビームまたはスポットサイズを増加させ得る。いくつかの実施形態では、例えば、ビームサイズが、すでに所望のサイズである場合、光分散要素 730、740、750 は、省略されてもよく、内部結合光学要素 700、710、720 は、光を直接外部結合光学要素 800、810、820 に偏向させるように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、外部結合光学要素 800、810、820 は、光を視認者の眼 210（図 18 参照）に指向させる、射出瞳（EP）または射出瞳エクスパンダ（EPE）である。OPE は、少なくとも 1 つの軸においてアイボックスの寸法を増加させるように構成されてもよく、EPE は、OPE の軸と交差する、例えば、直交する軸においてアイボックスを増加させてもよいことを理解されたい。

40

【0182】

故に、いくつかの実施形態では、接眼レンズ 660 は、原色毎に、導波管 670、680、690 と、内部結合光学要素 700、710、720 と、光分散要素（例えば、OP

50

E) 730、740、750と、外部結合光学要素(例えば、EP)800、810、820とを含む。導波管670、680、690は、各1つの間に空隙/クラディング層を伴ってスタックされてもよい。内部結合光学要素700、710、720は、(異なる波長の光を受け取る異なる内部結合光学要素を用いて)入射光をその導波管の中に再指向または偏向させる。光は、次いで、個別の導波670、680、690内にTIRをもたらずであろう角度で伝搬する。示される実施例では、光線770(例えば、青色光)は、前述の様式において、第1の内部結合光学要素700によって偏光され、次いで、導波管を辿ってバウンスし続け、光分散要素(例えば、OPE)730、次いで、外部結合光学要素(例えば、EP)800と相互作用する。光線780および790(例えば、それぞれ、緑色および赤色光)は、導波管670を通して通過し、光線780は、内部結合光学要素710上に衝突し、それによって偏向される。光線780は、次いで、TIRを介して、導波管680を辿ってバウンスし、その光分散要素(例えば、OPE)740、次いで、外部結合光学要素(例えば、EP)810に進むであろう。最後に、光線790(例えば、赤色光)は、導波管690を通して通過し、導波管690の光内部結合光学要素720に衝突する。光内部結合光学要素720は、光線が、TIRによって、光分散要素(例えば、OPE)750に、次いで、TIRによって、外部結合光学要素(例えば、EP)820に伝搬するように、光線790を偏向させる。外部結合光学要素820は、次いで、最終的に、光線790を視認者に外部結合し、視認者はまた、他の導波管670、680からの外部結合した光も受け取る。

10

【0183】

20

上記に述べられたように、内部結合光学要素700、710、720は、相互から側方にオフセットされてもよい。そのような実施形態では、マイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cの異なるものからの画像光2001a、2001b、2001cは、それらが内部結合光学要素700、710、720の異なるもの上に衝突するように、接眼レンズ1030への異なる経路を辿ってもよい。画像光2001a、2001b、2001cは、異なる原色の光を含む場合、関連付けられる内部結合光学要素700、710、720はそれぞれ、本明細書に議論されるように、異なる波長の光を選択的に内部結合するように構成されてもよい。

【0184】

画像光2001a、2001b、2001cのための異なる光経路は、コンバイナ1050(図20A-20B)によって、アレイ2010a、2010b、2010cのうちの1つ以上のものによって、および/またはマイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cのうちの1つ以上のものを光学コンバイナ1050の反射性表面1052、1054に対して適切な角度で角度付けることによって提供されてもよい。例えば、図20A-20Bを参照すると、光学コンバイナ1050は、画像光が、内部結合光学要素700、710、720の関連付けられるもの上に衝突するために、異なる光学経路に沿って伝搬するように、マイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cによって放出される画像光2001a、2001b、2001cを再指向するように構成されてもよい。したがって、光学コンバイナ1050は、光が光学コンバイナから若干異なる方向に出射し得るが、画像光が光学コンバイナ1050の共通面から出力されるという意味において、画像光2001a、2001b、2001cを組み合わせる。例えば、X-立方体プリズムの反射性内部表面1052、1054はそれぞれ、画像光2001a、2001b、2001cを異なる経路に沿って接眼レンズ1030に指向するように角度付けられてもよい。結果として、画像光2001a、2001b、2001cは、内部結合光学要素700、710、720の異なる関連付けられるものに入射してもよい。いくつかの実施形態では、マイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cは、X-立方体プリズムの反射性内部表面1052、1054に対して適切に角度付けられ、所望の光経路を内部結合光学要素700、710、720に提供してもよい。例えば、マイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cのうちの1つ以上のものの面は、マイクロディスプレイによって放出される画像光が、適切な角度で反射性内部表面1052

30

40

50

、1054 上に入射し、関連付けられる内部結合光学要素700、710、720 に向かって伝搬するように、光学コンバイナ1050の面に合致するように角度付けられてもよい。立方体に加え、光学コンバイナ1050は、種々の他の多面体の形態をとってもよいことを理解されたい。例えば、光学コンバイナ1050は、正方形ではない、少なくとも2つの面を有する、直角プリズムの形状にあってもよい。

【0185】

本明細書に議論されるように、ユーザによるフルカラー画像の知覚は、いくつかの実施形態では、時分割多重化を用いて達成されてもよい。例えば、マイクロLEDアレイ2000a、2000b、2000cの異なるものは、異なる時間にアクティブ化され、異なる原色画像を生成してもよい。そのような実施形態では、単一フルカラー画像を形成する、異なる原色画像は、ヒト視覚系が、異なる時間に表示されていると原色画像を知覚しないほど十分に迅速に順次表示され得る、すなわち、単一フルカラー画像を形成する、異なる原色画像は全て、ユーザが、時間的に分離されるのではなく、同時に提示されていると原色画像を知覚するほど十分に短い、持続時間内に表示され得る。例えば、原色画像は、ヒト視覚系のフリッカ融合閾値より高いフレームレートで順次表示されてもよい。実施例として、フリッカ融合閾値は、60Hzであってよく、これは、大部分のユーザが、異なる時間に表示されていると原色画像を知覚しないほど十分に高速であると見なされる。いくつかの実施形態では、異なる原色画像は、60Hzより高いレートで順次表示される。時分割多重化は、有利なこととして、表示される画像を形成するために利用されるプロセッサ（例えば、グラフィックプロセッサ）上の算出負荷を低減させ得ることを理解されたい。十分な算出リソースが利用可能である場合等、いくつかの他の実施形態では、フルカラー画像を形成する、全ての原色画像は、マイクロディスプレイ2000a、2000b、2000cによって同時に表示されてもよい。

【0186】

ここで図22を参照すると、ウェアラブルディスプレイシステム60の実施例が、図示される。ディスプレイシステム60は、視認者またはユーザ90の眼毎に投影システム1003を伴う、図9および13のディスプレイシステム1001に対応してもよい。

【0187】

ディスプレイシステム60は、ディスプレイ70と、そのディスプレイ70の機能をサポートするための種々の機械的および電子的モジュールおよびシステムとを含む。ディスプレイ70は、フレーム80に結合されてもよく、これは、ディスプレイシステムユーザまたは視認者90によって装着可能であって、ディスプレイ70をユーザ90の眼の正面に位置付けるように構成される。ディスプレイ70は、いくつかの実施形態では、アイウェアと見なされ得る。いくつかの実施形態では、スピーカ100が、フレーム80に結合され、ユーザ90の外耳道に隣接して位置付けられるように構成される（いくつかの実施形態では、示されない別のスピーカが、ユーザの他方の外耳道に隣接して位置付けられ、ステレオ/調節可能音制御を提供する）。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムはまた、1つ以上のマイクロホン110または他のデバイスを含み、音を検出してもよい。いくつかの実施形態では、マイクロホンは、ユーザが入力またはコマンド（例えば、音声メニューコマンドの選択、自然言語質問等）をシステム60に提供することを可能にするように構成され、および/または他の人物（例えば、類似ディスプレイシステムの他のユーザ）とのオーディオ通信を可能にし得る。マイクロホンはさらに、周辺センサとして構成され、オーディオデータ（例えば、ユーザおよび/または環境からの音）を収集してもよい。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステム60はさらに、オブジェクト、刺激、人々、動物、場所、またはユーザの周囲の世界の他の側面を検出するように構成される、1つ以上の外向きに指向される環境センサ112を含んでもよい。例えば、環境センサ121は、1つ以上のカメラを含んでもよく、これは、例えば、ユーザ90の通常の視野の少なくとも一部に類似する画像を捕捉するように外向きに向いて位置してもよい。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムはまた、フレーム80から別個であって、ユーザ90の身体（例えば、ユーザ90の頭部、胴体、四肢等の上）に取り付けられ

10

20

30

40

50

得る、周辺センサ120aを含んでもよい。周辺センサ120aは、いくつかの実施形態では、ユーザ90の生理学的状態を特性評価するデータを入手するように構成されてもよい。例えば、センサ120aは、電極であってもよい。

【0188】

図22を継続して参照すると、ディスプレイ70は、有線導線または無線コネクティビティ等の通信リンク130によって、ローカルデータ処理モジュール140に動作可能に結合され、これは、フレーム80に固定して取り付けられる、ユーザによって装着されるヘルメットまたは帽子に固定して取り付けられる、ヘッドホンに内蔵される、または別様にユーザ90に除去可能に取り付けられる(例えば、リュック式構成において、ベルト結合式構成において)等、種々の構成において搭載されてもよい。同様に、センサ120aは、通信リンク120b、例えば、有線導線または無線コネクティビティによって、ローカルプロセッサおよびデータモジュール140に動作可能に結合されてもよい。ローカル処理およびデータモジュール140は、ハードウェアプロセッサと、不揮発性メモリ(例えば、フラッシュメモリまたはハードディスクドライブ)等のデジタルメモリとを備えてもよく、その両方とも、データの処理、キャッシュ、および記憶を補助するために利用され得る。データは、a)画像捕捉デバイス(カメラ等)、マイクロホン、慣性測定ユニット、加速度計、コンパス、GPSユニット、無線デバイス、ジャイロスコープ、および/または本明細書に開示される他のセンサ等の(例えば、フレーム80に動作可能に結合される、または別様にユーザ90に取り付けられ得る)センサから捕捉されるデータ、および/またはb)可能性として、処理または読出後にディスプレイ70への通過のために、遠隔処理モジュール150および/または遠隔データリポジトリ160(仮想コンテンツに関連するデータを含む)を使用して入手および/または処理されたデータを含んでもよい。ローカル処理およびデータモジュール140は、これらの遠隔モジュール150、160が、相互に動作可能に結合され、ローカル処理およびデータモジュール140へのリソースとして利用可能であるように、有線または無線通信リンク等を介して、通信リンク170、180によって、遠隔処理モジュール150および遠隔データリポジトリ160に動作可能に結合されてもよい。いくつかの実施形態では、ローカル処理およびデータモジュール140は、画像捕捉デバイス、マイクロホン、慣性測定ユニット、加速度計、コンパス、GPSユニット、無線デバイス、および/またはジャイロスコープのうちの1つ以上のものを含んでもよい。いくつかの他の実施形態では、これらのセンサのうちの1つ以上のものは、フレーム80に取り付けられてもよい、または有線または無線通信経路によってローカル処理およびデータモジュール140と通信する、独立型構造であってもよい。いくつかの実施形態では、ローカル処理およびデータモジュール140は、1つ以上のグラフィックプロセッサを含んでもよく、制御システム1024(図9および13)に対応してもよい。

【0189】

図22を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、遠隔処理モジュール150は、データおよび/または画像情報を分析および処理するように構成される、1つ以上のプロセッサを備えてもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ160は、デジタルデータ記憶設備を備えてもよく、これは、インターネットまたは「クラウド」リソース構成における他のネットワーク構成を通して利用可能であってもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ160は、1つ以上の遠隔サーバを含んでもよく、これは、情報、例えば、拡張現実コンテンツを生成するための情報をローカル処理およびデータモジュール140および/または遠隔処理モジュール150に提供する。いくつかの実施形態では、全てのデータが、記憶され、全ての算出が、ローカル処理およびデータモジュールにおいて実施され、遠隔モジュールからの完全に自律的な使用を可能にする。

【0190】

本明細書に説明される、および/または図に描写されるプロセス、方法、およびアルゴリズムはそれぞれ、具体的かつ特定のコンピュータ命令を実行するように構成される、1つ以上の物理的コンピューティングシステム、ハードウェアコンピュータプロセッサ、特

10

20

30

40

50

定用途向け回路、および/または電子ハードウェアによって実行される、コードモジュールにおいて具現化され、それによって完全または部分的に自動化され得ることを理解されたい。例えば、コンピューティングシステムは、具体的コンピュータ命令とともにプログラムされた汎用コンピュータ（例えば、サーバ）または専用コンピュータ、専用回路等を含むことができる。コードモジュールは、実行可能プログラムにコンパイルおよびリンクされる、動的リンクライブラリ内にインストールされ得る、またはインタープリタ型プログラミング言語において書き込まれ得る。いくつかの実装では、特定の動作および方法が、所与の機能に特有の回路によって実施され得る。

【 0 1 9 1 】

さらに、本開示の機能性のある実装は、十分に数学的、コンピュータ的、または技術的に複雑であるため、（適切な特殊化された実行可能命令を利用する）特定用途向けハードウェアまたは1つ以上の物理的コンピューティングデバイスは、例えば、関与する計算の量または複雑性に起因して、または結果を実質的にリアルタイムで提供するために、機能性を実施する必要がある。例えば、ビデオは、多くのフレームを含み、各フレームは、数百万のピクセルを有し得、具体的にプログラムされたコンピュータハードウェアは、商業的に妥当な時間量において所望の画像処理タスクまたは用途を提供するようにビデオデータを処理する必要がある。

10

【 0 1 9 2 】

コードモジュールまたは任意のタイプのデータは、ハードドライブ、ソリッドステートメモリ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読取専用メモリ（ROM）、光学ディスク、揮発性または不揮発性記憶装置、同一物の組み合わせ、および/または同等物を含む、物理的コンピュータ記憶装置等の任意のタイプの非一過性コンピュータ可読媒体上に記憶され得る。いくつかの実施形態では、非一過性コンピュータ可読媒体は、ローカル処理およびデータモジュール（140）、遠隔処理モジュール（150）、および遠隔データリポジトリ（160）のうちの1つ以上のものの一部であってもよい。本方法およびモジュール（またはデータ）はまた、無線ベースおよび有線/ケーブルベースの媒体を含む、種々のコンピュータ可読伝送媒体上で生成されたデータ信号として（例えば、搬送波または他のアナログまたはデジタル伝搬信号の一部として）伝送され得、種々の形態（例えば、単一または多重化アナログ信号の一部として、または複数の離散デジタルパケットまたはフレームとして）をとり得る。開示されるプロセスまたはプロセスステップの結果は、任意のタイプの非一過性有形コンピュータ記憶装置内に持続的または別様に記憶され得る、またはコンピュータ可読伝送媒体を介して通信され得る。

20

30

【 0 1 9 3 】

本明細書に説明される、および/または添付される図に描写されるフロー図における任意のプロセス、ブロック、状態、ステップ、または機能性は、プロセスにおいて具体的機能（例えば、論理または算術）またはステップを実装するための1つ以上の実行可能命令を含む、コードモジュール、セグメント、またはコードの一部を潜在的に表すものとして理解されたい。種々のプロセス、ブロック、状態、ステップ、または機能性は、組み合わせられる、再配列される、本明細書に提供される例証の実施例に追加される、そこから削除される、修正される、または別様にそこから変更されてもよい。いくつかの実施形態では、付加的または異なるコンピューティングシステムまたはコードモジュールが、本明細書に説明される機能性のいくつかまたは全てを実施し得る。本明細書に説明される方法およびプロセスはまた、いずれの特定のシーケンスにも限定されず、それに関連するブロック、ステップ、または状態は、適切な他のシーケンスで、例えば、連続して、並行して、またはある他の様式で実施されることができ、タスクまたはイベントが、開示される例示の実施形態に追加される、またはそこから除去され得る。さらに、本明細書に説明される実施形態における種々のシステムコンポーネントの分離は、例証目的のためであり、全ての実施形態においてそのような分離を要求するものとして理解されるべきではない。説明されるプログラムコンポーネント、方法、およびシステムは、概して、単一のコンピュータ製品においてともに統合され得るかまたは複数のコンピュータ製品にパッケージ化さ

40

50

れ得ることを理解されたい。

【0194】

前述の明細書では、本発明は、その具体的実施形態を参照して説明された。しかしながら、種々の修正および変更が、本発明のより広義の精神および範囲から逸脱することなくそこに行われ得ることが明白となるであろう。明細書および図面は、故に、限定的意味ではなく、例証と見なされるべきである。

【0195】

実際、本開示のシステムおよび方法は、それぞれ、いくつかの革新的側面を有し、そのうちのいかなるものも、本明細書に開示される望ましい属性に単独で関与しない、またはそのために要求されないことを理解されたい。上記に説明される種々の特徴およびプロセスは、相互に独立して使用され得る、または種々の方法で組み合わせられ得る。全ての可能な組み合わせおよび副次的組み合わせが、本開示の範囲内に該当することが意図される。

10

【0196】

別個の実施形態の文脈において本明細書に説明されるある特徴はまた、単一実施形態における組み合わせにおいて実装されてもよい。逆に、単一実施形態の文脈において説明される種々の特徴もまた、複数の実施形態において別個に、または任意の好適な副次的組み合わせにおいて実装されてもよい。さらに、特徴がある組み合わせにおいて作用するものとして上記に説明され、さらに、そのようなものとして最初に請求され得るが、請求される組み合わせからの1つ以上の特徴は、いくつかの場合では、組み合わせから削除されてもよく、請求される組み合わせは、副次的組み合わせまたは副次的組み合わせの変形例を対象とし得る。いかなる単一の特徴または特徴のグループも、あらゆる実施形態に必要なまたは必須ではない。

20

【0197】

とりわけ、「～できる (can)」、「～し得る (could)」、「～し得る (might)」、「～し得る (may)」、「例えば (e.g.)」、および同等物等、本明細書で使用される条件文は、別様に具体的に記載されない限り、または使用されるような文脈内で別様に理解されない限り、概して、ある実施形態がある特徴、要素、および/またはステップを含む一方、他の実施形態がそれらを含まないことを伝えることが意図されることを理解されたい。したがって、そのような条件文は、概して、特徴、要素、および/またはステップが、1つ以上の実施形態に対していかようにも要求されること、または1つ以上の実施形態が、著者の入力または促しの有無を問わず、これらの特徴、要素、および/またはステップが任意の特定の実施形態において含まれる、または実施されるべきかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを意図されない。用語「～を備える (comprising)」、「～を含む (including)」、「～を有する (having)」、および同等物は、同義語であり、非限定的方式で包括的に使用され、付加的要素、特徴、行為、動作等を除外しない。また、用語「または」は、その包括的意味において使用され(およびその排他的意味において使用されず)、したがって、例えば、要素のリストを接続するために使用されると、用語「または」は、リスト内の要素のうちの一つ、いくつか、または全てを意味する。加えて、本願および添付される請求項で使用されるような冠詞「a」、「an」、および「the」は、別様に規定されない限り、「1つ以上の」または「少なくとも1つ」を意味するように解釈されるべきである。同様に、動作は、特定の順序で図面に描写され得るが、これは、望ましい結果を達成するために、そのような動作が示される特定の順序で、または連続的順序で実施される、または全ての図示される動作が実施される必要はないと認識されるべきである。さらに、図面は、フローチャートの形式で1つ以上の例示のプロセスを図式的に描写し得る。しかしながら、描写されない他の動作も、図式的に図示される例示的方法およびプロセス内に組み込まれることができる。例えば、1つ以上の付加的動作が、図示される動作のいずれかの前に、その後に、それと同時に、またはその間に実施されることができる。加えて、動作は、他の実施形態において再配列される、または再順序付けられ得る。ある状況では、マルチタスクおよび並列処理が、有利であり得る。さらに、上記に説明される実施形

30

40

50

態における種々のシステムコンポーネントの分離は、全ての実施形態におけるそのような分離を要求するものとして理解されるべきではなく、説明されるプログラムコンポーネントおよびシステムは、概して、単一のソフトウェア製品においてともに統合される、または複数のソフトウェア製品にパッケージ化され得ることを理解されたい。加えて、他の実装も、以下の請求項の範囲内である。いくつかの場合では、請求項に列挙されるアクションは、異なる順序で実施され、依然として、望ましい結果を達成することができる。

【 0 1 9 8 】

故に、請求項は、本明細書に示される実施形態に限定されることを意図されず、本明細書に開示される本開示、原理、および新規の特徴と一貫する最も広い範囲を与えられるべきである。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

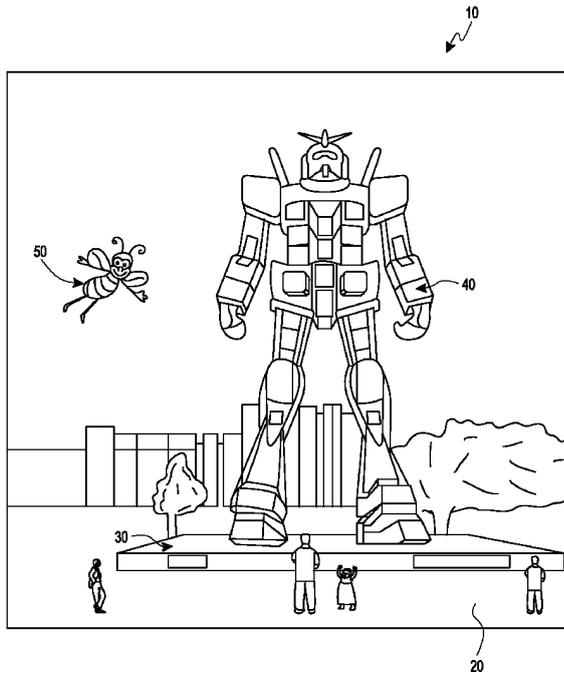


FIG. 1

【図 2】

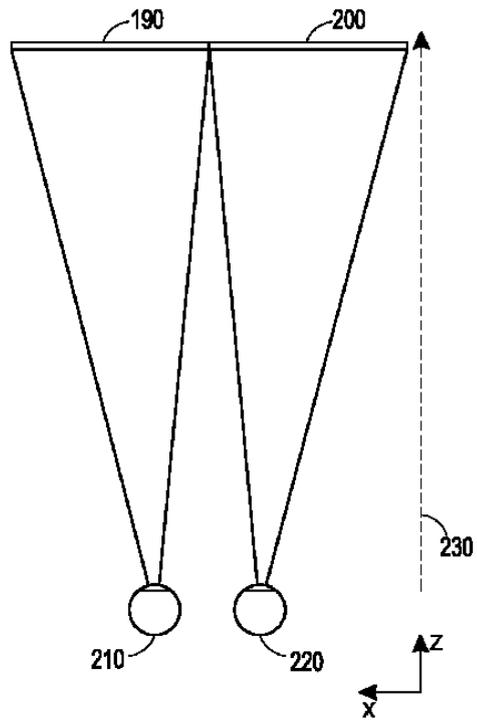


FIG. 2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

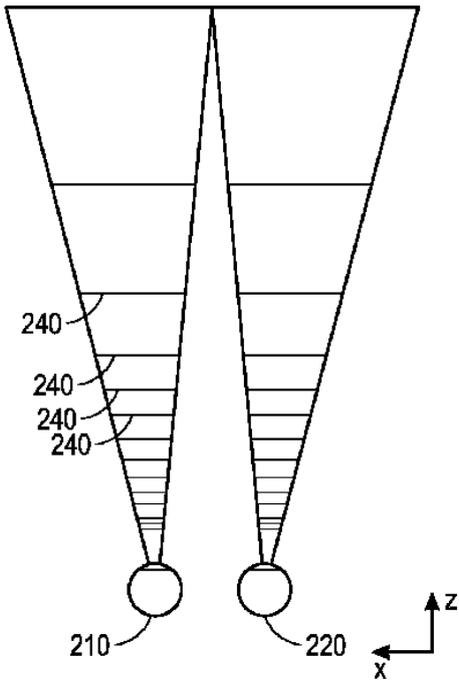


FIG. 3

【 図 4 A 】

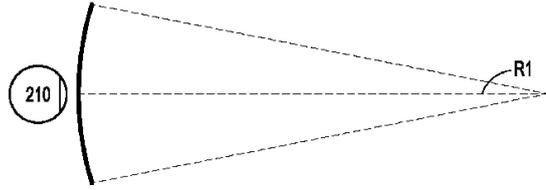


FIG. 4A

10

20

【 図 4 B 】

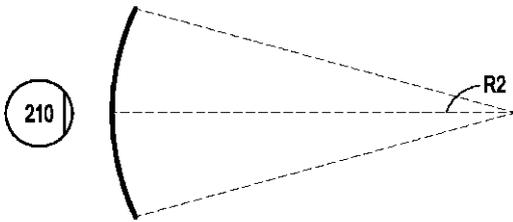


FIG. 4B

【 図 4 C 】

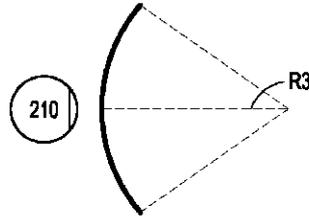


FIG. 4C

30

40

50

【 図 5 】

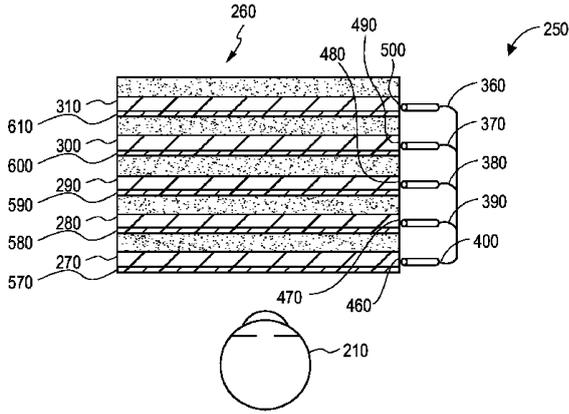


FIG. 5

【 図 6 A 】

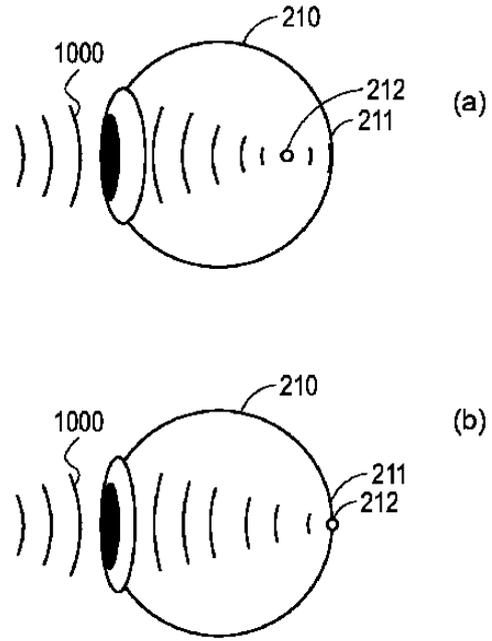


FIG. 6A

【 図 6 B 】

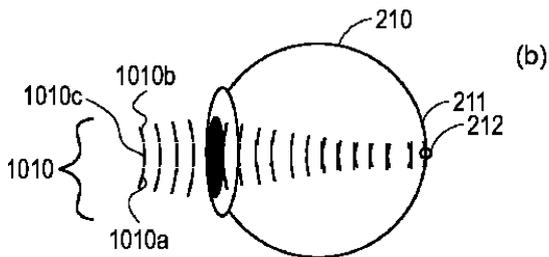
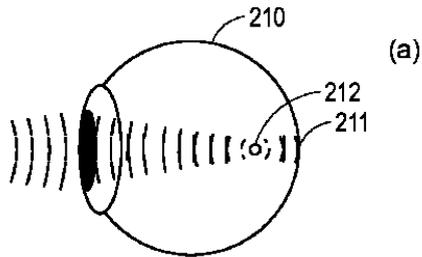


FIG. 6B

【 図 7 A 】

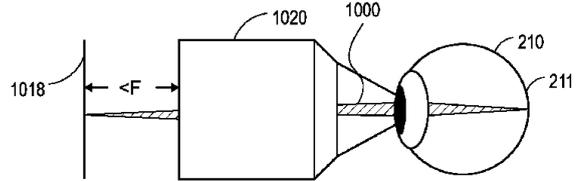


FIG. 7A

10

20

30

40

50

【 図 7 B 】

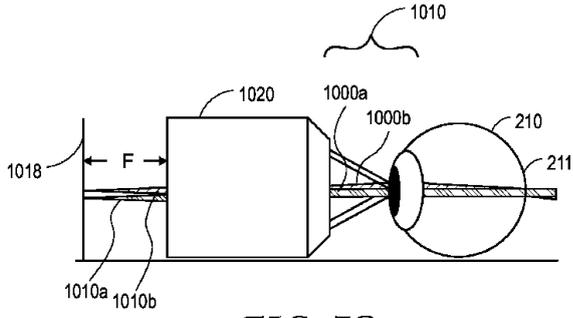


FIG. 7B

【 図 8 】

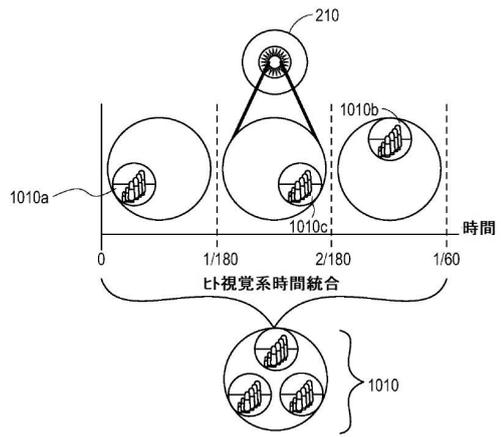


FIG. 8

10

【 図 9 】

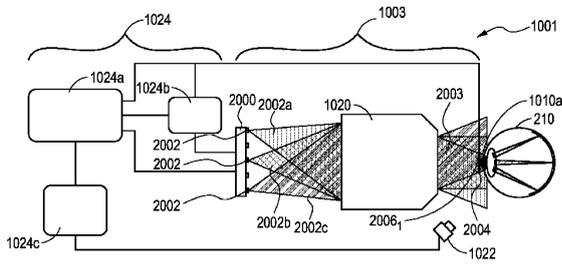


FIG. 9

【 図 10 A 】

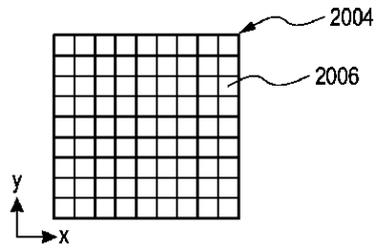


FIG. 10A

20

30

40

50

【 10 B 】

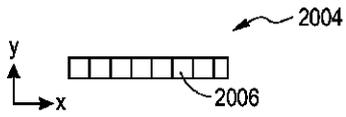


FIG. 10B

【 10 C 】

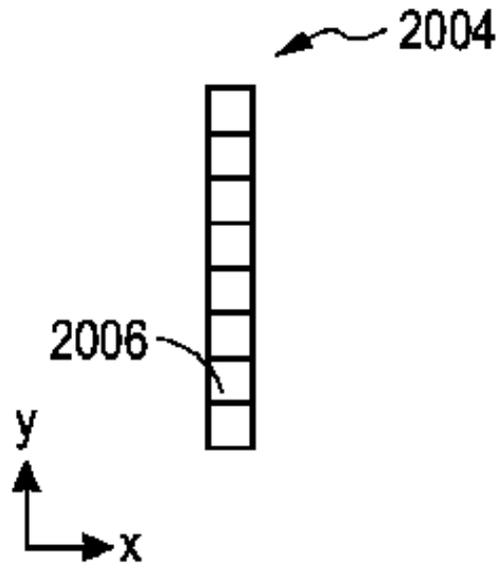


FIG. 10C

【 11 】

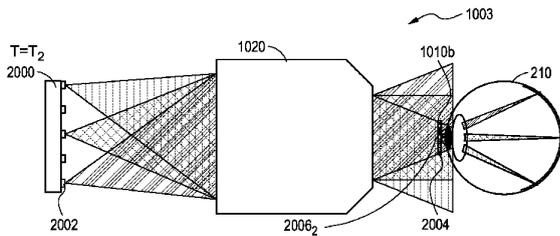


FIG. 11

【 12 】

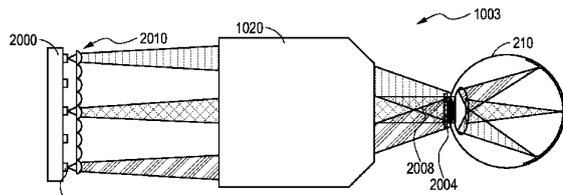


FIG. 12

10

20

30

40

50

【 図 1 3 】

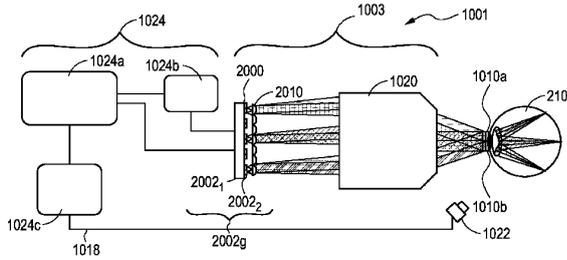


FIG. 13

【 図 1 4 】

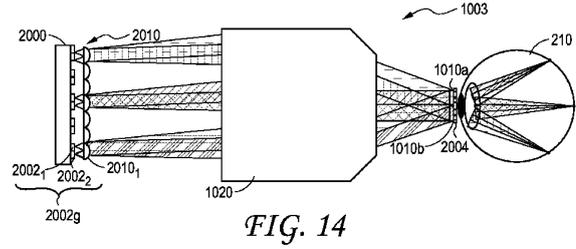


FIG. 14

10

【 図 1 5 】

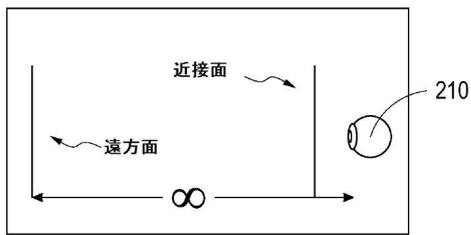


FIG. 15

【 図 1 6 A 】

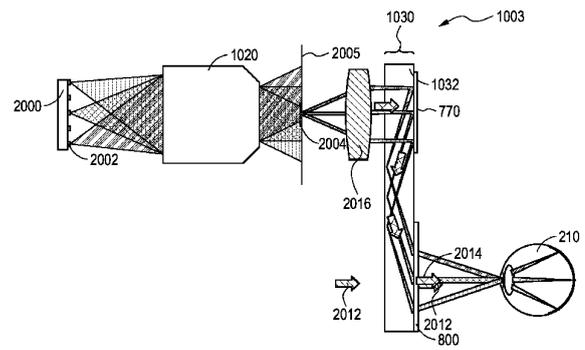


FIG. 16A

20

【 図 1 6 B 】

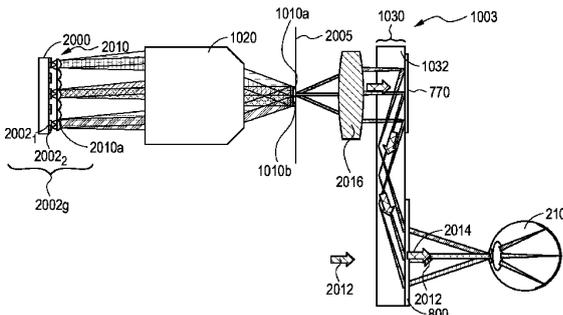


FIG. 16B

【 図 1 7 A 】

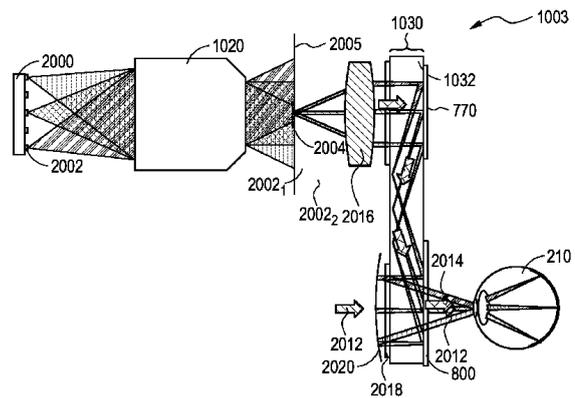


FIG. 17A

30

40

50

【図 17 B】

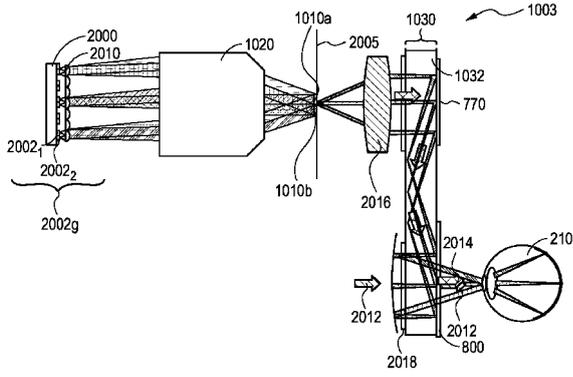


FIG. 17B

【図 18】

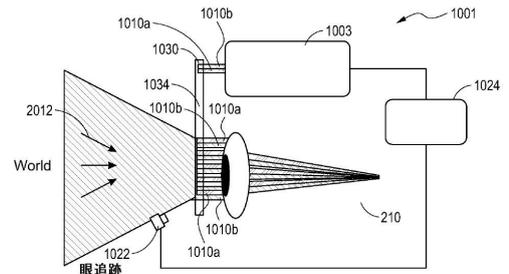


FIG. 18

10

【図 19】

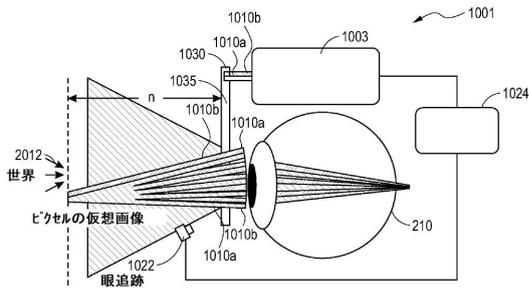


FIG. 19

【図 20 A】

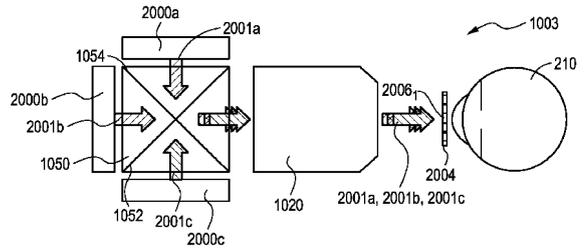


FIG. 20A

20

30

40

50

【図20B】

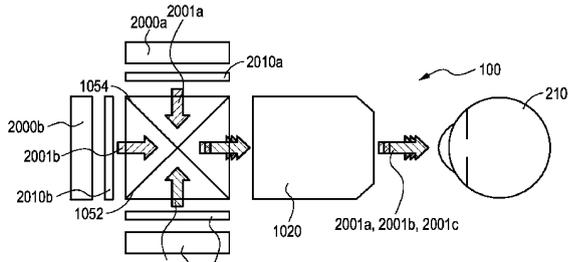


FIG. 20B

【図21】

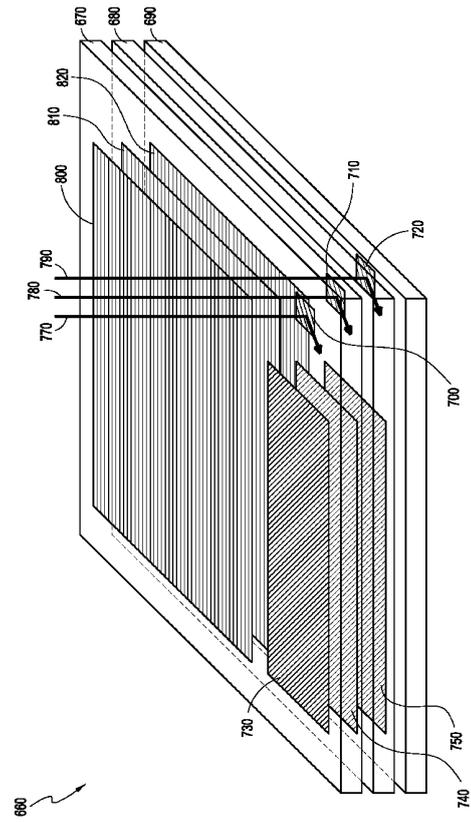


FIG. 21

【図22】

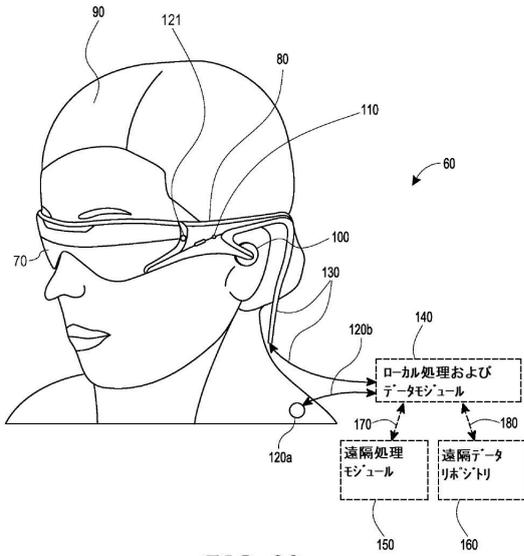


FIG. 22

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 9 G 5/00 (2006.01)

F I

G 0 9 G	5/00	5 1 0 G
G 0 9 G	5/00	5 5 0 C

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(74)代理人 100181641

弁理士 石川 大輔

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 クルグ, マイケル アンソニー

アメリカ合衆国 フロリダ 3 3 3 2 2 , プランテーション, ダブリュー. サンライズ プール
バード 7 5 0 0

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 国際公開第 1 8 / 0 7 5 9 6 8 (W O , A 1)

特開 2 0 0 2 - 3 1 8 3 6 5 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 2 1 9 7 8 8 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 9 6 3 5 1 (J P , A)

特表 2 0 0 7 - 5 1 8 1 1 3 (J P , A)

特表 2 0 0 7 - 5 0 3 6 0 6 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 2 7 9 5 6 7 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 3 7 9 1 4 (U S , A 1)

中国特許出願公開第 1 0 9 0 7 3 9 0 5 (C N , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2

G 0 2 B 3 0 / 0 0 - 3 0 / 6 0

H 0 4 N 1 3 / 0 0 - 1 3 / 3 9 8

G 0 3 B 3 5 / 0 0 - 3 5 / 2 6