

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7585206号
(P7585206)

(45)発行日 令和6年11月18日(2024.11.18)

(24)登録日 令和6年11月8日(2024.11.8)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 27/02 (2006.01)

G 0 2 B 27/02 Z

G 0 2 F 1/13 (2006.01)

G 0 2 F 1/13 5 0 5

請求項の数 15 (全57頁)

(21)出願番号	特願2021-539627(P2021-539627)	(73)特許権者	514108838
(86)(22)出願日	令和2年1月10日(2020.1.10)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2022-517207(P2022-517207 A)		M a g i c L e a p, I n c .
(43)公表日	令和4年3月7日(2022.3.7)		アメリカ合衆国 フロリダ 3 3 3 2 2 ,
(86)国際出願番号	PCT/US2020/013130		プランテーション, ウェスト サンライズ
(87)国際公開番号	WO2020/146760		ブルバード 7 5 0 0
(87)国際公開日	令和2年7月16日(2020.7.16)		7 5 0 0 W S U N R I S E B L V D
審査請求日	令和5年1月5日(2023.1.5)		, P L A N T A T I O N , F L 3 3 3
(31)優先権主張番号	62/791,441	(74)代理人	2 2 U S A
(32)優先日	平成31年1月11日(2019.1.11)		100104824
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	弁理士 穂場 仁
		(74)代理人	100121463
			弁理士 矢口 哲也
		(74)代理人	100137969
			弁理士 岡部 憲昭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 種々の深度における仮想コンテンツの時間多重化された表示

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学システムを動作させる方法であって、前記方法は、
世界オブジェクトに関連付けられている光を受け取ることと、
前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光を第1の軸に沿って線形に偏光させることと、
前記光学システムが第1の状態に従って動作しているとき、
前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光の偏光を回転させることと、
前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光を前記第1の軸に対して垂直な第2の軸に沿って線形に偏光させることと、
前記光学システムが第2の状態に従って動作しているとき、
仮想画像に関連付けられている光を接眼レンズ上に投影することと、
前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光と前記仮想画像に関連付けられている前記光とを前記第2の軸に沿って線形に偏光させ、前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光が少なくとも部分的に遮断されるようにすることとを含む、方法。

【請求項2】

前記方法は、前記光学システムが前記第2の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像に関連付けられている前記光の偏光を回転させることをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記方法は、前記光学システムが前記第 1 の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光に印加することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記方法は、前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を前記仮想画像に関連付けられている前記光に印加することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記方法は、前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像に関連付けられている前記光を外部結合することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

光学システムであって、前記光学システムは、
1 つ以上の世界側シャッタ要素と、
前記 1 つ以上の世界側シャッタ要素に結合されている接眼レンズと、
前記光学システムが第 2 の状態に従って動作しているとき、仮想画像に関連付けられている光を前記接眼レンズ上に投影するように構成されている、プロジェクタと、
前記接眼レンズに結合されている 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素と
を備え、

20

前記 1 つ以上の世界側シャッタ要素は、

世界オブジェクトに関連付けられている光を第 1 の軸に沿って線形に偏光させることと、

前記光学システムが第 1 の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光の偏光を回転させることと

を行うように構成されており、

前記 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素は、

前記光学システムが前記第 1 の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光を前記第 1 の軸に対して垂直な第 2 の軸に沿って線形に偏光させることと、

30

前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光と前記仮想画像に関連付けられている前記光とを前記第 2 の軸に沿って線形に偏光させ、前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光が少なくとも部分的に遮断されるようにすることと

を行うように構成されている、光学システム。

【請求項 7】

前記 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素は、

前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像に関連付けられている前記光の偏光を回転させるようにさらに構成されている、請求項 6 に記載の光学システム。

40

【請求項 8】

前記光学システムは、前記 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素に結合されているレンズアセンブリをさらに備える、請求項 6 に記載の光学システム。

【請求項 9】

前記レンズアセンブリは、前記光学システムが前記第 1 の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を前記世界オブジェクトに関連付けられている前記光に印加するように構成されている、請求項 8 に記載の光学システム。

【請求項 10】

前記レンズアセンブリは、前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を前記仮想画像に関連付けられている前記光に印加するように構成

50

されている、請求項 8 に記載の光学システム。

【請求項 1 1】

前記接眼レンズは、前記光学システムが前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像に関連付けられている前記光を前記 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素に向かって外部結合するように構成されている、請求項 6 に記載の光学システム。

【請求項 1 2】

前記 1 つ以上の世界側シャッタ要素は、

世界側偏光器と、

世界側切替可能波長板と

を含み、

前記 1 つ以上のユーザ側シャッタ要素は、

ユーザ側偏光器と、

ユーザ側切替可能波長板と

を含む、請求項 6 に記載の光学システム。

【請求項 1 3】

前記光学システムは、前記世界側切替可能波長板が電氣的にアクティブ化され、かつ、前記ユーザ側切替可能波長板が電氣的にアクティブ化されないとき、前記第 1 の状態に従って動作している、請求項 1 2 に記載の光学システム。

【請求項 1 4】

前記光学システムは、前記ユーザ側切替可能波長板が電氣的にアクティブ化され、かつ、前記世界側切替可能波長板が電氣的にアクティブ化されないとき、前記第 2 の状態に従って動作している、請求項 1 2 に記載の光学システム。

【請求項 1 5】

前記世界側偏光器は、前記世界側切替可能波長板に結合されている、請求項 1 2 に記載の光学システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

(関連出願の相互参照)

本願は、その内容が、その全体として本明細書に組み込まれる、2019年1月11日に出願され、「TIME-MULTIPLEXED DISPLAY OF VIRTUAL CONTENT AT VARIOUS DEPTHS」と題された、米国仮特許出願第 62 / 791, 441 号の優先権の利益を主張する。

【0 0 0 2】

現代のコンピューティングおよびディスプレイ技術は、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おり、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。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う。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。

【0 0 0 3】

これらのディスプレイ技術において成された進歩にもかかわらず、当技術分野において、拡張現実システム、特に、ディスプレイシステムに関連する、改良された方法、システム、およびデバイスの必要性が存在する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

本開示は、概して、光学システムの性能およびユーザ体験を改良するための技法に関する。より具体的には、本開示の実施形態は、仮想コンテンツを種々の深度に表示するため

10

20

30

40

50

に、適応レンズアセンブリおよび／またはシャッタ要素を備える、拡張現実（AR）デバイスを動作させるためのシステムおよび方法を提供する。本開示は、ARデバイスを参照して説明されるが、本開示は、コンピュータビジョンおよび画像ディスプレイシステムにおける種々の用途に適用可能である。本開示の説明は、一連の実施例を参照して下記に提供される。

【0005】

実施例1は、光学システムを動作させる方法であって、光学システムにおいて、世界オブジェクトと関連付けられる光を受け取るステップと、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、光学システムの世界側偏光器によって、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、光学システムの世界側切替可能波長板によって、世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を90度回転させるステップと、光学システムのユーザ側偏光器によって、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸と垂直な第2の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、ゼロ正味屈折力を、光学システムのレンズアセンブリによって、世界オブジェクトと関連付けられる光に印加するステップと、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、光学システムのプロジェクタによって、仮想画像と関連付けられる光を光学システムの接眼レンズ上に投影するステップと、接眼レンズによって、仮想画像と関連付けられる光をユーザ側偏光器に向かって外部結合するステップと、ユーザ側偏光器によって、世界オブジェクトと関連付けられる光および仮想画像と関連付けられる光を、第2の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、ユーザ側切替可能波長板によって、仮想画像と関連付けられる光の偏光を90度回転させるステップと、非ゼロ正味屈折力を、レンズアセンブリによって、仮想画像と関連付けられる光に印加するステップを含み、光学システムが、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第1の状態に従って動作しており、光学システムが、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第2の状態に従って動作しており、世界側偏光器が、世界側切替可能波長板に結合され、世界側切替可能波長板が、接眼レンズの世界側において、接眼レンズに結合され、ユーザ側偏光器が、接眼レンズのユーザ側において、接眼レンズに結合され、レンズアセンブリが、ユーザ側偏光器に結合され、ユーザ側切替可能波長板が、レンズアセンブリの2つの層間に位置付けられる、方法である。

【0006】

実施例2は、光学システムであって、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸に沿って、線形に偏光させるように構成される、世界側偏光器と、世界側偏光器に結合され、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を90度回転させるように構成される、世界側切替可能波長板と、世界側切替可能波長板に結合される、接眼レンズと、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる、光を接眼レンズ上に投影するように構成される、プロジェクタと、接眼レンズに結合され、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸と垂直な第2の軸に沿って、線形に偏光させ、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光と、仮想画像と関連付けられる光とを、第2の軸に沿って、線形に偏光させるように構成される、ユーザ側偏光器と、ユーザ側偏光器に結合され、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を、世界オブジェクトと関連付けられる光に印加し、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を、仮想画像と関連付けられる光に印加するように構成される、レンズアセンブリと、レンズアセンブリの2つの層間に位置付けられ、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる光の偏光を90度回転させるように構成される、ユーザ側切替可能波長板とを備える、光学システムである。

【0007】

実施例3は、光学システムを動作させる方法であって、光学システムにおいて、世界オ

ブジェクトと関連付けられる光を受け取るステップと、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、光学システムの1つ以上の世界側シャッタ要素によって、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、1つ以上の世界側シャッタ要素によって、世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を90度回転させるステップと、光学システムの1つ以上のユーザ側シャッタ要素によって、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第1の軸と垂直な第2の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、光学システムのプロジェクトによって、仮想画像と関連付けられる光を光学システムの接眼レンズ上に投影するステップと、1つ以上のユーザ側シャッタ要素によって、世界オブジェクトと関連付けられる光と、仮想画像と関連付けられる光とを、第2の軸に沿って、線形に偏光させるステップと、1つ以上のユーザ側シャッタ要素によって、仮想画像と関連付けられる光の偏光を90度回転させるステップとを含む、方法である。

10

【0008】

実施例4は、光学システムが、第1の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を、光学システムのレンズアセンブリによって、世界オブジェクトと関連付けられる光に印加するステップをさらに含む、実施例3に記載の方法である。

【0009】

実施例5は、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、光学システムのレンズアセンブリによって、非ゼロ正味屈折力を、仮想画像と関連付けられる光に印加するステップをさらに含む、実施例3に記載の方法である。

20

【0010】

実施例6は、光学システムが、第2の状態に従って動作しているとき、接眼レンズによって、仮想画像と関連付けられる光を、1つ以上のユーザ側シャッタ要素に向かって外部結合するステップをさらに含む、実施例3に記載の方法である。

【0011】

実施例7は、1つ以上の世界側シャッタ要素が、世界側偏光器と、世界側切替可能波長板とを含む、実施例3に記載の方法である。

【0012】

実施例8は、1つ以上のユーザ側シャッタ要素が、ユーザ側偏光器と、ユーザ側切替可能波長板とを含む、実施例7に記載の方法である。

30

【0013】

実施例9は、光学システムが、レンズアセンブリを含む、実施例8に記載の方法である。

【0014】

実施例10は、光学システムが、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第1の状態に従って動作している、実施例9に記載の方法である。

【0015】

実施例11は、光学システムが、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第2の状態に従って動作している、実施例9に記載の方法である。

40

【0016】

実施例12は、世界側偏光器が、世界側切替可能波長板に結合される、実施例9に記載の方法である。

【0017】

実施例13は、世界側切替可能波長板が、接眼レンズの世界側において、接眼レンズに結合される、実施例9に記載の方法である。

【0018】

実施例14は、ユーザ側偏光器が、接眼レンズのユーザ側において、接眼レンズに結合される、実施例9に記載の方法である。

【0019】

50

実施例 15 は、レンズアセンブリが、ユーザ側偏光器に結合される、実施例 9 に記載の方法である。

【0020】

実施例 16 は、ユーザ側切替可能波長板が、レンズアセンブリの 2 つの層間に位置付けられる、実施例 9 に記載の方法である。

【0021】

実施例 17 は、光学システムであって、光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第 1 の軸に沿って、線形に偏光させ、世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を 90 度回転させるように構成される、1 つ以上の世界側シャッタ要素と、1 つ以上の世界側シャッタ要素に結合される、接眼レンズと、光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる光を接眼レンズ上に投影するように構成される、プロジェクタと、接眼レンズに結合され、光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光を、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光させ、光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、世界オブジェクトと関連付けられる光と、仮想画像と関連付けられる光とを、第 2 の軸に沿って、線形に偏光させ、光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる光の偏光を 90 度回転させるように構成される、1 つ以上のユーザ側シャッタ要素とを備える、光学システムである。

【0022】

実施例 18 は、1 つ以上のユーザ側シャッタ要素に結合される、レンズアセンブリをさらに備える、実施例 17 に記載の光学システムである。

【0023】

実施例 19 は、レンズアセンブリが、光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を、世界オブジェクトと関連付けられる光に印加するように構成される、実施例 18 に記載の光学システムである。

【0024】

実施例 20 は、レンズアセンブリが、光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を、仮想画像と関連付けられる光に印加するように構成される、実施例 18 に記載の光学システムである。

【0025】

実施例 21 は、接眼レンズが、光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる光を、1 つ以上のユーザ側シャッタ要素に向かって外部結合するように構成される、実施例 17 に記載の光学システムである。

【0026】

実施例 22 は、1 つ以上の世界側シャッタ要素が、世界側偏光器と、世界側切替可能波長板とを含む、実施例 17 に記載の光学システムである。

【0027】

実施例 23 は、1 つ以上のユーザ側シャッタ要素が、ユーザ側偏光器と、ユーザ側切替可能波長板とを含む、実施例 22 に記載の光学システムである。

【0028】

実施例 24 は、光学システムが、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第 1 の状態に従って動作している、実施例 23 に記載の光学システムである。

【0029】

実施例 25 は、光学システムが、ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、第 2 の状態に従って動作している、実施例 23 に記載の光学システムである。

【0030】

実施例 26 は、世界側偏光器が、世界側切替可能波長板に結合される、実施例 23 に記載の光学システムである。

10

20

30

40

50

【0031】

実施例27は、世界側切替可能波長板が、接眼レンズの世界側において、接眼レンズに結合される、実施例23に記載の光学システムである。

【0032】

実施例28は、ユーザ側偏光器が、接眼レンズのユーザ側において、接眼レンズに結合される、実施例23に記載の光学システムである。

【0033】

実施例29は、レンズアセンブリが、ユーザ側偏光器に結合される、実施例23に記載の光学システムである。

【0034】

実施例30は、ユーザ側切替可能波長板が、レンズアセンブリの2つの層間に位置付けられる、実施例23に記載の光学システムである。

【0035】

実施例31は、ディスプレイデバイスであって、光を導波管アセンブリの出力表面と平行な側方方向に誘導するように構成される、導波管アセンブリであって、誘導される光を出力表面を通して外部結合するようにさらに構成される、導波管アセンブリと、導波管アセンブリの第1の側上に配置される、適応レンズアセンブリであって、導波管アセンブリから外部結合された光を受け取り、異なる屈折力を有する複数の状態間で、選択的に切り替えられるように配置される、適応レンズアセンブリとを備え、適応レンズアセンブリが、偏光依存屈折力を線形に偏光された光に付与するように構成される、レンズスタックを備え、レンズスタックが、相互に接触する、複屈折レンズと、等方性レンズとを備え、複屈折レンズおよび等方性レンズの接触表面が、共形界面を形成する、ディスプレイデバイスである。

【0036】

実施例32は、導波管アセンブリの第1の側に対向する第2の側上に配置される、第2の適応レンズアセンブリをさらに備え、第2の適応レンズアセンブリが、異なる屈折力を有する複数の状態間で、選択的に切り替えられるように構成され、偏光依存屈折力を線形に偏光された光に付与するように構成される、第2のレンズスタックを備え、第2のレンズスタックが、相互に接触する、第2の複屈折レンズと、第2の等方性レンズとを備え、共形界面をその間に形成する、実施例31に記載のディスプレイデバイスである。

【0037】

実施例33は、第1および第2の適応レンズアセンブリがそれぞれさらに、レンズスタックまたは第2のレンズスタックの個別のものに光学的に結合される、ねじれネマチック(TN)液晶(LC)を備える、切替可能半波長板を備え、切替可能半波長板が、アクティブ化解除されると、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光を保存し、アクティブ化されると、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光を改変するように構成される、実施例32に記載のディスプレイデバイスである。

【0038】

実施例34は、導波管アセンブリの第1の側に対向する第2の側上に、一時的に、その上に入射する光を交互に遮断および通過させるように構成される、シャッタと、線形偏光器とをさらに備える、実施例33に記載のディスプレイデバイスである。

【0039】

実施例35は、導波管アセンブリが、コレステリック液晶を備え、円形に偏光された光を外部結合するように構成される、実施例34に記載のディスプレイデバイスである。

【0040】

実施例36は、導波管アセンブリが、一對の4分の1波長板によって介在される、実施例35に記載のディスプレイデバイスである。

【0041】

実施例37は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向

10

20

30

40

50

するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、ユーザの環境からの可変量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように制御可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、可変量の屈折力をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように制御可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、シャッタアセンブリが、第1の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第1の量の屈折力をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第1の状態と、シャッタアセンブリが、第2の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第2の量の屈折力をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第2の状態であって、第2の量の周囲光が、第1の量の周囲光未満であって、第2の量の屈折力が、第1の量の屈折力を上回る、第2の状態とを含む、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成される、制御回路網とを備える、光学システムである。

10

【0042】

実施例38は、第1の量の周囲光が、それに対してシャッタアセンブリが、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、ユーザの環境からの最大量の周囲光を含み、第1の量の屈折力が、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最小量の屈折力を含む、実施例37に記載の光学システムである。

20

【0043】

実施例39は、第2の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、ユーザの正面の第1の深度に位置付けられているようにユーザによって知覚されることになる、仮想コンテンツを表す、光を放出させるように構成される、実施例37または38のいずれかに記載の光学システムである。

【0044】

実施例40は、制御回路網が、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになる、ユーザの正面の第1の深度に基づいて、第2の量の周囲光および第2の量の屈折力を決定するように構成される、実施例39に記載の光学システムである。

30

【0045】

実施例41は、第1の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、ユーザの正面の第2の深度に位置付けられているように、ユーザによって知覚されることになる、仮想コンテンツを表す、光を放出させるように構成され、第2の深度が、第1の深度を上回る、実施例39に記載の光学システムである。

【0046】

実施例42は、第2の深度が、実質的に、光学無限遠に匹敵する、実施例41に記載の光学システムである。

40

【0047】

実施例43は、第1の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、光を放出させないように構成される、実施例39に記載の光学システムである。

【0048】

実施例44は、制御回路網が、2つ以上の状態間で、最小切替周波数以上のレートで、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成される、実施例37または38のいずれかに記載の光学システムである。

【0049】

実施例45は、最小切替周波数が、120Hzである、実施例44に記載の光学システムである。

50

【0050】

実施例46は、ユーザの環境からの周囲光の強度を測定するように構成される、周囲光センサをさらに備え、制御回路網が、周囲光センサに通信可能に結合され、周囲光センサから受信されたデータに基づいて、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるレートをさらに決定するように構成される、実施例44に記載の光学システムである。

【0051】

実施例47は、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最小量の屈折力が、約ゼロである、実施例38に記載の光学システムである。

【0052】

実施例48は、第2の量の周囲光が、それに対してシャッタアセンブリが、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、ユーザの環境からの最小量の周囲光を含み、第2の量の屈折力が、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最大量の屈折力を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学システム。

【0053】

実施例49は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、ユーザの環境からの可変量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように制御可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、可変量の屈折力をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように制御可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、同期して、適応レンズアセンブリに、それを通してユーザに向かって通過する光に付与される屈折力の量を変動させ、シャッタアセンブリに、適応レンズアセンブリによってそれを通して通過する光に付与される屈折力の量と反比例して、それを通してユーザに向かって通過することを可能にされるユーザの環境からの周囲光の量を変動させるように構成される、制御回路網とを備える、光学システムである。

【0054】

実施例50は、少なくとも1つの導波管がさらに、ユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0055】

実施例51は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管とユーザの環境との間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0056】

実施例52は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0057】

実施例53は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管と適応レンズアセンブリとの間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0058】

実施例54は、少なくとも1つの導波管が、複数の導波管を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

10

20

30

40

50

【0059】

実施例55は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、1つ以上のプロセッサに、少なくとも部分的に、上記の実施例のいずれかの方法を実施させる、命令を記憶する、非一過性コンピュータ可読媒体である。

【0060】

実施例56は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、それぞれ、シャッタアセンブリが、ユーザの環境からの異なる量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、それぞれ、適応レンズが、異なる量の波面発散をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網とを備える、光学システムである。

10

【0061】

実施例57は、制御回路網が、2つ以上の状態間で、特定のレートで、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成され、2つ以上の状態が、シャッタアセンブリが、第1の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第1の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第1の状態と、シャッタアセンブリが、第2の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第2の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第2の状態であって、第2の量の周囲光が、第1の量の周囲光と異なり、第2の量の波面発散が、第1の量の波面発散と異なる、第2の状態とを含む、実施例56に記載の光学システムである。

20

【0062】

実施例58は、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせる、特定のレートが、最小切替周波数以上のレートを含む、実施例57に記載の光学システムである。

30

【0063】

実施例59は、ユーザの環境からの周囲光の強度を測定するように構成される、周囲光センサをさらに備え、制御回路網が、周囲光センサに通信可能に結合され、周囲光センサから受信されたデータに基づいて、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせる、特定のレートをさらに決定するように構成される、実施例57または58に記載の光学システムである。

【0064】

実施例60は、最小切替周波数が、120Hzである、実施例58または59に記載の光学システムである。

40

【0065】

実施例61は、第1の量の周囲光が、それに対してシャッタアセンブリが、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、ユーザの環境からの最大量の周囲光を含み、第1の量の波面発散が、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最小量の波面発散を含む、実施例57に記載の光学システムである。

【0066】

実施例62は、第2の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、ユーザの正面の第1の深度に位置付けられているようにユーザによって知覚されることになる、仮想コンテン

50

ツを表す、光を放出させるように構成される、実施例 5 7 または 6 1 のいずれかに記載の光学システム。

【0067】

実施例 6 3 は、制御回路網が、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになる、ユーザの正面の第 1 の深度に基づいて、第 2 の量の周囲光および第 2 の量の波面発散のうちの少なくとも 1 つを決定するように構成される、実施例 6 2 に記載の光学システムである。

【0068】

実施例 6 4 は、第 1 の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、ユーザの正面の第 2 の深度に位置付けられているようにユーザによって知覚されることになる、仮想コンテンツを表す、光を放出させるように構成され、第 2 の深度が、第 1 の深度を上回る、実施例 6 2 に記載の光学システムである。

10

【0069】

実施例 6 5 は、第 2 の深度が、実質的に、光学無限遠に匹敵する、実施例 6 4 に記載の光学システムである。

【0070】

実施例 6 6 は、第 1 の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、光を放出させないように構成される、実施例 6 2 に記載の光学システムである。

【0071】

実施例 6 7 は、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最小量の波面発散が、約ゼロである、実施例 6 1 に記載の光学システムである。

20

【0072】

実施例 6 8 は、第 2 の量の周囲光が、第 1 の量の周囲光未満であって、第 2 の量の波面発散が、第 1 の量の波面発散を上回る、請求項 5 7 に記載の光学システム。

【0073】

実施例 6 9 は、第 2 の量の周囲光が、それに対してシャッタアセンブリが、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、ユーザの環境からの最小量の周囲光を含み、第 2 の量の波面発散が、それに対して適応レンズアセンブリが、それを通して通過する光に付与するように構成される、最大量の波面発散を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

30

【0074】

実施例 7 0 は、制御回路網が、シャッタアセンブリによってそれを通してユーザに向かって通過することを可能にされる、ユーザの環境からの周囲光の量と、適応レンズアセンブリによってそれを通してユーザに向かって通過する光に付与される波面発散の量との間の反比例関係をもたらし様式において、異なる状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成される、実施例 5 6 に記載の光学システムである。

【0075】

実施例 7 1 は、制御回路網が、シャッタアセンブリの状態および適応レンズアセンブリの状態を非同期様式で制御するように構成される、第 1 の動作モードと、制御回路網が、シャッタアセンブリの状態および適応レンズアセンブリの状態を同期様式で制御するように構成される、第 2 の動作モードとを含む、少なくとも 2 つの異なる動作モード間で交互するように構成される、実施例 5 6 に記載の光学システムである。

40

【0076】

実施例 7 2 は、第 2 の動作モードでは、制御回路網が、シャッタアセンブリが、第 1 の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第 1 の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第 1 の状態と、シャッタアセンブリが、第 2 の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にする

50

ように構成され、適応レンズアセンブリが、第2の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第2の状態であって、第2の量の周囲光が、第1の量の周囲光と異なり、第2の量の波面発散が、第1の量の波面発散と異なる、第2の状態とを含む、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成される、実施例71に記載の光学システムである。

【0077】

実施例73は、ユーザの眼の一方または両方の画像を捕捉するように構成される、1つ以上のカメラをさらに備え、制御回路網が、1つ以上のカメラに通信可能に結合され、少なくとも部分的に、1つ以上のカメラから受信されたデータに基づいて、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するようにさらに構成される、実施例71に記載の光学システムである。

10

【0078】

実施例74は、制御回路網がさらに、1つ以上のカメラから受信されたデータに基づいて、ユーザの眼が固視している、深度を決定し、少なくとも部分的に、ユーザの眼が固視していると決定された深度に基づいて、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するように構成される、実施例73に記載の光学システムである。

【0079】

実施例75は、制御回路網がさらに、プロジェクタに、仮想コンテンツを表す、光を放出させるように構成される、実施例71に記載の光学システムである。

【0080】

20

実施例76は、制御回路網がさらに、仮想コンテンツに関する遠近調節－輻輳・開散運動不整合が閾値を超えるかどうかを決定し、仮想コンテンツに関する遠近調節－輻輳・開散運動不整合が閾値を超えることの決定に応答して、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するように構成される、実施例75に記載の光学システムである。

【0081】

実施例77は、制御回路網がさらに、少なくとも部分的に、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになる、ユーザの正面の深度に基づいて、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するように構成される、実施例75に記載の光学システムである。

【0082】

実施例78は、第1の動作モードでは、制御回路網が、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリのうちの少なくとも1つの状態を実質的に固定されたままにさせるように構成される、実施例71に記載の光学システムである。

30

【0083】

実施例79は、少なくとも1つの導波管がさらに、ユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0084】

実施例80は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管とユーザの環境との間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

40

【0085】

実施例81は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0086】

実施例82は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管と適応レンズアセンブリとの間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、上記実施例のいずれかに記載の光学システムである。

【0087】

実施例83は、少なくとも1つの導波管が、複数の導波管を備える、上記実施例のいづ

50

れかに記載の光学システムである。

【0088】

実施例84は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、それぞれ、シャッタアセンブリが、ユーザの環境からの異なる量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、それぞれ、適応レンズが、異なる量の波面発散をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、2つ以上の状態間で、特定のレートで、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成され、2つ以上の状態が、シャッタアセンブリが、第1の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第1の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第1の状態と、シャッタアセンブリが、第2の量のユーザの環境からの周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、適応レンズアセンブリが、第2の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第2の状態であって、第2の量の周囲光が、第1の量の周囲光と異なり、第2の量の波面発散が、第1の量の波面発散と異なる、第2の状態とを含む、制御回路網とを備える、光学システムである。

【0089】

実施例85は、第2の量の周囲光が、第1の量の周囲光未満であって、第2の量の波面発散が、第1の量の波面発散を上回る、実施例84に記載の光学システムである。

【0090】

実施例86は、2つ以上の状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせる、特定のレートが、最小切替周波数以上のレートを含む、実施例84に記載の光学システムである。

【0091】

実施例87は、第2の状態では、制御回路網が、プロジェクタに、ユーザの正面の第1の深度に位置付けられているようにユーザによって知覚されることになる、仮想コンテンツを表す、光を放出させるように構成され、制御回路網が、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになる、ユーザの正面の第1の深度に基づいて、第2の量の周囲光および第2の量の波面発散のうちの少なくとも1つを決定するように構成される、実施例84に記載の光学システムである。

【0092】

実施例88は、シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントが、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、実施例84に記載の光学システムである。

【0093】

実施例89は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、ユーザの環境からの可変量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように制御可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、可変量の波面発散をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように制御可能である、適応レンズアセ

ンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、同期して、適応レンズアセンブリに、それを通してユーザに向かって通過する光に付与される波面発散の量を変動させ、シャッタアセンブリに、適応レンズアセンブリによってそれを通して通過する光に付与される波面発散の量と反比例して、それを通してユーザに向かって通過することを可能にされる、ユーザの環境からの周囲光の量を変動させるように構成される、制御回路網とを備える、光学システムである。

【0094】

実施例90は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、それぞれ、シャッタアセンブリが、ユーザの環境からの異なる量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、それぞれ、適応レンズが、異なる量の波面発散をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、シャッタアセンブリによってそれを通してユーザに向かって通過することを可能にされる、ユーザの環境からの周囲光の量と、適応レンズアセンブリによってそれを通してユーザに向かって通過する光に付与される波面発散の量との間の反比例関係をもたらす様式において、異なる状態間で、シャッタアセンブリおよび適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成される、制御回路網とを備える、光学システムである。

【0095】

実施例91は、光学システムであって、光を放出するように構成される、プロジェクタと、プロジェクタに光学的に結合され、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる、少なくとも1つのコンポーネントを備える、シャッタアセンブリであって、それぞれ、シャッタアセンブリが、ユーザの環境からの異なる量の周囲光が、それを通してユーザに向かって通過することを可能にするように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、シャッタアセンブリと、少なくとも1つの導波管とユーザとの間に位置付けられる、適応レンズアセンブリであって、それぞれ、適応レンズが、異なる量の波面発散をそれを通してユーザに向かって通過する光に付与するように構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、適応レンズアセンブリと、プロジェクタ、シャッタアセンブリ、および適応レンズアセンブリに通信可能に結合される、制御回路網であって、制御回路網が、シャッタアセンブリの状態および適応レンズアセンブリの状態を非同期様式で制御するように構成される、第1の動作モードと、制御回路網が、シャッタアセンブリの状態および適応レンズアセンブリの状態を同期様式で制御するように構成される、第2の動作モードとを含む、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するように構成される、制御回路網とを備える、光学システムである。

【0096】

実施例92は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、1つ以上のプロセッサに、上記の実施例のいずれかの制御回路網によって実施される動作のうちの1つ以上のものを実施させる、命令を記憶する、非一過性コンピュータ可読媒体である。

【0097】

従来の技法に優る多数の利点が、本開示の方法によって達成される。本明細書に説明される種々の実施形態は、仮想コンテンツを種々の深度に提供しながら、同時に、世界光を歪曲されていないままにするように、屈折力を仮想画像光に印加し得る、コンパクトで時間多重化されたディスプレイを提供する。本明細書に説明される種々の実施形態また、偏

10

20

30

40

50

光選択的レンズスタックを含む、適応レンズアセンブリを提供する。ある実装では、偏光選択的レンズスタックは、相互に接触する、複屈折レンズ、例えば、フレネル複屈折レンズと、等方性レンズとを備える。そのようなアセンブリは、コンパクト（例えば、低減された厚さを有することができる）および／または軽量であることができる。これらのアセンブリは、潜在的にまた、高帯域幅、増加された切替速度、低減された色収差、増加された整合の容易性、および／または可変屈折力等の種々の有利な光学機能性を提供し得る。本開示のいくつかの実施形態は、従来の正面適応レンズアセンブリとシャッタアセンブリを置換し、より小さい／より軽量の形状因子および増加された電力節約をもたらすことを提供する。加えて、本明細書に説明される種々の実施形態は、そうでなければ「残影」画像につながり得る、比較的に低量の漏出光を伴う、適応レンズアセンブリを提供することができる。本開示の他の利点は、当業者に容易に明白となるであろう。

10

本発明は、例えば、以下を提供する。

（項目 1）

光学システムを動作させる方法であって、前記方法は、
世界オブジェクトと関連付けられる光を受け取ることと、
前記世界オブジェクトと関連付けられる光を、第 1 の軸に沿って、線形に偏光させることと、
前記光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、
前記世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を回転させることと、
前記世界オブジェクトと関連付けられる光を、前記第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光させることと、
前記光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、
仮想画像と関連付けられる光を接眼レンズ上に投影することと、
前記世界オブジェクトと関連付けられる光と、前記仮想画像と関連付けられる光とを、前記第 2 の軸に沿って、線形に偏光させることと
を含む、方法。

20

（項目 2）

前記光学システムが、前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像と関連付けられる光の偏光を回転させることをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

（項目 3）

前記光学システムが、前記第 1 の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を、前記世界オブジェクトと関連付けられる光に印加することをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

30

（項目 4）

前記光学システムが、前記第 2 の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を、前記仮想画像と関連付けられる光に印加することをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

（項目 5）

前記光学システムが、前記第 2 の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像と関連付けられる光を外部結合することをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

（項目 6）

光学システムであって、
1 つ以上の世界側シャッタ要素であって、
世界オブジェクトと関連付けられる光を、第 1 の軸に沿って、線形に偏光させることと、
前記光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光を回転させることと
を行うように構成される、1 つ以上の世界側シャッタ要素と、
前記 1 つ以上の世界側シャッタ要素に結合される接眼レンズと、
プロジェクタであって、前記プロジェクタは、前記光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、仮想画像と関連付けられる光を前記接眼レンズ上に投影するように構成される、プロジェクタと、

40

50

前記接眼レンズに結合された1つ以上のユーザ側シャッタ要素であって、

前記光学システムが、前記第1の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトと関連付けられる光を、前記第1の軸と垂直な第2の軸に沿って、線形に偏光させることと、

前記光学システムが、前記第2の状態に従って動作しているとき、前記世界オブジェクトと関連付けられる光と、前記仮想画像と関連付けられる光とを、前記第2の軸に沿って、線形に偏光させることと

を行うように構成される、1つ以上のユーザ側シャッタ要素と
を備える、光学システム。

(項目7)

前記1つ以上のユーザ側シャッタ要素はさらに、

前記光学システムが、前記第2の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像と関連付けられる光の偏光を回転させるように構成される、項目6に記載の光学システム。

(項目8)

前記1つ以上のユーザ側シャッタ要素に結合されるレンズアセンブリをさらに備える、項目6に記載の光学システム。

(項目9)

前記レンズアセンブリは、前記光学システムが、前記第1の状態に従って動作しているとき、ゼロ正味屈折力を、前記世界オブジェクトと関連付けられる光に印加するように構成される、項目8に記載の光学システム。

(項目10)

前記レンズアセンブリは、前記光学システムが、前記第2の状態に従って動作しているとき、非ゼロ正味屈折力を、前記仮想画像と関連付けられる光に印加するように構成される、項目8に記載の光学システム。

(項目11)

前記接眼レンズは、前記光学システムが、前記第2の状態に従って動作しているとき、前記仮想画像と関連付けられる光を、前記1つ以上のユーザ側シャッタ要素に向かって外部結合するように構成される、項目6に記載の光学システム。

(項目12)

前記1つ以上の世界側シャッタ要素は、

世界側偏光器と、

世界側切替可能波長板と

を含み、

前記1つ以上のユーザ側シャッタ要素は、

ユーザ側偏光器と、

ユーザ側切替可能波長板と

を含む、項目6に記載の光学システム。

(項目13)

前記光学システムは、前記世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、前記ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、前記第1の状態に従って動作している、項目12に記載の光学システム。

(項目14)

前記光学システムは、前記ユーザ側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化され、前記世界側切替可能波長板が、電氣的にアクティブ化されないとき、前記第2の状態に従って動作している、項目12に記載の光学システム。

(項目15)

前記世界側偏光器は、前記世界側切替可能波長板に結合される、項目12に記載の光学システム。

(項目16)

光学システムであって、

10

20

30

40

50

光を放出するように構成されるプロジェクタと、

前記プロジェクタに光学的に結合された少なくとも1つの導波管であって、前記少なくとも1つの導波管は、光を受け取り、そこからユーザに向かって再指向するように構成される、少なくとも1つの導波管と、

前記少なくとも1つの導波管に隣接して位置付けられる少なくとも1つのコンポーネントを備えるシャッタアセンブリであって、前記シャッタアセンブリは、それぞれ、前記ユーザの環境からの異なる量の周囲光が、それを通して前記ユーザに向かって通過することを可能にするように前記シャッタアセンブリが構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、シャッタアセンブリと、

前記少なくとも1つの導波管と前記ユーザとの間に位置付けられる適応レンズアセンブリであって、前記適応レンズアセンブリは、それぞれ、異なる量の波面発散をそれを通して前記ユーザに向かって通過する光に付与するように前記適応レンズが構成される、異なる状態間で選択的に切替可能である、適応レンズアセンブリと、

前記プロジェクタ、前記シャッタアセンブリ、および前記適応レンズアセンブリに通信可能に結合される制御回路網であって、前記制御回路網は、2つ以上の状態間で、特定のレートで、前記シャッタアセンブリおよび前記適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせるように構成され、前記2つ以上の状態は、

第1の状態であって、前記シャッタアセンブリは、第1の量の前記ユーザの環境からの周囲光が、それを通して前記ユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、前記適応レンズアセンブリは、第1の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成される、第1の状態と、

第2の状態であって、前記シャッタアセンブリは、第2の量の前記ユーザの環境からの周囲光が、それを通して前記ユーザに向かって通過することを可能にするように構成され、前記適応レンズアセンブリは、第2の量の波面発散をそれを通して通過する光に付与するように構成され、前記第2の量の周囲光は、前記第1の量の周囲光と異なり、前記第2の量の波面発散は、前記第1の量の波面発散と異なる、第2の状態と

を含む、制御回路網と、

を備える、光学システム。

(項目17)

前記第2の量の周囲光は、前記第1の量の周囲光未満であり、前記第2の量の波面発散は、前記第1の量の波面発散を上回る、項目16に記載の光学システム。

(項目18)

前記2つ以上の状態間で、前記シャッタアセンブリおよび前記適応レンズアセンブリを同期して切り替えさせる前記特定のレートは、最小切替周波数以上のレートを含む、項目16に記載の光学システム。

(項目19)

前記第2の状態では、前記制御回路網は、前記プロジェクタに、前記ユーザの正面の第1の深度に位置付けられているようにユーザによって知覚されることになる仮想コンテンツを表す光を放出させるように構成され、前記制御回路網は、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになる前記ユーザの正面の第1の深度に基づいて、前記第2の量の周囲光および前記第2の量の波面発散のうちの少なくとも1つを決定するように構成される、項目16に記載の光学システム。

(項目20)

前記シャッタアセンブリの少なくとも1つのコンポーネントは、前記少なくとも1つの導波管と前記ユーザとの間に位置付けられる少なくとも1つのコンポーネントを備える、項目16に記載の光学システム。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】図1は、本明細書に説明される実施形態による、ウェアラブルARデバイスを通して視認されるような拡張現実（AR）場面を図示する。

10

20

30

40

50

【0099】

【図2】図2は、一对の適応レンズアセンブリを備える、ディスプレイシステムの実施例を図示する。

【0100】

【図3】図3Aは、適応レンズを使用して、仮想深度平面において、仮想コンテンツをユーザに表示する、図2のディスプレイシステムの実施例を図示する。図3Bは、適応レンズを通して、実世界コンテンツのビューをユーザに提供する、図2のディスプレイシステムの実施例を図示する。

【0101】

【図4A】図4A-4Cは、本開示による、ARデバイスの1つ以上の一般的特徴を図示する。

10

【図4B】図4A-4Cは、本開示による、ARデバイスの1つ以上の一般的特徴を図示する。

【図4C】図4A-4Cは、本開示による、ARデバイスの1つ以上の一般的特徴を図示する。

【0102】

【図5】図5は、本開示による、ウェアラブルARデバイスの概略図を図示する。

【0103】

【図6】図6Aは、複屈折レンズと、等方性レンズとを備える、例示的偏光選択的レンズスタックの断面図を図示する。図6Bは、動作時の図6Aの偏光選択的レンズスタックを図示し、それを通して通過する線形に偏光された光は、第1の偏光を有する。図6Cは、動作時の図6Aの偏光選択的レンズスタックを図示し、それを通して通過する線形に偏光された光は、第2の偏光を有する。

20

【0104】

【図7】図7Aは、注釈が付けられたパラメータを伴う、図6Aの偏光選択的レンズスタックを図示する。図7Bは、複屈折フレネルレンズと、等方性レンズとを備える、偏光選択的レンズスタックの実施例の断面および上下図を図示する。

【0105】

【図8】図8Aは、ねじれネマチック液晶を備える、切替可能波長板と結合される、偏光選択的レンズスタックを備える、例示的適応レンズアセンブリの断面図を図示する。図8Bは、図8Aに図示される適応レンズアセンブリのねじれネマチック液晶を備える、切替可能波長板を図示する。

30

【0106】

【図9A】図9Aは、ねじれネマチック液晶を備える、第1の切替可能波長板と結合される、第1の偏光選択的レンズスタックと、ねじれネマチック液晶を備える、第2の切替可能波長板と結合される、第2の偏光選択的レンズスタックとを備える、例示的適応レンズアセンブリの断面図を図示する。

【0107】

【図9B】図9B-9Eは、異なる屈折力を付与するように構成される、異なる構成下における、動作時の図9Aの例示的適応レンズアセンブリを図示する。

40

【図9C】図9B-9Eは、異なる屈折力を付与するように構成される、異なる構成下における、動作時の図9Aの例示的適応レンズアセンブリを図示する。

【図9D】図9B-9Eは、異なる屈折力を付与するように構成される、異なる構成下における、動作時の図9Aの例示的適応レンズアセンブリを図示する。

【図9E】図9B-9Eは、異なる屈折力を付与するように構成される、異なる構成下における、動作時の図9Aの例示的適応レンズアセンブリを図示する。

【0108】

【図10】図10は、それぞれ、偏光選択的レンズスタックを有する、第1の適応レンズアセンブリと第2の適応アセンブリとの間に介在される、導波管アセンブリを備える、例示的ディスプレイデバイスの断面図を図示する。

50

【0109】

【図11A】図11Aは、第1の側上のシャッタおよび線形偏光器と第2の側上の偏光選択的レンズスタックを有する適応アセンブリとの間に介在される、導波管アセンブリを備える、例示的ディスプレイデバイスの断面図を図示する。

【0110】

【図11B】図11Bは、コレステリック液晶を備え、円形に偏光された光を外部結合するように構成される、図11Aのディスプレイデバイスの導波管アセンブリを図示する。

【0111】

【図11C】図11Cは、世界画像を視認するための構成下における、動作時の図11Aの例示的ディスプレイデバイスを図示する。

10

【0112】

【図11D】図11Dは、仮想画像を視認するための構成下における、動作時の図11Aの例示的ディスプレイデバイスを図示する。

【0113】

【図12A】図12Aは、本開示のいくつかの実施形態による、単一適応レンズアセンブリを接眼レンズのユーザ側上に有する、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

【0114】

【図12B】図12Bは、本開示のいくつかの実施形態による、第1の状態に従って動作している、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

【0115】

【図12C】図12Cは、本開示のいくつかの実施形態による、第2の状態に従って動作している、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

20

【0116】

【図13】図13は、本開示のいくつかの実施形態による、光学システムを動作させる方法を図示する。

【0117】

【図14】図14は、本開示のいくつかの実施形態による、光学システムを動作させる方法を図示する。

【0118】

【図15】図15は、本開示のいくつかの実施形態による、光学システムを動作させる方法の例示的实施を図示する。

30

【0119】

【図16A】図16Aは、本開示のいくつかの実施形態による、第1の状態に従って動作している、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

【0120】

【図16B】図16Bは、本開示のいくつかの実施形態による、第2の状態に従って動作している、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

【0121】

【図16C】図16Cは、本開示のいくつかの実施形態による、第3の状態に従って動作している、ディスプレイデバイスの実施例を図示する。

40

【0122】

【図17】図17は、本明細書に説明される実施形態による、簡略化されたコンピュータシステムを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0123】

光学シースルー（OST）拡張現実（AR）デバイスは、光学スタック内に配列される1つ以上の適応レンズアセンブリを使用して、屈折力を仮想画像光（すなわち、仮想画像と関連付けられる光）に印加することによって、ユーザに提示されている仮想コンテンツを改良することができる。そのような構成に関する1つの問題点は、屈折力が、必然的に、その中を通過する世界光（すなわち、世界オブジェクトと関連付けられる光）にもまた

50

印加され、知覚される世界オブジェクトの歪曲を引き起こし、それによって、ユーザ体験を減少させることである。本明細書に説明されるいくつかの実施形態は、順次、アクティブ化され、世界光が、歪曲を伴わずに、ARデバイスを通して通過され、仮想画像光が、必要に応じて、適応レンズアセンブリから屈折力を付与される結果を生産し得る、光学スタック内に配列される、種々のシャッタ要素を提供することによって、これらおよび他の問題点を克服する。

【0124】

図1は、本明細書に説明される実施形態による、ウェアラブルARデバイスを通して視認されるようなAR場面を図示する。AR場面100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、およびコンクリートプラットフォーム120を特徴とする、実世界公園状設定106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120上に立っているロボット像110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102とが「見える」と知覚するが、これらの要素（キャラクタ102および像110）は、実世界には存在しない。ヒト視知覚および神経系の著しい複雑性に起因して、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、豊かな提示を促進する、仮想現実（VR）またはAR技術を生産することは、困難である。

【0125】

図2は、偏光選択的レンズスタック、例えば、一对の適応レンズアセンブリ204、208を、導波管アセンブリ212によって介在される、光学経路216内に含む、1つ以上の適応レンズアセンブリを備える、ディスプレイデバイス200、例えば、ウェアラブルディスプレイデバイスの実施例を図示する。本明細書に説明されるように、導波管アセンブリ212は、光（例えば、可視光）を全内部反射下で伝搬し、導波管の光出力表面（例えば、導波管の主要表面）から（例えば、それに対して法線の方に）延在する光学軸内で光を外部結合するように構成される、導波管を含んでもよい。光は、いくつかの実施形態では、回折格子によって外部結合されてもよい。適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、少なくとも部分的に、外部結合された光をそれを通して透過させるように構成されてもよい。図示される実施形態では、適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、導波管アセンブリ212から外部結合された光を受け取り、外部結合された光を光学軸方向に収束または発散させるように構成されてもよい。適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、相互に接触する、複屈折レンズと、等方性レンズとを備える、偏光選択的レンズスタックを備え、複屈折レンズおよび等方性レンズの接触表面は、共形界面をその間に形成する。適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、異なる屈折力を有する複数の状態間で、選択的に切り替えられるように構成される。すなわち、適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、個別の適応レンズアセンブリが、異なる量の波面発散または収束をそれを通して通過する光に付与するように構成される、複数の状態間で、選択的に切り替えられるように構成される。適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれさらに、アクティブ化される（例えば、電氣的にアクティブ化される）と、それを通して通過する外部結合された光の偏光状態を改変するように構成されることができる。

【0126】

本明細書で使用されるように、適応レンズアセンブリは、調節される、例えば、外部刺激を使用して、可逆的にアクティブ化およびアクティブ化解除され得る、少なくとも1つの光学性質を有する、レンズアセンブリを指す。可逆的にアクティブ化およびアクティブ化解除され得る、例示的光学性質は、性質の中でもとりわけ、屈折力（焦点距離）、位相、偏光、偏光選択性、透過率、反射率、複屈折、および回折性質を含む。種々の実施形態では、適応レンズアセンブリは、それを通して通過する光の屈折力および偏光状態を電氣的に変動させることが可能である。

【0127】

図示される実施形態では、対の適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、少な

くとも2つの状態間で、選択的に切り替えられるように構成され、第1の状態では、それぞれ、その偏光状態を改変せずに、外部結合された光をそれを通して通過させるように構成される一方、第2の状態では、それぞれ、それを通して通過する外部結合された光の偏光状態を改変するように構成される。例えば、第2の状態では、適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、円形に偏光された光の掌性を逆転させる一方、第1の状態では、適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、円形に偏光された光の掌性を保存する。

【0128】

依然として、図2を参照すると、ディスプレイデバイス200はさらに、対の適応レンズアセンブリ204、208間に介在される、導波管アセンブリ212を備えてもよい。導波管アセンブリ204、208はそれぞれ、導波管の主要表面と平行な側方方向に、光を全内部反射下で伝搬するように構成されてもよい。導波管アセンブリ204、208はそれぞれさらに、光を、例えば、導波管の主要表面に対して法線方向に外部結合するように構成されてもよい。

【0129】

依然として、図2を参照すると、対の適応レンズアセンブリの第1の適応レンズアセンブリ204は、導波管アセンブリ212の第1の側、例えば、ユーザによって観察される世界の側上に配置され、対のレンズアセンブリの第2の適応レンズアセンブリ208は、導波管アセンブリ212の第2の側、例えば、ユーザの眼の側上に配置される。下記に説明されるように、対の適応レンズアセンブリ204、208は、構成されるように、ユーザに、仮想コンテンツを導波管アセンブリ212から複数の仮想深度平面に、実世界のビューと同様に提供する。いくつかの実施形態では、対の適応レンズアセンブリ204、208の存在に起因して、殆どまたは全く歪曲が存在しない。実世界の仮想コンテンツおよびビューは、下記に図3Aおよび3Bに関して説明されるように、第1および第2の適応レンズアセンブリ204、208のアクティブ化に応じて、ユーザに提供される。

【0130】

図3Aおよび3Bは、それぞれ、動作時、画像情報をユーザに出力するための適応レンズアセンブリを備える、ディスプレイデバイス300A、300Bの実施例を図示する。ディスプレイデバイス300A、300Bは、異なる時間および／または異なる状態における、同一ディスプレイデバイスに対応し得る。いくつかの実施形態では、ディスプレイデバイス300A、300Bは、非給電状態では、構造的に同じである。ディスプレイデバイス300Aは、本明細書では、仮想画像をユーザに出力するステップを説明するために使用される一方、ディスプレイデバイス300Bは、本明細書では、実世界画像をディスプレイデバイス300Bを通してユーザに透過させるステップを説明するために使用される。ディスプレイデバイス300A、300Bは、例えば、電圧または電流の印加によって電氣的にアクティブ化されるように構成される、一対の適応レンズアセンブリ204、208を含む。いくつかの実施形態では、アクティブ化解除された状態では、例えば、電圧または電流が、印加されないとき、第1および第2の適応レンズアセンブリ204、208はそれぞれ、低、例えば、約ゼロの屈折力を有する。いくつかの実施形態では、アクティブ化状態では、例えば、電圧または電流が、印加されると、世界の側上の第1の適応レンズアセンブリ204は、第1の符号、例えば、正の屈折力を有する、第1の正味屈折力(P_{net1})を提供してもよい。アクティブ化状態にあるとき、ユーザの側上の第2の適応レンズアセンブリ208は、第2の符号、例えば、負の屈折力を有する、第2の正味屈折力(P_{net2})を提供してもよい。しかしながら、実施形態は、そのように限定されず、他の実施形態では、第1および第2の適応レンズアセンブリ200A、200Bは、アクティブ化解除された状態で屈折力を提供する一方、アクティブ化されると、実質的にゼロ屈折力を提供してもよい。

【0131】

図3Aは、いくつかの実施形態による、仮想深度平面304において、仮想コンテンツをユーザに表示する、図2のディスプレイシステムの実施例を図示する。上記に説明され

るように、対の適応レンズアセンブリ 204、208 間に介在される、導波管アセンブリ 212 は、仮想画像情報を含有する、光を受け取り、光を全内部反射下で伝搬するように構成される、導波管を備える。導波管アセンブリ 212 はさらに、光を、例えば、回折格子を通して、ユーザの眼に向かって外部結合するように構成される。外部結合された光は、ユーザの眼に入射することに先立って、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 を通して通過する。アクティブ化されると、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 は、第 2 の正味屈折力 P_{net2} を有し、これは、ユーザに仮想深度平面 304 において仮想画像が見えるように、負の値を有し得る。

【0132】

いくつかの実施形態では、第 2 の正味屈折力 P_{net2} は、電氣的に調節され、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 (P_{net2}) を調節し、それによって、仮想深度平面 304 までの距離を調節してもよい。例えば、仮想オブジェクトが、仮想 3 次元空間内でユーザの眼に対してより近くおよびより遠くに「移動」するにつれて、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 P_{net2} は、仮想深度平面 304 が、仮想オブジェクトを追跡するように調節するように、対応して調節されてもよい。したがって、ユーザは、容認可能閾値を超えて、比較的に殆どまたは全く遠近調節／輻輳・開散運動不整合を被り得ない。いくつかの実施形態では、仮想深度平面 304 までの距離の大きさは、離散ステップにおいて調節されてもよい一方、いくつかの他の実施形態では、仮想深度平面 304 までの距離の大きさは、持続的に調節されてもよい。

【0133】

図 3B は、いくつかの実施形態による、実世界コンテンツのビューをユーザに提供する、図 2 のディスプレイシステムの実施例を図示する。ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 が、アクティブ化され、仮想コンテンツを仮想深度平面 304 に表示するために、第 2 の正味屈折力 (P_{net2}) を有すると、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 を通して通過する、実世界からの光もまた、アクティブ化されるユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の P_{net2} に従って収束または発散され得る。したがって、実世界内のオブジェクトは、焦点から外れてまたは歪曲されて現れ得る。そのような歪曲を軽減させるために、実施形態によると、アクティブ化されると、適応レンズアセンブリ 204、208 は、反対符号を有する屈折力を有するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、適応レンズアセンブリ 204、208 を通して通過する光は、それぞれ、世界側およびユーザ側適応レンズアセンブリ 204、208 の第 1 および第 2 の正味屈折力 P_{net1} 、 P_{net2} の大きさ間のほぼ差異である、大きさを有する、組み合わせられた屈折力に従って、収束または発散する。いくつかの実施形態では、導波管アセンブリ 212 もまた、屈折力を有してもよく、適応レンズアセンブリ 208 は、レンズアセンブリ 204 および導波管アセンブリ 212 の両方によって生じる歪曲を考慮するように構成されてもよい。例えば、適応レンズアセンブリ 208 の屈折力は、適応レンズアセンブリ 204 および導波管アセンブリ 212 の屈折力の和に対して反対の符号であってもよい。

【0134】

いくつかの実施形態では、世界側適応レンズアセンブリ 204 は、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 P_{net2} の大きさに近いまたは同一の大きさを有するが反対符号を有する第 1 の正味屈折力 P_{net1} を有するように構成される。結果として、適応レンズアセンブリ 204、208 が両方とも、同時にアクティブ化されると、実世界内のオブジェクトは、仮想コンテンツを表示するために提供されるユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の屈折力によって比較的に影響されずに現れる。

【0135】

いくつかの実施形態では、第 1 の適応レンズアセンブリ 204 は、アクティブ化されると、第 1 の正味屈折力 P_{net1} が、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 P_{net2} に動的に合致するように構成されてもよい。例えば、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 P_{net2} が、仮想 3 次元空間内で移動する仮想オブジェクトを追跡するように調節されるにつれて、世界側適応レンズアセンブリ 204 の第 1

の正味屈折力 P_{net1} は、組み合わせられた屈折力 $P = P_{net1} + P_{net2}$ の大きさが、所定の値未満に保たれ得るように、動的に調節されてもよい。したがって、実施形態によると、実世界内のオブジェクトは、組み合わせられた屈折力 $P = P_{net1} + P_{net2}$ が小さいままであるように、世界側適応レンズアセンブリ 204 の第 1 の正味屈折力 (P_{net1}) とともに、負の値を有し得る、ユーザ側適応レンズアセンブリ 208 の第 2 の正味屈折力 (P_{net2}) を補償することによって、容認不可能に焦点から外れることを防止され得る。下記にさらに詳細に説明されるように、いくつかの実装では、ウェアラブルディスプレイデバイスは、それぞれ、導波管アセンブリ 212 およびユーザ側適応レンズアセンブリ 208 に機能的に同等または類似するが、世界側適応レンズアセンブリ 204 のものに類似する世界側適応レンズアセンブリを含まない場合がある、導波管アセンブリと、ユーザ側適応レンズアセンブリとを含んでもよい。代わりに、下記にさらに詳細に説明されるように、これらの実装では、ディスプレイデバイスは、1 つ以上のシャッタ要素を含んでもよく、実世界内のオブジェクトが、ユーザ側適応レンズにより付与される屈折力によって、容認不可能に焦点から外れてレンダリングされないように、ユーザ側適応レンズと同期する、そのような 1 つ以上のシャッタ要素を制御するように構成されてもよい。

【0136】

図 4A は、本開示による、AR デバイス 400 の 1 つ以上の一般的特徴を図示する。図 4A に示されるように、AR デバイス 400 は、それぞれ、上記に説明されるように、導波管アセンブリ 212 およびユーザ側適応レンズアセンブリ 208 と機能的に同等または類似し得る、接眼レンズ 402 と、適応レンズアセンブリ 405 とを含む。動作の間、AR デバイス 400 のプロジェクタ 414 は仮想画像光 423 (すなわち、仮想画像と関連付けられる光) を接眼レンズ 402 上に投影してもよく、これは、ユーザが、ユーザの環境内のある場所に位置付けられているように、対応する仮想コンテンツを知覚するように、ライトフィールド (すなわち、仮想コンテンツの角度表現) をユーザの網膜上に投影させ得る。例えば、ユーザは、第 1 の仮想深度またはその近くに位置付けられているように、キャラクタ 102 を、第 2 の仮想深度またはその近くに位置付けられているように、像 110 を知覚し得る。AR デバイス 400 は、1 つのみの適応レンズアセンブリ 405 (例えば、接眼レンズ 402 のユーザ側、すなわち、ユーザの眼に最も近い接眼レンズ 402 の側上に位置付けられる) を含んでもよいが、そのような適応レンズアセンブリは、複数の異なる非ゼロ屈折力をそれを通して通過する光に付与することが可能であり得る。すなわち、適応レンズアセンブリ 405 は、複数の異なる量の波面発散およびコリメーションのうちの少なくとも 1 つをそれを通して通過する光に付与することが可能であり得る。

【0137】

AR デバイス 400 はまた、接眼レンズ 402 の世界側 (ユーザの眼から最も遠く、世界オブジェクト 430 に最も近い接眼レンズ 402 の側) および／または接眼レンズ 402 のユーザ側に結合される、1 つ以上のシャッタ要素 403 を含んでもよい。本明細書に説明されるように、シャッタ要素 403 の異なる要素／層を順次電氣的にアクティブ化することによって、世界オブジェクト 430 と関連付けられる、世界光 432 は、ゼロ正味屈折力がレンズアセンブリ 405 によって印加される状態で、AR デバイス 400 を通して通過し得、仮想画像光 423 は、非ゼロ (例えば、負の) 正味屈折力がレンズアセンブリ 405 によって印加される状態で、それを通して通過し得る。シャッタ要素 403 および本明細書に説明される他のシャッタアセンブリを表す、またはその中に含まれ得る、例示的調光コンポーネントは、2018 年 8 月 31 日に出願された米国特許出願第 62/725,993 号 (弁理士整理番号 101782-005600US-1083563)、2019 年 8 月 30 日に出願された米国特許出願第 16/557,706 号、および 2019 年 9 月 13 日に出願された国際特許出願第 PCT/US2019/051188 号 (その全ては、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる) に説明される。

【0138】

いくつかの実施形態では、AR デバイス 400 は、世界光 432 を検出するように構成

される、周囲光センサ 434 を含んでもよい。周囲光センサ 434 は、周囲光センサ 434 によって検出された世界光 432 が、AR デバイス 400（例えば、シャッタ要素 403、接眼レンズ 402 および／またはレンズアセンブリ 405）上に衝突する、世界光 432 に類似する、および／またはそれ表すように位置付けられてもよい。いくつかの実施形態では、周囲光センサ 434 は、AR デバイス 400 の視野の異なるピクセルに対応する、複数の空間的に分解された光値を検出するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、または同一実施形態では、周囲光センサ 434 は、世界光 432 の平均光強度または単一光強度に対応する、大域的な光値を検出するように構成されてもよい。検出された周囲光は、AR デバイス 400 によって、AR デバイス 400 が、第 1 の状態または第 2 の状態に従った動作間で交互する、シャッタ周波数を決定するために使用されてもよい。いくつかのインスタンスでは、シャッタ周波数は、シャッタがユーザに容易に知覚可能ではあり得ないように、フリッカ融合閾値を超えてもよい。例えば、シャッタ周波数は、少なくとも 120 Hz（例えば、160 Hz または 200 Hz）であってもよい。

【0139】

図 4B は、本開示のいくつかの実施形態による、第 1 の状態に従って動作している、AR デバイス 400 を図示する。第 1 の状態に従って動作している間、世界光 432 が、ゼロ正味屈折力がレンズアセンブリ 405 によって印加される状態で、AR デバイス 400 を通して通過するように、プロジェクタ 414 は、オフにされ、シャッタ要素 403 のうちの 1 つ以上のものは、電気的にアクティブ化される。下記に示されるであろうように、これは、世界光 432 を、第 1 の軸に沿って、線形に偏光させるための、シャッタ要素 403 の世界側偏光器と、世界光 432 の偏光を 90 度回転させるための、シャッタ要素 403 の世界側切替可能波長板と、世界光 432 を、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光させるための、シャッタ要素 403 のユーザ側偏光器とを使用して遂行される。

【0140】

いくつかの実施形態では、シャッタ要素 403 の 1 つ以上のコンポーネントは、レンズアセンブリ 405 のサブコンポーネントと見なされる（すなわち、レンズアセンブリ 405 内に含まれると見なされる）。例えば、シャッタ要素 403 のユーザ側偏光器は、レンズアセンブリ 405 のサブコンポーネントと見なされ得る。そのような実施形態では、AR デバイス 400 が、第 1 の状態に従って動作しているとき、レンズアセンブリ 405 は、ゼロ屈折力をそれを通して通過する光に印加する状態に切り替えられる、アクティブ化される、および／または制御されると見なされる。

【0141】

図 4C は、本開示のいくつかの実施形態による、第 2 の状態に従って動作している、AR デバイス 400 を図示する。第 2 の状態に従って動作しているとき、世界光 432 が、完全にまたは少なくとも部分的に、低減され、遮断され、または調光され、仮想画像光 423 が、非ゼロ正味屈折力がレンズアセンブリ 405 によって印加されている状態で、AR デバイス 400 を通して通過するように、プロジェクタ 414 は、オンにされ、シャッタ要素 403 のうちの 1 つ以上のものは、電気的にアクティブ化される。下記に示されるであろうように、これは、世界光 432 を、第 1 の軸に沿って、線形に偏光させるための、シャッタ要素 403 の世界側偏光器と、世界光 432 および仮想画像光 423 を、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光させるための、シャッタ要素 403 のユーザ側偏光器と、仮想画像光 423 の偏光を 90 度回転させるための、シャッタ要素 403 のユーザ側切替可能波長板とを使用して遂行される。

【0142】

図 4B を参照して説明されるものと同様に、いくつかの実施形態では、シャッタ要素 403 の 1 つ以上のコンポーネントは、レンズアセンブリ 405 のサブコンポーネントと見なされる（すなわち、レンズアセンブリ 405 内に含まれると見なされる）。例えば、シャッタ要素 403 のユーザ側偏光器は、レンズアセンブリ 405 のサブコンポーネントと見なされ得る。そのような実施形態では、AR デバイス 400 が、第 2 の状態に従って動作しているとき、レンズアセンブリ 405 は、非ゼロ屈折力をそれを通して通過する光に

印加する状態に切り替えられる、アクティブ化される、および／または制御されると見なされる。いくつかの実施例では、（例えば、図 1 1 C および 1 1 D を参照して説明されるもの）、偏光接眼レンズはまた、それが外部結合する光に印加される屈折力が、変動し得るように、各状態に伴って切り替えられ、アクティブ化され、および／または制御されてもよい。

【0143】

図 5 は、本開示による、ウェアラブル A R デバイス 5 0 0 の概略図を図示する。A R デバイス 5 0 0 は、並置構成に配列される、左接眼レンズ 5 0 2 A と、左シャッタ要素 5 0 3 A と、左レンズアセンブリ 5 0 5 A と、同様に並置構成に配列される、右接眼レンズ 5 0 2 B と、右シャッタ要素 5 0 3 B と、右レンズアセンブリ 5 0 5 B とを含んでもよい。いくつかの実施形態では、A R デバイス 5 0 0 は、限定ではないが、直接、左接眼レンズ 5 0 2 A またはその近くに取り付けられる、左正面に向いた世界カメラ 5 0 6 A、直接、右接眼レンズ 5 0 2 B またはその近くに取り付けられる、右正面に向いた世界カメラ 5 0 6 B、直接、左接眼レンズ 5 0 2 A またはその近くに取り付けられる、左側に向いた世界カメラ 5 0 6 C、直接、右接眼レンズ 5 0 2 B またはその近くに取り付けられる、右側に向いた世界カメラ 5 0 6 D、ユーザの左眼を観察するように位置付けられる、左眼追跡器、ユーザの右眼を観察するように位置付けられる、右眼追跡器、および周囲光センサ 5 3 4 を含む、1 つ以上のセンサを含む。いくつかの実施形態では、A R デバイス 5 0 0 は、左接眼レンズ 5 0 2 A に光学的にリンクされる、左プロジェクタ 5 1 4 A、および右接眼レンズ 5 0 2 B に光学的にリンクされる、右プロジェクタ 5 1 4 B 等の 1 つ以上の画像投影デバイスを含む。

【0144】

A R デバイス 5 0 0 のコンポーネントのいくつかまたは全ては、投影された画像がユーザによって視認され得るように、頭部に搭載されてもよい。1 つの特定の実装では、図 5 に示される A R デバイス 5 0 0 のコンポーネントは全て、ユーザによって装着可能な単一デバイス（例えば、単一ヘッドセット）上に搭載される。別の実装では、処理モジュール 5 5 0 の 1 つ以上のコンポーネントは、A R デバイス 5 0 0 の他のコンポーネントと物理的に別個であって、1 つ以上の有線および／または無線接続によって、それらに通信可能に結合される。例えば、処理モジュール 5 5 0 は、A R デバイス 5 0 0 の頭部搭載型部分上のローカルモジュール 5 5 2 と、物理的に別個であって、ローカルモジュール 5 5 2 に通信可能にリンクされる、遠隔モジュール 5 5 6 とを含んでもよい。遠隔モジュール 5 5 6 は、フレーム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）等の種々の構成で搭載されてもよい。

【0145】

処理モジュール 5 5 0 は、プロセッサと、不揮発性メモリ（例えば、フラッシュメモリ）等の関連付けられるデジタルメモリとを含んでもよく、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てもよい。データは、カメラ 5 0 6、周囲光センサ 5 3 4、眼追跡器、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스코プ等のセンサ（例えば、A R デバイス 5 0 0 に動作可能に結合される、または別様にユーザに取り付けられ得る）から捕捉される、データを含んでもよい。例えば、処理モジュール 5 5 0 は、画像 5 2 0 をカメラ 5 0 6 から受信してもよい。具体的には、処理モジュール 5 5 0 は、左正面画像 5 2 0 A を左正面に向いた世界カメラ 5 0 6 A から、右正面画像 5 2 0 B を右正面に向いた世界カメラ 5 0 6 B から、左側画像 5 2 0 C を左側に向いた世界カメラ 5 0 6 C から、および右側画像 5 2 0 D を右側に向いた世界カメラ 5 0 6 D から受信してもよい。いくつかの実施形態では、画像 5 2 0 は、単一画像、一対の画像、画像のストリームを備えるビデオ、ペアリングされた画像のストリームを備えるビデオ、および同等物を含んでもよい。画像 5 2 0 は、A R デバイス 5 0 0 が電源投入されている間、周期的に、生成され、

処理モジュール550に送信されてもよい、または処理モジュール550によってカメラのうちの1つ以上のものに送信される命令に应答して、生成されてもよい。別の実施例として、処理モジュール550は、周囲光情報を周囲光センサ534から受信してもよい。別の実施例として、処理モジュール550は、視線情報を眼追跡器から受信してもよい。別の実施例として、処理モジュール550は、画像情報（例えば、画像明度値）をプロジェクタ514の一方または両方から受信してもよい。

【0146】

接眼レンズ502A、502Bは、それぞれ、プロジェクタ514A、514Bからの光を指向および外部結合するように構成される、透明または半透明導波管を備えてもよい。具体的には、処理モジュール550は、左プロジェクタ514Aに、左仮想画像光522Aを左接眼レンズ502A上に出力させてもよく、右プロジェクタ514Bに、右仮想画像光522Bを右接眼レンズ502B上に出力させてもよい。いくつかの実施形態では、接眼レンズ502はそれぞれ、異なる色および／または異なる深度平面に対応する、複数の導波管を備えてもよい。いくつかの実施形態では、シャッタ要素503は、接眼レンズ502に結合され、および／またはそれと統合されてもよい。例えば、シャッタ要素503は、多層接眼レンズの中に組み込まれてもよく、接眼レンズ502のうちの1つを構成する、1つ以上の層を形成してもよい。いくつかの実施形態では、処理モジュールは、それぞれ、左シャッタ制御信号519Aおよび右シャッタ制御信号519Bを使用して、シャッタ要素503A、503Bを電氣的にアクティブ化してもよい。例えば、処理モジュール550は、異なる電圧をシャッタ制御信号519に印加し、ARデバイス500を、世界光および仮想画像光をユーザに提示するステップ間で交互させてもよい。

【0147】

カメラ506A、506Bは、それぞれ、ユーザの左および右眼の視野と実質的に重複する、画像を捕捉するように位置付けられてもよい。故に、カメラ506の設置は、ユーザの眼の近くであるが、ユーザの視野を不明瞭にするほど近くないものであり得る。代替として、または加えて、カメラ506A、506Bは、それぞれ、仮想画像光522A、522Bの内部結合場所と整合するように位置付けられてもよい。カメラ506C、506Dは、例えば、ユーザの周辺視覚内またはユーザの周辺視覚外のユーザの側に対する画像を捕捉するように位置付けられてもよい。カメラ506C、506Dを使用して捕捉された画像520C、520Dは、必ずしも、カメラ506A、506Bを使用して捕捉された画像520A、520Bと重複する必要はない。

適応レンズアセンブリのための複屈折レンズおよび等方性レンズを備える、偏光選択的レンズスタック

【0148】

本明細書に説明される種々の実施形態は、偏光選択的レンズスタックを含む、適応レンズアセンブリを提供する。ある実装では、偏光選択的レンズスタックは、相互に接触する、複屈折レンズ、例えば、フレネル複屈折レンズと、等方性レンズとを備える。そのようなアセンブリは、コンパクト（例えば、低減された厚さを有することができる）および／または軽量であり得る。これらのアセンブリは、潜在的にまた、高帯域幅、増加された切替速度、低減された色収差、増加された整合の容易性、および／または可変屈折力等の種々の有利な光学機能性を提供し得る。加えて、本明細書に説明される種々の実施形態は、そうでなければ「残影」画像につながり得る、比較的に低量の漏出光を伴う、適応レンズアセンブリを提供することができる。種々の実施形態によると、適応アセンブリは、本明細書に説明されるように、複屈折レンズと、等方性レンズとを備える、偏光選択的レンズスタックを備える。

【0149】

図6Aを参照すると、広範囲の可視スペクトルにわたって、高効率で、画像を複数の深度平面に提供するために、種々の実施形態による、適応レンズアセンブリは、偏光依存屈折力を線形に偏光された光に付与するように構成される、偏光選択的レンズスタック600を含む。偏光選択的レンズスタック600は、光伝搬の方向、例えば、z方向と垂直

な側方方向に、例えば、 x －方向または y －方向に延在する、光学系軸 602 を有する、複屈折レンズ 604 を備えてもよい。複屈折レンズ 604 は、複屈折 Δn を有する。複屈折 Δn は、複屈折レンズ 604 の異常屈折率 n_e と通常屈折率 n_o との間の差異に対応する。複屈折レンズ 604 は、第 1 の屈折力 p_1 を、それを通して通過し、光学系軸と平行方向に偏光を有する、光に付与し、第 2 の屈折力 p_2 を、それを通して通過し、光学系軸と垂直な偏光方向を有する、光に付与するように構成されるように、曲率半径 R_1 を有することができる。

【0150】

偏光選択的レンズスタック 600 は、加えて、屈折率 n_c を有する、等方性レンズ 608 を含んでもよく、これは、それを通して通過する光に、第 1 の屈折力 p_1 および第 2 の屈折力 p_2 と符号が反対の第 3 の屈折力 p_3 を付与するように構成されるように、第 2 の曲率半径 R_2 を有する。

【0151】

図示される実施形態では、限定ではないが、等方性レンズ 608 の異常屈折率 n_e は、複屈折レンズ 604 の通常屈折率 n_o と実質的に同一値を有する。しかしながら、異常屈折率 n_e は、いくつかの他の実施形態では、通常屈折率 n_o と異なり得ることを理解されたい。

【0152】

図示される実施形態では、限定ではないが、第 1 の曲率半径 R_1 および第 2 の曲率半径 R_2 は、実質的に同一の大きさであるが、反対符号を有する、 R である。さらに、 R_1 および R_2 は、実質的に同一の大きさであるため、複屈折レンズ 604 および等方性レンズ 608 は、曲率半径 R を有する界面に沿って、持続的に接触する。すなわち、複屈折レンズ 604 および等方性レンズ 608 の接触表面は、共形界面をその間に形成する。

【0153】

図 6B を参照すると、入射光 612、例えば、線形に偏光された光が、光学系軸 602 の方向と平行な偏光の方向を有するときの、動作時の偏光選択的レンズスタック 600 が、図示される。本条件下では、複屈折レンズ 604 を通して通過する光は、異常屈折率 n_e に対応する屈折率を被り、等方性レンズ 608 を通して通過する光は、通常屈折率 n_o に対応する屈折率を被るため、レンズスタック 600 は、以下のように表され得る、屈折力を光に付与する。

【化 1】

$$\phi_1 = \frac{n_e - n_o}{R} = \frac{\Delta n}{R}$$

式中、 R は、複屈折レンズ 604 および等方性レンズ 608 の半径の大きさを表す。

【0154】

図 6C を参照すると、入射光 616、例えば、線形に偏光された光が、光学軸 602 の方向と垂直な偏光の方向を有するときの、動作時の偏光選択的レンズスタック 600 が、図示される。本条件下では、複屈折レンズ 604 を通して通過する光は、通常屈折率 n_o に対応する、屈折率を被り、これは、等方性レンズ 608 を通して通過する光によって被られる屈折率と同一であるため、レンズスタック 600 は、以下のように表され得る、屈折力を光に付与する。

【化 2】

$$\phi_1 = \frac{n_e - n_o}{R} \cong \frac{\Delta n}{R}$$

式中、 R は、複屈折レンズ 604 および等方性レンズ 608 の半径の大きさを表す。

【0155】

依然として、図6A-6Cを参照すると、いくつかの実施形態では、等方性レンズ608は、等方性材料、例えば、ガラス、アクリル等から形成されてもよい。他方では、複屈折レンズ604は、種々の実施形態によると、複屈折材料、例えば、液晶から形成される、または成ってもよい。例えば、複屈折レンズ604は、光伝搬方向（例えば、z-方向）と垂直な側方方向（例えば、x-方向またはy-方向）に沿って伸長される、その上に形成される液晶（LC）分子を有する、透明基板、例えば、ガラス基板を備えてもよい。

【0156】

しかしながら、実施形態は、そのように限定されず、他の実施形態では、複屈折レンズ604は、LC以外の好適な複屈折材料から形成される、または成ってもよい。例えば、複屈折レンズ604は、いくつか挙げると、例えば、 BaB_2O_4 、 $Be_3Al_2(SiO_3)_6$ 、 $CaCO_3$ 、 $LiNbO_3$ 、 TiO_2 、 SiC 、トルマリン、および $ZrSiO_4$ を含んでもよい。

適応レンズアセンブリのための複屈折フレネルレンズおよび等方性レンズを備える、偏光選択的レンズスタック

【0157】

図6A-6Cに関して上記に説明されるように、複屈折レンズ、例えば、LCベースの複屈折レンズと、等方性レンズとを備える、レンズスタックは、偏光選択的レンズ効果を提供することができる。以下では、フレネルレンズとして構成される、液晶ベースの複屈折レンズを備える、偏光選択的レンズスタックが、説明される。

【0158】

フレネルレンズは、例えば、薄いプレートタイプのレンズを備えることができ、これは、従来の湾曲（例えば、球状）レンズをセクションのセット、例えば、フレネルゾーンとして知られる、同心環状セクションに分化することによって形成される、フラクショナルプリズム式構造を備える。フレネルゾーンは、持続屈折レンズの持続曲率と、断続性をそれらの間に有する、同一形状の表面のセットを置換する。厚さの実質的低減が、そのようなフラクショナルセクションを採用することによって達成されることができ、比較的に大開口を伴うレンズが、より小さい体積の材料を使用して製造されることができ、

【0159】

図7Aは、焦点から複屈折レンズ604上の所与の場所までの距離R、レンズスタック600の中心軸（例えば、光学軸）から所与の場所までの半径方向距離A、距離RおよびAによって画定された角度 θ 、および複屈折レンズ604の湾曲部分の厚さdを含む、関連光学寸法で注釈が付けられている、図6A-6Cに関して上記に説明される、レンズスタック600の断面側面図を図示する。上記に説明されるように、種々の実装では、複屈折レンズ604および等方性レンズ608は、実質的に同一曲率半径を有するため、複屈折レンズ604および等方性レンズ608は、曲率半径Rを有する、その間に形成される界面に沿って、持続的に接触する。

【0160】

図7Bは、複屈折フレネルレンズ704と、対応物レンズ、例えば、等方性フレネルレンズ708とを備える、レンズスタック700の断面側面図700A（上）および上下図700B（下）を図示する。フレネルレンズ704を採用することによって、複屈折レンズ704の湾曲部分の溝厚さd'は、実質的に低減されることができ、実質的に低減された厚さd'にもかかわらず、レンズスタック700は、図7Aに関して図示される従来のレンズの実際の曲率半径Rに対応する、有効曲率半径R等の対応する曲率を有する。故に、図示されないが、レンズスタック700Aは、加えて、レンズスタック700の中心軸からの所与のフレネルゾーンまたは溝706の半径方向距離 A_k と、距離Rおよび A_k によって画定された角度 θ とを有する。図7Bに示されるようないくつかの実装では、フレネルゾーンを分離する溝にもかかわらず、複屈折フレネルレンズ704および等方性レンズ708は、有効曲率半径Rを有する、その間に形成される界面全体を通して、持続的に接触する。いくつかの実施形態では、半径方向に外向き方向における連続フレネルゾーンは、異なる半径方向距離 A_k と、隣接する溝706間の異なる距離とを有することができる

10

20

30

40

50

。例えば、図示される実施形態では、隣接するフレネルゾーン間の距離は、複屈折フレネルレンズ 704 の半径方向に外向き方向により小さくなる。しかしながら、実施形態は、そのように限定されず、他の実施形態では、連続フレネルゾーンの半径方向距離 A_k は、各ゾーン内に異なる溝厚さを有しながら、隣接するフレネルゾーン間に一定距離を伴って、線形に増加し、図示される実施形態と類似または同一光学効果を提供することができる。

【0161】

図 7 B (下) を参照すると、図示される複屈折フレネルレンズ 704 は、いくつかの実施形態によると、複数の同心フレネルゾーンを備える。複屈折フレネルレンズ 704 は、半径 A_k によって表される中心軸からの距離にフレネルゾーン 712 の境界を形成する、複数の溝 716 を有する。種々の実施形態によると、複屈折レンズ 704 の溝厚さ d' は、経路長が設計波長 λ の倍数であるように設計される。本配列は、同一波面につながる、2 nm 位相跳躍をゾーン間に作成することができる。 d' の値は、加工公差を平衡し、溝 716 の鋭的縁から生じ得る、収差を低減または最小限にするように選定（例えば、最適化）されることができる。一実施例では、 k 番目のフレネルゾーンの半径 R は、以下の方程式によって、湾曲領域の厚さを $k d'$ となるように設定することによって計算されることができる。

10

【化 3】

$$A_k = \sqrt{\frac{2\Delta n f k m \lambda}{n_o} - \left(\frac{k m \lambda}{n_o}\right)^2}$$

20

式中、 k は、レンズの中心から計数されるフレネルゾーンの数を表し、溝厚さ d' は、図示される複屈折フレネルレンズ 704 の表面を横断して一定である。

【0162】

いくつかの実施形態では、複屈折フレネルレンズ 704 は、LC を含む。LC 分子は、側方に整合される、または矢印によって示される側方方向 720（例えば、 y 方向）に実質的に延在する、伸長方向を有してもよい。加えて、LC 分子の整合方向は、回転を受けずに、複屈折フレネルレンズ 704 の厚さ全体を通して、実質的に均質であってもよい。すなわち、LC 分子の局所配向子 n は、複屈折フレネルレンズ 704 の面積を横断して側方に、かつその厚さを横断して垂直に（例えば、 z 方向に）、実質的に一定であってもよい。図示される整合は、例えば、線形に偏光された光のための偏光選択性を提供するために好適であり得る。これらの実施形態では、LC 整合の方向と平行な偏光方向（例えば、 y 方向）を有する、線形に偏光された光は、 n_e または n_o のうちの一方を被り得る一方、LC 整合の方向と垂直な偏光方向（例えば、 x 方向）を有する、線形に偏光された光は、 n_e または n_o の他方を被り得る。結果として、レンズスタック 700 は、上記に説明されるように、ある線形偏光を有する光のために $\Delta n / R$ の屈折力を付与する一方、他の線形偏光を有する光のために実質的にゼロ屈折力を付与する。

30

【0163】

本明細書の種々の実施形態では、および本明細書全体を通して、複屈折フレネルレンズ 704 は、0.05~0.10、0.15~0.20、0.20~0.25、0.25~0.30、0.30~0.35、0.35~0.40、0.40~0.45、0.45~0.50、0.50~0.55、0.55~0.60、0.60~0.65、0.65~0.70、またはこれらの値のいずれかによって定義された任意の範囲内の任意の値、例えば、0.05~0.40 の代表値、局所値、平均値、中央値、最大、または最小複屈折 Δn を有することができる。加えて、複屈折フレネルレンズ 704 は、0.01~0.05、0.05~0.10、0.15~0.20、0.20~0.25、0.25~0.30、0.30~0.35、0.35~0.40、またはこれらの値のいずれかによって定義された任意の範囲内の任意の値の層内複屈折 (Δn) 範囲を有することができる。

40

【0164】

本明細書の種々の実施形態では、および本明細書全体を通して、複屈折フレネルレンズ

50

704は、約 $0.1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 、 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ 、 $5\sim 50\mu\text{m}$ 、 $50\sim 100\mu\text{m}$ 、 $100\sim 150\mu\text{m}$ 、 $150\sim 200\mu\text{m}$ 、またはこれらの値によって定義された任意の範囲内の値、例えば、 $5\sim 200\mu\text{m}$ の厚さを有する。

切替可能波長板と結合される、偏光選択的レンズスタックを備える、適応レンズアセンブリ
【0165】

広範囲の可視スペクトルにわたって、高効率で、画像を複数の深度平面に提供するために、種々の実施形態による、適応レンズアセンブリは、複屈折レンズと、等方性レンズとを備える、偏光選択的レンズスタック（例えば、図6A-6Cにおける600、図7Bにおける700）を含む。種々の実施形態によると、適応レンズアセンブリは、異なる屈折力を伴う複数の状態間で、選択的に切り替えられることができる。以下では、選択的切替が、実施形態による、適応レンズアセンブリ内に含まれる偏光選択的レンズに結合される、切替可能波長板をアクティブ化またはアクティブ化解除することによって実施される、適応レンズアセンブリが、開示される。

【0166】

図8Aを参照すると、いくつかの実施形態では、適応レンズアセンブリ800Aは、複屈折フレネルレンズ704と、等方性レンズ708とを備える、上記に説明される偏光選択的レンズスタック700と同一光学経路内にLCを備える、切替可能波長板804を採用することによって、アクティブ化またはアクティブ化解除されるように構成される。フレネルレンズ704は、LCまたは他の複屈折材料を使用して形成されてもよい。適応レンズアセンブリ800Aは、切替可能波長板804を電氣的にアクティブ化およびアクティブ化解除することによって（または別様に、波長板の状態を変化させる、例えば、異なる電圧を印加することによって）、異なる状態間で、選択的に切り替えられてもよい。切替可能波長板804の一実施例は、図8Bに関して図示される。

【0167】

図8Bを参照すると、いくつかの実施形態では、切替可能波長板802は、非重合化ねじれネマチック（TN）液晶（LC）の層802を備える、半波長板または偏光回転子、またはTN LCの層802の厚さを横断した電場の印加に応じて切り替えられるように構成される、TN LC分子を備える、反応性メソゲン（RM）であってもよい。TN LCの層802は、一对の透明基板812間に配置される。透明基板812はそれぞれ、内面上に形成される、伝導性透明電極816、820を有する。いくつかの実施形態では、透明電極816、820は、基板としての役割を果たし得、基板812の一方または両方は、省略されてもよい。

【0168】

透明電極816、820および／または基板812の表面は、上側電極816と接触する、または直接隣接する、TN LC分子が、その長軸が、第1の側方方向に延在する状態で配向される傾向にある一方、下側電極820と接触する、または直接隣接する、TN LC分子が、その長軸が、例えば、第1の側方方向に対して約90度の角度を形成するように交差し得る、第2の側方方向に延在する状態で配向される傾向にあるように構成されてもよい。故に、電極816、820間のTN LC分子は、捻転を受ける。

【0169】

依然として、図8B（左）を参照すると、動作時、TN LC層802を横断した電場の不在（アクティブ化解除された状態）下、TN LC分子のネマチック配向子は、TN LC層802の厚さを横断して平滑90度捻転を受ける。図示されるように、第1の方向（下側電極812に最も近いLC分子と同一方向）に偏光された入射光808は、TN LC層802上に入射する。TN LC層802内のTN LC分子の捻転された配列は、光学導波管としての役割を果たし、光が上側電極816に到達することに先立って、偏光の平面を4分の1回転（90度）回転させる。本状態では、TN LC層802は、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光方向をある線形偏光方向から別の方向に偏移させる役割を果たす。したがって、透過される光806Aは、第1の方向に対向する、第2の方向（上側電極816に近接するLC分子と同一方向）に偏光される。

【0170】

他方では、TN LC切替可能波長板804の閾値電圧($V > V_{\text{番目}}$)を超える電圧が、電極816、820(右、アクティブ化状態)を横断して印加されると、TN LC層802内のTN LC分子は、結果として生じる電場と整合する傾向にあり、アクティブ化解除された状態に関して上記に説明されるTN LC層802の光学波誘導性質は、喪失される。本状態では、TN LC層802は、それを通して通過する光の偏光方向を保存する役割を果たす。したがって、入射光808および透過される光806Bは、同一の第1の方向(下側電極820に最も近いLC分子と同一方向)に偏光される。電場が、オフにされると、TN LC分子は、その捻転された状態に戻るよう弛緩し、アクティブ化状態におけるTN LC層802のTN LC分子は、アクティブ化解除された状態(左)におけるTN LC層802のTN LC分子の構成に戻る。

10

【0171】

依然として、図8Aを参照すると、動作時、上記に説明されるように、偏光選択的レンズスタック700は、入射光820の偏光方向に応じて、レンズ屈折力をそれを通して通過する入射光820に付与する。入射光の相対的偏光方向に応じて、屈折力がそこに付与された、または付与されなかった後、光は、切替可能波長板804上に入射する。上記に説明されるように、切替可能波長板804のLCは、アクティブ化される、例えば、電氣的にアクティブ化されると、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光が、保存される一方、アクティブ化解除される、例えば、電氣的にアクティブ化解除されると、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光が、改変される、例えば、反転または回転されるように構成される。すなわち、線形に垂直に偏光された(LVP)光ビームは、線形に水平に偏光された(LHP)光ビームに変換され、その逆も同様である、または偏光は、切替可能波長板804が、アクティブ化またはアクティブ化解除されるかどうかに応じて、保存される。

20

【0172】

動作時、複屈折フレネルレンズ704のLCは、線形に偏光された入射光820光の偏光方向が、複屈折フレネルレンズ704の光学系軸と平行であるとき、図6Bに関して上記に説明されるように、偏光選択的レンズスタック700が、屈折力をそこに付与する一方、線形に偏光された入射光820の偏光方向が、光学系軸と垂直であるとき、図6Cに関して上記に説明されるように、偏光選択的レンズスタック700が、実質的にゼロ屈折力をそこに付与するように構成される。複屈折レンズスタック700を通して通過後、アクティブ化される、例えば、電氣的にアクティブ化されると、切替可能波長板804を通して通過する線形に偏光された光の偏光は、保存される一方、アクティブ化解除される、例えば、電氣的にアクティブ化解除されると、切替可能波長板804を通して通過する、線形に偏光された光の偏光は、液晶分子の再配列に起因して、反転または回転される。

30

【0173】

図8A-8Bに関して、レンズ屈折力を切替可能に付与するための波長板(図8A)と結合される、受動偏光選択的レンズスタックを備える、適応レンズアセンブリが、説明されている。本発明者らは、複数のそのような要素を配列することによって、複数の異なるレンズ屈折力を有する適応レンズアセンブリが、形成されることができていることを認識している。したがって、以下では、波長板と結合される、複数の受動偏光選択的レンズスタックを備える、適応波長板レンズアセンブリの実施形態が、開示される。そのような適応レンズアセンブリは、ユーザ側または世界側のいずれか上で導波管と統合され、例えば、図3Aおよび3Bに関して説明されるディスプレイデバイスを形成してもよい。

40

【0174】

図9Aは、複数の、例えば、少なくとも4つの可能性として考えられる屈折力をそれを通して通過する光に付与するように交互に配列される、複数の受動偏光選択的レンズスタックと、複数の波長板とを備える、適応レンズアセンブリ900の実施例を図示する。適応レンズアセンブリ900は、それを通して通過する光の順序において、第1の切替可能波長板(HWP1)804-1、例えば、半波長板と、第1の偏光選択的レンズスタック

50

(L1) 700-1と、第2の切替可能波長板(HWP2) 804-2、例えば、半波長板と、第2の偏光選択的レンズスタック(L2) 700-2とを備える。HWP1 804-1およびHWP2 804-2はそれぞれ、図8Aおよび8Bに関して上記に説明されるものに類似する様式で構成される。加えて、L1 700-1およびL2 700-2はそれぞれ、図6A-6C、7A-7B、および8A-8Bに関して上記に説明されるものに類似する様式で構成される。しかしながら、第1および第2の偏光選択的レンズスタック700-1、700-2は、異なる光学系軸、異なる曲率(例えば、有効曲率半径)、および/または異なる複屈折を有する。すなわち、L1 700-1は、第1の光学系軸(垂直またはy方向に延在する)を有し、 $\Delta n_1/R_1$ または実質的にゼロの第1の屈折力 ϕ_1 を、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に付与するように構成される一方、700-2は、第2の光学系軸(水平またはx軸に延在する)を有し、 $\Delta n_2/R_2$ または実質的にゼロの第2の屈折力 ϕ_2 を、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に付与するように構成される。

【0175】

図9B-9Eは、HWP1 804-1/HWP804-2がアクティブ化解除されている(オフ)/アクティブ化解除されている(オフ)(図9B)、アクティブ化されている(ON)/アクティブ化されている(ON)(図9C)、オフ/オンである(図9D)、およびオン/オフである(図9E)状態に対応する、4つの異なる状態における、L1 700-1の光学系軸と平行な偏光を有する入射光820に関する、動作時の適応レンズアセンブリ900を図示する。上記に説明されるように、HWP1 804-1およびHWP2 804-2はそれぞれ、TN LC層を横断して電圧を除去および印加することによって、オフおよびオンまたはアクティブ化解除およびアクティブ化されることができる。HWP1 804-1およびHWP2 804-2はそれぞれ、電氣的にアクティブ化解除される(オフ)と、それを通して通過する光の偏光状態を改変する、例えば、偏光状態を回転または反転させるように構成される一方、アクティブ化される(オン)と、それを通して通過する光の偏光状態を改変せずに、光を実質的に通過させるように構成される。HWP1 804-1およびHWP2 804-2のそれぞれを切り替えるための電気信号、例えば、電流信号または電圧信号が、そこに電氣的に接続される切替回路(図示せず)によって提供されてもよい。例証目的のために、以下では、HWP1 804-1およびHWP2 804-2は両方とも、それぞれ、図8Bと同様に、その2つの基板において、yおよびx方向に沿って光学系軸を有する、TN LCセルである。図示される実施形態では、入射光820は、y方向と平行な偏光、すなわち、線形垂直偏光(LVP)を有する。しかしながら、入射光820の偏光軸は、異なる屈折力状態を達成するために、異なる方向に偏光され得る、例えば、線形水平偏光(LHP)であることを理解されたい。

【0176】

図9Bを参照すると、HWP1 804-1およびHWP2 804-2はそれぞれ、オフ状態にあって、LVPおよびLHPのうちの一方を有する、線形に偏光された光の偏光を、LVPおよびLHPの他方を有する、線形に偏光された光に回転させるように構成される。したがって、LHPを有する、入射光820は、HWP1 804-1を通して通過することに応じて、LHPを有する、L1 700-1上に入射する光824に変換され、これは、光824の偏光とL1 700-1の光学系軸との間の相対的直交配向に起因して、実質的にゼロ屈折力($\phi_1=0$)を付与する。その後、HWP2 804-2上に入射する、LHPを有する、光828は、LVPを有する、光832に変換される。L2 700-2は、L2 700-2の偏光とL2 700-2の光学系軸との間の相対的直交配向に起因して、実質的にゼロ屈折力($\phi_2=0$)を付与する。要するに、適応レンズアセンブリ900は、約ゼロに等しい正味屈折力 $\phi_1+\phi_2$ をLVPを有する入射光820に付与し、その偏光を改変せず、それによって、LVPを有する光836を出力する。

【0177】

図9Cを参照すると、HWP1 804-1およびHWP2 804-2はそれぞれ、オ

ン状態にあって、それを通して通過する線形に偏光された光の偏光を保存するように構成される。したがって、LVPを有する、入射光820の偏光は、HWP1 804-1を通して通過することに応じて、L1 700-1上に入射する光824の中に保存され、これは、光824の偏光とL1 700-1の光学軸との間の相対的平行配向に起因して、屈折力(ϕ_1)を付与する。その後、HWP2 802-2上に入射する、LVPを有する、光828の偏光は、光832の中に保存される。L2 700-2は、光832の偏光とL2 700-2の光学系軸との間の相対的直交配向に起因して、実質的にゼロ屈折力($\phi_2=0$)を付与する。要するに、適応レンズアセンブリ900は、約 ϕ_1 に等しい正味屈折力 $\phi_1+\phi_2$ を、LVPを有する、入射光820に付与し、LVPを有する、光836を出力する。

10

【0178】

図9Dを参照すると、HWP1 804-1は、オフ状態にあって、LVPおよびLHPのうちの一方を有する、線形に偏光された光の偏光を、LVPおよびLHPの他方を有する、線形に偏光された光に回転させるように構成される一方、HWP2 804-2は、オン状態にあって、線形に偏光された光の偏光を保存するように構成される。したがって、LVPを有する、入射光820は、HWP1 804-1を通して通過することに応じて、HVPを有する、L1 700-1上に入射する、光824に変換され、これは、光824の偏光とL1 700-1の光学系軸との間の相対的直交配向に起因して、実質的にゼロ屈折力($\phi_1=0$)を付与する。その後、HWP2 802-2を通して通過する、HVPを有する、光828の偏光は、光832の中に保存される。L2 700-2上に入射する、光832は、HVPを有し、これは、光832の偏光とL2 700-2の光学系軸との間の相対的平行配向に起因して、屈折力(ϕ_2)を付与する。要するに、適応レンズアセンブリ900は、約 ϕ_2 に等しい正味屈折力 $\phi_1+\phi_2$ を、LVPを有する、入射光820に付与し、LHPを有する、光836を出力する。

20

【0179】

図9Eを参照すると、HWP1 804-1は、オン状態にあって、線形に偏光された光の偏光を保存するように構成される一方、HWP2 804-2は、オフ状態にあって、LVPおよびLHPのうちの一方を有する、線形に偏光された光の偏光を、LVPおよびLHPの他方を有する、線形に偏光された光に回転させるように構成される。したがって、LVPを有する、入射光820の偏光は、HWP1 804-1を通して通過することに応じて、LVPを有する、L1 700-1上に入射する、光824の中に保存され、これは、光824の偏光とL1 700-1の光学系軸との間の相対的平行配向に起因して、屈折力(ϕ_1)を付与する。その後、HWP2 804-2を通して通過する、LVPを有する、光828は、HVPを有する、光832に変換される。L2 700-2は、光832の偏光とL2 700-2の光学系軸との間の相対的平行配向に起因して、屈折力(ϕ_2)を付与する。要するに、適応レンズアセンブリ900は、正味屈折力 $\phi_1+\phi_2$ を、LVPを有する、入射光820に付与し、LHPを有する、光836を出力する。

30

【0180】

したがって、図9A-9Eによって図示されるように、線形偏光を伴う光に関して、4つの可能性として考えられる正味屈折力(0、 ϕ_1 、 ϕ_2 、および $\phi_1+\phi_2$)が、適応レンズアセンブリ900を通して通過する光上に付与されることができる。数値実施例を用いると、設計波長のための $\phi_1=0.75D$ および $\phi_2=1.5D$ に関して、0、0.75D、1.5D、および2.25Dの正味屈折力が、適応レンズアセンブリ900を使用して取得されることができる。

40

【0181】

依然として、図3Aおよび3Bと併せて、図9A-9Eを参照すると、図示される実施形態では、入射光820は、世界側適応レンズアセンブリ204またはユーザ側適応レンズアセンブリ208のいずれか上に入射する、光ビームを表し得る。適応レンズアセンブリ900を片側または両側上に設置することによって、例えば、図3Aおよび3Bに関し

50

て上記に説明されるディスプレイシステムが、本明細書に説明されるような種々の実施形態に従って実装されることができる。

非偏光導波管アセンブリに結合される、偏光選択的レンズスタックを有する、適応レンズアセンブリを含む、ディスプレイデバイス

【0182】

以下の例示の実装では、複数の切替可能偏光選択的レンズスタック（例えば、適応レンズアセンブリ900、図9A-9E）を備える、適応レンズアセンブリは、例えば、図2、3A、および3Bに関して上記に説明されるようなディスプレイデバイス等のディスプレイデバイスの中に統合されている。

【0183】

図10は、第1の、すなわち、正面適応レンズアセンブリ（FLA）1004と、第2の、すなわち、背面適応レンズアセンブリ（BLA）1008との間に介在される、導波管アセンブリ1012を含む、例示的ディスプレイデバイス1000を図示する。ディスプレイデバイス1000は、図3Aおよび3Bに関して上記に説明されるディスプレイデバイス300A、300Bに類似することができる。図示される実施形態では、BLA1008は、図9A-9Eに関して上記に説明される適応レンズアセンブリ900と同様に構成され、第1の切替可能波長板（HWP1）804-1と、第1の偏光選択的レンズスタック（L1）700-1と、第2の切替可能波長板（HWP2）804-2と、第2の偏光選択的レンズスタック（L2）700-2とを含む。第1および第2の偏光選択的レンズスタック700-1、700-2は、L1 700-1が、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に関して、 n_1/R_1 または実質的にゼロの第1の屈折力 ϕ_1 を付与するように構成される一方、L2 700-2が、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に関して、 n_2/R_2 または実質的にゼロの第2の屈折力 ϕ_2 を付与するように構成されるように、異なる、例えば、直交光学系軸、曲率（例えば、有効曲率半径）、および/または異なる複屈折を有する。

【0184】

FLA1004は、第3の切替可能波長板（HWP3）804-3と、第3の偏光選択的レンズスタック（L3）700-3と、第4の切替可能波長板（HWP4）804-4と、第4の偏光選択的レンズスタック（L4）700-4とを含む。第3および第4の偏光選択的レンズスタック700-3、700-4は、L3 700-3が、 n_3/R_3 または実質的にゼロの第3の屈折力 ϕ_3 を、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に付与するように構成される一方、L4 700-4が、 n_4/R_4 または実質的にゼロの第4の屈折力 ϕ_4 を、それぞれ、光学系軸と平行または垂直な偏光方向を有する、その上に入射する光に付与するように構成されるように、異なる、例えば、直交光学軸、有効曲率半径、および/または異なる複屈折を有する。

【0185】

種々の実施形態では、L1 700-1およびL2 700-2の有効曲率半径は、 ϕ_1 および ϕ_2 が、第1の符号、例えば、正の符号を有するようなものである一方、L3 700-3およびL4 700-4の有効曲率半径は、 ϕ_3 および ϕ_4 が、第1の符号と反対の第2の符号、例えば、負の符号を有するようなものである。すなわち、FLA1004の3つの可能性として考えられる非ゼロ正味屈折力（ ϕ_1 、 ϕ_2 、および $\phi_1 + \phi_2$ ）が、収束または発散効果のうち的一方（例えば、収束）を有し得るとき、BLA1008の3つの可能性として考えられる非ゼロ正味屈折力（ ϕ_3 、 ϕ_4 、および $\phi_3 + \phi_4$ ）は、収束または発散効果の他方（例えば、発散）を有し得る。図示される実施形態では、FLA1004およびBLA1008は、複屈折レンズと等方性レンズとの間の界面の曲率を除き（例えば、一方は、凹面であって、他方は、凸面である、またはその逆等である）、実質的に同一であるように構成される。特に、FLA1004およびBLA1008は、導波管アセンブリ1012を中心として鏡像を形成する。したがって、構成されるように、L1 804-1およびL3 804-3は、それぞれ、大きさが実質的に同一であるが、符

10

20

30

40

50

号が反対である、屈折力 ϕ_1 および ϕ_3 を有し、 $L2$ 804-2および $L4$ 804-4は、それぞれ、大きさが実質的に同一であるが、符号が反対である、屈折力 ϕ_2 および ϕ_4 を有する。すなわち、 ϕ_1 は、 $-\phi_3$ とほぼ等しく、 ϕ_2 は、 $-\phi_4$ とほぼ等しい。

【0186】

依然として、図10を参照すると、図示される実施形態では、導波管アセンブリ1012は、全内部反射されている、偏光されていない光を外部結合するように構成される。本構成では、ディスプレイデバイス1000は、加えて、BLA1008によるレンズ作用につながらない、偏光状態を有する、光を低減または排除する、例えば、反射または吸収するように構成される、線形偏光器1005を導波管アセンブリ1012とBLA1008との間に含む。例えば、導波管アセンブリ1012から外部結合された光1009、または影響されずにFLA1004を通して透過される光1020が、線形に偏光されない、例えば、LVPではない、配列では、線形偏光器1005は、透過される光を線形に偏光させ、入射光820をBLA1008の中に送出する役割を果たす。

10

【0187】

構成されるように、BLA1008は、可変屈折力(ϕ_1 、 ϕ_2 、および $\phi_1 + \phi_2$)を提供し、導波管アセンブリ1012からユーザの眼に向かって出射する仮想画像のために、画像を複数の深度平面に形成する役割を果たす。BLA1008は、画像を導波管アセンブリ1012から複数の深度平面に集束させることによって、仮想画像を提供するが、世界画像は、BLA1008によって歪曲され得る。FLA1004は、世界画像が、実質的歪曲を伴わずに、ユーザの眼に提示されるように、可変屈折力($\phi_3 = -\phi_1$ 、 $\phi_4 = -\phi_2$ 、および $\phi_3 + \phi_4 = -(\phi_1 + \phi_2)$)を提供することによって、BLA1008によって生じる世界画像の歪曲を補償する役割を果たす。

20

【0188】

種々の実施形態では、例えば、アクティブ化解除されると、それぞれFLA1004およびBLA1008は、約 ± 5.0 ジオプタ ~ 0 ジオプタ、 ± 4.0 ジオプタ ~ 0 ジオプタ、 ± 3.0 ジオプタ ~ 0 ジオプタ、 ± 2.0 ジオプタ ~ 0 ジオプタ、 ± 1.0 ジオプタ ~ 0 ジオプタの範囲内(これらの値のいずれかによって定義された任意の範囲、例えば、 ± 1.5 ジオプタを含む)の正味屈折力(正または負)を提供してもよい。いくつかの実施形態では、FLA1004およびBLA1008の屈折力が、世界を視認する際、相互に補償するように、導波管アセンブリ1012と世界との間のFLA1004は、正の屈折力を有してもよい一方、導波管アセンブリ1012とユーザとの間のBLA1008は、負の屈折力を有してもよい。

30

【0189】

上記に説明されるように、導波管アセンブリ1012によって外部結合された光によって生産された仮想オブジェクトの画像が、3D内で移動するにつれて、ユーザ側上のBLA1008の正味屈折力は、仮想深度平面の変化する深度に適合するように調節される。同時に、実施形態によると、FLA1004の正味屈折力も、実世界のビューが、望ましくないことに、焦点ぼけまたは歪曲された状態にならないように、切替回路を使用して、対応して調節される。本および他の必要性に対処するために、いくつかの実施形態では、ディスプレイデバイス1000は、FLA1004およびBLA1008のうちの一方の正味屈折力が、電氣的に調節されると、FLA1004およびBLA1008の他方の正味屈折力が、対応して調節され、組み合わせられた正味屈折力が、約一定、例えば、約ゼロのままであるように構成される、コントローラ(図示せず)を備える。コントローラ回路網および切替可能波長板は、HWP1 804-1、HWP2 804-2、HWP3 804-3、およびHWP4 804-4を切り替え、ユーザ側適応レンズアセンブリ1008を使用して、仮想深度平面を調節し、ユーザ側適応レンズアセンブリ1004を使用して、実世界ビューを補償するための時間が、約100ミリ秒未満、約50ミリ秒未満、約10ミリ秒未満、約5ミリ秒未満、約1ミリ秒未満、またはこれらの値のいずれかによって定義された範囲内の値であるように構成される。

40

偏光導波管アセンブリに結合される、偏光選択的レンズスタックを有する、適応レンズア

50

センブリを含む、ディスプレイデバイス

【0190】

図11Aは、いくつかの実施形態による、例示的ディスプレイデバイス1100を図示する。図10に関して上記に説明されるディスプレイデバイスと同様に、ディスプレイデバイス1100は、第1の切替可能波長板（HWP1）804-1と、第1の偏光選択的レンズスタック（L1）700-1と、第2の切替可能波長板（HWP2）804-2と、第2の偏光選択的レンズスタック（L2）700-2とを含む、第2の適応レンズアセンブリ（BLA）1008を含む。しかしながら、図10に関して上記に説明されるディスプレイデバイスと異なり、ディスプレイデバイス1100は、偏光1108、例えば、円形に偏光された光をBLA1008の中に外部結合する、偏光導波管アセンブリ1112を含む。故に、BLA1008は、加えて、偏光導波管アセンブリ1112から外部結合されたRHCP光1108-RおよびLHCP光1108-LをBLA1008上に入射する線形偏光820に変換するように構成される、第1の4分の1波長板（QWP1）1104、例えば、アクロマティック4分の1波長板を含む。したがって、BLA1008は、図10に関して上記に説明されるものと類似様式で動作する。

10

【0191】

しかしながら、図10のディスプレイデバイス1000と異なり、ディスプレイデバイス1100は、BLA1008が、屈折力を、仮想画像情報を含む、偏光導波管アセンブリ1112からの光に付与するとき、BLA1008によって世界側光1020に付与される望ましくない屈折力を補償または相殺するように構成される、FLA1004を有していない。代わりに、ディスプレイデバイス1100は、世界画像および仮想画像を交互に表示するように構成される。これは、FLA1004（図10）と、シャッタ1120、線形偏光器1116、および第2の4分の1波長板（QWP2）1114、例えば、アクロマティック4分の1波長板の組み合わせを置換することによって達成される。以下では、偏光導波管アセンブリ1112が、図11Bに関して説明され、その後、図11Cおよび11Dに関して、ディスプレイデバイス1100の動作原理が続く。

20

【0192】

図11Bは、実施形態による、偏光導波管アセンブリ1112の実施例を図示する。いくつかの実施形態では、偏光導波管アセンブリ1112は、円形に偏光された光、例えば、右旋（RHCP）または左旋（LHCP）に円形に偏光された光を出力するように構成される。種々の実施形態では、偏光導波管アセンブリ1112は、コレステリック液晶（CLC）層および／またはCLC格子（CLCG）を備えてもよく、これは、ひいては、複数のキラル構造を有するように配列される、液晶を備える。キラル構造はそれぞれ、少なくとも螺旋ピッチによって層深度方向に延在し、回転方向に連続的に回転される、複数の液晶分子を備える。CLC層またはCLCGは、有利なこととして、液晶分子の回転方向に合致される偏光の掌性を有する、楕円形または円形に偏光された光を実質的にブラッグ反射させるように構成される一方、液晶分子の回転方向と反対の偏光の掌性を有する、楕円形または円形に偏光された光を実質的に透過させるように構成されることができる。CLC層およびCLCGのこれらの性質に基づいて、本明細書に開示されるディスプレイデバイスの種々の実施形態は、1つ以上のCLC層またはCLCGを備える、偏光導波管アセンブリ1112を有する。偏光導波管アセンブリ1112は、実施形態によると、射出瞳エクスパンダ（EPE）等の外部結合光学要素として構成される、CLCG1150を含んでもよい。偏光導波管アセンブリ1112は、CLCG1150に結合され、全内部反射（TIR）によって、光を伝搬させるように構成される、導波管1104を備える。

30

40

【0193】

依然として、図11Bを参照すると、図示されるCLCG1150の液晶分子は、回転方向に連続的に回転され、キラル構造の液晶分子の配列は、層深度方向（z方向）と垂直な側方方向（x、y方向）に周期的に変動する。液晶分子の回転配列のため、光2604が、偏光掌性、例えば、キラル構造の液晶分子の回転の方向に合致する、左掌性または右掌性のうちの1つを有する、楕円形／円形に偏光された光であるとき、光2604は、C

50

LCG1150によってブラッグ反射される。すなわち、CLCG1150内の液晶分子の回転配列は、CLCG1150が、ある掌性を有する光を選択的にブラッグ反射させる一方、反対掌性を有する光を非ブラッグ反射または透過させるようなものである。加えて、ブラッグ反射は、回折条件下で生じるため、ブラッグ反射された光1108は、一方向性である（例えば、光の大部分が、外部結合時、図11Bにおける矢印1108によって示される方向等の1つの方向に向かって指向される）。外部結合された光は、均一偏光状態を保存することができ、これは、CLC材料のキラリティに対応する。したがって、光学外部結合要素として構成されるとき、CLCG1150は、偏光器および一方向性反射体としての役割を果たし、これは、ディスプレイデバイス1100内で他の光学コンポーネントとの効率的統合を可能にする。

10

【0194】

上記に説明されるように、ディスプレイデバイス1100は、世界画像（図11C）および仮想画像（図11D）を交互に表示するように構成される。図11Cを参照すると、世界画像を表示するとき、ディスプレイデバイス1100は、シャッタ1120および導波管アセンブリ1112の両方がオフ状態である、構成1100Cを有する。加えて、HWP-1 820-1およびHWP-2 820-2の両方が、それぞれ、オン状態およびオフ状態である。構成されるように、BLA1008は、図9Bに関して上記に説明される状態900Bと同様に構成される。本構成下では、偏光されない、世界からの光1020は、本質的に、影響されず、シャッタ1120を通して透過され、線形偏光器1116によって、光1124の中に線形に偏光される、例えば、水平に線形に偏光される（LHP）。光1124は、円形に偏光された光1108-L、例えば、LHCP光に変換され、これは、偏光導波管アセンブリ1112上に入射する。光1108-Lは、本質的に、影響されずに、オフ状態における偏光導波管アセンブリ1112を通して通過し、QWP1 1104によって、線形に偏光される、線形に偏光された光820-2、例えば、LHPに変換される。BLA1008は、図9Bに関して上記に説明される状態と同様に、実質的にゼロ屈折力を付与し、それによって、眼によって見られるように、本質的に、影響されずに、光820-2を通過させるように構成される。

20

【0195】

図11Dを参照すると、仮想画像を表示するとき、ディスプレイデバイスは、シャッタ1120および導波管アセンブリ1112の両方がオン状態である、構成1100Dを有する。したがって、世界側からの任意の光1020は、遮断される、例えば、反射される。したがって、ディスプレイデバイス構成1100Dは、実質的に、図11Bに関して上記に説明される、偏光導波管アセンブリ1112から外部結合された仮想コンテンツのみを表示するように構成される。円形偏光、例えば、RHCPを有する、光1108-Rは、QWP2 1104上に入射し、BLA1008は、図9C-9Eに関して上記に説明される状態900C-900Eのうちの1つと同様に構成される。本構成下では、円形に偏光された光1108-Rは、QWP2 1104によって、偏光方向、例えば、垂直偏光方向（LVP）を有する、線形に偏光された光820-1に変換される。BLA1008は、次いで、図9C-9Eに関して上記に説明される状態900C-900Eのうちの1つに従って、屈折力を付与する。

30

40

【0196】

説明されるように、ディスプレイデバイス1100は、順次、世界画像および仮想画像を表示するように構成される。世界画像および仮想画像の両方を、それらが同時に提示されるかのように、ユーザに表示するために、構成1100C（図11C）および1100D（図11D）は、ヒトの眼が本質的に同時であるようにそれらを知覚するように、好適な周波数で、相互に対して時間多重化される。例えば、シャッタ1120およびHWP-1 820-1およびHWP-2 820-2は、任意の切替アーチファクトを最小限にするために、ビデオリフレッシュレートの少なくとも2倍の速度の周波数で交互される。有利なこととして、ディスプレイデバイス1100は、ディスプレイデバイス1000内のFLA1008を置換することによって、光学要素の全体的数を低減させることができる

50

。多重化および偏光に起因する、仮想画像の強度の低減を補償するために、外部結合された光 1108-R の強度は、故に、実施形態に従って調節されることができる。

世界側および／またはユーザ側シャッタ要素およびユーザ側レンズアセンブリを含む、ディスプレイデバイス

【0197】

図 12A は、本開示のいくつかの実施形態による、単一適応レンズアセンブリ 1208 を接眼レンズ 1212 のユーザ側（ユーザの眼に最も近い接眼レンズ 1212 の側）上に有する、ディスプレイデバイス 1200 の実施例を図示する。レンズアセンブリ 1208 は、可変焦点要素（VFE）アセンブリを含んでもよく、正、負、またはゼロ屈折力をそれを通して通過する光に印加するように構成されてもよい。ディスプレイデバイス 1200 は接眼レンズ 1212 の世界側（ユーザの眼から最も遠く、世界オブジェクトに最も近い、接眼レンズ 1212 の側）に結合される、1 つ以上の世界側シャッタ要素 1204 と、接眼レンズ 1212 のユーザ側に結合される、1 つ以上のユーザ側シャッタ要素 1202 とを含んでもよい。順次、本明細書に説明されるように、世界側シャッタ要素 1204 およびユーザ側シャッタ要素 1202 を電氣的にアクティブ化することによって、世界光 432 は、ゼロ正味屈折力がレンズアセンブリ 1208 によって印加される状態で、ディスプレイデバイス 1200 を通して通過し得、仮想画像光 423 は、非ゼロ（例えば、負の）正味屈折力がレンズアセンブリ 1208 によって印加される状態で、それを通して通過し得る。

【0198】

図示される実施形態では、世界側シャッタ要素 1204 は、世界側偏光器 1216 と、世界側切替可能波長板 1220 とを含む。世界側偏光器 1216 は、世界光 432 が、世界側切替可能波長板 1220 を通して通過することに先立って、最初に、世界側偏光器 1216 を通して通過するように、世界オブジェクト 430 のより近くに位置付けられてもよい。世界側偏光器 1216 を通して通過することに応じて、世界光 432 は、第 1 の軸に沿って、線形に偏光される。故に、世界側偏光器 1216 は、線形偏光器を備えてもよい。世界側偏光器 1216 を通して通過後、世界光 432 は、世界側切替可能波長板 1220 を通して通過する。電氣的にアクティブ化されると、世界側切替可能波長板 1220 は、例えば、LVP 光が、LHP 光に変換される、または LHP 光が、LVP 光に変換されるように、世界光 432 の偏光を 90 度回転させる。電氣的にアクティブ化されないと、世界側切替可能波長板 1220 は、世界光 432 が実質的に改変されないままにする。

【0199】

図示される実施形態では、ユーザ側シャッタ要素 1202 は、ユーザ側偏光器 1214 と、ユーザ側切替可能波長板 1218 とを含む。ユーザ側偏光器 1214 は、仮想画像光 423 および世界光 432 が、ユーザ側切替可能波長板 1218 を通して通過することに先立って、最初に、ユーザ側偏光器 1214 を通して通過するように、接眼レンズ 1212 および世界オブジェクト 430 のより近くに位置付けられてもよい。ユーザ側偏光器 1214 を通して通過することに応じて、仮想画像光 423 および世界光 432 は、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光される。故に、ユーザ側偏光器 1214 は、世界側偏光器と垂直な線形偏光器を備えてもよい。ユーザ側偏光器 1214 を通して通過後、仮想画像光 423 および世界光 432 は、レンズアセンブリ 1208 の第 1 の層を通して通過する。本明細書に説明されるように、レンズアセンブリ 1208 の第 1 の層は、屈折力をそれを通して通過する光に印加し得る。レンズアセンブリ 1208 の第 1 の層を通して通過後、仮想画像光 423 および世界光 432 は、ユーザ側切替可能波長板 1214 を通して通過する。電氣的にアクティブ化されると、ユーザ側切替可能波長板 1214 は、例えば、LVP 光が、LHP 光に変換される、または LHP 光が、LVP 光に変換されるように、仮想画像光 423 および世界光 432 の偏光を 90 度回転させる。電氣的にアクティブ化されないと、ユーザ側切替可能波長板 1214 は、仮想画像光 423 および世界光 432 を実質的に改変されないままにする。

【0200】

ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 を通して通過後、仮想画像光 4 2 3 および世界光 4 3 2 は、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 2 の層を通して通過する。本明細書に説明されるように、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 2 の層は、第 1 の層を通して通過するときに光に印加される屈折力を相殺する、またはそれに追加するように、屈折力をそれを通して通過する光に印加し得る。例えば、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 1 および第 2 の層は、ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 が、電氣的にアクティブ化されると、両方の層を通して通過する光が、非ゼロ正味屈折力を印加され、ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 が、電氣的にアクティブ化されないとき、両方の層を通して通過する光が、ゼロ正味屈折力を印加される、すなわち、正味屈折力を印加されないように構成されてもよい。故に、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 1 および第 2 の層は、正の屈折力を第 1 の線形偏光を有する光に、負の屈折力（等しい大きさを伴う）を第 1 の線形偏光に直交する第 2 の線形偏光を有する光に印加するように構成されてもよい。

【0201】

いくつかの実施形態では、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 1 および第 2 の層は、回折波長板レンズである。いくつかの実施形態では、レンズアセンブリ 1 2 0 8 は、LC フレネルレンズ、変形可能レンズ、または同等物等の異なるタイプの V F E の形態をとってもよい。いくつかの実施形態では、ユーザ側シャッタ要素 1 2 0 2 の 1 つ以上のコンポーネントは、レンズアセンブリ 1 2 0 8 のサブコンポーネントと見なされる（すなわち、レンズアセンブリ 1 2 0 8 内に含まれると見なされる）。一実施例では、ユーザ側偏光器 1 2 1 4 は、レンズアセンブリ 1 2 0 8 のサブコンポーネントと見なされる。別の実施例では、ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 は、レンズアセンブリ 1 2 0 8 のサブコンポーネントと見なされる。別の実施例では、ユーザ側偏光器 1 2 1 4 およびユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 は両方とも、レンズアセンブリ 1 2 0 8 のサブコンポーネントと見なされる。本明細書に説明されるレンズアセンブリのうちの 1 つ以上のものを表す、またはその一部として実装され得る、例示的 V F E および他の適応レンズコンポーネントは、2018 年 2 月 22 日に出願され、2018 年 8 月 23 日に米国特許公開第 2018/0239177 号として公開された、米国特許出願第 15/902,927 号、2018 年 2 月 22 日に出願され、2018 年 8 月 23 日に米国特許公開第 2018/0239147 号として公開された、米国特許出願第 15/902,814 号、2018 年 3 月 22 日に出願され、2018 年 9 月 27 日に米国特許公開第 2018/0275394 号として公開された、米国特許出願第 15/933,297 号、および 2018 年 6 月 12 日に出願され、2018 年 12 月 13 日に米国特許公開第 2018/0356639 号として公開された、米国特許出願第 16/006,080 号（その全ては、参照することによって明示的にその全体として本明細書に組み込まれる）に説明される。そのようなコンポーネントの付加的実施例は、2018 年 3 月 7 日に出願された米国仮特許出願第 62/639,882 号（弁理士整理番号 M L E A P . 180 P R）および 2018 年 10 月 11 日に出願された米国特許出願第 16/158,041 号（弁理士整理番号 M L E A P . 183 A）（その両方もまた、参照することによって明示的にその全体として本明細書に組み込まれる）に提供される。

【0202】

図 1 2 B は、本開示のいくつかの実施形態による、第 1 の状態に従って動作している、ディスプレイデバイス 1 2 0 0 の実施例を図示する。第 1 の状態に従って動作している間、プロジェクタおよび投入光学系 1 2 2 2 は、オフにされ、世界側切替可能波長板 1 2 2 0 は、電氣的にアクティブ化され、ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 は、電氣的にアクティブ化されない。世界光 4 3 2 は、最初に、世界側偏光器 1 2 1 6 によって、第 1 の軸に沿って、線形に偏光される。その後、世界光 4 3 2 の偏光は、世界側切替可能波長板 1 2 2 0 によって、90 度回転される。その後、世界光 4 3 2 は、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、ユーザ側偏光器 1 2 1 4 によって、線形に偏光される。その後、レンズアセンブリ 1 2 0 8 の第 1 の層は、第 1 の屈折力を世界光 4 3 2 に印加する。その後、世界光 4 3 2 は、実質的に改変されずに、ユーザ側切替可能波長板 1 2 1 8 を通して通過する。そ

の後、レンズアセンブリ 1208 の第 2 の層は、第 1 の屈折力と大きさが等しいが、符号が反対の第 2 の屈折力を世界光 432 に印加し、それによって、第 1 の屈折力を相殺する。その後、世界光 432 は、ユーザの眼に到達する。

【0203】

図 12C は、本開示のいくつかの実施形態による、第 2 の状態に従って動作している、ディスプレイデバイス 1200 の実施例を図示する。第 2 の状態に従って動作している間、プロジェクタおよび投入光学系 1222 は、オンにされ、世界側切替可能波長板 1220 は、電氣的にアクティブ化されず、ユーザ側切替可能波長板 1218 は、電氣的にアクティブ化される。世界側偏光器 1216 上に衝突する、世界光 432 は、世界側偏光器 1216 によって、第 1 の軸に沿って、線形に偏光される。その後、世界光 432 は、実質的に改変されずに、世界側切替可能波長板 1220 を通して通過する。その後、世界光 432 は、ユーザ側偏光器 1214 によって、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光され、世界光 432 を、完全または少なくとも部分的に、低減させる、遮断させる、または調光させる。並行して、仮想画像光 423 は、プロジェクタおよび投入光学系 1222 によって、接眼レンズ 1212 の 1 つ以上の導波管上に投影される。その後、仮想画像光 423 は、接眼レンズ 1212 によって、外部結合される。その後、仮想画像光 423 は、ユーザ側偏光器 1214 によって、第 2 の軸に沿って、線形に偏光される。その後、レンズアセンブリ 1208 の第 1 の層は、第 1 の屈折力を仮想画像光 423 に印加する。その後、仮想画像光 423 の偏光は、ユーザ側切替可能波長板 1218 によって、90 度回転される。その後、レンズアセンブリ 1208 の第 2 の層は、第 1 の屈折力と大きさが等しく、同一符号を有する、第 2 の屈折力を仮想画像光 423 に印加し、それによって、印加される屈折力を 2 倍にする。その後、仮想画像光 423 は、ユーザの眼に到達する。

【0204】

図 13 は、本開示のいくつかの実施形態による、光学システムを動作させる方法 1300 を図示する。方法 1300 の 1 つ以上のステップは、図示される実施形態と異なる順序で実施されてもよく、方法 1300 の 1 つ以上のステップは、方法 1300 の実施の間、省略されてもよい。いくつかの実施形態では、方法 1300 の 1 つ以上のステップは、プログラムが、1 つ以上のコンピュータによって実行されると、1 つ以上のコンピュータに、少なくとも部分的に、方法 1300 のステップのいくつかまたは全てを行わせる、命令を備える、コンピュータ可読媒体またはコンピュータプログラム製品として実装されることができる。そのようなコンピュータプログラム製品は、有線または無線ネットワークを経由して、コンピュータプログラム製品を搬送するデータキャリア信号内で伝送されることができる。

【0205】

ステップ 1302 では、世界オブジェクトと関連付けられる光が、光学システムにおいて受け取られる。ステップ 1304 では、世界オブジェクトと関連付けられる光は、第 1 の軸に沿って、線形に偏光される。ステップ 1306 では、光学システムが、第 1 の状態または第 2 の状態に従って動作しているかどうか決定される。光学システムが、第 1 の状態に従って動作しているとき、方法 1300 は、ステップ 1308 に進む。光学システムが、第 2 の状態に従って動作しているとき、方法 1300 は、ステップ 1314 に進む。ステップ 1308 では、世界オブジェクトと関連付けられる光の偏光が、90 度回転される。ステップ 1310 では、世界オブジェクトと関連付けられる光は、第 1 の軸と垂直な第 2 の軸に沿って、線形に偏光される。ステップ 1312 では、ゼロ正味屈折力が、世界オブジェクトと関連付けられる光に印加される。その後、世界オブジェクトと関連付けられる光は、ユーザの眼に到達する。

【0206】

ステップ 1314 では、仮想画像と関連付けられる光が、光学システムの接眼レンズ上に投影される。ステップ 1316 では、仮想画像と関連付けられる光が、接眼レンズによって外部結合される。ステップ 1318 では、世界オブジェクトと関連付けられる光および仮想画像と関連付けられる光が、第 2 の軸に沿って、線形に偏光される。ステップ 13

20では、仮想画像と関連付けられる光の偏光は、90度回転される。ステップ1322では、非ゼロ正味屈折力が、仮想画像と関連付けられる光に印加される。その後、仮想画像と関連付けられる光は、ユーザの眼に到達する。

【0207】

図14は、本開示のいくつかの実施形態による、光学システムを動作させる方法1400を図示する。方法1400の1つ以上のステップは、図示される実施形態と異なる順序で実施されてもよく、方法1400の1つ以上のステップは、方法1400の実施の間、省略されてもよい。方法1400の1つ以上のステップは、方法1300の1つ以上のステップと組み合わせられてもよい。ステップ1402では、周囲光が、周囲光センサによって検出される。ステップ1404では、シャッタ周波数が、検出された周囲光に基づいて決定される。ステップ1406では、光学システムは、シャッタ周波数に基づいて、第1の状態に従う動作と第2の状態に従う動作との間で切り替えさせられる。

【0208】

図15は、本開示のいくつかの実施形態による、方法1400の例示的实施を図示する。図15の上側プロットは、時間の関数として、検出された周囲光強度を示す（例えば、周囲光センサ434、534によって検出されるように）。図15の下側プロットは、時間の関数として、第1の状態と第2の状態との間の状態切替を示し、時間は、上側プロットと整合される。時間 T_1 では、光学システムのユーザは、日陰の屋外エリアに存在し、検出された周囲光は、中程度の強度を有する。時間 T_1 における検出された周囲光に基づいて、第1のシャッタ周波数が、決定される。シャッタ周波数を決定するステップは、光学システムが、第2の状態への切替に先立って、第1の状態に従って動作している、持続時間である、第1の周期 P_1 と、光学システムが、第1の状態への切替に先立って、第2の状態に従って動作している、持続時間である、第2の周期 P_2 とを決定するステップを含んでもよい。代替として、または加えて、シャッタ周波数を決定するステップは、可能性の中でもとりわけ、比率 P_1/P_2 を決定するステップを含んでもよい。時間 T_1 と T_2 との間で、光学システムは、第1のシャッタ周波数に基づいて、第1の状態と第2の状態との間で切り替えさせられる。

【0209】

時間 T_2 では、光学システムのユーザは、低光量の屋内エリアにおいて再位置特定され、検出された周囲光は、低強度を有する。時間 T_2 における検出された周囲光に基づいて、第2のシャッタ周波数は、第1のシャッタ周波数より高い比率 P_1/P_2 を有すると決定される。換言すると、ユーザ体験を改良し、低光量条件下で世界光を過度に調光しないために、シャッタ周波数は、世界光が光学システムを通して通過することを可能にされる、時間量を増加させるように調節されてもよい。時間 T_2 と T_3 との間で、光学システムは、第2のシャッタ周波数に基づいて、第1の状態と第2の状態との間で切り替えさせられる。

【0210】

時間 T_3 では、光学システムのユーザは、直接太陽光を伴う、屋外エリアにおいて再位置特定され、検出された周囲光は、高強度を有する。時間 T_3 における検出された周囲光に基づいて、第3のシャッタ周波数は、第1および第2のシャッタ周波数の両方より低い比率 P_1/P_2 を有すると決定される。換言すると、ユーザ体験を改良し、高光条件下で世界光を低減させるために、シャッタ周波数は、世界光が光学システムを通して通過することを可能にされる、時間量を減少させるように調節されてもよい。時間 T_3 後、光学システムは、第3のシャッタ周波数に基づいて、第1の状態と第2の状態との間で切り替えさせられる。

【0211】

図16Aは、本開示のいくつかの実施形態による、第1の状態に従って動作している、ディスプレイデバイス1600の実施例を図示する。ディスプレイデバイス1600は、図4A-4C、5、11A-11D、および/または12A-12Cを参照して上記に説明されるもののうちの1つ以上のものと機能的に同等または類似する、1つ以上のコンポ

ーメントを含んでもよい。例えば、ディスプレイデバイス1600は、単一適応レンズアセンブリ1605を接眼レンズ1602のユーザ側（ユーザの眼に最も近い接眼レンズ1602の側）上に有してもよい。レンズアセンブリ1605は、VFEアセンブリを含んでもよく、正、負、またはゼロ屈折力をそれを通して通過する光に印加するように構成されてもよい。ディスプレイデバイス1600は、接眼レンズ1602の世界側（ユーザの眼から最も遠く、世界オブジェクトに最も近い、接眼レンズ1602の側）に結合される、シャッタ要素1603を含んでもよい。第1の状態に従って動作している間、コントローラ1620は、プロジェクタ1614をオフにさせ、レンズアセンブリ1605を非アクティブにさせ、シャッタ要素1603を開放させる。シャッタ要素1603が、開放される（すなわち、電氣的にアクティブ化される）と、それを通して通過する世界光432は、実質的に改変されない。レンズアセンブリ1605が、非アクティブであるとき、レンズアセンブリ1605は、ゼロ正味屈折力を、それを通して通過する光（例えば、世界光432）に付与する。故に、第1の状態に従って動作している間、世界光432は、ユーザに、実質的に改変されずに提示され得る。下記にさらに詳細に説明されるように、いくつかの実施例では、ディスプレイデバイス1600は、長時間にわたって（例えば、無限に、またはディスプレイデバイス1600が、仮想コンテンツをユーザに提示するように要求されるまで）、第1の状態を保持／維持してもよい。

【0212】

図16Bは、本開示のいくつかの実施形態による、第2の状態に従って動作している、ディスプレイデバイス1600の実施例を図示する。第2の状態に従って動作している間、コントローラ1620は、プロジェクタ1614をオンにさせ、レンズアセンブリ1605をアクティブにさせ、シャッタ要素1603を閉鎖させる。シャッタ要素1603が、閉鎖される（すなわち、電氣的にアクティブ化されない）と、それを通して通過する世界光432は、実質的に遮断される。プロジェクタ1614が、オンにされると、仮想画像光423は、接眼レンズ1602上に投影され、その後、接眼レンズ1602によって、ユーザの眼に向かって外部結合される。レンズアセンブリ1605が、アクティブであるとき、レンズアセンブリ1605は、非ゼロ正味屈折力を、それを通して通過する光（例えば、仮想画像光423）に付与する。故に、第2の状態に従って動作している間、ディスプレイデバイス1600は、ユーザに、種々の可能性として考えられる深度のうちの1つ以上のものに位置付けられているようにユーザによって知覚される、仮想コンテンツを提示してもよい。下記にさらに詳細に説明されるように、いくつかの実施例では、ディスプレイデバイス1600は、長時間にわたって（例えば、無限に、またはディスプレイデバイス1600が、ユーザに環境のビューを提供するように要求されるまで）、第2の状態を保持／維持してもよい。いくつかの実施形態では、ディスプレイデバイス1600は、特定のレートまたは周波数で、第1の状態と第2の状態との間で迅速に交互するように、同期して、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を制御してもよい。

【0213】

図16Cは、本開示のいくつかの実施形態による、第3の状態に従って動作している、ディスプレイデバイス1600の実施例を図示する。第3の状態に従って動作している間、コントローラ1620は、プロジェクタ1614をオンにさせ、レンズアセンブリ1605を非アクティブにさせ、シャッタ要素1603を開放させる。シャッタ要素1603が、開放される（すなわち、電氣的にアクティブ化される）と、それを通して通過する世界光432は、実質的に改変されない。プロジェクタ1614が、オンにされると、仮想画像光423は、接眼レンズ1602上に投影され、その後、接眼レンズ1602によって、ユーザの眼に向かって外部結合される。レンズアセンブリ1605が、非アクティブであるとき、レンズアセンブリ1605は、ゼロ正味屈折力を、それを通して通過する光（例えば、世界光432および／または仮想画像光423）に付与する。故に、第3の状態に従って動作している間、ディスプレイデバイス1600は、ユーザに、光学無限遠に位置付けられているようにユーザによって知覚される、仮想コンテンツを提示してもよい。

【0214】

したがって、第3の状態では、ディスプレイデバイス1600は、光学無限遠における仮想コンテンツを表す光を接眼レンズ1602の中に投入する間、レンズアセンブリ1605をアクティブ化する必要はなく、したがって、実世界からの光が、任意の問題点を伴わずに、ユーザに向かって通過することを可能にし得る。下記にさらに詳細に説明されるように、いくつかの実施例では、ディスプレイデバイス1600は、長時間にわたって（例えば、無限に、またはディスプレイデバイス1600が、仮想コンテンツを光学無限遠未満に提示するように要求されるまで）、第3の状態を保持／維持してもよい。いくつかの実施形態では、ディスプレイデバイス1600は、ある仮想コンテンツを光学無限遠未満に、他の仮想コンテンツを光学無限遠に迅速に提示するように、第2の状態と第3の状態との間で迅速に交互するために、同期して、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を制御してもよい。図14および15を参照して説明されるものと同様に、第1の状態、第2の状態、および／または第3の状態間の切替のシャッタ周波数は、検出された周囲光および／または仮想コンテンツの所望の明度に基づいて決定されてもよい。

【0215】

上記に述べられたように、いくつかの実施形態では、ディスプレイデバイス1600は、2つ以上の状態間で迅速に交互するように、同期して、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を制御しなくてもよいが、代わりに、単一状態（例えば、第1の状態、第2の状態、および第3の状態のうちの1つ）を選択的に保持／維持する、または別様に、独立して、長時間にわたって、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を制御してもよい。これらの実施形態のうちの少なくともいくつかでは、ディスプレイデバイス1600は、（i）ディスプレイデバイス1600が、シャッタ要素1603の状態およびレンズアセンブリ1605の状態を、独立して、または別様に非同期様式で、制御するように構成される、第1の動作モードと、（ii）ディスプレイデバイス1600が、シャッタ要素1603の状態およびレンズアセンブリ1605の状態を同期様式で制御するように構成される、第2の動作モードとを含む、少なくとも2つの異なる動作モード間で交互するように構成されてもよい。例えば、第1の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600は、単一状態（例えば、第1の状態、第2の状態、および第3の状態のうちの1つ）を保持／維持する、または別様に、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を独立して制御してもよく、第2の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600は、2つ以上の状態（例えば、第1の状態、第2の状態、および第3の状態のうちの2つ以上のもの）間で、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を同期して切り替えさせてもよい。

【0216】

いくつかの実施例では、第1の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600は、長時間にわたって（例えば、無限に、またはディスプレイデバイス1600が、ユーザに、環境のビューを提供するように要求されるまで）、第2の状態に類似または同等の状態を保持／維持してもよい。少なくともいくつかのそのような実施例では、第1の動作モードは、コントローラ1620が、プロジェクタ1614をオンにさせ、レンズアセンブリ1605を随意にアクティブにさせ、シャッタ要素1603を閉鎖させる、または別様に、比較的暗状態に保持させる、VRモードに対応し得る。随意に、第1の動作モードでは、コントローラ1620は、レンズアセンブリ1605に、必要に応じて状態を切り替えさせ、適切な量の屈折力をプロジェクタからの光に付与してもよい。前述の実施例では、コントローラ1620は、ディスプレイデバイス1600を、ユーザ入力（例えば、1つ以上のセンサ、ユーザインターフェース、入力デバイス等から受信されたデータによって示されるように）、ディスプレイデバイス1600上で起動するアプリケーション、ユーザ選好、センサデータ、および同等物を含む、種々の要因のいずれかに基づいて、第1の動作モードの移行および／または終了を切り替えさせてもよい。例えば、コントローラ1620は、ユーザが、ディスプレイデバイス1600上の具体的アプリケーションの立ち上げまたはその実行の終了、ハンドヘルドコントローラおよび／またはグラフィカルユーザインターフェースを通して受信された入力に基づいて、ユーザがそのようなモードに移

10

20

30

40

50

行する、または別のモードを終了することを所望することのインジケーションの受信、および／または1つ以上の他のイベントの発生にตอบสนองして、その正面の環境のシースルー可視性を殆どまたは全く提供されない、VR体験を開始するように、第1の動作モードに切り替えてもよい。同様に、コントローラ1620は、ディスプレイデバイス1600上の具体的アプリケーションの立ち上げまたはその実行の終了、ハンドヘルドコントローラおよび／またはグラフィカルユーザインターフェースを通して受信された入力に基づいて、VRモードを終了する、または別のモード（例えば、ARまたはMRモード）に移行することをユーザが所望することのインジケーションの受信、および／または1つ以上の他のイベントの発生にตอบสนองして、VR体験を終了する、またはユーザが、その正面の環境の増加されたシースルー可視性を提供される、ARまたは複合現実（MR）体験に遷移するように、第1の動作モードを終了するように切り替えてもよい。他の構成も、可能性として考えられる。

10

【0217】

他の実施例では、第1の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600は、長時間にわたって（例えば、無限に、またはディスプレイデバイス1600が、仮想コンテンツを光学無限遠未満に提示するように要求されるまで）、第3の状態に類似または同等の状態を保持／維持してもよい。少なくともいくつかのそのような実施例では、第1の動作モードは、コントローラ1620が、プロジェクタ1614をオンにさせ、レンズアセンブリ1605を固定状態に保持させ、シャッタ要素1603を開放して保持させる、モードに対応し得る。随意に、第1の動作モードでは、コントローラ1620は、シャッタ要素1603を開放状態と閉鎖状態との間で切り替えさせてもよい。前述の実施例では、コントローラ1620は、ユーザの眼が固視されていると決定される深度、仮想コンテンツがユーザによって知覚されることになるユーザの正面の深度、仮想コンテンツに関する遠近調節－輻輳・開散運動不整合、および同等物を含む、種々の要因のいずれかに基づいて、ディスプレイデバイス1600を第1の動作モードへの移行および／または終了に切り替えさせてもよい。いくつかの実施形態では、コントローラ1620は、1つ以上の内向きに向いたカメラ（例えば、ユーザの眼の一方または両方の画像）からのデータを利用して、ユーザの眼が固視されている深度を決定し、決定された深度を基準のセットに対して評価し、評価の結果に基づいて、第1の動作モードの移行および／または終了を切り替えてもよい。例えば、これらの実施形態では、コントローラ1620は、少なくとも部分的に、ユーザの眼が固視されていると決定された深度に基づいて、仮想コンテンツに関する遠近調節－輻輳・開散運動不整合が1つ以上の所定の閾値を超えるかどうかを決定してもよく、仮想コンテンツに関する遠近調節－輻輳・開散運動不整合が1つ以上の所定の閾値を超えることの決定にตอบสนองして、第1の動作モードの移行および／または終了を切り替えてもよい。本明細書に説明されるシステムおよび技法のうちの1つ以上のものを表す、またはその一部として実装され得る、向上されたユーザ知覚、快適性、および／または体験のために、仮想コンテンツを表す光の波面発散を調節するための例示的システムおよび技法は、2017年2月10日に出願され、2017年8月17日に米国特許公開第2017/0237974号として公開された、米国特許出願第15/430,277号、2017年3月24日に出願され、2019年9月28日に米国特許公開第2017/0276948号として公開された、米国特許出願第15/469,369号、2019年1月17日に出願され、2019年8月8日に米国特許公開第2019/0243448号として公開された、米国特許出願第16/250,931号、2019年3月14日に出願され、2019年10月10日に米国特許公開第2019/0311527号として公開された、米国特許出願第16/353,989号、および2019年4月19日に出願され、2019年10月24日に米国特許公開第2019/0324276号として公開された、米国特許出願第16/389,529号（その全ては、参照することによって明示的にその全体として本明細書に組み込まれる）に説明される。いくつかの実施形態では、前述の特許出願のうちの1つ以上のものに説明される、そのようなシステムおよび技法のうちの1つ以上のものは、第1の動作モードの移行および／または終了を切り替えるためのシ

20

30

40

50

システムおよび技法のうちの1つ以上のものを表す、またはその一部として実装され得る。他の構成も、可能性として考えられる。

【0218】

第2の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600のコントローラ1620は、シャッタアセンブリ1603によってそれを通してユーザに向かって通過することを可能にされるユーザの環境からの周囲光の量と、レンズアセンブリ1605によってそれを通してユーザに向かって通過する光に付与される波面発散の量との間の反比例関係をもたらす、様式で、異なる状態間で、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を同期して切り替えさせてもよい。例えば、第2の動作モードでは、ディスプレイデバイス1600のコントローラ1620は、それぞれ、図16Aおよび16Bを参照して上記に説明されるような第1および第2の状態と類似または同等の2つの状態間で、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を同期して切り替えさせてもよい、またはそれぞれ、図16Bおよび16Cを参照して上記に説明されるような第2および第3の状態と類似または同等の2つの状態間で、シャッタ要素1603およびレンズアセンブリ1605を同期して切り替えさせてもよい。

10

【0219】

図17は、本明細書に説明される実施形態による、簡略化されたコンピュータシステム1700を図示する。図17に図示されるようなコンピュータシステム1700は、本明細書に説明されるようなデバイスの中に組み込まれてもよい。図17は、種々の実施形態によって提供される方法のステップの一部または全部を実施し得る、コンピュータシステム1700の一実施形態の概略化された例証を提供する。図17は、種々のコンポーネントの一般化された例証を提供するためだけに意図され、そのいずれかまたは全てが、必要に応じて利用されてもよいことに留意されたい。図17は、したがって、広義には、個々のシステム要素が比較的に分離された様式または比較的により統合された様式において実装され得る状況を図示する。

20

【0220】

コンピュータシステム1700は、バス1705を介して電氣的に結合されることができ、または必要に応じて別様に通信し得る、ハードウェア要素を備えるように示される。ハードウェア要素は、限定ではないが、デジタル信号処理チップ、グラフィック加速プロセッサ、および／または同等物等の、1つ以上の汎用プロセッサおよび／または1つ以上の特殊目的プロセッサを含む、1つ以上のプロセッサ1710と、限定ではないが、マウス、キーボード、カメラ、および／または同等物を含むことができる、1つ以上の入力デバイス1715と、限定ではないが、ディスプレイデバイス、プリンタ、および／または同等物を含むことができる、1つ以上の出力デバイス1720とを含んでもよい。

30

【0221】

コンピュータシステム1700はさらに、限定ではないが、ローカルおよび／またはネットワークアクセス可能記憶装置を備えることができ、および／または、限定ではないが、プログラム可能である、フラッシュ更新可能である、および／または同等物であることができる、ディスクドライブ、ドライブアレイ、光学記憶デバイス、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）等のソリッドステート記憶デバイス、および／または読取専用メモリ（「ROM」）を含むことができる、1つ以上の非一過性記憶デバイス1725を含む、および／またはそれと通信してもよい。そのような記憶デバイスは、限定ではないが、種々のファイルシステム、データベース構造、および／または同等物を含む、任意の適切なデータ記憶を実装するように構成されてもよい。

40

【0222】

コンピュータシステム1700はまた、限定ではないが、Bluetooth（登録商標）デバイス、802.11デバイス、WiFiデバイス、WiMaxデバイス、セルラー通信設備等、および／または同等物等のモデム、ネットワークカード（無線または有線）、赤外線通信デバイス、無線通信デバイス、および／またはチップセットを含むことができる、通信サブシステム1719を含み得る。通信サブシステム1719は、1つ以上

50

の入力および／または出力通信インターフェースを含み、データが、一実施例として挙げ
るために以下に説明されるネットワーク、すなわち、他のコンピュータシステム、テレビ
、および／または本明細書に説明される任意の他のデバイス等のネットワークと交換され
ることを可能にしてもよい。所望の機能性および／または他の実装懸念に応じて、ポータ
ブル電子デバイスまたは類似デバイスは、通信サブシステム 1719 を介して、画像およ
び／または他の情報を通信してもよい。他の実施形態では、ポータブル電子デバイス、例
えば、第 1 の電子デバイスは、コンピュータシステム 1700、例えば、電子デバイスの中
に入力デバイス 1715 として組み込まれてもよい。いくつかの実施形態では、コンピ
ュータシステム 1700 はさらに、作業メモリ 1735 を備え、これは、上記に説明され
るような RAM または ROM デバイスを含むことができる。

10

【0223】

コンピュータシステム 1700 はまた、種々の実施形態によって提供されるコンピュ
ータプログラムを備え得る、および／または本明細書に説明されるような他の実施形態によ
って提供される方法を実装し、および／またはシステムを構成するように設計され得る、
1 つ以上のアプリケーションプログラム 1745 等のオペレーティングシステム 1740
、デバイスドライバ、実行可能ライブラリ、および／または他のコードを含む、作業メモ
リ 1735 内に現在位置するものとして示される、ソフトウェア要素を含むことができる。
単に、一例として、上記に議論される方法に関して説明される 1 つ以上のプロシージャ
は、コンピュータまたはコンピュータ内のプロセッサによって実行可能なコードおよび／
または命令として実装され得、ある側面では、次いで、そのようなコードおよび／または
命令は、説明される方法に従って 1 つ以上の動作を実施するように汎用コンピュータまた
は他のデバイスを構成および／または適合するために使用されることができる。

20

【0224】

これらの命令および／またはコードのセットは、上記に説明される記憶デバイス 172
5 等の非一過性コンピュータ可読記憶媒体上に記憶されてもよい。ある場合には、記憶媒
体は、コンピュータシステム 1700 等のコンピュータシステム内に組み込まれ得る。他
の実施形態では、記憶媒体は、コンピュータシステムと別個である、例えば、コンパクト
ディスク等の可撤性媒体である、および／または記憶媒体が、汎用コンピュータをその上
に記憶される命令／コードを用いてプログラム、構成、および／または適合するために使
用され得るように、インストールパッケージ内に提供され得る。これらの命令は、コンピ
ュータシステム 1700 によって実行可能である、実行可能コードの形態をとり得る、お
よび／または、例えば、種々の概して利用可能なコンパイラ、インストールプログラム、
圧縮／解凍ユーティリティ等のいずれかを使用したコンピュータシステム 1700 上への
コンパイルおよび／またはインストールに応じて、次いで、実行可能コードの形態をとる
、ソースおよび／またはインストール可能コードの形態をとり得る。

30

【0225】

実質的な変形例が、具体的要件に従って構成されてもよいことが、当業者に明白となる
であろう。例えば、カスタマイズされたハードウェアもまた、使用され得る、および／ま
たは特定の要素が、ハードウェア、アプレット等のポータブルソフトウェアを含む、ソフ
トウェア、または両方内に実装され得る。さらに、ネットワーク入力／出力デバイス等の
他のコンピューティングデバイスへの接続も、採用されてもよい。

40

【0226】

上記に述べられたように、一側面では、いくつかの実施形態は、コンピュータシステム
1700 等のコンピュータシステムを採用し、本技術の種々の実施形態による方法を実施
してもよい。一式の実施形態によると、そのような方法のプロシージャの一部または全部
は、プロセッサ 1710 が、オペレーティングシステム 1740 の中に組み込まれ得る、
1 つ以上の命令の 1 つ以上のシーケンス、および／または作業メモリ 1735 内に含有さ
れる、アプリケーションプログラム 1745 等の他のコードを実行することに対応して、
コンピュータシステム 1700 によって実施される。そのような命令は、記憶デバイス 1
725 のうちの 1 つ以上のもの等の別のコンピュータ可読媒体から作業メモリ 1735 の

50

中に読み取られてもよい。単に、一例として、作業メモリ1735内に含有される命令のシーケンスの実行は、プロセッサ1710に、本明細書に説明される方法の1つ以上のプロシージャを実施させ得る。加えて、または代替として、本明細書に説明される方法の一部は、特殊ハードウェアを通して実行されてもよい。

【0227】

用語「機械可読媒体」および「コンピュータ可読媒体」は、本明細書で使用されるとき、機械を具体的方式で動作させるデータを提供することに関わる、任意の媒体を指す。コンピュータシステム1700を使用して実装される、ある実施形態では、種々のコンピュータ可読媒体は、実行のための命令／コードをプロセッサ1710に提供する際に関わり得る、および／またはそのような命令／コードを記憶および／または搬送するために使用され得る。多くの実装では、コンピュータ可読媒体は、物理的および／または有形記憶媒体である。そのような媒体は、不揮発性媒体または揮発性媒体の形態をとってもよい。不揮発性媒体は、例えば、記憶デバイス1725等の光学および／または磁気ディスクを含む。揮発性媒体は、限定ではないが、作業メモリ1735等の動的メモリを含む。

10

【0228】

一般的形態の物理的および／または有形コンピュータ可読媒体は、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、可撓性ディスク、ハードディスク、磁気テープ、または任意の他の磁気媒体、CD-ROM、任意の他の光学媒体、パンチカード、紙テープ、孔のパターンを伴う任意の他の物理的媒体、RAM、PROM、EPROM、FLASH（登録商標）-EPROM、任意の他のメモリチップまたはカートリッジ、またはコンピュータが命令および／またはコードを読み取ることができる、任意の他の媒体を含む。

20

【0229】

種々の形態のコンピュータ可読媒体が、実行のための1つ以上の命令の1つ以上のシーケンスをプロセッサ1710に搬送する際に関わってもよい。単に、一例として、命令は、最初に、遠隔コンピュータの磁気ディスクおよび／または光学ディスク上で搬送されてもよい。遠隔コンピュータは、命令をその動的メモリの中にロードし、コンピュータシステム1700によって受信および／または実行される伝送媒体を経由して、命令を信号として送信し得る。

【0230】

通信サブシステム1719および／またはそのコンポーネントは、概して、信号を受け取り、バス1705が、次いで、信号および／または信号によって搬送されるデータ、命令等を作業メモリ1735に搬送し得、そこから、プロセッサ1710が、命令を読み出し、実行する。作業メモリ1735によって受け取られた命令は、随意に、プロセッサ1710による実行前または後のいずれかにおいて、非一過性記憶デバイス1725上に記憶されてもよい。

30

【0231】

上記に議論される方法、システム、およびデバイスは、実施例である。種々の構成は、必要に応じて、種々のプロシージャまたはコンポーネントを省略、代用、または追加してもよい。例えば、代替構成では、本方法は、説明されるものと異なる順序で実施されてもよく、および／または種々の段階は、追加される、省略される、および／または組み合わせられてもよい。また、ある構成に関して説明される特徴は、種々の他の構成において組み合わせられてもよい。構成の異なる側面および要素は、類似様式で組み合わせられてもよい。また、技術は、進歩するものであって、したがって、要素の多くは、実施例であって、本開示の範囲または請求項を限定するものではない。

40

【0232】

具体的詳細が、実装を含む、例示的構成の完全な理解を提供するために説明に与えられる。しかしながら、構成は、これらの具体的詳細を伴わずに実践されてもよい。例えば、周知の回路、プロセス、アルゴリズム、構造、および技法は、構成を曖昧にすることを回避するために、不必要な詳細を伴わずに示されている。本説明は、例示的構成のみを提供し、請求項の範囲、可用性、または構成を限定するものではない。むしろ、構成の前述の

50

説明は、当業者に説明される技法を実装するための有効な説明を提供するであろう。種々の変更が、本開示の精神または範囲から逸脱することなく、要素の機能および配列に行われてもよい。

【0233】

また、構成は、概略フローチャートまたはブロック図として描写される、プロセスとして説明され得る。それぞれ、シーケンシャルプロセスとして動作を説明し得るが、動作の多くは、並行して、または同時に実施されることができる。加えて、動作の順序は、再配列されてもよい。プロセスは、図内に含まれない付加的ステップを有してもよい。さらに、本方法の実施例は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、または任意のそれらの組み合わせによって実装されてもよい。ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、またはマイクロコード内に実装されるとき、必要タスクを実施するためのプログラムコードまたはコードセグメントは、記憶媒体等の非一過性コンピュータ可読媒体内に記憶されてもよい。プロセッサは、説明されるタスクを実施してもよい。

10

【0234】

いくつかの例示的構成が説明されたが、種々の修正、代替構造、および均等物が、本開示の精神から逸脱することなく、使用されてもよい。例えば、前述の要素は、より大きいシステムのコンポーネントであってもよく、他のルールが、本技術の用途に優先する、または別様にそれを修正してもよい。また、いくつかのステップは、前述の要素が検討される前、間、または後に行われてもよい。故に、前述の説明は、請求項の範囲を束縛するものではない。

20

【0235】

本明細書および添付の請求項で使用されるように、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈によって明確に別様に示されない限り、複数参照を含む。したがって、例えば、「ユーザ」の言及は、複数のそのようなユーザを含み、「プロセッサ」の言及は、1つ以上のプロセッサおよび当業者に公知のその均等物等の言及を含む。

【0236】

また、単語「comprise（～を備える）」、「comprising（～を備える）」、「contains（～を含有する）」、「containing（～を含有する）」、「include（～を含む）」、「including（～を含む）」、および「includes（～を含む）」は、本明細書および以下の請求項で使用されるとき、述べられた特徴、整数、コンポーネント、またはステップの存在を規定するために意図されるが、それらは、1つ以上の他の特徴、整数、コンポーネント、ステップ、行為、またはグループの存在または追加を除外するものではない。

30

【0237】

また、本明細書に説明される実施例および実施形態は、例証目的のみのためのものであって、それに照らして、種々の修正または変更が、当業者に示唆され、本願の精神および権限および添付の請求項の範囲内に含まれることを理解されたい。

40

50

【図面】
【図 1】

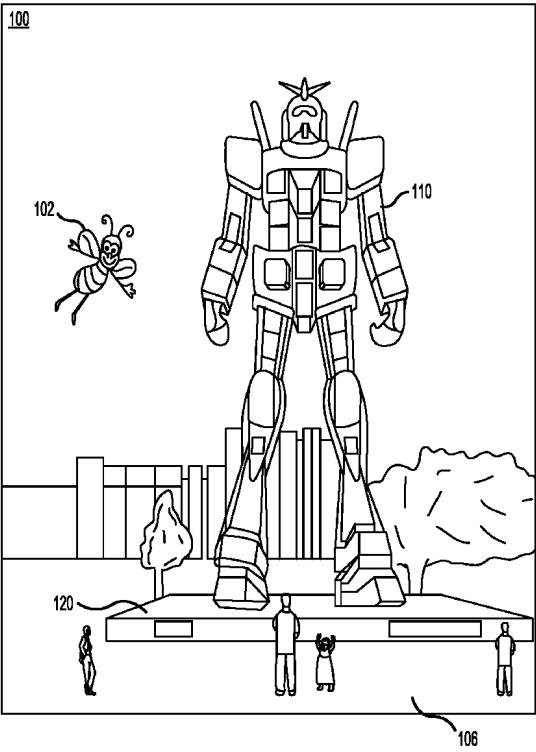


FIG. 1

【図 2】

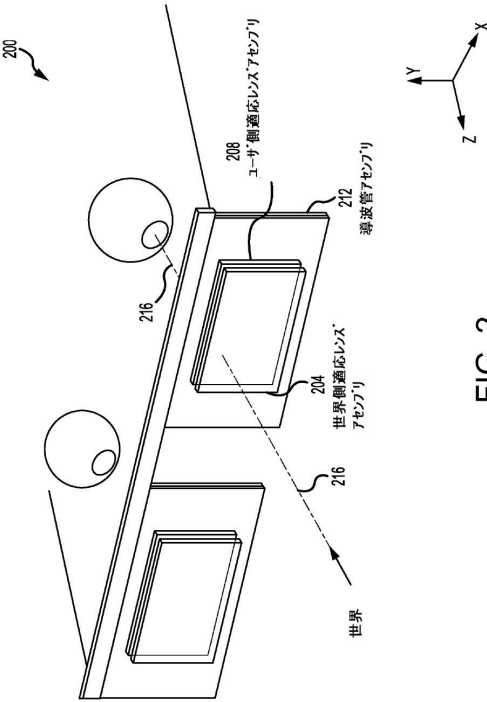


FIG. 2

【図 3】

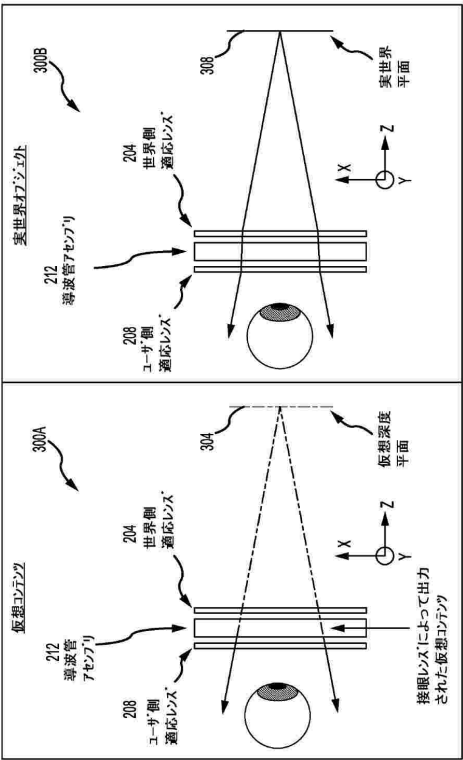


FIG. 3B

FIG. 3A

【図 4 A】

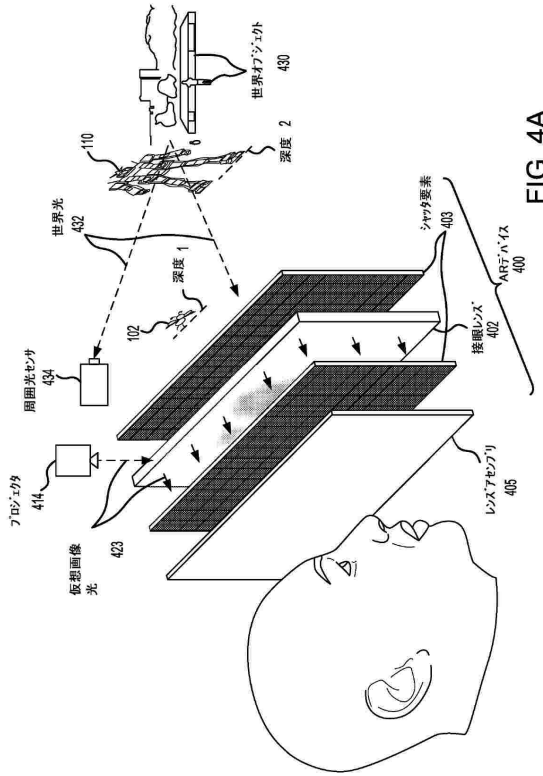


FIG. 4A

10

20

30

40

50

【図 4 B】

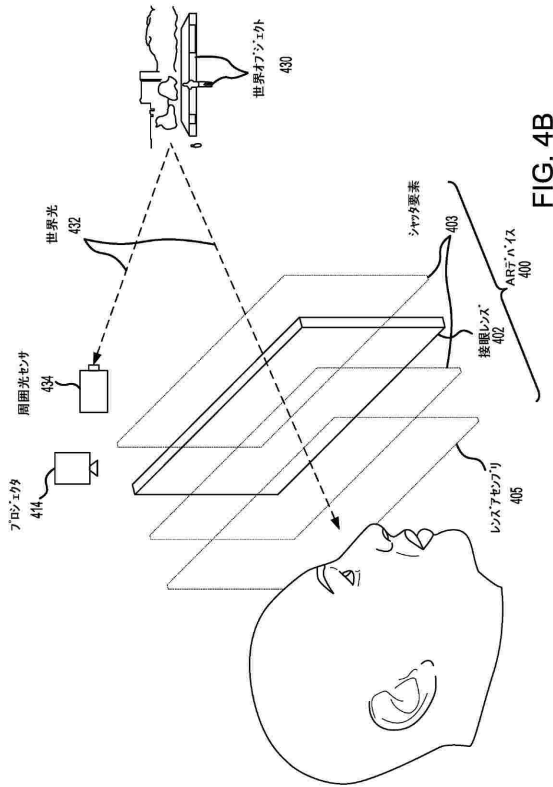


FIG. 4B

【図 4 C】

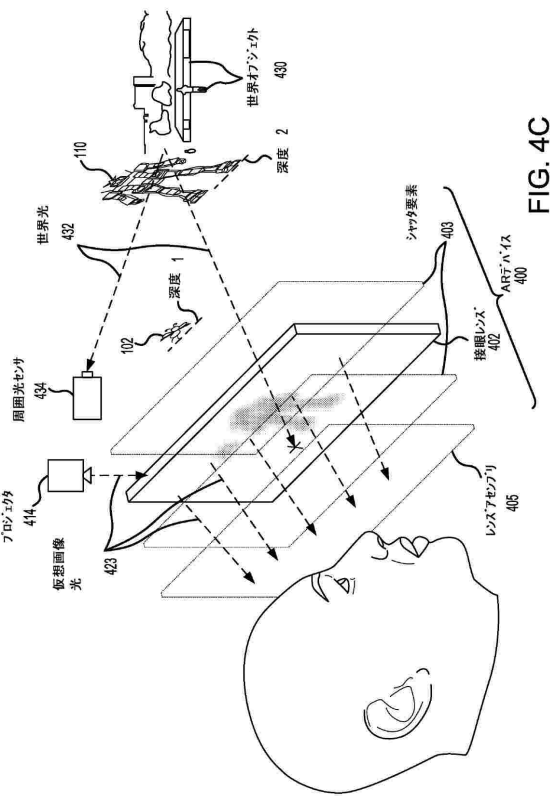


FIG. 4C

【図 5】

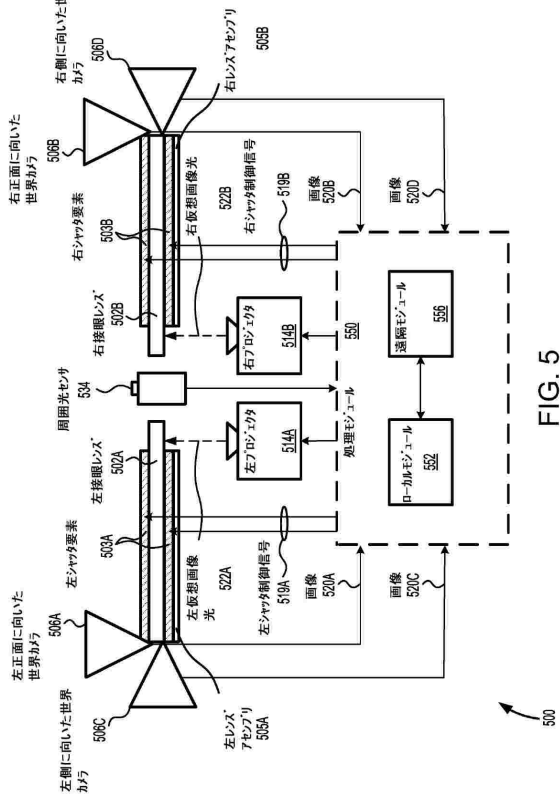


FIG. 5

【図 6】

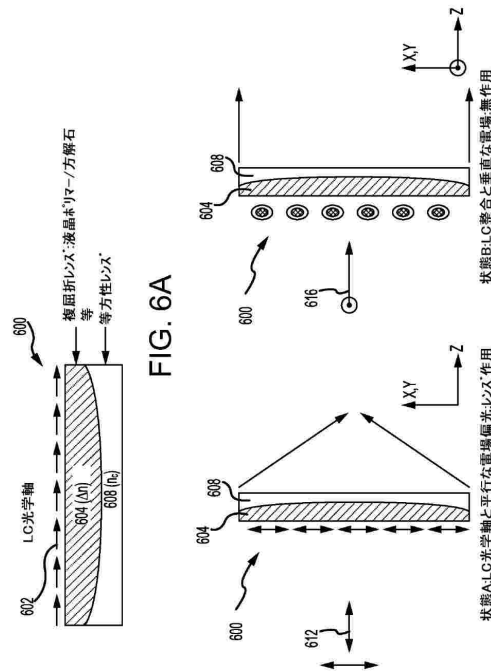
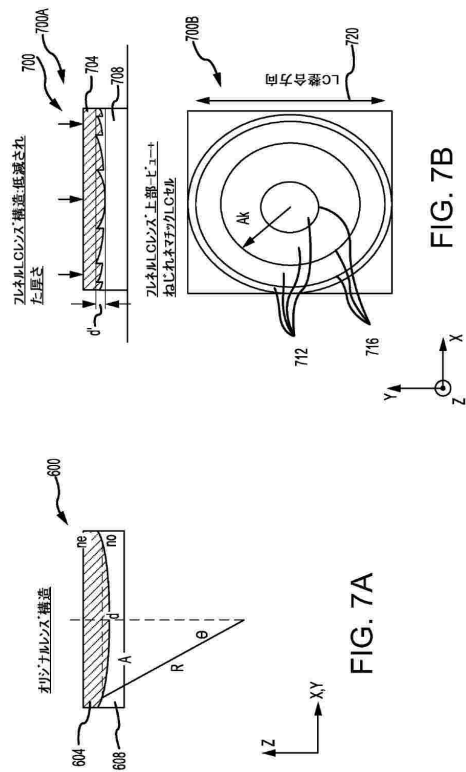


FIG. 6A

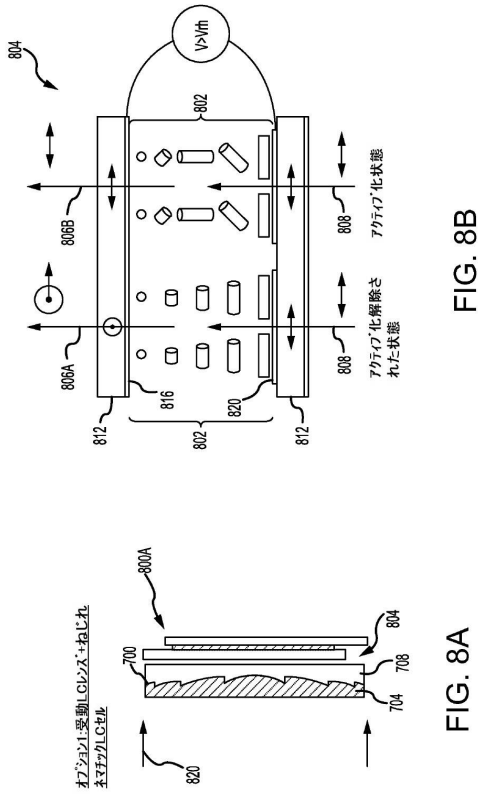
FIG. 6B

FIG. 6C

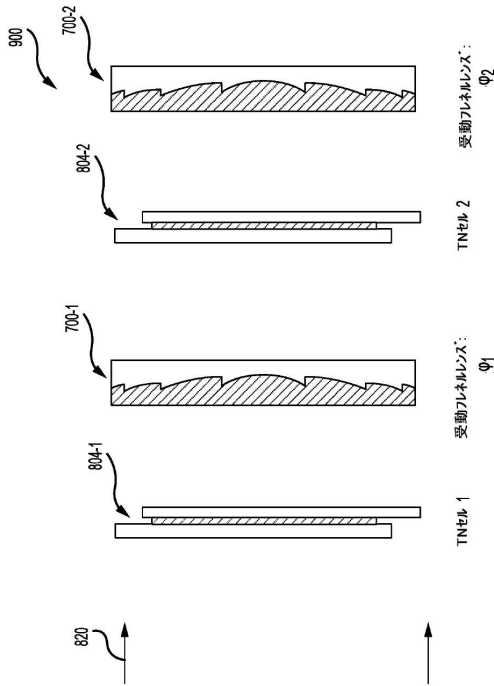
【図 7】



【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】

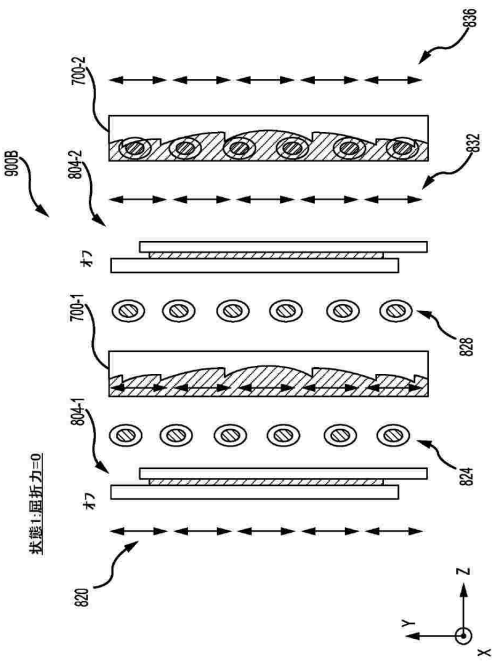


FIG. 9A

FIG. 9B

【図 9 C】

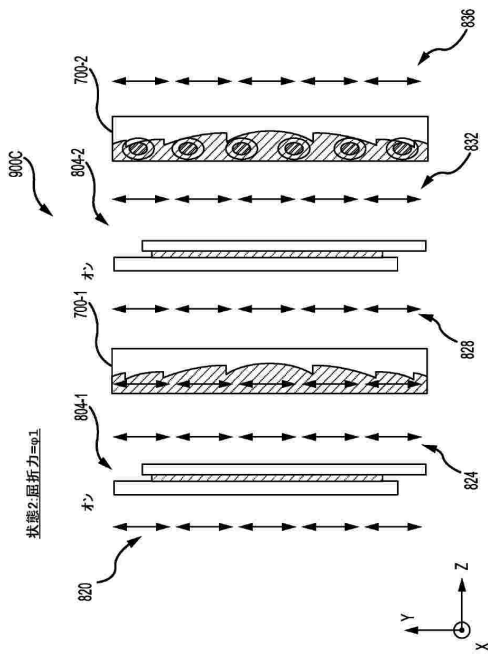


FIG. 9C

【図 9 D】

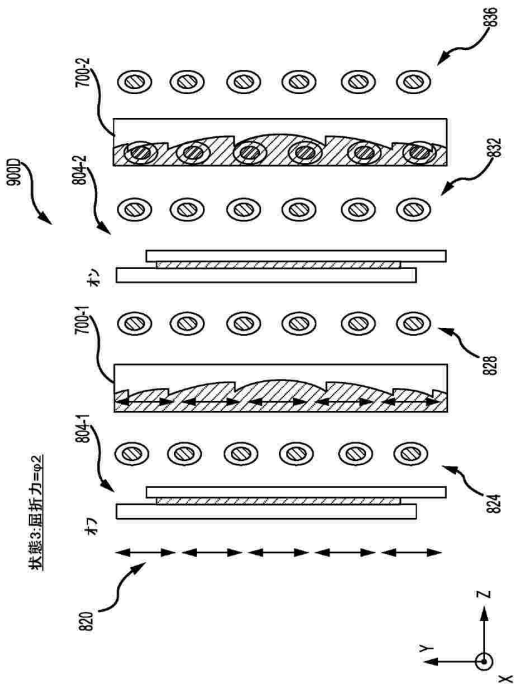


FIG. 9D

【図 9 E】

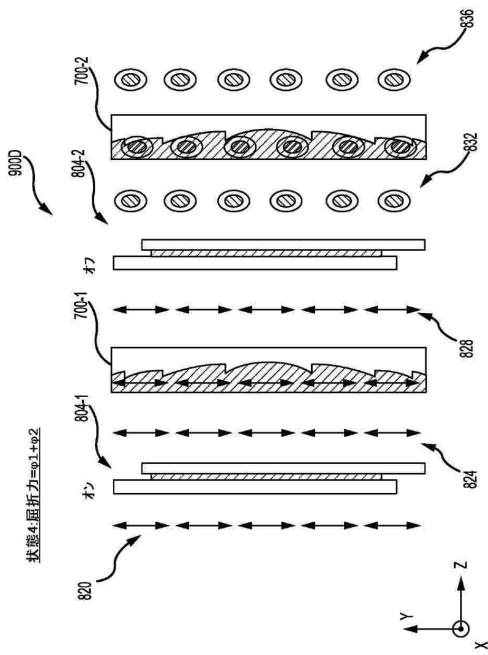


FIG. 9E

【図 10】

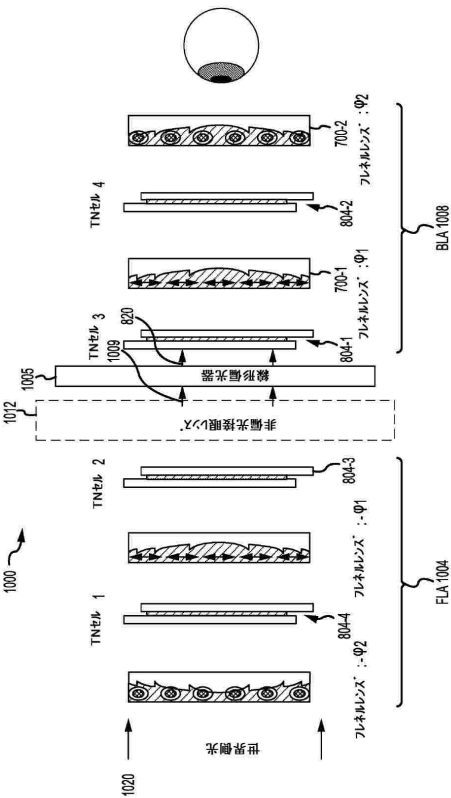


FIG. 10

【図 1 1 A】

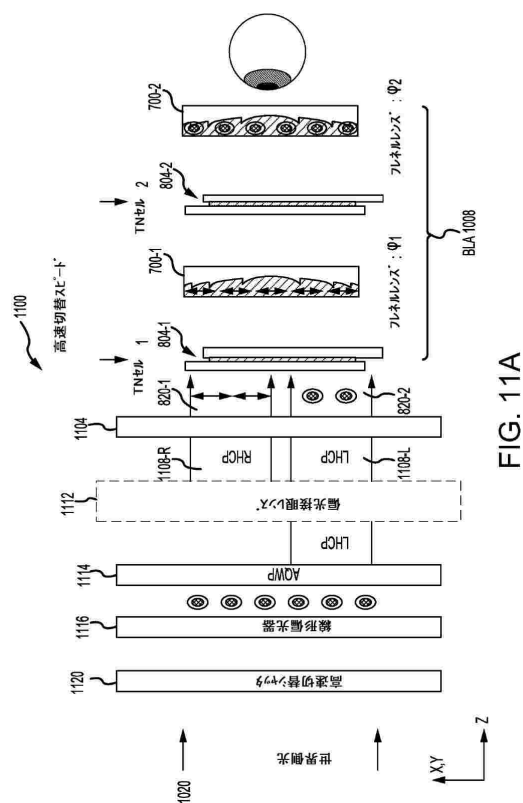


FIG. 11A

【図 1 1 B】

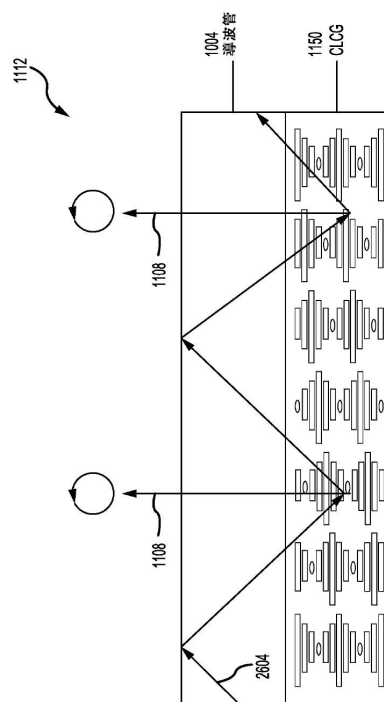


FIG. 11B

【図 1 1 C】

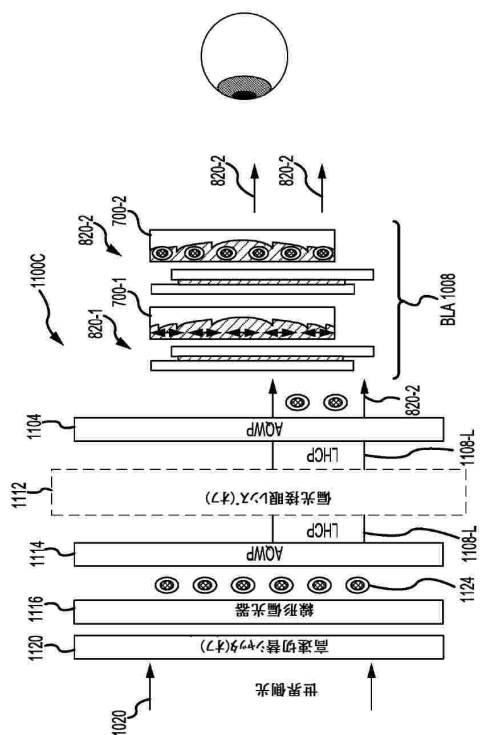


FIG. 11C

【図 1 1 D】

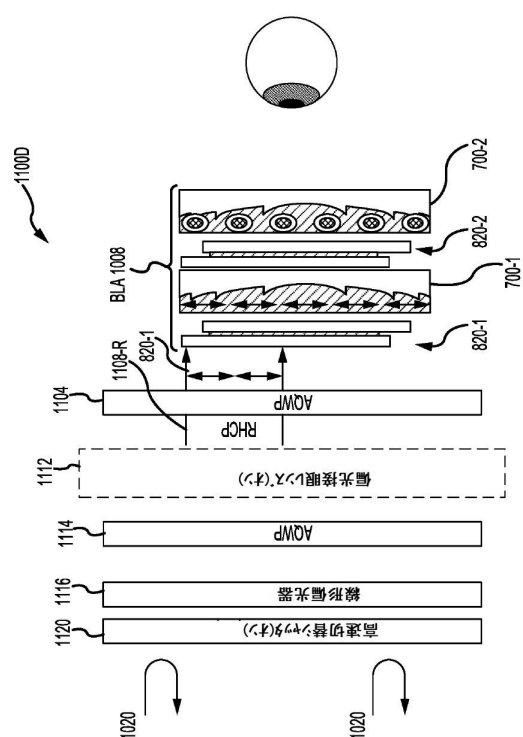


FIG. 11D

【図 1 4】



FIG. 14

【図 1 5】

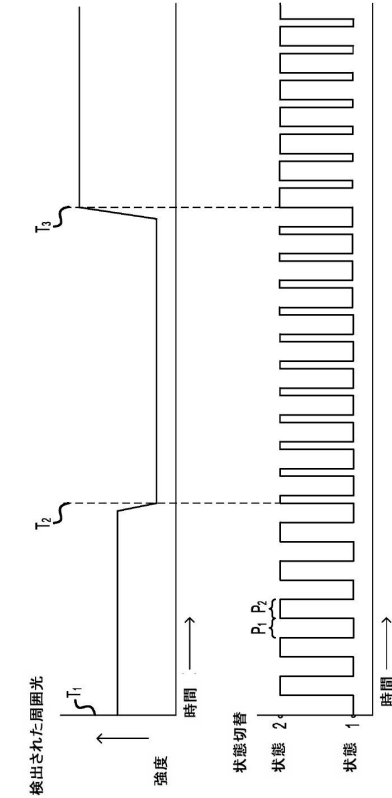


FIG. 15

【図 1 6 A】

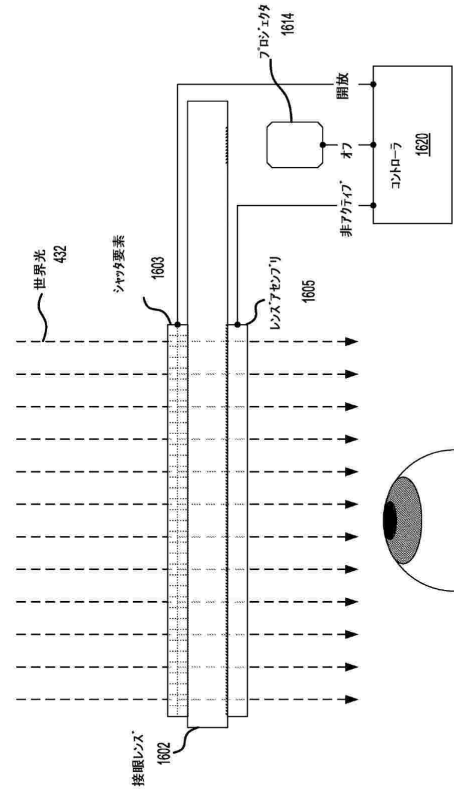


FIG. 16A

【図 1 6 B】

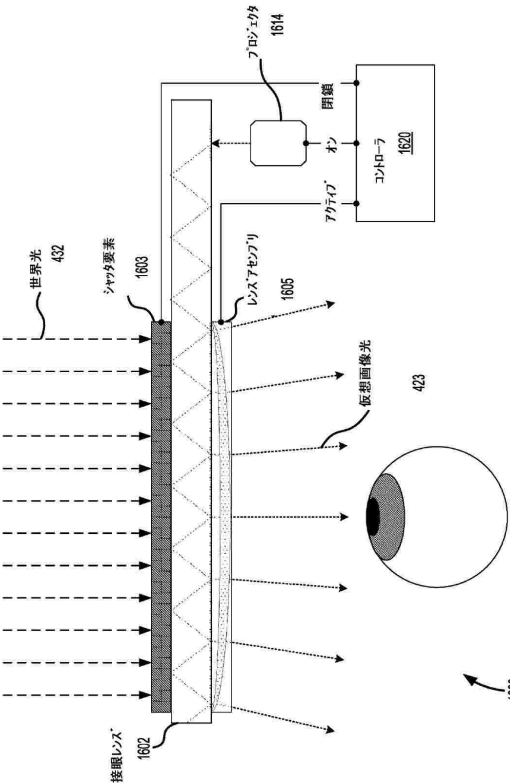


FIG. 16B

10

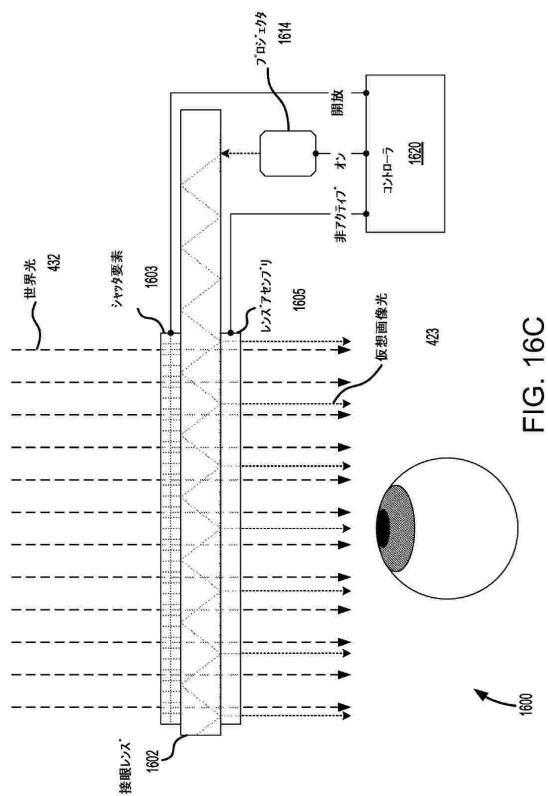
20

30

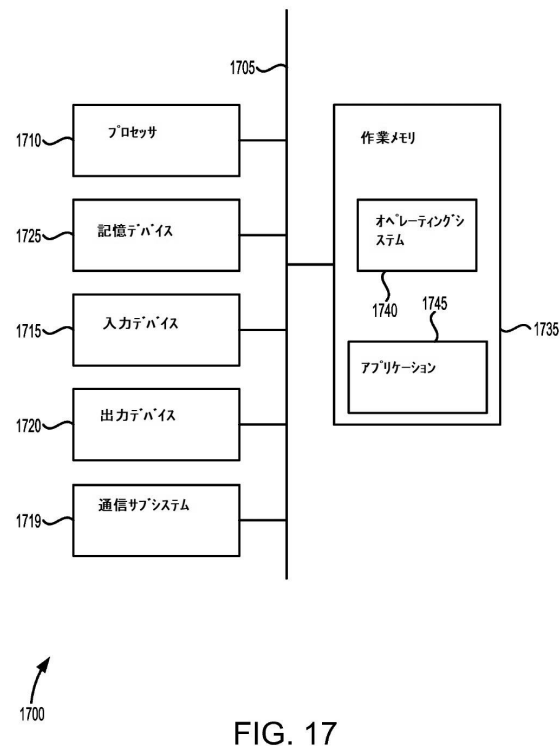
40

50

【図 16 C】



【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 コマンドゥリ, ラヴィ クマール
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブール
バード 7500, マジック リープ, インコーポレイテッド 気付
- (72)発明者 エドウィン, ライオネル アーネスト
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブール
バード 7500, マジック リープ, インコーポレイテッド 気付
- (72)発明者 オ, チュルウ
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブール
バード 7500, マジック リープ, インコーポレイテッド 気付
- 審査官 河村 麻梨子
- (56)参考文献 特開平06-342129 (JP, A)
国際公開第2018/231784 (WO, A1)
米国特許出願公開第2018/0188528 (US, A1)
米国特許出願公開第2018/0129048 (US, A1)
中国特許出願公開第103605209 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 27/01-27/02