

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6746590号
(P6746590)

(45) 発行日 令和2年8月26日 (2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月7日 (2020.8.7)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 27/02 (2006.01)	GO 2 B 27/02 Z
GO 2 B 5/18 (2006.01)	GO 2 B 5/18
HO 4 N 5/64 (2006.01)	HO 4 N 5/64 5 1 1 A

請求項の数 15 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2017-539020 (P2017-539020)	(73) 特許権者	514108838
(86) (22) 出願日	平成28年1月26日 (2016.1.26)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2018-506068 (P2018-506068A)		Magic Leap, Inc.
(43) 公表日	平成30年3月1日 (2018.3.1)		アメリカ合衆国 フロリダ 33322,
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/014988		プランテーション, ウェスト サンライズ
(87) 国際公開番号	W02016/123145		ブルバード 7500
(87) 国際公開日	平成28年8月4日 (2016.8.4)		7500 W SUNRISE BLVD
審査請求日	平成31年1月25日 (2019.1.25)		, PLANTATION, FL 3332
(31) 優先権主張番号	62/107,977		2 USA
(32) 優先日	平成27年1月26日 (2015.1.26)	(74) 代理人	100078282
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 山本 秀策
		(74) 代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された回折格子構造を有する仮想および拡張現実システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡張現実コンテンツをユーザに送達するための拡張現実 (AR) ディスプレイシステムであって、

画像データの1つ以上のフレームを提供するための画像発生源と、

前記画像データの前記1つ以上のフレームに関連付けられた光を伝送するための光変調器と、

前記画像データの前記1つ以上のフレームに関連付けられた光を受け取り、前記光を前記ユーザの眼に向かわせるための回折光学要素 (DOE) と

を備え、

前記 DOE は、回折構造を備え、前記回折構造は、導波管屈折率に対応する導波管基板と、表面格子と、前記導波管基板と前記表面格子との間に配置されている下層を有し、前記下層は、前記導波管屈折率と異なる下層屈折率に対応し、

前記下層は、非均一な厚さを備えている、システム。

【請求項 2】

前記導波管基板および前記下層および前記表面格子の全ては、異なる屈折率値に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記表面格子は、前記下層屈折率と比較してより高い表面格子屈折率に対応し、前記下層屈折率は、前記導波管屈折率と比較してより高い値である、請求項 2 に記載のシステム

10

20

。

【請求項 4】

前記導波管基板および前記下層および前記表面格子のうちの少なくとも2つは、共通の屈折率値に対応する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 5】

前記表面格子は、前記導波管屈折率と同一である表面格子屈折率に対応し、前記下層屈折率は、前記導波管屈折率および前記表面格子屈折率と異なる、請求項4に記載のシステム。

【請求項 6】

前記表面格子は、前記下層屈折率と同一である表面格子屈折率に対応し、前記導波管屈折率は、前記下層屈折率および前記表面格子屈折率と異なる、請求項4に記載のシステム。

10

【請求項 7】

前記下層の非均一な厚さは、距離が光投入場所から増加させられるにつれて、比較的薄いものから比較的厚いものに変化する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 8】

前記下層屈折率は、非均一な下層屈折率である、請求項1に記載のシステム。

【請求項 9】

前記下層の非均一な下層屈折率は、距離が光投入場所から増加させられるにつれて、前記導波管屈折率と比較的似たものから前記導波管屈折率との差異が増加したものに変化する、請求項8に記載のシステム。

20

【請求項 10】

前記システムは、一緒にスタックされた複数の前記回折構造を有するスタックされた導波管アセンブリを備えている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 11】

前記DOEは、オン状態とオフ状態との間で切り替え可能である、請求項1に記載のシステム。

【請求項 12】

頭部搭載可能装着式システムとして具現化される、請求項1に記載のシステム。

【請求項 13】

前記回折構造は、前記表面格子を覆う上部層をさらに備えている、請求項1に記載のシステム。

30

【請求項 14】

前記上部層は、前記回折構造のスタックのための介在層を形成し、前記上部層は、比較的低い屈折率を備えている、請求項13に記載のシステム。

【請求項 15】

前記導波管基板および前記下層および前記表面格子は、異なる材料に対応する、請求項1～14のいずれかに記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本開示は、仮想現実および拡張現実結像ならびに視覚化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

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様式、またはそのように知覚され得る様式において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して透明性を伴わずに、デジタルまたは仮想画像情報の提

50

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視覚化の拡張として、デジタルまたは仮想画像情報の提示を伴う。例えば、図1を参照すると、拡張現実場面(4)が、描写されており、AR技術のユーザは、人々、木々、背景としての建物、およびコンクリートのプラットフォーム(1120)を特徴とする実世界の公園のような設定(6)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(1120)上に立っているロボット像(1110)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ーキャラクタ(2)が「見えている」ことを知覚するが、これらの要素(2、1110)は、実世界には存在しない。結論から言うと、ヒトの視知覚系は、非常に複雑であり、他の仮想または実世界画像要素間における仮想画像要素の快適で自然のような感覚で豊かな提示を促進するVRまたはAR技術を生成することは、困難である。

10

【0003】

3D仮想コンテンツをARシステムのユーザに提示する場合、多数の課題が存在する。3Dコンテンツをユーザに提示することの大前提は、複数の深度の知覚の生成を伴う。言い換えると、いくつかの仮想コンテンツは、ユーザにより近いように見える一方、他の仮想コンテンツは、より遠くに生じるように見えることが望ましくあり得る。したがって、3D知覚を達成するために、ARシステムは、ユーザに対して異なる焦点面において仮想コンテンツを送達するように構成されるべきである。

【0004】

3Dディスプレイが、深度の真の感覚、より具体的には、表面深度のシミュレーションされた感覚をもたらすために、ディスプレイの視野内の各点に対して、その仮想深度に対応する遠近調節応答を生成することが望ましい。ディスプレイ点に対する遠近調節応答が、収束および立体視の両眼の深度手掛かりによって決定される、その点の仮想深度に対応しない場合、ヒトの視覚系は、遠近調節衝突を体験し、不安定な結像、有害な眼精疲労、頭痛、および遠近調節情報の不在下では、表面深度のほぼ完全な欠如をもたらし得る。

20

【0005】

したがって、従来のアプローチのこれらおよび他の問題を解決する3Dディスプレイを実装するための改良された技術の必要性がある。本明細書に説明されるシステムおよび技法は、典型的ヒトの視覚的構成と連動し、これらの課題に対処するように構成される。

【発明の概要】

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態は、1人以上のユーザのための仮想現実および／または拡張現実相互作用を促進するためのデバイス、システム、および方法を対象とする。

【0007】

いくつかの実施形態による、拡張現実コンテンツをユーザに送達するための拡張現実(AR)ディスプレイシステムは、画像データの1つ以上のフレームを提供するための画像発生源と、画像データの1つ以上のフレームに関連付けられた光を伝送するための光変調器と、画像データの1つ以上のフレームに関連付けられた光を受け取り、光をユーザの眼に向かわせるための回折光学要素(DOE)であって、DOEは、導波管屈折率に対応する導波管基板、表面格子、および導波管基板と表面格子との間に配置される中間層(本明細書では、「下層」とも称される)を有する回折構造を備え、下層は、導波管屈折率と異なる下層回折率に対応する、DOEとを備えている。

40

【0008】

本発明のいくつかの実施形態によると、回折構造は、導波管基板と上部格子表面との間にある下層を含む、DOEのために採用される。上部格子表面は、第1の屈折率値に対応する第1の材料を備え、下層は、第2の屈折率値に対応する第2の材料を備え、基板は、第3の屈折率値に対応する第3の材料を備えている。

【0009】

同一または異なる材料の任意の組み合わせが、構造のこれらの部分の各々を実装するた

50

めに採用され得、例えば、全3つの材料は、異なり（かつ全3つの材料は、異なる屈折率値に対応する）、または、層のうちの2つは、同一材料を共有する（例えば、3つの材料のうちの2つは、同一であり、したがって、第3の材料の屈折率値と異なる共通の屈折率値を共有する）。任意の好適な材料のセットが、改良された回折構造の任意の層を実装するために使用され得る。

【0010】

したがって、種々の組み合わせが、利用可能であり、ある屈折率の下層は、第3の屈折率の基板とともに、別の屈折率の上部格子と組み合わせられ、これらの相対的値の調節は、入射角への回折効率の依存性に多くの変動を提供する。異なる屈折率の層を伴う層状導波管が、提示される。種々の組み合わせおよび順列が、機能性を例証するために、関連性能データとともに提示される。利点として、角度の増加が挙げられ、それは、格子を用いて出力角度の増加を提供し、したがって、接眼レンズを用いて視野の増加を提供する。さらに、角度に伴う回折効率の正常低減に対抗する能力は、機能的に有益である。

10

【0011】

いくつかの実施形態では、導波管基板、下層、および表面格子は、異なる屈折率値に対応する。例えば、表面格子は、下層回折率と比較してより高い表面格子屈折率に対応し得、下層回折率は、導波管屈折率と比較してより高い値である。

【0012】

いくつかの実施形態では、導波管基板、下層、および表面格子のうちの少なくとも2つは、共通の屈折率値に対応する。例えば、表面格子は、導波管回折率と同一である表面格子屈折率に対応し得、下層回折率は、導波管屈折率および表面格子屈折率と異なる。加えて、表面格子は、下層回折率と同一である表面格子屈折率に対応し得、導波管回折率は、下層屈折率および表面格子屈折率と異なる。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、下層は、非均一な厚さを備えている。下層の非均一な厚さは、比較的薄いものから、距離が光投入場所から増加させられるにつれて、比較的厚いものに変化し得る。加えて、下層は、非均一な下層屈折率を備え得る。例えば、下層の非均一な下層屈折率は、導波管屈折率と比較的似たものから、距離が光投入場所から増加させられるにつれて、導波管屈折率との差異が増加したものに変化し得る。

【0014】

いくつかの実施形態におけるシステムは、一緒にスタックされた複数の回折構造を有するスタックされた導波管アセンブリを備えている。加えて、DOEは、オン状態とオフ状態との間で切り替え可能である。システムは、頭部搭載可能装着式システムとして具現化され得る。

30

【0015】

少なくとも一実施形態では、回折構造は、表面格子を覆う上部層を備えている。上部層は、回折構造のスタックのための介在層を形成するために使用され得、上部層は、比較的低い屈折率を備えている。加えて、上部層はまた、回折効果を提供するために使用され得、例えば、上部層は、比較的に高屈折率を有する。

【0016】

本発明の追加のおよび他の目的、特徴、ならびに利点は、発明を実施するための形態、図、および請求項に説明される。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

（項目1）

拡張現実コンテンツをユーザに送達するための拡張現実（AR）ディスプレイシステムであって、

画像データの1つ以上のフレームを提供するための画像発生源と、

前記画像データの前記1つ以上のフレームに関連付けられた光を伝送するための光変調器と、

前記画像データの前記1つ以上のフレームに関連付けられた光を受け取り、前記光を前

40

50

記ユーザの眼に向かわせるための回折光学要素（DOE）と
を備え、

前記DOEは、導波管屈折率に対応する導波管基板、表面格子、および前記導波管基板
と前記表面格子との間に配置されている下層を有する回折構造を備え、前記下層は、前記
導波管屈折率と異なる下層回折率に対応する、システム。

（項目2）

前記導波管基板、前記下層、および前記表面格子の全ては、異なる屈折率値に対応する
、項目1に記載のシステム。

（項目3）

前記表面格子は、前記下層回折率と比較してより高い表面格子屈折率に対応し、前記下
層回折率は、前記導波管屈折率と比較してより高い値である、項目2に記載のシステム。

（項目4）

前記導波管基板、前記下層、および前記表面格子のうちの少なくとも2つは、共通の屈
折率値に対応する、項目1に記載のシステム。

（項目5）

前記表面格子は、前記導波管回折率と同一である表面格子屈折率に対応し、前記下層回
折率は、前記導波管屈折率および前記表面格子屈折率と異なる、項目4に記載のシステム
。

（項目6）

前記表面格子は、前記下層回折率と同一である表面格子屈折率に対応し、前記導波管回
折率は、前記下層屈折率および前記表面格子屈折率と異なる、項目4に記載のシステム。

（項目7）

前記下層は、非均一な厚さを備えている、項目1に記載のシステム。

（項目8）

前記下層の非均一な厚さは、比較的薄いものから、距離が光投入場所から増加させられ
るにつれて、比較的厚いものに変化する、項目7に記載のシステム。

（項目9）

前記下層は、非均一な下層屈折率を備えている、項目1に記載のシステム。

（項目10）

前記下層の非均一な下層屈折率は、前記導波管屈折率と比較的似たものから、距離が光
投入場所から増加させられるにつれて、前記導波管屈折率との差異が増加したものに変化
する、項目9に記載のシステム。

（項目11）

前記システムは、一緒にスタックされた複数の前記回折構造を有するスタックされた導
波管アセンブリを備えている、項目1に記載のシステム。

（項目12）

前記DOEは、オン状態とオフ状態との間で切り替え可能である、項目1に記載のシス
テム。

（項目13）

頭部搭載可能装着式システムとして具現化される、項目1に記載のシステム。

（項目14）

前記回折構造は、前記表面格子を覆う上部層をさらに備えている、項目1に記載のシス
テム。

（項目15）

前記上部層は、前記回折構造のスタックのための介在層を形成し、前記上部層は、比較
的低い屈折率を備えている、項目14に記載のシステム。

（項目16）

前記導波管基板、前記下層、および前記表面格子は、異なる材料に対応する、項目1～
15のいずれかに記載のシステム。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0017】

【図1】図1は、一図示される実施形態における、装着式ARユーザデバイスを通した拡張現実（AR）のユーザのビューを図示する。

【0018】

【図2】図2は、従来の立体視的3Dシミュレーションディスプレイシステムを図示する。

【0019】

【図3】図3は、本発明のいくつかの実施形態による、立体視的3Dシミュレーションディスプレイシステムを実装するための改良されたアプローチを図示する。

【0020】

【図4A】図4A-4Dは、ヒトVRおよび／またはARのための高品質で快適に知覚されるディスプレイシステムを提供する目的に対処するための種々のシステム、サブシステム、および構成要素を図示する。

【図4B】図4A-4Dは、ヒトVRおよび／またはARのための高品質で快適に知覚されるディスプレイシステムを提供する目的に対処するための種々のシステム、サブシステム、および構成要素を図示する。

【図4C】図4A-4Dは、ヒトVRおよび／またはARのための高品質で快適に知覚されるディスプレイシステムを提供する目的に対処するための種々のシステム、サブシステム、および構成要素を図示する。

【図4D】図4A-4Dは、ヒトVRおよび／またはARのための高品質で快適に知覚されるディスプレイシステムを提供する目的に対処するための種々のシステム、サブシステム、および構成要素を図示する。

【0021】

【図5】図5は、改良された回折構造を利用するシステムの例示的構成の平面図を図示する。

【0022】

【図6】図6は、スタックされた導波管アセンブリを図示する。

【0023】

【図7】図7は、DOEを図示する。

【0024】

【図8】図8および9は、例示的回折パターンを図示する。

【図9】図8および9は、例示的回折パターンを図示する。

【0025】

【図10】図10および11は、その中にビームが投入される、2つの導波管を図示する。

【図11】図10および11は、その中にビームが投入される、2つの導波管を図示する。

【0026】

【図12】図12は、導波管のスタックを図示する。

【0027】

【図13A】図13Aは、導波管基板および上部格子表面を有するが、下層を伴わない回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0028】

【図13B】図13Bは、例示的シミュレーション結果のチャートを示す。

【0029】

【図13C】図13Cは、図13Aの注釈付きバージョンを示す。

【0030】

【図14A】図14Aは、導波管基板、下層、および上部格子表面を有する回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0031】

【図14B】図14Bは、導波管基板、下層、格子表面、および上部表面を有する回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0032】

【図14C】図14Cは、導波管基板、下層、格子表面、および上部表面を有する回折構造のスタックを実装するための例示的アプローチを図示する。

【0033】

【図15A】図15Aは、高屈折率導波管基板、低屈折率下層、および低屈折率上部格子表面を有する回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0034】

【図15B】図15Bは、例示的シミュレーション結果のチャートを示す。

10

【0035】

【図16A】図16Aは、低屈折率導波管基板、高屈折率下層、および低屈折率上部格子表面を有する回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0036】

【図16B】図16Bは、例示的シミュレーション結果のチャートを示す。

【0037】

【図17A】図17Aは、低屈折率導波管基板、媒体屈折率下層、および高屈折率上部格子表面を有する回折構造を実装するための例示的アプローチを図示する。

【0038】

【図17B】図17Bは、例示的シミュレーション結果のチャートを示す。

20

【0039】

【図18A】図18A-Dは、下層特性の修正を図示する。

【図18B】図18A-Dは、下層特性の修正を図示する。

【図18C】図18A-Dは、下層特性の修正を図示する。

【図18D】図18A-Dは、下層特性の修正を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明のいくつかの実施形態によると、回折構造が、採用され、回折構造は、導波管基板と上部格子表面との間にある下層／中間層を含む。上部格子表面は、第1の屈折率値に対応する第1の材料を備え、下層は、第2の屈折率値に対応する第2の材料を備え、基板は、第3の屈折率値に対応する第3の材料を備えている。

30

【0041】

このアプローチの1つの利点は、3つの層のための相対的屈折率の適切な選択によって、最小全内部反射角度が屈折率が増加させられるにつれて低減させられるという事実から、構造がより広範囲の入射光のためのより広い視野を得ることを可能にすることである。回折効率は、増加させられ、画像視認デバイスのディスプレイへの「より明るい」光の出力を可能にすることができる。

【0042】

種々の組み合わせが、利用可能であり、ある屈折率の下層は、第3の屈折率の基板とともに、別の屈折率の上部格子と組み合わせられ、これらの相対的値を調節することは、入射角への回折効率の依存性に多くの変動を提供する。異なる屈折率の層を伴う層状導波管が、提示される。種々の組み合わせおよび順列が、機能性を例証するために、関連性能データとともに提示される。利点は、角度の増加を含み、それは、格子を用いて出力角度の増加を提供し、したがって、接眼レンズを用いて視野の増加を提供する。さらに、角度に伴う回折効率における通常の低減に対抗する能力は、機能的に有益である。

40

【0043】

(いくつかの実施形態によるディスプレイシステム)

本開示の本部分は、本発明の改良された回折構造と併用され得る、例示的ディスプレイシステムを説明する。

【0044】

50

図2は、典型的には、それぞれ、眼からの固定半径方向焦点距離10における、各眼4および6に対する別個のディスプレイ74および76を有する従来の立体視的3Dシミュレーションディスプレイシステムを図示する。この従来のアプローチは、遠近調節手掛かりを含む、3次元における深度を検出および解釈するためにヒトの眼および脳によって利用される有用な手掛かりの多くを考慮することができない。

【0045】

実際、典型的ヒトの眼は、半径方向距離に基づいて、多数の深度の層を解釈可能であり、例えば、約12の深度の層を解釈可能である。約0.25メートルの近視野限界は、ほぼ最も近い焦点深度であり、約3メートルの遠視野限界は、ヒトの眼から約3メートルを上回って離れたいかなるアイテムも無限焦点を受けることを意味する。焦点の層は、眼に近づくほど、ますます薄くなる。言い換えると、眼は、眼に比較的近いほど非常に小さい焦点距離の差異を知覚可能であり、この効果は、オブジェクトが眼からより離れるにつれて、消散する。無限オブジェクト場所では、焦点深度／光屈折間隔値は、約1／3ジオプトリである。

【0046】

図3は、本発明のいくつかの実施形態による、立体視的3Dシミュレーションディスプレイシステムを実装するための改良されたアプローチを図示し、2つの複合画像が、各眼4および6に対して1つずつ表示され、各画像の種々の側面(14)のための種々の半径方向焦点深度(12)が、各眼に知覚される画像内の3次元深度階層化の知覚を提供するために利用され得る。複数の焦点面(例えば、12の焦点面)がユーザの眼と無限遠との間に存在するので、これらの焦点面および描写される関係内のデータは、仮想要素をユーザの視認のための拡張現実シナリオ内に位置付けるために利用され得る。なぜなら、ヒトの眼は、常に動き回り、焦点面を利用して深度を知覚するからである。この図は、種々の深度における特定の数の焦点面を示すが、本発明の実装は、所望の特定の用途のための必要に応じて、任意の数の焦点面を使用し得、本発明は、したがって、本開示における図のいずれかに示される特定の数の焦点面のみを有するデバイスに限定されないことに留意されたい。

【0047】

図4A-4Dを参照すると、本発明のいくつかの実施形態による、いくつかの一般的構成要素選択肢が、図示される。図4A-4Dの議論に続く詳細な説明の一部では、種々のシステム、サブシステム、および構成要素が、ヒトVRおよび／またはARのための高品質で快適に知覚されるディスプレイシステムを提供する目的に対処するために提示される。

【0048】

図4Aに示されるように、ARシステムユーザ(60)が、ユーザの眼の正面に位置付けられるディスプレイシステム(62)に結合される、フレーム(64)構造を装着した状態で描写される。スピーカ(66)が、描写される構成では、フレーム(64)に結合され、ユーザの外耳道に隣接して位置付けられる(一実施形態では、図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／成形可能音制御を提供する)。ディスプレイ(62)は、有線導線または無線接続等によって、ローカル処理およびデータモジュール(70)に動作可能に結合され(68)、データモジュール(70)は、フレーム(64)に固定して取り付けられること、図4Bの実施形態に示されるように、ヘルメットまたは帽子(80)に固定して取り付けられること、ヘッドホン内に埋め込まれること、図4Cの実施形態に示されるように、リュック式構成でユーザ(60)の胴体(82)に取り外し可能に取り付けられること、または図4Dの実施形態に示されるように、ベルト結合式構成でユーザ(60)の腰(84)に取り外し可能に取り付けられること等、種々の構成で搭載され得る。

【0049】

ローカル処理およびデータモジュール(70)は、省電力プロセッサまたはコントローラと、フラッシュメモリ等のデジタルメモリとを備え得、両方とも、データの処理、キャ

10

20

30

40

50

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、および／またはジャイロスコープ等、フレーム（64）に動作可能に結合され得るセンサから捕捉されたデータ、および／または、b) おそらく、処理または読み出し後にディスプレイ（62）へ渡すために、遠隔処理モジュール（72）および／または遠隔データリポジトリ（74）を使用して取得および／または処理されたデータである。ローカル処理およびデータモジュール（70）は、有線または無線通信リンク等を介して、遠隔処理モジュール（72）および遠隔データリポジトリ（74）に動作可能に結合され得る（76、78）、これらの遠隔モジュール（72、74）は、互い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（70）へのリソースとして利用可能である。

10

【0050】

一実施形態では、遠隔処理モジュール（72）は、データおよび／または画像情報を分析し、処理するように構成される1つ以上の比較的強力なプロセッサまたはコントローラを備え得る。一実施形態では、遠隔データリポジトリ（74）は、「クラウド」リソース構成におけるインターネットまたは他のネットワーク構成を通して利用可能であり得る比較的大規模なデジタルデータ記憶設備を備え得る。一実施形態では、ローカル処理およびデータモジュールにおいて、全てのデータが記憶され、全ての計算が行われ、任意の遠隔モジュールからの完全自律使用を可能にする。

【0051】

20

Z軸差（すなわち、光学軸に沿って眼からの直線距離）の知覚が、可変焦点光学要素構成と共に導波管をすることによって、促進され得る。ディスプレイからの画像情報が、コリメートされ、導波管の中に投入され、当業者に公知の任意の好適な基板誘導光学方法を使用して、大射出瞳様式で分布され得、次いで、可変焦点光学要素能力が、導波管から現れる光の波面の焦点を変化させ、眼に、導波管から生じる光が特定の焦点距離からのものであるという知覚を提供するために利用され得る。言い換えると、入射光は、全内部反射導波管構成における課題を回避するためにコリメートされているので、それは、コリメートされた方式で出射し、視認者の眼が、遠点に遠近調節し、それを網膜上に集中させることを要求し、必然的に、何らかの他の介入が、光が再集中され、異なる視認距離からとして知覚されるようにしない限り、それは、光学無限遠からであるように解釈されるであろう。好適なそのような介入の1つは、可変焦点レンズである。

30

【0052】

いくつかの実施形態では、コリメートされた画像情報は、それが全内部反射し、隣接する導波管の中に通されるような角度で、ガラスまたは他の材料片の中に投入される。導波管は、ディスプレイからのコリメートされた光が、導波管の長さに沿って、反射体または回折特徴の分布にわたりほぼ均一に出射するよう分布されるように構成され得る。眼に向かう出射時、出射光は、可変焦点レンズ要素に通され、可変焦点レンズ要素の制御された焦点に応じて、可変焦点レンズ要素から出射し、眼に入射する光は、種々のレベルの焦点を有するであろう（コリメートされた平坦波面は、光学無限遠を表し、ビーム発散／波面曲率が大きいほど、眼58に対してより近い視認距離を表す）。

40

【0053】

「フレーム順次」構成では、順次の2次元画像のスタックが、コンピュータ断層撮影システムがスタックされた画像スライスを使用して3次元構造を表す様式と同様の様式で、ディスプレイに順次供給され、3次元知覚を経時的に生成し得る。一連の2次元画像スライスは、各々が眼に対して異なる焦点距離で、眼に提示され得、眼／脳は、そのようなスタックをコヒーレント3次元ボリュームの知覚の中に統合するであろう。ディスプレイタイプに応じて、行毎またはさらにピクセル毎の順序付けが、3次元視認の知覚を生成するために行われ得る。例えば、走査光ディスプレイ（走査ファイバディスプレイまたは走査鏡ディスプレイ等）では、ディスプレイは、導波管に、順次方式で一度に1つの線または1つのピクセルを提示する。

50

【0054】

図6を参照すると、スタックされた導波管アセンブリ(178)が、複数の導波管(182、184、186、188、190)および複数の弱レンズ(198、196、194、192)を有することによって、3次元知覚を眼／脳に提供するために利用され得、複数の導波管および複数の弱レンズは、その導波管レベルに対して知覚されるべき焦点距離を示す各導波管レベルのための種々のレベルの波面曲率で画像情報を眼に送信するように一緒に構成されている。複数のディスプレイ(200、202、204、206、208)、または別の実施形態では、単一多重化ディスプレイが、導波管(182、184、186、188、190)の中にコリメートされた画像情報を投入するために利用され得、導波管の各々は、前述のように、眼に出射するために、各導波管の長さにわたり入射光を実質的に等しく分布させるように構成され得る。

10

【0055】

眼に最も近い導波管(182)は、そのような導波管(182)の中に投入されるにつれて、光学無限遠焦点面を表し得るコリメートされた光を眼に送達するように構成される。次の上方導波管(184)は、眼(58)に到達し得る前に、第1の弱レンズ(192；例えば、弱い負のレンズ)を通過する、コリメートされた光を送信するように構成される。そのような第1の弱レンズ(192)は、眼／脳が、その次の上方導波管(184)から生じる光を光学無限遠から人に向かって内向きにより近い第1の焦点面から生じているように解釈するように、若干の凸面波面曲率を作成するように構成され得る。同様に、第3の上方導波管(186)は、眼(58)に到達する前に、その出力光を第1(192)および第2(194)レンズを通過させる。第1(192)および第2(194)レンズの組み合わせられた屈折力は、眼／脳が、その上方の第3の導波管(186)から生じている光を次の上方導波管(184)からの光より光学無限遠から人に向かってさらにより内向きに近い第2の焦点面から生じているように解釈するように、別の漸増量の波面発散を作成するように構成され得る。

20

【0056】

他の導波管層(188、190)および弱レンズ(196、198)も同様に、構成され、スタック内の最高導波管(190)は、人に最も近い焦点面を表す総焦点力のために、その出力をそれと眼との間の弱レンズの全てを通して送信する。スタックされた導波管アセンブリ(178)の他の側の世界(144)から生じる光を視認／解釈するとき、レンズ(198、196、194、192)のスタックを補償するために、補償レンズ層(180)が、スタックの上部に配置され、下方のレンズスタック(198、196、194、192)の総屈折力を補償する。そのような構成は、前述のように、利用可能な導波管／レンズ対と同じ数の知覚される焦点面に、再び、比較的に大きな射出瞳構成を提供する。導波管の反射側面およびレンズの焦点合わせ側面は両方とも、静的であり得る(すなわち、動的または電気活性ではない)。代替実施形態では、動的であり、前述のように、電気活性特徴を使用し、少数の導波管が、時系列方式で多重化され、より多数の有効焦点面を生成することを可能にし得る。

30

【0057】

種々の回折構成が、コリメートされたビームを焦点合わせすることおよび／または向け直すことのために採用されることができる。例えば、コリメートされたビームをブラッググレーティング等の線形回折パターンに通すことは、ビームを偏向、すなわち、「操向」させるであろう。コリメートされたビームを半径方向対称回折パターン、すなわち、「フレネルゾーンプレート」に通すことは、ビームの焦点を変化させるであろう。線形および半径方向要素の両方を有する組み合わせ回折パターンが、コリメートされた入力ビームの偏向および焦点合わせの両方を生成するように採用されることができる。これらの偏向および焦点合わせ効果は、反射ならびに透過性モードで生成されることができる。

40

【0058】

これらの原理は、追加の光学系制御を可能にするための導波管構成とともに適用され得る。図7に示されるように、回折パターン(220)、すなわち、「回折光学要素」(ま

50

たは「DOE」）が、コリメートされたビームが平面導波管（216）に沿って全内部反射されるにつれて、それが多数の場所において回折パターン（220）に交差するように、平面導波管（216）内に埋め込まれている。構造はまた、その中にビームが投入され得る（例えば、プロジェクタまたはディスプレイによって）、別の導波管（218）を含み得、DOE（221）が、この別の導波管（218）内に埋め込まれる。

【0059】

好ましくは、DOE（220）は、ビームの光の一部のみ、DOE（220）の各交差点を用いて、眼（58）に向かって偏向させられる一方、残りは、全内部反射を介して、平面導波管（216）を通して移動し続けるように、比較的到低回折効率を有する。画像情報を搬送する光は、したがって、多数の場所において導波管から出射する、いくつかの関連光ビームに分割され、結果は、図8に示されるように、平面導波管（216）内で跳ね返るこの特定のコリメートされたビームに対する眼（58）に向かう非常に均一なパターンの出射放出である。眼（58）に向かう出射ビームは、この場合、DOE（220）が、線形回折パターンのみを有するので、実質的に平行として図8に示される。しかしながら、この線形回折パターンピッチに対する変化は、出射平行ビームを制御可能に偏向させ、それによって、走査またはタイル表示機能性を生成するために利用され得る。

10

【0060】

図9を参照すると、埋め込まれるDOE（220）の半径方向対称回折パターン成分の変化に伴って、出射ビームパターンは、より発散性となり、それは、眼がより近い距離に対して遠近調節を行い、出射ビームパターンを網膜上に焦点を合わせることを要求し、出射ビームパターンは、光学無限遠より眼に近い視認距離からの光として脳によって解釈されるであろう。

20

【0061】

図10を参照すると、その中にビームが投入され得る（例えば、プロジェクタまたはディスプレイによって）他の導波管（218）の追加に伴って、線形回折パターン等のこの他の導波管（218）内に埋め込まれたDOE（221）は、より大きい平面導波管（216）全体にわたり光を拡散させるように機能し得、それは、稼働中の特定のDOE構成に従って、より大きい平面導波管（216）から出射する入射光の非常に大きな入射場、例えば、大型のアイボックスを眼（58）に提供するように機能する。

【0062】

DOE（220、221）は、関連付けられた導波管（216、218）を二分するように描写されるが、これは、そうである必要はない。それらは、同一機能性を有するように、導波管（216、218）のうちのいずれかのいずれか側により近く、またはその上に設置されることもできる。したがって、図11に示されるように、単一のコリメートされたビームの投入に伴って、クローン化されたコリメートビームの場全体が、眼（58）に向かって向かわせられ得る。加えて、前述のもの等の組み合わせられた線形回折パターン／半径方向対称回折パターンシナリオでは、Z軸焦点合わせ能力を伴うビーム分布導波管光学（射出瞳の機能的拡張等の機能性のために、図11のそれ等の構成で、射出瞳は、光学要素自体と同じ大きさであることができ、それは、ユーザ快適性および人間工学のために非常に有意な利点であり得る）が、提示され、クローン化されたビームの発散角度および各ビームの波面曲率は両方とも、光学無限遠より近い点から生じる光を表す。

30

40

【0063】

一実施形態では、1つ以上のDOEは、能動的に回折する「オン」状態と、有意に回折しない「オフ」状態との間で切り替え可能である。例えば、切り替え可能DOEは、高分子分散型液晶の層を備え得、高分子分散型液晶の層において、微小液滴が、ホスト媒体内の回折パターンを備え、微小液滴の屈折率が、ホスト材料の屈折率に実質的に一致するように切り替えられることができるか（その場合、パターンは、入射光を著しく回折しない）、または、微小液滴が、ホスト媒体のものに一致しない屈折率に切り替えられることができる（その場合、パターンは、入射光を能動的に回折する）。さらに、回折項に対する動的変化に伴って、ビーム走査またはタイル表示機能性が、達成され得る。前述のように

50

、DOE（220、221）の各々に比較的低い回折グレーティング効率を有することが望ましい。なぜなら、それが光の分布を促進するからであり、さらに、望ましく送光される導波管を通り抜けて来る光（例えば、拡張現実構成では、世界144から眼58に向かって生じる光）が、それが交差するDOE（220）の回折効率がより低い場合、あまり影響を受けず、したがって、そのような構成を通して実世界のより優れたビューが達成されるからである。

【0064】

本明細書に図示されるもの等の構成は、好ましくは、時系列アプローチにおける画像情報の投入に伴って駆動され、フレーム順次駆動は、最も実装が簡単である。例えば、光学無限遠における空の画像が、時間1で投入され得、光のコリメートを保持する回折グレーティングが、利用され得る。その後、より近い木の枝の画像が、時間2で投入され得る一方、DOEが、例えば、1ジオプタまたは1メートル離れて、焦点変化を制御可能に与え、眼／脳に、枝の光情報がより近い焦点距離から生じているという知覚を提供する。この種類のパラダイムは、眼／脳が、入力が同一画像の全部分であることを知覚するような高速時系列方式で繰り返されることができ、これは、2つの焦点面の例にすぎない。好ましくは、システムは、より多くの焦点面を含み、オブジェクトとその焦点距離との間のより平滑な遷移を提供するであろう。この種類の構成は、概して、DOEが比較的に低速で（すなわち、数十～数百サイクル／秒の範囲内で画像を投入するディスプレイのフレームレートと同期して）切り替えられることを仮定する。

【0065】

正反対のものは、DOE要素が、数十～数百MHz以上で焦点をシフトさせることができ、ピクセルが、走査光ディスプレイタイプのアプローチを使用して、眼（58）の中に走査されるにつれて、ピクセル毎ベースでDOE要素の焦点状態の切り替えを促進する構成であり得る。これは、全体的ディスプレイフレームレートが非常に低く保たれ得る（「フリッカ」が問題ではない（約60～120フレーム／秒の範囲内である）ことを確実にするために十分に低い）ことを意味するので、望ましい。

【0066】

これらの範囲の間において、DOEがkHzレートで切り替えられ得る場合、行毎ベースで、各走査線上の焦点が調節され得、それは、ユーザに、例えば、ディスプレイに対する眼運動の中の時間的アーチファクトの観点から目に見える利点を与え得る。例えば、ある場面における異なる焦点面は、この方法でインタリーブされ、頭部の運動に応答して、目に見えるアーチファクトを最小限にし得る（本開示の後半で詳細に論じられるように）。行毎焦点変調器が、グレーティング光弁ディスプレイ等の線走査ディスプレイに動作可能に結合され得、線走査ディスプレイにおいて、ピクセルの線形アレイが、掃引され、画像を形成する。行毎焦点変調器は、ファイバ走査ディスプレイおよび鏡走査光ディスプレイ等の走査光ディスプレイに動作可能に結合され得る。

【0067】

図6のものに類似するスタックされた構成は、動的DOEを使用して、多平面焦点合わせを同時に提供し得る。例えば、3つの同時焦点面を用いて、主要焦点平面（例えば、測定された眼遠近調節に基づいて）が、ユーザに提示され得、+マージンおよび-マージン（すなわち、1つのより近い焦点面、1つのより遠い焦点面）が、平面の更新が必要とされる前に、ユーザが遠近調節することができる大きな焦点範囲を提供するために利用され得る。この増加した焦点範囲は、ユーザが、より近いまたはより遠い焦点（すなわち、遠近調節測定によって決定されるように）に切り替える場合、時間的利点を提供することができ、新しい焦点の平面が、中央の焦点深度にされ得、+および-マージンは、再び、システムが追いつく間、いずれか一方への高速切り替えのために準備される。

【0068】

図12を参照すると、それぞれ、反射体（254、256、258、260、262）を端部に有し、ディスプレイ（224、226、228、230、232）によって一端に投入されたコリメートされた画像情報が、反射体までの全内部反射によって跳ね返り、

その時点で、光の一部または全部が、眼もしくは他の標的に向かって反射されるように構成される平面導波管（244、246、248、250、252）のスタック（222）が、示される。反射体の各々は、全て、出射光を瞳孔等の共通目的地に向かって反射させるように、若干異なる角度を有し得る。レンズ（234、236、238、240、242）は、ビーム操向および／または焦点合わせのために、ディスプレイと導波管との間に挿入され得る。

【0069】

前述のように、光学無限遠におけるオブジェクトは、実質的に平面波面を作成する一方、眼から1m等、より近いオブジェクトは、湾曲波面（約1m凸面曲率半径を伴う）を作成する。眼の光学系は、最終的に網膜上に焦点を合わせられる（凸面波面は、凹面に変えられ、次いで、網膜上の焦点に至る）ように、光の入射光線を曲げるために十分な屈折力を有する必要がある。これらは、眼の基本機能である。

【0070】

前述の実施形態の多くでは、眼に向かわせられる光は、1つの連続波面の一部として取り扱われ、それらのうちのある一部が、特定の眼の瞳孔に衝突するであろう。別のアプローチでは、眼に向かわせられる光は、複数のビームレットまたは個々の光線に効果的に離散化もしくは分割され得、それらの各々は、ビームレットまたは光線の集合によって機能的に作成され得るより大きな集合波面の一部として、約0.5mm未満の直径と固有の伝搬経路とを有する。例えば、湾曲波面は、各々が所望の集合波面の曲率半径の中心に一致する原点を表すための適切な角度から眼に接近する複数の個別の近隣のコリメートされたビームを集合することによって近似され得る。

【0071】

ビームレットは、約0.5mm以下の直径を有する場合、それは、ピンホールレンズ構成を通して生じているかのようであり、それは、各個々のビームレットが、常時、眼の遠近調節状態から独立して、網膜上の相対焦点にあるが、しかしながら、各ビームレットの軌道が、遠近調節状態によって影響されるであろうことを意味する。例えば、ビームレットが、眼に平行に接近し、離散化されたコリメートされた集合波面を表す場合、無限遠に正しく遠近調節される眼は、全てが網膜上の同一共有スポットに収束するように、ビームレットを偏向させ、焦点が合って見えるであろう。眼が、例えば、1mに遠近調節する場合、ビームは、網膜の正面のスポットに収束され、経路を交差させ、網膜上の複数の近隣または部分的重複スポットに当たり、ぼけて見えるであろう。

【0072】

ビームレットが、発散性構成において眼に接近し、共有原点が視認者から1メートルの場合、1mの遠近調節は、ビームを網膜上の単一スポットに操向し、焦点が合って見えるであろう。視認者が、無限遠に遠近調節する場合、ビームレットは、網膜の背後のスポットに収束し、複数の近隣または部分的重複スポットを網膜上に生成し、ぼけた画像を生成するであろう。より一般的に述べると、眼の遠近調節は、網膜上のスポットの重複度を決定し、所与のピクセルは、スポットの全てが網膜上の同一スポットに向かわせられると、「焦点が合っており」、スポットが互いからオフセットされていると、「焦点がぼけている」。0.5mm以下の直径のビームレットが全て、常時、焦点が合っており、コヒーレント波面と実質的に同一であるかのように眼／脳によって知覚されるように集合され得るというこの概念は、快適な3次元仮想または拡張現実知覚のための構成を生成することにおいて利用され得る。

【0073】

言い換えると、複数の狭ビームのセットが、より大きい直径可変焦点ビームを用いる状態を模倣するために使用され得、ビームレット径が、最大約0.5mmに保たれる場合、必要な場合、比較的静的焦点レベルを維持し、焦点がずれた知覚を生成するために、ビームレット角度軌道が、より大きい焦点ずれビームに類似する効果を作成するように選択され得る（そのような焦点ぼけ処理は、より大きいビームに対するようなガウスぼかし処理と同一ではない場合があるが、ガウスぼかしと類似方式で解釈され得る、多峰性点拡が

り関数を作成するであろう)。

【0074】

いくつかの実施形態では、ビームレットは、この集合焦点効果を形成するように機械的に偏向させられず、むしろ、眼が、ビームレットが瞳孔を交差する多数の入射角度および多数の場所の両方を含む、多くのビームレットの上位セットを受光する。特定の視認距離からの所与のピクセルを表すために、適切な入射角度および瞳孔との交差点を備えている、上位セットからのビームレットの一部(空間内の同一共有原点から放出されているかのよう)が、集合波面を表すために、一致する色および強度を伴ってオンにされる一方、共有原点と一貫しない上位セット内のビームレットは、その色および強度を伴ってオンにされない(但し、そのうちの一部は、ある他の色および強度レベルでオンにされ、例えば、異なるピクセルを表し得る)。

10

【0075】

ここで図5を参照して、改良された回折構造を使用するARシステムの例示的实施形態800が、ここで説明される。ARシステムは、概して、画像発生プロセッサ812と、少なくとも1つのFSD808(ファイバ走査デバイス)と、FSD回路810と、結合光学832と、以下に説明される改良された回折構造と一緒にスタックされる導波管を有する少なくとも1つの光学アセンブリ(DOEアセンブリ802)とを含む。システムは、眼追跡サブシステム806も含み得る。図5に示されるように、FSD回路は、マキシムチップCPU818を有する画像発生プロセッサ812と、温度センサ820と、圧電駆動/変換器822と、赤色レーザ826と、青色レーザ828と、緑色レーザ830と、全3つのレーザ826、828、830を組み合わせるファイバコンバイナと通信する回路810を備え得る。他のタイプの結像技術も、FSDデバイスの代わりに、使用可能であることに留意されたい。例えば、高分解能液晶ディスプレイ(「LCD」)システム、背面照明強誘電パネルディスプレイ、および/または高周波数DLPシステムは全て、本発明のいくつかの実施形態において使用され得る。

20

【0076】

画像発生プロセッサは、ユーザに最終的に表示される仮想コンテンツを発生させることに関与する。画像発生プロセッサは、仮想コンテンツに関連付けられた画像またはビデオを3Dにおいてユーザに投影され得るフォーマットに変換し得る。例えば、3Dコンテンツを発生させることにおいて、仮想コンテンツは、特定の画像の一部が特定の深度平面上に表示される一方、その他が、他の深度平面に表示されるように、フォーマットされる必要があり得る。または、画像は全て、特定の深度平面において発生され得る。または、画像発生プロセッサは、一緒に視認されると、仮想コンテンツがユーザの眼にコヒーレントかつ快適に現れるように、若干異なる画像を右および左眼にフィードするようにプログラムされ得る。1つ以上の実施形態では、画像発生プロセッサ812は、時系列様式で仮想コンテンツを光学アセンブリに送達する。仮想場面の第1の部分は、光学アセンブリが第1の部分を第1の深度平面において投影するように、最初に送達され得る。次いで、画像発生プロセッサ812は、光学アセンブリが第2の部分を第2の深度平面に投影するように、同一仮想場面の別の部分を送達し得る等。ここでは、Alvarezレンズアセンブリが、フレーム毎ベースで複数の側方平行移動(複数の深度平面に対応する)を生成するために十分に迅速に側方に平行移動され得る。

30

40

【0077】

画像発生プロセッサ812はさらに、メモリ814と、CPU818と、GPU816と、画像発生および処理のための他の回路とを含み得る。画像発生プロセッサは、ARシステムのユーザに提示されるべき所望の仮想コンテンツを用いてプログラムされ得る。いくつかの実施形態では、画像発生プロセッサは、装着式ARシステム内に格納され得ることを理解されたい。他の実施形態では、画像発生プロセッサおよび他の回路は、装着式光学に結合されるベルトパック内に格納され得る。

【0078】

ARシステムは、光をFSDから光学アセンブリ802に向かわせるための結合光学8

50

3 2 も含む。結合光学 8 3 2 は、光を D O E アセンブリの中に向かわせるために使用される 1 つ以上の従来のレンズを指し得る。A R システムは、ユーザの眼を追跡し、ユーザの焦点を決定するように構成される眼追跡サブシステム 8 0 6 も含む。

【0079】

1 つ以上の実施形態では、ソフトウェアばかりが、仮想場面の一部としてばかりを誘発するために使用され得る。ばかりモジュールは、1 つ以上の実施形態では、処理回路の一部であり得る。ばかりモジュールは、D O E の中にフィードされている画像データの 1 つ以上のフレームの一部をばかり得る。そのような実施形態では、ばかりモジュールは、特定の深度フレームにおいてレンダリングされることを意図されないフレームの一部を完全にばかり得る。前述の画像ディスプレイシステムおよびその中の構成要素を実装するために使用され得る、例示的アプローチは、2014 年 1 月 27 日に出願された米国実用特許出願第 14/555, 585 号（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。

【0080】

（改良された回折構造）

前述のように、コリメートされたビームが、平面導波管に沿って全内部反射され、ビームが、複数の場所において回折パターンを交差するように、回折パターンが平面導波管上に形成されることができる。この配列は、本発明のいくつかの実施形態による、立体視的 3 D シミュレーションディスプレイシステム内の複数の焦点面に画像オブジェクトを提供するためにスタックされることができる。

【0081】

図 1 3 A は、導波管 1 3 0 2（本明細書では、「光ガイド」、「基板」、または「導波管基板」とも称される）の構造 1 3 0 0 を実装するためにとられ得る、1 つの可能なアプローチを図示し、外部結合格子（out coupling grating）1 3 0 4 が、例えば、組み合わせられたモノリシック構造として、導波管 1 3 0 2 の上部表面上に直接形成され、および／または両方とも同一材料から形成される（同一モノリシック構造から構築されない場合でも）。このアプローチでは、格子材料の屈折率は、導波管 1 3 0 2 の屈折率と同一である。材料の屈折率 n （または「屈折率」）は、光がその媒体を通して伝搬する程度を説明し、 $n = c / v$ として定義され、 c は、真空中の光のスピードであり、 v は、媒体中の光の位相速度である。屈折率は、材料に進入するとき、光が曲げられる程度、または屈折させられる程度を決定する。

【0082】

図 1 3 B は、光が導波管内を伝搬している角度の関数として、構造 1 3 0 0 から出る光の効率の単一偏光に対する例示的シミュレーション結果のチャート 1 3 2 0 を示す。このチャートは、構造 1 3 0 0 に対して外部結合された（coupled）光の回折効率が、より高い入射角において減少することを示す。図から分かるように、約 43 度の角度において、効率は、均一屈折率を伴う媒体内の入射角に基づく全内部反射率変動に起因して、描写されるプロット上で比較的に急降下する。

【0083】

したがって、構成 1 3 0 0 の使用可能範囲は、幾分限定され、したがって、跳ね返り間隔がより高い入射角において減少し得るので、望ましくなく、これはさらに、それらの角度において観察者によって見える輝度を低減させ得ることが可能である。回折効率は、最も浅い入射角では、より低くなり、それは、上部表面との相互作用間の跳ね返り間隔（図 1 3 C 参照）が非常に離れ、光が外部結合する機会が非常に少ないので、全く望ましくない。したがって、より少ない外部結合されたサンプルを伴う調光信号が、この配列から生じることになり、この問題は、この偏光配向を用いたこれらの高角度においてより低い回折効率を有する格子によって悪化させられるであろう。本明細書および図で 사용되는場合、「1 T」は、一次伝送回折次数を指すことに留意されたい。

【0084】

前述のものの等の導波管ベースの光学システムまたは基板誘導光学システムのいくつかの

10

20

30

40

50

実施形態では、基板誘導画像内の異なるピクセルは、導波管内を異なる角度で伝搬するビームによって表され、光は、全内部反射（T I R）によって導波管に沿って伝搬する。T I Rによって導波管内に捕捉されたままであるビーム角度の範囲は、導波管と導波管の外側の媒体（例えば、空気）との間の屈折率の差異の関数である。屈折率の差異が高いほど、ビーム角度の数が大きくなる。ある実施形態では、導波管に沿って伝搬するビーム角度の範囲は、回折要素によって導波管の面の外へ結合される画像の視野と相関し、かつ光学システムによって支持される画像分解能と相関する。加えて、全内部反射が生じる角度範囲は、導波管の屈折率によって決定付けられる。いくつかの実施形態では、最小で約43度および実践的最大で約83度であり、したがって、40度の範囲である。

【0085】

図14Aは、本発明のいくつかの実施形態による、この問題に対処するためのアプローチを図示し、構造1400は、基板1302と上部格子表面1304との間にある中間層1406（本明細書では、「下層1406」と称される）を含む。上部表面1304は、第1の屈折率値に対応する第1の材料を備え、下層1406は、第2の屈折率値に対応する第2の材料を備え、基板1302は、第3の屈折率値に対応する第3の材料を備えている。同一または異なる材料の任意の組み合わせが、構造1400のこれらの部分の各々を実装するために採用され得、例えば、全3つの材料は、異なる（かつ全3つの材料は、異なる屈折率値に対応する）、または層のうちの2つは、同一材料を共有する（例えば、3つの材料のうちの2つは、同一であり、したがって、第3の材料の屈折率値と異なる共通の屈折率値を共有する）ことに留意されたい。屈折率値の任意の組み合わせが、採用され得る。例えば、一実施形態は、下層のために低屈折率を含み、表面格子および基板のためにより高い屈折率値を用いる。屈折率値の他の例証的組み合わせを有する、他の例示的構成は、以下に説明される。任意の好適な材料のセットが、構造1500を実装するために使用され得る。例えば、ポリマー、ガラス、およびサファイアは全て、構造1400の層のいずれかを実装するために選択され得る、材料の例である。

【0086】

図15Aに示されるように、いくつかの実施形態では、比較的により高い屈折率基板を導波管基板1302として使用し、比較的により低い屈折率下層1406および比較的により低い屈折率上部格子表面1304を伴う、構造1500を実装することが、望ましくあり得る。これは、関係 $n_1 \times \sin(\theta_1) = n_2 \times \sin(90)$ を通して、屈折率が増加させられるにつれて、最小全内部反射角度が低減させられるという事実から、より広い視野を得ることが可能であり得るからである。屈折率1.5の基板に対して、臨界角は、41.8度である。しかしながら、1.7の基板屈折率に対して、臨界角は、36度である。

【0087】

より高い屈折率の基板上に形成される格子は、格子を構成する材料の層が格子と基板との間で厚すぎない限り、それ自体がより低い屈折率を有する場合でも、光を外部結合するために利用され得る。これは、そのような構成を用いて、全内部反射（「T I R」）のためのより広範囲の角度を有することができるという事実に関連する。言い換えると、T I R角度は、そのような構成を用いて、より低い値まで降下する。加えて、現在のエッチングプロセスの多くは、高屈折率ガラスまで拡張させるためにあまり好適ではない場合があることに留意されたい。いくつかの実施形態では、外部結合層を確実かつ安価に複製することが望ましい。

【0088】

下層1406の構成は、例えば、下層1406の厚さを変更することによって、構造1500の性能特性を改変するように調節され得る。図15Aの構成（構造体は、比較的低い屈折率材料を備えている格子構造1304を最上部に含み、関連付けられたより低い屈折率下層1406を伴い、それは、関連付けられた高屈折率光誘導基板1302も含む）は、図15Bに描写されるもの等のデータをもたらしようにモデル化され得る。この図を参照すると、左のプロット1502aは、ゼロ厚の下層1502を伴う構成に関連する。

中央プロット1502bは、0.05ミクロン厚の下層1502に対するデータを示す。
右のプロット1502cは、0.1ミクロン厚の下層1502に対するデータを示す。

【0089】

これらのプロットにおけるデータによって示されるように、下層厚が増加させられるにつれて、入射角の関数としての回折効率は、はるかに非線形となり、高角度において抑制され、それは、望ましくないこともある。したがって、この場合、下層の制御は、重要な機能的入力である。しかしながら、ゼロ厚の下層およびより低い屈折率を保有する格子特徴自体のみを用いる場合、構造によって支持される角度の範囲は、より低い屈折率の格子特徴材料ではなく、より高い屈折率ベース材料におけるTIR条件によって支配されることに留意されたい。

10

【0090】

図16Aを参照すると、より低い屈折率の基板1302上の比較的到高屈折率の下層1406を特徴とする構造1600の実施形態が図示され、上部表面回折格子1304は、下層1406より低く、必ずしも等しくないが、基板1302の屈折率に匹敵する屈折率を有する。例えば、上部表面格子は、1.5の屈折率に対応し得、下層は、1.84の屈折率に対応し得、基板は、1.5の屈折率に対応し得る。この例に対して、周期は、0.43 μm であり、 λ は、0.532 μm に対応すると仮定されたい。

【0091】

そのような構成に関連するシミュレーションが、図16Bに提示される。この図に示されるように、0.3ミクロン厚の下層1406を伴うチャート1602aでは、回折効率は、前述の構成のように降下するが、次いで、角度範囲のより高い終点において上昇し始める。これは、チャート1602bに示されるように、0.5ミクロン厚の下層1406構成にも当てはまる。これらの(0.3ミクロン、0.5ミクロン)構成の各々において、効率が角度範囲のより高い極限において比較的高くなることは、有益である。そのような機能性は、前述のよりまばらな跳ね返り間隔懸念に対抗する傾向となり得る。さらに、この図に示されるのは、90度回転偏光の例を特徴とする実施形態に対するチャート1602cであり、回折効率は、予期され得るように低いが、より浅い角度と比較してより急な角度においてより優れた効率を提供するという点において、望ましい挙動を示す。

20

【0092】

実際、いくつかの実施形態では、回折効率対角度は、高角度において増加し得る。これは、より高い伝搬角度において生じ得るより低い跳ね返り間隔を補償することに役立つので、いくつかの実施形態に関して望ましい特徴であり得る。したがって、図16Aの構造構成は、より高い角度における回折効率対角度増加を促進するので、より低い跳ね返り間隔(より高い伝搬角度を用いて生じる)を補償することが望ましい実施形態において好ましくあり得、それは、前述のモノリシック構成に対して望ましい。

30

【0093】

図17Aを参照すると、別の構造1700が、描写され、下層1406は、基板1302の屈折率より実質的に高い屈折率を有する。格子構造1304は、最上部にあり、格子構造1304も、下層1406の屈折率より高い屈折率を有する。例えば、上部表面格子は、1.86の屈折率に対応し得、下層は、1.79の屈折率に対応し得、基板は、1.5の屈折率に対応し得る。前述のように、この例に対して、周期は、0.43 μm であり、 λ は、0.532 μm に対応すると仮定されたい。

40

【0094】

図17Bを参照すると、チャート1702は、図17Aの構造1700に対して例証されるシミュレーションデータを示す。チャート1702に示されるように、結果として生じる回折効率対入射角のプロットは、比較的に高入射角において前述のより低い跳ね返り間隔を補償し、全般的により広範囲の角度にわたり合理的回折効率を保有することを補助する望ましい全般的挙動を実証する。

【0095】

下層1406は、基板全体にわたり均一である必要はないことに留意されたい。下層1

50

406の任意の特性は、下層1406の厚さ、組成物、および／または屈折率の相違等、基板の異なる場所において変動させられ得る。下層1406の特性を変動させるための1つの可能な理由は、ディスプレイ画像および／またはディスプレイシステム内の光の非均一送光のいずれかにおける既知の変動の存在下、均一ディスプレイ特性を促進するためである。

【0096】

例えば、図18Aに示されるように、導波管構造が導波管上の単一内部結合場所1802において入射光を受け取る場合を検討する。入射光が導波管1302の中に投入される場合、ますます少ない光が、導波管1302の長さに沿って伝搬するにつれて残るであろう。これは、内部結合場所1802の近傍の出力光が、導波管1302の長さに沿ってより遠い出力光より「明るく」見える結果となり得ることを意味する。下層1406が、導波管1302の全長に沿って均一である場合、下層1406の光学効果は、基板にわたるこの不均一輝度レベルを増強し得る。

10

【0097】

下層1406の特性は、基板1302にわたり調節され、出力光をより均一にすることができる。図18Bは、下層1406の厚さが、導波管基板1302の長さにわたり変動させられるアプローチを図示し、下層1406は、内部結合場所1802の近傍ではより薄く、場所1802から距離が離れるほど厚くなる。このように、より優れた回折効率を促進するための下層1406の効果は、少なくとも部分的に、導波管基板1302の長さに沿って光損失の影響を改善し、それによって、構造の全体にわたりより均一な光出力を促進することができる。

20

【0098】

図18Cは、下層1406の厚さは変動させられないが、下層1406の屈折率が基板1302にわたり変動する代替アプローチを図示する。例えば、場所1802の近傍の出力光が、場所1802から離れた場所でより明るくなる傾向にある問題に対処するために、下層1406のための屈折率は、場所1802に近い基板1302と同一または同様であるが、場所1802から離れた場所におけるそれらの屈折率値において増大する差異を有するように構成される。下層1406材料の組成は、異なる場所において変動させられ、異なる屈折率値をもたらすことができる。図18Dは、下層1406の厚さおよび屈折率の両方が基板1302にわたり変動させられる、ハイブリッドアプローチを図示する。この同一アプローチは、下層1406を変動させることと併せて、もしくはその代わりに、上部格子表面1304および／または基板1302の厚さおよび／または屈折率を変動させるために行われることができることに留意されたい。

30

【0099】

したがって、種々の組み合わせが、利用可能であり、ある屈折率の下層1406は、第3の屈折率の基板1302とともに、別の屈折率の上部格子1304と組み合わせられ、これらの相対的値の調節は、回折効率の入射角への依存性において多くの変動を提供する。異なる屈折率の層を伴う層状導波管が、提示される。種々の組み合わせおよび順列が、機能性を例証するために、関連性能データとともに提示される。利点は、角度の増加が挙げられ、それは、格子1304を用いて出力角度の増加を提供し、したがって、接眼レンズを用いて視野の増加を提供する。さらに、角度に伴う回折効率の通常の低減に対抗する能力は、機能的に有益である。

40

【0100】

図14Bは、材料1409の別の層（上部表面）が、格子層1304の上方に設置される実施形態を図示する。層1409は、異なる設計目標に対処するために構成可能に実装されることができる。例えば、層1409は、例えば、図14Cに示されるように、複数のスタックされた回折構造1401aと1401bとの間に介在層を形成することができる。図14Cに示されるように、この介在層1409は、任意の空隙／間隙を除去し、スタックされた回折構成要素のための支持構造を提供するために採用されることができる。この使用例では、層1409は、比較的低い屈折率、例えば、約1.1または1.2を有

50

する材料から形成されることができる。この図には図示されないが、他の層（弱レンズ等）も、回折構造1401aと1401bとの間に設置され得る。

【0101】

加えて、層1409は、比較的到高屈折率を有する材料から形成されることができる。この状況では、入射光の全部またはかなりの量に対する回折効果を提供するであろうものは、格子表面1304ではなく、層1409上の格子である。

【0102】

明白なように、所望の光学効果および結果を達成するために、屈折率値の異なる相対的組み合わせが、層1409を含む異なる層に対して選択されることができる。

【0103】

そのような構造は、任意の好適な製造技法を使用して、製造され得る。「MR174」として知られるもの等のある高屈折率ポリマーが、直接、エンボス加工、印刷、またはエッチングされ、所望のパターン化された構造を生成し得るが、そのような層の硬化収縮等に関連する課題が存在する。したがって、別の実施形態では、別の材料が、高屈折率ポリマー層（すなわち、MR174の層等）上に転写、エンボス加工、またはエッチングされ、機能的に同様の結果を生成し得る。現在最先端の印刷、エッチング（すなわち、従来の半導体プロセスにおいて利用されるものに類似するレジスト除去およびパターン化ステップを含み得る）、およびエンボス加工技法が、そのような印刷、エンボス加工、および／またはエッチングステップを遂行するために利用され、および／または組み合わせられ得る。例えば、DVDの生産において利用されるものに類似する成形技法も、ある複製ステップのために利用され得る。さらに、印刷および他の堆積プロセスにおいて利用されるあるジェット噴射または堆積技法も、精度を伴ってある層を堆積するために利用され得る。

【0104】

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、本発明のより広範な精神および範囲から逸脱することなく、種々の修正ならびに変更がそこに行われ得ることは明白であろう。例えば、前述のプロセスフローは、プロセスアクションの特定の順序を参照して説明されている。しかしながら、説明されるプロセスアクションの多くの順序は、本発明の範囲または動作に影響を及ぼすことなく、変更され得る。本明細書および図面は、故に、制限的意味ではなく、例証的意味におけるものであると見なされる。

【0105】

種々の本発明の例示的实施形態が、本明細書で説明される。非限定的な意味で、これらの実施例が参照される。それらは、本発明のより広くて紀要可能な側面を例証するように提供される。種々の変更が、説明される本発明に行われ得、本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、同等物が置換され得る。加えて、特定の状況、材料、物質組成、プロセス、プロセス行為、またはステップを本発明の目的、精神、もしくは範囲に適合させるように、多くの修正が行われ得る。さらに、当業者によって理解されるように、本明細書で説明および例証される個々の変形例の各々は、本発明の範囲または精神から逸脱することなく、他のいくつかの実施形態のうちのいずれかの特徴から容易に分離され、またはそれらと組み合わせられ得る、離散構成要素および特徴を有する。全てのそのような修正は、本開示に関連付けられる請求項の範囲内にあることを目的としている。

【0106】

本発明は、対象デバイスを使用して行われ得る方法を含む。方法は、そのような好適なデバイスを提供するという行為を含み得る。そのような提供は、エンドユーザによって行われ得る。換言すれば、「提供する」行為は、単に、エンドユーザが、対象方法において必須デバイスを提供するように、取得し、アクセスし、接近し、位置付けし、設定し、起動し、電源を入れ、または別様に作用することを要求する。本明細書で記載される方法は、論理的に可能である記載された事象の任意の順番で、ならびに事象の記載された順番で実行され得る。

【0107】

本発明の例示的側面が、材料選択および製造に関する詳細とともに、上記で記載されている。本発明の他の詳細に関しては、これらは、上記で参照された特許および出版物と関連して理解されるとともに、概して、当業者によって公知または理解され得る。一般的または論理的に採用されるような追加の行為の観点から、本発明の方法ベースの側面に関して、同じことが当てはまり得る。

【0108】

加えて、本発明は、種々の特徴を随意的に組み込むいくつかの実施例を参照して説明されているが、本発明は、本発明の各変形例に関して考慮されるような説明および指示されるものに限定されるものではない。種々の変更が、説明される本発明に行われ得、本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、同等物（本明細書に記載されようと、いくらか簡単にするために含まれていなかろうと）が置換され得る。加えて、値の範囲が提供される場合、その範囲の上限と下限との間の全ての介在値、およびその規定範囲内の任意の他の規定または介在値が、本発明内に包含されることを理解されたい。

10

【0109】

説明される本発明の変形例の任意の随意的な特徴が、独立して、または本明細書で説明される特徴のうちのいずれか1つ以上のもので組み合わせ、記載および請求され得ることも想定される。単数形のアイテムへの参照は、複数形の同一のアイテムが存在するという可能性を含む。より具体的には、本明細書で、および本明細書に関連付けられる請求項で使用されるように、「1つの（「a」、「an」）」、「該（said）」、および「the（the）」という単数形は、特に規定がない限り、複数形の指示対象を含む。換言すれば、冠詞の使用は、上記の説明ならびに本開示に関連付けられる請求項において、対象アイテムの「少なくとも1つ」を可能にする。さらに、そのような請求項は、任意の随意的な要素を除外するように起草され得ることに留意されたい。したがって、この記述は、請求項の要素の記載と関連して、「単に」、「のみ」等の排他的用語の使用、または「否定的」制限の使用のために、先行詞としての機能を果たすことを目的としている。

20

【0110】

そのような排他的用語を使用することなく、本開示に関連付けられる請求項での「備えている」という用語は、所与の数の要素がそのような請求項で列挙されるか、または特徴の追加をそのような請求項に記載される要素の性質の変換として見なすことができるかにかかわらず、任意の追加の要素を含むことを可能にするものとする。本明細書で具体的に定義される場合を除いて、本明細書で使用される全ての技術および科学用語は、請求項の有効性を維持しながら、可能な限り広い一般的に理解されている意味を与えられるものである。

30

【0111】

本発明の範疇は、提供される実施例および／または対象の明細書に限定されるものではなく、むしろ、本開示に関連付けられる請求項の言葉の範囲のみによって限定されるものである。

【0112】

例証される実施形態の上記の説明は、排他的であること、または実施形態を開示される精密な形態に限定することを意図するものではない。具体的実施形態および実施例が、例証目的のために本明細書に説明されているが、種々の同等修正が、当業者によって認識されるであろうように、本開示の精神および範囲から逸脱することなく、行われることができる。種々の実施形態の本明細書に提供される教示は、必ずしも、概して上記に説明される例示的ARシステムではなく、仮想またはARもしくはハイブリッドシステムを実装する、および／またはユーザインターフェースを採用する、他のデバイスにも適用されることができる。

40

【0113】

例えば、前述の詳細な説明は、ブロック図、概略図、および実施例の使用を介して、デバイスおよび／またはプロセスの種々の実施形態を記載している。そのようなブロック図、概略図、および実施例が、1つ以上の機能および／もしくは動作を含有する限り、その

50

ようなブロック図、フロー図、または実施例内の各機能および／もしくは動作は、実装される、個々におよび／または集合的に、広範囲のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、または事実上任意のそれらの組み合わせによって実装され得ることが、当業者によって理解されるであろう。

【0114】

一実施形態では、本主題は、特定用途向け集積回路（ASIC）を介して実装され得る。しかしながら、当業者は、本明細書に開示される実施形態は、全体的または部分的に、1つ以上のコンピュータによって実行される1つ以上のコンピュータプログラムとして（例えば、1つ以上のコンピュータシステム上で起動する1つ以上のプログラムとして）、1つ以上のコントローラ（例えば、マイクロコントローラ）によって実行される1つ以上のプログラムとして、1つ以上のプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）によって実行される1つ以上のプログラムとして、ファームウェアとして、もしくは事実上任意のそれらの組み合わせとして、標準的集積回路内に同等に実装されることができ、ソフトウェアおよび／またはファームウェアのための回路の設計ならびに／もしくはコードの書込が、本開示の教示に照らして、十分に当業者の技術の範囲内にあるであろうことを認識するであろう。

10

【0115】

論理が、ソフトウェアとして実装され、メモリ内に記憶されると、論理または情報は、任意のプロセッサ関連システムまたは方法による使用もしくはそれと関連した使用のために、任意のコンピュータ読み取り可能な媒体上に記憶されることができる。本開示の文脈では、メモリは、コンピュータおよび／またはプロセッサプログラムを含有もしくは記憶する、電子、磁気、光学、または他の物理的デバイスもしくは手段である、コンピュータ読み取り可能な媒体である。論理および／または情報は、命令実行システム、装置、もしくはデバイスから命令をフェッチし、論理および／または情報に関連付けられた命令を実行することができる、コンピュータベースのシステム、プロセッサ含有システム、または他のシステム等の命令実行システム、装置、またはデバイスによる使用もしくはそれと関連した使用のために、任意のコンピュータ読み取り可能な媒体において具現化されることができる。

20

【0116】

本明細書の文脈では、「コンピュータ読み取り可能な媒体」は、命令実行システム、装置、および／またはデバイスによる使用もしくはそれと関連した使用のために、論理および／または情報に関連付けられたプログラムを記憶し得る、任意の要素であることができる。コンピュータ読み取り可能な媒体は、例えば、限定ではないが、電子、磁気、光学、電磁、赤外線、または半導体システム、装置、もしくはデバイスであることができる。コンピュータ読み取り可能な媒体のより具体的実施例（非包括的リスト）として、ポータブルコンピュータディケット（磁気、コンパクトフラッシュ（登録商標）カード、セキュアデジタル、または均等物）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み取り専用メモリ（ROM）、消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ（EPROM、EEPROM、またはフラッシュメモリ）、ポータブルコンパクトディスク読み取り専用メモリ（CDROM）、デジタルテープ、および他の非一過性媒体が挙げられるであろう。

30

40

【0117】

本明細書に説明される方法の多くは、変形例とともに行われることができる。例えば、方法の多くは、追加の行為を含む、いくつかの行為を省略する、および／または例証もしくは説明されるものと異なる順序で行われ得る。

【0118】

上記の種々の実施形態を組み合わせるさらなる実施形態を提供することができる。本明細書中において言及した、および／または出願データシートに列挙した米国特許、米国特許出願公開、米国特許出願、外国特許、外国特許出願および非特許刊行物は全て、本明細書の具体的教示および定義に矛盾しない限り、それらの全体が引用により本明細書に組み入れられる。実施形態の態様は、なおさらなる実施形態を提供するために、種々の特許、

50

出願、および刊行物のシステム、回路、および概念を利用することが必要である場合には、改変されることができる。

【0119】

これらおよび他の変更が、上記に詳述される説明に照らして、実施形態に成されることができる。概して、以下の請求項では、使用される用語は、請求項を、本明細書および請求項で開示される具体的実施形態に限定するように解釈されるべきではないが、そのような請求項が権利を持つ均等物の全範囲とともに、全ての可能な実施形態を含むように解釈されるべきである。故に、請求項は、本開示によって限定されない。

【0120】

さらに、上記で説明される種々の実施形態は、さらなる実施形態を提供するように組み合わせられることができる。その上さらなる実施形態を提供するために、種々の特許、出願、および出版物の概念を採用するように、必要であれば、実施形態の側面を修正されることができる。

【0121】

これらおよび他の変更が、上記に詳述される説明に照らして、実施形態に成されることができる。概して、以下の請求項では、使用される用語は、請求項を、本明細書および請求項で開示される具体的実施形態に限定するように解釈されるべきではないが、そのような請求項が権利を持つ均等物の全範囲とともに、全ての可能な実施形態を含むように解釈されるべきである。故に、請求項は、本開示によって限定されない。

【図1】

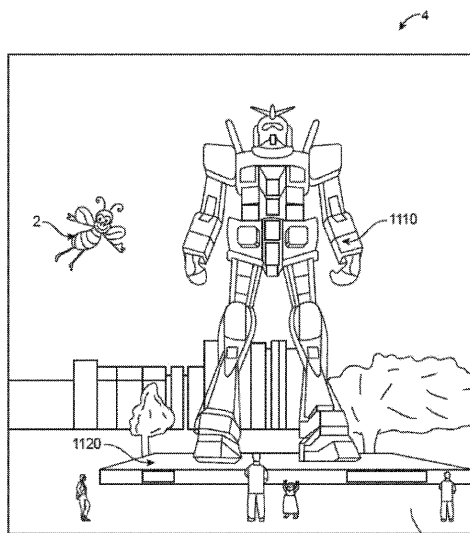


FIG. 1

【図2】

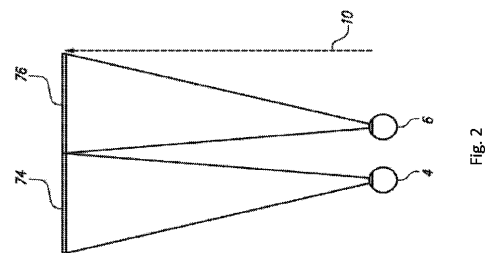


FIG. 2

【図3】

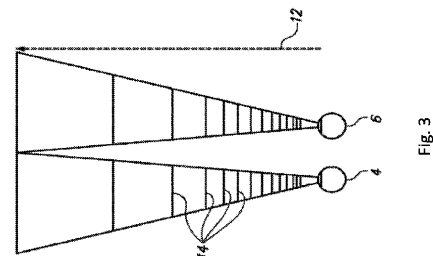


FIG. 3

【図 4 A】

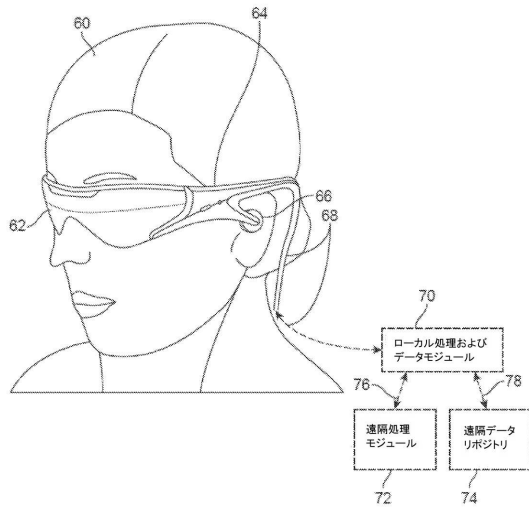


Fig. 4A

【図 4 B】

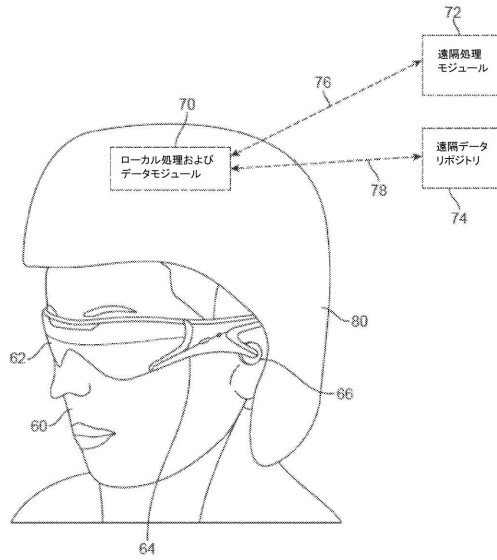


Fig. 4B

【図 4 C】

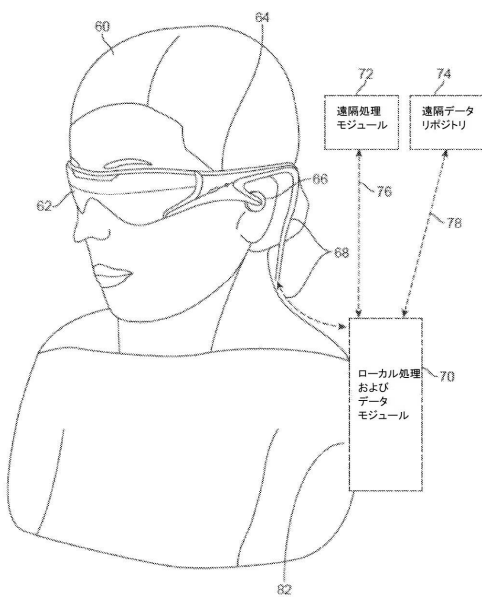


Fig. 4C

【図 4 D】

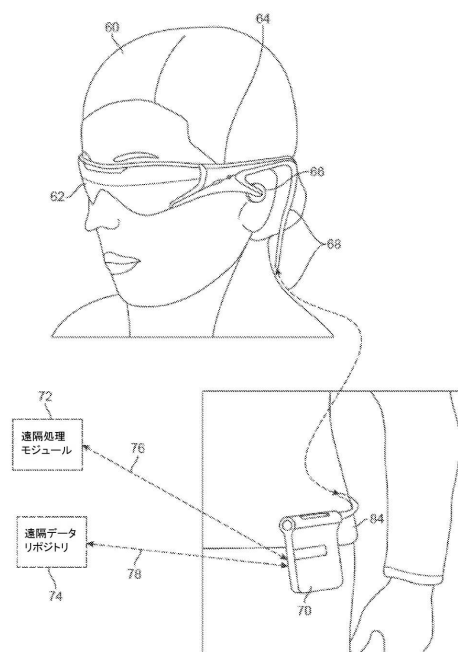


Fig. 4D

【図 5】

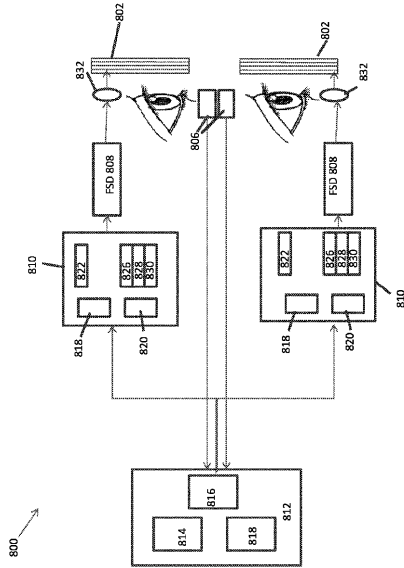


Fig. 5

【図 6】

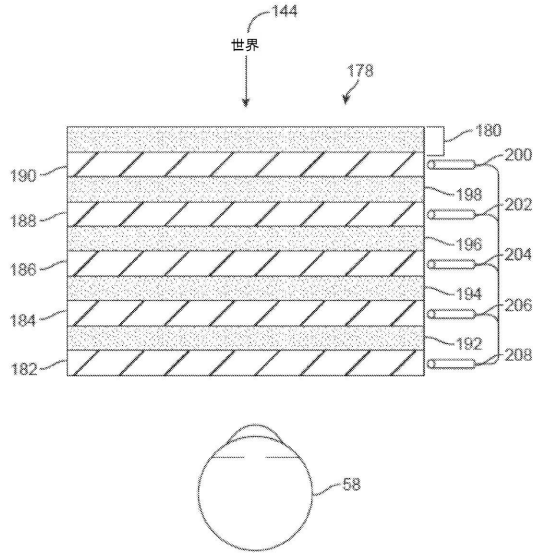


Fig. 6

【図 7】

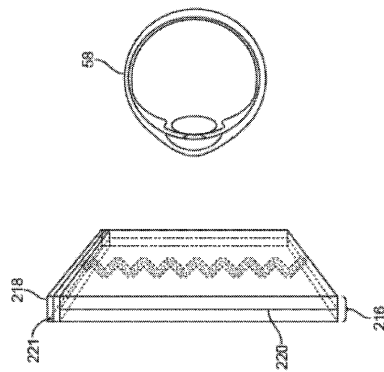


Fig. 7

【図 9】

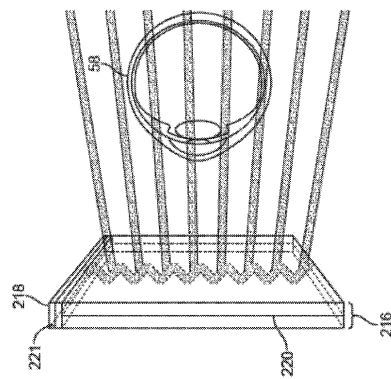


Fig. 9

【図 8】

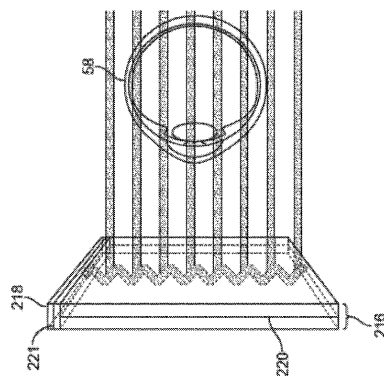


Fig. 8

【図 10】

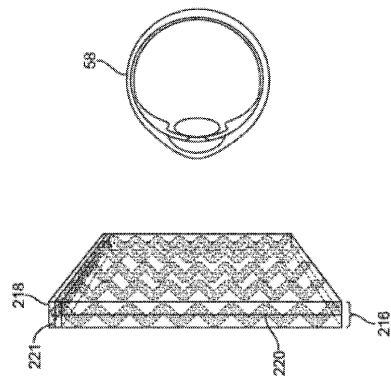


Fig. 10

【図 1 1】

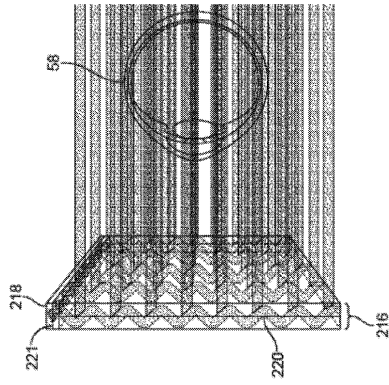


Fig. 11

【図 1 2】

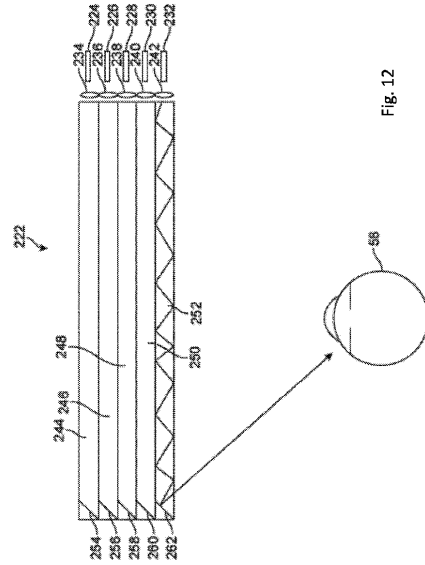


Fig. 12

【図 1 3 A】

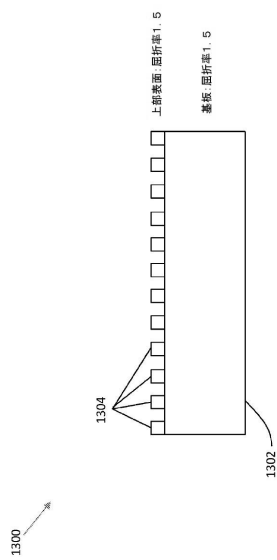


Fig. 13A

【図 1 3 B】

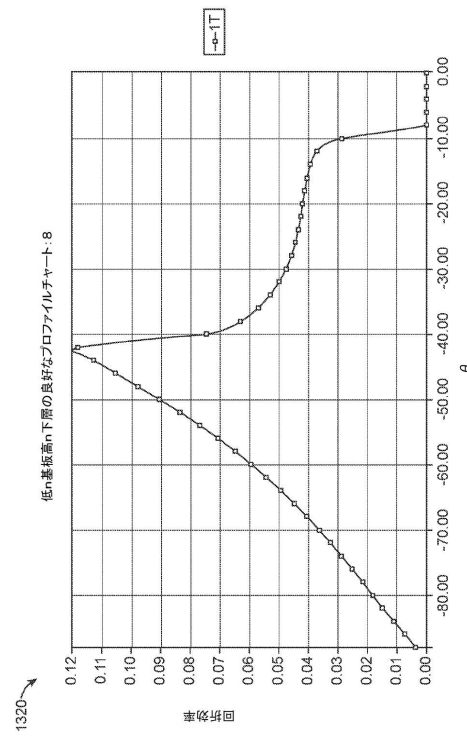


FIG. 13B

【図 1 3 C】

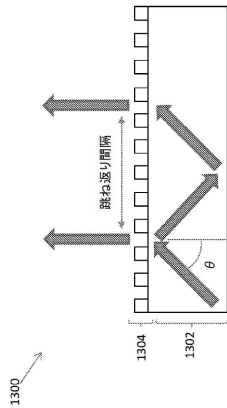


Fig. 13C

【図 1 4 A】

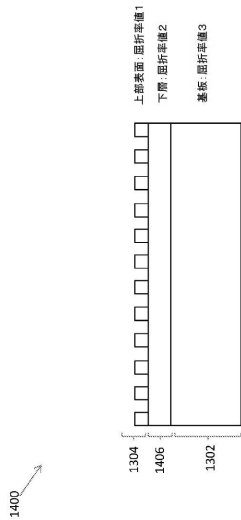


Fig. 14A

【図 1 4 B】

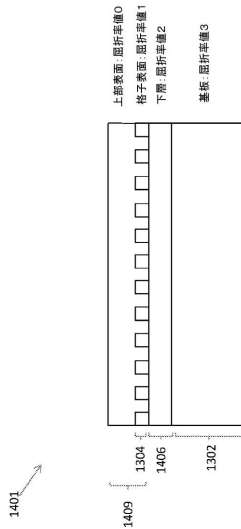


Fig. 14B

【図 1 4 C】

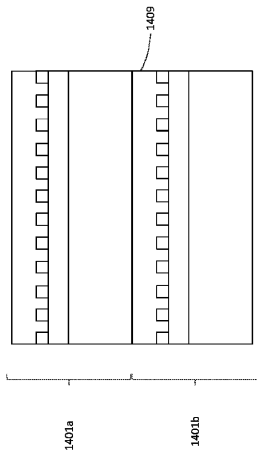


Fig. 14C

【図 15 A】

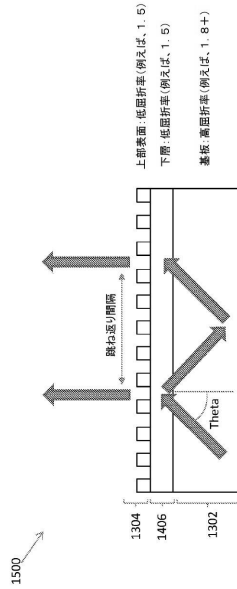


Fig. 15A

【図 15 B】

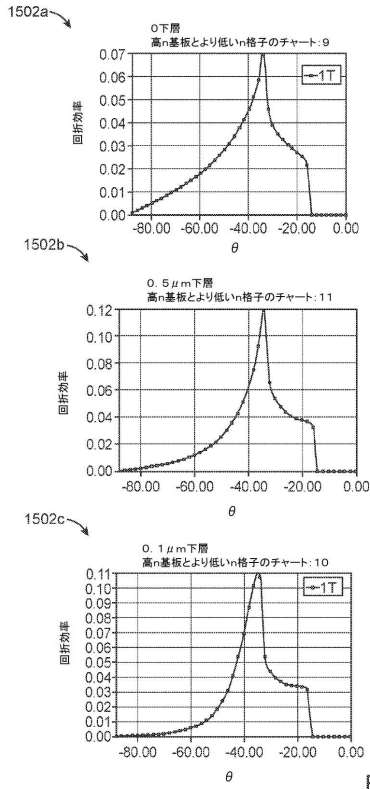


FIG. 15B

【図 16 A】

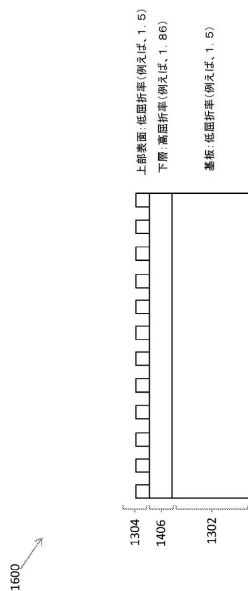


Fig. 16A

【図 16 B】

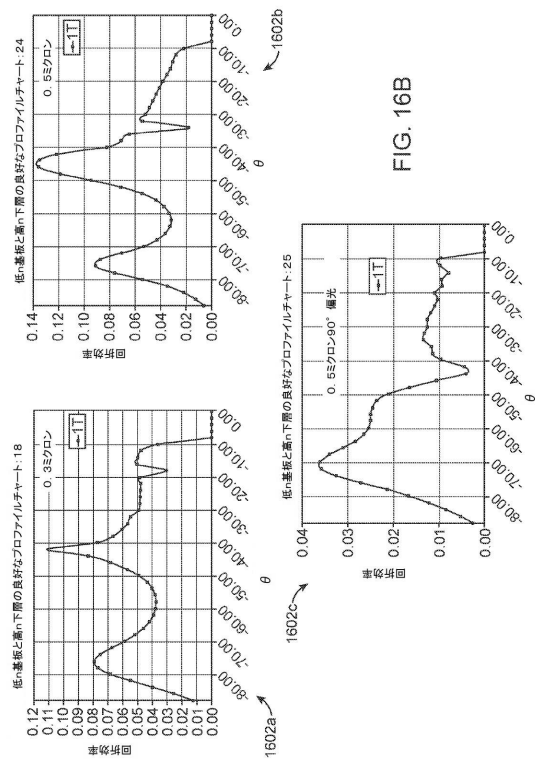


FIG. 16B

【図 17 A】

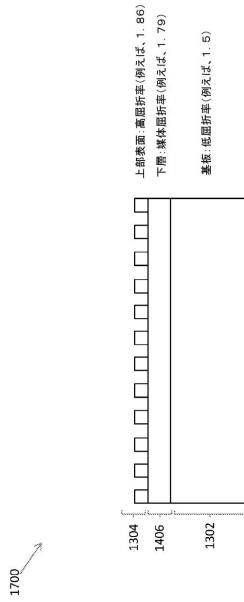


Fig. 17A

【図 17 B】

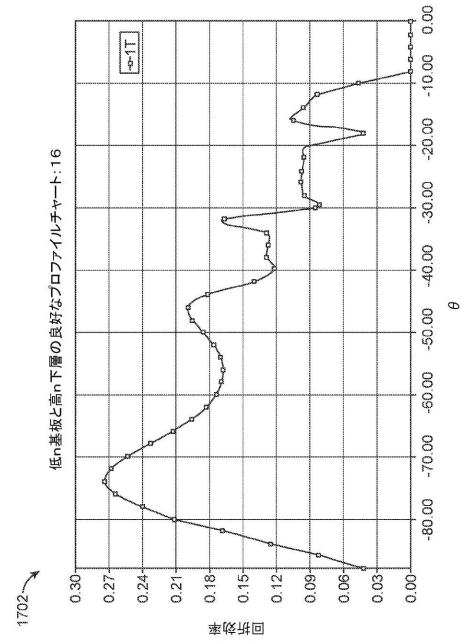


FIG. 17B

【図 18 A】

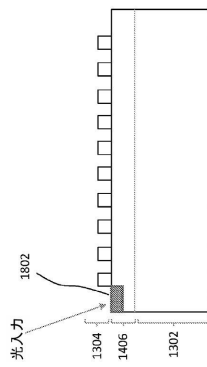


Fig. 18A

【図 18 B】

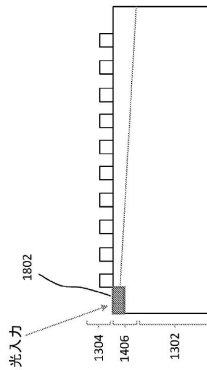


Fig. 18B

【図 18 C】

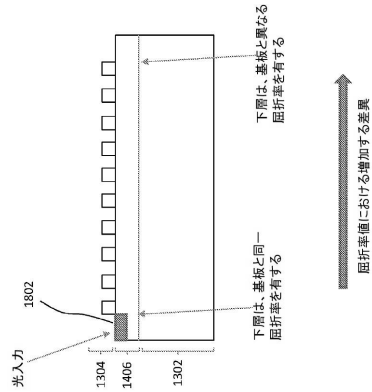


Fig. 18C

【図 18 D】

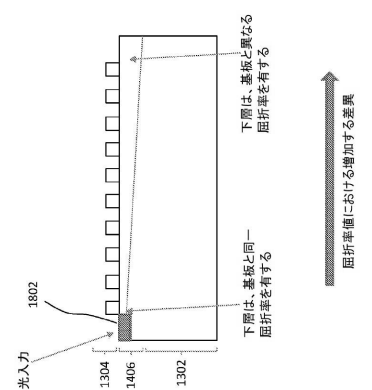


Fig. 18D

フロントページの続き

(74)代理人 100181674

弁理士 飯田 貴敏

(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 テコルステ, ロバート ディー.

アメリカ合衆国 フロリダ 33308, フォート ローダデール, ベイビュー ドライブ
4111

(72)発明者 クルグ, マイケル エー.

アメリカ合衆国 テキサス 78751, オースティン, アベニュー エイチ 4115

(72)発明者 グレコ, ポール エム.

アメリカ合衆国 フロリダ 33076, パークランド, エヌダブリュー 6ティエイチ マ
ナー 10415

(72)発明者 ショーウェンゲルト, ブライアン ティー.

アメリカ合衆国 ワシントン 98107, シアトル, 17ティエイチ アベニュー エヌ
ダブリュー 6312

審査官 外山 未琴

(56)参考文献 特開2010-204397 (JP, A)

米国特許出願公開第2015/0016777 (US, A1)

特開2014-132328 (JP, A)

特開2009-186794 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/01-27/02

H04N 5/64