

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6843876号  
(P6843876)

(45) 発行日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年2月26日(2021.2.26)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO2B 27/02 (2006.01)</b>	GO2B 27/02 Z
<b>F21V 8/00 (2006.01)</b>	F21V 8/00 320
<b>F21V 7/28 (2018.01)</b>	F21V 8/00 340
<b>F21S 2/00 (2016.01)</b>	F21V 8/00 310
<b>GO2B 25/00 (2006.01)</b>	F21V 7/28 240

請求項の数 33 (全 38 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-544157 (P2018-544157)	(73) 特許権者	514108838
(86) (22) 出願日	平成29年2月24日 (2017.2.24)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2019-509514 (P2019-509514A)		Magic Leap, Inc.
(43) 公表日	平成31年4月4日 (2019.4.4)		アメリカ合衆国 フロリダ 33322,
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/019526		プランテーション, ウェスト サンライズ
(87) 国際公開番号	W02017/147534		ブルバード 7500
(87) 国際公開日	平成29年8月31日 (2017.8.31)		7500 W SUNRISE BLVD
審査請求日	令和2年1月22日 (2020.1.22)		, PLANTATION, FL 3332
(31) 優先権主張番号	62/300,749	(74) 代理人	100078282
(32) 優先日	平成28年2月26日 (2016.2.26)		弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
早期審査対象出願			
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の光エミッタに対する複数の光パイプを有するディスプレイシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディスプレイシステムであって、  
複数の光パイプと、

光を前記複数の光パイプの中に放出するように構成される複数の光源であって、1つまたは複数の光源は、他の光源と異なる波長の光を放出するように構成される、複数の光源と、

前記複数の光パイプから受信された光を変調し、複数の原色画像を形成するように構成される空間光変調器と

を備え、

前記複数の光パイプの各々は、対向する第1の端部および第2の端部と、前記第1の端部から前記第2の端部まで延在する側壁とを備え、

前記第1の端部は、関連付けられた光源から光を受信するように構成される光入力表面を備え、

前記第2の端部は、前記空間光変調器へ光を出力するように構成される光出力表面を備え、

各光パイプは、前記空間光変調器上の、他の光パイプとは異なる場所上に、出力された光を局所化するように配向され、

1つまたは複数の光パイプは、他の光パイプと異なる高さを有し、

前記光パイプの高さは、前記光パイプに対応する光源によって放出される光の波長が増

加するにつれて増加し、

前記ディスプレイシステムは、前記空間光変調器上の前記異なる場所において前記複数の原色画像のうちの異なる画像を形成するように構成される、ディスプレイシステム。

【請求項 2】

前記複数の光パイプの各々の前記光出力表面は、それぞれの光パイプの前記光入力表面より大きい面積を有する、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 3】

前記複数の光パイプのうちの少なくとも 1 つは、前記複数の光源のうちの対応する 2 つ以上に近接し、前記複数の光源のうちの前記対応する 2 つ以上から前記複数の光パイプのうちの前記少なくとも 1 つの光入力表面を通して光を受信するように構成される、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

10

【請求項 4】

前記複数の光パイプのうちの第 1 の光パイプは、第 1 の高さを前記第 1 の光パイプの光入力表面と光出力表面との間に有し、前記複数の光パイプのうちの第 2 の光パイプは、第 2 の高さを前記第 2 の光パイプの光入力表面と光出力表面との間に有し、前記第 1 の高さは、前記第 2 の高さとは異なる、請求項 3 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 5】

前記複数の光パイプの各々の前記光入力表面は、第 1 の幾何学形状を有し、関連付けられた光出力源は、前記第 1 の幾何学形状とは異なる第 2 の幾何学形状を有する、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

20

【請求項 6】

前記複数の光パイプは、各々、関連付けられた内側幅を有する、請求項 5 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 7】

前記内側幅は、光パイプの長さ全体を通して変動する、請求項 6 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 8】

前記複数の光源のうちの前記対応する 2 つ以上の各々は、異なる波長範囲の光を放出するように構成される、請求項 3 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 9】

前記複数の光パイプのうちの前記少なくとも 1 つは、光再指向特徴を光入力端部に備える、請求項 3 に記載のディスプレイシステム。

30

【請求項 10】

前記光再指向特徴は、拡散器、格子、およびプリズムのうちの 1 つまたは複数を用意する、請求項 9 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 11】

導波管のスタックをさらに備え、各導波管は、光を前記空間光変調器から受信するように構成される光内部結合光学要素を備え、

1 つまたは複数の第 1 の導波管の光内部結合光学要素は、前記スタックの中への光の伝搬軸に沿った方向から視認される平面図に見られるように、2 つ以上の他の導波管の光内部結合光学要素から空間的にオフセットされ、

40

前記 2 つ以上の他の導波管のうちの少なくとも 2 つの光内部結合光学要素は、前記平面図に見られるように、少なくとも部分的に重複する、請求項 3 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 12】

前記 2 つ以上の他の導波管のうちの少なくとも 2 つの光内部結合光学要素は、前記複数の光源のうちの対応する 2 つ以上のうちの異なる光源からの光を内部結合するように構成され、

前記 2 つ以上の他の導波管のうちの少なくとも 2 つの光内部結合光学要素は、前記 2 つ以上の他の導波管のうちの少なくとも 2 つの光内部結合光学要素のいずれも、前記 2 つ以

50

上の他の導波管の中に内部結合されるべき光を伝送する光パイプ上で心合されないように、相互に対して側方に偏移される、請求項 1 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 3】

前記導波管のスタックの各導波管は、前記導波管のスタックの 1 つまたは複数の他の導波管と比較して異なる発散量を伴う内部結合される光を出力するように構成される光外部結合光学要素を備える、請求項 1 2 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 4】

前記複数の光パイプのうちの 2 つ以上は、光学的に透過性の材料の一体型部品の一部である、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 5】

前記複数の光パイプは全て、前記光学的に透過性の材料の一体型部品の一部である、請求項 1 4 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 6】

前記複数の光源は、光源のグループを形成し、各グループは、異なる波長範囲の光を放出する、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 7】

前記複数の光源は、光源の 3 つのグループを形成し、前記グループの第 1 のものは、赤色光を放出し、前記グループの第 2 のものは、緑色光を放出し、前記グループの第 3 のものは、青色光を放出する、請求項 1 6 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 8】

前記光パイプの高さは、対応する光源によって放出される光の平均波長が増加するにつれて増加する、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 1 9】

前記空間光変調器は、液晶ディスプレイ (LCD) またはデジタル光処理 (DLP) ディスプレイを備える、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 0】

拡散器を前記光パイプの光出力端部にさらに備える、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 1】

前記複数の光パイプの各々の間の光漏出をブロックするように構成されるバッフルをさらに備える、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 2】

前記複数の光パイプのうちの 1 つまたは複数は、他の光パイプと異なる最大幅を有する、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 3】

前記複数の光源は、青色光エミッタを備え、

蛍光物質および量子ドットのうちの 1 つまたは複数を用意する色変換フィルムであって、前記蛍光物質および量子ドットのうちの 1 つまたは複数は、青色光を受信し、別の色の光を放出するように構成される、色変換フィルムをさらに備える、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 4】

前記色変換フィルムは、前記複数の光パイプのうちの 1 つまたは複数の表面上にある、請求項 2 3 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 5】

導波管のスタックをさらに備え、各導波管は、前記空間光変調器から光を受信するように構成される光内部結合光学要素を備える、請求項 1 に記載のディスプレイシステム。

【請求項 2 6】

各導波管の光内部結合光学要素は、前記スタックの中への光の伝搬軸に沿った方向から視認される平面図に見られるように、他の導波管の光内部結合光学要素から空間的にオフセットされる、請求項 2 5 に記載のディスプレイシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 27】

平面図に見られるように、前記光パイプの光出力端部の空間配列は、前記光内部結合光学要素の空間配列と1対1で対応する、請求項26に記載のディスプレイシステム。

## 【請求項 28】

前記導波管のスタックの各導波管は、前記導波管のスタックの他の導波管のうちの1つまたは複数と比較して、異なる発散量を伴う光を出力するように構成される光外部結合光学要素を備える、請求項25に記載のディスプレイシステム。

## 【請求項 29】

前記複数の光パイプは、プラスチックまたはガラスを備える、請求項1に記載のディスプレイシステム。

10

## 【請求項 30】

光源と光パイプとの間に介在されるプリズムをさらに備える、請求項1に記載のディスプレイシステム。

## 【請求項 31】

ディスプレイシステムであって、

部分的に透過性の反射体と、

第1の光源と、

前記第1の光源に近接している第1の光パイプであって、前記第1の光パイプは、

前記第1の光源から光を受信することと、

前記第1の光源からの光を前記反射体に第1の方向に指向させることと

を行うように構成される、第1の光パイプと、

第2の光源と、

前記第2の光源に近接している第2の光パイプであって、前記第2の光パイプは、

前記第2の光源から光を受信することと、

前記第2の光源からの光を前記反射体に第2の方向に指向させることと

を行うように構成される、第2の光パイプと

を備え、

前記部分的に透過性の反射体は、

前記第1の光源からの光を伝送することと、

前記第2の光源からの光を反射させることと

を行うように構成され、

前記光パイプの各々は、対向する第1の端部および第2の端部と、前記第1の端部から前記第2の端部まで延在する側壁とを備え、

前記第1の端部は、関連付けられた光源から光を受信するように構成される光入力表面を備え、

前記第2の端部は、空間光変調器へ光を出力するように構成される光出力表面を備え、

各光パイプは、前記空間光変調器上の、他の光パイプとは異なる場所上に、出力された光を局所化するように配向され、

前記第1の光源および前記第2の光源は、異なる波長の光を放出するように構成され、

前記第1の光パイプおよび前記第2の光パイプの高さは異なり、

前記第1の光パイプおよび前記第2の光パイプの高さは、前記光パイプに対応する光源によって放出される光の波長が増加するにつれて増加し、

40

前記ディスプレイシステムは、前記空間光変調器上の前記異なる場所において複数の原色画像のうちの異なる画像を形成するように構成される、ディスプレイシステム。

## 【請求項 32】

前記第1の光源からの光は、前記第2の光源からの光と異なる波長範囲を有する、請求項31に記載のディスプレイシステム。

## 【請求項 33】

前記部分的に透過性の反射体は、ダイクロイックミラーである、請求項31に記載のディスプレイシステム。

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

(関連出願の相互参照)

本願は、2016年2月26日に出願され、“DISPLAY SYSTEM HAVING A PLURALITY OF LIGHT PIPES FOR A PLURALITY OF LIGHT EMITTERS”と題された米国仮出願第62/300749号の35 U.S.C. § 119(e)の下での優先権の利益を主張するものであり、該米国仮出願の開示は、その全体が参照により本明細書中に援用される。

**【0002】**

本願はまた、以下の特許出願および公開、すなわち、米国出願第14/555,585号(出願日2014年11月27日);米国出願第14/690,401号(出願日2015年4月18日);米国出願第14/212,961号(出願日2014年3月14日);および米国出願第14/331,218号(出願日2014年7月14日)の各々の全体を参照により援用する。

**【0003】**

本開示は、ディスプレイデバイスに関し、より具体的には、光パイプを利用して、光エミッタからの光を送達するディスプレイデバイスに関する。

**【背景技術】****【0004】**

ディスプレイデバイスは、光エミッタからの光を変調し、変調された光を視認者に指向することによって、画像を形成し得る。その結果、画像の品質および明るさは、光変調器によって光エミッタから受信された光の品質に依存し得る。適正な品質の光出力の提供は、画像の複数のビューが生成される、拡張現実および仮想現実システムの状況では、特に困難であり得る。

**【0005】**

故に、拡張現実および仮想現実システムのための光変調器を含む、高品質光を光変調器に提供するシステムおよび方法の継続的必要性がある。

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0006】**

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムが、提供される。ディスプレイシステムは、複数の光パイプと、光を光パイプの中に放出するように構成される、複数の光源とを備える。ディスプレイシステムはまた、光パイプから受信された光を変調し、画像を形成するように構成される、空間光変調器を備える。ディスプレイシステムはまた、変調された光を空間光変調器から受信し、その光を視認者に中継するように構成される、1つまたはそれを上回る導波管を備えてもよい。

**【0007】**

いくつかの他の実施形態では、ディスプレイシステムが、提供される。ディスプレイシステムは、部分的に透過性の反射体と、第1の光源と、第1の光源に近接し、そこから光を受信し、光を第1の光源から反射体に第1の方向に指向するように構成される、第1の光パイプとを備える。ディスプレイシステムはまた、第2の光源と、第2の光源に近接し、そこから光を受信し、光を第2の光源から反射体に第2の方向に指向するように構成される、第2の光パイプとを備える。部分的に透過性の反射体は、光を第1の光源から伝送し、光を第2の光源から反射させるように構成される。

**【0008】**

さらに他の実施形態では、光学デバイスを形成するための方法が、提供される。本方法は、粗面化された側壁表面を伴う光パイプを形成するステップと、光パイプを光エミッタに結合するステップと、光パイプおよび光エミッタを備えるアセンブリを空間光変調器に結合するステップとを含む。

10

20

30

40

50

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目 1)

ディスプレイシステムであって、

複数の光パイプと、

光を前記光パイプの中に放出するように構成される複数の光源と、

前記光パイプから受信された光を変調し、画像を形成するように構成される空間光変調器と

を備える、ディスプレイシステム。

(項目 2)

各光パイプは、前記光源のうちの対応する 1 つに近接し、そこから光を受信するように構成される、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

10

(項目 3)

前記光パイプのうちの少なくとも 1 つは、前記光源のうちの対応する 2 つまたはそれを上回るものに近接し、そこから前記光パイプのうちの少なくとも 1 つの光入力表面を通して光を受信し、光を光出力表面から出力するように構成される、項目 1 に記載のディスプレイシステム。

(項目 4)

前記複数の光パイプの第 1 の光パイプは、第 1 の高さを前記第 1 の光パイプの光入力表面と光出力表面との間に有する、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 5)

前記複数の光パイプの第 2 の光パイプは、第 2 の高さを前記第 2 の光パイプの光入力表面と光出力表面との間に有し、前記第 1 の高さは、前記第 2 の高さとは異なる、項目 4 に記載のディスプレイシステム。

20

(項目 6)

前記光入力表面は、第 1 の幾何学形状を有し、前記光出力源は、前記第 1 の幾何学形状とは異なる第 2 の幾何学形状を有する、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 7)

前記複数の光パイプはそれぞれ、関連付けられた内側幅を有する、項目 6 に記載のディスプレイシステム。

(項目 8)

前記内側幅は、光パイプの長さ全体を通して変動する、項目 7 に記載のディスプレイシステム。

30

(項目 9)

前記光源のうちの対応する 2 つまたはそれを上回るもののそれぞれは、異なる波長範囲の光を放出するように構成される、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 10)

前記光パイプのうちの少なくとも 1 つは、光再指向特徴を前記光入力表面に備える、項目 3 に記載のディスプレイシステム。

(項目 11)

前記光再指向特徴は、拡散器、格子、およびプリズムのうちの 1 つまたはそれを上回るものを備える、項目 10 に記載のディスプレイシステム。

40

(項目 12)

導波管のスタックをさらに備え、各導波管は、光を前記空間光変調器から受信するように構成される光内部結合光学要素を備え、

1 つまたはそれを上回る第 1 の導波管の光内部結合光学要素は、平面図に見られるように、前記スタックの中への光の伝搬軸に沿った方向から視認されると、2 つまたはそれを上回る他の導波管の光内部結合光学要素から空間的にオフセットされ、

前記 2 つまたはそれを上回る他の導波管の少なくとも 2 つのものの光内部結合光学要素は、前記平面図に見られるように、少なくとも部分的に重複する、

項目 3 に記載のディスプレイシステム。

50

(項目13)

前記2つまたはそれを上回る他の導波管の少なくとも2つのものの光内部結合光学要素は、前記光源のうちの対応する2つまたはそれを上回るものの異なるものからの光を内部結合するように構成され、

前記2つまたはそれを上回る他の導波管の少なくとも2つのものの光内部結合光学要素は、前記2つまたはそれを上回る他の導波管の少なくとも2つのものの光内部結合光学要素のいずれも、前記2つまたはそれを上回る他の導波管の中に内部結合されるべき光を伝送する光パイプ上で心合されないように、相互に対して側方に偏移される、

項目12に記載のディスプレイシステム。

(項目14)

前記導波管のスタックの各導波管は、前記導波管のスタックの1つまたはそれを上回る他の導波管と比較して異なる発散量を伴う内部結合される光を出力するように構成される光外部結合光学要素を備える、項目13に記載のディスプレイシステム。

(項目15)

前記光パイプのうちの2つまたはそれを上回るものは、光学的に透過性の材料の一体型部品の一部である、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目16)

前記複数の光パイプは全て、前記光学的に透過性の材料の一体型部品の一部である、項目15に記載のディスプレイシステム。

(項目17)

1つまたはそれを上回る光源は、他の光源と異なる波長の光を放出するように構成される、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目18)

前記光源は、光源のグループを形成し、各グループは、異なる波長範囲の光を放出する、項目17に記載のディスプレイシステム。

(項目19)

前記光源は、光源の3つのグループを形成し、前記グループの第1のものは、赤色光を放出し、前記グループの第2のものは、緑色光を放出し、前記グループの第3のものは、青色光を放出する、項目18に記載のディスプレイシステム。

(項目20)

1つまたはそれを上回る光パイプは、他の光パイプと異なる高さを有する、項目17に記載のディスプレイシステム。

(項目21)

前記光パイプの高さは、前記光パイプに対応する光源によって放出される光の波長に応じて変動する、項目20に記載のディスプレイシステム。

(項目22)

前記光パイプの高さは、対応する光源によって放出される光の平均波長が増加するにつれて増加する、項目21に記載のディスプレイシステム。

(項目23)

前記空間光変調器は、液晶ディスプレイ(LCD)またはデジタル光処理(DLP)ディスプレイを備える、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目24)

拡散器を前記光パイプの光出力端部にさらに備える、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目25)

前記光パイプのそれぞれ間の光漏出をブロックするように構成されるバッフルをさらに備える、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目26)

前記光パイプのうちの1つまたはそれを上回るものは、他の光パイプと異なる最大幅を有する、項目1に記載のディスプレイシステム。

10

20

30

40

50

(項目 27)

前記光源は、青色光エミッタを備え、  
蛍光物質および量子ドットのうちの1つまたはそれを上回るものを備える色変換フィルム  
であって、前記蛍光物質および量子ドットのうちの1つまたはそれを上回るものは、青  
色光を受信し、別の色の光を放出するように構成される、色変換フィルム  
をさらに備える、項目1に記載のディスプレイシステム。

(項目 28)

前記色変換フィルムは、前記光パイプのうちの1つまたはそれを上回るものの表面上に  
ある、項目27に記載のディスプレイシステム。

(項目 29)

導波管のスタックをさらに備え、各導波管は、前記空間光変調器から光を受信するよう  
に構成される光内部結合光学要素を備える、項目1に記載のディスプレイシステム。

10

(項目 30)

各導波管の光内部結合光学要素は、平面図に見られるように、前記スタックの中への光  
の伝搬軸に沿った方向から視認されると、他の導波管の光内部結合光学要素から空間的に  
オフセットされる、項目29に記載のディスプレイシステム。

(項目 31)

平面図に見られるように、前記光パイプの光出力端部の空間配列は、前記光内部結合光  
学要素の空間配列と1対1で対応する、項目30に記載のディスプレイシステム。

(項目 32)

前記導波管のスタックの各導波管は、前記導波管のスタックの他の導波管のうちの1つ  
またはそれを上回るものと比較して、異なる発散量を伴う光を出力するように構成される  
光外部結合光学要素を備える、項目29に記載のディスプレイシステム。

20

(項目 33)

前記光パイプは、プラスチックまたはガラスを備える、項目1に記載のディスプレイ  
システム。

(項目 34)

光源と光パイプとの間に介在されるプリズムをさらに備える、項目1に記載のディスプ  
レイシステム。

(項目 35)

ディスプレイシステムであって、  
部分的に透過性の反射体と、  
第1の光源と、  
前記第1の光源に近接している第1の光パイプであって、  
前記第1の光パイプから光を受信することと、  
前記光を前記第1の光源から前記反射体に第1の方向に指向させることと  
を行うように構成される、第1の光パイプと、  
第2の光源と、  
前記第2の光源に近接している第2の光パイプであって、  
前記第2の光パイプから光を受信することと、  
前記光を前記第2の光源から前記反射体に第2の方向に指向させることと  
を行うように構成される、第2の光パイプと  
を備え、前記部分的に透過性の反射体は、  
光を前記第1の光源から伝送することと、  
光を前記第2の光源から反射させることと  
を行うように構成される、ディスプレイシステム。

30

40

(項目 36)

前記第1の光源からの光は、前記第2の光源からの光と異なる波長範囲を有する、項目  
35に記載のディスプレイシステム。

(項目 37)

50

前記部分的に透過性の反射体は、ダイクロイックミラーである、項目 3 5 に記載のディスプレイシステム。

(項目 3 8)

光学デバイスを形成するための方法であって、前記方法は、粗面化された側壁表面を伴う光パイプを形成するステップと、前記光パイプを光エミッタに結合するステップと、前記光パイプおよび前記光エミッタを備えるアセンブリを空間光変調器に結合するステップとを含む、方法。

(項目 3 9)

前記粗面化された側壁表面を伴う光パイプを形成するステップは、前記光パイプを研磨処理に曝すステップを含む、項目 3 8 に記載の方法。

(項目 4 0)

前記研磨処理は、機械的研削プロセスである、項目 3 8 に記載の方法。

(項目 4 1)

前記粗面化された側壁表面を伴う光パイプを形成するステップは、前記光パイプを粗面化された内部表面を備える金型内で形成するステップを含む、項目 3 8 に記載の方法。前記光パイプを前記光エミッタに結合するステップは、前記光パイプの光入力表面を 3 つの複数の光エミッタに結合するステップを含む、項目 3 8 に記載の方法。

(項目 4 2)

前記光パイプおよび前記光エミッタを備えるアセンブリを偏光ビームスプリッタに結合するステップをさらに含み、前記アセンブリ内の空間光変調器は、前記偏光ビームスプリッタの異なる表面に面して配置される、項目 3 8 に記載の方法。

(項目 4 3)

前記アセンブリは、複数の光パイプを複数の光エミッタ内に備える、項目 3 8 に記載の方法。

**【図面の簡単な説明】**

**【0009】**

**【図 1】** 図 1 は、AR 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。

**【0010】**

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

**【0011】**

**【図 3】** 図 3 は、ユーザのための 3 次元画像をシミュレートするための従来のディスプレイシステムを図示する。

**【0012】**

**【図 4】** 図 4 は、複数の深度平面を使用して 3 次元画像をシミュレートするためのアプローチの側面を図示する。

**【0013】**

**【図 5】** 図 5 A - 5 C は、曲率半径と焦点半径との間関係を図示する。

**【0014】**

**【図 6】** 図 6 は、画像情報をユーザに出力するための導波管スタックの実施例を図示する。

**【0015】**

**【図 7】** 図 7 は、導波管によって出力された出射ビームの実施例を図示する。

**【0016】**

**【図 8】** 図 8 は、各深度平面が複数の異なる原色を使用して形成される画像を含む、スタックされた導波管アセンブリの実施例を図示する。

**【0017】**

**【図 9 A】** 図 9 A は、それぞれ、内部結合光学要素を含む、スタックされた導波管のセットの実施例の断面側面図を図示する。

10

20

30

40

50

【0018】

【図9B】図9Bは、図9Aの複数のスタックされた導波管の実施例の斜視図を图示する。

【0019】

【図9C】図9Cは、図9Aおよび9Bの複数のスタックされた導波管の実施例の上下平面図を图示する。

【0020】

【図10】図10は、光を視認者に指向するための光プロジェクタシステムおよび導波管の断面図を图示する。

【0021】

【図11】図11は、複数の光エミッタおよび複数の光パイプを有する、光モジュールの斜視図を图示する。

【0022】

【図12】図12Aおよび12Bは、それぞれ、図11の光モジュールの断面側面図および上下平面図を图示する。

【0023】

【図13】図13Aおよび13Bは、光パイプの斜視図を图示する。

【0024】

【図14】図14は、図13Aおよび13Bの光パイプを通して伝搬する光の光線を图示する。

【0025】

【図15】図15は、異なる断面積を有する、複数の光パイプの上下断面図を图示する。

【0026】

【図16】図16Aおよび16Bは、一体型ユニットとして形成される複数の光パイプの断面側面図を图示する。

【0027】

【図17】図17は、光エミッタと光パイプとの間に介在する光学構造を伴う、光を複数の光エミッタから伝送するための単一光パイプを图示する。

【0028】

【図18】図18は、光を2つの異なる光エミッタから単一面積上に出力する、光モジュールを图示する。

【0029】

【図19A】図19Aは、バッフルを光パイプの周囲に有する、光モジュールの断面斜視図を图示する。

【0030】

【図19B】図19Bは、バッフルを有する、光モジュールの斜視図を图示する。

【0031】

【図20】図20は、バッフルを光パイプの周囲に有する、光モジュールの断面側面図を图示する。

【0032】

図面は、例示的实施形態を图示するために提供され、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。

【発明を実施するための形態】

【0033】

いくつかの実施形態によると、光を空間光変調器等の光変調器に提供するための光モジュールは、複数の光エミッタと、光パイプとを含む。光エミッタはそれぞれ、光を光エミッタから光変調器に伝送する、関連付けられた光パイプを有してもよい。光変調器は、光パイプから受信された光を変調するように構成されてもよく、本変調された光は、最終的には、視認者に出力または投影され、その人物は、その眼が変調された光を受信すると、画像を知覚する。したがって、光モジュールと、光変調器とを含む、アセンブリは、プロ

10

20

30

40

50

ジェクタと称され得る。

【0034】

いくつかの実施形態では、各光パイプは、光を光変調器上の一意の対応する光変調面積に指向するように構成され、そこから、光は、光を視認者に指向する、接眼レンズ上の一意の対応する光入力面積に伝搬する。その結果、ディスプレイシステムは、複数の光パイプを有してもよく、それぞれ、光変調器上の複数の光変調面積と関連付けられ、これは、順に、接眼レンズ上の複数の光入力面積と関連付けられる。例えば、光パイプはそれぞれ、所与の光パイプと関連付けられた光入力面積と一意に整合する（可能性として、他の光学構造を通して）ように空間的に配列されてもよい。その結果、光パイプ、光変調器上の面積、および接眼レンズ上の光入力面積間には、1対1対応が存在し得る。いくつかの実施形態では、接眼レンズは、導波管のスタックであってもよく、各導波管は、光入力面積のうちの少なくとも1つを含む。

10

【0035】

いくつかの実施形態では、導波管の少なくともいくつかは、異なる色の光を放出するように構成されてもよく、および/または他の導波管と異なる光学屈折力を有してもよい。例えば、光を光パイプの中に指向する光エミッタはそれぞれ、異なる色に対応し得る、特定の波長範囲の光を放出してもよい。例えば、異なる光エミッタは、3つまたはそれを上回る色、例えば、赤色、緑色、および青色に対応する、異なる波長の光を放出してもよい。これらの異なる色は、同一視認者によって知覚されると、フルカラー画像を形成する、原色であってもよい。加えて、または代替として、接眼レンズの導波管のいくつかは、異なる光学屈折力を有してもよく、ディスプレイデバイスが画像の3次元レンダリングを提供する実施形態では、異なる深度平面に対応するように視認者によって知覚され得る、異なる発散量を伴う光を視認者に出力してもよい。

20

【0036】

いくつかの実施形態では、光源は、発光ダイオード(LED)等の離散光エミッタであってもよい。各光パイプは、関連付けられた光エミッタを有してもよい。いくつかの実施形態では、1つまたはそれを上回る光パイプは、複数の関連付けられた光エミッタを有してもよい。いくつかの実施形態では、複数の光パイプは、一体型ユニットとして形成されてもよい。

【0037】

有利には、光パイプは、高空間均一性および高角度均一性を伴う光を出力してもよい。理論によって限定されるわけではないが、光が光パイプ内で伝搬するにつれた光パイプの壁からの光の反射は、光を均質化し、それによって、光エミッタによって生成および元々放出される光より空間的におよび角度が均一な光を提供することを補助し得る。いくつかの実施形態では、拡散構造等の光学構造が、光パイプの光入力および/または光出力表面に提供され、光出力の均一性をさらに改良してもよい。加えて、いくつかの実施形態では、光パイプは、異なる寸法および/または断面形状をその光入力および光出力表面または端部に有し、それによって、異なる断面形状を有する光エミッタおよび光変調器がともに効果的に結合されることを可能にしてもよい。また、いくつかの実施形態では、光パイプのいくつかの断面積は、光パイプのその他の断面積と異なってもよく、および/または光パイプの高さは、変動してもよく、これは、光変調器への異なる波長の光の伝送および適切な集束を促進し得、例えば、光パイプの高さは、光パイプの中に投入される光の波長に基づいて選択されてもよい。より小さい波長の光は、より短い光パイプによって、より長い波長の光より効果的に伝送され、光エミッタと、例えば、光パイプから出射する光が指向されるであろう導波管内の面積との間の所望の分離を維持し得ることを理解されたい。加えて、光パイプの光入力表面の断面積は、光パイプが結合される光エミッタのサイズに応じて変動されてもよく、光パイプの光出力表面の断面積もまた、光パイプから光を受信するように構成される、光学特徴(例えば、内部結合光学要素)のサイズに応じて変動してもよい。

30

40

【0038】

50

ここで、図面を参照するが、同様の参照番号は、全体を通して同様の部分を指す。

【0039】

(例示的ディスプレイシステム)

図1を参照すると、拡張現実場面1が、描写される。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、もしくはそのように知覚され得る様式でユーザに提示されることを理解されたい。仮想現実または「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明性を伴わずに、デジタルまたは仮想画像情報の提示を伴い、拡張現実または「AR」シナリオは、典型的には、ユーザの周囲の実際の世界の可視化に対する拡張としてのデジタルまたは仮想画像情報の提示を伴う。複合現実または「MR」シナリオは、一種のARシナリオであって、典型的には、自然世界の中に統合され、それに応答する、仮想オブジェクトを伴う。例えば、MRシナリオは、実世界内のオブジェクトによってブロックされて見える、または別様にそれと相互作用するように知覚される、AR画像コンテンツを含んでもよい。

10

【0040】

図1を参照すると、拡張現実場面1が、描写されている。AR技術のユーザには、背景における人々、木々、建物を特徴とする実世界公園状設定20と、コンクリートプラットフォーム30とが見える。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40と、マルハナバチの擬人化のように見える、飛んでいる漫画のようなアバターキャラクタ50等の「仮想コンテンツ」を「見ている」と知覚する。これらの要素50、40は、実世界には存在しないという点において「仮想」である。ヒトの視知覚系は、複雑であって、他の仮想または実世界画像要素間における仮想画像要素の快適で、自然のような感覚で、かつ豊かな提示を促進する、AR技術の生成は、困難である。

20

【0041】

図2は、ウェアラブルディスプレイシステム60の実施例を図示する。ディスプレイシステム60は、ディスプレイ70と、そのディスプレイ70の機能をサポートするための種々の機械的および電子モジュールならびにシステムとを含む。ディスプレイ70は、フレーム80に結合されてもよく、これは、ディスプレイシステムユーザまたは視認者90によって装着可能であって、ディスプレイ70をユーザ90の目の正面に位置付けるように構成される。ディスプレイ70は、いくつかの実施形態では、アイウェアと見なされてもよい。いくつかの実施形態では、スピーカ100が、フレーム80に結合され、ユーザ90の外耳道に隣接して位置付けられるように構成される(いくつかの実施形態では、示されない別のスピーカが、随意に、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してもよい)。ディスプレイシステムはまた、1つまたはそれを上回るマイクロホン110または他のデバイスを含み、音を検出してもよい。いくつかの実施形態では、マイクロホンは、ユーザが、入力またはコマンドをシステム60に提供することを可能にするように構成され(例えば、音声メニューコマンドの選択、自然言語質問等)、および/または他の人物(例えば、類似ディスプレイシステムの他のユーザ)とのオーディオ通信を可能にしてもよい。マイクロホンはさらに、周辺センサとして構成され、オーディオデータ(例えば、ユーザおよび/または環境からの音)を収集してもよい。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステムもまた、周辺センサ120aを含んでもよく、これは、フレーム80と別個であって、ユーザ90の身体(例えば、ユーザ90の頭部、胴体、四肢等上)に取り付けられてもよい。周辺センサ120aは、いくつかの実施形態では、ユーザ90の生理学的状態を特徴付けるデータを取得するように構成されてもよい。例えば、センサ120aは、電極であってもよい。

30

40

【0042】

図2を継続して参照すると、ディスプレイ70は、有線導線または無線接続性などの通信リンク130によって、ローカルデータ処理モジュール140に動作可能に結合され、これは、フレーム80に固定して取り付けられる、ユーザによって装着されるへ

50

ルメットまたは帽子に固定して取り付けられる、ヘッドホン内に埋設される、または別様にユーザ90に除去可能に取り付けられる(例えば、リュック式構成、ベルト結合式構成において)等、種々の構成で搭載されてもよい。同様に、センサ120aは、通信リンク120b、例えば、有線導線または無線コネクティビティによって、ローカルプロセッサおよびデータモジュール140に動作可能に結合されてもよい。ローカル処理およびデータモジュール140は、ハードウェアプロセッサならびに不揮発性メモリ(例えば、フラッシュメモリまたはハードディスクドライブ)等のデジタルメモリを備えてもよく、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、a)画像捕捉デバイス(カメラ等)、マイクロホン、慣性測定ユニット、加速度計、コンパス、GPSユニット、無線デバイス、ジャイロスコープ、および/または本明細書に開示される他のセンサ等のセンサ(例えば、フレーム80に動作可能に結合される、または別様にユーザ90に取り付けられ得る)から捕捉された、および/またはb)可能性としてそのような処理または読出後にディスプレイ70への通過のための遠隔処理モジュール150および/または遠隔データリポジトリ160(仮想コンテンツに関連するデータを含む)を使用して取得および/または処理されたデータを含む。ローカル処理およびデータモジュール140は、これらの遠隔モジュール150、160が相互に動作可能に結合され、ローカル処理およびデータモジュール140に対するリソースとして利用可能であるように、有線または無線通信リンクを介して等、通信リンク170、180によって、遠隔処理モジュール150および遠隔データリポジトリ160に動作可能に結合されてもよい。いくつかの実施形態では、ローカル処理およびデータモジュール140は、

10

20

#### 【0043】

図2を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、遠隔処理モジュール150は、データおよび/または画像情報を分析ならびに処理するように構成される、1つまたはそれを上回るプロセッサを備えてもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ160は、インターネットまたは「クラウド」リソース構成における他のネットワーキング構成を通して利用可能であり得る、デジタルデータ記憶設備を備えてもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ160は、情報、例えば、拡張現実コンテンツを生成するための情報をローカル処理およびデータモジュール140および/または遠隔処理モジュール150に提供する、1つまたはそれを上回る遠隔サーバを含んでもよい。いくつかの実施形態では、全てのデータが、記憶され、全ての計算は、ローカル処理およびデータモジュール内で行われ、遠隔モジュールからの完全に自律的な使用を可能にする。

30

#### 【0044】

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

40

#### 【0045】

しかしながら、ヒト視覚系は、より複雑であって、深度の現実的知覚を提供することは、より困難であることを理解されたい。例えば、従来の「3-D」ディスプレイシステム

50

の多くの視認者は、そのようなシステムが不快であることを見出す、または深度の感覚を全く知覚しない場合がある。理論によって限定されるわけではないが、オブジェクトの視認者は、輻輳・開散 (vergence) 運動および遠近調節 (accommodation) の組み合わせに起因して、オブジェクトを「3次元」として知覚し得ると考えられる。相互に対する2つの眼の輻輳・開散運動の移動(すなわち、瞳孔が、眼の視線を収束させ、オブジェクトに固定させるための相互に向かった、またはそこから離れるように移動する、眼の回転)は、眼の水晶体および瞳孔の集束(または「遠近調節」と密接に関連付けられる。通常条件下では、眼の水晶体の焦点を変化させる、または眼を遠近調節し、1つのオブジェクトから異なる距離における別のオブジェクトに焦点を変化させることは、「遠近調節・輻輳・開散運動反射」ならびに瞳孔拡張または収縮として知られる関係下、同一距離までの輻輳・開散運動における整合的变化を自動的に生じさせるであろう。同様に、輻輳・開散運動における変化は、正常条件下では、水晶体形状および瞳孔サイズの遠近調節における整合的变化を誘起するであろう。本明細書に記載されるように、多くの立体視または「3-D」ディスプレイシステムは、3次元視点がヒト視覚系によって知覚されるように、各眼への若干異なる提示(したがって、若干異なる画像)を使用して、場面を表示する。しかしながら、そのようなシステムは、とりわけ、単に、場面の異なる提示を提供するが、眼が全画像情報を単一の遠近調節された状態において視認すると、「遠近調節・輻輳・開散運動反射」に対抗して機能するため、多くの視認者にとって不快である。遠近調節と輻輳・開散運動との間のより優れた整合を提供するディスプレイシステムは、3次元画像のより現実的かつ快適なシミュレーションを形成し得る。

10

20

## 【0046】

図4は、複数の深度平面を使用して3次元画像をシミュレートするためのアプローチの側面を図示する。図4を参照すると、z-軸上の眼210、220からの種々の距離におけるオブジェクトは、それらのオブジェクトが合焦するように、眼210、220によって遠近調節される。眼210、220は、特定の遠近調節された状態をとり、z-軸に沿って異なる距離においてオブジェクトに合焦させる。その結果、特定の遠近調節された状態は、特定の深度平面におけるオブジェクトまたはオブジェクトの一部が、眼がその深度平面のための遠近調節された状態にあるとき合焦するように、関連付けられた焦点距離を有する、深度平面240のうちの特定の1つと関連付けられると言え得る。いくつかの実施形態では、3次元画像は、眼210、220毎に画像の異なる提示を提供することによって、また、深度平面のそれぞれに対応する画像の異なる提示を提供することによってシミュレートされてもよい。例証を明確にするために、別個であるように示されるが、眼210、220の視野は、例えば、z-軸に沿った距離が増加するにつれて重複し得ることを理解されたい。加えて、例証を容易にするために、平坦として示されるが、深度平面の輪郭は、深度平面内の全ての特徴が特定の遠近調節された状態における眼と合焦するように、物理的空間内で湾曲され得ることを理解されたい。

30

## 【0047】

オブジェクトと眼210または220との間の距離はまた、その眼によって視認されるようなそのオブジェクトからの光の発散の量を変化させ得る。図5A-5Cは、距離と光線の発散との間の関係を図示する。オブジェクトと眼210との間の距離は、減少距離R1、R2、およびR3の順序で表される。図5A-5Cに示されるように、光線は、オブジェクトまでの距離が減少するにつれてより発散する。距離が増加するにつれて、光線は、よりコリメートされる。換言すると、点(オブジェクトまたはオブジェクトの一部)によって生成される光場は、点がユーザの眼から離れている距離の関数である、球状波面曲率を有すると言え得る。曲率は、オブジェクトと眼210との間の距離の減少に伴って増加する。その結果、異なる深度平面では、光線の発散度もまた、異なり、発散度は、深度平面と視認者の眼210との間の距離の減少に伴って増加する。単眼210のみが、例証を明確にするために、図5A-5Cおよび本明細書の他の図に図示されるが、眼210に関する議論は、視認者の両眼210および220に適用され得ることを理解されたい。

40

## 【0048】

50

理論によって限定されるわけではないが、ヒトの眼は、典型的には、有限数の深度平面を解釈し、深度知覚を提供することができると考えられる。その結果、知覚された深度の高度に真実味のあるシミュレーションが、眼にこれらの限定数の深度平面のそれぞれに対応する画像の異なる提示を提供することによって達成され得る。異なる提示は、視認者の眼によって別個に集束され、それによって、異なる深度平面上に位置する場面のための異なる画像特徴に合焦させるために要求される眼の遠近調節に基づいて、および/または焦点がずれている異なる深度平面上の異なる画像特徴の観察に基づいて、ユーザに深度合図を提供することに役立ててもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

図 6 は、画像情報をユーザに出力するための導波管スタックの実施例を図示する。ディスプレイシステム 250 は、複数の導波管 270、280、290、300、310 を使用して 3次元知覚を眼/脳に提供するために利用され得る、導波管のスタックまたはスタックされた導波管アセンブリ 260 を含む。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステム 250 は、図 2 のシステム 60 であって、図 6 は、そのシステム 60 のいくつかの部分をもより詳細に図式的に示す。例えば、導波管アセンブリ 260 は、図 2 のディスプレイ 70 の一部であってもよい。ディスプレイシステム 250 は、いくつかの実施形態では、ライトフィールドディスプレイと見なされてもよいことを理解されたい。加えて、本明細書において言及される場合、導波管アセンブリ 260 はまた、接眼レンズとも称され得る。

#### 【 0 0 5 0 】

図 6 を継続して参照すると、導波管アセンブリ 260 はまた、複数の特徴 320、330、340、350 を導波管間に含んでもよい。いくつかの実施形態では、特徴 320、330、340、350 は、1つまたはそれを上回るレンズであってもよい。導波管 270、280、290、300、310 および/または複数のレンズ 320、330、340、350 は、種々のレベルの波面曲率または光線発散を用いて画像情報を眼に送信するように構成されてもよい。各導波管レベルは、特定の深度平面と関連付けられてもよく、その深度平面に対応する画像情報を出力するように構成されてもよい。画像投入デバイス 360、370、380、390、400 は、導波管のための光源として機能してもよく、画像情報を導波管 270、280、290、300、310 の中に投入するために利用されてもよく、それぞれ、本明細書に説明されるように、眼 210 に向かって出力のために各個別の導波管を横断して入射光を分散させるように構成されてもよい。光は、画像投入デバイス 360、370、380、390、400 の出力表面 410、420、430、440、450 から出射し、導波管 270、280、290、300、310 の対応する入力表面 460、470、480、490、500 の中に投入される。いくつかの実施形態では、入力表面 460、470、480、490、500 はそれぞれ、対応する導波管の縁であってもよい、または対応する導波管の主要表面の一部（すなわち、世界 510 または視認者の眼 210 に直接面する導波管表面のうちの 1つ）であってもよい。いくつかの実施形態では、光の単一ビーム（例えば、コリメートされたビーム）が、各導波管の中に投入され、クローン化されたコリメートビームの全体場を出力してもよく、これは、特定の導波管と関連付けられた深度平面に対応する特定の角度（および発散量）において眼 210 に向かって指向される。いくつかの実施形態では、画像投入デバイス 360、370、380、390、400 のうちの単一の 1つは、複数（例えば、3つ）の導波管 270、280、290、300、310 と関連付けられ、その中に光を投入してもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

いくつかの実施形態では、画像投入デバイス 360、370、380、390、400 はそれぞれ、それぞれ対応する導波管 270、280、290、300、310 の中への投入のために画像情報を生成する、離散ディスプレイである。いくつかの他の実施形態では、画像投入デバイス 360、370、380、390、400 は、例えば、画像情報を 1つまたはそれを上回る光学導管（光ファイバケーブル等）を介して画像投入デバイス 360、370、380、390、400 のそれぞれに送り得る、単一の多重化されたディ

10

20

30

40

50

スプレイの出力端である。画像投入デバイス360、370、380、390、400によって提供される画像情報は、異なる波長または色（例えば、本明細書に議論されるように、異なる原色）の光を含んでもよいことを理解されたい。

#### 【0052】

いくつかの実施形態では、導波管270、280、290、300、310の中に投入される光は、光プロジェクタシステム520によって提供され、これは、光モジュール540を備え、これは、発光ダイオード（LED）等の光エミッタを含んでもよい。光モジュール540からの光は、ビームスプリッタ550を介して、光変調器530、例えば、空間光変調器によって指向および修正されてもよい。光変調器530は、導波管270、280、290、300、310の中に投入される光の知覚される強度を変化させるように構成されてもよい。空間光変調器の実施例は、シリコン上液晶（LCOS）ディスプレイを含む、液晶ディスプレイ（LCD）を含む。画像投入デバイス360、370、380、390、400は、図式的に図示され、いくつかの実施形態では、これらの画像投入デバイスは、光を導波管270、280、290、300、310の関連付けられたものの中に出力するように構成される、共通投影システムの異なる光経路および部分を表し得ることを理解されたい。

#### 【0053】

コントローラ560は、画像投入デバイス360、370、380、390、400、光源540、および光モジュール530の動作を含む、スタックされた導波管アセンブリ260のうちの1つまたはそれを上回るものの動作を制御する。いくつかの実施形態では、コントローラ560は、ローカルデータ処理モジュール140の一部である。コントローラ560は、例えば、本明細書に開示される種々のスキームのいずれかに従って、導波管270、280、290、300、310への画像情報のタイミングおよびプロビジョニングを調整する、プログラミング（例えば、非一過性媒体内の命令）を含む。いくつかの実施形態では、コントローラは、単一の一体型デバイスまたは有線もしくは無線通信チャネルによって接続される分散型システムであってもよい。コントローラ560は、いくつかの実施形態では、処理モジュール140または150（図2）の一部であってもよい。

#### 【0054】

図6を継続して参照すると、導波管270、280、290、300、310は、全内部反射（TIR）によって、光を各個別の導波管内で伝搬させるように構成されてもよい。導波管270、280、290、300、310はそれぞれ、主要な上部および底部表面ならびにそれらの主要な上部表面と底部表面との間に延在する縁を伴う、平面である、または別の形状（例えば、湾曲）を有してもよい。図示される構成では、導波管270、280、290、300、310はそれぞれ、光を再指向させ、各個別の導波管内で伝搬させ、導波管から、画像情報を眼210に出力することによって、光を導波管から抽出するように構成される、外部結合光学要素570、580、590、600、610を含んでもよい。抽出された光はまた、外部結合光と称され得、光を外部結合する光学要素はまた、光抽出光学要素と称され得る。抽出された光のビームは、導波管によって、導波管内で伝搬する光が光抽出光学要素に衝突する場所において出力され得る。外部結合光学要素570、580、590、600、610は、例えば、本明細書にさらに議論されるような回折光学特徴を含む、格子であってもよい。説明を容易にし、図面を明確にするために、導波管270、280、290、300、310の底部主要表面に配置されて図示されるが、いくつかの実施形態では、外部結合光学要素570、580、590、600、610は、本明細書にさらに議論されるように、上部および/または底部主要表面に配置されてもよい、ならびに/もしくは導波管270、280、290、300、310の体積内に直接配置されてもよい。いくつかの実施形態では、外部結合光学要素570、580、590、600、610は、透明基板に取り付けられ、導波管270、280、290、300、310を形成する、材料の層内に形成されてもよい。いくつかの他の実施形態では、導波管270、280、290、300、310は、モノリシック材料片であって

10

20

30

40

50

もよく、外部結合光学要素 570、580、590、600、610 は、その材料片の表面上および / または内部に形成されてもよい。

【0055】

図6を継続して参照すると、本明細書に議論されるように、各導波管 270、280、290、300、310 は、光を出力し、特定の深度平面に対応する画像を形成するように構成される。例えば、眼の最近傍の導波管 270 は、眼 210 にコリメートされた光（そのような導波管 270 の中に投入された）を送達するように構成されてもよい。コリメートされた光は、光学無限遠焦点面を表し得る。次の上方の導波管 280 は、眼 210 に到達し得る前に、第1のレンズ 350（例えば、負のレンズ）を通して通過する、コリメートされた光を送出するように構成されてもよい。そのような第1のレンズ 350 は、眼 / 脳が、その次の上方の導波管 280 から生じる光を光学無限遠から眼 210 に向かって内向きにより近い第1の焦点面から生じるように解釈するように、若干の凸面波面曲率を生成するように構成されてもよい。同様に、第3の上方の導波管 290 は、眼 210 に到達する前に、その出力光を第1のレンズ 350 および第2のレンズ 340 の両方を通して通過させる。第1のレンズ 350 および第2のレンズ 340 の組み合わせられた屈折力は、眼 / 脳が、第3の導波管 290 から生じる光が次の上方の導波管 280 からの光であったよりも光学無限遠から人物に向かって内向きにさらに近い第2の焦点面から生じるように解釈するように、波面曲率の別の漸増量を生成するように構成されてもよい。

10

【0056】

他の導波管層 300、310 およびレンズ 330、320 も同様に、スタック内の最高導波管 310 は、人物に最も近い焦点面を表す集約焦点力のために、その出力をそれと眼との間のレンズの全てを通して送るように構成される。スタックされた導波管アセンブリ 260 の他側の世界 510 から生じる光を視認 / 解釈するとき、レンズ 320、330、340、350 のスタックを補償するために、補償レンズ層 620 が、スタックの上部に配置され、下方のレンズスタック 320、330、340、350 の集約力を補償してもよい。そのような構成は、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を提供する。導波管の外部結合光学要素およびレンズの集束側面の両方とも、静的であってもよい（すなわち、動的または電気活性ではない）。いくつかの代替実施形態では、いずれかまたは両方とも、電気活性特徴を使用して動的であってもよい。

20

【0057】

いくつかの実施形態では、導波管 270、280、290、300、310 のうちの2つまたはそれを上回るものは、同一の関連付けられた深度平面を有してもよい。例えば、複数の導波管 270、280、290、300、310 が、同一深度平面に設定される画像を出力するように構成されてもよい、または導波管 270、280、290、300、310 の複数のサブセットが、深度平面毎に1つのセットを伴う、同一の複数の深度平面に設定される画像を出力するように構成されてもよい。これは、それらの深度平面において拡張された視野を提供するようにタイリングされた画像を形成する利点を提供し得る。

30

【0058】

図6を継続して参照すると、外部結合光学要素 570、580、590、600、610 は、導波管と関連付けられた特定の深度平面のために、光をその個別の導波管から再指向させることと、本光を適切な量の発散またはコリメーションを伴って出力することとの両方を行うように構成されてもよい。その結果、異なる関連付けられた深度平面を有する導波管は、外部結合光学要素 570、580、590、600、610 の異なる構成を有してもよく、これは、関連付けられた深度平面に応じた、異なる発散量を用いて光を出力する。いくつかの実施形態では、光抽出光学要素 570、580、590、600、610 は、体積または表面特徴であってもよく、これは、具体的角度において光を出力するように構成されてもよい。例えば、光抽出光学要素 570、580、590、600、610 は、体積ホログラム、表面ホログラム、および / または回折格子であってもよい。いくつかの実施形態では、特徴 320、330、340、350 は、レンズではなくてもよい。むしろ、それらは、単に、スペーサ（例えば、クラディング層および / または空隙を

40

50

形成するための構造)であってもよい。

【0059】

いくつかの実施形態では、外部結合光学要素570、580、590、600、610は、回折パターンまたは「回折光学要素」(また、本明細書では、「DOE」とも称される)を形成する、回折特徴である。好ましくは、DOEは、ビームの光の一部のみがDOEの各交差点を用いて眼210に向かって偏向される一方、残りがTIRを介して導波管を通して移動し続けるように、十分に低い回折効率を有する。画像情報を搬送する光は、したがって、様々な場所において導波管から出射するいくつかの関連出射ビームに分割され、その結果、導波管内でパウンスする本特定のコレリメートされたビームに関して、眼210に向かって非常に均一パターンの出射放出となる。

10

【0060】

いくつかの実施形態では、1つまたはそれを上回る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」状態との間で切替可能であってもよい。例えば、切替可能なDOEは、ポリマー分散液晶の層を備えてもよく、その中で微小液滴は、ホスト媒体中に回折パターンを備え、微小液滴の屈折率は、ホスト材料の屈折率に実質的に整合するように切り替えられてもよい(その場合、パターンは、入射光を著しく回折させない)、または微小液滴は、ホスト媒体のものに整合しない屈折率に切り替えられてもよい(その場合、パターンは、入射光を能動的に回折させる)。

【0061】

いくつかの実施形態では、カメラアセンブリ630(例えば、可視光および赤外線光カメラを含む、デジタルカメラ)が、眼210および/または眼210の周囲の組織の画像を捕捉し、例えば、ユーザ入力を検出する、および/またはユーザの生理学的状態を監視するために提供されてもよい。本明細書で使用されるように、カメラは、任意の画像捕捉デバイスであってもよい。いくつかの実施形態では、カメラアセンブリ630は、画像捕捉デバイスと、光(例えば、赤外線光)を眼に投影する光源とを含んでもよく、その光は、次いで、眼によって反射され、画像捕捉デバイスによって検出され得る。いくつかの実施形態では、カメラアセンブリ630は、フレーム80(図2)に取り付けられてもよく、カメラアセンブリ630からの画像情報を処理し得る、処理モジュール140および/または150と電気通信してもよい。いくつかの実施形態では、1つのカメラアセンブリ630が、眼毎に利用され、各眼を別個に監視してもよい。

20

30

【0062】

ここで図7を参照すると、導波管によって出力された出射ビームの実施例が、示される。1つの導波管が図示されるが、導波管アセンブリ260(図6)内の他の導波管も同様に機能し得、導波管アセンブリ260は、複数の導波管を含むことを理解されたい。光640が、導波管270の入力表面460において導波管270の中に投入され、TIRによって導波管270内を伝搬する。光640がDOE570上に衝突する点では、光の一部は、導波管から出射ビーム650として出射する。出射ビーム650は、略平行として図示されるが、本明細書に議論されるように、また、導波管270と関連付けられた深度平面に応じて、ある角度(例えば、発散出射ビームを形成する)において眼210に伝搬するように再指向されてもよい。略平行出射ビームは、眼210からの遠距離(例えば、光学無限遠)における深度平面に設定されるように現れる画像を形成するように光を外部結合する、外部結合光学要素を伴う導波管を示し得ることを理解されたい。他の導波管または他の外部結合光学要素のセットは、より発散する、出射ビームパターンを出力してもよく、これは、眼210がより近い距離に遠近調節し、網膜に合焦させることを要求し、光学無限遠より眼210に近い距離からの光として脳によって解釈されるであろう。

40

【0063】

いくつかの実施形態では、フルカラー画像が、原色、例えば、3つまたはそれを上回る原色のそれぞれに画像をオーバーレイすることによって、各深度平面において形成されてもよい。図8は、スタックされた導波管アセンブリの実施例を図示し、各深度平面は、複数の異なる原色を使用して形成される画像を含む。図示される実施形態は、深度平面24

50

0 a - 2 4 0 f を示すが、より多いまたはより少ない深度もまた、検討される。各深度平面は、第 1 の色 G の第 1 の画像、第 2 の色 R の第 2 の画像、および第 3 の色 B の第 3 の画像を含む、それと関連付けられた 3 つまたはそれを上回る原色画像を有してもよい。異なる深度平面は、文字 G、R、および B に続くジオプタ (d p t) に関する異なる数字によって図に示される。単なる実施例として、これらの文字のそれぞれに続く数字は、ジオプタ (1 / m)、すなわち、視認者からの深度平面の逆距離を示し、図中の各ボックスは、個々の原色画像を表す。いくつかの実施形態では、異なる波長の光の眼の集束における差異を考慮するために、異なる原色に関する深度平面の正確な場所は、変動してもよい。例えば、所与の深度平面に関する異なる原色画像は、ユーザからの異なる距離に対応する深度平面上に設置されてもよい。そのような配列は、視力およびユーザ快適性を増加させ得、および / または色収差を減少させ得る。

10

## 【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態では、各原色の光は、単一専用導波管によって出力されてもよく、その結果、各深度平面は、それと関連付けられた複数の導波管を有してもよい。そのような実施形態では、文字 G、R、または B を含む、図中の各ボックスは、個々の導波管を表すものと理解され得、3 つの導波管は、深度平面毎に提供されてもよく、3 つの原色画像が、深度平面毎に提供される。各深度平面と関連付けられた導波管は、本図面では、説明を容易にするために相互に隣接して示されるが、物理的デバイスでは、導波管は全て、レベル毎に 1 つの導波管を伴うスタックで配列されてもよいことを理解されたい。いくつかの他の実施形態では、複数の原色が、例えば、単一導波管のみが深度平面毎に提供されるように、同一導波管によって出力されてもよい。

20

## 【 0 0 6 5 】

図 8 を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、G は、緑色であって、R は、赤色であって、B は、青色である。いくつかの他の実施形態では、マゼンタ色およびシアン色を含む、光の他の波長と関連付けられた他の色も、加えて使用されてもよい、または赤色、緑色、もしくは青色のうちの 1 つまたはそれを上回るものにとって代わってもよい。

## 【 0 0 6 6 】

本開示全体を通じた所与の光の色の言及は、その所与の色として視認者によって知覚される、光の波長の範囲内の 1 つまたはそれを上回る波長の光を包含するものと理解されたい。例えば、赤色光は、約 6 2 0 ~ 7 8 0 n m の範囲内である 1 つまたはそれを上回る波長の光を含んでもよく、緑色光は、約 4 9 2 ~ 5 7 7 n m の範囲内である 1 つまたはそれを上回る波長の光を含んでもよく、青色光は、約 4 3 5 ~ 4 9 3 n m の範囲内である 1 つまたはそれを上回る波長の光を含んでもよい。

30

## 【 0 0 6 7 】

いくつかの実施形態では、光源 5 4 0 ( 図 6 ) は、視認者の視覚的知覚範囲外の 1 つまたはそれを上回る波長、例えば、赤外線および / または紫外線波長の光を放出するように構成されてもよい。加えて、ディスプレイ 2 5 0 の導波管の内部結合、外部結合、および他の光再指向構造は、例えば、イメージングおよび / またはユーザ刺激用途のために、本光をディスプレイからユーザの眼 2 1 0 に向かって指向および放出するように構成されてもよい。

40

## 【 0 0 6 8 】

ここで図 9 A を参照すると、いくつかの実施形態では、導波管に衝突する光は、その光を導波管の中に内部結合するために再指向される必要があり得る。内部結合光学要素が、光をその対応する導波管の中に再指向および内部結合するために使用されてもよい。図 9 A は、それぞれが内部結合光学要素を含む、複数またはセット 6 6 0 のスタックされた導波管の実施例の断面側面図を図示する。導波管はそれぞれ、1 つもしくはそれを上回る異なる波長または 1 つもしくはそれを上回る異なる波長範囲の光を出力するように構成されてもよい。スタック 6 6 0 は、スタック 2 6 0 ( 図 6 ) に対応してもよく、スタック 6 6 0 の図示される導波管は、複数の導波管 2 7 0、2 8 0、2 9 0、3 0 0、3 1 0 の一部に対応してもよいが、画像投入デバイス 3 6 0、3 7 0、3 8 0、3 9 0、4 0 0 のうち

50

の1つまたはそれを上回るものからの光が、光が内部結合のために再指向されることを要求する位置から導波管の中に投入されることを理解されたい。

【0069】

スタックされた導波管の図示されるセット660は、導波管670、680、および690を含む。各導波管は、関連付けられた内部結合光学要素（導波管上の光入力面積とも称され得る）を含み、例えば、内部結合光学要素700は、導波管670の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置され、内部結合光学要素710は、導波管680の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置され、内部結合光学要素720は、導波管690の主要表面（例えば、上側主要表面）上に配置される。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720のうちの1つまたはそれを上回るものは、個別の導波管670、680、690の底部主要表面上に配置されてもよい（特に、1つまたはそれを上回る内部結合光学要素は、反射性偏向光学要素である）。図示されるように、内部結合光学要素700、710、720は、その個別の導波管670、680、690の上側主要表面（または次の下側導波管の上部）上に配置されてもよく、特に、それらの内部結合光学要素は、透過性偏向光学要素である。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720は、個別の導波管670、680、690の本体内に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、本明細書に議論されるように、内部結合光学要素700、710、720は、他の光の波長を透過しながら、1つまたはそれを上回る光の波長を選択的に再指向するような波長選択的である。その個別の導波管670、680、690の片側または角に図示されるが、内部結合光学要素700、710、720は、いくつかの実施形態では、その個別の導波管670、680、690の他の面積内に配置されてもよいことを理解されたい。

10

20

【0070】

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

30

【0071】

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

40

【0072】

導波管670、680、690は、例えば、材料のガス、液体、および/または固体層によって離間ならびに分離されてもよい。例えば、図示されるように、層760aは、導波管670および680を分離してもよく、層760bは、導波管680および690を分離してもよい。いくつかの実施形態では、層760aおよび760bは、低屈折率材料（すなわち、導波管670、680、690の直近のものを形成する材料より低い屈折率を有する材料）から形成される。好ましくは、層760a、760bを形成する材料の屈折率は、導波管670、680、690を形成する材料の屈折率を0.05もしくはそれ

50

を上回るかまたは0.10もしくはそれを下回る。有利には、より低い屈折率層760a、760bは、導波管670、680、690を通して光の全内部反射(TIR)(例えば、各導波管の上部および底部主要表面間のTIR)を促進する、クラディング層として機能してもよい。いくつかの実施形態では、層760a、760bは、空気から形成される。図示されないが、導波管の図示されるセット660の上部および底部は、直近クラディング層を含んでもよいことを理解されたい。

#### 【0073】

好ましくは、製造および他の考慮点を容易にするために、導波管670、680、690を形成する材料は、類似または同一であって、層760a、760bを形成する材料は、類似または同一である。いくつかの実施形態では、導波管670、680、690を形成する材料は、1つまたはそれを上回る導波管間で異なってもよい、および/または層760a、760bを形成する材料は、依然として、前述の種々の屈折率関係を保持しながら、異なってもよい。

10

#### 【0074】

図9Aを継続して参照すると、光線770、780、790が、導波管のセット660に入射する。光線770、780、790は、1つまたはそれを上回る画像投入デバイス360、370、380、390、400(図6)によって導波管670、680、690の中に投入されてもよいことを理解されたい。

#### 【0075】

いくつかの実施形態では、光線770、780、790は、異なる色に対応し得る、異なる性質、例えば、異なる波長または異なる波長範囲を有する。内部結合光学要素700、710、720はそれぞれ、光が、TIRによって、導波管670、680、690のうちの個別の1つを通して伝搬するように、入射光を偏向させる。いくつかの実施形態では、内部結合光学要素700、710、720はそれぞれ、他の波長を下層導波管および関連付けられた内部結合光学要素に透過させながら、1つまたはそれを上回る特定の光の波長を選択的に偏向させる。

20

#### 【0076】

例えば、内部結合光学要素700は、それぞれ、異なる第2および第3の波長または波長範囲を有する、光線780および790を透過させながら、第1の波長または波長範囲を有する、光線770を選択的に偏向させるように構成されてもよい。透過された光線780は、第2の波長または波長範囲の光を偏向させるように構成される、内部結合光学要素710に衝突し、それによって偏向される。光線790は、第3の波長または波長範囲の光を選択的に偏向させるように構成される、内部結合光学要素720によって偏向される。

30

#### 【0077】

図9Aを継続して参照すると、偏向された光線770、780、790は、対応する導波管670、680、690を通して伝搬するように偏向される。すなわち、各導波管の内部結合光学要素700、710、720は、光をその対応する導波管670、680、690の中に偏向させ、光を対応する導波管の中に内部結合する。光線770、780、790は、光をTIRによって個別の導波管670、680、690を通して伝搬させる角度で偏向される。光線770、780、790は、導波管の対応する光分散要素730、740、750に衝突するまで、TIRによって個別の導波管670、680、690を通して伝搬する。

40

#### 【0078】

ここで図9Bを参照すると、図9Aの複数のスタックされた導波管の実施例の斜視図が、図示される。前述のように、内部結合された光線770、780、790は、それぞれ、内部結合光学要素700、710、720によって偏向され、次いで、それぞれ、導波管670、680、690内でTIRによって伝搬する。光線770、780、790は、次いで、それぞれ、光分散要素730、740、750に衝突する。光分散要素730、740、750は、それぞれ、外部結合光学要素800、810、820に向かって伝

50

搬するように、光線 770、780、790 を偏向させる。

【0079】

いくつかの実施形態では、光分散要素 730、740、750 は、直交瞳エクスパンダ (OPE) である。いくつかの実施形態では、OPE は、光を外部結合光学要素 800、810、820 に偏向または分散し、いくつかの実施形態では、また、外部結合光学要素に伝搬するにつれて、本光のビームまたはスポットサイズを増加させてもよい。いくつかの実施形態では、光分散要素 730、740、750 は、省略されてもよく、内部結合光学要素 700、710、720 は、光を直接外部結合光学要素 800、810、820 に偏向させるように構成されてもよい。例えば、図 9A を参照すると、光分散要素 730、740、750 は、それぞれ、外部結合光学要素 800、810、820 と置換されてもよい。いくつかの実施形態では、外部結合光学要素 800、810、820 は、光を視認者の眼 210 (図 7) に指向させる、射出瞳 (EP) または射出瞳エクスパンダ (EPE) である。OPE は、少なくとも 1 つの軸においてアイボックスの寸法を増加させるように構成されてもよく、EPE は、OPE の軸と交差する、例えば、直交する軸においてアイボックスを増加させてもよいことを理解されたい。例えば、各 OPE は、光の残りの部分が導波管を辿って伝搬し続けることを可能にしながら、OPE に衝突する光の一部を同一導波管の EPE に再指向するように構成されてもよい。OPE への衝突に応じて、再び、残りの光の別の部分は、EPE に再指向され、その部分の残りの部分は、導波管等を辿ってさらに伝搬し続ける。同様に、EPE への衝突に応じて、衝突光の一部は、導波管からユーザに向かって指向され、その光の残りの部分は、EP に再び衝突するまで、導波管を通して伝搬し続け、その時点で、衝突する光の別の部分は、導波管から指向される等となる。その結果、内部結合された光の単一ビームは、その光の一部が OPE または EPE によって再指向される度に、「複製」され、それによって、図 6 に示されるように、クロン化された光のビーム野を形成し得る。いくつかの実施形態では、OPE および / または EPE は、光のビームのサイズを修正するように構成されてもよい。

【0080】

故に、図 9A および 9B を参照すると、いくつかの実施形態では、導波管のセット 660 は、原色毎に、導波管 670、680、690 と、内部結合光学要素 700、710、720 と、光分散要素 (例えば、OPE) 730、740、750 と、外部結合光学要素 (例えば、EP) 800、810、820 とを含む。導波管 670、680、690 は、各 1 つの間に空隙 / クラディング層を伴ってスタックされてもよい。内部結合光学要素 700、710、720 は、(異なる波長の光を受信する異なる内部結合光学要素を用いて) 入射光をその導波管の中に再指向または偏向させる。光は、次いで、個別の導波管 670、680、690 内に TIR をもたらずであろう角度で伝搬する。示される実施例では、光線 770 (例えば、青色光) は、前述の様式において、第 1 の内部結合光学要素 700 によって偏光され、次いで、導波管を辿ってバウンスし続け、光分散要素 (例えば、OPE) 730、次いで、外部結合光学要素 (例えば、EP) 800 と相互作用する。光線 780 および 790 (例えば、それぞれ、緑色および赤色光) は、導波管 670 を通して通過し、光線 780 は、内部結合光学要素 710 上に入射し、それによって偏向される。光線 780 は、次いで、TIR を介して、導波管 680 を辿ってバウンスし、その光分散要素 (例えば、OPE) 740、次いで、外部結合光学要素 (例えば、EP) 810 に進むであろう。最後に、光線 790 (例えば、赤色光) は、導波管 690 を通して通過し、導波管 690 の内部結合光学要素 720 に衝突する。光内部結合光学要素 720 は、光線が、TIR によって、光分散要素 (例えば、OPE) 750、次いで、TIR によって、外部結合光学要素 (例えば、EP) 820 に伝搬するように、光線 790 を偏向させる。外部結合光学要素 820 は、次いで、最後に、光線 790 を視認者に外部結合し、視認者はまた、他の導波管 670、680 からの光も受信する。

【0081】

図 9C は、図 9A および 9B の複数のスタックされた導波管の実施例の上下平面図を図示する。図示されるように、導波管 670、680、690 は、各導波管の関連付けられ

10

20

30

40

50

た光分散要素 730、740、750 および関連付けられた外部結合光学要素 800、810、820 とともに、垂直に整合されてもよい。しかしながら、本明細書に議論されるように、内部結合光学要素 700、710、720 は、垂直に整合されない。むしろ、内部結合光学要素は、好ましくは、非重複する（例えば、上下図に見られるように、側方に離間される）。本明細書でさらに議論されるように、本非重複空間配列は、1対1ベースで異なるリソースから異なる導波管の中への光の投入を促進し、それによって、具体的光源が具体的導波管に一意に結合されることを可能にする。いくつかの実施形態では、非重複の空間的に分離される内部結合光学要素を含む、配列は、偏移瞳システムと称され得、これらの配列内の内部結合光学要素は、サブ瞳に対応し得る。

#### 【0082】

例示的光プロジェクタシステムおよび関連構造

図10は、光を視認者の眼 210 に指向するための光プロジェクタシステム 2000 および接眼レンズ 2010 の断面図を図示する。本明細書に議論されるように、複数の光エミッタ 2020（例えば、複数の LED）が、空間光変調器（SLM）2030 を照明するために使用されてもよい。光エミッタ 2020 は、光モジュール 2040 の一部であってもよい。いくつかの実施形態では、ビームスプリッタ（例えば、偏光ビームスプリッタ（PBS））2050 は、光を光エミッタ 2020 から空間光変調器 2030 に反射させるために使用されてもよく、これは、光を反射および変調させる。SLM 2030 から変調された光は、次いで、ビームスプリッタ 2050 を通して接眼レンズ 2010 に伝搬してもよく、これは、1つまたはそれを上回る導波管を含んでもよい。いくつかの実施形態では、接眼レンズ 2010 は、導波管スタック 260（図6）または 660（図9A-9C）に対応してもよい。接眼レンズ 2010 の導波管は、光を視認者の眼 210 に中継または誘導および出力する。加えて、光プロジェクタシステム 2000 は、光プロジェクタシステム 520（図6）に対応してもよいことを理解されたい。

#### 【0083】

光モジュール 2040 は、異なる色に対応する異なる波長範囲の光を放出する、複数の光エミッタ 2020 を含んでもよい。複数の光エミッタ 2020（例えば、光エミッタ 2020a、2020b、2020c）の異なるセットは、異なる波長範囲の光を放出してもよく、光エミッタのセットは、1つまたはそれを上回る光エミッタ 2020 を含む。いくつかの実施形態では、光エミッタ 2020 のセットの総数は、フルカラー画像を形成するためにディスプレイシステムによって使用される原色の総数に対応してもよい。

#### 【0084】

視認者によるフルカラー画像の知覚は、いくつかの実施形態では、時分割多重化を用いて達成されてもよい。例えば、異なる光エミッタ 2020 は、異なる時間にアクティブ化され、異なる原色画像を生成してもよい。そのような実施形態では、単一フルカラー画像を形成する、原色画像は、ヒト視覚系が異なる時間に表示されているように原色画像を知覚しないほど十分に迅速に表示され得る。例えば、原色画像が連続して表示されるレートは、ヒト視覚系の知覚持続より高くあり得る。いくつかの実施形態では、異なる原色画像は、60Hz より高いレートで連続して表示される。時分割多重化は、有利には、表示される画像を形成するために利用されるプロセッサ（例えば、グラフィックプロセッサ）にかかる計算負荷を低減させ得ることを理解されたい。十分な計算力が利用可能ないくつかの実施形態では、フルカラー画像を形成する、全ての原色画像が、同時に表示されてもよい。

#### 【0085】

図10を継続して参照すると、異なる色光エミッタ 2020（例えば、赤色、緑色、および青色 LED）が、異なる場所に位置し、SLM 2030 を照明するために使用されてもよく、次いで、ビームスプリッタ 2050 を通して接眼レンズ 2010 上に逆イメージングされる。いくつかの実施形態では、SLM 2030 は、微小電気機械技術（MEM）または液晶技術もしくは他の切替技術に基づいてもよい。光プロジェクタシステム 2000 の光学は、いくつかの実施形態では、個々の光源を接眼レンズ 2010 の中に近似的に

10

20

30

40

50

イメージングするため、光エミッタの画像は、接眼レンズ 2010 上で空間的に別個である。

【0086】

本明細書に開示されるように、接眼レンズ 2010 は、複数の色の色毎に、複数の導波管を含んでもよい。個々の導波管は、対応する光エミッタからの所望の光を内部結合し、回折光学（例えば、回折格子）または物理的光学（例えば、ファセット反射体）の使用によって、それを眼に中継してもよい。加えて、回折または物理的光学は、光を導波管を通して指向してもよく、また、光を導波管から外に結合してもよい。導波管は、本明細書に議論されるように（例えば、図 6 - 9 C および関連議論参照）、眼への中継器内に屈折力を有し、光を視認者から所与の深度または距離から生じるように見えさせてもよい。

10

【0087】

図 11 は、複数の光エミッタ 2020 および複数の光パイプ 2100 を有する、光モジュール 2040 の斜視図を図示する。光エミッタ 2020 は、基板 2050 上に配置され、それぞれ、複数の色のうちの 1 つに対応する波長の光を放出してもよい。図示されるように、光パイプ 2100 は、光エミッタ 2020 から延在する離間された支柱として配列されてもよい。図示されるように、光パイプ 2100 の個々のものは、光エミッタ 2020 のうちの関連付けられた 1 つに結合されてもよい。光パイプ 2100 は、光学的に透過性の材料から形成されてもよいことを理解されたい。光学的に透過性の材料の実施例は、ガラスおよび光学グレードのポリマー材料（例えば、ポリ（メタクリル酸メチル）（PMMA）および他のアクリルならびにポリカーボネート）を含む。

20

【0088】

図 12 A および 12 B は、それぞれ、図 11 の光モジュール 2040 の断面側面図および上下平面図を図示する。図示されるように、光パイプ 2010 のいくつかは、光パイプ 2010 のその他と異なる断面積を有してもよい。断面積は、光パイプ 2010 の長さまたは高さに対して横方向に得られてもよいことを理解されたい。いくつかの実施形態では、断面積は、光パイプ 2010 によって伝送されるべき光の波長に関連してもよく、より小さい断面積は、より低い波長に対応する。その結果、いくつかの実施形態では、光パイプ 2010 の断面積は、特に、異なる色の光を放出する光エミッタ 2020 が異なるサイズを有する場合、下層の結合される光エミッタ 2020 が放出するように構成される光の波長に関連し、断面積は、波長減少に伴って減少する。

30

【0089】

図 13 A は、光パイプの斜視図を図示する。光パイプ 2100 は、光を光エミッタから受信するための光入力表面 2110 と、光を光変調器（例えば、空間光変調器 2030、図 10）等に出力するための光出力表面 2120 とを含む。光入力表面 2110 は、光エミッタの断面形状に実質的に合致する、断面形状を有してもよく、例えば、光エミッタは、正方形または長方形形状を有してもよく、光入力表面 2110 はまた、正方形または長方形形状を有してもよい。加えて、光入力表面 2110 は、いくつかの実施形態では、光エミッタと同様に定寸されてもよい。例えば、光入力表面 2110 は、光エミッタの表面である表面 2110 の面積の 5%、10%、または 25% 以内の面積を有してもよい。光出力表面 2120 は、光入力表面 2110 と異なるサイズおよび/または形状を有してもよい。例えば、光出力表面 2120 は、光入力表面 2110 より大きい面積を有してもよい。いくつかの実施形態では、光出力表面 2120 は、光パイプ 2100 が光を出力するように構成される内部結合光学要素 700、710、720（図 9 A - 9 C）に合致する、サイズを有してもよい。

40

【0090】

有利には、光パイプ 2100 は、光プロジェクタシステム 2000 によって捕捉され、画像を視認者 260 に投影するために効果的に使用され得る、光エミッタ 2020（図 10）からの光の割合を有意に増加させることができる。光パイプ 2100 はまた、例えば、光パイプ 2100 を通して伝搬し、光パイプ 2100 の表面から反射するにつれた光の混合に起因して、伝送された光をより均質および均一にし得る。加えて、異なるように成

50

形および定寸される入力および出力表面 2 1 1 0、2 1 2 0 を提供する能力に起因して、光パイプ 2 1 0 0 は、光を所望の開口数 ( n a ) およびサイズにテーパ状にし、例えば、光変調器とのインターフェースを促進することができる。例えば、入力および出力表面 2 1 1 0、2 1 2 0 は、異なる形状を有してもよく、したがって、異なる数の側壁を有してもよく、これは、例えば、より小さい数の側壁を有する入力または出力表面に向かってテーパ状になる。側壁はまた、光パイプ 2 1 0 0 の内部幅を画定し得、内部幅は、光パイプ 2 1 0 0 の断面の最小寸法であって、断面は、光パイプ 2 1 0 0 の入力から出力表面までの高さ軸に直交する平面に沿って得られることを理解されたい。いくつかの実施形態では、内部幅は、光パイプ 2 1 0 0 の高さを横断して変動してもよい。

#### 【 0 0 9 1 】

図 1 3 A を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、光パイプ 2 1 0 0 は、量子ドットフィルムまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 と併用されてもよく、これは、光エミッタ、例えば、青色光エミッタおよび/または青色レーザを使用して送出され、他の所望の波長の光を放出してもよい。例えば、特定の光パイプ 2 1 0 0 と関連付けられた光エミッタ 2 0 2 0 は、その光パイプ 2 1 0 0 の量子ドットフィルムまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 を励起させるために好適な波長の光を放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、光モジュール 2 0 4 0 の全ての光エミッタ 2 0 2 0 は、同一波長範囲の光を放出するように構成されてもよく、光パイプ 2 1 0 0 によって放出される光の波長の差異は、異なる波長範囲の光を放出するように構成される、異なる量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 の使用に起因してもよい。光パイプ入力表面 2 1 1 0 は、蛍光物質または量子ドットフィルムに可能な限り近接して設置され、量子ドットまたは蛍光物質フィルムによって放出される光の捕捉を増加させてもよい。いくつかの実施形態では、光パイプ入力表面 2 1 1 0 は、量子ドットもしくは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 と光学または物理的に接触する、またはそれとともに加工されてもよい。いくつかの実施形態では、ダイクロイックミラー 2 1 3 2 が、随意に、量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 下に提供されてもよく、これは、光エミッタ 2 0 2 0 と量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 との間にある。そのようなダイクロイックミラーは、有利には、例えば、量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 によって放出される光を光パイプ 2 1 0 0 の中に反射させる一方、また、光エミッタ 2 0 2 0 からの光を伝送し、量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 を励起させることによって、量子ドットまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 から光パイプ 2 1 0 0 の中に投入される光の量を増加させ得る。いくつかの実施形態では、量子ドットフィルムまたは蛍光物質フィルム 2 1 3 0 は、省略されてもよく、光エミッタ 2 0 2 0 からの光は、その光の波長を変化させずに、光パイプ 2 1 0 0 の中に結合されてもよい。

#### 【 0 0 9 2 】

図 1 3 A を継続して参照すると、前述のように、いくつかの実施形態では、光入力表面 2 1 1 0 は、光エミッタ 2 0 2 0 ( 図 1 1 ) の放出表面に可能な限り近接して光エミッタの上部に据え付けられてもよい。いくつかの実施形態では、光入力表面 2 1 1 0 は、好ましくは、屈折率整合接着剤を用いて、光エミッタ上に糊着され、2 つの構造をより良好に屈折率整合させ、光パイプ 2 1 0 0 による光収集効率を増加させてもよい。いくつかの他の実施形態では、屈折率整合接着剤は、利用されない。例えば、光入力表面 2 1 1 0 は、光パイプ 2 1 0 0 および光エミッタの両方と有意に異なる ( 例えば、より低い ) 屈折率を有する接着剤を用いて、光エミッタ上に糊着されてもよい。いくつかの他の実施形態では、空隙が、光パイプ 2 1 0 0 と光エミッタとの間に提供されてもよい。予想外にも、空隙によって提供されるような大きな不整合を用いることで、光エミッタから光パイプおよび光変調器上への光伝送の効率は、屈折率整合接着剤が利用される場合より高くなることを見出されている。

#### 【 0 0 9 3 】

いくつかの実施形態では、光出力表面 2 1 2 0 の断面積によって形成されるサブ瞳は、円形、卵形、正方形、または長方形、もしくはこれらの形態に近似するある直線であって

10

20

30

40

50

もよい。図13Aは、円形に近似する六角形を伴う、光出力表面2120を示す。典型的には、入力表面2110は、出力表面2120と同一サイズまたはそれより小さい。いくつかの他の実施形態では、光ガイド2100の形状は、所望の角度広がりをxおよびy軸に伴う出力を提供するように変動され、システム内のSLM（例えば、SLM2030、図10）を効率的に照明してもよい。例えば、4:3縦横比を有する、SLMは、SLMの長方向対短方向において4:3の比率を伴う出力角度によってより良好に被覆される。これは、長さ:幅の比約4:3を伴う、光パイプのより卵形または長方形出力形状をもたらし得る。いくつかの実施形態では、図13Bに示されるように、光パイプ2100の出力表面2120は、拡散器2122をその近傍に有する、または出力表面2120上に加工され、角度均一性を改良してもよい。例えば、拡散器は、出力表面2120に光学的に結合される（例えば、屈折率整合接着剤によって結合される）、材料の部品から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、拡散器は、光をその材料の体積内で拡散させる材料を備えてもよい、および/または光を拡散させる表面特徴を含んでもよい。いくつかの実施形態では、表面特徴は、直接、出力表面2120上に形成されてもよい。いくつかの実施形態では、フランジ（図示せず）が、光パイプ2100の上部に向かって成型され、光エミッタの上部に保持し、迷光を遮蔽および阻流するための機械的部分の中への光パイプ2100の搭載を促進してもよい。

#### 【0094】

図13Aおよび13Bを継続して参照すると、本明細書に議論されるように、光パイプの断面形状は、長方形、正方形、六角形、または円形を含む、任意の形状であってもよく、光入力表面2110から光出力表面2120に変化してもよい。例えば、図示される形状は、光出力均一性を改良するためのテーパ状ファセットを伴って、正方形から六角形形状に移行する。光入力表面2110は、下層光エミッタに合致する形状を有してもよい一方、光出力表面2120は、SLMを効率的に照明するための角度広がりを提供する長さ対幅比を提供するように構成される、形状を有してもよいことを理解されたい。加えて、いくつかの実施形態では、光出力表面2120のサイズ、したがって、光パイプ2100から出射する光によって照明される面積のサイズは、種々の光学構造を通して伝搬し、導波管に到達することに応じて、出力された光が導波管の内部結合光学要素の面積に実質的に合致する面積にわたって延在するように判定されてもよい。いくつかの実施形態では、光パイプ2100の側壁2140は、クラディング層でコーティングされ、光パイプ2100内の光の伝搬を促進してもよい。

#### 【0095】

いくつかの実施形態では、さらに以下に議論されるように、各光パイプは、光吸収材料で囲繞され、色クロストークを低減させてもよい。いくつかの実施形態では、下層光エミッタは、光エミッタ間で分離または主に分離され得る、カプセル化材料を含んでもよく、光吸収材料は、光エミッタ間の光エミッタカプセル化材料の周囲に設置されてもよい。

#### 【0096】

出力および入力表面2120、2110は、種々の特徴を含んでもよい。例えば、本明細書に開示されるように、光パイプ2100の出力表面2120は、その中に加工される、またはそこに取り付けられる、拡散器を有し、出力される光の均一性を改良してもよい。出力および入力表面2120、2110の両方またはいずれかは、反射防止コーティングを有し、光スループットを改良してもよい。光パイプ2100の下層の光エミッタは、光エミッタのため（例えば、光エミッタのワイヤボンドのため）の機械的保護および電気絶縁を提供する材料によって、カプセル化されてもよいことを理解されたい。いくつかの実施形態では、入力表面2110は、空気界面をそれらの間に有することより良好に屈折率整合され、それによって、光エミッタから光パイプ2100の中への光スループットを改良するように、光エミッタカプセル化材料の一部として加工されてもよい。

#### 【0097】

いくつかの実施形態では、光パイプ2100の長さまたは光エミッタ/光パイプ位置は、特定のサブ瞳が接眼レンズの導波管のスタック（例えば、導波管スタック260（図6

10

20

30

40

50

）または660（図9A-9C）内の所望の導波管により良好に合焦し得るように、プロジェクタシステムの光出力軸に沿って変化されてもよい。これは、誤ったサブ瞳（例えば、光を特定の導波管の中に具体的に指向するように構成されない光パイプ）からの光が接眼レンズ内の誤った導波管によって収集されるとき、色または深度層クロストークを低減させることに役立ち得る。z-軸において（図示される光パイプ2100の長さまたは高さ方向に沿って）サブ瞳場所を変化させることによって、サブ瞳は、正しい導波管により近接するかまたは合焦し、これは、入射光ビームおよび接眼レンズ内の導波管の導波管内部結合光学要素により少ない重複をもたらし得る。そのような配列を用いることで、サブ瞳はまた、ともにより近接して設置され得、より少ないクロストークを伴い、これは、より小さい全体的システム瞳、したがって、より小さくかつより軽量の光学をプロジェクタシステムにもたす。

10

## 【0098】

偏移される瞳システムを用いることで、複数のサブ瞳が、使用され、異なる色を伴う、および/または異なる深度平面のための画像を提供し得る。各光ガイドは、サブ瞳に対応してもよく、複数の光ガイドは、複数のそのようなサブ瞳を提供することを理解されたい。加えて、サブ瞳サイズは、直接、光出力表面2120の断面積に関連してもよく、より大きい断面積は、概して、より大きいサブ瞳サイズに対応する。システムが小さいままであるために、瞳は、好ましくは、全体的システム瞳が小さくなるように、可能な限り小さくかつとも近接する。システム瞳は、要求される光学のサイズおよびディスプレイデバイスの重量も同様に判定するであろうことを理解されたい。加えて、サブ瞳サイズは、システムの分解能を限定し得る。したがって、サブ瞳は、所与の色のために所望される分解能によって判定されたあるサイズを有してもよい。青色は、緑色または赤色より小さい波長を有するため、そのサブ瞳は、より小さく、依然として、同一分解能を有し得る。サブ瞳サイズは、また、サブ瞳を通してシステムの中に導入され得るパワーの量に関連する。サブ瞳が大きいほど、より大きいおよびより強力な光エミッタが使用され得る。

20

## 【0099】

サブ瞳の間隔および近接度は、光エミッタサイズ、光エミッタ設置公差、接眼レンズ内の色クロストーク、加熱、および電気考慮点のうちの1つまたはそれを上回るものによって限定され得る。いくつかの実施形態では、光エミッタのための共通電気接地を使用して、2つのまたはそれを上回る光エミッタが、ともにより近接して設置されてもよい。しかしながら、それらが、異なる動作電圧を有する場合、一部の効率は、共通接地を有するために犠牲にされ得る。いくつかの実施形態では、レンズは、光入力表面2110と下層光エミッタとの間に設置されてもよい。レンズは、光エミッタからの光を効率的に収集するために使用されてもよいが、そのようなレンズは、光エミッタがともに光入力表面2110に対して設置され得る近接度を限定し得る。

30

## 【0100】

ここで図14を参照すると、図13および13Bの光パイプ2100を通して伝搬する光の光線2150が、図示される。図14は、光パイプ2100の3-Dビューを示し、八角形出力表面2120が、正方形入力表面2110へとテーパ状になり、光パイプの壁が、光パイプを通じた光線2150の経路を図示するために透明であるように示されることを理解されたい。好ましくは、光パイプ2100は、光線2150の少なくとも一部が出力表面2120から出射する前に光パイプ2100から反射するように定寸される。そのような反射は、有利には、光エミッタ2020から入力表面2110の中に投入される光に対して光出力表面2120から出射する光の空間および角度均一性を増加させ得る。いくつかの実施形態では、光パイプ2100はまた、光を所定の経路に沿って光パイプ2100を通して指向するように構成される、光再指向特徴2152を含むように取り付けられてもよい。例えば、光再指向特徴2152は、光を下層光エミッタ2120から光パイプ2100の中心に向かって操向するように、角度付けられる、またはファセットを有してもよい。いくつかの実施形態では、光再指向特徴2152は、プリズムであってもよい。

40

50

## 【0101】

いくつかの実施形態では、複数の光エミッタは、光を単一光パイプ2100（例えば、図16A参照）の中に投入してもよく、光再指向特徴2152は、有利には、改良された混成のために、光を各光エミッタ2020b、2020cから光パイプ2100を通して指向するように提供されてもよい。例えば、光エミッタ2020b、2020cは、入力表面2110における異なる場所に提供されてもよいが、光再指向特徴2152は、各光エミッタ2020b、2020cから光パイプ2100によって出力される、光の経路の差異を低減させ、各光エミッタから光パイプ2100によって出力される光の相対的均一性を改良するために利用されてもよい。

## 【0102】

いくつかの実施形態では、光パイプ2100の側壁の表面は、粗面化されてもよく、これは、光を光パイプ2100内で散乱させることによって、出力された光の均一性を改良することに役立ち得る。例えば、光パイプ2100は、研磨によって、例えば、機械的研削によって、または光パイプ2100を所望の砂粒の研磨粒子を使用して化学機械的研削プロセスに曝すことによって、粗面化されてもよい。光パイプ2100が金型内で形成される、いくつかの他の実施形態では、所望の光パイプ側壁粗面度は、金型の内部表面を波状に粗面化し、次いで、光パイプ2100をその金型内で形成し、それによって、金型の粗面度を光パイプ2100に転写することによって、達成されてもよい。その結果、光学デバイスは、粗面化された側壁表面を伴う光パイプ2100を形成し、次いで、光パイプ2100を1つまたはそれを上回る光エミッタに結合し、次いで、いくつかの実施形態では、空間光変調器または偏光ビームスプリッタに結合され得ることによって、形成されてもよい。前述のように、粗面化された側壁表面を伴う光パイプ2100を形成することは、光パイプ2100の側壁を粗面化すること、またはその内部表面上に光パイプ2100に転写される粗面を有する金型内で、光パイプ2100を形成することを含んでもよい。

## 【0103】

図15は、異なる断面積を有する、複数の光パイプ2100の上下断面図を図示する。図示される光パイプ2100は、異なる色の光を導波管スタックに提供するために利用されてもよく、また、光を複数の深度平面に対応する導波管に提供するために利用されてもよい。3つの原色が存在する、ディスプレイシステムでは、図示される9つの光パイプ2110は、画像情報を3つの深度平面にわたって提供するために使用されてもよい。図示される実施例では、光パイプ2100は、異なる陰影によって識別される、異なる色の光を伝送し、番号1、2、および3は、異なる深度平面を示す。

## 【0104】

故に、図15は、9つのサブ瞳を伴う、例示的サブ瞳レイアウトを示すと理解され得る。赤色および緑色サブ瞳は、より大きく、さらに拡散され、緑色光で特に顕著であり得る、色クロストークを限定してもよい。青色サブ瞳は、より小さい。しかしながら、これは、青色光エミッタが、典型的には、より高いパワー密度を有するため、接眼レンズに送達される青色光の量に悪影響を及ぼすことは予期されない。有利には、青色サブ瞳は、他のサブ瞳より小さく、依然として、より高い分解能を支持し得る。サブ瞳（および光パイプ2100の光出力表面2120（図13A-13B））のための寸法の実施例は、200μm~3mm直径に及ぶ。一実施例として、種々のサブ瞳の直径は、青色に関して0.6mm、赤色に関して1mm、緑色に関して0.8mmであってもよい。好ましいサイズは、400μm直径~1.5mm直径に及ぶ。

## 【0105】

いくつかの実施形態では、複数の光パイプ2100が、一体型ユニットとして形成されてもよい。図16aおよび16Bは、一体型ユニット2160として形成される複数の光パイプ2100の断面側面図を図示する。図16Aおよび16Bは、少なくとも2つの有利な概念を図示する。第1に、光パイプ2100と光エミッタ2020の整合および組立は、それらを単一のより大きい部分2160に成型することによって簡略化され得る。続いて、単一部分2160が、ユニットとして、基板（例えば、PCBボード）（図示せず

10

20

30

40

50

)上に位置する光エミッタ2020に整合され得る。

【0106】

いくつかの実施形態では、出力表面2120は、その表面から出力された光の均一性を増加させるように、その中に加工された拡散器2170を有してもよい。いくつかの他の実施形態では、拡散器2170は、出力表面2120に取り付けられる(例えば、屈折率整合接着剤によって接着される)、別個の構造であってもよい。いくつかの実施形態では、反射防止コーティング2180が、出力表面2120に提供されてもよい。前述のように、種々の光パイプ2100の入力表面2110はまた、糊着される、または光エミッタ2020のカプセル化材料の一部として作製され、より良好な光学界面を提供し、スループットおよび収集効率を改良してもよい。

10

【0107】

図16に図示される右光パイプ2100は、2つの関連付けられた光エミッタ2020b、2020cを有することを理解されたい。いくつかの他の実施形態では、一体型構造2160の各光パイプ2100は、1つの関連付けられた光エミッタ2020のみを有してもよい。

【0108】

なお、図16Aおよび16Bに示される別の有利な概念は、2つまたはそれを上回る光エミッタ2020の出力を所与の開口数を伴う均一サブ瞳の中に組み合わせるための単一光パイプ2100の使用である。本配列は、サブ瞳を含有する全体的システム瞳のサイズを低減させることによって、プロジェクタシステムのサイズおよび重量をより小さくする際に有用であり得る(光パイプ2100のみが関連付けられた単一光エミッタ2020を有する配列と比較して)。導波管スタックへの異なる原色の投影は、依然として、時分割多重化されてもよく、導波管スタック内の格子およびフィルタが、色を正しい導波管の中に分離するために使用されてもよい。入力表面2110は、複数の光エミッタ2020の放出表面の大部分を被覆するように設計されてもよい、または種々の光エミッタ(例えば、光エミッタ2020a、2020b、2020c、図16Aおよび16B)からの光が光パイプ2100の中に捕捉されるように放出表面積より大きく設計されてもよい。光パイプ内の光線の複数回のバウンスまたは反射は、瞳をより均一な強度および角度広がりに行わせることができる。光パイプ2100と拡散器2170の組み合わせもまた、角度均一性を改良する際に有用であり得る。図16Bを参照すると、光パイプ2100は、光を光パイプの中に投入するように構成される光エミッタに応じて、異なる高さを有してもよいことを理解されたい。例えば、光エミッタ2020a、2020b、2020cは、異なる色の光を放出してもよく、光エミッタ2020b、2020cは、光エミッタ2020aより短い波長の光を放出する。その結果、光エミッタ2020b、2020cは、図16Bに図示されるように、光エミッタ2020aより短い光パイプ2100を利用してもよい。加えて、一体型ユニットとして形成されるように図示されるが、一体型ユニットとして形成されない独立型光パイプ2100もまた、光パイプに光学的に結合される光エミッタによって放出される光の波長に応じて、異なる高さを有してもよいことを理解されたい。

20

30

【0109】

いくつかの実施形態では、楔、プリズム、または格子と入力表面2110の組み合わせもまた、光出力表面2120から出射する光の均一性を改良し得る。図17は、光エミッタ2020と光パイプ2100との間に介在する光学構造2190を用いて複数の光エミッタ2020からの光を伝送するための単一光パイプを図示する。光学構造2190は、光パイプ2100の中に進入する光を再指向することができる、楔、プリズム、または格子のうちの1つまたはそれを上回るものであってもよいことを理解されたい。光学構造2190は、光を拡散させ、またはその伝搬を制御し、最終的には、出力表面2120から外に投影される、光の均一性を改良することに役立つ。光学構造2190は、入力表面2110の一体部分として形成されてもよい、または入力表面2110に取り付けられる(例えば、屈折率整合接着剤を使用して)、別個に形成された構造であってもよいこと

40

50

を理解されたい。

【0110】

プロジェクタシステムサイズおよび重量を低減させるための別のアプローチは、光が光エミッタ毎に光パイプによって捕捉された後、光エミッタ2020から出力される光を組み合わせることである。図18は、光を2つの異なる光エミッタ2020a、2020bから単一共通面積上に指向する、光モジュール2040を図示する。基板2015aは、光エミッタ2020aを支持し、これは、光を光パイプ2100aの中に投入するように構成される。同様に、基板2015bは、光エミッタ2020bを支持し、これは、光を光ガイド2100bの中に投入するように構成される。光パイプ2100aおよび2100bから出射する光は、異なる交差方向に伝搬し、好ましくは、部分的に透過性の反射体2240において交差する。例えば、交差方向は、相互に直交してもよく、光パイプ2100aおよび2100bもまた、相互に直交してもよい。いくつかの実施形態では、部分的に透過性の反射体2240は、ダイクロミックミラーであって、これは、光パイプ2100aからの光を選択的に伝送し、光パイプ2100bからの光を選択的に反射させるように構成されてもよい。光エミッタ2020a、2020bは、異なる波長の光を放出してもよく、部分的に透過性の反射体の選択性は、波長依存であってもよいことを理解されたい。

10

【0111】

前述のように、光ガイド間のクロストークおよび/または光漏出は、プロジェクタシステムを使用して形成される画像の品質を劣化させ得ることを理解されたい。いくつかの実施形態では、バッフルが、光パイプを光学的に分離するために提供される。図19Aは、バッフル構造2210aを光パイプ2100の周囲に有する、光モジュール2040の断面斜視図を図示する。図19Bは、同一バッフル構造2210aを有する、光モジュール2040の斜視図を図示する。

20

【0112】

バッフル構造は、光パイプ2100の側壁を囲繞および閉鎖する、下側部分2210と、下側部分2210にわたって嵌合する、上側部分または蓋2220とを含む。より低い部分2210は、光エミッタ2020を支持する、基板2050に取り付けられてもよい。上側部分2220は、複数の開口2200を含んでもよく、それを通して出力表面2120から出射する光は、伝搬してもよい。いくつかの実施形態では、開口2200は、光出力表面2120より面積が小さくてもよく、光を光変調器に出力するための所望の形状を有してもよい。

30

【0113】

図20は、バッフル2210aを光パイプ2100の周囲に有する、光モジュール2040の断面側面図を図示する。いくつかの実施形態では、光パイプは、バッフル2210の内壁2230から分離されてもよい。例えば、分離は、スペーサ2240によって達成されてもよく、これは、光パイプ2100の表面と最小限に接触し、光パイプ2100内の光の伝搬への干渉を防止する。好ましくは、バッフル2210の内壁2230は、光吸収材料から形成される。

40

【0114】

本発明の種々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、これらの実施例を参照する。それらは、本発明のより広く適用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てもよく、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、均等物が置換されてもよい。

【0115】

例えば、有利には、複数の深度平面を横断して画像を提供する、ARディスプレイとともに利用されるが、本明細書に開示される拡張現実コンテンツはまた、画像を単一深度平面上に提供するシステムによって表示されてもよい。

【0116】

加えて、特定の状況、材料、組成物、プロセス、プロセスの行為またはステップを、本

50

発明の目的、精神、または範囲に適合させるように、多くの修正が行われてもよい。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図示される個々の変形例のそれぞれは、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いずれかの特徴から容易に分離され得るか、またはそれらと組み合わせられ得る、離散コンポーネントおよび特徴を有する。全てのそのような修正は、本開示と関連付けられる請求項の範囲内であることを目的としている。

【0117】

本発明は、本デバイスを使用して行われ得る方法を含む。本方法は、そのような好適なデバイスを提供する行為を含んでもよい。そのような提供は、ユーザによって行われてもよい。換言すると、「提供する」行為は、本方法において必要デバイスを提供するために、取得する、アクセスする、接近する、位置付ける、設定する、起動する、電源投入する、または別様に作用するようにユーザに要求するにすぎない。本明細書に記載される方法は、論理的に可能である記載された事象の任意の順序で、ならびに事象の記載された順序で実行されてもよい。

10

【0118】

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、これらは、上記の参照された特許および公開に関連して理解されるとともに、概して、当業者によって把握または理解され得る。同じことが、一般的または論理的に採用されるような付加的な行為の観点から、本発明の方法ベースの側面に関して当てはまり得る。

20

【0119】

加えて、本発明は、種々の特徴を随意に組み込む、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に説明または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てもよく、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、(本明細書に記載されるか、またはいくらか簡潔にするために含まれないかどうかにかかわらず)均等物が置換されてもよい。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値または介在値が、本発明内に包含されることが理解される。

【0120】

また、本明細書で説明される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いずれか1つまたはそれを上回る特徴と組み合わせて、記載および請求され得ることが考慮される。単数形の項目の言及は、複数の同一項目が存在する可能性を含む。より具体的には、本明細書で、およびそれ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「該(the)」という単数形は、特に別様に記述されない限り、複数の指示対象を含む。換言すると、冠詞の使用は、上記の説明ならびに本開示と関連付けられる請求項で、対象項目の「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、請求項要素の記載に関連する「だけ」、「のみ」、および同等物等のそのような排他的用語の使用、または「否定的」制限の使用のための先行詞としての機能を果たすことを目的としている。

30

40

【0121】

そのような排他的用語を使用することなく、本開示と関連付けられる請求項での「備える」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を変換するものと見なすことができるかどうかにかかわらず、任意の付加的な要素の包含を可能にするものとする。本明細書で特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、可能な限り広義の一般的に理解されている意味を与えられるものである。

50

【図1】

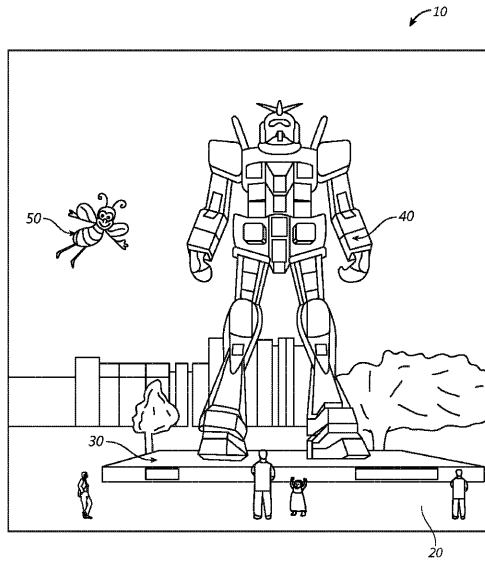


FIG. 1

【図2】

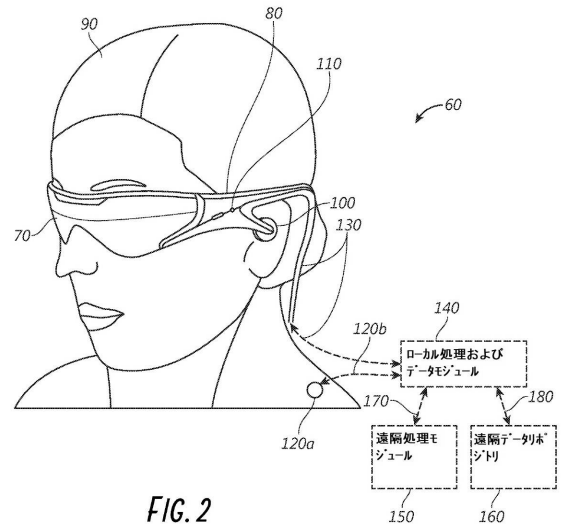


FIG. 2

【図3】

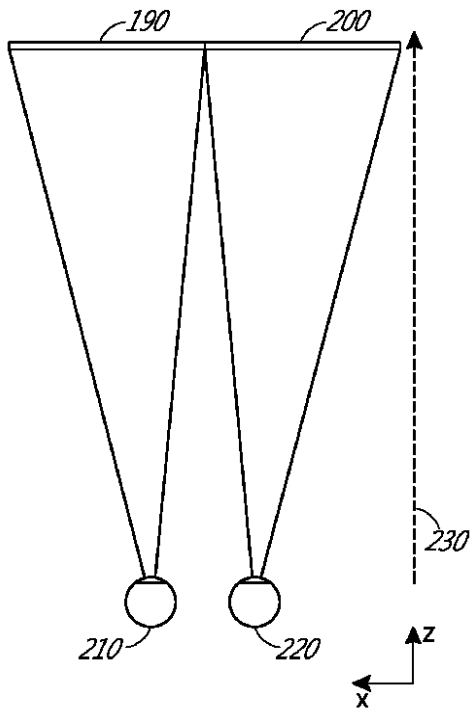


FIG. 3

【図4】

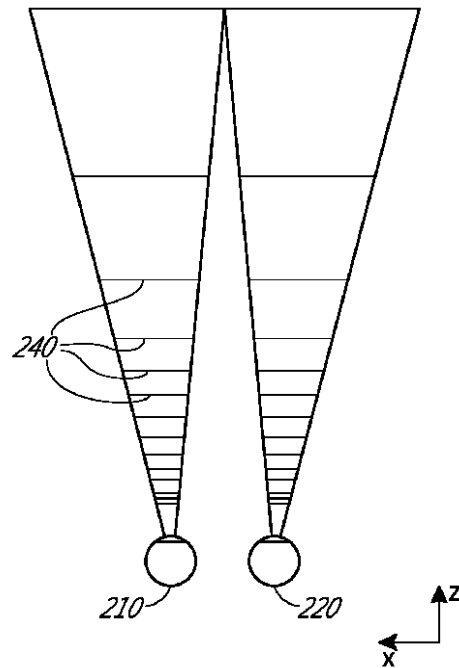


FIG. 4

【 5 A 】

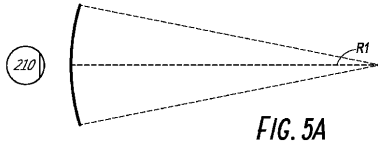


FIG. 5A

【 5 B 】

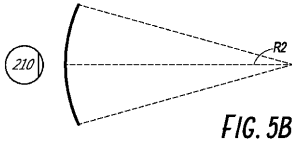


FIG. 5B

【 5 C 】

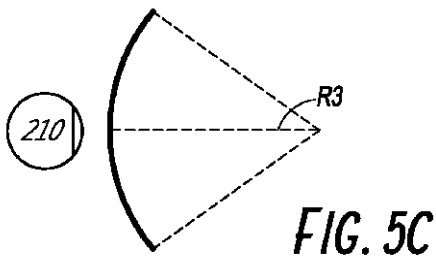


FIG. 5C

【 6 】

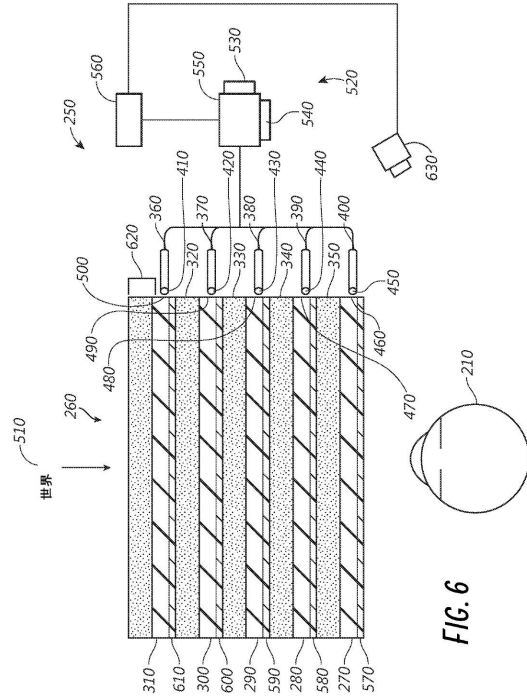


FIG. 6

【 7 】

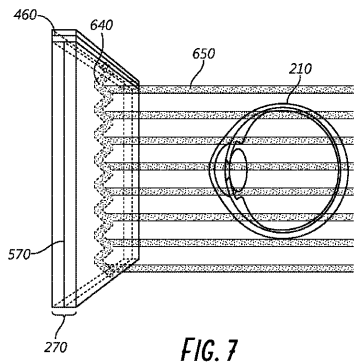


FIG. 7

【 8 】

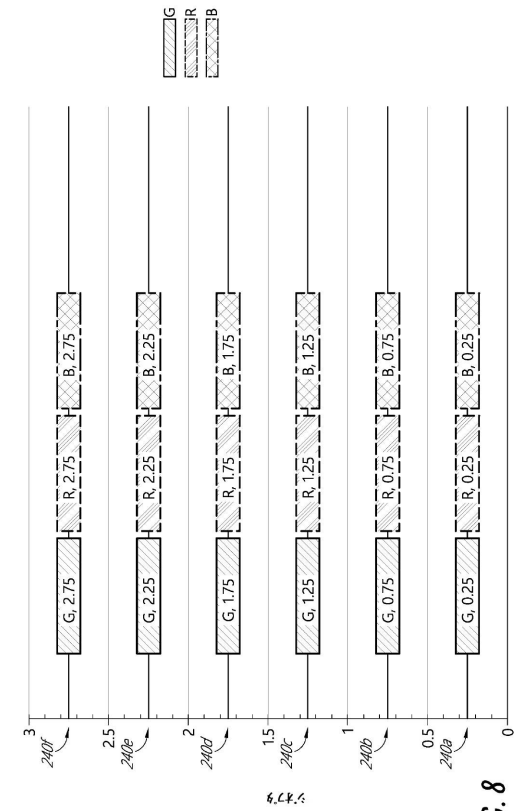


FIG. 8

【 9 A 】

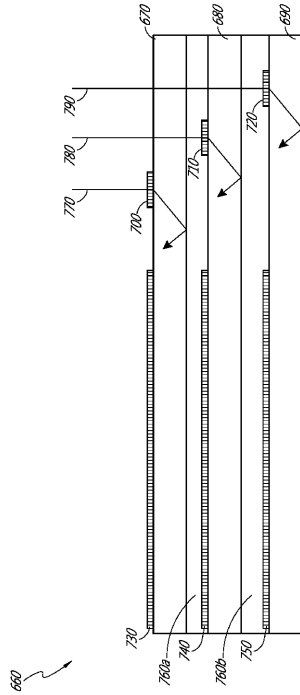


FIG. 9A

【 9 B 】

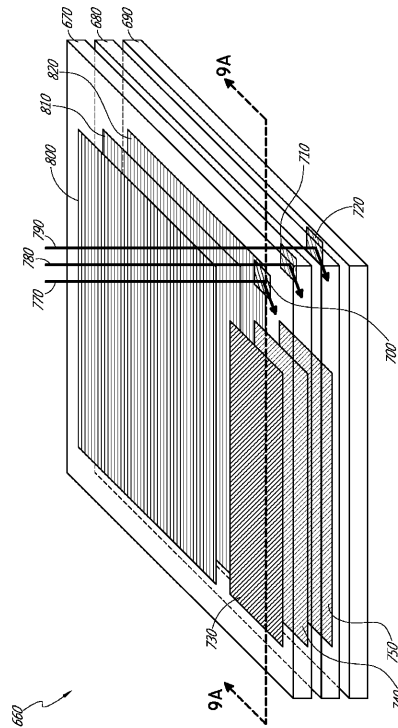


FIG. 9B

【 9 C 】

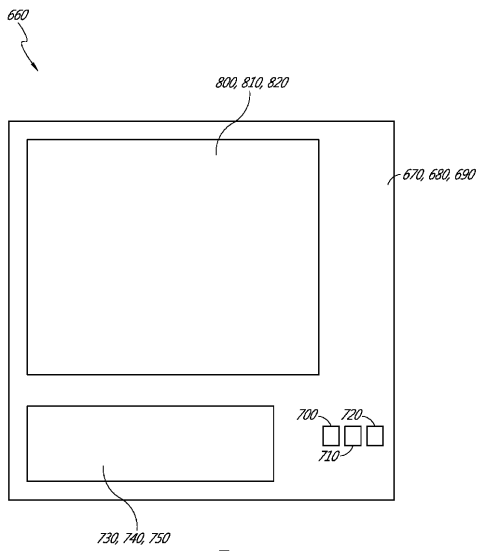


FIG. 9C

【 1 0 】

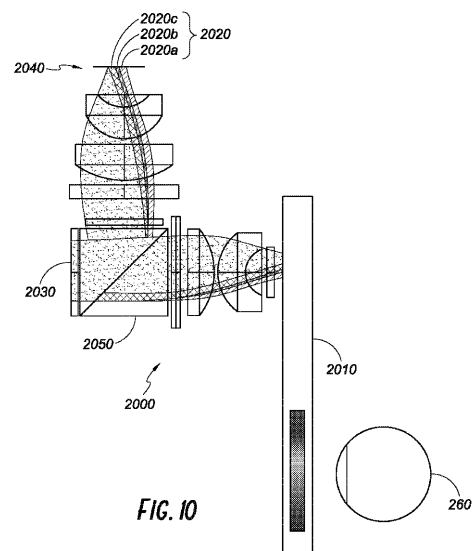
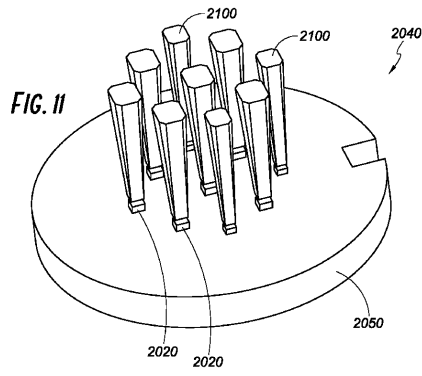


FIG. 10

【 1 1 】



【 1 2 A 】

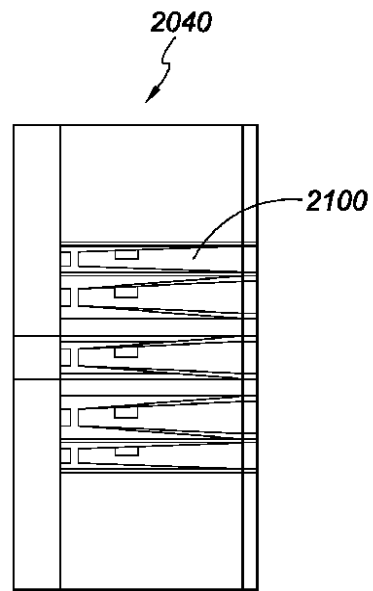
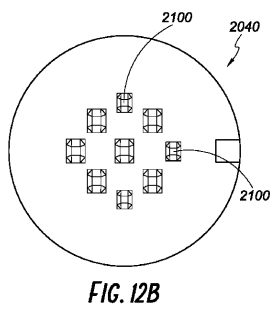


FIG. 12A

【 1 2 B 】



【 1 3 A 】

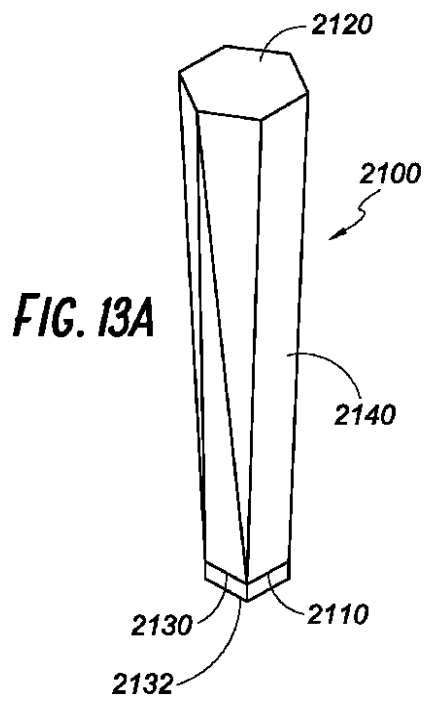
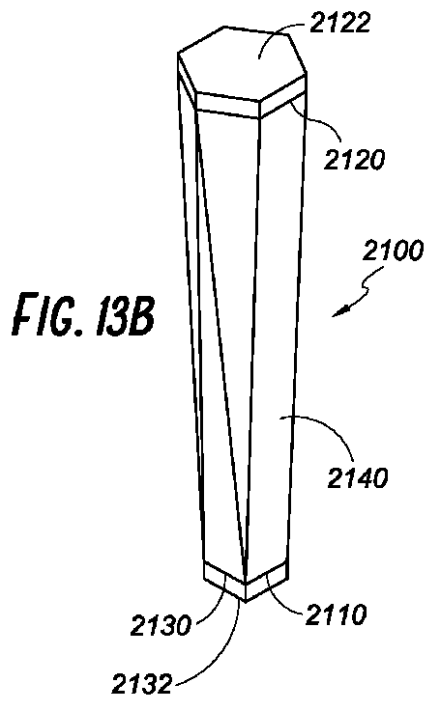
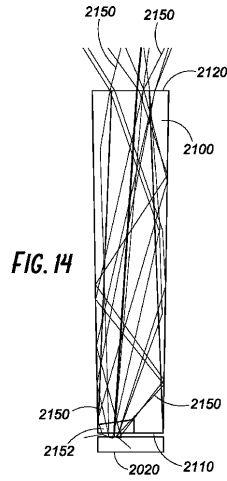


FIG. 13A

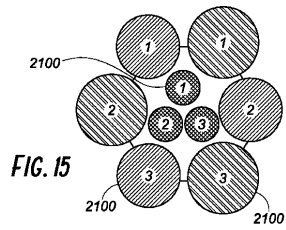
【 図 1 3 B 】



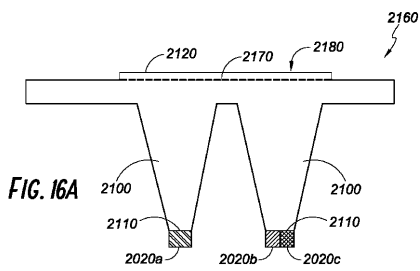
【 図 1 4 】



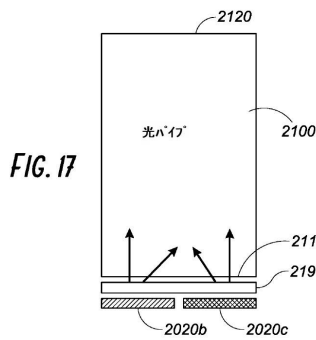
【 図 1 5 】



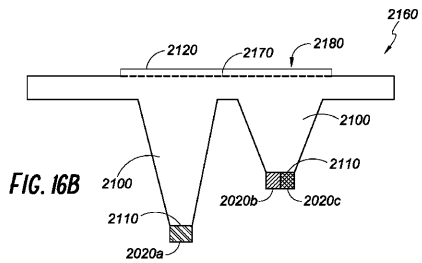
【 図 1 6 A 】



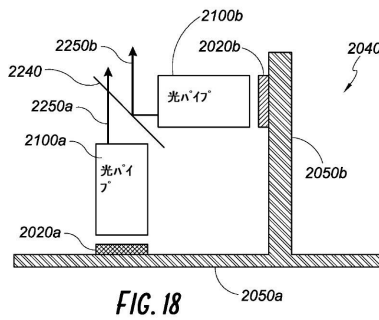
【 図 1 7 】



【 図 1 6 B 】



【 図 1 8 】



【 19 A 】

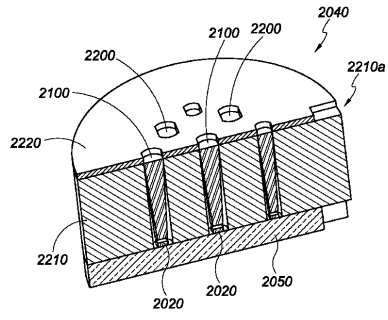


FIG. 19A

【 19 B 】

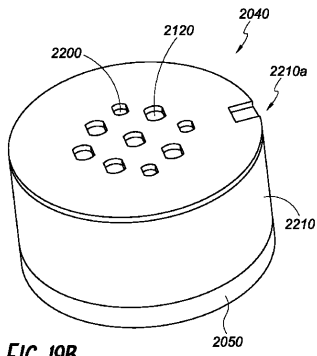


FIG. 19B

【 20 】

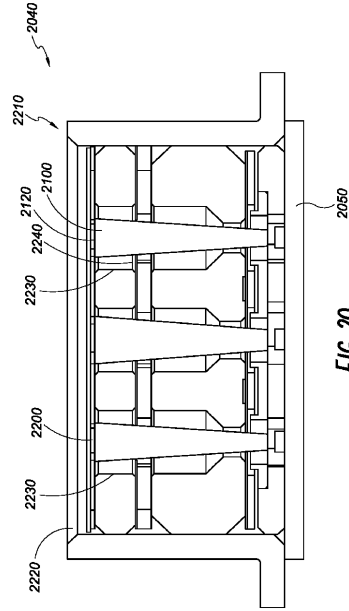


FIG. 20

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<b>G 0 2 B 13/16</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 1 S	2/00 3 4 0
G 0 2 B 27/30	(2006.01)	G 0 2 B	25/00 Z
F 2 1 Y 113/13	(2016.01)	G 0 2 B	13/16
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	G 0 2 B	27/30
		F 2 1 Y	113:13
		F 2 1 Y	115:10

(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 カーティス, ケビン リチャード

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

(72)発明者 ホール, ハイディ レイジング

アメリカ合衆国 ニューヨーク 1 4 5 8 0, ウェブスター, パーネット ロード 4 0 0

(72)発明者 サン ティレール, ビエール

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

(72)発明者 ティンチ, デイビッド

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

審査官 竹村 真一郎

(56)参考文献 特開2009-026743(JP,A)

特開2015-004825(JP,A)

米国特許出願公開第2015/0138510(US,A1)

特開2014-132328(JP,A)

米国特許出願公開第2006/0126178(US,A1)

米国特許出願公開第2008/0232133(US,A1)

米国特許出願公開第2005/0225866(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2、2 7 / 3 0

G 0 2 F 1 / 1 3 3 5 7

F 2 1 S 2 / 0 0

F 2 1 V 7 / 2 8、8 / 0 0

G 0 2 B 1 3 / 1 6、2 5 / 0 0

F 2 1 Y 1 1 3 / 1 3、1 1 5 / 1 0