

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7498191号
(P7498191)

(45)発行日 令和6年6月11日(2024.6.11)

(24)登録日 令和6年6月3日(2024.6.3)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	27/02 (2006.01)	G 0 2 B	27/02 Z
G 0 2 C	7/14 (2006.01)	G 0 2 C	7/14
G 0 2 B	5/18 (2006.01)	G 0 2 B	5/18
請求項の数 22 (全156頁)			
(21)出願番号	特願2021-553831(P2021-553831)	(73)特許権者	514108838
(86)(22)出願日	令和2年3月11日(2020.3.11)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2022-524194(P2022-524194 A)		M a g i c L e a p, I n c .
(43)公表日	令和4年4月28日(2022.4.28)		アメリカ合衆国 フロリダ 3 3 3 2 2 ,
(86)国際出願番号	PCT/US2020/022175		プランテーション, ウェスト サンライズ
(87)国際公開番号	WO2020/185954		ブルバード 7 5 0 0
(87)国際公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)		7 5 0 0 W S U N R I S E B L V D
審査請求日	令和5年2月13日(2023.2.13)		, P L A N T A T I O N , F L 3 3 3
(31)優先権主張番号	62/817,411	(74)代理人	2 2 U S A
(32)優先日	平成31年3月12日(2019.3.12)		100078282
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	弁理士 山本 秀策
(31)優先権主張番号	62/858,952	(74)代理人	100113413
(32)優先日	令和1年6月7日(2019.6.7)	(74)代理人	弁理士 森下 夏樹
最終頁に続く		(74)代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 高屈折率材料を伴う導波管およびその加工方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学デバイスであって、
可視光に対して透明である 2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る基板であって、
前記基板は、導波管を備える、基板と、
前記基板内に形成される複数の回折特徴であって、前記複数の回折特徴は、ブレード
格子を提供するように、非対称である、複数の回折特徴と、
前記回折特徴にわたって配置される材料の層と
を備える、光学デバイス。

【請求項 2】

光学デバイスであって、
可視光に対して透明である 2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る基板であって、
前記基板は、導波管を備える、基板と、
前記基板内に形成される複数の回折特徴と、
前記回折特徴にわたって配置される材料の層と
を備え、前記回折特徴は、空間によって分離され、前記回折特徴間の前記空間は、前記
材料の層によって被覆されない、光学デバイス。

【請求項 3】

光学デバイスであって、
可視光に対して透明である 2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る基板であって、

前記基板は、導波管を備え、前記基板の厚さは、段階的である、基板と、
前記基板内に形成される複数の回折特徴と、
前記回折特徴にわたって配置される材料の層と
を備える、光学デバイス。

【請求項 4】

光学デバイスであって、
可視光に対して透明である 2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る基板であって、
前記基板は、導波管を備える、基板と、
前記基板内に形成される複数の回折特徴であって、前記複数の回折特徴は、ブレード
格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される材料を有する、複数の回折特徴と、
前記回折特徴にわたって配置される材料の層と
を備える、光学デバイス。

10

【請求項 5】

前記基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 6】

前記基板材料は、少なくとも 2 . 1 である屈折率を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 7】

前記材料の層は、1 . 8 未満である屈折率を有する、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の光学デバイス。

20

【請求項 8】

前記材料の層は、フォトリソグラフィから成る、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 9】

前記回折特徴は、空間によって分離され、前記空間は、前記基板材料の暴露領域を備え、前記暴露領域は、他のいずれの層によっても被覆されていない、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 10】

前記複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、前記第 2 の回折特徴は、前記第 1 の回折特徴と前記第 3 の回折特徴との間に配置される、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【請求項 11】

前記材料の層は、前記第 1、第 2、および第 3 の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、請求項 10 に記載の光学デバイス。

【請求項 12】

前記第 3 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さは、前記第 2 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さより高く、前記第 2 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さは、前記第 1 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さより高い、請求項 10 または 11 に記載の光学デバイス。

40

【請求項 13】

前記材料の層は、前記第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、請求項 10 に記載の光学デバイス。

【請求項 14】

前記材料の層の厚さは、段階的である、請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 15】

前記第 3 の回折特徴の高さは、前記第 2 の回折特徴の高さより高く、前記第 2 の回折特徴の高さは、前記第 1 の回折特徴の高さより高い、請求項 10 ~ 14 のいずれかに記載の光学デバイス。

50

【請求項 16】

前記導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 17】

前記導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 18】

前記回折特徴は、1Dアレイ内に配列される、請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 19】

前記回折特徴は、2Dアレイ内に配列される、請求項 1 ~ 18 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 20】

前記複数の回折特徴は、内部結合光学要素内に含まれ、前記内部結合光学要素は、画像源からの光を受け取り、前記光を、前記基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、請求項 1 ~ 19 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 21】

前記複数の回折特徴は、光分散光学要素内に含まれ、前記光分散光学要素は、前記基板内で誘導される画像源からの光を受け取り、前記光を、外部結合光学要素に、前記基板から外に結合されるように指向するように配置される、請求項 1 ~ 20 のいずれかに記載の光学デバイス。

【請求項 22】

前記複数の回折特徴は、外部結合光学要素内に含まれ、前記外部結合光学要素は、前記基板内で誘導される画像源からの光を受け取り、前記光を前記基板から外に結合するように配置される、請求項 1 ~ 21 のいずれかに記載の光学デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、拡張現実結像および可視化システムを含む、光学システムに関する。

【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、いわゆる「仮想現実」または「拡張現実」体験のためのシステムの開発を促進しており、デジタル的に再現された画像またはその一部が、現実であるように見える、またはそのように知覚され得る様式で、ユーザに提示される。仮想現実、すなわち、「VR」シナリオは、典型的には、他の実際の実世界の視覚的入力に対する透過性を伴わずに、デジタルまたは仮想画像情報の提示を伴い、拡張現実、すなわち、「AR」シナリオは、典型的には、ユーザの周囲の実際の世界の可視化に対する拡張としてのデジタルまたは仮想画像情報の提示を伴う。複合現実、すなわち、「MR」シナリオは、一種のARシナリオであって、典型的には、自然世界の中に統合され、それに応答する、仮想オブジェクトを伴う。例えば、MRシナリオは、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。

【0003】

図1を参照すると、拡張現実場面10が、描写されている。AR技術のユーザには、人々、木々、背景における建物、コンクリートプラットフォーム30を特徴とする、実世界公園状設定20が見える。ユーザはまた、実世界プラットフォーム30上に立っているロボット像40と、マルハナバチの擬人化のように見える、飛んでいる漫画のようなアバタキャラクタ50等の「仮想コンテンツ」とが「見える」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で、「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の中で仮想画像要素の快適で、自然な感覚で、か

10

20

30

40

50

つ豊かな提示を促進する、AR技術を生産することは、困難である。

【0004】

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

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

頭部搭載型ディスプレイシステムは、光をユーザの眼に投影し、拡張現実画像コンテンツをユーザの視野内に表示するように構成されてもよい。頭部搭載型ディスプレイシステムは、ユーザの頭部上に支持されるように構成される、フレームを含んでもよい。頭部搭載型ディスプレイシステムはまた、フレーム上に配置される、接眼レンズを含んでもよい。接眼レンズの少なくとも一部は、透明である、および/または透明部分が、ユーザの正面の環境からの光をユーザの眼に透過させ、ユーザの正面のその環境のビューを提供するように、ユーザが頭部搭載型ディスプレイを装着すると、ユーザの眼の正面の場所に配置されてもよい。接眼レンズは、光をユーザの眼の中に指向し、拡張現実画像コンテンツを形成するように配置される、1つ以上の導波管を含んでもよい。

【0006】

頭部搭載型ディスプレイシステムの種々の実施形態は、少なくとも1つの瞳またはサブ瞳内に複数の色または波長の範囲（例えば、2つまたは3つの色または波長の範囲）を有する、光（例えば、画像光）を出力する、少なくとも1つの瞳またはサブ瞳を有する、プロジェクタを備える。複数の波長の範囲内の異なる色または波長は、1つ以上の色または波長を含んでもよい。いくつかの実施形態では、頭部搭載型ディスプレイシステムは、相互にわたってスタックされ、プロジェクタの少なくとも1つの瞳から出力された複数の色または波長の範囲を有する光を受け取るように構成される、複数の導波管を備える、導波管アセンブリを備える。複数の導波管内の異なる導波管は、プロジェクタの瞳から出力された光からの色または複数の波長の範囲のうちの1つの光を内部結合するように構成される、内部結合光学要素を備えてもよい。比較的に高屈折率（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率および/または約1.8を上回るまたはそれに等しい屈折率）を伴う材料から成る、1つ以上の導波管は、有利なこととして、ガラスおよび/または約1.8未満の屈折率を伴う材料から成る導波管と比較して、視野を拡大することができる。加えて、ディスプレイデバイスの種々の実施形態では、光の異なる色または波長（例えば、光の赤色、緑色、および/または青色波長）が、比較的に高屈折率（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率および/または約1.8を上回るまたはそれに等しい屈折率）を伴う材料から成る、単一導波管の中に内部結合されることができる。1つ以上の実施形態では、2つ以上の色（例えば、2つまたは3つの色）が、比較的に高屈折率を伴う材料から成る、単一導波管の中に結合され、その中を伝搬し、高視野（例えば、約1.8以上の屈折率）を維持することができる。故に、本願で検討されるディスプレイデバイスの種々の実施形態は、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料から成る、1つ以上の導波管を含む。例えば、本願で検討されるディスプレイデバイスの種々の実施形態における1つ以上の導波管は、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、ダイヤモンド、炭化ケイ素（ SiC ）、および約1.8以上の屈折率と、0.001未満の吸収係数とを有する、他の類似材料から成ることができる。種々の実施形態では、本願で検討されるディスプレイデバイスの種々の実施形態における1つ以上の導波管は、可視光に対して透明であって、ガラスの屈折率を上回る屈折率を有する、材料から成ることができる。本願はまた、例えば、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、炭化ケイ素（ SiC ）、ダイヤモンド、および他の類似材料等、可視光に対して透明であって、ガラスの屈折率を上回る屈折率を有する材料から成る、導波管の1つ以上の表面上に、格子を加工するシステムおよび方法を説明する。硬度係数（例えば、約9~10 Mohs）を有する、ダイヤモンドおよび SiC 等の材料から成る、導波管は、引掻抵抗性および/または壊れ難い付加的利点を有することができる。いくつかの実装では、導波管およびその中に形成される格子は

10

20

30

40

50

、 x -カットニオブ酸リチウムから成る。

【0007】

本明細書に開示されるシステム、方法、およびデバイスはそれぞれ、いくつかの革新的側面を有し、そのうちのいずれのものも、本明細書に開示される望ましい属性を単独で責任を担わない。種々の例示的システムおよび方法が、下記に提供される。

(実施例)

(実施例 I)

【0008】

実施例 1：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、 2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、

10

パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、パターンをパターン化可能層上に形成するステップであって、パターンは、異なる高さを伴う、複数の表面レリーフ特徴を備える、ステップと、基板の表面をパターン化可能層を通してエッチングし、構造を基板の表面上に加工するステップであって、該構造は、可視光を回折するように構成される、回折特徴を備える、ステップと、を含む、方法。

【0009】

実施例 2：透明材料は、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、または BaTiO_3 のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 1 に記載の方法。

20

【0010】

実施例 3：透明材料は、 x -カット LiNbO_3 ウエハを含む、実施例 2 に記載の方法。

【0011】

実施例 4：基板にわたって、基板とパターン化可能層との間の層を配置するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0012】

実施例 5：基板とパターン化可能層との間の層は、誘電層から成る、実施例 4 に記載の方法。

【0013】

30

実施例 6：基板とパターン化可能層との間の層は、伝導層から成る、実施例 4 に記載の方法。

【0014】

実施例 7：基板とパターン化可能層との間の層は、透明酸化物から成る、実施例 4、5、または 6 に記載の方法。

【0015】

実施例 8：基板とパターン化可能層との間の層は、伝導性酸化物から成る、実施例 4 または 6 に記載の方法。

【0016】

実施例 9：基板とパターン化可能層との間の層は、 SiC 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Si_3N_4 、または SiO_2 のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 4 に記載の方法。

40

【0017】

実施例 10：基板とパターン化可能層との間の層は、 $1.45 \sim 3.5$ の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 - 9 のいずれかに記載の方法。

【0018】

実施例 11：基板とパターン化可能層との間の層は、 2.0 以上の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 - 9 のいずれかに記載の方法。

【0019】

実施例 12：基板とパターン化可能層との間の層は、静電荷を消散させるように構成される、材料から成る、実施例 4、6、8、10、または 11 のいずれかに記載の方法。

50

【 0 0 2 0 】

実施例 1 3 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板にわたって、接着助長剤層を配置するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 2 1 】

実施例 1 4 : 接着助長剤層は、10 nm 以下である厚さを有する、実施例 1 3 に記載の方法。

【 0 0 2 2 】

実施例 1 5 : 接着助長剤層は、パターン化可能層と共有結合するように構成される、実施例 1 3 または 1 4 に記載の方法。

【 0 0 2 3 】

実施例 1 6 : 接着助長剤層は、基板と架橋結合するように構成される、実施例 1 3 または 1 4 に記載の方法。

【 0 0 2 4 】

実施例 1 7 : パターン化可能層は、2.0 未満の屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 2 5 】

実施例 1 8 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面をイオン化装置に暴露するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 2 6 】

実施例 1 9 : イオン化装置は、バイポーラ清浄空気イオン化を備える、実施例 1 8 に記載の方法。

【 0 0 2 7 】

実施例 2 0 : イオン化装置は、正または負のイオンを備える、実施例 1 8 に記載の方法。

【 0 0 2 8 】

実施例 2 1 : 荷電された表面を基板の表面に近づける、またはそれと接触させ、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 2 9 】

実施例 2 2 : 基板を電氣的に接地された搭載部上に搭載し、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 3 0 】

実施例 2 3 : 金属層を基板にわたって堆積させ、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 3 1 】

実施例 2 4 : 金属層は、イリジウム、クロム、またはニッケルから成る、実施例 2 3 に記載の方法。

【 0 0 3 2 】

実施例 2 5 : パターン化可能層を堆積させるステップは、表面にわたってパターン化可能層をジェット堆積させるステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 3 3 】

実施例 2 6 : パターン化可能層は、表面を横断して非均一に堆積され、パターン化可能層がより厚い、表面の領域は、パターン化可能層がより薄い、表面の領域より高い表面レリーフ特徴を生産する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 3 4 】

実施例 2 7 : 基板の表面をエッチングするステップは、

【 0 0 3 5 】

パターン化可能層を、パターン化可能層をエッチングするように構成される、第 1 のエッチング液に暴露するステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 0 3 6 】

実施例 2 8 : 基板の表面を第 2 のエッチング液に暴露するステップをさらに含み、第 2

10

20

30

40

50

のエッチング液は、基板をエッチングするように構成される、実施例 27 に記載の方法。

【0037】

実施例 29：基板上に配置される、誘電材料の層を、誘電材料の層をエッチングするように構成される、第 2 のエッチング液に暴露するステップをさらに含む、実施例 27 に記載の方法。

【0038】

実施例 30：基板の表面を、基板の材料をエッチングするように構成される、第 3 のエッチング液に暴露するステップをさらに含む、実施例 29 に記載の方法。

【0039】

実施例 31：該パターンを該パターン化可能層上に形成するステップは、パターンを該パターン化可能層内にインプリントするステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

10

【0040】

実施例 32：パターンをパターン化可能層上にインプリントするステップは、パターン化可能層とパターン化されたテンプレートを接触させるステップを含む、実施例 31 に記載の方法。

【0041】

実施例 33：該パターンを該パターン化可能層上に形成するステップは、フォトリソグラフィを使用してパターン化するステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0042】

20

実施例 34：該基板は、誘電体から成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0043】

実施例 35：該パターン化可能層は、ポリマーから成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0044】

実施例 36：該パターン化可能層は、レジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0045】

実施例 37：該パターン化可能層は、フォトリソグラフィから成る、実施例 36 に記載の方法。

30

【0046】

実施例 38：回折光学要素を頭部搭載型ディスプレイ内に統合するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0047】

実施例 39：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、基板の表面上の異なる領域にわたって、異なる量のパターン化可能材料を配置するステップと、パターン化可能材料を通して、基板の表面をエッチングし、異なる高さを基板の表面上に有する、構造を加工し、それによって、回折特徴を形成するステップと、を含む、方法。

40

【0048】

実施例 40：より多くのパターン化可能材料を有する、表面の領域は、より少ないパターン化可能材料を有する、表面の領域より高い表面レリーフ特徴を生産する、実施例 39 に記載の方法。

【0049】

実施例 41：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、

50

基板の表面上の異なる側方に離間された領域にわたって、異なる組成のパターン化可能材料を配置するステップであって、異なる組成のパターン化可能材料は、異なるエッチング率のエッチング液を有する、ステップと、
エッチング液を用いて、パターン化可能材料を通して、基板の表面をエッチングし、異なる高さを基板の表面上に有する、構造を加工し、それによって、回折特徴を形成するステップと、
を含む、方法。

【 0 0 5 0 】

実施例 4 2 : ディスプレイデバイスであって、
複数の導波管を備える、導波管スタックであって、複数の導波管のうちの少なくとも 1 つは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、導波管スタック

10

を備え、
該複数の導波管のうちの少なくとも 1 つは、第 1 の主要表面と、第 2 の主要表面と、複数のより薄い縁とを備え、第 1 の主要表面は、異なる高さを有する、複数の回折特徴を備える、ディスプレイデバイス。

【 0 0 5 1 】

実施例 4 3 : 第 2 の主要表面は、第 1 の主要表面の複数の回折特徴からオフセットされた複数の回折特徴を備える、実施例 4 2 に記載のディスプレイデバイス。

【 0 0 5 2 】

20

実施例 4 4 : 透明材料は、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 SiC 、または TiO_2 のうちの 1 つ以上のものを含む、実施例 4 2 または 4 3 に記載のディスプレイデバイス。

【 0 0 5 3 】

実施例 4 5 :
ユーザの頭部上に支持されるように構成される、フレームと、
フレーム上に配置される、導波管スタックを備える、接眼レンズと、
をさらに備える、実施例 4 2 - 4 4 のいずれかに記載のディスプレイデバイス。

【 0 0 5 4 】

実施例 4 6 : ディスプレイデバイスは、頭部搭載型ディスプレイを含む。

【 0 0 5 5 】

30

実施例 4 7 : 回折光学要素を製造する方法であって、
可視光に対して透明である、1.79 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、

パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、
パターン化可能層をパターン化するステップであって、パターンは、複数の特徴を備える、ステップと、
パターン化可能層を通して、基板の表面をエッチングし、構造を基板の表面上に加工するステップであって、構造は、可視光を回折するように構成される、回折特徴を備える、ステップと、
を含む、方法。

40

【 0 0 5 6 】

実施例 4 8 : 透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例 4 7 に記載の方法。

【 0 0 5 7 】

実施例 4 9 : パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを含む、実施例 4 7 または 4 8 に記載の方法。

【 0 0 5 8 】

実施例 5 0 : パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例 4 7 - 4 9 のいずれかに記載の方法。

50

【 0 0 5 9 】

実施例 5 1 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、パターン化可能層を基板の表面にわたってジェット堆積させるステップを含む、実施例 4 7 - 5 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 6 0 】

実施例 5 2 : 基板の表面は、(i) 表面をプラズマに暴露する、(i i) イオン化装置を使用する、(i i i) 二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(i v) 透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも 1 つによって、パターン化可能層を配置するステップに先立って放電される、実施例 4 7 - 5 1 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 0 6 1 】

実施例 5 3 : パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例 4 7 - 5 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 6 2 】

実施例 5 4 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、接着助長剤層を基板の表面にわたって配置するステップをさらに含む、実施例 4 7 - 5 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 6 3 】

実施例 5 5 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面にわたって、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例 4 7 - 5 4 のいずれかに記載の方法。

20

【 0 0 6 4 】

実施例 5 6 : 高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 5 5 に記載の方法。

【 0 0 6 5 】

実施例 5 7 : 基板の表面をエッチングするステップは、第 1 のエッチングプロセスを使用して、パターン化されたパターン化可能層をエッチングし、パターン化可能層の複数の特徴間の基板の表面を暴露させるステップと、第 2 のエッチングプロセスを使用して、複数の特徴および基板の暴露表面をエッチングし、複数の特徴を基板の表面上に加工するステップと、を含む、実施例 4 7 - 5 6 のいずれかに記載の方法。

30

【 0 0 6 6 】

実施例 5 8 : 第 1 のエッチングプロセスは、アルゴン、酸素、およびヘリウムのうちの少なくとも 1 つの存在下でエッチングするステップを含み、第 2 のエッチングプロセスは、フッ素、臭素、アルゴン、またはメタンのうちの少なくとも 1 つの存在下でエッチングするステップを含む、実施例 5 7 に記載の方法。

【 0 0 6 7 】

実施例 5 9 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、基板にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴を配置するステップを含む、実施例 4 7 - 5 8 のいずれかに記載の方法。

40

【 0 0 6 8 】

実施例 6 0 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例 5 9 に記載の方法。

【 0 0 6 9 】

実施例 6 1 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 6 0 に記載の方法。

【 0 0 7 0 】

実施例 6 2 : 硬化されたパターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例 6 0 に記載の方法。

50

【 0 0 7 1 】

実施例 6 3 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例 6 0 に記載の方法。

【 0 0 7 2 】

実施例 6 4 : 基板の表面上に形成される、複数の構造は、異なる高さを有する、実施例 5 9 - 6 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 7 3 】

実施例 6 5 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例 5 9 に記載の方法。

【 0 0 7 4 】

実施例 6 6 : 硬化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例 6 5 に記載の方法。

【 0 0 7 5 】

実施例 6 7 : 基板の表面上に形成される、複数の構造は、ほぼ一定高さを有する、実施例 6 5 - 6 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 7 6 】

実施例 6 8 : 回折光学要素を製造する方法であって、
可視光に対して透明である、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、

パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、

パターン化可能層をパターン化し、複数の特徴を備える、パターンを形成するステップと、
を含み、パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、可視光を基板の中に、その中で誘導されるように回折する、または基板内で誘導される可視光を基板から外に回折するように構成される、回折特徴を備える、方法。

【 0 0 7 7 】

実施例 6 9 : 透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例 6 8 に記載の方法。

【 0 0 7 8 】

実施例 7 0 : パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを含む、実施例 6 8 または 6 9 に記載の方法。

【 0 0 7 9 】

実施例 7 1 : パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例 6 8 - 7 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 0 】

実施例 7 2 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、パターン化可能層を基板の表面にわたってジェット堆積させるステップを含む、実施例 6 8 - 7 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 1 】

実施例 7 3 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、(i) 表面をプラズマに暴露する、(i i) イオン化装置、(i i i) 二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(i v) 透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも 1 つを使用して放電される、実施例 6 8 - 7 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 2 】

実施例 7 4 : パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例 6 8 - 7 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 3 】

実施例 7 5 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、接着助長剤層を基板の表面にわたって配置するステップをさらに含む、実施例 6 8 - 7 4 のいずれかに記載の方

10

20

30

40

50

法。

【 0 0 8 4 】

実施例 7 6 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面にわたって、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例 6 8 - 7 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 5 】

実施例 7 7 : 高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 7 6 に記載の方法。

【 0 0 8 6 】

実施例 7 8 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、基板にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴を配置するステップを含む、実施例 6 8 - 7 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 7 】

実施例 7 9 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例 7 8 に記載の方法。

【 0 0 8 8 】

実施例 8 0 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 7 9 に記載の方法。

【 0 0 8 9 】

実施例 8 1 : パターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例 8 0 に記載の方法。

【 0 0 9 0 】

実施例 8 2 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例 8 0 に記載の方法。

【 0 0 9 1 】

実施例 8 3 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例 7 8 に記載の方法。

【 0 0 9 2 】

実施例 8 4 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例 8 3 に記載の方法。

【 0 0 9 3 】

実施例 8 5 : 回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、基板の表面にわたって、パターン化可能層をジェット堆積させるステップと、パターン化可能層をパターン化し、複数の特徴を備える、パターンを形成するステップと、を含む、方法。

【 0 0 9 4 】

実施例 8 6 : 透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例 8 5 に記載の方法。

【 0 0 9 5 】

実施例 8 7 : パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを使用するステップを含む、実施例 8 5 または 8 6 に記載の方法。

【 0 0 9 6 】

実施例 8 8 : パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例 8 5 - 8 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 9 7 】

実施例 8 9 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、(i)

10

20

30

40

50

表面をプラズマに暴露する、(i i) イオン化装置、(i i i) 二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(i v) 透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも１つを使用して放電される、実施例 8 5 または 8 8 に記載の方法。

【 0 0 9 8 】

実施例 9 0 : パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例 8 5 - 8 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 9 9 】

実施例 9 1 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板にわたって、接着助長剤層を配置するステップをさらに含む、実施例 8 5 - 9 0 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 1 0 0 】

実施例 9 2 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面にわたって、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例 8 5 - 9 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 0 1 】

実施例 9 3 : 高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも１つから成る、実施例 9 2 に記載の方法。

【 0 1 0 2 】

実施例 9 4 : 基板にわたって、パターン化可能層をジェット堆積させるステップは、基板にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴をジェット堆積させるステップを含む、実施例 8 5 - 9 3 のいずれかに記載の方法。

20

【 0 1 0 3 】

実施例 9 5 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例 9 4 に記載の方法。

【 0 1 0 4 】

実施例 9 6 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 9 5 に記載の方法。

【 0 1 0 5 】

実施例 9 7 : パターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例 9 5 に記載の方法。

30

【 0 1 0 6 】

実施例 9 8 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例 9 7 に記載の方法。

【 0 1 0 7 】

実施例 9 9 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例 9 4 に記載の方法。

【 0 1 0 8 】

実施例 1 0 0 : 硬化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例 9 9 に記載の方法。

40

【 0 1 0 9 】

実施例 1 0 1 : 透明材料は、 LiNbO_3 を含む、実施例 4 8 に記載の方法。

【 0 1 1 0 】

実施例 1 0 2 : 透明材料は、炭化ケイ素を含む、実施例 4 8 に記載の方法。

【 0 1 1 1 】

実施例 1 0 3 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、表面をプラズマに暴露することによって放電される、実施例 5 2 に記載の方法。

【 0 1 1 2 】

実施例 1 0 4 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、イオン化装置を使用して放電される、実施例 5 2 に記載の方法。

50

【 0 1 1 3 】

実施例 1 0 5 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づけることによって放電される、実施例 5 2 に記載の方法。

【 0 1 1 4 】

実施例 1 0 6 : 基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、透明金属または他の伝導性コーティングを提供することによって放電される、実施例 5 2 に記載の方法。

【 0 1 1 5 】

実施例 1 0 7 : 第 1 のエッチングプロセスは、基板をエッチングしない、実施例 5 7 に記載の方法。

【 0 1 1 6 】

実施例 1 0 8 : 第 1 のエッチングプロセスは、第 2 のエッチングプロセスより低いエッチング率で基板をエッチングする、実施例 5 7 に記載の方法。

【 0 1 1 7 】

実施例 1 0 9 : 該回折光学要素にわたって、光学コンポーネントをさらに備える、実施例 1 - 4 1 および 4 7 - 1 0 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 1 8 】

実施例 1 1 0 : 該光学コンポーネントは、該回折特徴と接触する、実施例 1 0 9 に記載の方法。

【 0 1 1 9 】

実施例 1 1 1 : 該光学コンポーネントと該回折特徴との間の平面化層をさらに備える、実施例 1 0 9 に記載の方法。

【 0 1 2 0 】

実施例 1 1 2 : 該光学コンポーネントと該基板との間の構造安定性提供層をさらに備える、実施例 1 0 9 に記載の方法。

【 0 1 2 1 】

実施例 1 1 3 : 該光学コンポーネントと該基板との間の平面化層をさらに備える、実施例 1 0 9 に記載の方法。

【 0 1 2 2 】

実施例 1 1 4 : 該光学コンポーネントは、空間範囲内で少なくとも 1 センチメートル (c m) である、実施例 1 0 9 - 1 1 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 2 3 】

実施例 1 1 5 : 該光学コンポーネントは、空間範囲内で少なくとも数センチメートルである、実施例 1 0 9 - 1 1 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 2 4 】

実施例 1 1 6 : 該光学コンポーネントは、屈折光学コンポーネントを備える、実施例 1 0 9 - 1 1 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 2 5 】

実施例 1 1 7 : 該光学コンポーネントは、回折光学コンポーネントを備える、実施例 1 0 9 - 1 1 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 2 6 】

実施例 1 1 8 : 該光学コンポーネントは、レンズを備える、実施例 1 0 9 - 1 1 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 2 7 】

実施例 1 1 9 : 該レンズは、空間範囲内で少なくとも 1 センチメートル (c m) である、実施例 1 1 8 に記載の方法。

【 0 1 2 8 】

実施例 1 2 0 : 該レンズは、空間範囲内で少なくとも数センチメートルである、実施例 1 1 8 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 9 】

実施例 1 2 1 : 該レンズは、凸面レンズを備える、実施例 1 1 8 - 1 2 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 0 】

実施例 1 2 2 : 該レンズは、凹面レンズを備える、実施例 1 1 8 - 1 2 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 1 】

実施例 1 2 3 : 該レンズは、フレネルレンズを備える、実施例 1 1 8 - 1 2 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 2 】

実施例 1 2 4 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、第 1 の層を基板の表面にわたって配置するステップをさらに含み、第 1 の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例 1 - 4 1 および 4 7 - 1 0 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 3 】

実施例 1 2 5 : 該第 1 の層は、誘電層から成る、実施例 1 2 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 4 】

実施例 1 2 6 : 該第 1 の層は、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する高屈折率材料から成る、実施例 1 2 4 または 1 2 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 5 】

実施例 1 2 7 : 第 1 の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 1 2 4 - 1 2 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 6 】

実施例 1 2 8 : 第 1 の層は、二酸化チタンの層から成る、実施例 1 2 4 - 1 2 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 7 】

実施例 1 2 9 : 該第 1 の層と該パターン化可能層との間の接着助長剤層をさらに備える、実施例 1 2 4 - 1 2 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 8 】

実施例 1 3 0 : 該第 1 の層は、基板からの反射を低減させる、実施例 1 2 4 - 1 2 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 3 9 】

実施例 1 3 1 : 第 1 の層とパターン化可能材料との間の第 2 の層をさらに備える、実施例 1 2 4 - 1 3 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 4 0 】

実施例 1 3 2 : 該第 2 の層は、誘電材料から成る、実施例 1 3 1 に記載の方法。

【 0 1 4 1 】

実施例 1 3 3 : 第 1 の層は、基板のものと該第 2 の層のものととの間の屈折率を有する、実施例 1 3 1 または 1 3 2 に記載の方法。

【 0 1 4 2 】

実施例 1 3 4 : 第 2 の層とパターン化可能材料との間の第 3 の層をさらに含む、実施例 1 3 1 - 1 3 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 4 3 】

実施例 1 3 5 : 第 2 の層とパターン化可能材料との間の該第 3 の層は、誘電材料から成る、実施例 1 3 4 に記載の方法。

【 0 1 4 4 】

実施例 1 3 6 : 第 2 の層は、第 1 の層のものと第 3 の層のものととの間の屈折率を有する、実施例 1 3 4 または 1 3 5 に記載の方法。

【 0 1 4 5 】

実施例 1 3 7 : 第 1 の層は、二酸化チタンから成る、実施例 1 3 1 - 1 3 6 のいずれか

10

20

30

40

50

に記載の方法。

【0146】

実施例138：第2の層は、窒化ケイ素から成る、実施例131 - 137のいずれかに記載の方法。

【0147】

実施例139：第3の層は、二酸化ケイ素から成る、実施例134 - 138のいずれかに記載の方法。

【0148】

実施例140：第1の層および第2の層は、基板からの反射を低減させる、実施例131 - 139のいずれかに記載の方法。

【0149】

実施例141：第1の層、第2の層、および第2の層は、基板からの反射を低減させる、実施例133 - 139のいずれかに記載の方法。

【0150】

実施例142：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層を回折特徴の少なくとも一部として留保するステップをさらに含む、実施例124 - 141のいずれかに記載の方法。

【0151】

実施例143：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層および該第2の層を回折特徴の少なくとも一部として留保するステップをさらに含む、実施例131 - 141のいずれかに記載の方法。

【0152】

実施例144：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層、該第2の層、および該第3の層を回折特徴の少なくとも一部として留保するステップをさらに含む、実施例134 - 141のいずれかに記載の方法。

【0153】

実施例145：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層を該基板上の回折特徴として留保するステップをさらに含む、該基板は、その中にエッチングされる対応する回折特徴を含まない、実施例124 - 141のいずれかに記載の方法。

【0154】

実施例146：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層および第2の層を該基板上の回折特徴として留保するステップをさらに含む、該基板は、その中にエッチングされる対応する回折特徴を含まない、実施例131 - 141のいずれかに記載の方法。

【0155】

実施例147：該パターン化可能材料を除去し、該第1の層、該第2の層、および該第3の層を該基板上の回折特徴として留保するステップをさらに含む、該基板は、その中にエッチングされる対応する回折特徴を含まない、実施例134 - 141のいずれかに記載の方法。

【0156】

実施例148：該回折特徴は、基板に対して同一高さを有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0157】

実施例149：該回折特徴の該異なるものは、基板に対して異なる高さを有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0158】

実施例150：該回折特徴の該異なるものは、高さが、該基板に沿って、側方位置に伴って徐々に増加するように、基板に対して異なる高さを有する、実施例149に記載の方法。

【0159】

実施例151：パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面にわたって複数の層をさらに備え、複数の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例1 - 4

10

20

30

40

50

1 および 4 7 - 1 0 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 0 】

実施例 1 5 2 : 該複数の層は、誘電材料から成る、実施例 1 5 1 に記載の方法。

【 0 1 6 1 】

実施例 1 5 2 : 該複数の層は、二酸化チタンの少なくとも 1 つの層から成る、実施例 1 5 1 に記載の方法。

【 0 1 6 2 】

実施例 1 5 3 : 該複数の層は、二酸化ケイ素の少なくとも 1 つの層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 3 】

実施例 1 5 4 : 該複数の層は、フッ化マグネシウムの少なくとも 1 つの層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 4 】

実施例 1 5 5 : 該複数の層は、二酸化チタンの複数の層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 5 】

実施例 1 5 6 : 該複数の層は、二酸化ケイ素の複数の層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 6 】

実施例 1 5 7 : 該複数の層は、フッ化マグネシウムの複数の層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 7 】

実施例 1 5 8 : 該複数の層は、材料の交互層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 8 】

実施例 1 5 9 : 該複数の層は、材料の反復層から成る、実施例 1 5 1 - 1 5 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 6 9 】

実施例 1 6 0 : 該複数の層は、該基板からの反射を低減させる、実施例 1 5 1 - 1 5 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 7 0 】

実施例 1 6 1 : 該パターン化可能材料を除去し、該複数の層を回折特徴の少なくとも一部として留保するステップをさらに含む、実施例 1 5 1 - 1 6 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 7 1 】

実施例 1 6 2 : 該パターン化可能材料を除去し、該複数の層を該基板上の回折特徴として留保するステップをさらに含み、該基板は、その中にエッチングされる対応する回折特徴を含まない、実施例 1 5 0 - 1 5 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 7 2 】

実施例 1 6 3 : 該回折特徴は、基板に対して同一高さを有する、実施例 1 6 1 または 1 6 2 に記載の方法。

【 0 1 7 3 】

実施例 1 6 4 : 該回折特徴の該異なるものは、基板に対して異なる高さを有する、実施例 1 6 1 または 1 6 2 に記載の方法。

【 0 1 7 4 】

実施例 1 6 5 : 該回折特徴の該異なるものは、高さが、該基板に沿って、側方位置に伴って徐々に増加するように、基板に対して異なる高さを有する、実施例 1 6 4 に記載の方法。

【 0 1 7 5 】

実施例 1 6 6 : 基板にわたって、1 . 8 未満の屈折率を有する材料から成る、第 1 の層をさらに備える、実施例 1 - 4 1 および 4 7 - 1 0 8 のいずれかに記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 6 】

実施例 1 6 7 : 該第 1 の層は、レジストから成る、実施例 1 6 6 に記載の方法。

【 0 1 7 7 】

実施例 1 6 8 : 第 1 の層にわたって、少なくとも 1 . 8 の屈折率を有する材料から成る、第 2 の層をさらに備える、実施例 1 6 6 または 1 6 7 に記載の方法。

【 0 1 7 8 】

実施例 1 6 9 : 該第 2 の層は、 TiO_2 から成る、実施例 1 6 8 に記載の方法。

【 0 1 7 9 】

実施例 1 7 0 : 該第 2 の層は、 ZrO_2 から成る、実施例 1 6 8 に記載の方法。

【 0 1 8 0 】

実施例 1 7 1 : 該第 2 の層は、 Si_3N_4 から成る、実施例 1 6 8 に記載の方法。

【 0 1 8 1 】

実施例 1 7 2 : 該第 2 の層は、 SiC から成る、実施例 1 6 8 に記載の方法。

【 0 1 8 2 】

実施例 1 7 3 : 該第 2 の層は、視射角堆積を使用して堆積される、実施例 1 6 8 - 1 7 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 3 】

実施例 1 7 4 : 該第 2 の層は、主に、該基板と平行な表面にわたってある、実施例 1 6 8 - 1 7 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 4 】

実施例 1 7 5 : 該第 1 の層の側壁上の該第 2 の層の材料は、ごく少量である、実施例 1 6 8 - 1 7 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 5 】

実施例 1 7 6 : 該第 2 の層の該材料は、水平および垂直表面の両方上にある、実施例 1 6 8 - 1 7 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 6 】

実施例 1 7 5 : 該第 2 の層の材料は、第 1 の層の特徴の第 2 の側上より多く第 1 の層の特徴の第 1 の側上にある、実施例 1 6 8 - 1 7 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 7 】

実施例 1 7 6 : 回折光学要素にわたって、1 つ以上の反射軽減層をさらに含む、実施例 1 - 4 1 および 4 7 - 1 0 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 8 8 】

実施例 1 7 7 : 1 つ以上の反射軽減層は、導波管の材料の屈折率未満の屈折率を有する材料から成る、実施例 1 7 6 に記載の方法。

【 0 1 8 9 】

実施例 1 7 8 : 1 つ以上の反射軽減層は、1 . 2 ~ 1 . 7 の屈折率を有する材料から成る、実施例 1 7 6 に記載の方法。

【 0 1 9 0 】

実施例 1 7 9 : 1 つ以上の反射軽減層は、フッ化マグネシウムから成る、実施例 1 7 6 に記載の方法。

【 0 1 9 1 】

実施例 1 8 0 : 1 つ以上の反射軽減層は、二酸化ケイ素から成る、実施例 1 7 6 または 1 7 9 に記載の方法。

【 0 1 9 2 】

実施例 1 8 1 : 1 つ以上の反射軽減層は、レジストから成る、実施例 1 7 6 、 1 7 9 、または 1 8 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 9 3 】

実施例 1 8 2 : 複数の反射軽減層は、回折光学要素にわたって配置される、実施例 1 7 6 - 1 8 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 1 9 4 】

10

20

30

40

50

実施例 183：基板からより遠く離れた反射軽減層のうちの 1 つは、基板により近い反射軽減層のうちの 1 つより低い屈折率を有する、実施例 182 に記載の方法。

【0195】

実施例 184：基板から最も遠い反射軽減層は、導波管に最も近い反射軽減層より低い屈折率を有し、基板から最も遠い反射軽減層と基板に最も近い反射軽減層との間の 1 つ以上の反射軽減層は、基板から最も遠い反射軽減層のものと基板に最も近い反射軽減層のものととの間の屈折率を有する、実施例 182 に記載の方法。

【0196】

実施例 185：1 つ以上の反射軽減層は、かすみ角堆積を使用して堆積される、実施例 176 - 184 のいずれかに記載の方法。

10

【0197】

実施例 186：回折光学要素の側壁および堀は、ごく少量の材料の 1 つ以上の反射軽減層から成る、実施例 176 - 185 のいずれかに記載の方法。

【0198】

実施例 187：反射軽減層の材料は、基板の表面および回折光学要素の堀の表面と平行な回折光学要素の複数の回折特徴の上部表面上に堆積され、回折光学要素の側壁は、ごく少量の反射軽減層の材料から成る、実施例 176 - 184 のいずれかに記載の方法。

【0199】

実施例 188：反射軽減層の材料は、光学要素の複数の特徴の水平および垂直両方の暴露表面上に堆積される、実施例 176 - 184 のいずれかに記載の方法。

20

【0200】

実施例 189：回折光学要素上の反射軽減層は、平面化される、実施例 176 - 188 のいずれかに記載の方法。

【0201】

実施例 190：1 つ以上の反射軽減層にわたって配置される、構造安定性提供層をさらに備え、構造安定性を増加させる、実施例 176 - 189 のいずれかに記載の方法。

【0202】

実施例 191：構造安定性提供層は、ガラスから成る、実施例 190 に記載の方法。

【0203】

実施例 192：構造安定性提供層は、反射防止性コーティングをその上に有する、ガラスから成る、実施例 190 に記載の方法。

30

【0204】

実施例 193：ガラス上の反射防止性コーティングは、交互層から成る、実施例 192 に記載の方法。

【0205】

実施例 194：ガラス上の反射防止性コーティングは、 TiO_2 および SiO_2 の交互層から成る、実施例 193 に記載の方法。

【0206】

実施例 195：反射軽減層と回折光学要素の回折特徴との間の付加的層をさらに備える、実施例 176 - 194 のいずれかに記載の方法。

40

【0207】

実施例 196：回折光学要素にわたって配置される、反射防止性構造をさらに備え、反射防止性構造は、反射を低減させるように構成されるナノ構造を備える、実施例 1 - 41 および 47 - 108 のいずれかに記載の方法。

【0208】

実施例 197：ナノ構造は、直接、回折光学要素上にある、実施例 196 に記載の方法。

【0209】

実施例 198：ナノ構造は、回折光学要素にわたって配置される、コーティング内に形成される、実施例 196 に記載の方法。

【0210】

50

実施例 199：コーティングは、基板のものより低い、屈折率を有する、実施例 198 に記載の方法。

【0211】

実施例 200：コーティングは、フォトレジストから成る、実施例 198 または 199 に記載の方法。

【0212】

実施例 201：基板の縁に配置され、基板内の全内部反射によって基板の縁に伝搬する光を受け取る、反射性格子をさらに備える、実施例 1 - 41 および 47 - 108 のいずれかに記載の方法。

【0213】

実施例 202：反射性格子は、光を縁から後方に離れるように再指向するように構成される、実施例 201 に記載の方法。

【0214】

実施例 203：反射性格子は、光を、光を基板から外にユーザへと結合するように構成される、射出瞳エクспанダに向かって戻るように指向するように構成される、実施例 201 または 202 に記載の方法。

【0215】

実施例 204：射出瞳エクспанダは、あるピッチを有する、回折光学要素を備え、反射性格子は、射出瞳エクспанダの約半分のピッチである、ピッチを有する、実施例 203 に記載の方法。

【0216】

実施例 205：反射性格子は、金属化される、実施例 201 - 204 のいずれかに記載の方法。

【0217】

実施例 206：基板の縁に配置され、基板内の全内部反射によって基板の縁に伝搬する光を受け取る、光抽出特徴をさらに備える、実施例 1 - 41 および 47 - 108 のいずれかに記載の方法。

【0218】

実施例 207：光抽出特徴は、光を縁から外に抽出するように構成される、実施例 206 に記載の方法。

【0219】

実施例 208：光抽出特徴は、回折特徴を備える、実施例 206 または 207 に記載の方法。

【0220】

実施例 209：該縁を中心として配置され、該光抽出特徴によって抽出された光を受け取る、吸収要素をさらに備える、実施例 206 - 208 のいずれかに記載の方法。

【0221】

実施例 210：該吸収要素は、カフ、カラー、カップ、またはスリーブから成る、実施例 209 に記載の方法。

【0222】

実施例 211：該吸収要素は、カーボンブラックから成る、実施例 209 または 210 に記載の方法。

【0223】

実施例 212：吸収コーティングを該光抽出特徴上にさらに備える、実施例 206 - 208 のいずれかに記載の方法。

【0224】

実施例 213：該基板を伴う、少なくとも 1 つの構造支持層をさらに備え、増加された構造強度を提供する、実施例 1 - 41 および 47 - 108 のいずれかに記載の方法。

【0225】

実施例 214：該少なくとも 1 つの構造支持層は、1.7 以下である屈折率を有する材

10

20

30

40

50

料から成る、実施例 2 1 3 に記載の方法。

【 0 2 2 6 】

実施例 2 1 5 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、ガラスから成る、実施例 2 1 3 または 2 1 4 に記載の方法。

【 0 2 2 7 】

実施例 2 1 6 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、反射防止性コーティングをその上に有する、ガラスから成る、実施例 2 1 5 に記載の方法。

【 0 2 2 8 】

実施例 2 1 7 : 少なくとも該構造支持層は、直接、基板に隣接する、実施例 2 1 3 - 2 1 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 2 9 】

実施例 2 1 8 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、回折光学要素の複数の回折特徴間の空間を充填する、実施例 2 1 3 - 2 1 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 0 】

実施例 2 1 9 : 空気を該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間にさらに備える、実施例 2 1 3 - 2 1 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 1 】

実施例 2 2 0 : 空気を該少なくとも 1 つの構造支持層と該複数の回折特徴との間にさらに備える、実施例 2 1 3 - 2 1 6 および 2 1 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 2 】

実施例 2 2 1 : スペースを該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間にさらに備え、空隙を該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間に提供する、実施例 2 1 3 - 2 1 6 および 2 1 9 および 2 2 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 3 】

実施例 2 2 2 : ポリマー層を蒸発させるステップを含む、空隙を形成するステップをさらに含む、実施例 2 1 3 - 2 1 6 および 2 1 9 - 2 2 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 4 】

実施例 2 2 3 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、引掻傷防止機能性を提供する、実施例 2 1 3 - 2 2 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 5 】

実施例 2 2 4 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、低屈折率コーティングから成る、実施例 2 1 3 - 2 2 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 6 】

実施例 2 2 5 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、反射防止性ガラスから成る、実施例 2 1 3 - 2 2 4 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 7 】

実施例 2 2 6 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、該基板の片側上に配置される、実施例 2 1 3 - 2 2 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 8 】

実施例 2 2 7 : 該構造支持層は、少なくとも 2 つの構造支持層から成る、実施例 2 1 3 - 2 2 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 2 3 9 】

実施例 2 2 8 : 該少なくとも 2 つの構造支持層は、該基板の対向側上に配置される、実施例 2 2 7 に記載の方法。

【 0 2 4 0 】

実施例 2 2 9 : 該回折特徴は、10 ~ 50 nm の高さである、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 1 】

実施例 2 3 0 : 該回折特徴は、少なくとも 1 . 8 の屈折率を有する材料から成り、該材料は、該基板の材料と異なる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 2 】

実施例 2 3 1 : 平面化層を該回折特徴にわたってさらに備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 3 】

実施例 2 3 2 : 平面化層は、1 . 6 未満の屈折率を有する、実施例 2 3 1 に記載の方法。

【 0 2 4 4 】

実施例 2 3 3 : 反射防止性コーティングを基板の回折光学要素と反対の側上にさらに備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 5 】

実施例 2 3 4 : 該基板は、着色される、上記実施例のいずれかに記載の方法。

10

【 0 2 4 6 】

実施例 2 3 5 : 第 1 および第 2 の回折光学要素は、導波管の第 1 および第 2 の対向面上に配置される、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 7 】

実施例 2 3 6 : 第 1 の回折光学要素の複数の回折特徴は、第 2 の回折光学要素の複数の回折特徴からオフセットされる、実施例 2 3 5 に記載の方法。

【 0 2 4 8 】

実施例 2 3 7 : 該回折特徴は、可変高さを有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 4 9 】

実施例 2 3 8 : 該回折特徴は、該基板を横断して側方位置に伴って徐々に変動する、高さを有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

20

【 0 2 5 0 】

実施例 2 3 9 : 該基板は、導波管を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 2 5 1 】

実施例 2 4 0 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、実施例 2 3 9 に記載の方法。

【 0 2 5 2 】

実施例 2 4 1 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、実施例 2 3 9 に記載の方法。

【 0 2 5 3 】

実施例 2 4 2 : 該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 2 4 0 または 2 4 1 に記載の方法。

30

【 0 2 5 4 】

実施例 2 4 3 : 該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 2 4 0、2 4 1、または 2 4 2 に記載の方法。

【 0 2 5 5 】

実施例 2 4 4 : 該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 2 4 0、2 4 1、2 4 2、または 2 4 3 に記載の方法。

【 0 2 5 6 】

実施例 2 4 5 : 上記の実施例のいずれかにおける方法のいずれかによって形成される、デバイス。

40

【 0 2 5 7 】

実施例 2 4 6 : 複数の回折特徴または特徴は、回折格子を形成し、該回折格子は、ブレード格子である、実施例 2 4 5 に記載のデバイス。

【 0 2 5 8 】

実施例 2 4 7 : 複数の回折特徴または特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 2 5 9 】

実施例 2 4 8 : 複数の回折特徴または特徴は、ブレード格子を提供するようにその上

50

に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0260】

実施例249：該基板は、第1および第2の側を含み、該基板の該第1の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0261】

実施例250：回折特徴または特徴は、1Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0262】

実施例251：回折特徴または特徴は、2Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【0263】

実施例252：2Dアレイは、正方形アレイから成る、実施例251に記載の光学デバイス。

【0264】

実施例253：エッチングマスクの該少なくとも一部は、該回折特徴上に留まる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0265】

実施例254：該ポリマーは、該回折特徴上に留まり、それによって、該回折特徴の高さを増加させる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0266】

20

実施例255：レジストは、該回折特徴上に留まる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0267】

実施例256：パターン化可能材料の少なくとも一部を該回折特徴上に残すステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0268】

実施例257：エッチングマスクの少なくとも一部を該回折特徴上に残すステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0269】

実施例258：ポリマーを該回折特徴上に残し、それによって、回折特徴の高さを増加させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

30

【0270】

実施例259：レジストを該回折特徴上に残し、それによって、回折特徴の高さを増加させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0271】

実施例260：回折特徴は、1Dアレイ内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0272】

実施例261：回折特徴は、2Dアレイ内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の方法。

40

【0273】

実施例262：2Dアレイは、正方形アレイから成る、実施例261に記載の光学デバイス。

【0274】

実施例263：回折特徴は、1D回折格子を形成する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0275】

実施例264：回折特徴は、2D回折格子内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0276】

50

実施例 265：回折特徴は、ブレードされる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0277】

実施例 266：回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0278】

実施例 267：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0279】

実施例 268：該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【0280】

実施例 269：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0281】

実施例 270：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0282】

実施例 271：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

20

【0283】

実施例 272：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0284】

実施例 273：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【0285】

実施例 274：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0286】

実施例 275：該複数の回折特徴は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【0287】

実施例 276：該複数の回折特徴は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0288】

実施例 277：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0289】

実施例 278：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取

50

り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0290】

実施例279：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0291】

実施例280：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

10

【0292】

実施例281：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも2つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散/外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0293】

実施例282：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクспанダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の方法。

20

【0294】

実施例283：該複数の回折特徴は、光を優先的に少なくとも2つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0295】

実施例284：該複数の回折特徴は、2つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

(実施例II)

【0296】

実施例1：光学デバイスであって、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、該基板内に形成される、複数の回折特徴と、該回折特徴にわたって配置される、材料の層と、を備える、光学デバイス。

30

【0297】

実施例2：該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例1に記載の光学デバイス。

【0298】

実施例3：該基板材料は、少なくとも2.1である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【0299】

実施例4：該基板材料は、少なくとも2.2である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0300】

実施例5：該基板材料は、少なくとも2.3である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0301】

実施例6：該材料の層は、1.8未満である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0302】

50

実施例 7 : 該材料の層は、フォトリソグから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 0 3 】

実施例 8 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 0 4 】

実施例 9 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該材料の層によって被覆されない、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 0 5 】

実施例 10 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【 0 3 0 6 】

実施例 11 : 該複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 0 7 】

実施例 12 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、実施例 11 に記載の光学デバイス。

【 0 3 0 8 】

実施例 13 : 該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 11 または 12 に記載の光学デバイス。

20

【 0 3 0 9 】

実施例 14 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、実施例 11 に記載の光学デバイス。

【 0 3 1 0 】

実施例 15 : 該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 11 - 14 のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【 0 3 1 1 】

実施例 16 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 2 】

実施例 17 : 該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 3 】

実施例 18 : 該基板の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 4 】

40

実施例 19 : 該材料の層の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 5 】

実施例 20 : 該基板の厚さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 6 】

実施例 21 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って実質的に一定である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 1 7 】

実施例 22 : 該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴の高さは、同一である、上記実施例

50

のいずれかに記載の光学デバイス。

【0318】

実施例23：該材料の層は、側方位置に伴って実質的に一定である、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0319】

実施例24：該材料の層は、該第1、第2、および第3の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0320】

実施例25：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、傾きのある側壁を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【0321】

実施例26：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、台形断面を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0322】

実施例27：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0323】

実施例28：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0324】

実施例29：該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例27または28に記載の光学デバイス。

20

【0325】

実施例30：該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例27 - 29のいずれかに記載の光学デバイス。

【0326】

実施例31：該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例27 - 30のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【0327】

実施例32：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0328】

実施例33：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0329】

実施例34：該複数の回折特徴は、第1、第2、および第3の回折特徴を備え、該第2の回折特徴は、第1の回折特徴と第3の回折特徴との間に配置される、実施例27 - 33のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【0330】

実施例35：該第3の回折特徴の高さは、該第2の回折特徴の高さより高く、該第2の回折特徴の高さは、該第1の回折特徴の高さより高い、実施例35に記載の光学デバイス。

【0331】

実施例36：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第2の回折特徴より、該第1の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例34または35に記載の光学デバイス。

50

【 0 3 3 2 】

実施例 37：回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 3 3 】

実施例 38：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、より高い高さを伴う、該回折特徴より、より低い高さを伴う、該回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 37 に記載の光学デバイス。

【 0 3 3 4 】

実施例 39：該第 3 の回折特徴上の該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴上の該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴上の該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴上の該材料の層の厚さより高い、実施例 34 - 38 のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【 0 3 3 5 】

実施例 40：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 39 に記載の光学デバイス。

【 0 3 3 6 】

実施例 41：該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 3 7 】

実施例 42：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該材料の層がより厚い、該回折特徴より、該材料の層がより薄い、該回折特徴の近くに位置付けられる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

20

【 0 3 3 8 】

実施例 43：該基板は、対向する第 1 および第 2 の側を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 3 9 】

実施例 44：該光学デバイスは、頭部搭載型ディスプレイ内に統合され、該第 2 の側は、該頭部搭載型ディスプレイが装着されると、該第 1 の側より、装着者の眼の近くに配置される、実施例 43 に記載の光学デバイス。

【 0 3 4 0 】

実施例 45：該複数の回折特徴は、該基板の該第 1 の側上に配置される、実施例 43 または 44 に記載の光学デバイス。

30

【 0 3 4 1 】

実施例 46：該基板の第 2 の対向側上で該基板内に形成される、付加的な複数の回折特徴をさらに備える、実施例 43 - 45 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 4 2 】

実施例 47：該付加的な複数の回折特徴は、空間によって分離され、該光学デバイスは、該複数の付加的な回折特徴にわたって配置される、材料の付加的層をさらに備える、実施例 46 に記載の光学デバイス。

【 0 3 4 3 】

実施例 48：光学デバイスであって、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、該基板上に形成される、複数の回折特徴であって、該基板の材料未満の屈折率を有する、異なる材料から形成される、回折特徴と、該回折特徴にわたって配置される、より高い屈折率材料であって、該回折特徴を形成する該材料より高い屈折率を有する、より高い屈折率材料と、を備える、光学デバイス。

40

【 0 3 4 4 】

実施例 49：該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例 48 に

50

記載の光学デバイス。

【0345】

実施例50：該基板を構成する、該材料は、少なくとも2.1の屈折率を有する、実施例48または49に記載の光学デバイス。

【0346】

実施例51：該基板を構成する、該材料は、少なくとも2.2の屈折率を有する、実施例48-50のいずれかに記載の光学デバイス。

【0347】

実施例52：該基板を構成する、該材料は、少なくとも2.3の屈折率を有する、実施例48-50のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【0348】

実施例53：該複数の回折特徴は、フォトレジストから成る、実施例48-52のいずれかに記載の光学デバイス。

【0349】

実施例54：該複数の回折特徴は、1.8未満である、屈折率を有する、実施例48-53のいずれかに記載の光学デバイス。

【0350】

実施例55：該複数の回折特徴は、約1.5の屈折率を有する、実施例48-54のいずれかに記載の光学デバイス。

【0351】

20

実施例56：該複数の回折特徴は、1.7~1.8の屈折率を有する、実施例48-55のいずれかに記載の光学デバイス。

【0352】

実施例57：該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも2.1の屈折率を有する、実施例48-56のいずれかに記載の光学デバイス。

【0353】

実施例58：該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも2.2の屈折率を有する、実施例48-57のいずれかに記載の光学デバイス。

【0354】

実施例59：該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも2.3の屈折率を有する、実施例48-58のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【0355】

実施例60：該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、ニオブ酸リチウムを含む、実施例48-59のいずれかに記載の光学デバイス。

【0356】

実施例61：該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、炭化ケイ素を含む、実施例48-59のいずれかに記載の光学デバイス。

【0357】

実施例62：該複数の回折特徴は、ブレード回折格子を備える、実施例48-61のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【0358】

実施例63：該複数の回折特徴は、非対称的に成形される、実施例48-62のいずれかに記載の光学デバイス。

【0359】

実施例64：該高屈折率材料のより多くのものは、回折特徴の第2の側壁上より回折特徴の第1の側壁上にある、実施例48-63のいずれかに記載の光学デバイス。

【0360】

実施例65：該高屈折率材料のより多くのものは、回折特徴の第2の側上より回折特徴の第1の側上にある、実施例48-64のいずれかに記載の光学デバイス。

【0361】

50

実施例 66：該回折特徴のうちの少なくとも 1 つは、該高屈折率材料を回折特徴の第 1 の側上に有する一方、回折特徴の該第 2 の側は、暴露される、実施例 48 - 64 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0362】

実施例 67：回折特徴は、1D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0363】

実施例 68：回折特徴は、2D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0364】

実施例 69：回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、材料の層は、該回折特徴の該上部表面上にある、実施例 1 - 47 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0365】

実施例 70：該付加的な複数の回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、該付加的な材料の層は、該複数の付加的な回折特徴の該上部表面上にある、実施例 47 に記載の光学デバイス。

【0366】

実施例 71：該回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、該より高い屈折率材料は、該回折特徴の該上部表面上にある、実施例 48 - 68 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0367】

実施例 72：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、実施例 48 - 68 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0368】

実施例 73：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、実施例 48 - 68 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0369】

実施例 74：該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 72 または 73 に記載の光学デバイス。

【0370】

実施例 75：該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 72 - 74 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0371】

実施例 76：該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 72 - 75 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0372】

実施例 77：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0373】

実施例 78：該複数の回折特徴は、該基板内で該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと誘導される、画像源からの光を受け取るように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0374】

実施例 79：該材料の層は、ポリマーから成る、実施例 1 - 47 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0375】

10

20

30

40

50

実施例 80 : 該材料の層は、レジストから成る、実施例 1 - 47 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0376】

実施例 81 : 該材料の層は、エッチングマスクの少なくとも一部から成る、実施例 1 - 47 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0377】

実施例 82 : 該材料の層は、反射を低減させる、実施例 1 - 47 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0378】

実施例 83 : 複数の回折特徴は、回折格子を形成し、該回折格子は、ブレード格子である、実施例 1 - 82 のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【0379】

実施例 84 : 複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0380】

実施例 85 : 複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0381】

実施例 86 : 該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

20

【0382】

実施例 87 : 回折特徴は、1D アレイ内に配列される、実施例 1 - 86 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0383】

実施例 88 : 回折特徴は、2D アレイ内に配列される、実施例 1 - 86 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0384】

実施例 89 : 2D アレイは、正方形アレイから成る、実施例 88 に記載の光学デバイス。

【0385】

実施例 90 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

30

【0386】

実施例 91 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0387】

実施例 92 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【0388】

実施例 93 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0389】

実施例 94 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

50

【 0 3 9 0 】

実施例 9 5 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 1 】

実施例 9 6 : 該複数の回折特徴は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 2 】

実施例 9 7 : 該複数の回折特徴は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

(実施例 I I I)

【 0 3 9 3 】

実施例 1 : 光学デバイスであって、
可視光に対して透明である、2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、
該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、該回折特徴は、2 次元 (2 D) アレイ内に配列され、2 D 回折格子を形成する、光学デバイス。

【 0 3 9 4 】

実施例 2 : 該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例 1 に記載の光学デバイス。

【 0 3 9 5 】

実施例 3 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 1 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 6 】

実施例 4 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 2 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 7 】

実施例 5 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 3 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 8 】

実施例 6 : 該材料の層は、1 . 8 未満である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 3 9 9 】

実施例 7 : 該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 0 0 】

実施例 8 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 0 1 】

実施例 9 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該材料の層によって被覆されない、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 0 2 】

実施例 1 0 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 0 3 】

実施例 1 1 : 該複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間

10

20

30

40

50

に配置される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0404】

実施例12：該材料の層は、該第1、第2、および第3の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、実施例11に記載の光学デバイス。

【0405】

実施例13：該第3の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第2の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第2の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第1の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例11または12に記載の光学デバイス。

【0406】

実施例14：該材料の層は、該第1、第2、および第3の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、実施例11に記載の光学デバイス。

【0407】

実施例15：該第3の回折特徴の高さは、該第2の回折特徴の高さより高く、該第2の回折特徴の高さは、該第1の回折特徴の高さより高い、実施例11 - 14のいずれかに記載の光学デバイス。

【0408】

実施例16：回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0409】

実施例17：該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0410】

実施例18：該基板の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0411】

実施例19：該材料の層の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0412】

実施例20：該基板の厚さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0413】

実施例21：回折特徴の高さは、側方位置に伴って実質的に一定である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0414】

実施例22：該第1、第2、および第3の回折特徴の高さは、同一である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0415】

実施例23：該材料の層は、側方位置に伴って実質的に一定である、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0416】

実施例24：該材料の層は、該第1、第2、および第3の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0417】

実施例25：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、傾きのある側壁を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0418】

実施例26：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、台形断面を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0419】

10

20

30

40

50

実施例 27：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0420】

実施例 28：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0421】

実施例 29：該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 27 または 28 に記載の光学デバイス。

【0422】

実施例 30：該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 27 - 29 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0423】

実施例 31：該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 27 - 30 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0424】

実施例 32：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0425】

実施例 33：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0426】

実施例 34：該複数の回折特徴は、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、実施例 27 - 33 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0427】

実施例 35：該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 35 に記載の光学デバイス。

【0428】

実施例 36：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 34 または 35 に記載の光学デバイス。

【0429】

実施例 37：回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0430】

実施例 38：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、より高い高さを伴う、該回折特徴より、より低い高さを伴う、該回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 37 に記載の光学デバイス。

【0431】

実施例 39：該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 34 - 38 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0432】

実施例 40：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに

10

20

30

40

50

備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 39 に記載の光学デバイス。

【0433】

実施例 41：該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0434】

実施例 42：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該材料の層がより厚い、該回折特徴より、該材料の層がより薄い、該回折特徴の近くに位置付けられる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0435】

実施例 43：該基板は、対向する第 1 および第 2 の側を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0436】

実施例 44：該光学デバイスは、頭部搭載型ディスプレイ内に統合され、該第 2 の側は、該頭部搭載型ディスプレイが装着されると、該第 1 の側より、装着者の眼の近くに配置される、実施例 43 に記載の光学デバイス。

【0437】

実施例 45：該複数の回折特徴は、該基板の該第 1 の側上に配置される、実施例 43 または 44 に記載の光学デバイス。

【0438】

実施例 46：該基板の第 2 の対向側上で該基板内または上に形成される、付加的な複数の回折特徴をさらに備える、実施例 43 - 45 のいずれかに記載の光学デバイス。

【0439】

実施例 47：該付加的な複数の回折特徴は、空間によって分離され、該光学デバイスは、付加的な材料の層を該複数の付加的な回折特徴にわたってさらに備える、実施例 46 に記載の光学デバイス。

【0440】

実施例 48：該 2D 回折格子は、ブレード格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0441】

実施例 49：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0442】

実施例 50：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0443】

実施例 51：該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0444】

実施例 52：2D アレイは、正方形アレイから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0445】

実施例 53：回折特徴は、該基板内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0446】

実施例 54：回折特徴は、該基板上に形成される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0447】

実施例 55：該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

20

30

40

50

【 0 4 4 8 】

実施例 5 6 : 該回折特徴は、レジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 4 9 】

実施例 5 7 : 該回折特徴は、フォトリジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 0 】

実施例 5 8 : 該回折特徴は、該基板のもの未満の屈折率を有する材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 1 】

実施例 5 9 : エッチングマスクの該少なくとも一部は、回折特徴上に留まる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 2 】

実施例 6 0 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 3 】

実施例 6 1 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 4 】

実施例 6 2 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 5 】

実施例 6 3 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 6 】

実施例 6 4 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 7 】

実施例 6 5 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 4 5 8 】

実施例 6 6 : 該 2 D 回折格子は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 4 5 9 】

実施例 6 7 : 該 2 D 回折格子は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

(実施例 I V)

【 0 4 6 0 】

実施例 1 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接

10

20

30

40

50

眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、該回折特徴は、2次元(2D)アレイ内に配列され、2D回折格子を形成する、
頭部搭載型ディスプレイ。

【0461】

実施例2：頭部搭載型ディスプレイであって、
ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、該回折特徴は、ブレードされる、頭部搭載型ディスプレイ。

10

【0462】

実施例3：頭部搭載型ディスプレイであって、
ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも2つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散/外部結合光学要素内に含まれる、頭部搭載型ディスプレイ。

20

30

【0463】

実施例4：頭部搭載型ディスプレイであって、
ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクспанダー-抽出器内に含まれる、頭部搭載型ディスプレイ。

40

【0464】

実施例5：頭部搭載型ディスプレイであって、
ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接

50

眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板上に形成される、複数の回折特徴と、
該回折特徴と該基板との間に配置される、層と、
を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0465】

実施例6：層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0466】

実施例7：該層は、接着助長剤層から成る、実施例5または6に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0467】

実施例8：該層は、1.79を上回る屈折率を有する、高屈折率材料から成り、該高屈折率材料は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例5-7のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0468】

実施例9：該層は、2.0を上回る屈折率を有する、高屈折率材料から成り、該高屈折率材料は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例5-7のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0469】

実施例10：該層は、誘電層から成る、実施例5-9のいずれかに記載の方法。

【0470】

実施例11：該層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素から成る、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0471】

実施例12：該層は、二酸化チタンから成る、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0472】

実施例13：該層は、二酸化ジルコニウムから成る、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0473】

実施例14：該層は、窒化ケイ素から成る、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0474】

実施例15：該層は、炭化ケイ素を含む、実施例5に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0475】

実施例16：該層は、基板からの反射を低減させる、実施例5-15のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0476】

実施例17：頭部搭載型ディスプレイであって、
ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板上に形成される、複数の回折特徴と、
を備え、該回折特徴は、複数の層、すなわち、第1の層と、該第1の層にわたる第2の層

10

20

30

40

50

とを備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0477】

実施例18：該第1の層は、誘電材料から成る、実施例17に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0478】

実施例19：該第2の層は、誘電材料から成る、実施例17または18に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0479】

実施例20：第1の層は、基板のものと該第2の層のものととの間の屈折率を有する、実施例17-19のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0480】

実施例21：第2の層にわたる第3の層をさらに含む、実施例17-20のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0481】

実施例22：該第3の層は、誘電材料から成る、実施例21に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0482】

実施例23：第2の層は、第2の層のものと第3の層のものととの間の屈折率を有する、実施例21-22のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0483】

実施例24：第1の層は、二酸化チタンから成る、実施例17-23のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0484】

実施例25：第2の層は、窒化ケイ素から成る、実施例17-24のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0485】

実施例26：第3の層は、二酸化ケイ素から成る、実施例21-25のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0486】

実施例27：第1の層および第2の層は、基板からの反射を低減させる、実施例17-26のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0487】

実施例28：第1の層、第2の層、および第2の層は、基板からの反射を低減させる、実施例17-27のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0488】

実施例29：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上または内に形成される、複数の回折特徴と、該複数の回折特徴にわたる少なくとも1つの層と、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0489】

実施例30：該少なくとも1つの層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例29に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0490】

10

20

30

40

50

実施例 3 1 : 該少なくとも 1 つの層は、誘電材料から成る、実施例 2 9 または 3 0 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 1 】

実施例 3 2 : 該少なくとも 1 つの層は、二酸化チタンの少なくとも 1 つの層から成る、実施例 2 9 - 3 1 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 2 】

実施例 3 3 : 該少なくとも 1 つの層は、二酸化ケイ素の少なくとも 1 つの層から成る、実施例 2 9 - 3 2 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 3 】

実施例 3 4 : 該少なくとも 1 つの層は、フッ化マグネシウムの少なくとも 1 つの層から成る、実施例 2 9 - 3 3 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

10

【 0 4 9 4 】

実施例 3 5 : 該少なくとも 1 つの層は、二酸化チタンの複数の層から成る、実施例 2 9 - 3 4 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 5 】

実施例 3 6 : 該少なくとも 1 つの層は、二酸化ケイ素の複数の層から成る、実施例 2 9 - 3 5 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 6 】

実施例 3 7 : 該少なくとも 1 つの層は、フッ化マグネシウムの複数の層から成る、実施例 2 9 - 3 6 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【 0 4 9 7 】

実施例 3 8 : 該少なくとも 1 つの層は、材料の交互層から成る、実施例 2 9 - 3 7 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 8 】

実施例 3 9 : 該少なくとも 1 つの層は、材料の反復層から成る、実施例 2 9 - 3 8 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 4 9 9 】

実施例 4 0 : 該少なくとも 1 つの層は、該基板からの反射を低減させる、実施例 2 9 - 3 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 0 】

30

実施例 4 1 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上または内に形成される、回折光学要素と、回折光学要素にわたる、1 つ以上の反射軽減層と、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

40

【 0 5 0 1 】

実施例 4 2 : 1 つ以上の反射軽減層は、導波管の材料の屈折率未満の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 1 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 2 】

実施例 4 3 : 1 つ以上の反射軽減層は、1.2 ~ 1.7 の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 1 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 3 】

実施例 4 4 : 1 つ以上の反射軽減層は、フッ化マグネシウムから成る、実施例 4 1 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

50

【 0 5 0 4 】

実施例 4 5 : 1 つ以上の反射軽減層は、二酸化ケイ素から成る、実施例 4 1 または 4 4 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 5 】

実施例 4 6 : 1 つ以上の反射軽減層は、レジストから成る、実施例 4 1 - 4 3 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 6 】

実施例 4 7 : 複数の反射軽減層は、回折光学要素にわたって配置される、実施例 4 1 - 4 6 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 7 】

実施例 4 8 : 基板からより遠く離れた反射軽減層のうちの 1 つは、基板により近い反射軽減層のうちの 1 つより低い屈折率を有する、実施例 4 7 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 8 】

実施例 4 9 : 基板から最も遠い反射軽減層は、導波管に最も近い反射軽減層より低い屈折率を有し、基板から最も遠い反射軽減層と基板に最も近い反射軽減層との間の 1 つ以上の反射軽減層は、基板から最も遠い反射軽減層のものと基板に最も近い反射軽減層のものとの間の屈折率を有する、実施例 4 7 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 0 9 】

実施例 5 0 : 1 つ以上の反射軽減層は、回折格子の片側上に他方より多く配置される、実施例 4 1 - 4 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 0 】

実施例 5 1 : 回折光学要素の側壁および堀は、ごく少量の材料の 1 つ以上の反射軽減層から成る、実施例 4 1 - 4 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 1 】

実施例 5 2 : 反射軽減層の材料は、基板の表面および回折光学要素の堀の表面と平行な回折光学要素の複数の回折特徴の上部表面上に堆積され、回折光学要素の側壁は、ごく少量の反射軽減層の材料から成る、実施例 4 1 - 4 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 2 】

実施例 5 3 : 反射軽減層の材料は、光学要素の複数の特徴の水平および垂直両方の暴露表面上に堆積される、実施例 4 1 - 4 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 3 】

実施例 5 4 : 回折光学要素上の反射軽減層は、平面化される、実施例 4 1 - 5 3 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 4 】

実施例 5 5 : 1 つ以上の反射軽減層にわたって配置される、構造安定性提供層をさらに備え、構造安定性を増加させる、実施例 4 1 - 5 4 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 5 】

実施例 5 6 : 構造安定性提供層は、ガラスから成る、実施例 5 5 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 6 】

実施例 5 7 : 構造安定性提供層は、反射防止性コーティングをその上に有する、ガラスから成る、実施例 5 5 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 7 】

実施例 5 8 : ガラス上の反射防止性コーティングは、交互層から成る、実施例 5 7 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 1 8 】

実施例 5 9 : ガラス上の反射防止性コーティングは、 TiO_2 および SiO_2 の交互層

10

20

30

40

50

から成る、実施例 5 8 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0519】

実施例 6 0：反射軽減層と回折光学要素の回折特徴との間の付加的層をさらに備える、実施例 4 1 - 5 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0520】

実施例 6 1：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上または内に形成される、回折光学要素と、回折光学要素にわたって配置される、反射防止性構造であって、反射を低減させるように構成される、ナノ構造を備える、反射防止性構造と、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

10

【0521】

実施例 6 2：ナノ構造は、直接、回折光学要素上にある、実施例 6 1 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【0522】

実施例 6 3：ナノ構造は、回折光学要素にわたって配置される、コーティング内に形成される、実施例 6 1 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0523】

実施例 6 4：コーティングは、基板のものより低い、屈折率を有する、実施例 6 3 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0524】

実施例 6 5：コーティングは、フォトリジストから成る、実施例 6 3 または 6 4 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0525】

30

実施例 6 6：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上または内に形成される、回折光学要素と、基板の縁に配置され、基板内の全内部反射によって基板の縁に伝搬する光を受け取る、1 つ以上の反射性格子と、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

40

【0526】

実施例 6 7：1 つ以上の反射性格子は、光を縁から後方に離れるように再指向するように構成される、実施例 6 6 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0527】

実施例 6 8：1 つ以上の反射性格子は、光を、光を基板から外にユーザへと結合するように構成される、外部結合光学要素に向かって戻るように指向するように構成される、実施例 6 6 または 6 7 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0528】

50

実施例 69：外部結合光学要素は、あるピッチを有する、回折光学要素を備え、1つ以上の反射性格子は、外部結合光学要素の約半分のピッチである、ピッチを有する、実施例 68 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0529】

実施例 70：1つ以上の反射性格子は、金属化される、実施例 66 - 69 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0530】

実施例 71：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板上または内に形成される、回折光学要素と、
基板の縁に配置され、基板内の全内部反射によって基板の縁に伝搬する光を受け取る、光抽出特徴と、
を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0531】

実施例 72：光抽出特徴は、光を縁から外に抽出するように構成される、実施例 71 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0532】

実施例 73：光抽出特徴は、回折特徴を備える、実施例 71 または 72 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0533】

実施例 74：該縁を中心として配置され、該光抽出特徴によって抽出された光を受け取る、吸収要素をさらに含む、実施例 71 - 73 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0534】

実施例 75：該吸収要素は、カフ、カラー、カップ、またはスリーブから成る、実施例 74 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0535】

実施例 76：該吸収要素は、カーボンブラックから成る、実施例 74 または 75 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0536】

実施例 77：吸収コーティングを該光抽出特徴上にさらに備える、実施例 71 - 76 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0537】

実施例 78：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、
該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、
該基板上または内に形成される、回折光学要素と、
増加された構造強度を提供するための、該基板を伴う、少なくとも 1 つの構造支持層と、
を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 3 8 】

実施例 7 9 : 該少なくとも 1 つの構造支持層は、1 . 7 以下である屈折率を有する材料から成る、実施例 7 8 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 3 9 】

実施例 8 0 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、ガラスから成る、実施例 7 8 または 7 9 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 0 】

実施例 8 1 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、反射防止性コーティングをその上に有する、ガラスから成る、実施例 8 0 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 1 】

実施例 8 2 : 少なくとも該構造支持層は、直接、基板に隣接する、実施例 7 8 - 8 1 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 2 】

実施例 8 3 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、回折光学要素の複数の回折特徴間の空間を充填する、実施例 7 8 - 8 2 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 3 】

実施例 8 4 : 空気を該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間にさらに含む、実施例 7 8 - 8 2 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 4 】

実施例 8 5 : 空気を該少なくとも 1 つの構造支持層と該複数の回折特徴との間にさらに含む、実施例 7 8 - 8 2 および 8 4 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 5 】

実施例 8 6 : スペースを該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間にさらに含み、空隙を該少なくとも 1 つの構造支持層と該基板との間に提供する、実施例 7 8 - 8 4 および 8 5 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 6 】

実施例 8 7 : 空隙は、ポリマー層によって提供される、実施例 7 8 - 8 2 および 8 3 - 8 6 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 7 】

実施例 8 8 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、引掻傷防止機能性を提供する、実施例 7 8 - 8 6 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 8 】

実施例 8 9 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、低屈折率コーティングから成る、実施例 7 8 - 8 8 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 4 9 】

実施例 9 0 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、反射防止性ガラスから成る、実施例 7 8 - 8 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 5 0 】

実施例 9 1 : 少なくとも 1 つの該構造支持層は、該基板の片側上に配置される、実施例 7 8 - 9 0 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 5 1 】

実施例 9 2 : 該構造支持層は、少なくとも 2 つの構造支持層から成る、実施例 7 8 - 9 1 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 5 2 】

実施例 9 3 : 該少なくとも 2 つの構造支持層は、該基板の対向側上に配置される、実施例 9 2 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 5 3 】

実施例 9 4 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよ

10

20

30

40

50

び頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上または内に形成される、回折光学要素と、該回折光学要素にわたる光学コンポーネントと、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0554】

実施例95：該光学コンポーネントは、該回折特徴と接触する、実施例94に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

10

【0555】

実施例96：該光学コンポーネントと該回折特徴との間の平面化層をさらに含む、実施例94に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0556】

実施例97：該光学コンポーネントと該基板との間の構造安定性提供層をさらに含む、実施例94に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0557】

実施例98：該光学コンポーネントと該基板との間の平面化層をさらに含む、実施例94に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【0558】

実施例99：該光学コンポーネントは、空間範囲内で少なくとも1センチメートル（cm）である、実施例94 - 98のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0559】

実施例100：該光学コンポーネントは、空間範囲内で少なくとも数センチメートルである、実施例94 - 98のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0560】

実施例101：該光学コンポーネントは、屈折光学コンポーネントを備える、実施例94 - 100のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0561】

30

実施例102：該光学コンポーネントは、回折光学コンポーネントを備える、実施例94 - 100のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0562】

実施例103：該光学コンポーネントは、レンズを備える、実施例94 - 102のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0563】

実施例104：該レンズは、空間範囲内で少なくとも1センチメートル（cm）である、実施例103に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0564】

実施例105：該レンズは、空間範囲内で少なくとも数センチメートルである、実施例103に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

40

【0565】

実施例106：該レンズは、凸面レンズを備える、実施例103 - 105のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0566】

実施例107：該レンズは、凹面レンズを備える、実施例103 - 105のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0567】

実施例108：該レンズは、フレネルレンズを備える、実施例103 - 107のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

50

【 0 5 6 8 】

実施例 1 0 9 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、回折特徴の高さ、回折特徴の幅、回折特徴の形状、回折特徴間の間隔、回折特徴上の側壁の傾斜、またはそれらの任意の組み合わせは、基板を横断して変動する、頭部搭載型ディスプレイ。

10

【 0 5 6 9 】

実施例 1 1 0 : 回折特徴の高さ、回折特徴の幅、回折特徴の形状、回折特徴間の間隔、回折特徴上の側壁の傾斜、またはそれらの任意の組み合わせは、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 0 】

実施例 1 1 1 : 回折特徴の高さは、基板を横断して距離に伴って変動する、実施例 1 0 9 または 1 1 0 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【 0 5 7 1 】

実施例 1 1 2 : 回折特徴の高さは、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 1 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 2 】

実施例 1 1 3 : 回折特徴の幅は、基板を横断して距離に伴って変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 2 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 3 】

実施例 1 1 4 : 回折特徴の幅は、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 3 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 4 】

30

実施例 1 1 5 : 回折特徴の形状は、基板を横断して距離に伴って変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 4 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 5 】

実施例 1 1 6 : 回折特徴の形状は、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 5 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 6 】

実施例 1 1 7 : 回折特徴間の間隔は、基板を横断して距離に伴って変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 6 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 7 】

実施例 1 1 8 : 回折特徴間の間隔は、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 7 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

40

【 0 5 7 8 】

実施例 1 1 9 : 回折特徴上の側壁の傾斜は、基板を横断して距離に伴って変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 8 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 7 9 】

実施例 1 2 0 : 回折特徴上の側壁の傾斜は、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 1 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 8 0 】

実施例 1 2 1 : 回折特徴上の側壁の傾斜は、基板を横断して距離に伴って徐々に変動する、実施例 1 0 9 - 1 2 0 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

50

【 0 5 8 1 】

実施例 1 2 2 : 回折特徴の高さ、回折特徴の幅、回折特徴の形状、回折特徴間の間隔、回折特徴上の側壁の傾斜、またはそれらの任意の組み合わせは、基板を横断して距離に伴って、1つの方向に徐々に変動し、次いで、対向方向に徐々に変動する、実施例 1 0 9 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 5 8 2 】

実施例 1 2 3 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、該基板は、着色される、頭部搭載型ディスプレイ。

10

【 0 5 8 3 】

実施例 1 2 4 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、該回折特徴は、10 ~ 50 nmの高さである、頭部搭載型ディスプレイ。

20

【 0 5 8 4 】

実施例 1 2 5 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、該回折特徴は、少なくとも1.8の屈折率を有する材料から成り、該材料は、該基板の材料と異なる、頭部搭載型ディスプレイ。

30

【 0 5 8 5 】

実施例 1 2 6 : 頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、該回折特徴にわたる平面化層と、

40

50

を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0586】

実施例127：平面化層は、1.6未満の屈折率を有する、実施例126に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0587】

実施例128：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、回折光学要素と、基板の回折光学要素と反対の側上の反射防止性コーティングと、を備える、頭部搭載型ディスプレイ。

【0588】

実施例129：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、第1および第2の回折光学要素は、導波管の第1および第2の対向面上に配置される、頭部搭載型ディスプレイ。

【0589】

実施例130：第1の回折光学要素の複数の回折特徴は、第2の回折光学要素の複数の回折特徴からオフセットされる、実施例129に記載の方法。

【0590】

実施例131：該回折光学要素または回折格子は、ブレード格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0591】

実施例132：複数の回折特徴は、回折格子を形成し、該回折格子は、ブレード格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0592】

実施例133：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0593】

実施例134：複数の回折は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0594】

実施例135：該基板は、第1および第2の側を含み、該基板の該第1の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0595】

実施例136：回折特徴は、1Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0596】

10

20

30

40

50

実施例 137：回折特徴は、2Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0597】

実施例 138：2Dアレイは、正方形アレイから成る、実施例 137に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0598】

実施例 139：回折光学要素または回折格子は、1Dアレイを備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0599】

実施例 140：回折光学要素または回折格子は、2Dアレイを備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

10

【0600】

実施例 141：2Dアレイは、正方形アレイから成る、実施例 140に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0601】

実施例 142：該基板材料は、ニオブ酸リチウムを含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0602】

実施例 143：該基板材料は、炭化ケイ素を含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【0603】

実施例 144：該基板材料は、少なくとも2.1である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0604】

実施例 145：該基板材料は、少なくとも2.2である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0605】

実施例 146：該基板材料は、少なくとも2.3である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0606】

30

実施例 147：該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0607】

実施例 148：該回折特徴材料は、1.8未満である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0608】

実施例 149：該回折特徴は、空間によって分離され、該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0609】

実施例 150：該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該材料の層によって被覆されない、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

40

【0610】

実施例 151：該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0611】

実施例 152：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、傾きのある側壁を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0612】

実施例 153：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、台形断面を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

50

【 0 6 1 3 】

実施例 1 5 4 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 1 4 】

実施例 1 5 5 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 1 5 】

実施例 1 5 6 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

10

【 0 6 1 6 】

実施例 1 5 7 : 該基板は、対向する第 1 および第 2 の側を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 1 7 】

実施例 1 5 8 : 該第 2 の側は、該頭部搭載型ディスプレイが装着されると、該第 1 の側より、装着者の眼の近くに配置される、実施例 1 5 7 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 1 8 】

実施例 1 5 9 : 該複数の回折特徴は、該基板の該第 1 の側上に配置される、実施例 1 5 7 または 1 5 8 に記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【 0 6 1 9 】

実施例 1 6 0 : 該基板の第 2 の対向側上で該基板内または上に形成される、付加的な複数の回折特徴をさらに備える、実施例 1 5 7 - 1 5 9 のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 0 】

実施例 1 6 1 : 該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 1 】

実施例 1 6 2 : 回折特徴は、該基板内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

30

【 0 6 2 2 】

実施例 1 6 3 : 回折特徴は、該基板上に形成される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 3 】

実施例 1 6 4 : 該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 4 】

実施例 1 6 5 : 該回折特徴は、ポリマーから成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

40

【 0 6 2 5 】

実施例 1 6 6 : 該回折特徴は、レジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 6 】

実施例 1 6 7 : 該回折特徴は、フォトリジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 7 】

実施例 1 6 8 : 該回折特徴は、該基板のもの未満の屈折率を有する材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【 0 6 2 8 】

50

実施例 169：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0629】

実施例 170：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0630】

実施例 171：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

10

【0631】

実施例 172：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0632】

実施例 173：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

20

【0633】

実施例 174：該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクспанダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0634】

実施例 175：該回折特徴または回折格子は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

30

【0635】

実施例 176：該回折特徴または回折格子は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0636】

実施例 177：頭部搭載型ディスプレイであって、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレームと、該フレーム上に搭載される、接眼レンズであって、該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であって、該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成され、該接眼レンズは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を構成する、導波管を備える、接眼レンズと、該基板上に形成される、複数の回折特徴と、を備え、該回折特徴は、ポリマーから成る、頭部搭載型ディスプレイ。

40

【0637】

実施例 178：該基板材料は、ニオブ酸リチウムを含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0638】

実施例 179：該基板材料は、炭化ケイ素を含む、上記実施例のいずれかに記載の頭部

50

搭載型ディスプレイ。

【0639】

実施例180：該基板材料は、少なくとも2.1である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0640】

実施例181：該基板材料は、少なくとも2.2である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0641】

実施例182：該基板材料は、少なくとも2.3である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0642】

実施例183：該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0643】

実施例184：該回折特徴は、1.8未満である屈折率を有する、材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0644】

実施例185：回折特徴は、1Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0645】

実施例186：回折特徴は、2Dアレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0646】

実施例187：回折特徴は、ブレードされる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

【0647】

実施例188：回折特徴は、2つの方向にブレードされる、上記実施例のいずれかに記載の頭部搭載型ディスプレイ。

本明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

光学デバイスであって、

可視光に対して透明である2.0を上回る屈折率を有する材料から成る基板であって、前記基板は、導波管を備える、基板と、

前記基板内に形成される複数の回折特徴と、

前記回折特徴にわたって配置される材料の層と

を備える、光学デバイス。

(項目2)

前記基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、項目1に記載の光学デバイス。

(項目3)

前記基板材料は、少なくとも2.1である屈折率を有する、項目1または2に記載の光学デバイス。

(項目4)

前記材料の層は、1.8未満である屈折率を有する、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目5)

前記材料の層は、フォトリソから成る、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目6)

前記回折特徴は、空間によって分離され、前記空間は、前記基板材料の暴露領域を備える、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

10

20

30

40

50

(項目 7)

前記回折特徴は、空間によって分離され、前記回折特徴間の前記空間は、前記材料の層によって被覆されない、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 8)

前記複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、前記第 2 の回折特徴は、前記第 1 の回折特徴と前記第 3 の回折特徴との間に配置される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 9)

前記材料の層は、前記第 1、第 2、および第 3 の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、項目 8 に記載の光学デバイス。

10

(項目 10)

前記第 3 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さは、前記第 2 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さより高く、前記第 2 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さは、前記第 1 の回折特徴にわたる前記材料の層の厚さより高い、項目 8 または 9 に記載の光学デバイス。

(項目 11)

前記材料の層は、前記第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、項目 8 に記載の光学デバイス。

(項目 12)

前記第 3 の回折特徴の高さは、前記第 2 の回折特徴の高さより高く、前記第 2 の回折特徴の高さは、前記第 1 の回折特徴の高さより高い、項目 8 - 11 のいずれかに記載の光学デバイス。

20

(項目 13)

前記基板の厚さは、段階的である、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 14)

前記材料の層の厚さは、段階的である、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 15)

前記導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 16)

前記導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

30

(項目 17)

前記回折特徴は、1D アレイ内に配列される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 18)

前記回折特徴は、2D アレイ内に配列される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 19)

前記複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

40

(項目 20)

前記複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される材料を有する、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 21)

前記複数の回折特徴は、内部結合光学要素内に含まれ、前記内部結合光学要素は、画像源からの光を受け取り、前記光を、前記基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 22)

前記複数の回折特徴は、光分散光学要素内に含まれ、前記光分散光学要素は、前記基板内で誘導される画像源からの光を受け取り、前記光を、外部結合光学要素に、前記基板か

50

ら外に結合されるように指向するように配置される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

(項目 23)

前記複数の回折特徴は、外部結合光学要素内に含まれ、前記外部結合光学要素は、前記基板内で誘導される画像源からの光を受け取り、前記光を前記基板から外に結合するように配置される、上記項目のいずれかに記載の光学デバイス。

【図面の簡単な説明】

【0648】

【図1】図1は、例示的拡張現実場面である。

【0649】

【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である。

【0650】

【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である。

【0651】

【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。

【0652】

【図5】図5A - 5Cは、距離と光線の発散との間の関係を図示する。

【0653】

【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。

【0654】

【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。

【0655】

【図8】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する。

【0656】

【図9A】図9Aは、複数のスタックされた導波管の実施例の断面側面図である。

【0657】

【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である。

【0658】

【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である。

【0659】

【図10A】図10Aは、高屈折率を伴う材料を含む導波管をパターン化する例示的方法である。

【0660】

【図10B】図10Bは、高屈折率材料を含むパターン化された導波管を加工する例示的方法である。

【0661】

【図10C】図10Cは、高屈折率材料を含むパターン化された導波管を加工する例示的方法である。

【0662】

【図10D】図10Dは、高屈折率材料を含む導波管の実装である。

【0663】

【図11A】図11Aは、エッチングマスクを使用してLiNbO₃を含む導波管を直接パターン化する例示的方法である。

【0664】

【図11B】図11Bは、エッチングマスクを使用してLiNbO₃を含む導波管を直接パターン化する例示的方法である。

【0665】

10

20

30

40

50

【図 1 1 C】図 1 1 C は、エッチングマスクを使用して LiNbO_3 を含む導波管を直接パターン化する例示的方法である。

【0 6 6 6】

【図 1 1 D】図 1 1 D は、エッチングマスクを使用して LiNbO_3 を含む導波管を直接パターン化する方法を図示する。

【0 6 6 7】

【図 1 2 A】図 1 2 A は、導波管の表面上に配置される、パターン化された傾きが付けられるパターン化可能層の実施例である。

【0 6 6 8】

【図 1 2 B】図 1 2 B - 1 および 1 2 B - 2 は、正のマスクとして使用される格子状特徴を含む、導波管を加工する例示的方法を図示する。

10

【0 6 6 9】

【図 1 2 C】図 1 2 C は、負のマスクとして使用される格子状特徴を含む、導波管を加工する例示的方法を図示する。

【0 6 7 0】

【図 1 3 - 1】図 1 3 A は、レジスト材料をインプリントするための格子状インプリントテンプレートである。

【0 6 7 1】

【図 1 3 - 2】図 1 3 B - 1 3 D は、可変高さを伴う特徴を備える、導波管を加工する種々のステップを図示する。

20

【0 6 7 2】

【図 1 4】図 1 4 A および 1 4 B は、特徴を含む、例示的ポリマー層を図示する。

【0 6 7 3】

【図 1 5】図 1 5 A および 1 5 B は、格子状パターンを伴う導波管を製造する際の種々のステップを図示する。

【0 6 7 4】

【図 1 6 A - 1】図 1 6 A - 1 は、多層コーティングを含む、例示的導波管である。

【0 6 7 5】

【図 1 6 A - 2】図 1 6 A - 2 は、複数の特徴を含む、例示的導波管である。

【0 6 7 6】

30

【図 1 6 B - 1】図 1 6 B - 1 は、導波管を加工するための例示的エッチングマスクを図示する。

【0 6 7 7】

【図 1 6 B - 2 a】図 1 6 B - 2 a および 1 6 B - 2 b は、複数の特徴を含む、例示的導波管である。

【図 1 6 B - 2 b】図 1 6 B - 2 a および 1 6 B - 2 b は、複数の特徴を含む、例示的導波管である。

【0 6 7 8】

【図 1 6 C - 1】図 1 6 C - 1 は、図 1 6 C - 2 に図示される導波管を形成するようにエッチングされ得る、例示的導波管である。

40

【0 6 7 9】

【図 1 6 C - 2】図 1 6 C - 2 は、複数の特徴を含む、例示的導波管である。

【0 6 8 0】

【図 1 7 - 1】図 1 7 A - 1 7 E は、具体的屈折率を有する材料を堆積させる種々の例示的方法を図示する。

【図 1 7 - 2】図 1 7 A - 1 7 E は、具体的屈折率を有する材料を堆積させる種々の例示的方法を図示する。

【0 6 8 1】

【図 1 8】図 1 8 A - 1 8 D は、複数の特徴を含む、種々の例示的導波管である。

【0 6 8 2】

50

【図 19】図 19 A - 19 D は、複数の特徴にわたって配置される、平面化層を含む、種々の例示的導波管である。

【0683】

【図 20】図 20 A および 20 B は、平面化層と複数の特徴との間の高屈折率材料を含む種々の例示的導波管である。

【0684】

【図 21】図 21 は、光学要素を含む、例示的導波管である。

【0685】

【図 22】図 22 A - 22 D は、ある屈折率を有する材料を含む、種々の例示的導波管である。

【0686】

【図 23】図 23 A - 23 C は、反射軽減層を複数の特徴上に堆積させるための種々の例示的堆積技法を図示する。

【0687】

【図 24】図 24 A - 24 H は、光学要素にわたって提供される、種々の例示的コーティングまたは構造を図示する。

【0688】

【図 25】図 25 A および 25 B は、光を排除または低減させるように構成される、種々の例示的導波管である。

【0689】

【図 26 - 1】図 26 A - 26 G は、1 つ以上の構造安定性層を伴う、種々の例示的導波管である。

【図 26 - 2】図 26 A - 26 G は、1 つ以上の構造安定性層を伴う、種々の例示的導波管である。

【図 26 - 3】図 26 A - 26 G は、1 つ以上の構造安定性層を伴う、種々の例示的導波管である。

【図 26 - 4】図 26 A - 26 G は、1 つ以上の構造安定性層を伴う、種々の例示的導波管である。

【0690】

【図 27】図 27 A - 27 F は、種々のレンズと統合された種々の例示的導波管である。

【0691】

【図 28 - 1】図 28 A - 28 D は、回折光学要素の回折特徴を含む、種々の例示的デバイスである。

【図 28 - 2】図 28 A - 28 D は、回折光学要素の回折特徴を含む、種々の例示的デバイスである。

【0692】

【図 29 A】図 29 A は、パターン化可能材料の例示的段階的な層である。

【0693】

【図 29 B】図 29 B は、側方位置に伴って徐々に増加する、例示的基板である。

【0694】

【図 30 A】図 30 A - 30 C は、回折特徴を含む、例示的光学デバイスである。

【図 30 B】図 30 A - 30 C は、回折特徴を含む、例示的光学デバイスである。

【図 30 C】図 30 A - 30 C は、回折特徴を含む、例示的光学デバイスである。

【0695】

【図 31】図 31 は、回折特徴を含む、例示的光学デバイスである。

【0696】

【図 32】図 32 は、回折特徴を含む、例示的光学デバイスである。

【0697】

【図 33 A】図 33 A は、回折特徴を含む、例示的デバイスの断面側面図である。

【0698】

10

20

30

40

50

【図 3 3 B】図 3 3 B は、図 3 3 A の例示的デバイスの上面図である。

【 0 6 9 9 】

【図 3 4】図 3 4 は、回折特徴の 2 D アレイを含む、例示的デバイスの斜視図である。

【 0 7 0 0 】

【図 3 5 A】図 3 5 A は、対称回折特徴の例示的アレイの断面側面図である。

【 0 7 0 1 】

【図 3 5 B】図 3 5 B は、図 3 5 A の例示的アレイの上面図である。

【 0 7 0 2 】

【図 3 6】図 3 6 は、回折特徴の 2 D アレイを含む、例示的デバイスの斜視図である。

【 0 7 0 3 】

【図 3 6 A】図 3 6 A は、回折特徴を含む、例示的デバイスの断面側面図である。

【 0 7 0 4 】

【図 3 6 B】図 3 6 B は、図 3 6 A の例示的デバイスの上面図である。

【 0 7 0 5 】

【図 3 7 A】図 3 7 A は、回折特徴の 2 D アレイを含む、例示的デバイスの斜視図である。

【 0 7 0 6 】

【図 3 7 B】図 3 7 B は、2 つの方向に光を指向する、例示的回折特徴を図示する。

【 0 7 0 7 】

【図 3 8 A】図 3 8 A は、ブレード格子を形成する例示的方法を図示する。

【 0 7 0 8 】

【図 3 8 B】図 3 8 B は、ブレード回折特徴を形成する例示的方法を図示する。

【 0 7 0 9 】

【図 3 9】図 3 9 は、ブレード回折特徴を形成する例示的方法を図示する。

【 0 7 1 0 】

図面は、例示的实施形態を図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。同様の参照番号は、全体を通して同様の部分を指す。

【発明を実施するための形態】

【 0 7 1 1 】

V R および A R 体験は、複数の深度平面に対応する画像が視認者に提供される、ディスプレイを有する、ディスプレイシステムによって、提供され得る。画像は、深度平面毎に異なり得（例えば、場面またはオブジェクトの若干異なる提示を提供する）、視認者の眼によって別個に集束され、それによって、ユーザに、眼の遠近調節に基づいて深度キューを提供することに役立ち得る。眼の遠近調節は、場面内の異なる深度平面上に位置する異なるコンテンツを合焦させ得る。本明細書に議論されるように、そのような深度キューは、視認者による深度の信頼できる知覚を提供することを補助する。

【 0 7 1 2 】

いくつかの構成では、フルカラー画像が、特定の原色をそれぞれ有する、成分画像をオーバーレイすることによって、種々の深度平面に関して形成され得る。例えば、赤色、緑色、および青色画像がそれぞれ、各フルカラー画像を形成するように出力されてもよい。結果として、各深度平面は、それと関連付けられる複数の原色画像を有してもよい。本明細書に開示されるように、原色画像は、画像情報を含有する光を内部結合し、導波管を横断して内部結合された光を分散させ、次いで、視認者に向かって光を外部結合する、導波管を使用して、出力されてもよい。光は、回折要素（例えば、回折格子）等の内部結合光学要素を使用して、導波管の中に内部結合され、次いで、格子等の回折要素でもあり得る、外部結合光学要素を使用して、導波管から外に外部結合されてもよい。

【 0 7 1 3 】

いくつかの実装では、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および/または約 1 . 8 を上回るまたはそれに等しい屈折率を伴う材料）を伴う材料から成る、1 つ以上の導波管からの光は、例えば、ガラスまたは約 1 . 8 未満の屈折率を伴う他の材料等の材料から成る、1 つ以上の導波管から外部結合された光の角度範囲と比較

10

20

30

40

50

して、より広い角度範囲にわたって外部結合されることができる。故に、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う 1 つ以上の導波管を備える、ディスプレイデバイスの視野は、1 つ以上のガラス導波管または約 1.8 未満の屈折率を有する材料から成る 1 つ以上の導波管を備える、ディスプレイデバイスの視野を上回ることができる。

【0714】

加えて、入射光の異なる波長が、高屈折率材料を伴う材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）から成る、単一導波管の中に内部結合される、効率も、入射光の異なる波長が、ガラスまたは約 1.8 未満の屈折率を伴う材料から成る単一導波管の中に内部結合される、効率を上回り得る。例えば、本明細書に説明されるディスプレイデバイスの種々の実装では、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う材料から成る、単一導波管は、プロジェクタから放出される赤色、緑色、および青色画像光を効率的に内部結合し、赤色、緑色、および青色画像を、増加された視野を伴って、視認者に向かって投影することが可能であり得る。ディスプレイデバイスのいくつかの実装では、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う材料から成る、単一導波管は、プロジェクタから放出される 2 つの色、例えば、赤色および緑色または緑色および青色画像光を効率的に内部結合し、それらの画像（例えば、赤色および緑色または緑色および青色画像）を、増加された視野を伴って、視認者に向かって投影することが可能であり得る。種々の実装では、単一内部結合光学要素が、2 つ以上の色の光を、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う材料から成る、単一導波管の中に内部結合するために使用されることができる。いくつかの実装では、光の異なる色を内部結合するように構成される、異なる内部結合光学要素が、2 つ以上の色の光を、高屈折率材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う材料から成る、単一導波管の中に内部結合することができる。種々の実施形態では、内部結合光学要素は、1 次元、2 次元、または 3 次元格子を備えることができる。種々の実装では、格子は、短軸ピッチ約 300 nm ~ 約 450 nm を有することができる。内部結合光学要素の格子の長軸ピッチは、いくつかの実施形態では、約 300 nm ~ 約 900 nm であることができる。内部結合光学要素のデューティサイクル／充填率は、種々の実施形態では、約 10 % ~ 約 90 % であることができる。内部結合光学要素の格子の高さまたは深度は、種々の実施形態では、約 5 nm ~ 約 500 nm であることができる。内部結合光学要素の格子構造は、例えば、線、柱、傾けられた線または柱、鋸歯、階段等の種々の形状を有する、特徴を備えることができる。柱は、限定ではないが、円形、正方形、矩形、楕円体、三角形、多角形を含む、種々の形状を有することができる。

【0715】

故に、高屈折率材料を伴う材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）を伴う 1 つ以上の導波管を備える、ディスプレイシステムは、魅力的であり得る。本願は、格子構造または回折光学要素を、高屈折率材料を伴う材料（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う材料および／または約 1.8 以上の屈折率を伴う材料）から成る、1 つ以上の導波管の 1 つ以上の表面上に加工するシステムおよび方法、およびそのような格子または回折光学要素を利用し得る、結果として生じるデバイスを説明する。

【0716】

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。

【0717】

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およびシステムとを含む。ディスプレイ 70 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り、ディスプレイ 70 をユーザ 90 の眼の正面に位置付けるように構成される、フレーム 80 に結合されてもよい。ディスプレイ 70 は、いくつかの実施形態では、アイウェアと見なされ得る。いくつかの実施形態では、スピーカ 100 が、フレーム 80 に結合され、ユーザ 90 の外耳道に隣接して位置付けられるように構成される（いくつかの実施形態では、示されない別のスピーカも、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つ以上のマイクロホン 110 または他のデバイスを含み、音を検出してもよい。いくつかの実施形態では、マイクロホンは、ユーザが入力またはコマンド（例えば、音声メニューコマンドの選択、自然言語質問等）をシステム 60 に提供することを可能にするように構成される、および/または他の人物と（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はまた、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、四肢の等）上に取り付けられ得る、周辺センサ 120 a を含んでもよい。周辺センサ 120 a は、いくつかの実施形態では、ユーザ 90 の生理学的状態を特性評価するデータを入手するように構成されてもよい。例えば、センサ 120 a は、電極であってもよい。

10

【0718】

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によって等、通信リンク 130 によって、フレーム 80 に固定して取り付けられる、ユーザによって装着されるヘルメットまたは帽子に固定して取り付けられる、ヘッドホンに内蔵される、または別様にユーザ 90 に除去可能に取り付けられる（例えば、リュック式構成において、ベルト結合式構成において）等、種々の構成において搭載され得る、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る。同様に、センサ 120 a は、通信リンク 120 b、例えば、有線導線または無線接続性によって、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、および不揮発性メモリ（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、その両方とも、データの処理、キャッシュ、および記憶を補助するために利用されてもよい。データは、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스코プ、および/または本明細書に開示される他のセンサ等の（例えば、フレーム 80 に動作可能に結合される、または別様にユーザ 90 に取り付けられ得る）センサから捕捉されるデータ、および/または b) 可能性として、処理または読出後にディスプレイ 70 への通過のために、遠隔処理モジュール 150 および/または遠隔データリポジトリ 160（仮想コンテンツに関連するデータを含む）を使用して入手および/または処理されるデータを含む。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 へのリソースとして利用可能であるように、有線または無線通信リンク等を介して、通信リンク 170、180 によって、遠隔処理モジュール 150 および遠隔データリポジトリ 160 に動作可能に結合されてもよい。いくつかの実施形態では、ローカル処理およびデータモジュール 140 は、画像捕捉デバイス、マイクロホン、慣性測定ユニット、加速度計、コンパス、GPS ユニット、無線デバイス、および/またはジャイロ스코プのうちの 1つ以上のものを含んでもよい。いくつかの他の実施形態では、これらのセンサのうちの 1つ以上のものは、フレーム 80 に取り付けられてもよい、または有線または無線通信経路によってローカル処理およびデータモジュール 140 と通信する、独立構造であってもよい。

20

30

40

【0719】

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および処理するように構成される、1つ以上のプロ

50

セッサを備えてもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ 160 は、デジタルデータ記憶設備を備えてもよく、これは、インターネットまたは「クラウド」リソース構成における他のネットワーキング構成を通して利用可能であってもよい。いくつかの実施形態では、遠隔データリポジトリ 160 は、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 つ以上の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、全ての算出が、ローカル処理およびデータモジュールにおいて実施され、遠隔モジュールからの完全に自律的な使用を可能にする。

【0720】

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。眼 210、220 毎に 1 つずつ、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。

【0721】

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の多くの視認者は、そのようなシステムが不快であることを見出す、または深度の感覚を全く知覚しない場合がある。理論によって限定されるわけではないが、オブジェクトの視認者は、輻輳・開散運動と遠近調節の組み合わせに起因して、オブジェクトを「3 次元」として知覚し得ると考えられる。相互に対する 2 つの眼の輻輳・開散運動（すなわち、眼の視線を収束させ、オブジェクトを固視するための相互に向かった、またはそこから離れる瞳孔の回転移動）は、眼の水晶体および瞳の集束（または「遠近調節」）と密接に関連付けられる。通常条件下、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」および瞳拡張または収縮として知られる関係下、同一距離への輻輳・開散運動の合致する変化を自動的に生じさせるであろう。同様に、輻輳・開散運動における変化は、通常条件下、水晶体形状および瞳サイズの遠近調節の合致する変化を誘起するであろう。本明細書に記載されるように、多くの立体視または「3 - D」ディスプレイシステムは、3 次元視点がヒト視覚系によって知覚されるように、各眼への若干異なる提示（したがって、若干異なる画像）を使用して、場面を表示する。しかしながら、そのようなシステムは、とりわけ、単に、場面の異なる提示を提供するが、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良好な合致を提供するディスプレイシステムが、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。

【0722】

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を合焦させる。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に合焦するように、関連付けられる焦点距離を有する、深度平面 240 のうちの特定のもの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

10

20

30

40

50

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、別個であるものとして示されるが、眼 210、220 の視野は、例えば、 z -軸に沿った距離が増加するにつれて重複し得ることを理解されたい。加えて、例証を容易にするために、平坦であるものとして示されるが、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。

【0723】

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 R_1 、 R_2 、および R_3 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ライトフィールドは、点がユーザの眼から離れている距離の関数である、球状波面曲率を有すると言え得る。曲率は、オブジェクトと眼 210 との間の距離の減少に伴って増加する。その結果、異なる深度平面では、光線の発散度もまた、異なり、発散度は、深度平面と視認者の眼 210 との間の距離の減少に伴って増加する。単眼 210 のみが、例証を明確にするために、図 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。

【0724】

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を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/または焦点からずれている異なる深度平面上の異なる画像特徴を観察することに基づいて、ユーザに深度キューを提供することに役立ち得る。

【0725】

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、導波管アセンブリ 260 はまた、接眼レンズとも称され得る。

【0726】

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 を導波管の間に含んでもよい。いくつかの実施形態では、特徴 320、330、340、350 は、1 つ以上の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 に向かって出力するために各

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、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、クローン化されるコリメートされたビームの全体場を出力してもよい。いくつかの実施形態では、画像投入デバイス360、370、380、390、400のうちの単一のものが、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。

【0727】

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、対応する導波管270、280、290、300、310の中への投入のための画像情報をそれぞれ生成する、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、1つ以上の光学導管（光ファイバケーブル等）を介して、画像情報を画像投入デバイス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）の光を含み得ることを理解されたい。

【0728】

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、発光ダイオード（LED）等の光エミッタを含み得る、光モジュール540を備える、光プロジェクタシステム520によって提供される。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、空間光変調器に指向され、それによって修正されてもよい。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の関連付けられるものの中に出力するように構成される、共通投影システム内の異なる光経路および場所を表し得ることを理解されたい。

【0729】

いくつかの実施形態では、ディスプレイシステム250は、光を種々のパターン（例えば、ラスタ走査、螺旋走査、リサージュパターン等）で1つ以上の導波管270、280、290、300、310の中に、最終的には、視認者の眼210に投影するように構成される、1つ以上の走査ファイバを備える、走査ファイバディスプレイであってもよい。いくつかの実施形態では、図示される画像投入デバイス360、370、380、390、400は、光を1つまたは複数の導波管270、280、290、300、310の中に投入するように構成される、単一の走査ファイバまたは走査ファイバの束を図式的に表し得る。いくつかの他の実施形態では、図示される画像投入デバイス360、370、380、390、400は、複数の走査ファイバまたは走査ファイバの複数の束を図式的に表し得、それぞれ、光を導波管270、280、290、300、310のうちの関連付けられるものの中に投入するように構成される。1つ以上の光ファイバは、光を光モジュール540から1つ以上の導波管270、280、290、300、310に透過させるように構成され得ることを理解されたい。1つ以上の介在光学構造が、走査ファイバまた

10

20

30

40

50

は複数のファイバと、１つ以上の導波管２７０、２８０、２９０、３００、３１０との間に提供され、例えば、走査ファイバから出射する光を１つ以上の導波管２７０、２８０、２９０、３００、３１０の中に再指向し得ることを理解されたい。

【０７３０】

コントローラ５６０は、画像投入デバイス３６０、３７０、３８０、３９０、４００、光源５４０、および光変調器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つ以上の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提供を調整する、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また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。

10

【０７３１】

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）によって各個別の導波管内で光を伝搬す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、主要上部表面および底部表面およびそれらの主要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、各個別の導波管内で伝搬する光を導波管から外に再指向し、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、外部結合光学要素光はまた、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、導波管内を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く、および／または導波管２７０、２８０、２９０、３００、３１０の容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、材料のモノリシック片であってもよく、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。

20

30

【０７３２】

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ものとして解釈するように、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

40

50

して通過させ、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から生じる光を次の上方の導波管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ものとして解釈するように、別の漸増量の波面曲率を生成するように構成されてもよい。

【0733】

他の導波管層300、310およびレンズ330、320も同様に構成され、スタック内の最高導波管310が、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出する。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は両方とも、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、一方または両方とも、電気活性特徴を使用して動的であってもよい。

10

【0734】

いくつかの実施形態では、導波管270、280、290、300、310のうちの2つ以上のものは、同一の関連付けられる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は、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は、深度平面毎に1つのセットを伴って、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ル化された画像を形成するための利点を提供し得る。

20

【0735】

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る特定の深度平面のために、光をそれらの個別の導波管から外に再指向し、かつ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ように構成されてもよい。その結果、異なる関連付けられる深度平面を有する導波管は、関連付けられる深度平面に応じて、異なる量の発散を伴って光を出力する、異なる構成の外部結合光学要素570、580、590、600、610を有してもよい。いくつかの実施形態では、光抽出光学要素570、580、590、600、610は、光を具体的角度で出力するように構成され得る、立体または表面特徴であってもよい。例えば、光抽出光学要素570、580、590、600、610は、立体ホログラム、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く、むしろ、それらは、単に、スペーサであってもよい（例えば、空隙を形成するためのクラディング層および/または構造）。

30

【0736】

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、回折パターンを形成する回折特徴または「回折光学要素」（本明細書では、「DOE」とも称される）である。好ましくは、DOEは、ビームの光の一部のみがDOEの各交差部で眼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、十分に低回折効率を有する。画像情報を搬送する光は、したがって、複数の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、導波管内でバウンスする本特定のコレ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なパターンの出射放出となる。

40

【0737】

いくつかの実施形態では、1つ以上のDOEは、それらが能動的に回折する「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り得る。例えば、切替可能なDOEは、微小液滴がホスト媒体内に回折パターンを備える、ポリマー分散液晶の層を備えてもよく、微小液滴の屈折率は、ホスト材料の屈折率に実質的に合致するように切り替え

50

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合致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）。

【0738】

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）を眼に投影し、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、光源とを含んでもよい。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。

【0739】

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と関連付けられる深度平面に応じて、（例えば、発散出射ビームを形成する）ある角度で眼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が、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、網膜上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。

【0740】

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つ以上の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、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。図示される実施形態は、深度平面240a - 240f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る3つ以上の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（dpt）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。

【0741】

いくつかの実施形態では、各原色の光は、単一の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る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

表すと理解され得、3つの導波管は、3つの原色画像が深度平面毎に提供される、深度平面毎に提供されてもよい。各深度平面と関連付けられる導波管は、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得る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、単一の導波管のみが深度平面毎に提供され得るように、同一導波管によって出力されてもよい。

【0742】

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る他の色も、赤色、緑色、または青色のうちの1つ以上のものに加えて使用されてもよい、またはそれらに取って代わってもよい。

10

【0743】

本開示の全体を通した所与の光の色の言及は、視認者によってその所与の色であるものとして知覚される、光の波長の範囲内の1つ以上の波長の光を包含すると理解されるであろうことを理解されたい。例えば、赤色光は、約620~780nmの範囲内の1つ以上の波長の光を含んでもよく、緑色光は、約492~577nmの範囲内の1つ以上の波長の光を含んでもよく、青色光は、約435~493nmの範囲内の1つ以上の波長の光を含んでもよい。

【0744】

いくつかの実施形態では、光源540(図6)は、視認者の視覚的知覚範囲外の1つ以上の波長、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250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、結像および/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210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。

20

【0745】

ここで図9A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9Aは、それぞれ、内部結合光学要素を含む、複数またはセット660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つ以上の異なる波長または1つ以上の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660は、スタック260(図6)に対応し得、スタック660の図示される導波管は、複数の導波管270、280、290、300、310の一部に対応してもよいが、画像投入デバイス360、370、380、390、400のうちの1つ以上のものからの光が、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。

30

【0746】

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。導波管670は、導波管680の前方にあり、または導波管680よりも画像光源に近く、導波管690は、導波管680の後方にある、または導波管680よりも画像光源から遠い。各導波管は、関連付けられる内部結合光学要素(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つ以上のものは、個別の導波管670、680、690の底部主要表面上に配置されてもよい(特に、1つ以上の内部結合光学要素は、反射性偏向光学要素である)。図示されるように、内部結合光学要素700、710、720は、それらの個別の導波管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

40

50

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させながら、1 つ以上の光の波長を選択的に再指向するように、波長選択的である。それらの個別の導波管 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、それらの個別の導波管 670、680、690 の他の面積内に配置され得ることを理解されたい。

【0747】

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することなく、光を受け取るようにオフセットされてもよい。例えば、各内部結合光学要素 700、710、720 は、図 6 に示されるように、光を異なる画像投入デバイス 360、370、380、390、および 400 から受け取るように構成されてもよく、光を内部結合光学要素 700、710、720 の他のものから実質的に受け取らないように、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）。

【0748】

各導波管はまた、関連付けられる光分散要素を含み、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、関連付けられる導波管 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、関連付けられる導波管 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る導波管 670、680、690 内の上部および底部主要表面の異なるものの上に配置されてもよい。

【0749】

導波管 670、680、690 は、例えば、材料のガス、液体、および / または固体層によって離間および分離されてもよい。例えば、図示されるように、層 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 のうち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に対して 0.05 以上、または 0.10 以下である。有利なこととして、より低い屈折率層 760a、760b は、導波管 670、680、690 を通して光の全内部反射（TIR）（例えば、各導波管の上部と底部主要表面との間の 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み得ることを理解されたい。

【0750】

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 つ以上の導波管間で異なり得る、および / または層 760a、760b を形成する材料は、依然として、上記の種々の屈折率関係を保持しながら、異なり得る。

【0751】

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

10

20

30

40

50

に入射する。光線 770、780、790 は、1 つ以上の画像投入デバイス 360、370、380、390、400 (図 6) によって導波管 670、680、690 の中に投入され得ることを理解されたい。光線 770、780、790 は、画像光、すなわち、画像情報でエンコードされる光を構成してもよい。例えば、光は、例えば、画像を形成するピクセルを形成するように、空間的に変調されている、または異なる場所において異なる強度および/または異なる波長を別様に提供されている場合がある。

【0752】

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る内部結合光学要素に透過させながら、1 つ以上の特定の光の波長を選択的に偏向させる。

10

【0753】

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。

20

【0754】

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、光をその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。

30

【0755】

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。上記のように、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 に向かって伝搬するように、光線 770、780、790 を偏向させる。

【0756】

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спан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得る。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спан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

40

50

成され得、E P E は、O P E 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るものであり得ることを理解されたい。例えば、各O P E 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、O P E に衝突する光の一部を同一導波管のE P E に再指向するように構成されてもよい。O P E に再び衝突することに応じて、残りの光の別の部分は、E P E 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、E P E への衝突に応じて、衝突光の一部は、ユーザに向かって導波管から外に指向され、その光の残りの部分は、E P 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、衝突光の別の部分は、導波管から外に指向される等である。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O P E またはE P E 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、クローン化される光のビーム野を形成し得る。いくつかの実施形態では、O P E および/またはE P E 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。

10

【0757】

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、O P E ）730、740、750と、外部結合光学要素（例えば、E P ）800、810、820とを含む。導波管670、680、690は、各1つの間に空隙/クラディング層を伴ってスタックされてもよい。内部結合光学要素700、710、720は、（異なる波長の光を受け取る異なる内部結合光学要素を用いて）入射光をその導波管の中に再指向または偏向させる。光は、次いで、個別の導波管670、680、690内にT I Rをもたす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、O P E ）730、次いで、外部結合光学要素（例えば、E P ）800と相互作用する。光線780および790（例えば、それぞれ、緑色および赤色光）は、導波管670を通して通過し、光線780は、内部結合光学要素710上に衝突し、それによって偏向される。光線780は、次いで、T I R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、O P E ）740、次いで、外部結合光学要素（例えば、E P ）810に進むであろう。最後に、光線790（例えば、赤色光）は、導波管690を通して通過し、導波管690の光内部結合光学要素720に衝突する。光内部結合光学要素720は、光線が、T I Rによって、光分散要素（例えば、O P E ）750、次いで、T I Rによって、外部結合光学要素（例えば、E P ）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、他の導波管670、680から外部結合された光も受け取る視認者に外部結合する。

20

30

【0758】

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る光分散要素730、740、750および関連付けられる外部結合光学要素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）。本明細書に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、偏移または分割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。

40

【0759】

上記に議論されるように、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、高屈折率材料を伴う導波管を備えることができる。例えば、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、ガラスの

50

屈折率を上回る屈折率を有する、材料を伴う1つ以上の導波管を備えることができる。ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、約1.8以上であり、かつ約4.5以下である屈折率を有する、材料を伴う1つ以上の導波管を備えることができる。例えば、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、1.8以上であり、かつ2.1以下である、2.1以上であり、かつ2.2以下である、2.2以上であり、かつ2.3以下である、2.3以上であり、かつ2.4以下である、2.4以上であり、かつ2.5以下である、2.5以上であり、かつ2.6以下である、2.6以上であり、かつ2.7以下である、2.7以上であり、かつ2.8以下である、2.8以上であり、かつ2.9以下である、2.9以上であり、かつ3.0以下である、3.0以上であり、かつ3.1以下である、3.1以上であり、かつ3.2以下である、3.2以上であり、かつ3.3以下である、3.3以上であり、かつ3.4以下である、3.4以上であり、かつ3.5以下である、3.5以上であり、かつ3.6以下である、3.6以上であり、かつ3.7以下である、3.7以上であり、かつ3.8以下である、3.8以上であり、かつ3.9以下である、3.9以上であり、かつ4.0以下である、またはこれらの値によって定義される任意の範囲/部分範囲内の任意の値の屈折率を有する、材料を伴う1つ以上の導波管を備えることができる。いずれの一般性も失うことなく、本願で検討される高屈折率材料は、可視光に対して透過性であり得る。例えば、本願内で検討される高屈折率材料は、90%以上の効率で約450nm~約750nmの間のスペクトル範囲内の可視光を透過させるように構成されることができる。しかしながら、フレネル反射が、ある実装では、導波管の界面において起こり得る。

10

20

【0760】

上記に議論されるように、高屈折率材料を伴う（例えば、ガラスの屈折率を上回る屈折率を伴う、および/または約1.8以上の屈折率を伴う）1つ以上の導波管を備える、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、ガラスおよび/または約1.8未満の屈折率を伴う材料を伴う1つ以上の導波管を備える、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の実施形態と比較して、増加した視野を有することができる。さらに、上記に議論されるように、光の異なる色または波長（例えば、2つまたは可能性として3つの色）が、高屈折率材料から成る単一の導波管の中に結合されることができる。故に、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態は、異なる深度平面と関連付けられる、異なる導波管を備えることができ、深度平面と関連付けられる導波管は、入射光の異なる色または波長（例えば、赤色、緑色、および青色波長）等が、その単一の導波管の中に結合されるように、高屈折率材料から成ることができる。故に、関連付けられる導波管は、視認者に向かって、異なる波長（例えば、赤色、緑色、および青色波長）の光から成る多色画像を投影する能力を有する。本願で検討される種々の高屈折率材料は、例えば、約2.3の屈折率を有するニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、2.6~3.0の屈折率を有する炭化ケイ素（ SiC ）、または他の類似材料等の材料から成る。

30

【0761】

上記に議論されるように、ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実装における1つ以上の導波管は、光を1つ以上の導波管の中に内部結合するための内部結合光学要素（例えば、内部結合光学要素700、710、720）、および/または1つ以上の導波管からの外部結合光学要素（例えば、570、580、590、800、810、820）を備えることができる。ディスプレイシステム60またはディスプレイシステム250の種々の実施形態では、1つ以上の導波管は、光分散要素（例えば、光分散要素730、740、750）を備えることができる。種々の実施形態では、光分散要素（例えば、光分散要素730、740、750）は、直交瞳エクスパンダ（OPE）として構成されることができる、および/または外部結合要素（例えば、800、810、820）は、射出瞳エクスパンダ（EPE）として構成されることができる。接眼レンズは、内部結合光学要素（ICG）、直交瞳エクスパンダ（OPE）、および射出

40

50

瞳エクスパンダ (E P E) のうちのいずれか 1 つ、またはそれらの組み合わせを含んでもよい。故に、広範囲の構成が、可能である。例えば、いくつかの接眼レンズは、直交瞳エクスパンダ (O P E) を含まない。内部結合光学要素、外部結合光学要素、および光分散要素は、回折特徴を備えることができる。回折光学要素は、マイクロスケールおよび / またはナノスケール特徴を備えることができる。種々の実施形態では、回折光学要素は、可変高さ、ピッチ、および / または形状の特徴を有することができる。いずれの一般性も失うことなく、内部結合光学要素、外部結合光学要素、および / または光分散要素は、ディスプレイシステム 60 またはディスプレイシステム 250 の異なる実施形態では、導波管の一方または両方の表面上に提供されることができる。例えば、本願に説明される導波管の種々の実施形態は、導波管の両方の表面上に配置される、回折構造を有することができる。

10

【 0 7 6 2 】

内部結合光学要素、外部結合光学要素、および / または光分散要素を伴う、導波管は、例えば、リソグラフィ、エッチング、パターン化、物理および / または化学堆積方法等の種々の製造プロセスを使用して、加工されることができる。内部結合光学要素、外部結合光学要素、および / または光分散要素を加工するために使用される、製造方法および技法が、大面積にわたって、均一パターン忠実性を遂行することが可能であって、導波管の中への光の効率的内部結合、導波管内の 1 つ以上の所望の方向に沿った光の効率的および / または均一分布、導波管内を伝搬する光の効率的および / または均一外部結合、またはそれらの任意の組み合わせを可能にすることが有利であり得る。いかなる一般性も失うことなく、パターン忠実性は、インプリントされたパターンがマスタから基板の表面に転写される、忠実性を指し得る。パターン忠実性は、以下の特性に基づいて決定される。

20

【 0 7 6 3 】

1) マスタ上のパターンからの基板上のパターンの変動。例えば、パターン忠実性は、特徴 (例えば、線、孔、溝、柱、側壁) における特性 (例えば、長さ、幅、高さ、深度、角度、または表面粗度) の変動が、閾値内である場合、高いと見なされ得る。例えば、パターン忠実性は、基板上のパターンとマスタ上のパターンとの間の線幅の変化、孔の直径または柱直径の変化、特徴の高さまたは深度の変化、側壁角度の変化、線縁の粗度の変化が、約 + / - 5 % 以内である場合、高いと見なされ得る。

【 0 7 6 4 】

2) 100 平方 μm または 1 平方 cm あたりの瑕疵の数。いくつかの実施形態では、特徴の特性の変動が、閾値を上回る場合、瑕疵と見なされ得る。瑕疵は、変動の量に基づいて、瑕疵サイズピンのうちの 1 つに割り当てられることができる。例えば、異なる瑕疵サイズピンは、変動 < 1 μm 、< 5 μm 、< 20 μm 、< 50 μm 、< 100 μm 等を含むことができる。基板上のパターンにおける 100 平方 μm または 1 平方 cm あたりの瑕疵の数が、閾値未満である場合、パターン忠実性は、高いと見なされ得る。

30

【 0 7 6 5 】

3) 基板の表面にわたるパターンおよびパターンの面積内の端間の整合。例えば、パターン忠実性は、1 つ以上の整合マークの任意の歪曲および / または縁境界における歪曲が存在しない場合、高いと見なされ得る。

40

【 0 7 6 6 】

本願で検討されるディスプレイデバイスの種々の実施形態は、導波管の一方または両方の表面上に配置される回折構造を伴う、導波管を備えることができる。回折構造は、可変高さおよび / またはピッチを有することができる。そのような導波管は、外光を内部結合し、内部結合された光を 1 つ以上の所望の方向に沿って分散させ、および / または内部結合された光を外部結合するように構成されることができる。ディスプレイデバイスの種々の実施形態では、そのような導波管は、望ましくない光アーチファクトを軽減させるように構成されることができる。回折特徴 (例えば、可変高さおよび / またはピッチを伴う回折特徴) を備える 1 つ以上の表面を伴う、導波管を加工する異なる方法が、本願に説明される。本願に説明される異なる方法のうちの 1 つ以上のものは、大量製造のために好適で

50

あり得る。本願に説明される、回折特徴（例えば、可変高さおよび／またはピッチを伴う回折特徴）を備える１つ以上の表面を伴う、導波管を加工する方法のうちのいくつかは、異なる率でエッチング液によってエッチングされる、少なくとも２つの異なる材料を採用することができる。

I. インプリントポリマーパターン化

【０７６７】

回折構造を導波管の一方または両方の表面上に加工する１つの方法は、導波管の一方または両方の表面をパターン化可能層を用いてパターン化するステップを含む。パターン化可能層は、ポリマーから成ることができる。例えば、パターン化可能層は、紫外線（ＵＶ）硬化性ポリマーから成ることができる。別の実施例として、パターン化可能層は、レジスト（例えば、ポリマーレジスト）から成ることができる。導波管は、高屈折率（例えば、１．８以上の屈折率および／またはガラスの屈折率を上回る屈折率）を伴う材料から成ることができる。パターン化可能層は、導波管の材料の屈折率未満の屈折率（例えば、１．８未満の屈折率）を有することができる。例えば、パターン化可能層の屈折率は、約１．２～約１．８であることができる。種々の実施形態では、パターン化可能層の屈折率は、約１．２以上であり、かつ約１．３以下である、約１．３以上であり、かつ約１．４以下である、約１．４以上であり、かつ約１．５以下である、約１．５以上であり、かつ約１．６以下である、約１．６以上であり、かつ約１．７以下である、約１．７以上であり、約１．８以下である、またはこれらの値のいずれかの間の任意の範囲／部分範囲であることができる。

【０７６８】

パターン化可能層は、ジェット堆積技術（例えば、インクジェット堆積）を使用して、導波管の１つ以上の表面にわたって配置されることができる。ジェット堆積技術は、インクジェットプリンタヘッドを使用して、導波管にわたって、ある体積のパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を分注するステップを採用する。例えば、インクジェットプリンタヘッドは、導波管にわたって、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の液滴を分注することができる。種々の実施形態では、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の分注される体積は、導波管の表面を横断して変動し得る。導波管にわたるパターン化可能材料の分注される体積の設置における正確度は、ジェット堆積技術を使用して堆積されるとき、高くあり得る。加えて、ジェット堆積技術は、異なる体積のパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）が導波管の表面の異なる領域内に堆積されることを可能にする。下記に議論されるように、ジェット堆積技術の本特性は、可変高さおよび／またはピッチを伴う特徴を加工する際に有利であり得る。ジェット堆積技術はまた、例えば、スピンコーティング等の他の堆積技術と比較して、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の無駄を低減させることができる。加えて、ジェット堆積技術を使用してパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を堆積させるステップは、例えば、スピンコーティング等の他の堆積技術と比較して、より高速であり得る。故に、いくつかの実装では、ジェット堆積技術は、スループットを増加させることができる。ジェット堆積を使用して、パターン化可能層の厚さは、制御され得る。例えば、ジェット堆積技術によって堆積されるパターン化可能層は、厚さ約１０ｎｍ～約１ミクロン（例えば、約１０ｎｍ～約５０ｎｍ、約２５ｎｍ～約７５ｎｍ、約４０ｎｍ～約１００ｎｍ、約８０ｎｍ～約３００ｎｍ、約２００ｎｍ～約５００ｎｍ、約４００ｎｍ～約８００ｎｍ、約５００ｎｍ～約１ミクロン、またはこれらの値のいずれかによって定義された範囲／部分範囲内の任意の値）を有し得る。堆積されたパターン化可能層の厚さを制御することは、下記に議論されるように、異なる高さを伴う回折特徴を加工する際に有利であり得る。加えて、異なる組成のパターン化可能層が、ジェット堆積技術を使用して、導波管の異なる部分に堆積され得る。異なる組成のパターン化可能層は、エッチング液に暴露されると、異なる率でエッチングし得る。故に、ジェット堆積技術を使用して、異なる組成のパターン化可能層を導波管の異なる部分に堆積させることは、下記に議論されるように、異なる高さおよび／またはピッチを伴う回折特徴を加工する際に有利であり

10

20

30

40

50

得る。製造の種々の実施形態では、他の堆積方法、例えば、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等が、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を堆積させるために採用されてもよい。

【0769】

例えば、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、チタン酸バリウム（ BaTiO_3 ）等のある高屈折率材料は、圧電性、強誘電性、および／または焦電性であり得る。 LiNbO_3 または LiTaO_3 等のそのような高屈折率材料から成る、導波管は、それらがパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の堆積のために調製されるにつれて、その圧電性、強誘電性、および／または焦電性性質に起因して、実質的表面電荷を発現させ得る。さらに、ジェット堆積技術を使用したパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の分注される体積も、荷電され得る。ある条件下では、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）の荷電された体積は、ジェット堆積技術を使用して荷電された表面上に分注されると、非対称的に拡散し得る。これは、分注される体積を所望の体積から逸脱させる結果をもたらし、および／または異なる分注される体積の望ましくない融合を引き起こし得る。故に、いくつかの実施形態では、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）は、他の堆積技法、例えば、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等を使用して、導波管の荷電された表面上に配置され得る。高屈折率（例えば、約1.8以上の屈折率）を伴う材料から成る、導波管1001をパターン化する例示的方法を示す。ブロック（I）に示されるように、所望の厚さを有する、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）から成る、硬化されていないパターン化可能層1011が、導波管1001の表面にわたって配置される。種々の実施形態では、接着助長剤層1003は、硬化されていないパターン化可能層1011の堆積前に、導波管1001の表面にわたって配置されることができ
る。硬化されていないパターン化可能層1011は、複数のインプリント特徴を備える、インプリントテンプレート1007を使用して、パターン化され、図10Aのブロック（II）に示されるように、紫外線（UV）光1009等の光を用いた照射によって硬化されることができ
る。代替として、インプリントされたパターン化可能層1011は、加熱等の他の方法によっても硬化されることができ
る。本実装では、いったんパターン化可能層1011が、硬化されると、インプリントテンプレート1007は、除去され、図10Aのブロック（III）に示されるように、パターン化された層1005を取得することができ
る。上記に議論されるように、ある場合には、例えば、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等の堆積技法が、異なる体積のパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を導波管の表面の異なる部分に堆積させ、可変高さおよび／またはピッチを伴う回折特徴の加工を可能にすることが不可能である場合がある。さらに、例えば、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等の堆積技法を使用して、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を堆積させるステップは、パターン化可能材料の無駄をもたらし得る。

【0770】

圧電性、強誘電性、および／または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、パターン化された導波管を加工する別の方法は、図10Bに図示される。本方法では、圧電性、強誘電性、および／または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、導波管1001の1つ以上の表面は、図10BのブロックI（a）に示されるように、ジェット堆積技術を使用した硬化されていないパターン化可能層1011の堆積を促進する、誘電材料1013の層を提供される（例えば、その上に堆積される、コーティングされる等）。随意に、誘電材料1013の層が、導波管の1つ以上の表面上に／にわたって配置されることができ
る。いくつかの実装では、誘電材料1013の層は、厚さ約5nm～約200nm

10

20

30

40

50

を有することができる。誘電材料は、光の可視波長に対して透明であることができる。いくつかの実装では、誘電材料は、導波管の高屈折率材料の屈折率に実質的に類似する、屈折率を有することができる。例えば、誘電材料の屈折率と導波管の高屈折率材料との間の差異は、いくつかの実装では、約20%以下であることができる。しかしながら、また、誘電材料の屈折率と導波管の高屈折率材料との間の差異は、いくつかの実装では、約20%を上回り得ることも想定される。種々の実施形態では、誘電材料1013の層は、炭化ケイ素(SiC)、二酸化チタン(TiO₂)、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)、窒化ケイ素(Si₃N₄)、または二酸化ケイ素(SiO₂)から成ることができる。いくつかの実施形態では、誘電材料は、例えば、スパッタまたは蒸発等の物理蒸着プロセスを使用して、圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、導波管の1つ以上の表面にわたって配置されることができる。いくつかの実施形態では、誘電材料は、例えば、プラズマ増強化学蒸着(PECVD)、大気圧プラズマ増強化学蒸着(APPECVD)、または原子層堆積(ALD)等の化学蒸着(CVD)プロセスを使用して、圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、導波管の1つ以上の表面にわたって配置されることができる。他のアプローチの使用も、可能性として考えられ得る。

10

【0771】

誘電材料1013の層は、圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈しない、材料から成ることができる。故に、誘電材料1013の層の表面は、例えば、導波管1001が、リソグラフィツールのチャック上に設置される、またはジェット堆積デバイスのプリントヘッドに対して移動されるにつれて、種々の実装では、電荷を蓄積し得ない。故に、ジェット堆積技術を使用して誘電材料の表面上に堆積される、パターン化可能材料(例えば、ポリマー、レジスト)の分注される体積は、いくつかの実装では、図10BのブロックI(a)に示されるように、非対称的に拡散しない、または隣接する体積と融合し得ない。例えば、液滴は、分注される液滴場所に留まる代わりに、事前に融合し得る。故に、パターン化された層の制御された厚さの残留層厚(RLT)を達成するために要求される、分注される液滴間の事前に定義された間隔は、維持され得ない。分注される液滴が、テンプレートによってインプリントされることに先立って、事前に融合すると、RLTの厚さは、無作為かつ非制御的となり得る。インプリントおよび硬化後に取得される結果として生じるパターンは、可変厚および/または他の非均一性を有し得る。厚さにおけるそのような変動および非均一性は、再現可能ではあり得ず、歪曲を仮想画像内に生じさせ得る。例えば、仮想画像の鮮明度、コントラスト、均一性、および/または明度が、いくつかの実施形態では、低減され得る。硬化されていないパターン化可能材料はまた、図10BのブロックI(b)に示されるように、例えば、ジェット堆積、コーティング、スピコンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等の堆積技法を使用して堆積されることができる。パターン化可能材料1011または硬化されていないパターン化可能層1011の分注される体積は、図10BのブロックIIに示されるように、インプリントパターンを備えるインプリントテンプレート1007をパターン化可能材料1011または硬化されていないパターン化可能層1011の分注される体積と接触させることによって、パターン化されることができる。上記に議論されるように、インプリントする本プロセスは、接触インプリントリソグラフィと称され得る。インプリントテンプレートは、ナノスケールまたはマイクロスケール特徴を備えてもよい。インプリントテンプレートの特徴は、インプリント特徴の可変高さ、深度、ピッチ、形状、配列、および/または場所、またはそれらの任意の組み合わせを有することができる。いくつかの他の実施形態では、パターン化可能材料1011または硬化されていないパターン化可能層1011の分注される体積は、他のリソグラフィ技法によってもパターン化されることができる。パターン化された材料は、例えば、図10Bのブロック(II)に示されるように、紫外線(UV)源から等の光1009によって、および/または加熱によって、硬化されることができる。インプリントテンプレートは、図10Bのブロック(III)に示されるように、パターン化さ

20

30

40

50

れた材料が、硬化され、パターン化された層 1 0 0 5 を備える、導波管 1 0 0 1 を取得後、除去されることができる。故に、パターン化可能材料は、パターン化され、パターン化された層 1 0 0 5 を形成する。

【 0 7 7 2 】

いくつかの実施形態では、パターン化された層 1 0 0 5 は、エッチングマスクとして使用され、高屈折率材料から成る導波管をエッチングすることができる。いくつかの実施形態では、エッチングプロセスは、誘電材料 1 0 1 3 の層および高屈折率材料から成る導波管 1 0 0 1 の表面を通してエッチングするように構成されることができる。種々の実施形態では、誘電材料のパターン化された層は、高屈折率材料から成る導波管 1 0 0 1 がエッチングされた後、異なるウェットまたはドライエッチングプロセスを使用して除去されることができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、誘電材料のパターン化された層は、導波管 1 0 0 1 のパターン化された表面が誘電材料のパターン化された層を含むように、残されることができる。種々の実施形態では、導波管 1 0 0 1 のパターン化された表面は、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるように構成される、材料の層、材料のフィルム、材料のコーティング、またはナノアーキテクチャを提供されることができる。例えば、いくつかの実施形態では、反射防止 (A R) コーティングが、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるために使用されることができる。いくつかの実装では、チタニア (TiO_2)、シリカ (SiO_2)、フッ化マグネシウム (MgF_2)、またはその交互層から成る、コーティングが、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるために使用されることができる。いくつかの実施形態では、導波管 1 0 0 1 は、着色され、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減してもよい。いくつかの実施形態では、付加的機能 (例えば、光の集束、光の発散、光の収集等) を提供する、光学要素が、導波管のパターン化された表面と統合されることができる。例えば、フレネルレンズまたは平凸面レンズが、図 2 7 を参照して下に議論されるように、パターン化された導波管 1 0 0 1 にわたって配置されてもよい。

【 0 7 7 3 】

圧電性、強誘電性、および / または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、パターン化された導波管を加工する別の方法は、図 1 0 C に描写される。本方法は、図 1 0 C のブロック I (b) に示されるように、圧電性、強誘電性、および / または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、導波管 1 0 0 1 の 1 つ以上の表面にわたって、接着助長剤層 1 0 0 3 を提供するステップを含む。いくつかの実施形態では、接着助長剤層は、2 - [(トリメチルシリル) オキシ] エチルアクリレートから成ることができる。接着助長剤層は、例えば、スピンコーティングまたは物理または化学蒸着方法を使用して、導波管の表面上に配置されることができる。パターン化された層は、テンプレートコーティングパターン転写方法を使用して、接着助長剤層にわたって配置されることができる。テンプレートコーティングパターン転写方法は、図 1 0 C のブロック I (a) に示されるように、硬化されていないパターン化可能材料 1 0 1 1 (例えば、ポリマーまたはレジスト) を、インプリントパターンを備える、インプリントテンプレート 1 0 0 7 上に配置するステップを含む。硬化されていないパターン化可能材料 1 0 1 1 (例えば、ポリマーまたはレジスト) は、ジェット堆積技術、または、例えば、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等の他の堆積方法を使用して、インプリントテンプレート 1 0 0 7 のパターン化された表面にわたって配置されることができる。インプリントパターンは、ナノスケールまたはマイクロスケール特徴を備えることができる。硬化されていないパターン化可能材料 1 0 1 1 (例えば、ポリマーまたはレジスト) が、ジェット堆積技術を使用して、インプリントテンプレート 1 0 0 7 のパターン化された表面にわたって配置されると、液滴パターンは、図 1 0 C のブロック I (a) に示されるように、ポリマーの分注される液滴が、毛細管作用の結果として、パターン化された表面を横断して拡散するように設計されてもよい。分注される硬化されていないパターン化可能材料 1 0 1 1 (例えば、ポリマーまたはレジスト) を備える、インプリントテンプレート 1 0 0 7 のパター

10

20

30

40

50

ン化された表面は、図 10 C のブロック I I に示されるように、接着助長剤層でコーティングされる導波管 1001 の表面と接触され、UV 照明 1009 等の光を使用して硬化される。いくつかの実施形態では、パターン化可能材料は、熱硬化を使用して硬化されることができる。硬化プロセスの間、パターン化可能材料 1011 (例えば、ポリマーまたはレジスト) は、テンプレート 1007 から接着助長剤層 1003 に転写される。テンプレート 1007 は、図 10 C のブロック (I I I) に示されるように、いったんパターン化されたパターン化可能材料 (例えば、ポリマーまたはレジスト) が、導波管 1001 の表面に転写され、パターン化された層 1005 を備える、導波管 1001 を取得すると、除去される。上記に議論されるように、いくつかの実施形態では、パターン化された層 1005 は、エッチングマスクとして使用され、高屈折率材料から成る、導波管 1001 の表面をエッチングすることができる。いくつかの実施形態では、エッチングプロセスは、接着助長剤層 1003 を通して、高屈折率材料から成る、導波管 1001 の表面の中にエッチングするように構成されることができる。種々の実施形態では、接着助長剤層 1003 は、高屈折率材料から成る、導波管 1001 が、エッチングされた後、除去されることができる。上記に議論されるように、種々の実施形態では、導波管 1001 のパターン化された表面は、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるように構成される、材料の層、材料のフィルム、材料のコーティング、またはナノアーキテクチャを提供されることができる。例えば、いくつかの実施形態では、反射防止 (AR) コーティングが、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるために使用されることができる。いくつかの実装では、チタニア (TiO_2)、シリカ (SiO_2)、フッ化マグネシウム (MgF_2)、またはその交互層から成る、コーティングが、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させるために使用されることができる。いくつかの実施形態では、導波管 1001 は、着色され、ユーザの視野内の外光および光アーチファクトを低減させてもよい。いくつかの実施形態では、付加的機能 (例えば、光の集束、光の発散、光の収集等) を提供する、光学要素が、導波管のパターン化された表面と統合されることができる。

【0774】

いくつかの実施形態では、圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、種々の導波管上に発現し得る、表面電荷を消散させることが望ましくあり得る。いくつかの実施形態では、導波管の 1 つ以上の表面上の電荷は、生成される表面電荷に応じて、バイポーラ清浄空気イオン化または負または正のイオン豊富ガスを用いて、導波管の 1 つ以上の表面上の電荷を中和させ得る、イオン化装置を使用することによって、低減または消散されることができる。例えば、イオン化を通して提供される、イオンは、導波管に指向され、その上の電荷を低減させることができる。いくつかの実施形態では、導波管の 1 つ以上の表面上の電荷は、プラズマを使用して、低減または消散されることができる。いくつかの実施形態では、二次的荷電されたまたは接地された表面が、導波管の 1 つ以上の表面と近接近され、導波管の 1 つ以上の表面上に生成された表面電荷を消散させることができる。いくつかの実施形態では、二次的荷電された表面は、導波管および/またはジェット堆積技術のプリントヘッドが相互に対して移動されるにつれて、導波管の 1 つ以上の表面と近接近されることができる。いくつかの実施形態では、導波管は、接地されたチャックと電気接触することができ、これは、導波管の 1 つ以上の表面上の電荷蓄積を消散させることに役立ち得る。いくつかの実施形態では、金属コーティング (例えば、イリジウム (Ir)、クロム (Cr)、またはニッケル (Ni) コーティング) または他の伝導性コーティングが、導波管の 1 つ以上の荷電された表面の少なくとも一部にわたって配置され、表面電荷を消散させることができる。任意の特定の理論に賛同するわけではないが、金属コーティングは、伝導性フィルムとして作用し、表面電荷蓄積を消散させる、例えば、均一に消散させることができる。いくつかの実施形態では、伝導性酸化物 (例えば、例えば、酸化インジウムスズ (ITO) 等の透明伝導性酸化物) が、導波管の表面の少なくとも一部にわたって配置され、導波管の 1 つ以上の表面上に蓄積し得る、表面電荷を消散させることができる。他の伝導性フィルムおよび放電または電荷消散

10

20

30

40

50

の他の方法が、使用されてもよい。

【 0 7 7 5 】

いくつかの実装では、上記に議論される様式における表面電荷の消散に応じて、パターン化可能材料は、上記に議論されるように、ジェット堆積技術を使用して分注され、インプリントテンプレートを使用してパターン化されることができる。パターン化されたパターン化可能材料は、UV硬化または熱硬化または他の硬化プロセスを使用して、硬化されることができる。いくつかの実施形態では、パターン化されたパターン化可能材料は、エッチングされ、高屈折材料から成る、導波管の1つ以上の表面をパターン化することができる。導波管の1つ以上の表面にわたって、金属コーティング等の伝導性コーティングを配置し、表面電荷を消散させるステップを採用する、製造方法の実施形態では、パターン化可能材料は、上記に議論されるように、伝導性コーティングまたは金属コーティングにわたって分注され、インプリントテンプレートを使用してパターン化されることができる。いくつかの実施形態では、パターン化されたパターン化可能材料および伝導性または金属層はともに、エッチングマスクとして使用され、導波管の1つ以上の表面の中にエッチングすることができる。

10

【 0 7 7 6 】

いくつかの実施形態では、圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈する、高屈折率材料から成る、導波管の荷電された表面上へのパターン化可能材料の堆積を促進するために、導波管の表面上の電荷構築は、パターン化可能材料の堆積前に低減されることができる。例えば、導波管上の水熱応力/歪みは、パターン化可能材料の堆積および/またはパターン化可能材料の堆積のための導波管の表面を調製するために着手される他のプロセスに先立って、導波管の表面の清掃の間に低減されることができる。種々の実施形態では、電荷消散および表面清掃は、LiNbO₃ウエハの表面をプラズマに暴露することによって、ともに行われることができる。例えば、大気圧プラズマが、表面電荷を消散させ、かつ表面を清浄するために使用されることができる。いくつかの実装では、プラズマは、温度摂氏約20~50度にあることができる。本温度範囲では、プラズマは、アルゴン(Ar)および酸素(O)イオンおよびラジカルから成ることができる。また、例えば、LiNbO₃等の高屈折率材料から成る、導波管上への格子構造の加工の間に行われる、異なるプロセス間の温度の大変動を回避することが望ましい。例えば、例えば、LiNbO₃等の高屈折率材料から成る、導波管上への格子構造の加工の間に行われる、異なるプロセス間の温度変動が、摂氏約30度を上回る場合、導波管基板(例えば、ウエハ)の亀裂のリスクが、増加する。導波管基板(例えば、ウエハ)の亀裂は、導波管の表面を劣化させ得る。ある場合には、例えば、亀裂からの残骸は、導波管の表面を汚染させ得る。いくつかの実施形態では、パターン化可能材料の堆積に先立った導波管の取扱およびチャック上への設置の間、導波管上の機械的応力/歪みを低減させることが望ましくあり得る。限定ではないが、空洞チャック、接地されたチャック、および/または導波管の表面上への表面電荷蓄積を低減させるように構成されるチャックを含む、チャック設計が、有利なこととして、採用され得る。例えば、例えば、空洞チャック等の非接触インプリントチャックが、導波管上の機械的応力を低減させ、および/または導波管の表面の引掻傷を低減または回避するために採用されることができる。別の実施例として、応柔性チャック設計を有する、チャックが、ポリマーの堆積の間、導波管を支持するために使用されることができる。応柔性チャック設計は、有利なこととして、接触ベースのインプリントの間、その荷重を導波管に伝達する代わりに、荷重をインプリントテンプレートからチャックシステムに向かって伝達することができる。パターン化可能材料の堆積の前に、導波管の表面上の電荷蓄積を低減させる別の実施例は、接触ベースのインプリントリソグラフィにおいて、ポリマーの硬化(例えば、UV硬化または熱硬化)の間に生成された機械的応力を低減させるステップを含むことができる。これは、硬化の間、導波管上の機械的制約をチャックから解放し(例えば、導波管上に保持される真空を解放する)、次いで、例えば、テンプレートの分離等の他のプロセスのために、パターン化可能材料が硬化された後、それを再印加することによって遂行されることができる。故に、種々の実装では、電荷蓄積

20

30

40

50

は、導波管上の機械的圧力を解放する、またはそれに印加されることによって、低減され得る。

【0777】

圧電性、強誘電性、および/または焦電性挙動を呈する、全ての高屈折率材料が、上記に議論される表面電荷蓄積の問題に悩まされるわけではない。例えば、パターン化可能材料の体積は、ジェット堆積技術を使用して、パターン化可能材料の望ましくない拡散または隣接する体積の融合のリスクを伴わずに、炭化ケイ素、Z - カット、X - カット、または Y - カット LiNbO₃ から成る、導波管の表面上に分注されることができる。故に、ジェット堆積技術を使用したパターン化可能材料の分注の前に、そのような導波管の表面に、付加的層、コーティング、フィルム（例えば、金属または伝導性酸化物等の伝導性層）を提供することは必要ではあり得ない。そのような導波管ではまた、ジェット堆積技術を使用したパターン化可能材料の分注の前に、上記に説明される種々の技法を使用して、表面電荷を消散させることも必要ではあり得ない。なお、種々の実装では、例えば、接着を助長するための接着助長材料等の材料の中間層または表面を引掻傷抵抗性および/または低反射性にするための1つ以上の層を導波管の表面上に配置することが有利であり得る。中間接着助長材料は、約2.6 ~ 3.0 屈折率を有するSiC、約2.3の屈折率を有するTiO₂、または約1.45の屈折率を有する二酸化ケイ素を含むことができる。いくつかの実装では、中間機能層は、高表面エネルギーを有するように構成されることができ、これは、ジェット堆積技術を使用して堆積されると、材料（例えば、ポリマー）の望ましい拡散を導入することができる。いくつかの実装では、分注されるパターン化可能材料の拡散挙動は、ナノスケールパターン化のために、パターン化可能材料（例えば、レジスト溶液）の高速の制御された事前拡散を向上させるために使用されることができる。いくつかの実施形態では、パターン化可能材料は、接着助長層の表面にわたって拡散させないように構成されることができる。本特性は、パターン化プロセスの間、パターン化可能材料の蒸発を回避または低減させるために有利であり得る。故に、例えば、種々の実施形態では、接着助長材料または他の中間層は、接着助長材料の層または他の中間層を、分注されるパターン化可能材料が数珠状になるように疎水性にする、または分注されるパターン化可能材料が拡散するように親水性にする、ある官能基を有することができる。このように、接着助長層または他の中間層の表面エネルギーは、調整され、液滴拡散の量を制御することができる。接着助長層または他の中間層は、硬化されたポリマーおよび/または硬化されていないポリマーに接合するためのサイトとして作用することができる。いくつかの実施形態では、接着助長層または他の中間層は、スピンコーティング、マイクログラビア印刷、浸漬コーティング、または微粒子化（噴霧）後乾燥ステップ（例えば、熱支援乾燥）によって、より高い屈折率材料から成る導波管にわたって配置されることができる。他の堆積方法も、使用されることができる。いくつかの実施形態では、接着助長層または他の中間層は、窒素（N₂）、アルゴン（Ar）、ヘリウム（He）等の不活性キャリアガスを使用して、蒸着によって、より高い屈折率材料から成る導波管にわたって堆積されることができる。いくつかの実施形態では、蒸着は、水の存在下で行われることができ、これは、接着助長層と高屈折率材料から成る導波管との間の架橋結合を助長することができる。接着助長材料の層または他の中間層は、いくつかの実装では、10 nm以下である厚さを有することができる。例えば、接着助長材料の層または他の中間層の厚さは、約0.5 nm以上であり、かつ約1 nm以下である、0.5 nm以上であり、かつ1.5 nm以下である、1.0 nm以上であり、かつ3.0 nm以下である、1.8 nm以上であり、4.0 nm以下である、3.0 nm以上であり、5.0 nm以下である、4.0 nm以上であり、6.0 nm以下である、5.0 nm以上であり、7.5 nm以下である、7.5 nm以上であり、10.0 nm以下である、10 nm以上であり、20.0 nm以下である、20 nm以上であり、40.0 nm以下である、またはこれらの値によって定義された任意の範囲/部分範囲内の任意の値であることができる。

【0778】

パターン化された表面を備える、高屈折率材料（例えば、約1.8を上回る屈折率）か

10

20

30

40

50

ら成る、導波管が、ディスプレイデバイスに、ガラスまたは1.8未満の屈折率を有する材料（例えば、約1.76の屈折率を有する、サファイア（ Al_2O_3 ））から成る、パターン化された導波管と比較して、高視野を提供するために使用されることができる。例えば、そのような導波管は、頭部搭載型ディスプレイの接眼レンズ内に含まれ、光を眼の中に指向し、画像をその中に形成することができる。さらに、高屈折率材料（例えば、約1.8を上回る屈折率）から成る、単一のパターン化された導波管が、光学源（例えば、投影デバイス）から出力された2つ以上の（例えば、2つまたは3つの）異なる色または波長の光（例えば、緑色光および青色光）を内部結合し、2つ以上の（例えば、2つまたは3つの）異なる色または波長の光を視認者に向かって投影するために使用されることができる。

10

【0779】

図10Dは、上記に議論される種々の方法を使用して加工される、例えば、 $LiNbO_3$ 等の高屈折率材料から成る、導波管1001の実装を示す。パターン化された層1005は、導波管1001の表面にわたって配置される。パターン化された層1005は、接触インプリントリソグラフィ、光学リソグラフィ、または他のリソグラフィ方法によってパターン化され得る、パターン化可能材料から成ることができる。例えば、パターン化された層1005は、例えば、レジストまたはフォトレジスト等のポリマーから成ることができる。パターン化された層1005は、導波管1001の屈折率未満の屈折率を有する材料から成ることができる。例えば、パターン化された層1005は、1.8未満の屈折率（例えば、屈折率約1.2~1.7）を有することができる。パターン化された層1005は、複数の回折特徴1007を備えることができる。パターン化された層1005の厚さは、いくつかの実装では、20nm未満であることができる。複数の回折特徴1007は、導波管1001を通して、青色および緑色光の両方を回折するように構成されることができる。いくつかのそのような実施形態では、赤色光を回折するように構成される、複数の回折特徴を備える、第2のパターン化された層を伴う、高屈折率を伴う材料から成る、第2の導波管が、赤色画像を第2の導波管から外に投影するために使用されることができる。いくつかの実施形態では、複数の回折特徴1007は、オブジェクトの仮想赤色、緑色および青色画像が導波管1001から外に投影され得るように、赤色、緑色、および青色光を回折するように構成されることができる。

20

II. 高屈折率材料を伴う導波管の直接パターン化

30

【0780】

パターン化された表面を、高屈折率材料（例えば、 SiC 、 $LiNbO_3$ 、または1.8以上の屈折率を有する他の光学的に透明な材料）から成る、導波管上に加工する別の方法は、高屈折率材料から成る、導波管の1つ以上の表面を直接パターン化するステップを含むことができる。高屈折率材料から成る、導波管の1つ以上の表面を直接パターン化するステップは、例えば、ドライ反応性イオンエッチング（RIE）、誘導結合プラズマ（ICP）エッチング、またはイオンビームエッチングを使用して等、エッチング技術を使用することによって遂行されることができる。

【0781】

高屈折率材料から成る、導波管の1つ以上の表面を直接パターン化するステップは、パターン化されるべき導波管の表面にわたって、パターンを有するエッチングマスクを配置するステップを含む。エッチングマスクのパターンは、導波管の表面上にエッチングされることが所望されるパターンに対応する、正のパターン、または導波管の表面上にエッチングされることが所望されるパターンに対向するパターンに対応する、負のパターンであることができる。適切なエッチング技術および適切なエッチング化学性質を使用して、導波管の表面は、エッチングマスクを通してエッチングされることができる。

40

【0782】

いくつかの実施形態では、上記に説明される光学リソグラフィまたは接触インプリントリソグラフィを使用して導波管の表面にわたって配置される、パターン化されたポリマーは、エッチングマスクとして使用されることができる。パターン化されたポリマーのパタ

50

ーンは、異なるエッチングプロセス（例えば、ドライエッチング）を使用して、導波管基板の表面上に転写される。図 1 1 A - 1 1 D は、上記に議論されるように、エッチングマスクを使用して、高屈折率材料から成る導波管の表面を直接パターン化する異なる方法を図示する。

【 0 7 8 3 】

図 1 1 A は、エッチングマスク 1 1 0 3 a を使用して、例えば、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 を直接パターン化する方法を図示する。エッチングマスク 1 1 0 3 a は、パターン化されたパターン化可能材料（例えば、ポリマーアクリレートベースのレジスト）から成ることができる。例えば、エッチングマスク 1 1 0 3 a は、上記に説明される、パターン化された層 1 0 0 5 を備えることができる。そのような実施形態では、エッチングマスク 1 1 0 3 a は、ポリマーまたはレジスト材料から成ることができる。例えば、エッチングマスク 1 1 0 3 a は、ポリマーアクリレートベースのレジストから成ることができる。エッチングマスク 1 1 0 3 a は、ある高さを有する、基部 1 1 0 4 a と、基部 1 1 0 4 a の上方に延在する、複数の特徴 1 1 0 5 a とを有する。種々の実施形態では、基部 1 1 0 4 a の高さは、約 5 nm ~ 60 nm であることができるが、本範囲外の異なる厚さも、使用されることができる。 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 およびエッチングマスク 1 1 0 3 a は、以下のガス、すなわち、 CBrF_3 、 HBr 、 CHF_3 、 CF_4 、 C_4F_8 、 CH_4 、 SF_6 、 He 、 H_2 、 Ar 、 O_2 のうちの 1 つ以上のものを使用して、ドライエッチングまたは ICP を使用してエッチングされることができる。エッチング条件（例えば、エッチング時間および他のエッチングパラメータ）は、エッチングマスクの基部 1 1 0 4 a が、完全にエッチングされ、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 の一部を暴露させるように制御されることができる。その上にそれらが配置される、導波管 1 1 0 1 の表面からのエッチングマスク 1 1 0 3 b の複数の特徴 1 1 0 5 a の高さは、低減され得るが、複数の特徴 1 1 0 5 a は、留保される。 F 、 Br 、 Ar 、 CH 化学性質を使用した第 2 のエッチングが、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 の暴露部分および複数の特徴 1 1 0 5 a の残りの部分を通してエッチングするために使用される。複数の特徴 1 1 0 5 a の残りの部分が、ポリマーアクリレートベースのレジストから成る場合、それらは、導波管 1 1 0 1 の暴露部分が第 2 のエッチングプロセスによってエッチングされる率の約 3 倍の率でエッチングされることができる。故に、導波管 1 1 0 1 の表面上に加工される複数の特徴 1 1 0 6 a の高さは、小さくなり得る。その中に導波管 1 1 0 1 内に形成される複数の特徴 1 1 0 6 a が、内部結合光学要素、外部結合光学要素、または光分散要素として構成される、導波管 1 1 0 1 を備える、ディスプレイデバイスの実施形態では、光内部結合、光外部結合、および / または配光の効率は、複数の特徴 1 1 0 6 a の高さが小さい場合、低減され得る。複数の特徴 1 1 0 6 の高さを増加させるために、エッチングマスクは、導波管 1 1 0 1 の材料がエッチングする率に匹敵する率でエッチングし得る、「ポリマーレジスト： LiNbO_3 」と異なる組成を有する、材料から成ることができる。例えば、いくつかの実施形態では、エッチングマスク 1 1 0 3 a は、例えば、約 1 % ~ 約 25 % 重量比のシリコン等、一部のシリコン（ Si ）から成る、レジストから成ることができる。レジストへのシリコンの添加は、エッチングマスク 1 1 0 3 a のエッチングの率を減少させ、エッチングの率の減少の結果として、エッチング選択性を増加させることができる。例えば、レジストのある部分へのシリコンの添加は、レジストのそれらの部分におけるエッチングの率を減少させることができる。故に、エッチング深度の制御が、レジストのそれらの部分では改良されることができる。RIE エッチングの種々の物理および化学成分は、種々の実装では、エッチング率を改変し、エッチング選択性を増加または減少させるために変化されることができる。同様に、エッチングマスク 1 1 0 3 a のエッチング率は、エッチング化学性質に依存し得る。導波管と比較してエッチングマスクのエッチング率を減少させた、エッチング化学性質が、導波管のエッチング率を減速させずに、または導波管のエッチング率をそれほど減速させずに、マスクのエッチング率を減速させるために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、複数の特徴 1 1 0 6 a の高さは、エッチングマスク 1 1 0 3 a のパターンの高さに依存し得る。故に、種々の実施形態では、導

10

20

30

40

50

波管内の複数の特徴 1 1 0 6 a の高さは、エッチングマスク 1 1 0 3 a のパターンの高さ、ポリマーの組成、および / またはエッチング化学性質を選択することによって、調整されることができる。

【 0 7 8 4 】

図 1 1 B は、エッチングマスク 1 1 0 3 b を使用して、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 を直接パターン化する方法を図示する。エッチングマスク 1 1 0 3 b は、ある量のシリコンを備える、インプリントレジストから成ることができる。上記に議論されるように、パターン化可能材料の中へのシリコンの添加は、エッチングマスク 1 1 0 3 b のエッチング率を低減させ、エッチング選択性を増加させることができる。シリコンから成る、一般的クラスのインプリントレジストは、米国特許第 7, 2 8 2, 5 5 0 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。エッチングマスク 1 1 0 3 b の組成は、米国特許第 7, 2 8 2, 5 5 0 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、組成 1、2、3、4、5、6、7、8 に類似することができる。エッチングマスク 1 1 0 3 b は、基部 1 1 0 4 b と、基部 1 1 0 4 b の上方に延在する、複数の特徴 1 1 0 5 b とを有する。シリコンから成るインプリントレジストのオルガノ - シリコン結合が、R I E エッチングプロセスにおいて酸素に暴露されるとき、無機 SiO_x マスクを形成するように変換されることができる。 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 およびエッチングマスク 1 1 0 3 b は、エッチングマスク 1 1 0 3 b の基部 1 1 0 4 b および LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 の暴露部分を完全にエッチングする、F、CH、Ar、O 化学性質に基づく、第 1 のエッチングプロセスを使用してエッチングされることができる。その上にそれらが配置される、導波管 1 1 0 1 の表面からのエッチングマスク上の複数の特徴 1 1 0 5 b の高さは、低減されるが、複数の特徴 1 1 0 5 b は、留保される。F、Br、Ar、CH 化学性質を使用した第 2 のエッチングが、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 の暴露部分および複数の特徴 1 1 0 5 b の残りの部分を通してエッチングするために使用される。シリコンから成る、パターン化可能材料 (例えば、レジスト) のエッチング率は、パターン化可能材料 (例えば、レジスト) 単独のエッチング率より低い。同様に、シリコンから成る、レジストのエッチング選択性は、レジスト単独のエッチング選択性を上回る。故に、図 1 1 B に示される、導波管 1 1 0 1 の表面上に加工される、複数の特徴 1 1 0 6 b の高さは、図 1 1 A に示される、導波管 1 1 0 1 の表面上に加工される、複数の特徴 1 1 0 6 a の高さを上回ることができる。同様に、エッチングマスク 1 1 0 5 b を構成するパターン化可能材料のエッチング率を減速させ、導波管 1 1 0 1 のエッチング率により近づくように合致させることによって、導波管内の複数の特徴 1 1 0 6 b の高さは、増加されることができる。

【 0 7 8 5 】

図 1 1 C は、エッチングマスク 1 1 0 3 c を使用して、 LiNbO_3 から成る導波管 1 1 0 1 を直接パターン化する方法を図示する。エッチングマスク 1 1 0 3 c は、ある高さを有する、基部 1 1 0 4 c と、基部 1 1 0 4 c の上方に延在する、複数の特徴 1 1 0 5 c とを有する。エッチングマスク 1 1 0 3 c は、シリコンの量を備える、インプリントレジストであることができる。エッチングマスク 1 1 0 3 c は、有機転写層 1 1 0 7 c 等の転写層上に配置される。有機転写層 1 1 0 7 c は、例えば、他のアクリレートまたはエポキシベースのポリマー等の材料から成ることができる。転写層 (例えば、有機転写層) 1 1 0 7 c は、限定ではないが、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等を含む、堆積技法を使用して、導波管 1 1 0 1 の表面にわたって堆積されることができる。転写層 1 1 0 7 c の厚さは、いくつかの実装では、約数十 ~ 数百ナノメートル (nm) であることができる。直接パターン化するプロセスは、フッ素化学性質を使用して、デスカム処理し、次いで、Ar / O_2 に切り替え、 SiO_x マスクを構築し、次いで、F、CH、Ar、O、He 化学性質を使用して、エッチングマスク 1 1 0 3 c および転写層 (例えば、有機転写層) 1 1 0 7 c を通して、導波管 1 1 0 1 の暴露部分までエッチングするステップを含むことができる。エッチングマスク 1 1 0 3 c および転写層 1 1 0 7

cの一部は、依然として、留保される。続いて、導波管1101の暴露部分およびエッチングマスク1103cおよび転写層（例えば、有機転写層）1107cの残りの部分は、F、Br、Ar、CH化学性質を使用してエッチングされ、複数の特徴1106cを形成することができる。任意の特定の理論に賛同するわけではないが、ナノ特徴剪断、線の側壁傾斜、線の接触/融合等の瑕疵に遭遇せずに、接触インプリントリソグラフィを用いてインプリントされ得る、レジスト層の高さには、限界が存在し得る。ある実装では、類似または等しい高さの特徴を備える、インプリントテンプレートを使用した、接触ベースのインプリントを通した、閾値高さを上回る高さを有する、インプリント特徴（高さ特徴とも称される）は、パターン忠実性を低減させ得る。故に、有機転写層1107cが、エッチングマスクの特徴の高さ未満の高さを有する特徴を備える、インプリントテンプレートを使用して、接触ベースのインプリントを通した高さ特徴を備えるエッチングマスクを作成するために使用されることができ、これは、インプリントパターン化においてあるプロセス制約を克服することが要求される場合、より高いエッチングマスクを取得するために有用であり得る。

【0786】

図11Dは、エッチングマスク1103dを使用して、 LiNbO_3 から成る導波管1101を直接パターン化する方法を図示する。エッチングマスク1103dは、転写層（例えば、有機転写層）1107dを導波管1101の表面上に堆積させることによって形成される。上記に議論されるように、有機転写層1107dは、例えば、TranspinまたはBARC等の材料から成ることができる。転写層1107dは、ジェット堆積技術、または限定ではないが、コーティング、スピンコーティング、噴霧、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン等を含む、ある他の堆積技法を使用して、堆積されることができ、転写層1107dの厚さは、いくつかの実装では、約数十～数百ナノメートル（nm）であることができる。転写層1107dは、構造的および機能的に、転写層1107cに類似することができる。転写層1107dは、例えば、接触インプリントリソグラフィ等のリソグラフィ技法を使用して、パターン化されることができ、パターン化された転写層1107dは、複数の特徴1105dを備えることができる。エッチング層1108dが、インプリントされた転写層1107dにわたって堆積され、平面化テンプレートを使用して、平面化されてもよい。エッチング層1108dは、例えば、SilSpin等のシリコンから成ってもよい。本プロセスは、ジェットおよびフラッシュインプリントリソグラフィリバーストーン（J-FIL-R）と称され得る。パターン化された転写層1107dの複数の特徴1105dにわたってある、層1108dの一部は、エッチングすることによって除去され、図11Dの上部に示される構造をもたらすことができる。例えば、F、CH、Ar、O化学性質が、パターン化された有機転写層1107dの複数の特徴1105dにわたってある、層1108dの一部を除去するために使用されることができ、続いて、転写層1107dの暴露部分は、導波管まで下方にエッチングされることができ、例えば、Ar/O₂化学性質が、例えば、SiO_xエッチングマスクを形成するためにSiから成り得る、エッチング層1108dの一部を酸化させながら、転写層（例えば、有機転写層）を除去するために使用されることができ、続いて、導波管1101の暴露部分および酸化されたSiO_xマスクおよび有機転写層1107dの残りの部分は、F、Br、Ar、CH化学性質を使用してエッチングされ、複数の特徴1106dを導波管内に形成することができる。本アプローチは、インプリントするために、有機レジストの組成を使用するという利点を有する。有機レジストは、Siレジストより機械的に強くあり得る。故に、インプリントプロセスにおける瑕疵は、低減されることができ、

III. 高屈折率材料を伴う導波管の表面にわたって配置される高屈折率コーティングの中へのエッチング

【0787】

高屈折率材料から成る、導波管の種々の実施形態は、高屈折率を有する低吸収係数（ $k < 0.001$ ）を伴うそのような高屈折材料（ $n > 1.8$ ）の層を導波管の表面にわたっ

10

20

30

40

50

て堆積させ、パターン化可能層（例えば、レジスト層）を誘電材料の層にわたって堆積させ、パターン化可能層（例えば、レジスト層）をパターン化し、高屈折率を有する堆積された材料の層をエッチングし、誘電材料のパターン化された層を取得することによって、パターン化されることができる。種々の実施形態では、堆積された材料、すなわち、高屈折率材料の層は、 SiC 、 TiO_2 、 ZrO_2 、または Si_3N_4 から成ることができる。いくつかの実施形態では、堆積された材料の屈折率は、導波管の材料の屈折率に実質的に類似することができる。例えば、いくつかの実装では、堆積された材料および導波管の材料の屈折率の差異は、約20%未満であることができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、堆積された材料および導波管の材料の屈折率の差異は、約20%以上であることができる。いくつかの実施形態では、誘電材料の屈折率は、導波管の材料の屈折率を上回ることができる。高屈折率を有する、堆積された材料は、エッチングされるべき特徴の所望の高さ/深度およびエッチングするために使用されるエッチング化学性質に基づいて、選定されることができる。例えば、 TiO_2 の層は、あるエッチング化学物質に関して、 LiNbO_3 と比較してより高速にエッチングする。したがって、導波管が、 LiNbO_3 から成る場合、 TiO_2 が LiNbO_3 より高速でエッチングする、それらのエッチング化学物質に関して、導波管表面は、 TiO_2 をエッチングする間、エッチング停止層として作用することができる。結果として生じる生成物は、導波管材料の誘電体または誘電部分から成る回折特徴を伴う、導波管となり得る。

IV. 導波管の中にエッチングするための複数のマスク層の使用

【0788】

例えば、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、または SiC 等の高屈折率材料から成る、導波管の種々の実施形態は、複数のマスクを使用することによって、パターン化されることができる。複数のマスクのうちの1つ以上のものは、導波管の材料をエッチングするためのエッチング化学性質と異なる、エッチング化学性質を用いて、エッチングされることができる。例えば、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、または SiC 等の高屈折率材料から成る、導波管をパターン化する方法の実施例は、導波管の材料をエッチングするエッチング化学性質と異なる、エッチング化学性質を用いてエッチングされ得る、材料の層を配置するステップを含む。例えば、導波管が、 TiO_2 から成る場合、クロム（ Cr ）またはニッケル（ Ni ）から成る層が、エッチングされるべき導波管の表面にわたって堆積される。クロム（ Cr ）またはニッケル（ Ni ）から成る層は、例えば、スパッタリングまたは蒸発等の堆積技法を使用して堆積されることができる。いくつかの実施形態では、クロム（ Cr ）またはニッケル（ Ni ）から成る層は、高温の使用の有無にかかわらず、酸素豊富環境内における低圧プラズマ条件下でクロム（ Cr ）またはニッケル（ Ni ）から成る層の堆積後、加速された酸化プロセス下で酸化されることができる。クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、またはその酸化物 Cr_2O_3 、 NiO から成る層は、塩素ベースの化学性質を用いてエッチングされることができる一方、 TiO_2 から成る導波管は、フッ素ベースの化学性質を用いてエッチングされることができる。クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、またはその酸化物 Cr_2O_3 、 NiO から成る層は、パターン化され、第1のエッチングマスクを形成することができる。第1のエッチングマスクによって被覆されない、 TiO_2 から成る導波管の部分は、フッ素ベースの化学性質を使用してエッチングされることができる。導波管の表面内の特徴を加工後、第1のエッチングマスクは、塩素ベースの化学性質を使用して、エッチングされることができる。

【0789】

クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、またはその酸化物、例えば、 Cr_2O_3 、 NiO から成る層をパターン化する1つの方法は、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）の層を、クロム（ Cr ）、ニッケル（ Ni ）、またはその酸化物、 Cr_2O_3 、 NiO から成る層にわたって堆積させるステップを含む。インプリントされ得る、ポリマー（例えば、 SiO_2 ：レジストポリマー）層の層は、例えば、ジェット堆積技術またはスピンコーティング等の種々の堆積技法を使用して、 SiO_2 の層にわたって配置される。ポリマー層は、インプリントテンプレートを使用して、またはフォトリソグラフィによって、インプリントされる

10

20

30

40

50

ことができる。SiO₂層は、-F、-CH、Ar、およびO化学性質を使用してエッチングされ、パターン化されたSiO₂層を形成することができる。クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、またはその酸化物から成る層は、次いで、-Cl、Ar、O化学性質を用いてエッチングされ、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、またはその酸化物から成る、パターン化された層を形成する。

【0790】

故に、導波管は、金属または酸化された金属から成り得る、第1のエッチングマスクを堆積させることによって、エッチングされることができる。第2のエッチングマスクが、第1のエッチングマスクを構成する材料の層にわたって堆積され、第1のエッチングマスクを第1のエッチングマスクを形成するために使用される材料の層からパターン化してもよい。第2のエッチングマスクは、SiO₂等の酸化物から成ってもよい。可能性として、ポリマーから成る、第3のエッチングマスクが、第2のエッチングマスクを第2のエッチングマスクの材料から成る材料の層からエッチングおよびパターン化するために使用されてもよい。異なるエッチング化学物質が、異なるエッチングマスク層をエッチングするために採用されてもよい。より多いまたはより少ない層もまた、使用されてもよい。

V. 段階的なエッチング

【0791】

段階的なエッチング技法は、導波管の表面を横断して回折特徴のピッチおよび/または回折特徴の高さに段階化を伴う、回折特徴を加工するために有用であり得る。導波管の表面を横断した回折特徴のピッチおよび/または回折特徴の高さの段階化は、例えば、導波管から出力された光の均一性および強度を増加させる際に有利であり得る。例えば、より高い光強度を伴う導波管の領域内の回折特徴は、回折効率を低減させるためにより短くされ得る一方、より低い光強度を伴う導波管の領域内の回折特徴は、回折効率を増加させるためにより高くされ得る。このように、導波管から出力された光の均一性は、光出力の強度を維持しながら、増加されることができる。段階的なエッチングのいくつかの技法が、下記に説明される。

A. 段階的なポリマー層の使用

【0792】

導波管の表面を横断して可変高さを伴う特徴を備える、導波管を加工する1つの方法は、一定高さを伴う特徴を有するインプリントテンプレートを用いてインプリントされる、パターン化可能材料(例えば、ポリマー、レジスト)から成る傾きが付けられたまたは段階的なパターン化可能層を、導波管の表面にわたって配置するステップを含む。パターン化可能層は、導波管の表面に対して傾きが付けられるように堆積される。パターン化可能層は、インプリントテンプレートを用いてインプリントされ得る、レジスト材料から成ることができる。パターン化可能層の傾きは、特徴の高さにおける所望の段階化に対応するように構成されることができる。例えば、パターン化可能層は、パターン化可能層の高さが、より浅い(例えば、あまり深くない)深度までエッチングされることになる導波管の部分においてより高くなるように、傾きが付けられることができる。いかなる一般性も失うことなく、パターン化可能層の高さは、導波管の表面から導波管表面に対向するパターン化可能層の暴露表面までの距離に対応する。傾きが付けられるパターン化可能層は、図12A、12B-1、12B-2、および12Cを参照して下記に議論されるように、負のマスクまたは正のマスクとして使用されるように構成されることができる。

【0793】

インクジェット印刷デバイスによって実装されるジェット堆積技術は、傾きが付けられるパターン化可能層を堆積させるために使用されることができる。例えば、インクジェット印刷デバイスのプリントヘッドから分注されるパターン化可能層の体積は、導波管の表面を横断して変動されることができる。種々の実施形態では、インクジェット印刷デバイスのプリントヘッドは、約50ミクロン~約150ミクロンの範囲内のサイズを有する液滴を分注するように構成されることができる。例えば、分注される液滴は、サイズ約50ミクロン~約60ミクロン、約55ミクロン~約65ミクロン、約60ミクロン~約70

ミクロン、約 65 ミクロン～約 75 ミクロン、約 70 ミクロン～約 80 ミクロン、約 75 ミクロン～約 85 ミクロン、約 80 ミクロン～約 90 ミクロン、約 85 ミクロン～約 95 ミクロン、約 90 ミクロン～約 100 ミクロン、約 100 ミクロン～約 110 ミクロン、約 110 ミクロン～約 120 ミクロン、約 120 ミクロン～約 130 ミクロン、約 130 ミクロン～約 140 ミクロン、約 140 ミクロン～約 150 ミクロン、またはこれらの値のいずれかの間の任意の範囲を有することができる。分注される液滴の体積は、インクジェット印刷デバイスのプリントヘッドが導波管の表面を横断して移動されるにつれて、変動されることができる。例えば、いくつかの実施形態では、パターン化可能材料の体積（例えば、液滴のサイズおよび/または密度に基づく、液滴中の材料の体積）は、インクジェット印刷デバイスのプリントヘッドが、導波管のパターン化された面積となる表面を横断して移動され、可変体積のポリマーパターン化可能層を堆積または分注するにつれて、変動されることができる。上記に議論されるように、傾きが付けられるパターン化可能層は、一定高さを伴う特徴を有するインプリントテンプレートと接触することによって、パターン化される。故に、パターン化された傾きが付けられるパターン化可能層の特徴の高さは、導波管の表面を横断して変動する。

【0794】

パターン化された傾きが付けられるパターン化可能層を使用して、段階的な回折特徴を導波管表面の上に加工する 2 つの異なる方法が、下記に説明される。図 12A は、導波管 1201 の表面上に配置される、パターン化された傾きが付けられるパターン化可能層 1203 の例示的实施形態を図示する。導波管 1201 は、例えば、SiC、LiNbO₃ 等の高屈折率材料から成ることができる。パターン化された傾きが付けられるパターン化可能層は、傾きが付けられる基部 1204 と、複数の特徴 1205 とを備える。複数の特徴 1205 の暴露表面と導波管 1201 の表面との間の距離は、導波管の表面を横断して変動する。複数の特徴 1205 の暴露表面と導波管 1201 の表面との間の距離 1209 における変動は、傾きが付けられる基部 1204 の傾きに対応し得る。

【0795】

段階的な特徴を備える、導波管を加工する第 1 の方法では、パターン化されたパターン化可能層 1203 は、複数の特徴 1205 における高さ変動が導波管 1201 の表面に転写されるように、正のマスクとして使用される。段階的な特徴を備える、導波管を加工する第 1 の方法は、図 12B-1 に示されるように、傾きが付けられる基部層 1204 が、エッチングされ、複数の特徴 1205 間の導波管 1201 の表面を暴露する、第 1 のステップを含む。種々の実施形態では、導波管 1201 の材料をエッチングせずに、ポリマー層 1203 の材料のみをエッチングする、エッチングプロセスが、傾きが付けられる基部層 1204 をエッチングするために使用されることができる。図 12B-1 に示される複数の特徴 1205 の高さは、傾きが付けられる基部層 1204 をエッチングするプロセスの間、低減されることができるが、複数の特徴 1205 の一部は、少なくとも大部分の特徴に関して留保され得る。段階的な特徴を備える、導波管を加工する第 1 の方法は、図 12B-2 に示されるように、複数の特徴 1205 の留保された部分および導波管 1201 の暴露部分が、エッチングされ、複数の特徴 1206 を備える、導波管を加工する、第 2 のステップを含む。本実施形態では、短格子特徴が、過剰エッチングの結果として形成される。過剰エッチングは、エッチングプロセスの間にエッチングマスク（例えば、パターン化されたパターン化可能層 1203）が完全にエッチングされた後の格子特徴のエッチングを指す。これは、格子特徴をエッチング材料に暴露されるように残す。格子は、したがって、エッチングプロセスが進行するにつれて、側壁および角の丸みの増加に伴って、高さおよび幅を喪失する。過剰エッチングから生じる、線幅低減および高さ低減は、図 12B-2 に示されるように、傾きが付けられる表面上に配置される、異なる高さの格子特徴を備える、段階的な格子構造を加工するために有利である。上記に説明される第 1 の方法を使用して加工される、パターン化された導波管 1201 は、基部 1207 と、基部に対向する、傾きが付けられる表面 1208 とを有する。傾きが付けられる表面 1208 は、複数の特徴 1206 を備える。基部 1207 と複数の特徴 1206 の暴露表面との間の

10

20

30

40

50

距離は、図 1 2 B - 2 から分かるように、導波管の表面を横断して変動する。

【 0 7 9 6 】

段階的な特徴を備える、導波管を加工する第 2 の方法では、パターン化されたパターン化可能層 1 2 0 3 は、負のマスクとして使用され。可変深度を伴う溝を導波管 1 2 0 1 の表面内に形成する。第 2 の方法は、図 1 2 C に示されるように、パターン化可能層 1 2 0 3 の材料および導波管 1 2 0 1 の材料をエッチングする、エッチングプロセスを使用して、傾きが付けられる基部層 1 2 0 4 および複数の特徴 1 2 0 5 をエッチングするステップを含む。加工の第 2 の方法では、導波管 1 2 0 1 の表面がエッチングされる、深度は、パターン化可能層 1 2 0 3 の高さの変動に伴って変動する。例えば、導波管 1 2 0 1 の表面がエッチングされる、深度は、図 1 2 C に示されるように、それにわたってパターン化可能層の高さがより低い、導波管 1 2 0 1 の表面の一部においてより深い。図 1 2 C に描写されるパターン化された導波管 1 2 0 1 は、基部 1 2 0 7 と、複数の溝 1 2 1 0 とを備え、複数の溝の深度 1 2 1 1 は、導波管の表面を横断して変動する。

10

【 0 7 9 7 】

複数の特徴 1 2 0 6 および複数の溝 1 2 1 0 のピッチは、図 1 2 B - 2 および 1 2 C に図示されるパターン化された導波管の実施形態では、一定またはほぼ一定であるように描写されるが、導波管内の回折特徴のピッチおよび高さおよび配列は、使用されるパターンに応じて、段階的なパターンを備える、導波管の種々の実施形態では、変動し得る。高さおよび配列も同様に、異なる。

B . 段階的なインプリントテンプレートの使用

20

【 0 7 9 8 】

導波管の表面を横断して可変高さを伴う特徴を備える、導波管を加工する別の方法は、導波管の表面にわたって一定高さを有するパターン化可能層を配置するステップと、傾きが付けられるまたは段階的なインプリント特徴を有するインプリントテンプレートをを用いて、一定高さを伴うパターン化可能層をインプリントするステップとを含む。段階的なインプリント特徴を伴う、インプリントテンプレートは、リソグラフィ技法を使用して、加工されることができる。パターン化可能層は、例えば、F に図示される段階的なインプリントテンプレート 1 3 2 0 等の段階的なインプリントテンプレートをを用いて、インプリントされ得る、レジスト材料から成ることができる。段階的なインプリントテンプレート 1 3 2 0 は、可変深度 1 3 3 0 を伴う、複数の溝 1 3 3 0 を備える。

30

【 0 7 9 9 】

図 1 3 B - 1 3 D は、可変高さを伴う特徴を備える、導波管を加工する種々のステップを描写する。上記に議論されるように、導波管 1 3 0 1 は、1 . 8 を上回る屈折率を伴う光学的に透過性の材料から成ることができる。いくつかの実施形態では、導波管 1 3 0 1 は、例えば、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 、 SiC 等から成る基板にわたる、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 TiO_2 等から成ることができる。第 1 のステップは、導波管 1 3 0 1 の表面にわたってパターン化可能層 1 3 0 3 を形成するステップを含むことができる。パターン化可能層 1 3 0 3 の高さは、導波管 1 3 0 1 の表面を横断して一定であることができる。一定高さのパターン化可能層 1 3 0 3 は、段階的なインプリントテンプレート 1 3 2 0 をを用いてインプリントされる。インプリントテンプレート 1 3 2 0 は、可変深度を有する複数の堀または溝を含む。示される実施例では、堀または溝は、徐々に低減する深度を有する。インプリントテンプレート 1 3 2 0 をを用いて、パターン化可能材料の層をインプリントすることによって形成される、結果として生じるパターン化されたパターン化可能層 1 3 0 3 は、図 1 3 B に示される。パターン化されたパターン化可能層 1 3 0 3 は、インプリントテンプレート 1 3 2 0 をを用いてインプリントされる結果として、基部 1 3 0 4 と、複数の特徴 1 3 0 6 とを備える。図 1 3 A および 1 3 B に示される実装では、可変深度を有する、インプリントテンプレート 1 3 2 0 内の堀または溝は、可変高さ 1 3 0 9 を有する、パターン化可能層内の特徴 1 3 0 6 に対応し、それを生産する。導波管 1 3 0 1 の表面からの基部 1 3 0 4 の高さ 1 3 0 8 は、導波管 1 3 0 1 の表面を横断して一定またはほぼ一定である。複数の特徴 1 3 0 6 の暴露表面と基部 1 3 0 4 の暴露表面との間

40

50

の高さ 1309 は、導波管 1301 の表面を横断して変動する。

【0800】

第 1 の方法では、段階的な高さパターンは、図 13D に示されるように、パターン化可能層 1303 および導波管 1301 の表面を通してエッチングし、段階的な高さを伴う複数の特徴 1310 を伴う表面を有する、導波管を取得することによって、導波管 1301 の表面に転写され得る。いくつかの実装では、例えば、段階的な高さパターンは、RIE、ICP、または大気プラズマ (AP) エッチングプロセスを使用して、導波管 1301 の表面にエッチングされることができる。いくつかの実装では、F、Ar、O、CH 化学性質が、パターン化可能層 1303 および導波管 1301 の表面を通してエッチングするために使用されることができる。本方法を使用して、段階的な高さパターンが、単一

10

【0801】

段階的な高さパターンを導波管 1301 の表面に転写する第 2 の方法は、2 つのステップを含む。第 1 のステップは、図 13C に示されるように、パターン化可能層の基部 1304 を導波管 1301 の表面の暴露部分までエッチングするステップを含む。ある実装では、例えば、第 1 のステップは、Ar、O 化学性質を使用した、RIE、ICP、または大気プラズマ (AP) エッチングプロセスを使用し、パターン化可能層の基部 1304 をエッチングするステップを含む。複数の特徴 1306 の高さ 1309 は、基部 1304 をエッチングするプロセスの間、低減され得る。第 2 のステップは、複数の特徴 1306 の残りの部分および導波管 1301 の表面を通してエッチングするステップを含む。第 2 の

20

C. 段階的なデューティサイクルの使用

【0802】

導波管の表面をエッチングする種々の方法では、エッチング深度は、エッチング液に暴露される、導波管表面の面積に依存し得る。故に、異なる高さを伴う、複数の特徴を備える、導波管表面は、エッチング液に暴露される、導波管表面の面積を変動させることによって取得されることができる。図 14 は、段階的な高さパターンを伴う、導波管を加工する方法を図示する。本方法は、導波管 1401 の表面にわたって、パターン化可能層 1403 を堆積させるステップを含む。導波管は、1.8 以上の屈折率を伴う材料から成ること

40

D. 異なる組成レジスト材料の使用

【0803】

50

段階的な高さパターンを伴う導波管を加工する別の方法は、少なくとも2つの異なる組成のパターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト）を導波管の表面の異なる部分に堆積させるステップを含む。少なくとも2つの異なる組成のパターン化可能材料は、同一エッチング液に暴露されるとき、異なるエッチング率を有する。故に、導波管の表面の異なる部分は、対応するパターン化可能材料（例えば、レジスト）材料のエッチング率に応じて、異なるサイズの特徴を有するであろう。このように、異なる高さに伴う複数の特徴を備える、導波管が、単一エッチングを用いて加工されることができる。ジェット堆積技術は、異なるレジスト組成を基板の異なる部分にわたって分注する際に有利であり得る。

【0804】

図15Aおよび15Bは、異なる組成のパターン化可能材料を導波管の異なる領域内に堆積させることによって、段階的なパターンを伴う導波管を製造する際の種々のステップを図示する。第1のステップは、図15Aに示されるように、第1の組成のパターン化可能材料（例えば、第1のレジスト材料または第1のポリマー）から成る第1のパターン化された層1503を導波管1501の第1の部分上に提供するステップと、第2の組成のパターン化可能材料（例えば、第2のレジスト材料、または第2のポリマー）から成る第2のパターン化された層1505を導波管1501の第2の部分上に提供するステップとを含む。第1のパターン化された層1503は、第1の組成のパターン化可能材料を導波管1501の第1の部分上に堆積させる（例えば、ジェット堆積技術を使用して）ことによって提供されることができる。第2のパターン化された層1505は、第2の組成のパターン化可能材料を導波管1501の第2の部分上に堆積させる（例えば、ジェット堆積技術を使用して）ことによって提供されることができる。第1の組成のパターン化可能材料の堆積される層および第2の組成のパターン化可能材料の堆積される層の厚さは、図15Aに示されるように、同一であることができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、第1の組成のパターン化可能材料の堆積される層および第2の組成のパターン化可能材料の堆積される層の高さは、異なり得る。第1および第2の組成のパターン化可能材料の堆積される層は、インプリントテンプレートを使用してパターン化されることができる。インプリントテンプレートは、図15Aに示されるように、同一パターンを第1の組成のパターン化可能材料の堆積される層および第2の組成のパターン化可能材料の堆積される層上にインプリントするように構成されることができる。しかしながら、他の実施形態では、インプリントテンプレートは、異なるインプリントパターンを第1の組成のパターン化可能材料の堆積される層および第2の組成のパターン化可能材料の堆積される層上にインプリントするように構成されることができる。種々の実施形態では、第1の組成のパターン化可能材料および第2の組成のパターン化可能材料は、異なるエッチング率を有する、パターン化可能材料を含むことができる。第1の組成の堆積される層は、より低速でエッチングし、結果として、導波管1501内に、より大きい高さを有する回折特徴を生産し得る一方、第1の組成の堆積される層は、より高速でエッチングし、結果として、より短い高さを有する回折特徴を生産し得る。種々の実施形態では、第1の組成のパターン化可能材料および第2の組成のパターン化可能材料は、第1のレジスト材料および第2のレジスト材料のエッチング率が、 $-F$ 、 A_r 、 $-CH$ 、およびOベースの化学性質において異なるように、異なるパーセンテージのシリコン（ Si ）重量比を有することができる。例えば、第1の組成のパターン化可能材料および第2の組成のパターン化可能材料は、エッチング選択性を高めるために使用され得る、米国特許第7,282,550号に説明される、シリコンから成る、一般的クラスのインプリントレジストから選択されることができる。米国特許第7,282,550号は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。第1の組成のパターン化可能材料および第2の組成のパターン化可能材料の組成は、米国特許第7,282,550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）に説明される組成1、2、3、4、5、6、7、8に類似することができる。故に、いくつかの実装では、段階的なパターンを備える、導波管は、図15Bに示されるように、1ステップのエッチングレシピを使用して加工されることができる。しかしながら、他の方法も、採用されてもよい。

10

20

30

40

50

E . 多層コーティングを備える導波管

【 0 8 0 5 】

本明細書に説明される導波管の種々の実施形態は、上記に説明される異なるエッチング、可能性として、段階的なエッチング方法を使用して、異なる高さ、深度、および／またはピッチを伴う特徴を有するようにパターン化される、多層コーティングを提供されることができる。いくつかの実装では、多層コーティングは、異なる屈折率を伴う材料から成る、少なくとも2つの層を含むことができる。そのような導波管の実施形態は、図16A - 2、16B - 2a、16B - 2b、および16C - 2に示される。多層コーティングは、有利なこととして、反射に起因する損失を低減させ、および／または視覚的アーチファクトを低減させることができる。いくつかの実装では、異なる高さおよび／またはピッチの特徴は、全内部反射によって導波管内を伝搬する光の振幅および／または位相変調を提供する際に有用であり得る。導波管のそのような実施形態を加工する方法が、下記に説明される。

10

【 0 8 0 6 】

複数の特徴1610を備える、導波管1601の第1の実施形態が、図16A - 2に示される。複数の特徴1610は、異なる屈折率を伴う、複数の材料の層を備える。図16A - 2に示される実施形態は、図16A - 1に示されるように、多層コーティングでコーティングされる導波管1601を提供し、パターン化された層1603を多層コーティングにわたって形成することによって製造されることができる。多層コーティングは、異なる屈折率を有する、1605、1607、および1609の複数の層を備えることができる。例えば、図16A - 1に示されるように、多層コーティングは、例えば、屈折率約2.2 ~ 約2.3を有する、 TiO_2 から成る、導波管に最も近い、第1の層1605と、例えば、第1の層より低い屈折率を有する、例えば、約1.9の屈折率を有する、 Si_3N_4 から成る、中央層である、第2の層1607と、例えば、第2の層より低い屈折率を有する、例えば、約1.45の屈折率を有する、 SiO_2 から成る、導波管から最も遠い、第3の層1609とを備えることができる。故に、屈折率は、導波管に最も近い層から導波管から最も遠い層へと高から低屈折率値に段階化されることができる。故に、いくつかの実装では、そのような多層コーティングは、 LiNbO_3 に関しては約2.3 ~ 2.4であり得る、導波管1601の屈折率を、周囲環境（例えば、空気）の屈折率に徐々に合致させ、フレネル反射等に起因する周囲環境から導波管1601上に入射する光および／または全内部反射によって導波管内を伝搬する光に関する光学損失を低減させることができる。そのような実施形態では、全内部反射（TIR）を介して伝搬する光の振幅は、多層コーティングによって変調されることができる。加えて、導波管を通して通過する世界光の量は、そのような実施形態では、増加されることができる。さらに、仮想光の残影反射の量もまた、そのような実施形態では、低減されることができる。

20

30

【 0 8 0 7 】

パターン化された層1603は、限定ではないが、ジェット堆積技術を含む、種々の堆積技法を使用して、パターン化可能材料（例えば、ポリマーまたはレジスト）の層を多層コーティングにわたって堆積させ、インプリントテンプレートまたは他のリソグラフィ方法を使用して、パターン化可能材料（例えば、レジスト）の堆積された層をパターン化することによって取得されることができる。いくつかの実装では、パターン化可能材料の堆積された層の高さは、多層コーティングの表面を横断して変動し得る。パターン化可能材料の堆積された層は、図16A - 1に示されるように、異なる高さ、深度、ピッチ、および／または配列を伴う特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化され、異なる高さ、深度、および／またはピッチを伴う特徴を備える、パターン化された層1603を取得することができる。パターン化された層1603は、例えば、F、Ar、O、CH化学性質を使用した、上記に議論される単一ステップまたはマルチステップエッチング技法を使用して、エッチングされることができる。結果は、図16A - 2に示される。図示されるように、導波管内に形成される回折特徴の上部は、同一高さにあるが、回折特徴間の深度は、変動する。本設計では、例えば、深度は、徐々に増加する。本効果は

40

50

、多層の上部層 1609（例えば、本実施例では、 SiO_2 ）における材料のエッチング率が、エッチングマスク 1603 内のパターン化可能材料のエッチング率より十分に低速のエッチング率を有するために生じる。エッチングマスク 1603 内のパターン化可能材料は、上部層 1609 がエッチングされることに先立ってエッチングされる。最低層 1605（例えば、 TiO_2 から成る）等の他の層のうちの 1 つ以上のものにおける材料のエッチング率はまた、本場合では、下位層が、エッチングマスク 1603 がエッチングされる、導波管を通してエッチングされないように、エッチングマスク 1603 内のパターン化可能材料のエッチング率より十分に低速のエッチング率を有することができる。

【0808】

複数の特徴 1610 を備える導波管 1601 の第 2 の例示的实施形態が、図 16B - 2 a に示される。再び、図 16B - 2 a の複数の特徴 1610 の異なる特徴は、異なる材料組成を有する。複数の回折特徴 1610 は、再び、本実施例では、3 つの層（下側、中央、および上側）1605、1607、1609 を備える、多層から形成される。しかしながら、本設計では、図 16B - 2 a の複数の特徴 1610 の高さは、異なる。本効果は、例えば、エッチングマスク 1603 内のパターン化可能材料のエッチング率を、例えば、多層内の上部層 1609 等の多層内の層のエッチング率に類似させることによって、遂行されることができる。上記に議論されるように、パターン化可能材料内の Si は、エッチングマスクのより低速のエッチングを提供するために使用されることができる。他のアプローチも、可能性として考えられる。図 16B - 2 b に示される導波管はまた、図 16B - 1 に示されるように、パターン化された層 1603 をエッチングすることによって加工されることができる。図 16B - 1 に示されるエッチングマスク 1603 は、エッチングマスク内の特徴を分離する領域が、平坦である（高さの変動（例えば、ステップ）をその中に有する、図 16A - 1 に示されるエッチングマスク内の特徴間の領域と異なる）という点で、図 16A - 1 に示されるエッチングマスクと異なる。加えて、図 16B - 1 に示されるエッチングマスク 1603 内の特徴を分離する異なる領域は、同一レベルにある。対照的に、図 16A - 1 に示されるエッチングマスク 1603 に関して、第 1 および第 2 の（最左および中央）特徴を分離する領域は、第 2 および第 3 の（中央および最右）特徴を分離する領域と異なる高さにある。種々の実装では、図 16B - 1 および 16B - 2 b に示される設計 / 方法のために使用される、エッチングマスク 1603 のエッチング率は、多層内の層 1605、1607、1609 のエッチング率に類似することができる。

【0809】

複数の特徴 1610 を備える導波管 1601 の第 3 の例示的实施形態が、図 16C - 2 に示される。図 16C - 2 の複数の特徴 1610 の異なる特徴は、異なる幅を有する。図 16C - 2 に示される導波管の実施形態は、図 16C - 1 に示されるパターン化された層 1603 をエッチングすることによって加工されることができる。

【0810】

変形例も、可能性として考えられる。例えば、3 つの層が、多層内に含まれるが、より多いまたはより少ない層が、他の設計では採用されてもよい。同様に、異なる材料も、使用されることができる。

V I . パターン化されたレジスト層にわたる高屈折率屈折材料の堆積

【0811】

例えば、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 TiO_2 、または SiC 等、約 1.8 以上の屈折率を有する、高屈折率材料から成る、パターン化された層の種々の実施形態は、例えば、蒸着を介して、例えば、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 TiO_2 、または SiC 等の約 1.8 以上の屈折率を有する高屈折率材料を、約 1.8 未満の屈折率を有するパターン化された層にわたって堆積させることによって、加工されることができる。蒸着技法は、物理蒸着（PVD）技法および化学蒸着技法（CVD）を含むことができる。種々の PVD 技法は、限定ではないが、スパッタリング、蒸発、視射角堆積を含むことができる。種々の CVD 技法は、限定ではないが、APPECVD、低圧（LP）PECVD、高密度プラズマ化学蒸着（HDPCVD）、または ALD を含むことができる。約 1.8 未満の屈折率を有する、パ

10

20

30

40

50

ターン化された層は、約 1.8 未満の屈折率を有するパターン化可能材料（例えば、ポリマーまたはレジスト）を、基板（例えば、約 1.8 以上の屈折率を伴う材料から成る、基板）にわたって堆積させる（例えば、ジェット堆積技術を使用して）ことによって取得されることができる。堆積されたパターン化可能材料は、続いて、例えば、接触インプリントリソグラフィまたは他のリソグラフィ方法を用いて、パターン化されることができる。堆積されたパターン化可能材料上にインプリントされたパターンは、上記に議論されるように、異なる高さおよび/またはピッチを有することができる。1.8 に等しいまたは上回る屈折率等のより高い屈折率を有する、別の層も、可能性として、パターン化可能材料がパターン化された後、パターン化可能材料上に堆積されることができる。

【0812】

図 17A および 17B は、例えば、 Si_3N_4 、 ZrO_2 、 TiO_2 、または SiC 等、約 1.8 以上の屈折率を有する材料を、約 1.8 未満の屈折率を有する、パターン化された層にわたって堆積させる方法を図示する。そのような堆積は、PVD を使用して遂行されてもよい。約 1.8 未満の屈折率を有する、パターン化された層 1703 が、導波管 1701 にわたって堆積される。導波管は、例えば、 LiNbO_3 、 SiC 、 Si_3N_4 等の高屈折率を伴う材料から成ることができる。上記に議論されるように、パターン化された層 1703 は、パターン化可能材料の層を導波管 1701 の表面にわたって堆積させ（例えば、ジェット堆積技術を使用して）、接触インプリントリソグラフィまたは他のリソグラフィ技法を介して、パターン化可能材料の層をパターン化することによって取得されることができる。上記に議論されるように、パターン化された層 1703 は、均一高さ、深度、および/またはピッチを伴う特徴、または異なる高さ、深度、および/またはピッチを伴う特徴を備えることができる。例えば、 TiO_2 、 ZrO_2 等の高屈折率材料（例えば、約 1.8 以上の屈折率）から成る、層 1705 が、図 17B に示されるように、パターン化されたレジスト層 1703 にわたって堆積されることができる。例えば、分子電子ビームを使用する蒸発、スパッタリング、または視射角堆積等の PVD 技法が、堆積のために使用されてもよい。種々の実施形態では、層 1703 は、例えば、標準的緑色ピッチパターン（350 nm ~ 400 nm）または標準的赤色ピッチパターン（400 nm ~ 480 nm）を備えることができる。種々の実施形態では、層 1703 は、導波管 1701 の屈折率および/または堆積される層 1705 の屈折率より低い屈折率を有する材料から成ることができる。任意の特定の理論に依拠するわけではないが、電子ビーム蒸発のような PVD プロセスは、指向性プロセスであって、高屈折率材料の層 1705 は、主に、導波管 1701 の表面と平行なレジスト層 1703 の表面にわたって堆積される。故に、レジスト層 1703 の複数の特徴の側壁上への高屈折率材料の堆積は、図 17B に示されるように、低減されることができ、および/またはごく少量または最小限であることができる。いくつかの実装では、他のあまり指向性ではない堆積技法が、採用されてもよい。例えば、スパッタリングが、図 17C に示されるように、高屈折率材料の層 1705 をレジスト層 1703 の全ての暴露表面にわたって堆積させるために使用されることができる。故に、主に、水平表面上に堆積させ、垂直表面上には、ごく少量を堆積させる、堆積プロセスが、採用されることができる。例えば、種々の実施形態では、水平表面上に堆積される材料の厚さは、約 5 nm ~ 約 100 nm であることができる。代替として、ごく少量ではない量を水平表面および垂直表面の両方上に堆積させる、堆積プロセスも、採用されることができる。そのような実施形態では、垂直および水平表面上に堆積される材料の厚さは、約 5 nm ~ 約 100 nm であることができる。

【0813】

種々の実施形態では、高屈折率材料の層 1705 は、視射角堆積を使用して堆積されることができる。そのような実施形態では、高屈折率材料の層 1705 は、図 17D および 17E に示されるように、優先的に、パターン化されたレジスト層 1703 の複数の特徴の片側上に堆積される。例えば、層 1705 は、特徴の第 1 の側上の側壁上に、第 1 の側に対向する特徴の第 2 の側上の側壁上より多く堆積されることができる。図 17D では、高屈折率材料の層 1705 は、優先的に、パターン化された層 1703 の複数の特徴の右

10

20

30

40

50

側壁上に堆積される一方、図 17E では、高屈折率材料の層 1705 は、優先的に、パターン化されたレジスト層 1703 の複数の特徴の左側壁上に堆積される。

【0814】

上記に議論される堆積技法を使用して加工される、パターン化された導波管は、例えば、上記に議論されるウェアラブルディスプレイシステム 60 等のディスプレイシステムと統合されることができる。ウェアラブルディスプレイシステムと統合されると、図 17B、17C、17D、および 17E に描写される導波管は、導波管から出力された光の全体的効率を増加させることができる。図 17B - 17E に示されるように、パターン化されたポリマー層にわたって提供されるパターン化された高屈折率材料は、単一バウンス回折効率を増加させることができ、これは、ひいては、導波管から出力された光の全体的効率を増加させることができる。

10

【0815】

ウェアラブルディスプレイシステムは、図 17D および 17E に描写されるように、低屈折率材料から成るパターン化された層にわたる高屈折率材料の視射角堆積を使用して製造される、導波管から利点を享受することができる。導波管上のそのような回折構造は、潜在的に、堆積の配向に基づいて、パターン化された（例えば、レジスト）層 1703 を備える導波管 1701 の表面、またはパターン化された（例えば、レジスト）層 1703 に対向する導波管 1701 の表面のいずれかを通して、導波管 1701 内を伝搬する光を出力することができる。例えば、光学要素 800、810、および 820 が、図 17D および 17E に描写されるように、パターン化された層（例えば、レジスト層）にわたる高屈折率材料の視射角堆積を使用して加工される特徴を備える、図 9A に描写される導波管スタック 660 の実施形態を検討する。そのような実施形態では、視認者に向かって指向される光の量は、高屈折率材料の視射角堆積の配向が、例えば、OPE730、740、および 750 等、そこから光が生じる光学要素から離れた複数の特徴の側壁が、高屈折率材料でコーティングされるようなものである場合、増加されることができる。

20

VII. アーチファクト軽減

A. レインボー効果の軽減

【0816】

上記に議論されるように、例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60 等のディスプレイデバイスの種々の実施形態は、入射光を内部結合するように構成される（例えば、内部結合光学要素 700、710、および 720）、内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、OPE730、740、および 750）、および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される（例えば、EPE800、810、および 820）、1 つ以上の光学要素を備える、1 つ以上の導波管を備えることができる。内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、OPE730、740、および 750）および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される（例えば、EPE800、810、および 820）、1 つ以上の光学要素はまた、周囲光を内部結合し得、これは、望ましくない光学アーチファクト（例えば、レインボー効果、残影、光出力の量の低減等）を視認者視野内に引き起こし得る。種々の光学アーチファクトを低減 / 軽減する異なる方法が、下記に議論される。

30

40

【0817】

任意の特定の理論に依拠するわけではないが、周囲光を内部結合する効率は、内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、OPE730、740、および 750）および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される（例えば、EPE800、810、および 820）、1 つ以上の光学要素内に含まれる、特徴（例えば、格子要素 / 溝）の高さ（または深度）に依存し得る。例えば、より高い特徴（例えば、約 50 nm 以上の高さを有する、特徴）は、より短い特徴（例えば、約 50 nm 以下である高さを有する、特徴）より周囲光を内部結合する際に効率的であり得る。故に、ディスプレイデバイスの種々の実施形態では、内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、OPE730、740、および 750）および / または内部結合された光を

50

視認者に外部結合するように構成される（例えば、E P E 8 0 0、8 1 0、および8 2 0）、1つ以上の光学要素は、より短い特徴（例えば、約50 nm以下である高さを有する、特徴）を備えることができる。例えば、導波管1 8 0 1の表面に対する、内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、O P E 7 3 0、7 4 0、および7 5 0）および/または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される（例えば、E P E 8 0 0、8 1 0、および8 2 0）、1つ以上の光学要素内に含まれる特徴の高さは、約10 nm以上であり、かつ50 nm以下である、約15 nm以上であり、かつ45 nm以下である、約20 nm以上であり、かつ40 nm以下である、約10 nm以上であり、かつ25 nm以下である、約10 nm以上であり、かつ30 nm以下である、約30 nm以上であり、かつ50 nm以下である、またはこれらの値のいずれかによって定義された任意の範囲/部分範囲であることができる。いかなる一般性も失うことなく、同一単一バウンス回折効率を達成するために、格子構造の高さまたは深度は、格子構造の線幅およびピッチが同一のままである場合、より低い屈折率を備える材料より、より高い屈折率を備える材料において短い。例えば、約2.2の屈折率を有する材料内の15 nmの高さの線は、線幅およびピッチが同一であるとき、約1.53の屈折率を有する材料内にある屈折率の格子構造を有する材料内の80 nmの高さの線と同一単一バウンス回折効率を有することができる。

【0818】

図1 8 A - 1 8 Cは、高さ約50 nm以下である、例えば、約10 nm以上であり、かつ50 nm以下である、約15 nm以上であり、かつ45 nm以下である、約20 nm以上であり、かつ40 nm以下である、約10 nm以上であり、かつ25 nm以下である、約10 nm以上であり、かつ30 nm以下である、約30 nm以上であり、かつ50 nm以下である、またはこれらの値のいずれかによって定義された任意の範囲/部分範囲を有する、複数の特徴1 8 0 3を備える、導波管1 8 0 1の種々の実施形態を描写する。導波管1 8 0 1は、1.8以上の屈折率を有する、材料から成ることができる。例えば、導波管1 8 0 1は、LiNbO₃、SiC、および/またはTiO₂から成ることができる。

【0819】

いくつかの実施形態では、複数の特徴1 8 0 3は、図1 8 Aに示されるように、本明細書で議論される種々の方法を使用して、導波管1 8 0 1の表面内に形成されることができる。いくつかの実施形態では、高屈折率材料1 8 0 7（例えば、約1.8以上の屈折率を有する、材料）の層が、図1 8 Bおよび1 8 Cに示されるように、導波管1 8 0 1の表面にわたって配置されることができ、高屈折率材料の層の一部は、本明細書で議論される種々の方法を使用してエッチングされ、複数の特徴1 8 0 3を形成することができる。高屈折率材料1 8 0 7の層は、例えば、1.8以上であり、かつ4.5以下である、2.2以上であり、かつ4.2以下である、2.3以上であり、かつ4.0以下である、2.5以上であり、かつ3.7以下である、またはこれらの値によって定義された範囲/部分範囲内の任意の値の屈折率等の高屈折率を有する、材料から成ることができる。これら範囲外の値もまた、可能性として考えられる。例えば、コーティング1 8 0 7は、SiCまたはTiO₂から成ることができる。いくつかの実施形態では、高屈折率材料1 8 0 7の層は、図1 8 Bに示されるように、複数の特徴1 8 0 3を欠いている（例えば、特徴1 8 0 3間の）、導波管の部分から除去されることができる。代替として、高屈折率材料1 8 0 7の層の一部は、図1 8 Cに示されるように、複数の特徴1 8 0 3を欠いている（例えば、特徴1 8 0 3間の）、導波管1 8 0 1の部分内に留保されることができる。導波管1 8 0 1の表面からの高屈折率材料1 8 0 7の層の留保された部分の高さは、複数の特徴1 8 0 3の高さ未満であることができる。例えば、種々の実施形態では、導波管1 8 0 1の表面からの高屈折率材料1 8 0 7の層の留保された部分の高さは、20 nm未満（例えば、15 nm以下である、12 nm以下である、10 nm以下である、5 nm以下である、またはこれらの値のいずれかの間の任意の範囲）であることができる。これら範囲外の値もまた、可能性として考えられる。導波管1 8 0 1の種々の実施形態はさらに、図1 8 A - 1 8 Cに示されるように、反射防止コーティング1 8 0 5を備えることができる。

10

20

30

40

50

【 0 8 2 0 】

図 1 8 D は、図 1 8 A - 1 8 C に示される複数の特徴 1 8 0 3 より高い複数の特徴 1 8 1 1 を備える、導波管 1 8 0 1 の実施形態を描写する。導波管 1 8 0 1 の表面からの複数の特徴 1 8 1 1 の高さは、約 5 0 n m を上回ることができる。例えば、導波管 1 8 0 1 の表面からの複数の特徴 1 8 1 1 の高さは、約 5 0 n m を上回り、かつ約 7 5 n m 以下である、約 6 0 n m 以上であり、かつ約 8 0 n m 以下である、約 7 5 n m 以上であり、かつ約 9 0 n m 以下である、約 8 0 n m 以上であり、かつ約 1 0 0 n m 以下である、またはこれらの値のいずれかの間の任意の範囲であることができる。これら範囲外の値もまた、可能性として考えられる。複数の特徴 1 8 1 1 は、1 . 8 未満の屈折率を有する、ポリマー（例えば、レジスト）から成る、パターン化可能層 1 8 0 9 内に形成されることができる。例えば、パターン化可能層 1 8 0 9 の屈折率は、1 . 4 ~ 1 . 5、1 . 4 5 ~ 1 . 6、1 . 5 ~ 1 . 6 5、1 . 6 ~ 1 . 7、1 . 7 ~ 1 . 7 5、1 . 7 5 ~ 1 . 8、と 1 . 8 ~ 1 . 8 5、またはこれらの値によって定義された範囲 / 部分範囲内の任意の値であることができる。これらの範囲外の値もまた、可能性として考えられる。いくつかの実装では、パターン化可能層 1 8 0 9 は、図 1 8 D に示されるように、複数の特徴 1 8 1 1 を欠いている、導波管 1 8 0 1 の部分内に留保されることができる。パターン化可能層 1 8 0 9 の留保された部分の高さは、種々の実施形態では、2 0 n m 未満であることができる。他の範囲もまた、可能性として考えられる。反射防止コーティング 1 8 0 5 が、複数の特徴 1 8 1 1 を備える表面に対向する、導波管 1 8 0 1 の表面上に提供されることができる。図 1 8 D に示される導波管 1 8 0 1 の実施形態の鮮明度、効率、均一性等の観点からの光学性能は、図 1 8 A - 1 8 C に示される導波管 1 8 0 1 の実施形態の光学性能に類似することができる。しかしながら、図 1 8 D に示される導波管 1 8 0 1 の実施形態を組み込む、ディスプレイデバイスは、より比較的に短い特徴を有する、図 1 8 A - 1 8 C に示される導波管 1 8 0 1 の実施形態を組み込む、ディスプレイデバイスより高い複数の特徴 1 8 1 1 のため、より顕著な望ましくない回折効果（例えば、レインボー効果）を視認者の視野内に有し得る。しかしながら、高さは、より高くまたはそれより低くあり得る。

【 0 8 2 1 】

導波管 1 8 A - 1 8 C の種々の実施形態では、約 1 . 6 未満の屈折率を有する材料から成る、平面化層 1 9 0 1 が、図 1 9 A - 1 9 D に示されるように、複数の特徴 1 8 0 3 にわたって配置され、例えば、導波管の E P E を通した外光結合を通して視認者の F O V の中に進入し得る、望ましくない視覚的アーチファクトをさらに低減させることができる。平面化層 1 9 0 1 は、約 1 . 3 ~ 約 1 . 4、約 1 . 4 ~ 約 1 . 5、約 1 . 5 ~ 約 1 . 6、またはこれらの値によって定義された範囲 / 部分範囲内の任意の値の屈折率を有する材料から成ることができる。これらの範囲外の値もまた、可能性として考えられる。平面化層 1 9 0 1 はまた、有利なこととして、反射損失を低減させ、および / または複数の導波管のスタックを促進することができる。平面化層 1 9 0 1 は、ジェット堆積技術、または P V D および C V D を含む、本明細書に説明される他の堆積方法を使用して、約 1 . 6 以下である屈折率を有する材料を堆積させ、堆積された材料と平面化テンプレートを接触させることによって取得されることができる。いくつかの実施形態では、平面化層 1 9 0 1 は、図 1 9 A に示されるように、周囲に暴露され、複数の特徴 1 8 0 3 を欠いている、導波管の部分にわたってのみ配置されることができる。代替として、平面化層 1 9 0 1 は、図 1 9 B - 1 9 D に示されるように、複数の特徴 1 8 0 3 にわたって配置されることができる。種々の実施形態では、上部コーティング 1 9 0 1 は、厚さ約 5 0 n m ~ 約 1 5 0 n m を有することができる。平面化は、多種多様な設計において使用されることができる。図 1 9 A - 1 9 B は、導波管 1 8 0 1 内に形成される特徴 1 8 0 3 とともに採用される平面化を示す一方、図 1 9 C - 1 9 D は、導波管 1 8 0 1 上の層 1 8 0 7 内に形成される特徴 1 8 0 3 とともに採用される平面化を示す。

【 0 8 2 2 】

高屈折率材料 2 0 0 1 の層は、導波管 1 8 0 1 の材料と異なる材料から成ることができる。高屈折率材料 2 0 0 1 の層は、例えば、上記に議論される P V D または C V D 技法を

10

20

30

40

50

使用して、堆積されることができる。例えば、高屈折率材料 2001 の層は、上記に議論されるように、分子電子ビームを用いた蒸発を使用して、堆積されることができる。高屈折率材料 2001 の層が、分子電子ビームを用いた蒸発を使用して堆積されるとき、高屈折率材料は、図 20A に示されるように、導波管の表面と平行な複数の特徴 1811 の表面にわたって堆積され得るが、ごく少量の、より少ない、または低減された量を側壁上に伴う。別の実施例として、高屈折率材料 2001 の層は、上記に議論されるように、スパッタリングを使用して、堆積されることができる。高屈折率材料 2001 の層が、スパッタリングを使用して堆積されるとき、ごく少量ではない高屈折率材料が、図 20B に示されるように、導波管の平面底部または上部表面と平行な複数の特徴 1811 の表面および側壁にわたって形成され得る。故に、高屈折率材料 2001 の層は、図 20A に示されるように、導波管の表面と平行な複数の特徴 1811 の表面にわたってであるが、ごく少量の、より少ない、または低減された量を側壁上に伴う、または図 20A に示されるように、導波管の表面と平行な複数の特徴 1811 の表面にわたって、かつ非ごく少量ではない量を側壁上に伴って含まれ得る。種々のそのような実施形態では、平面化層 1901 がさらに、図 20A および 20B に示されるように、複数の特徴 1811 にわたって形成されることができる。上記に議論されるように、いくつかの実装では、平面化層 1901 は、約 1.3 ~ 約 1.4、約 1.4 ~ 約 1.5、約 1.5 ~ 約 1.6、またはこれらの値によって定義された範囲 / 部分範囲内の任意の値の屈折率を有する材料から成ることができる。ある場合には、ディスプレイデバイス（例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス）内に組み込まれるときの図 20A および 20B に描写される導波管 1801 の設計は、図 18D に描写される導波管 1801 の設計を備えるディスプレイデバイスと比較して、望ましくない回折アーチファクトにおける有意な低減を示すことができる。

B. 反射損失の軽減

【0823】

上記に議論されるように、例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60 等のディスプレイデバイスの種々の実施形態は、入射光を内部結合するように構成される（例えば、内部結合光学要素 700、710、および 720）、内部結合された光を分散させるように構成される（例えば、OPE 730、740、および 750）および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される（例えば、EPE 800、810、および 820）、1 つ以上の光学要素を備える、1 つ以上の導波管を備えることができる。しかしながら、例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60 等のディスプレイデバイスの種々の実施形態の光学性能は、入射光を内部結合するように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、内部結合光学要素 700、710、および 720）、内部結合された光を分散させるように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、OPE 730、740、および 750）、および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、EPE 800、810、および 820）における反射損失に起因して、損なわれ得る。故に、入射光を内部結合するように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、内部結合光学要素 700、710、および 720）、内部結合された光を分散させるように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、OPE 730、740、および 750）、および / または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、EPE 800、810、および 820）が、反射損失を低減させるように構成される場合、有利であろう。反射損失を低減させる種々の光学要素および方法が、下記に説明される。下記に説明される実施形態はまた、小形状因子および / または低減された残影等の付加的利点を有することができる。

【0824】

例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60 等のディスプレイデバイスの種々の実施形態では、反射防止（AR）コーティングまたは構造が、入射光を内部結合するように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、内部結合光学要素 700、710、および 720）、内部結合された光を分散させるように構成される、1 つ以上の光学要素（例えば、OPE 730、740、および 750）、および / または導波管内で誘導される光を視

認者に外部結合するように構成される、１つ以上の光学要素（例えば、ＥＰＥ８００、８１０、および８２０）に対して配置されることができる。

【０８２５】

図２１は、入射光を内部結合するように構成される、光学要素２１０７（例えば、内部結合格子（ＩＣＧ））、内部結合された光を分散させるように構成される、光学要素２１０５（例えば、ＯＰＥ）、および／または内部結合された光を視認者に外部結合するように構成される、光学要素２１０３（例えば、ＥＰＥ）を備える、導波管２１０１の実施形態を図示する。導波管２１０１は、高屈折率（例えば、１．８以上の屈折率）を伴う材料から成ることができる。例えば、導波管２１０１は、２．２以上であり、および／または２．３以下である屈折率を伴う材料から成ることができる。光学要素２１０７、光学要素２１０５、および／または光学要素２１０３は、光を回折／屈折させるように構成される、複数の特徴を備えることができる。例えば、光学要素２１０７、光学要素２１０５、および／または光学要素２１０３は、回折格子を備えることができる。複数の特徴を備える、光学要素２１０７、光学要素２１０５、および／または光学要素２１０３は、本明細書で議論される複数の特徴を加工する１つ以上の方法を使用して、導波管の１つ以上の表面２１０１内にまたはそれにわたって配置されることができる。

10

【０８２６】

金属コーティング２１１１が、図２１に示されるように、入射光を内部結合するように構成される、光学要素２１０７（例えば、内部結合格子（ＩＣＧ））にわたって配置され、内部結合された光の反射を防止／低減させることができる。

20

【０８２７】

いくつかの実施形態では、反射防止コーティング／構造２１０９は、図２１に示されるように、その上に光学要素２１０７が配置される、導波管２１０１の表面に対向する、導波管２１０１の表面上に配置されることができる。反射防止コーティング／構造２１０９は、上記に議論される真空ベースのコーティング方法または非真空ベースのアプローチを使用して形成されることができる。上記に議論されるように、反射防止コーティング／構造２１０９は、例えば、線、孔、溝、柱、および／またはバンプ等の幾何学的パターンを備えることができる。種々の実施形態では、例えば、線、孔、溝、柱、および／またはバンプ等の幾何学的パターンは、約１５０ｎｍ未満の寸法（例えば、長さ、高さ、深度、および／またはピッチ）を有する、ナノ構造であることができる。例えば、種々の実施形態では、例えば、線、孔、溝、柱、および／またはバンプ等の幾何学的パターンは、約１ｎｍ～約１５０ｎｍ、約１０ｎｍ～約１４０ｎｍ、約２０ｎｍ～約１３０ｎｍ、約３０ｎｍ～約１２０ｎｍ、約４０ｎｍ～約１００ｎｍ、約５０ｎｍ～約７５ｎｍ、またはこれらの値のいずれかによって定義された範囲／部分範囲内の任意の値の寸法（例えば、長さ、高さ、深度、および／またはピッチ）を有し得る、ナノ構造であることができる。

30

【０８２８】

幾何学的パターンを備える、反射防止コーティング／構造２１０９は、上記に議論される真空ベースのコーティング方法または非真空ベースのアプローチを使用して、導波管２１０１の材料の屈折率未満の屈折率を有する材料を堆積させ、インプリントテンプレートを使用して、幾何学的パターンをインプリントすることによって、加工されることができる。加えて、反射防止コーティング／構造２１０９はまた、導波管の表面および／またはプロジェクタのコンポーネント（例えば、プロジェクタのレンズ）から反射された光を内部結合することから生じ得る、残影画像を低減させることができる。反射防止コーティング／構造２１０９と導波管２１０１の組み込みは、導波管２１０１の対向表面からの反射を約１．５％未満まで低減させることができる。対照的に、反射防止コーティング／構造２１０９を伴わない場合、導波管２１０１の対向表面からの反射は、約１５％を上回り得る。

40

【０８２９】

図２１に図示されるように、種々の実施形態では、第１および第２の回折光学要素が、導波管の第１および第２の対向側上に配置されることができる。例えば、光学要素２１０

50

5（例えば、OPE）が、その上に光学要素2103（例えば、EPE）が提供される、表面に対向する、導波管2101の表面上に提供されることができる。同様に、内部結合光学要素2107が、導波管の外部結合光学要素2103と同一または対向側上にあることができる。そのような設計および構造は、低減された形状因子を有することができる。いくつかの実施形態では、光学要素2105および光学要素2103は、図21に示されるように、複数の回折特徴を備えることができる。いくつかのそのような実施形態では、光学要素2105の複数の特徴は、光学要素2103の複数の特徴からオフセットされることができる。例えば、導波管2101に類似する複数の導波管のスタックを備える、ウェアラブルディスプレイデバイス60等のディスプレイデバイスでは、スタック内の1つの導波管の光学要素2105の複数の特徴は、スタック内の隣接する導波管の光学要素2103の複数の特徴からオフセットされることができる。そのような構成は、有利なこととして、残影を低減または軽減させることができる。故に、種々の実装では、第1および第2の回折光学要素は、同一または異なる導波管上でそれぞれのものからオフセットされることができる。

【0830】

導波管内で誘導される光を視認者に外部結合するように構成される、光学要素2103（例えば、EPE）は、光学要素にわたって、導波管2101の材料の屈折率未満の屈折率を有する材料から成る、1つ以上の反射軽減層を配置することによって、あまり反射性ではなくなるように構成されることができる。例えば、光学要素2103にわたって配置される、1つ以上の反射軽減層は、約1.2～1.7の屈折率を有する材料から成ることができる。図22A-22Dは、導波管2101の表面にわたって配置される光学要素2103を備える、導波管2101の種々の実施形態を図示する。光学要素2103は、複数の特徴（例えば、回折特徴）を備えることができる。複数の特徴は、本明細書で議論される1つ以上の方法を使用して、導波管2101の表面内に加工されることができる。いくつかの実施形態では、光学要素2103の複数の特徴は、本明細書で議論される方法のうちの1つ以上のものを使用して、導波管2101の表面上に配置される、高屈折率材料または低屈折率材料から成る層内に加工されることができる。図22A-22Dに図示される実施形態では、導波管2101は、1.8以上の屈折率を有する、材料から成ることができる。例えば、導波管2101は、例えば、約2.3～2.4の屈折率を有する、LiNbO₃等の材料から成ることができる。図22Aに示されるようないくつかの実施形態では、約1.38の屈折率を有する、フッ化マグネシウム（MgF₂）から成る、反射軽減層2201aが、複数の特徴にわたって配置される。図22Bに示されるようないくつかの実施形態では、約1.45の屈折率を有する、二酸化ケイ素（SiO₂）から成る、反射軽減層2201bが、複数の特徴にわたって配置される。図22Cに示されるようないくつかの実施形態では、約1.25の屈折率を有する、ポリマー（例えば、レジスト）から成る、反射軽減層2201cが、複数の特徴にわたって配置される。いくつかの実施形態では、異なる材料から成る、複数の反射軽減層が、複数の回折特徴にわたって配置されることができる。いくつかの実装では、異なる材料は、異なる屈折率を有する。異なる材料は、導波管を構成する材料の屈折率と異なる屈折率を有してもよい。いくつかの実装では、複数の反射軽減層を構成する、異なる材料の屈折率は、導波管を構成する材料の屈折率未満である。いくつかの実装では、導波管からより遠い複数の反射軽減層のうちの1つの屈折率は、導波管により近い複数の反射軽減層のうちの1つの屈折率より低い。例えば、図22Dに示されるように、約1.38の屈折率を有する、フッ化マグネシウム（MgF₂）から成る、第1の反射軽減層2201a、および約1.45の屈折率を有する、二酸化ケイ素（SiO₂）から成る、第2の反射軽減層2201bが、複数の特徴にわたって配置される。図示されるように、第2の反射軽減層2201bは、第1の反射軽減層2201aより高い屈折率を有する。反射軽減層2201a、2201bは両方とも、導波管未満の屈折率を有する。他の設計も、可能性として考えられる。例えば、反射軽減層の3つ以上の層が、複数の反射軽減層内に含まれてもよい。いくつかの実装では、導波管から最も遠い反射軽減層（最外反射軽減層）は、導波管に最も近い反射軽減層（最内反

10

20

30

40

50

射軽減層)より低い屈折率を有する。いくつかの実装では、最遠(最外)反射軽減層と最近(最内)反射軽減層との間の1つ以上の反射軽減層は、最遠(最外)反射軽減層のものと最近(最内)反射軽減層のものととの間の屈折率を有することができる。他の設計も、可能性として考えられる。

【0831】

反射軽減層2201a-2201dを伴わない場合、約2.3~2.4の屈折率を有する、導波管2101のパターン化された表面からの反射損失、すなわち、約0度の角度で入射する光の反射は、約14%であり得る。しかしながら、反射損失は、1つ以上の反射軽減層2201a-2201dが、約2.3~2.4の屈折率を有する、導波管2101のパターン化された表面にわたって形成されると、約8%未満となり得る。いくつかの実施形態では、反射軽減層2201a-2201dは、コーティングの一部、堆積されたプレプリント、またはインプリントレジストの一部であることができる。

10

【0832】

いくつかの実施形態では、反射軽減層2201a-2201dは、図23A-23Cに示されるように、堆積される層の共形度および反射軽減層によって被覆される表面等の反射軽減層の異なる特性をもたらす、異なる技法を使用して、光学要素2103の複数の特徴上に堆積されることができる。例えば、反射軽減層2201a-2201dは、図23Aに示されるように、視射角堆積(GLAD)アプローチを使用して堆積されることができる。いくつかの実装では、反射軽減層2201a-2201dが、GLADアプローチを使用して、光学要素2103の複数の特徴上に堆積されるとき、導波管2101の表面と平行な光学要素2103の複数の特徴の上部表面のみが、反射軽減層の材料(例えば、低屈折率材料または導波管より低い屈折率を有する材料)を備える。視射角堆積(GLAD)アプローチを使用した反射軽減層2201a-2201dの堆積は、図23Aに示されるように、光学要素2103の複数の特徴の側壁および光学要素2103の堀の表面が、ごく少量未満または以下の反射軽減層の材料(例えば、低屈折率材料または導波管より低い屈折率を有する材料)を備えるように構成されることができる。

20

【0833】

別の実施例として、反射軽減層2201a-2201dは、図23Bに示されるように、反射軽減層の材料(例えば、低屈折率材料または導波管より低い屈折率を有する材料)を、導波管2101の表面および光学要素2103の堀の表面と平行な光学要素2103の複数の特徴の上部表面上に堆積させるが、光学要素2103の複数の特徴の側壁が、ごく少量未満または以下の反射軽減層の材料(例えば、低屈折率材料または導波管より低い屈折率を有する材料)を備える、方法(例えば、指向性二重層堆積)を使用して、堆積されることができる。

30

【0834】

さらに別の実施例として、反射軽減層2201a-2201dは、堀の側壁および底部または底部表面を含む、光学要素2103の複数の特徴の水平および垂直両方の暴露表面が、図23Cに示されるように、反射軽減層の材料(例えば、低屈折率材料または導波管より低い屈折率を有する材料)を備えるように、例えば、共形スパッタまたはCVD等の方法を使用して、堆積されることができる。

40

【0835】

図24A-24Hは、導波管2101内を伝搬する光を視認者に向かって出力し、反射に起因する損失を低減させるように構成される、光学要素2103(例えば、EPE)にわたって提供される、種々のコーティング/構造を図示する。例えば、導波管2101の材料の屈折率未満の屈折率を伴う材料から成る、反射軽減層2401が、図24A-24Fに示されるように、光学要素2103にわたって配置されることができる。反射軽減層2401は、例えば、スピンコーティング、インクジェット、スロットダイ、ナイフエッジ等の堆積技法を使用して、堆積されることができる。反射軽減層2401は、種々の実施形態では、平面化されることができる。いくつかの実施形態では、導波管2101は、約1.8を上回る屈折率を有する、材料から成ることができる。例えば、導波管2101

50

は、約 2.2 ~ 2.3 の屈折率を有する、材料から成ることができる。いくつかのそのような実施形態では、反射軽減層 2401 は、約 1.6 未満の屈折率を有する、材料から成ることができる。例えば、反射軽減層 2401 は、約 1.2 ~ 1.35 の屈折率を伴うテフロン（登録商標）ベースのポリマー材料から成ることができる。別の実施例として、反射軽減層 2401 は、約 1.3 ~ 約 1.6 の屈折率を有する、材料から成ることができる。これらの値外の屈折率を有する、反射軽減層 2401 もまた、使用されることができる。いくつかの実施形態では、構造安定性提供層 2403 が、図 24B に示されるように、導波管 2101 の構造安定性を改良するために、反射軽減層 2401 にわたって配置されることができる。種々の実施形態では、構造安定性提供層 2403 は、例えば、AR ガラス等のガラスから成ることができる。いかなる一般性も失うことなく、AR ガラスは、反射防止性（AR）コーティングを片側または両側に伴う、約 1.45 ~ 1.8 の屈折率を有する、ガラス基板である。反射防止性（AR）コーティングは、各側の表面反射を < 1% まで低減させることができる。ガラス上の AR コーティングは、 TiO_2 ($n = 2.3$) および SiO_2 ($n = 1.45$) 等の高屈折率および低屈折率コーティングの交互層から成ることができる。

【0836】

いくつかの実施形態では、光学要素 2103 は、図 24C - 24F に示されるように、導波管 2101 の材料と異なる、約 1.8 以上の屈折率を有する、別の材料から成る、複数の回折特徴を含むことができる。図 24C は、上り勾配反射性表面を備える、内部結合光学要素 2107 を含む、導波管 2101 を示す。反射軽減層 2401 が、導波管 2101 上に含まれる光学要素 2103 を備える、複数の回折特徴にわたって配置される。図 24D は、同様に複数の回折特徴にわたって配置される反射軽減層 2401 を有する、複数の回折特徴を備える、回折光学要素 2103 を含む、導波管 2101 を示す。層はまた、導波管と複数の回折特徴との間にも示される。図 24E および 24F は、材料 2405 の層が、反射軽減層 2401 と導波管 2101 上に含まれる光学要素 2103 を構成する複数の回折特徴との間に含まれる、設計を示す。図 24E では、本層 2405 は、回折特徴の上部に形成され、側壁には、全く伴わない、またはごく少量のみを伴う。図 24F では、本層 2405 は、回折特徴の上部および側壁の両方に共形的に適用される。いかなる一般性も失うことなく、いくつかの実施形態では、層 2401 の屈折率は、低いまたは可能な限り低くあるべきであって、光学要素 2103 の屈折率は、高いまたは可能な限り高くあるべきである。光学要素 2103 および層 2401 の屈折率における差異は、いくつかの実施形態では、0.8 以上であり、かつ 3.0 以下であることができる。例えば、光学要素 2103 および層 2401 の屈折率における差異は、いくつかの実施形態では、1.0 以上であることができる。そのような実施形態では、光学要素 2103 の複数の回折特徴は、1.8 を上回る屈折率、例えば、約 1.3 ~ 2.7 の屈折率を有する材料から成ることができる。

【0837】

いくつかの実施形態では、複数のナノ構造を備える、反射防止構造 2407 が、図 24G および 24H に示されるように、光学要素 2103 の複数の回折特徴にわたって配置されることができる。ナノ構造は、例えば、幅および長さ等のナノスケール特徴サイズを有してもよい。

【0838】

ナノ構造 2409 は、約 150 nm 未満、例えば、約 1 nm ~ 約 150 nm、約 10 nm ~ 約 140 nm、約 20 nm ~ 約 130 nm、約 30 nm ~ 約 120 nm、約 40 nm ~ 約 100 nm、約 50 nm ~ 約 75 nm、またはこれらの値のいずれかによって定義された範囲 / 部分範囲内の任意の値のピッチを伴う、複数の特徴を備えることができる。種々の実施形態では、ナノ構造 2409 は、約 10 nm ~ 約 80 nm のサイズ（例えば、特徴直径、深度、高さ等）を有することができる。例えば、ナノ構造 2409 のサイズは、約 10 nm ~ 約 80 nm、約 15 nm ~ 約 75 nm、約 20 nm ~ 約 70 nm、約 30 nm ~ 約 60 nm、約 40 nm ~ 約 50 nm、またはこれらの値のいずれかによって定義さ

10

20

30

40

50

れた範囲／部分範囲内の任意の値であることができる。ナノ構造 2 4 0 9 は、光学要素 2 1 0 3 の複数の特徴にわたって形成される、複数の線、孔、または柱を含むことができる。いかなる一般性も失うことなく、ナノ構造 2 4 0 9 は、ナノスケール幾何学形状、密度、および／またはピッチに基づいて、代替表面屈折率を提供する。これは、ナノ構造 2 4 0 9 がその表面を通して通過する光のために存在する場所の表面上のフレネル損失を変化させ得る。いくつかの実施形態では、ナノ構造 2 4 0 9 は、図 2 4 G に示されるように、光学要素 2 1 0 3 の複数の特徴にわたって配置される、コーティング内に形成されることができる。いくつかの実施形態では、ナノ構造 2 4 0 9 は、図 2 4 H に示されるように、直接、光学要素 2 1 0 3 の複数の特徴上に形成（例えば、エッチング）されることができる。故に、図 2 4 G に示される設計等のいくつかの実装では、ナノ構造は、光学要素 2 1 0 3 の回折特徴間に配置される。図 2 4 H に示される設計等の他の実装では、ナノ構造は、光学要素 2 1 0 3 の回折特徴間に配置されない。いくつかの実施形態では、コーティングは、導波管 2 1 0 1 の屈折率未満の屈折率を有する材料から成ることができる。例えば、コーティングは、パターン化可能ポリマー（例えば、レジスト）から成ることができる。

C．光の縁遮断

【 0 8 3 9 】

例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 6 0 等のディスプレイデバイスの種々の実施形態では、導波管の中に内部結合され、全内部反射（TIR）によって、導波管の縁に伝搬する、光学源（例えば、光プロジェクトシステム 5 2 0）からの光が、吸収され、および／または導波管から外に出射し、吸収される場合、有利である。導波管の縁に衝突後に再利用される、光は、再利用される光が、適切に指向されない限り、望ましくない視覚的アーチファクトを引き起こし、導波管から視認者に出力される光のコントラスト比を劣化させ得る。いくつかの実施形態では、反射性格子が、導波管の縁に提供され、再利用される光を適切な方向に沿って指向することができる。種々の実施形態では、反射性格子は、金属から成り、反射率を増加させることができる。例えば、いくつかの実装では、EPE を形成する格子のピッチの約半分のピッチを有する、格子が、ユーザに向かう光出力の強度を増加させるように、光を EPE 領域の中に戻るように再指向するために使用されることができる。そのような実装では、EPE を形成する格子のピッチの約半分のピッチを有する、格子は、高さ約 2 0 nm ～ 約 4 0 nm を有することができる。種々のそのような実装では、EPE を形成する格子のピッチの約半分のピッチを有する、格子は、金属化され、反射率を増加させることができる。

【 0 8 4 0 】

しかしながら、いくつかの実施形態では、導波管が、そうでなければ再利用される、光の量を排除または低減させるように構成されることができる。例えば、いくつかの実施形態では、導波管の縁は、導波管の縁に到達する、任意の光を出力するように構成されることができる。導波管の縁から出力された光は、導波管の縁の周囲に配置される吸収体によって吸収されることができる。図 2 5 A および 2 5 B は、そうでなければ再利用される、光の量を排除または低減させるように構成される、導波管 3 0 0 1 の異なる実施形態を図示する。複数の光抽出特徴 3 0 0 3 が、図 2 5 A および 2 5 B に描写される導波管 3 0 0 1 の縁に提供される。複数の光抽出特徴 3 0 0 3 は、全内部反射を介して、導波管 3 0 0 1 内を伝搬し、導波管 3 0 0 1 の縁に到達する、光 3 0 0 7 を出力するように構成される。複数の光抽出特徴 3 0 0 3 は、例えば、屈折特徴、回折特徴、および／または方向転換特徴を備えることができる。導波管の縁から抽出された光は、導波管 3 0 0 1 の縁の周囲の外部に配置される、吸光要素 3 0 0 5 によって吸収される。いくつかの実施形態では、吸光要素 3 0 0 5 は、吸光性材料から成る、構造を備えることができる。種々の実施形態では、構造は、導波管 3 0 0 1 の縁の周囲の外部に配置されるように構成される、カフ、カラー、カップ、またはスリーブ等を備えることができる。いくつかの実施形態では、吸光性材料は、1 % ～ 5 0 % 重量比のカーボンブラックを伴う、低または高屈折率ポリマー樹脂を含むことができる。例えば、ポリマー樹脂は、約 1 % ～ 1 0 % 重量比のカーボンブラック、約 5 % ～ 2 0 % 重量比のカーボンブラック、約 1 5 % ～ 3 0 % 重量比、約 2 0 %

～ 40 % 重量比のカーボンブラック、約 25 % ～ 50 % 重量比のカーボンブラック、またはこれらの値によって定義された任意の範囲 / 部分範囲内の任意の量を含むことができる。いくつかの実施形態では、導波管 3001 の縁の近くの外部表面および複数の光抽出特徴 3003 の外部表面は、図 25B に示されるように、吸光性材料から成るコーティングでコーティングされることができる。図 25B に図示されるように、吸光材料は、複数の光抽出特徴 3003 の個々のものの間に配置される。種々の実施形態では、コーティングは、1 % ～ 50 % 重量比のカーボンブラックを伴う、低または高屈折率ポリマー樹脂から成ることができる。例えば、ポリマー樹脂は、約 1 % ～ 10 % 重量比のカーボンブラック、約 5 % ～ 20 % 重量比のカーボンブラック、約 15 % ～ 30 % 重量比、約 20 % ～ 40 % 重量比のカーボンブラック、約 25 % ～ 50 % 重量比のカーボンブラック、またはこれらの値によって定義された任意の範囲 / 部分範囲内の任意の量を含むことができる。

10

VIIII . 高屈折率導波管のスタックおよびラミネート

A . 導波管の構造安定性の改良

【0841】

例えば、LiNbO₃ 等の高屈折率材料から成る、導波管は、脆弱、易壊性、および / またはディスプレイデバイス、例えば、頭部搭載型ディスプレイの落下等の衝撃によって破損を受けやすくあり得る。故に、落下試験および / または 1 日の使用において、ディスプレイデバイス（例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60）の機械的信頼性を改良する、1 つ以上の LiNbO₃ 導波管を備える、1 つ以上の構造安定性層を提供することが有利であろう。種々の実装では、1 つ以上の構造安定性層は、加えて、1 つ以上の LiNbO₃ 導波管を備える、ディスプレイデバイス（例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60）の熱化学的信頼性を改良するように構成されることができる。例えば、1 つ以上の構造安定性層は、1 つ以上の LiNbO₃ 導波管を備える、ディスプレイデバイス（例えば、ウェアラブルディスプレイデバイス 60）を、熱衝撃および / または環境条件下の日々の変化に対してより弾力性にすることができる。1 つ以上の構造安定性層は、導波管の光学性能（例えば、画像鮮明度、コントラスト）を低減させない、光学特性を有することができる。例えば、1 つ以上の構造安定性層は、広スペクトル範囲内の光に対して高度に透過性かつ透明であることができる（例えば、可視光約 450 nm ～ 約 700 nm は、ごく少量の減衰を伴って、または全く伴わずに、1 つ以上の構造安定性層を通して透過され得る）。別の実施例として、1 つ以上の構造安定性層は、ごく少量の屈折力を有する、または全く有しないことができる。さらに別の実施例として、1 つ以上の構造安定性層は、低減された反射を有するように構成されることができる。例えば、1 つ以上の構造安定性層は、例えば、テフロン（登録商標）等のフッ化ポリマー等の低屈折率の光学的にクリアなポリマーから成ることができる。別の実施例として、1 つ以上の構造安定性層は、約 1.7 以下である（例えば、約 1.3 ～ 1.7）屈折率を有する、光学透過性材料（例えば、可視光約 450 nm ～ 約 700 nm に対して透過性）から成ることができる。他の実施例として、1 つ以上の構造安定性層は、ガラス（例えば、AR ガラス）から成ることができる。1 つ以上の構造安定性層はまた、導波管にわたる付加的導波管および / または他の光学要素のスタックを促進するように構成されることができる。

20

30

【0842】

40

図 26A - 26G は、1 つ以上の構造安定性層を提供される、導波管の異なる実施形態を示す。図 26A - 26G に図示される異なる実施形態は、高屈折率材料（例えば、約 1.8 以上の屈折率）から成る、導波管 3101 を含む。導波管 3101 は、脆弱、易壊性、および / またはディスプレイデバイス、例えば、頭部搭載型ディスプレイの落下等の衝撃によって破損を受けやすい、材料から成り得る。例えば、導波管 3101 は、LiNbO₃ から成ることができる。導波管 3101 は、複数の回折特徴 3102 を導波管 3101 の 1 つ以上の表面上に備えることができる。複数の特徴 3102 のうちのいくつかは、導波管 3101 を通して伝搬する光を導波管 3101 から外に（例えば、視認者に向かって）出力するように構成されることができる。導波管 3101 の機械的、構造、熱、化学安定性、および / または信頼性のうちの 1 つ以上のものを改良するために、構造安定性層

50

(例えば、構造安定性層 3103、3105、3107、および 3109) が、図 26A - 26G に示されるように、導波管 3101 の片側または両側上に提供される。1 つ以上の構造安定性層 (例えば、構造安定性層 3013、3105、3107、および 3109) は、例えば、スピンコーティング、または他の前計量コーティング技法、例えば、スロットダイ、ドクターブレード、ナイフエッジ、スクリーン印刷、グラビア印刷、材料微粒子化 (スプレー) 等の堆積技法を使用して、提供されることができる。

【0843】

直接、導波管 3101 に隣接する、1 つ以上の構造安定性層 (例えば、構造安定性層 3103 および 3107) は、図 26A - 26D に示されるように、複数の特徴 3102 間の間隙 / 空間を充填するように堆積されることができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、図 26E - 26G に示されるように、スペーサ (例えば、スペーサ 3111a、3111b、3113a、3113b) が、導波管 3101 と、導波管 3101 に隣接する、1 つ以上の構造安定性層 (例えば、構造安定性層 3103 および 3107) との間に提供されることができる。スペーサ (例えば、スペーサ 3111a、3111b、3113a、3113b) は、インプリントされた構造、事前に切断された平坦材料、および / または球状ビーズ (例えば、ソーダ石灰またはポリスチレン (PS) 等から成るビーズ) から成ることができる。スペーサは、厚さ約 5 μm ~ 約 50 μm を有することができる。スペーサ (例えば、スペーサ 3111a、3111b、3113a、3113b) は、空隙を、例えば、導波管と構造支持層との間に提供することができる。

【0844】

故に、図 26A は、AR ガラス等のガラスから成る、第 1 の構造支持層 3105 と、第 1 の構造支持層 3105 と導波管との間にある、低屈折率コーティングから成る、第 2 の構造とを伴う、複数の回折特徴 3102 をその中に有する、導波管 3101 を示す。低屈折率コーティングは、回折特徴間を充填する。図 26B は、加えて、低屈折率コーティングを第 1 および第 2 の構造支持層 3105、3103 の対向側上に備える、第 3 の構造支持層 3107 を含む、図 26A のものに類似する設計を示す。低屈折率コーティングは、回折特徴間を充填する。図 26C は、加えて、導波管の第 1 および第 2 の構造支持層 3105、3103 と対向側上に AR ガラス等のガラスを備える、別の構造支持層 3107 を含む、図 26B のものに類似する設計を示す。本実装では、空隙が、導波管 3101 上の回折特徴間にある。図 26D は、AR ガラス等のガラスから成る、付加的な第 1 の構造支持層 3105 を伴わない、図 26B のものに類似する設計を示す。低屈折率コーティングは、回折特徴間を充填する。

【0845】

図 26E - 26G は、図 26A、26C、および 26D に示されるものと類似設計を示すが、図 26E - 26G は、スペーサを、導波管とそれに隣接する支持層 3103、3107 との間に含む。スペーサは、空隙を導波管と支持層 3103、3107 との間に提供する。図 26E - 26G に図示される実施形態に示される空隙は、スペーサ (例えば、3111a、3111b、3113a、および 3113b) を導波管 3101 のパターン化された表面の一方または両方に適用し、導波管 3101 のパターン化された表面の一方または両方を平面するように構成される、ポリマー材料を配置することによって製造されることができる。ポリマー層は、例えば、スピンコーティング、スロットダイコーティング、インクジェット、ナイフエッジコーティング等の種々の堆積技法を使用して、配置されることができる。低屈折率コーティング (例えば、3107 および 3103) は、例えば、スピンコーティング、スロットダイ、インクジェット、ナイフエッジコーティング等の化学蒸着方法または物理蒸着方法を介して、適用されることができる。低屈折率コーティング (例えば、3107 および 3103) は、例えば、MgF₂、SiO₂、または架橋結合された低屈折率ポリマー材料等の無機材料から成ることができる。ポリマー層は、次いで、熱によって触媒される酸化還元反応を通して蒸発され、空隙を作成する。いかなる一般性も失うことなく、低屈折率コーティング (例えば、3107 および 3103) は、引掻傷防止機能性および機械的口バラスト性のための構造支持を提供するように構成される

ことができる。

A．光学コンポーネントとの統合

【0846】

種々の実施形態では、例えば、屈折光学コンポーネント（例えば、レンズ）、回折コンポーネント、スイッチ等の光学コンポーネントは、本願に説明される、高屈折率材料から成る、パターン化された導波管と統合されることができる。図27A - 27Fは、平凸面レンズ3207a（例えば、図27A - 27B）、平凹面レンズ3207c（例えば、図27D - 27E）、またはフレネルレンズ3207bおよび3207d（例えば、図27C - 27F）と統合される、パターン化された導波管3201の種々の実施形態を図示する。パターン化された導波管3201は、複数の回折特徴3203を備える。複数の特徴3203は、入射光を導波管3201の中に内部結合する、内部結合された光を導波管3201に沿って分散させる、または導波管3201内を伝搬する光を外部結合するように構成されることができる。いくつかの実施形態では、光学コンポーネント3207a - 3207dは、図27Aおよび27Dに描写されるように、直接、複数の特徴3203にわたって配置されることができる。いくつかの他の実施形態では、光学コンポーネント3207a - 3207dは、図27B、27C、27E、および27Fに示されるように、平面化および/または構造安定性提供層3205にわたって配置されることができる。いくつかの実装では、構造安定性提供層3205は、増加された構造支持を提供するための厚さおよび強度を有することができる。そのような光学コンポーネント3207a - 3207dは、図27A - 27Fに示されるように、高屈折率材料から成る、パターン化された導波管と統合されることができる。いくつかの実装では、図27A - 27Fに図示されるような実施形態は、複数の焦点深度を提供することができる。例えば、屈折力を高屈折率光に提供することによって、導波管による外部結合は、特定の距離におけるオブジェクトから生じるかのように、ユーザの眼の中に指向されることができる。異なる導波管と関連付けられる屈折力を有する、複数のそのような光学コンポーネントが、複数の深度から生じるように現れる画像を提供するために使用されることができる。

【0847】

例えば、引掻傷防止層、曇り防止層等の付加的機能層も、パターン化された導波管3201および/または光学コンポーネント（例えば、レンズ3207a - 3207d）と統合され、パターン化された導波管3201の表面を、引掻傷、環境条件下の変動、熱、湿度等から保護することができる。さらに、上記に説明される1つ以上の構造安定性層はまた、導波管デバイスの機械的/構造/熱/化学安定性および/または信頼性を改良するために、パターン化された導波管3201および/または光学コンポーネント（例えば、レンズ3207a - 3207d）と統合されることができる。

IX．エッチングされた回折特徴にわたる材料の層を伴う例示的デバイス

【0848】

種々のデバイス（例えば、光学デバイス、ディスプレイデバイス、照明器、統合された光学デバイス等）が、回折特徴を含むことができる。特に、本明細書に説明されるように、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内で採用される導波管は、複数の回折特徴を備える、回折格子等の回折光学要素を採用し、光を制御することができる。例えば、回折光学要素または回折格子は、内部結合光学要素、外部結合光学要素、光分散要素、または組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器（CPE）として使用されることができる。CPEは、例えば、光の出力ビームおよび/またはアイボックスを増加させるように、光を分散または拡散させる、光分散要素と、外部結合格子との両方として動作してもよい。図28A - 28Dは、回折光学要素の回折特徴を備える、いくつかの例示的デバイスを図示する。図28Aでは、例示的デバイス2800は、基板2801と、基板2801内に形成（例えば、エッチング）される、回折特徴2803と、回折特徴2803にわたって配置される、材料の層2805とを含む。デバイス2800は、本明細書に説明される方法のいずれかを使用して、加工されることができる。

【0849】

10

20

30

40

50

基板 2801 は、本明細書に説明される導波管のいずれかを備えることができる。導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれることができる。例えば、導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれることができる。スタック内の異なる導波管は、上記に議論されるように、異なる色の光および/または異なる深度（例えば、深度平面）のためのものであってもよい。接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明であることができる。接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの眼に指向するように構成されることができる。接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載されることができる。接眼レンズは、ユーザの正面に位置付けられ、プロジェクタからの光を眼の中に指向し、画像を眼内に形成する。光プロジェクタからの光を受け取り得る、接眼レンズ内の導波管と関連付けられる、1つ以上の内部結合光学要素は、光を、導波管の中に、全内部反射によってその中で誘導されるように結合することができる。いくつかの実装では、光は、光を外に拡散し、光を外部結合光学要素に再指向し、光をユーザの眼に指向する、光分散要素へと、導波管内を伝搬し得る。いくつかの実装では、内部結合光学要素は、光を組み合わせられた瞳エクспанダ - 抽出器または C P E に指向し、これは、光を2つの方向に外へと拡散させ、アイボックスサイズを増加させる、また、導波管内で誘導されるプロジェクタからの光をユーザの眼から外に結合する。故に、内部結合格子、光分散要素、外部結合光学要素、および瞳エクспанダ - 抽出器は、光を、導波管の中に、その中で誘導されるように結合されるように再指向する、光を1つ以上の方向に拡散させ、アイボックスを増加させる、導波管内で誘導される光をユーザへと外に外部結合し、画像をユーザの眼内に形成する等の機能を実施するように構成される、回折格子等の回折光学要素を備えてもよい。

【0850】

図 28A に図示されるように、導波管を備える、基板 2801 は、対向する第1の2801a および第2の2801b 側を有することができる。頭部搭載型ディスプレイ内に統合されると、第2の側2801b は、頭部搭載型ディスプレイが装着されるとき、第1の側2801a より装着者の眼の近くに配置されることができる。第2の対向側2801b は、ユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境（例えば、世界）のより近くに配置され得る。いくつかの実装では、基板 2801 は、2.0 を上回る（例えば、少なくとも2.1、少なくとも2.2、少なくとも2.3、少なくとも2.4、少なくとも2.5、少なくとも2.6、少なくとも2.7、少なくとも2.8、少なくとも2.9、少なくとも3.0、少なくとも3.1、少なくとも3.2、少なくとも3.3、少なくとも3.4、少なくとも3.5、少なくとも3.6、少なくとも3.7、少なくとも3.8、少なくとも3.9、少なくとも4.0、またはこれらの値によって定義された任意の範囲/部分範囲内の任意の値）屈折率を有する材料から成ることができる。本明細書に説明されるように、いくつかのそのような実装は、有利なこととして、より低い屈折率を伴う材料から成るものと比較して、視野を拡大し、および/または異なる色または波長の光が単一導波管の中に内部結合されることを可能にすることができる。いくつかの例示的材料は、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、ダイヤモンド、炭化ケイ素（ SiC ）等を含む。しかしながら、基板は、高屈折率材料に限定される必要はない。本明細書に説明されるように、導波管は、ユーザに導波管および接眼レンズを通して視認者の正面の環境が見え得るように、可視光に対して透明であることができる。いくつかの実装では、したがって、接眼レンズ（例えば、導波管および/または出力光学要素および/または瞳エクспанダ - 抽出器等の回折光学要素）は、反射損失を低減させ、そのような視認を促進するように構成されてもよい。加えて、プロジェクタからの画像情報を含む光は、導波管の中に、その中で誘導されるように内部結合され、導波管を横断して分散され（例えば、2つの方向に）、導波管から外に視認者に向かって外部結合されることになる。

【0851】

上記に議論されるように、光は、回折光学要素または特徴 2803（例えば、内部結合光学要素、外部結合光学要素、射出瞳エクスパンダ等）を使用して、内部結合、分散、および外部結合されることができる。実施例として、回折特徴 2803 は、画像源からの光を受け取り、光を、基板 2801 の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれることができる。別の実施例として、回折特徴 2803 は、基板 2801 内で、基板 2801 から外に頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと誘導される、画像源からの光を受け取るように配置される、外部結合光学要素内に含まれることができる。上記に議論されるように、回折特徴 2803 はまた、導波管の面積にわたって光を拡散させ、例えば、アイボックスを増加させ、眼が接眼レンズに対して種々の側方位置に位置するとき、眼が、接眼レンズからの光を受け取り、プロジェクタからの画像を視認することを可能にするように構成されてもよい。回折特徴 2803 はまた、加えて、組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器または CPE の場合のように、同様に、導波管内で誘導される光を外部結合し、光を眼に指向することが可能であってもよい。図 28A に示されるように、回折特徴 2803 は、基板 2801 の第 1 の側 2801a 上に配置されることができる。代替として、または加えて、回折特徴 2803 は、基板 2801 の第 2 の側 2801b 上に配置されることができる。種々の実装では、回折特徴 2803 は、回折格子を形成することができる。故に、2 つのみの回折特徴 2803 が、図 28A に示されるが、より多くの回折特徴が、含まれてもよい。本原理は、本明細書に含まれる他の図面にも適用される。低減された数の特徴が、便宜上示され得るが、しかしながら、構造は、より多い（または可能性として、より少ない）特徴を含んでもよい。図 28A を参照すると、回折特徴 2803 は、上部表面 2803a と、上部表面 2803a を中心として配置される、側壁 2803b とを有することができる。いくつかのデバイスでは、回折特徴 2803 のうちの少なくとも 1 つ以上のものは、傾きのある側壁 2803b を有することができる。いくつかのデバイスでは、回折特徴 2803 のうちの少なくとも 1 つ以上のものは、台形断面を有することができる。他の形状も、可能性として考えられる。上部は、例えば、いくつかの設計では、傾けられてもよい。いくつかの設計では、回折特徴 2803 は、衝合する、2 つの傾きのある側壁を有してもよい。

【0852】

材料の層 2805 が、回折特徴 2803 にわたって（例えば、回折特徴 2803 の上部表面 2803a 上に）配置されることができる。材料の層 2805 は、1.8 未満である、屈折率（例えば、屈折率約 1.2 ~ 1.7）を有することができる。例えば、材料の層 2805 は、レジストまたはフォトリジスト等のポリマーから成ることができる。種々の実装では、材料の層 2805 は、特徴 2803 を、例えば、基板内にパターン化またはエッチングする際のマスクとして採用される、パターン化可能材料等のパターン化可能材料を含む。パターン化可能材料の一部は、回折特徴 2803 をパターン化またはエッチング後、残されてもよい。回折特徴 2803 を加工後に留まる、本パターン化可能材料は、回折特徴のサイズ、例えば、高さを増加または追加する等の利点を有し得る。加えて、いくつかのインスタンスでは、材料の層 2805 は、有利なこととして、世界からおよび/または他のスタックされた接眼レンズからの入射光の表面からの反射損失を低減させる（例えば、いくつかのインスタンスでは、反射防止性表面を提供する）ことができる。反射防止性特性は、ある場合には、基板のより高い屈折率（可能性として、少なくとも 1.9 または 2.0）から、層 2805 の中間屈折率（例えば、1.8 未満、可能性として、1.5 または 1.4）、約 1.0 の屈折率を有する、空気へと屈折率における遷移を有することから生じてもよい。低減された反射損失は、例えば、ユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境の可視性を増加させ、および/またはディスプレイの明度を増加させ得る。

【0853】

種々の実装では、回折特徴 2803 は、空間 2808 によって分離されることができる。いくつかのインスタンスでは、空間 2808 は、材料の層 2805 によって被覆されない場合がある。いくつかのインスタンスでは、空間 2808 は、基板 2801 の暴露領域

10

20

30

40

50

を含むことができる。図示されるように、層 2805 の残留層厚 (RLT) は、例えば、回折特徴間の空間 2808 内には存在しない。故に、種々の実装では、層 2805 のごく少量以下の残留層厚 (RLT) が、存在する。

【0854】

上記に議論されるように、回折特徴 2803 の数は、特に、限定されない。例証的目的のためだけに、図 28A は、2つの回折特徴 2803 を示すが、しかしながら、回折格子は、より多くのものを含むことができる。いくつかのデバイスでは、回折特徴 2803 の高さは、側方位置に伴って実質的に一定であることができる。いくつかのデバイスでは、回折特徴 2803 の高さは、同一であることができる。いくつかのデバイスでは、材料の層 2805 は、側方位置に伴って実質的に一定である、厚さを有することができる。いくつかのデバイスでは、材料の層 2805 は、回折特徴 2803 にわたって (例えば、回折特徴 2803 の上部表面 2803a 上に) 同一厚さを有することができる。

10

【0855】

いくつかのインスタンスでは、材料の層 2805 は、有利なこととして、基板 2801 の中にエッチングする類似効果を提供し得る。例えば、ある高屈折率基板等のある材料または基板の中にエッチングすることが複雑であり得るため、材料の層 2805 と回折特徴 2803 の組み合わせが、基板 2801 の中により深くエッチングされる回折特徴に匹敵する、深度を提供することができる。いくつかのそのような実装では、材料の層 2805 は、材料の層 2805 を伴わずにより深くエッチングされる回折特徴に匹敵する、回折特徴 2803 のある回折効率を維持することに役立ち得る。

20

【0856】

いかなる一般性も失うことなく、より深い回折特徴または増加された高さを有する回折特徴は、より高い光抽出を有することができる。逆に言えば、浅い回折特徴または低減された高さを有する回折特徴は、より少ない光抽出を有し得る。故に、光投入側により近い (例えば、内部結合格子および/または画像プロジェクタに近接する) 回折特徴は、浅い回折特徴および低減された高さから利点を享受し得る (例えば、例えば、直ちに、回折光学要素によって方向転換され、および/または可能性として、導波管から外に結合されることとは対照的に、光の大部分が導波管を横断して拡散することを可能にする) 一方、光投入側からより遠い回折特徴は、より深い回折特徴から利点を享受し得る (例えば、可能な限り多くの残りの光を抽出する)。図 28B - 28D は、異なる厚さの材料の層および/または高さの回折特徴を有する、いくつかの例示的デバイスを図示する。

30

【0857】

図 28B では、例示的光学デバイス 2810 は、基板 2811 と、回折特徴 2813₁、2813₂、2813₃、... 2813_n と、回折特徴にわたって配置される、材料の層 2815₁、2815₂、2815₃、... 2815_n とを含む。回折特徴および/または材料の層の数 n は、特に、限定されない。4つの回折特徴および材料の層が、例証的目的のためだけに示される。

【0858】

図 28B では、第1の回折特徴 2813₁、第2の回折特徴 2813₂、および第3の回折特徴 2813₃ は、相互に対して側方に変位される。第2の回折特徴 2813₂ は、第1の回折特徴 2813₁ と第3の回折特徴 2813₃ との間に配置される。図 28B に図示されるように、層 2815₁、2815₂、2815₃ の厚さは、段階的であることができる。本実施例では、回折特徴 2813₁、2813₂、2813₃ は、同一高さを有する一方、材料の層 2815₁、2815₂、2815₃ は、回折特徴 2813₁、2813₂、2813₃ にわたって (例えば、回折特徴 2813₁、2813₂、2813₃ の上部表面上に) 異なる厚さを有する。第3の回折特徴 2813₃ 上の材料の層 2815₃ の厚さは、第2の回折特徴 2813₂ にわたる材料の層 2815₂ の厚さより高く (または他のインスタンスでは、より低く)、第2の回折特徴 2813₂ にわたる材料の層 2815₂ の厚さは、第1の回折特徴 2813₁ にわたる材料の層 2815₁ の厚さより高い (または他のインスタンスでは、より低い)。層 2815₁、2815₂、2815₃ は、側方位

40

50

置に伴って徐々に増加（または減少）する、厚さを有することができる。

【0859】

図28Cでは、例示的光学デバイス2820は、基板2821と、回折特徴2823₁、2823₂、2823₃、...2823_nと、回折特徴にわたって配置される、材料の層2825₁、2825₂、2825₃、...2825_nとを含む。図28Cでは、第1の回折特徴2823₁、第2の回折特徴2823₂、および第3の回折特徴2823₃は、相互に対して側方に変位される。第2の回折特徴2823₂は、第1の回折特徴2823₁と第3の回折特徴2823₃との間に配置される。図28Cに図示されるように、回折特徴2823₁、2823₂、2823₃の高さは、段階的であることができる。特に、層2825₁、2825₂、2825₃は、回折特徴2823₁、2823₂、2823₃にわたって（例えば、回折特徴2823₁、2823₂、2823₃の上部表面上に）同一厚さを有するが、回折特徴2823₁、2823₂、2823₃は、異なる高さを有する。本実施例では、第3の回折特徴2823₃の高さは、第2の回折特徴2823₂の高さより高く（または他のインスタンスでは、より低く）、第2の回折特徴2823₂の高さは、第1の回折特徴2823₁の高さより高い（または他のインスタンスでは、より低い）。回折特徴2823₁、2823₂、2823₃の高さは、側方位置に伴って徐々に増加（または減少）することができる。

10

【0860】

図28Dでは、例示的光学デバイス2830は、基板2831と、回折特徴2833₁、2833₂、2833₃、...2833_nと、回折特徴にわたって配置される、材料の層2835₁、2835₂、2835₃、...2835_nとを含む。図28Dでは、第1の回折特徴2833₁、第2の回折特徴2833₂、および第3の回折特徴2833₃は、相互に対して側方に変位される。第2の回折特徴2833₂は、第1の回折特徴2833₁と第3の回折特徴2833₃との間に配置される。図28Dに図示されるように、回折特徴2833₁、2833₂、2833₃の高さは、段階的であることができる。層2835₁、2835₂、2835₃の厚さも、段階的であることができる。特に、図28Dでは、回折特徴2833₁、2833₂、2833₃は、異なる高さを有し、材料の層2835₁、2835₂、2835₃もまた、回折特徴2833₁、2833₂、2833₃にわたって（例えば、回折特徴2833₁、2833₂、2833₃の上部表面上に）異なる厚さを有する。本実施例では、第3の回折特徴2833₃の高さは、第2の回折特徴2833₂の高さより高く（または他のインスタンスでは、より低く）、第2の回折特徴2833₂の高さは、第1の回折特徴2833₁の高さより高い（または他のインスタンスでは、より低い）。回折特徴2833₁、2833₂、2833₃の高さは、側方位置に伴って徐々に増加（または減少）することができる。回折特徴2833₁、2833₂、2833₃の高さは、段階的であることができる。加えて、本実施例では、第3の回折特徴2833₃にわたる材料の層2835₃の厚さは、第2の回折特徴2833₂にわたる材料の層2835₂の厚さより高く（または他のインスタンスでは、より低く）、第2の回折特徴2833₂にわたる材料の層2835₂の厚さは、第1の回折特徴2833₁にわたる材料の層2835₁の厚さより高い（または他のインスタンスでは、より低い）。層2835₁、2835₂、2835₃は、側方位置に伴って徐々に増加（または減少）する、厚さを有することができる。

20

30

40

【0861】

いくつかの実装において、図28B、28C、および28Dに示される実施例では、デバイス2810、2820、2830は、光を基板2811、2821、2831の中に指向するように基板2811、2821、2831に対して配置されるプロジェクタ（図示せず）を含むことができる。プロジェクタは、第2の回折特徴2813₂、2823₂、2833₂より、第1の回折特徴2813₁、2823₁、2833₁の近くに位置付けられることができる。例えば、プロジェクタは、より高い高さを伴う、回折特徴より、より低い高さを伴う、回折特徴の近くに位置付けられることができる。別の実施例として、プロジェクタは、材料の層がより厚い、回折特徴より、材料の層がより薄い、回折特徴の

50

近くに位置付けられることができる。回折特徴は、光を、例えば、導波管から外に回折するように作用するため、より少ない光が、利用可能である。故に、回折特徴の高さおよび/またはその上に配置される材料の厚さを増加させることによって、回折効率を徐々に増加することは、低減された量の利用可能な光を相殺し、例えば、接眼レンズを横断して、光出力のより良好な均一性を提供し得る。

【0862】

図28A - 28Dに示される実施例のいずれかでは、基板2801、2811、2821、2831の厚さは、段階的である(例えば、図12B - 2、12C、または13Dに示されるように、または対向方向に段階的である)ことができる。基板2801、2811、2820、2830の厚さは、側方位置に伴って、徐々に増加(または他のインスタンスでは、減少)することができる。

10

【0863】

図29Aは、基板2901を図29Bに示される光学デバイス2900にエッチングするために使用される、ポリマーまたはレジスト材料2904(例えば、マスク)等のパターン化可能材料の例示的段階的な層を示す。種々の実装では、パターン化可能材料は、基板にわたって堆積される、例えば、ジェット堆積され、テンプレートが、パターンをパターン化可能材料の中にインプリントするために使用される。例示的パターン化可能材料、例えば、レジスト材料2904が、基板2901を段階的な回折特徴2903を伴う段階的な基板2901にエッチングするために使用されることができる。図29Bに示されるように、基板2901は、側方位置に伴って、徐々に増加(または他のインスタンスでは、減少)することができる。回折特徴の高さ2903はまた、側方位置に伴って、徐々に減少(または他のインスタンスでは、増加)することができる。いくつかの実装では、パターン化可能材料2904は、基板をパターン化するプロセスにおいて、完全に除去、消費、またはエッチングされない。故に、パターン化可能材料2904、例えば、レジストの一部は、留まり得る。残りのパターン化可能材料またはレジスト材料2904は、材料の層2905を回折特徴2903にわたって形成することができる。他の実装では、材料の層2905が、回折特徴2903にわたって追加されることができる。材料の層2905は、側方位置に伴って、徐々に減少(または他のインスタンスでは、増加)する、厚さを有することができる。層2905の厚さは、段階的であることができる。

20

【0864】

30

いくつかのデバイスでは、図における例示的デバイス3010に示されるように、回折特徴3013が、基板3011の1つ以上の(可能性として、両方の)側3011a、3011b上に提供されることができる。加えて、回折特徴3013のいずれかは、非対称形状を有し、例えば、より多くの光を視認者に指向するように構成される、ブレード回折格子を提供することができる。例えば、図30Aにおける側3011a上に形成される、回折特徴3013は、非対称側壁3013b-1、3013b-2を有する。回折特徴の形状3013は、格子が光を指向する、方向を決定することができる。図30Aに示される実施例では、片側上の回折特徴の形状は、側方位置に伴って変化する。例えば、中心における回折特徴は、対称であって、水平域を上部に伴わない一方、縁における回折特徴は、非対称であって、水平域を上部に有する。縁における回折特徴は、ブレードされ、異なる(例えば、対向)方向に面する。回折特徴のサイズ、例えば、高さもまた、中心からの距離に伴って増加する。実施例では、図30Bにおける光学デバイス3020、非対称側壁3023b-1、3023b-2を伴う、回折特徴3023の2つの群が、1つの縁に向かって基板3021の2つの個別の側3021a、3021b上に提供されることができる。示される実施例では、回折特徴のうちのいくつかのサイズおよび形状は、側方位置に伴って変化する。例えば、回折特徴の2つの群に関して、回折特徴のサイズ、例えば、高さは、中心からの距離に伴って増加する。図30Cに示される実施例では、片側上の回折特徴のサイズおよび形状は、側方位置に伴って変化する。例えば、中心における回折特徴は、対称かつより短い一方、縁における回折特徴は、非対称かつより高い。縁における回折特徴は、ブレードされ、異なる(例えば、対向)方向に面する。回折特徴のサ

40

50

イズ、例えば、高さは、中心からの距離に伴って増加する。図 3 0 C はまた、基板 3 0 3 1 の片側 3 0 3 1 において、回折特徴 3 0 3 3 の上部表面 3 0 3 3 a にわたって配置される、材料の層 3 0 3 5 が、非対称側壁 3 0 3 3 b - 1、3 0 3 3 b - 2 を有する、非対称側壁特徴 3 0 3 3 を有する、光学デバイス 3 0 3 0 を示す。層 3 0 3 5 を構成するパターン化された材料の形状は、側方位置に伴って変化する。層 3 0 3 5 を構成するパターン化された材料の形状は、縁と比較して、中心において異なる。基板 3 0 3 1 の他側 3 0 3 1 b 上において、材料の層は、対称であって、対称（直線）側壁を有する、回折特徴の上部表面にわたって配置される。特徴の幅およびその上に形成されるパターン化可能材料（例えば、レジスト）の幅は、中心からの距離に伴って増加する。他の実施例も、可能性として考えられる。

10

X．回折特徴にわたる高屈折率屈折材料を伴う例示的デバイス

【 0 8 6 5 】

本明細書に説明されるように、ある高屈折率基板等のある材料および基板の中にエッチングすることは複雑であり得るため、材料の層が、エッチングされた回折特徴にわたって提供され、基板の中により深くエッチングされる回折特徴に匹敵する、深度を提供することができる。図 3 1 における例示的デバイス 3 1 0 0 に示されるような他のデバイスでは、高屈折率基板の中にエッチングされる回折特徴に匹敵する、回折特徴は、基板材料未満の屈折率を有する材料を伴う基板 3 1 0 1 上に、回折特徴 3 1 0 3 を形成し、回折特徴 3 1 0 3 にわたって（例えば、その上部に）、回折特徴 3 1 0 3 より高い屈折率を有する材料 3 1 0 5 を提供することによって提供されることができる。

20

【 0 8 6 6 】

種々の実装では、基板 3 1 0 1 は、2 . 0 を上回る（例えば、少なくとも 2 . 1、少なくとも 2 . 2、少なくとも 2 . 3、少なくとも 2 . 4、少なくとも 2 . 5、少なくとも 2 . 6、少なくとも 2 . 7、少なくとも 2 . 8、少なくとも 2 . 9、少なくとも 3 . 0、少なくとも 3 . 1、少なくとも 3 . 2、少なくとも 3 . 3、少なくとも 3 . 4、少なくとも 3 . 5、少なくとも 3 . 6、少なくとも 3 . 7、少なくとも 3 . 8、少なくとも 3 . 9、少なくとも 4 . 0、またはこれらの値によって定義された任意の範囲 / 部分範囲内の任意の値）屈折率を有する材料から成ることができる。いくつかの例示的材料は、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、ダイヤモンド、炭化ケイ素（ SiC ）等を含む。本明細書に説明されるように、基板は、導波管と、可視光に対して透明であり得る材料とを備えることができる。

30

【 0 8 6 7 】

回折特徴 3 1 0 3 は、インプリント技術によって形成されることができる。例えば、ポリマー、例えば、レジスト等のパターン化可能材料が、基板上に堆積される、例えば、ジェット堆積されてもよい。パターンをその中に有する、テンプレートが、パターン化可能材料上に押圧され、インプリントおよびパターンをパターン化可能材料内に形成し得る。パターン化可能材料は、次いで、ある場合には、硬化されてもよい。回折特徴 3 1 0 3 を加工するための他のプロセスも、採用されてもよい。例えば、蒸発堆積、スパッタリング、化学蒸着等の他の技法も、パターン化可能材料を基板 3 1 0 1 上に堆積させるために使用されてもよい。フォトリソグラフィもまた、パターン化可能材料をパターン化するために使用されてもよい。

40

【 0 8 6 8 】

種々の実装では、回折特徴 3 1 0 3 は、基板 3 1 0 1 の材料未満の屈折率を有する材料から形成されることができる。回折特徴 3 1 0 3 は、例えば、1 . 8 未満である、屈折率（例えば、屈折率約 1 . 2 ~ 1 . 8、約 1 . 5 ~ 1 . 8、約 1 . 6 ~ 1 . 8、約 1 . 7 ~ 1 . 8 等）を有することができる。例えば、回折特徴 3 1 0 3 は、レジストまたはフォトリソ等から成ることができる。本明細書に議論されるように、種々の実装では、回折特徴 3 1 0 3 は、回折格子を形成することができる。いくつかの回折特徴 3 1 0 3 のみが、示されるが、より多くのものが、回折格子または回折光学要素を形成するために含まれてもよい。図 3 1 を参照すると、回折特徴 3 1 0 3 は、上部表面 3 1 0 3 a と

50

、上部表面 3 1 0 3 a を中心として配置される、側壁 3 1 0 3 b - 1、3 0 0 3 b - 2 とを有することができる。回折特徴 3 1 0 3 は、空間 3 1 0 8 によって分離されることができる。

【0869】

回折特徴 3 1 0 3 にわたって配置される、より高い屈折率材料 3 1 0 5 は、例えば、2 . 0 を上回る（例えば、少なくとも 2 . 1、少なくとも 2 . 2、少なくとも 2 . 3、少なくとも 2 . 4、少なくとも 2 . 5、少なくとも 2 . 6、少なくとも 2 . 7、少なくとも 2 . 8、少なくとも 2 . 9、少なくとも 3 . 0、少なくとも 3 . 1、少なくとも 3 . 2、少なくとも 3 . 3、少なくとも 3 . 4、少なくとも 3 . 5、少なくとも 3 . 6、少なくとも 3 . 7、少なくとも 3 . 8、少なくとも 3 . 9、少なくとも 4 . 0、またはこれらの値によって定義された任意の範囲 / 部分範囲内の任意の値）屈折率を有する材料を含むことができる。いくつかの例示的材料は、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、ダイヤモンド、炭化ケイ素 (SiC) 等を含む。

【0870】

いくつかのデバイスでは、また、図 3 1 に示されるように、高屈折率材料 3 1 1 5 は、回折特徴 3 1 1 3 上に非対称的に提供され、より多くの光を、視認者等の 1 つ以上の方向に優先的に指向するように構成される、ブレード回折格子を提供することができる。例えば、高屈折率材料 3 1 1 5 のより多くのものが、回折特徴 3 1 1 3 の第 1 の側上に、回折特徴 3 1 1 3 の第 2 の側上よりあることができる。例えば、高屈折率材料 3 1 1 5 のより多くのものが、回折特徴 3 1 1 3 の第 1 の側壁 3 1 1 3 b - 1 上に、回折特徴 3 1 1 3 の第 2 の側壁 3 1 1 3 b - 2 上よりあることができる。図 3 1 に示されるようないくつかのインスタンスでは、少なくとも 1 つの回折特徴 3 1 1 3 は、高屈折率材料 3 1 1 5 を回折特徴 3 1 1 3 の第 1 の側 3 1 1 3 b - 1 上に有することができる一方、回折特徴 3 1 1 3 の第 2 の側 3 1 1 3 b - 2 は、暴露または少なくとも部分的に暴露され得る。図 3 2 における実施例に示されるように、高屈折率材料 3 2 0 5 はまた、非対称側壁 3 2 0 3 b - 1、3 2 0 3 b - 2 を伴う回折特徴 3 2 0 3 上に堆積させることによって、非対称的に提供されることができる。視射角堆積 (GLAD) 等の指向性堆積が、いくつかの実装では、回折格子の片側を優先的にコーティングするために採用されてもよい。いくつかの実装では、非対称幾何学形状を伴う回折特徴は、指向性堆積を受動的に提供し得る。テンプレートは、イオンエッチング、GLAD エッチング、傾斜エッチング、Faraday ケー

XI . 回折特徴の 2 D アレイ

【0871】

種々の実装は、回折特徴の 1 D アレイとして図示されている。例えば、図 3 3 A は、1 つの方向（例えば、図 3 3 B における水平方向）に側方に配列される一連の回折特徴 3 3 0 3 を有する、例示的デバイス 3 3 0 0 の断面側面図を示す。回折特徴 3 3 0 3 は、1 つの方向（例えば、図 3 3 B における水平方向）に起伏し、したがって、1 D と称される。図 3 3 B は、例示的デバイス 3 3 0 0 の上面図を示す。回折特徴 3 3 0 3 は、1 つの方向（例えば、図 3 3 B における垂直方向）に延在する、線等の一連の伸長縦方向特徴を形成することができる。伸長縦方向特徴は、1 つの方向（例えば、図 3 3 B における水平方向）に沿って配列され、その方向に繰り返される。

【0872】

本明細書に説明される構造の 1 D アレイのいずれかはまた、2 つの方向に配列され、回折特徴の 2 D アレイを形成することができる。回折特徴の 2 D アレイは、複数の起伏を 2 つの方向に含むことができる。いくつかのインスタンスでは、起伏は、周期的であり得る

一方、他のインスタンスでは、起伏のピッチは、変動し得る。図 3 4 は、回折特徴 3 4 0 3 の 2 D アレイ（例えば、2 つの次元または方向に側方に配列される回折特徴 3 4 0 3）を有する、例示的デバイス 3 4 0 0 を示す。本実施例では、アレイは、格子模様パターンに類似する。これらの特徴は、突出部、この場合は、柱と称され得る。本実施例では、回折特徴 3 4 0 3 は、水平軸に実質的に直交する側壁を伴って、対称である。他の実施例では、回折特徴、例えば、突出部は、角度付けられたまたは傾斜された側壁を伴って、対称であることができる。例えば、図 3 5 A および 3 5 B は、それぞれ、対称回折特徴の例示的アレイの断面側面図および上面図を示す。左および右側壁は両方とも、回折特徴が、テーパ状になる、または幅が、高さの増加に伴ってより小さくなるように、内向きに傾斜する。故に、本実施例では、第 1 の側壁は、1 つの方向に傾斜され、第 2 の側壁は、第 2 の対向方向に傾斜される。本実施例では、側壁傾斜角度は、水平軸に対して約 3 0 度であって、両側で対称である。

【 0 8 7 3 】

図 3 6 は、回折特徴 3 6 0 3 の 2 D アレイを有する、別の例示的デバイス 3 6 0 0 を示す。回折特徴は、本実施例では、非対称である。図 3 6 A および 3 6 B は、それぞれ、非対称回折特徴の例示的アレイの断面側面図および上面図を示す。本 2 D 回折格子は、ブレード回折格子を備える。回折特徴は、例えば、高さに伴って、厚さにおいてテーパ状になり得る。図 3 6 に示される実施例では、回折特徴は、2 つの傾きのある側壁またはファセットを有し、一方の傾きは、他方より大きい一方、図 3 6 A および 3 6 B に示される実施例では、一方の側壁は、傾きが付けられるが、他方の対向側壁は、傾けられない、または第 2 の側壁上の任意の傾きは、ごく少量である。両方の場合において、一方の側壁の傾きは、回折特徴が、非対称かつブレードされるように、他方のもの（該当する場合）より大きい。結果として、回折特徴は、光を、1 つの方向に、他の方向より優先的に回折する。そのような回折格子は、例えば、プロジェクタから受け取られた光を、配光要素、外部結合光学要素、または光分散要素の組み合わせに向かって回折する、例えば、光の出力ビームおよび / またはアイボックスを増加させるように光を分散させるように構成される、内部結合光学要素、および外部結合光学要素、例えば、C P E、または組み合わせられた瞳エクスパンダ - 抽出器として有用であり得る。そのような回折格子はまた、ユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境または世界と対向方向とは対照的に、光を眼に外部結合するために有用であり得る。側壁傾斜角度は、いくつかの実装では、片側上において、水平軸に対して 3 0 度未満であって、他側上において、8 0 度（可能性として、9 0 度）より大きい。しかしながら、他の傾斜および傾斜角度も、可能性として考えられる。いくつかのインスタンスでは、回折特徴は、鋸歯ナノ構造等の鋸歯構造の 2 D アレイを形成することができる。

【 0 8 7 4 】

故に、種々の実装では、対称または非対称回折特徴の 2 D アレイは、ブレード回折格子を提供することができる。上記に議論されるように、回折格子の形状（例えば、側壁の傾斜角度）は、格子が、光を指向する、または光を優先的に指向する、方向を決定することができる。例えば、格子は、より多くの光を、他の格子（例えば、E P E、O P E、または C P E）に向かって、および / または視認者に向かって指向し得る。いくつかのインスタンスでは、回折特徴は、光の伝搬を 2 つ以上の方向に付勢するようにファセットされる（例えば、複数の方向にブレードされる）ことができる。例えば、図 3 7 A は、基板 3 7 0 1 内または上に形成される、回折特徴 3 7 0 3 の 2 D アレイを有する、例示的デバイス 3 7 0 0 を示す。回折特徴 3 7 0 3 は、傾斜される、第 1 の側壁またはファセット 3 7 0 3 b - 1 と、第 2 の側壁またはファセット 3 7 0 3 b - 2 とを有する。故に、回折特徴は、例えば、高さに伴って、厚さにおいて、テーパ状である。回折特徴 3 7 0 3 は、光を、第 1 および第 2 の側壁またはファセット 3 7 0 3 b - 1、3 7 0 3 b - 2 の傾斜角度に基づく方向に優先的に指向するように構成されることができる。図 3 7 B は、より多くの光を 2 つの特定の方向に指向する、例示的回折特徴を示す（右上および左下に指向される 2 つの太実線矢印によって図示するように）。他の実施例も、可能性として考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 8 7 5 】

故に、格子構造等の本明細書に説明される構造またはデバイスのいずれかは、1 D 格子を備えてもよい。同様に、格子構造等の本明細書に説明される構造またはデバイスのいずれかは、2 D 格子を備えてもよい。そのような2 D 格子は、光を拡散させ得る。これらの格子はまた、ブレード格子を備えてもよい。そのようなブレード格子は、光をある方向に優先的に指向し得る。いくつかの実装では、2 D 格子（例えば、1つの傾斜されたファセットを回折特徴上に有する）は、光を、一方の方向において、他方の方向より優先的に指向する。2 D 格子（例えば、2つの傾斜されたファセットを回折特徴上に異なるように有する）は、光を複数の方向に優先的に指向する。同様に、本明細書に説明される方法またはプロセスのいずれかは、1 D 格子のために使用されることができる。同様に、本明細書に説明される方法またはプロセスのいずれかは、2 D 格子のために使用されることができる。1 D または 2 D のこれらの格子は、本明細書に開示されるように、基板および / または導波管上に含まれてもよく、接眼レンズ内に含まれ、可能性として、頭部搭載型ディスプレイの中に統合されてもよい。これらの格子は、入力格子または光学要素（例えば、ICGs）、出力格子または光学要素（EPE）、光分散格子または光学要素（OPE）、または光を分散させ、例えば、ビームサイズおよび / またはアイボックスを増加させることと、光を導波管から外に結合することの両方を行う、組み合わせられた光分散格子 / 出力格子（例えば、CPE）として採用されてもよい。

10

【 0 8 7 6 】

図 3 8 A は、ブレード格子を形成する例示的方法 3 8 0 0 を示す。方法 3 8 0 0 は、テンプレートまたはマスク 3 8 1 0 を提供する。回折特徴が、角度付けられる、傾けられる、または傾斜されるべき場合、テンプレート 3 8 1 0 は、角度付けられた構造を形成するようにパターン化されることができる。種々のプロセス、例えば、エッチングプロセスが、そのような角度付けられた構造を形成するように指向性にされ、角度付けられてもよい。角度付けられたエッチングプロセス等の角度付けられたプロセスのいくつかの実施例は、イオンビームミリング、角度付けられたドライエッチング、イオンエッチング、GLAD エッチング、傾斜されたエッチング、Faraday ケージエッチング等を含む。いくつかの実装では、テンプレート 3 8 1 0 のために採用される材料の選択は、角度付けられた側壁をテンプレート内に有する、角度付けられた構造を生産することを補助し得る。本実施例では、角度付けられた構造は、角度付けられた伸長突出部（例えば、1 D 格子に関して）または角度付けられた柱（例えば、2 D 格子に関して）を備える。これらの角度付けられた伸長突出部または角度付けられた柱は、同一方向に傾斜され、ある場合には、略平行であり得る、側壁を有してもよい。いったんテンプレート 3 8 1 0 が、加工されると、パターン化可能材料（例えば、ポリマー、レジスト、フォトリジスト等）の層は、基板 3 8 0 1 上に堆積されることができ、本層は、インプリントテンプレート 3 8 1 0 を用いてインプリントされることができる。テンプレート 3 8 1 0 は、基板 3 8 0 1 上のパターン化可能材料（例えば、レジスト材料）3 8 0 5 の中にインプリントされ、基板のためのマスク 3 8 0 5 を形成することができる。他の実装では、パターン化可能材料が、テンプレート上に堆積されることができ、基板が、パターン化可能材料をその上に伴うテンプレートに接触されることができる。テンプレートは、除去されることができ、レジスト材料 3 8 0 5 および下層基板 3 8 0 1 は、ドライエッチングされ、回折特徴 3 8 0 3 を基板 3 8 0 1 内に形成することができる。種々の実装では、ドライエッチングが、示されるように採用される。エッチングは、指向性であってもよい。示される実施例では、エッチングプロセスは、角度付けられない。基板 3 8 0 1 内（または基板 3 8 0 1 上に配置される材料の層内）に形成される、結果として生じる回折特徴 3 8 0 3 は、ある形状を有し得る、例えば、マスク 3 8 0 5 内の角度付けられた特徴の結果として、ブレードされてもよい。示される実施例では、回折特徴の断面は、2つの傾きのある辺を伴う、台形または略三角形形状を有する。辺は、対向方向に傾く。示される実施例では、一方の辺は、他方より傾きが付けられ、ブレード構造を作成する。本プロセスは、回折特徴の 1 D または 2 D アレイを形成するために使用されてもよい。

20

30

40

50

【 0 8 7 7 】

図 3 8 B は、ブレード回折特徴を形成する別の例示的方法 3 8 5 0 を示す。マスク 3 8 5 5 および下層基板 3 8 5 1 は、回折特徴 3 8 5 3 を基板 3 8 5 1 内（または基板 3 8 5 1 上に配置される材料の層内）に形成するような角度でエッチング（例えば、ドライエッチング）されることができる。角度付けられた指向性エッチングプロセス（例えば、角度付けられたエッチング）のいくつかの実施例は、イオンビームミリング、角度付けられたドライエッチング、イオンエッチング、G L A D エッチング、傾斜されたエッチング、F a r a d a y ケージエッチング等を含む。テンプレートは、台形または略三角形断面を備える、伸長突出部（例えば、1 D 格子に関して）またはテーパ状柱（例えば、2 D 格子に関して）を備えてもよい。これらの伸長突出部またはテーパ状柱は、対向方向に傾斜される、側壁を有してもよい。一方の側壁は、他方より傾斜されてもよい。角度付けられたエッチングプロセスをこれらの伸長突出部またはテーパ状柱に適用するステップは、ブレード格子を材料、例えば、伸長突出部またはテーパ状柱の下層の基板または基板上に配置される材料の層内に生産し得る。辺が同一方向に傾斜されたブレード回折特徴が、生産され得る。種々の実装では、辺のうちの一方が、他方の辺より傾斜される。本プロセスは、回折特徴の 1 D または 2 D アレイを形成するために使用されてもよい。

10

【 0 8 7 8 】

種々の実装では、結果として生じる回折特徴は、マスク内の角度付けられた特徴（例えば、図 3 8 A に示されるように）の結果として、および / または角度付けられたプロセス（例えば、図 3 8 B に示されるように）を使用した結果として、2 つ以上の方向にブレードされてもよい（例えば、図 3 7 A に示されるように）。2 つ以上の方向にブレードされた回折特徴または格子は、2 回エッチングすることによって生産され得る。いくつかの実装では、例えば、2 つ以上の方向にブレードされた回折特徴または格子は、第 1 のマスクを用いてエッチングし、再び、第 2 の異なるマスクを用いてエッチングすることによって生産され得る。図 3 9 に示されるようないくつかのインスタンスでは、マスク 3 9 0 5 および基板 3 9 0 1 は、エッチングされ、回折特徴 3 9 0 3 の第 1 の側壁を基板 3 9 0 1 内に形成してもよい。加えて、パターン化が、提供され、第 2 の側壁を形成してもよい。種々の実装では、異なる配向および / または形状を有する、第 2 のマスクが、第 2 の側壁を形成するために使用されてもよい。第 2 のマスク（例えば、第 1 の側壁に対してある角度でおよび / または異なる配向にある）が、例えば、エッチングされ、第 2 の側壁を形成してもよい。いくつかの実装では、回折特徴 3 9 0 3 の第 1 の側壁が、形成された後、平面化層 3 9 0 7 は、中間回折特徴 3 9 0 3 および基板 3 9 0 1 に追加されてもよい。平面化層 3 9 0 7、中間回折特徴 3 9 0 3、および / または基板 3 9 0 1 は、パターン化およびエッチングされ、（例えば、第 1 の側壁に対してある角度で）、第 2 の側壁を形成してもよい。上記の実施例は、基板をパターン化する状況において議論されるが、いくつかの実装では、上記に説明されるプロセスは、基板ではなく、基板上に形成される層をパターン化するために採用されてもよい。代替として、いくつかの実装では、上記に説明されるプロセスは、基板上に形成される層および基板をパターン化するために採用されてもよい。

20

30

【 0 8 7 9 】

加えて、例示的方法 3 8 0 0、3 8 5 0、3 9 0 0 は、非対称回折特徴の 2 D アレイを形成するように図示されるが、本方法はまたは、対称回折特徴の 2 D アレイを形成するために使用されることができる（角度付けられた側壁の有無にかかわらず）。本方法はまた、回折特徴の 1 D アレイを形成するためにも使用されることができる。いくつかのインスタンスでは、1 D アレイにおける回折特徴は、角度付けられた側壁の有無にかかわらず、対称であることができる。いくつかのインスタンスでは、1 D アレイにおける回折特徴は、例えば、角度付けられた側壁を伴って、非対称であることができる。故に、ある場合には、ブレード回折特徴が、形成され得る。

40

【 0 8 8 0 】

本明細書に説明されるシステム、デバイス、および方法に関する様々な変形例も、可能

50

性として考えられる。例えば、頭部搭載型ディスプレイシステムおよびデバイスは、潜在的に、3つの深度から投影されるかのように、画像コンテンツを提供するように議論されるが、いくつかの実装は、そのような3つの深度平面を含まなくてもよい。可変焦点レンズもまた、異なる深度から生じるかのように、画像コンテンツを現れさせるために使用されてもよい。他の変形例も、可能性として考えられる。

【0881】

デバイス（例えば、光学デバイス、ディスプレイデバイス、照明器、統合型光学デバイス等）およびシステム（例えば、照明システム）の種々の実施例が、提供された。これらのデバイスおよび/またはシステムのいずれかは、光を（例えば、1つ以上の内部結合光学要素を用いて）導波管および/または接眼レンズの中に結合し、画像を形成するように、頭部搭載型ディスプレイシステム内に含まれてもよい。加えて、デバイスおよび/またはシステムは、デバイスおよび/またはシステムのうちの1つ以上のものが、頭部搭載型ディスプレイシステム内に含まれ得るように、比較的的小型（例えば、1cm未満）であり得る。例えば、デバイスおよび/またはシステムは、接眼レンズに対して小型であり得る（例えば、接眼レンズの長さおよび/または幅の3分の1未満である）。

【0882】

本明細書に開示されるシステム、方法、およびデバイスはそれぞれ、いくつかの革新的側面を有し、そのうちのいずれのものも、本明細書に開示される望ましい属性に単独で責任を負わない。種々の例示的システムおよび方法が、下記に提供される。

（実施例）

（実施例I）

【0883】

実施例1：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、パターンをパターン化可能層上に形成するステップであって、パターンは、異なる高さを伴う、複数の表面レリーフ特徴を備える、ステップと、基板の表面をパターン化可能層を通してエッチングし、構造を基板の表面上に加工するステップであって、該構造は、可視光を回折するように構成される、回折特徴を備える、ステップと、を含む、方法。

【0884】

実施例2：透明材料は、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、または BaTiO_3 のうちの少なくとも1つを含む、実施例1に記載の方法。

【0885】

実施例3：透明材料は、X-カット LiNbO_3 ウエハを含む、実施例2に記載の方法。

【0886】

実施例4：基板にわたって、基板とパターン化可能層との間の層を配置するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【0887】

実施例5：基板とパターン化可能層との間の層は、誘電層から成る、実施例4に記載の方法。

【0888】

実施例6：基板とパターン化可能層との間の層は、伝導層から成る、実施例4に記載の方法。

【0889】

実施例7：基板とパターン化可能層との間の層は、透明酸化物から成る、実施例4、5、または6に記載の方法。

【0890】

実施例 8 : 基板とパターン化可能層との間の層は、伝導性酸化物から成る、実施例 4 または 6 に記載の方法。

【 0 8 9 1 】

実施例 9 : 基板とパターン化可能層との間の層は、 SiC 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Si_3N_4 、または SiO_2 のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 4 に記載の方法。

【 0 8 9 2 】

実施例 10 : 基板とパターン化可能層との間の層は、1.45 ~ 3.5 の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 - 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 8 9 3 】

実施例 11 : 基板とパターン化可能層との間の層は、2.0 以上の屈折率を有する材料から成る、実施例 4 - 9 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 8 9 4 】

実施例 12 : 基板とパターン化可能層との間の層は、静電荷を消散させるように構成される、材料から成る、実施例 4、6、8、10、または 11 のいずれかに記載の方法。

【 0 8 9 5 】

実施例 13 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板にわたって、接着助長剤層を配置するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 8 9 6 】

実施例 14 : 接着助長剤層は、10 nm 以下である厚さを有する、実施例 13 に記載の方法。

20

【 0 8 9 7 】

実施例 15 : 接着助長剤層は、パターン化可能層と共有結合するように構成される、実施例 13 または 14 に記載の方法。

【 0 8 9 8 】

実施例 16 : 接着助長剤層は、基板と架橋結合するように構成される、実施例 13 または 14 に記載の方法。

【 0 8 9 9 】

実施例 17 : パターン化可能層は、2.0 未満の屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 0 】

30

実施例 18 : パターン化可能層を配置するステップに先立って、基板の表面をイオン化装置に暴露するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 1 】

実施例 19 : イオン化装置は、バイポーラ清浄空気イオン化を備える、実施例 18 に記載の方法。

【 0 9 0 2 】

実施例 20 : イオン化装置は、正または負のイオンを備える、実施例 18 に記載の方法。

【 0 9 0 3 】

実施例 21 : 荷電された表面を基板の表面に近づける、またはそれと接触させ、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

40

【 0 9 0 4 】

実施例 22 : 基板を電氣的に接地された搭載部上に搭載し、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 5 】

実施例 23 : 金属層を基板にわたって堆積させ、それによって、表面電荷を消散させるステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 6 】

実施例 24 : 金属層は、イリジウム、クロム、またはニッケルから成る、実施例 23 に記載の方法。

50

【 0 9 0 7 】

実施例 25：パターン化可能層を堆積させるステップは、表面にわたってパターン化可能層をジェット堆積させるステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 8 】

実施例 26：パターン化可能層は、表面を横断して非均一に堆積され、パターン化可能層がより厚い、表面の領域は、パターン化可能層がより薄い、表面の領域より高い表面レリーフ特徴を生産する、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 0 9 】

実施例 27：基板の表面をエッチングするステップは、パターン化可能層を、パターン化可能層をエッチングするように構成される、第 1 のエッチング液に暴露するステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

10

【 0 9 1 0 】

実施例 28：基板の表面を第 2 のエッチング液に暴露するステップをさらに含み、第 2 のエッチング液は、基板をエッチングするように構成される、実施例 27 に記載の方法。

【 0 9 1 1 】

実施例 29：基板上に配置される、誘電材料の層を、誘電材料の層をエッチングするように構成される、第 2 のエッチング液に暴露するステップをさらに含み、実施例 27 に記載の方法。

【 0 9 1 2 】

実施例 30：基板の表面を、基板の材料をエッチングするように構成される、第 3 のエッチング液に暴露するステップをさらに含み、実施例 29 に記載の方法。

20

【 0 9 1 3 】

実施例 31：該パターンを該パターン化可能層上に形成するステップは、パターンを該パターン化可能層内にインプリントするステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 1 4 】

実施例 32：パターンをパターン化可能層上にインプリントするステップは、パターン化可能層とパターン化されたテンプレートを接触させるステップを含む、実施例 31 に記載の方法。

【 0 9 1 5 】

実施例 33：該パターンを該パターン化可能層上に形成するステップは、フォトリソグラフィを使用してパターン化するステップを含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

30

【 0 9 1 6 】

実施例 34：該基板は、誘電体から成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 1 7 】

実施例 35：該パターン化可能層は、ポリマーから成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 1 8 】

実施例 36：該パターン化可能層は、レジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の方法。

40

【 0 9 1 9 】

実施例 37：該パターン化可能層は、フォトレジストから成る、実施例 36 に記載の方法。

【 0 9 2 0 】

実施例 38：回折光学要素を頭部搭載型ディスプレイ内に統合するステップをさらに含む、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 0 9 2 1 】

実施例 39：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、

50

基板の表面上の異なる領域にわたって、異なる量のパターン化可能材料を配置するステップと、
パターン化可能材料を通して基板の表面をエッチングし、異なる高さを基板の表面上に有する、構造を加工するステップと、
を含む、方法。

【 0 9 2 2 】

実施例 4 0 : より多くのパターン化可能材料を有する、表面の領域は、より少ないパターン化可能材料を有する、表面の領域より高い表面レリーフ特徴を生産する、実施例 3 9 に記載の方法。

【 0 9 2 3 】

実施例 4 1 : 回折光学要素を製造する方法であって、
可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、
基板の表面上の異なる側方に離間された領域にわたって、異なる組成のパターン化可能材料を配置するステップであって、異なる組成のパターン化可能材料は、異なるエッチング率のエッチング液を有する、ステップと、
エッチング液を用いて、パターン化可能材料を通して基板の表面をエッチングし、異なる高さを基板の表面上に有する、構造を加工するステップと、
を含む、方法。

【 0 9 2 4 】

実施例 4 2 : ディスプレイデバイスであって、
複数の導波管導波管を備える、スタックであって、複数の導波管のうちの少なくとも 1 つは、可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、導波管スタックを備え、
該複数の導波管のうちの少なくとも 1 つは、第 1 の主要表面と、第 2 の主要表面と、複数のより薄い縁とを備え、第 1 の主要表面は、異なる高さを有する、複数の回折特徴を備える、ディスプレイデバイス。

【 0 9 2 5 】

実施例 4 3 : 第 2 の主要表面は、第 1 の主要表面の複数の回折特徴からオフセットされた複数の回折特徴を備える、実施例 4 2 に記載のディスプレイデバイス。

【 0 9 2 6 】

実施例 4 4 : 透明材料は、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 SiC 、または TiO_2 のうちの 1 つ以上のものを含む、実施例 4 2 または 4 3 のいずれかに記載のディスプレイデバイス。

【 0 9 2 7 】

実施例 4 5 :
ユーザの頭部上に支持されるように構成される、フレームと、
フレーム上に配置される、導波管スタックを備える、接眼レンズと、
をさらに備える、実施例 4 2 - 4 4 のいずれかに記載のディスプレイデバイス。

【 0 9 2 8 】

実施例 4 6 : 実施例 4 5 に記載のディスプレイデバイスは、頭部搭載型ディスプレイを備える。

【 0 9 2 9 】

実施例 4 7 : 回折光学要素を製造する方法であって、
可視光に対して透明である、1.79 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、
パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、
パターン化可能層をパターン化するステップであって、パターンは、複数の特徴を備える、ステップと、
パターン化可能層を通して、基板の表面をエッチングし、構造を基板の表面上に加工する

10

20

30

40

50

ステップであって、構造は、可視光を回折するように構成される、回折特徴を備える、ステップと、
を含む、方法。

【0930】

実施例48：透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例47に記載の方法。

【0931】

実施例49：パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを含む、実施例47または48のいずれかに記載の方法。

【0932】

実施例50：パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例47-49のいずれかに記載の方法。

【0933】

実施例51：パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、パターン化可能層を基板の表面にわたってジェット堆積させるステップを含む、実施例47-50のいずれかに記載の方法。

【0934】

実施例52：基板の表面は、(i)表面をプラズマに暴露する、(ii)イオン化装置を使用する、(iii)二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(iv)透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも1つによって、パターン化可能層を配置するステップに先立って放電される、実施例47-51のいずれかに記載の方法。

【0935】

実施例53：パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例47-52のいずれかに記載の方法。

【0936】

実施例54：パターン化可能層を配置するステップに先立って、導波管の表面にわたって、接着助長剤層を配置するステップをさらに含む、実施例47-53のいずれかに記載の方法。

【0937】

実施例55：パターン化可能層を配置するステップに先立って、導波管の表面にわたって、1.79を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例47-54のいずれかに記載の方法。

【0938】

実施例56：高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも1つから成る、実施例55に記載の方法。

【0939】

実施例57：基板の表面をエッチングするステップは、
第1のエッチングプロセスを使用して、パターン化されたパターン化可能層をエッチングし、パターン化可能層の複数の特徴間の基板の表面を暴露させるステップと、
第2のエッチングプロセスを使用して、複数の特徴および基板の暴露表面をエッチングし、複数の特徴を基板の表面上に加工するステップと、
を含む、実施例47-56のいずれかに記載の方法。

【0940】

実施例58：第1のエッチングプロセスは、アルゴン、酸素、およびヘリウムのうちの少なくとも1つの存在下でエッチングするステップを含み、第2のエッチングプロセスは、フッ素、臭素、アルゴン、またはメタンのうちの少なくとも1つの存在下でエッチングするステップを含む、実施例57に記載の方法。

10

20

30

40

50

【 0 9 4 1 】

実施例 5 9 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、基板の表面にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴を配置するステップを含む、実施例 4 7 - 5 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 9 4 2 】

実施例 6 0 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例 5 9 に記載の方法。

【 0 9 4 3 】

実施例 6 1 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 6 0 に記載の方法。

【 0 9 4 4 】

実施例 6 2 : 硬化されたパターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例 6 0 に記載の方法。

【 0 9 4 5 】

実施例 6 3 : パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例 6 0 に記載の方法。

【 0 9 4 6 】

実施例 6 4 : 導波管の表面上に形成される、複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 5 9 - 6 3 のいずれかに記載の方法。

【 0 9 4 7 】

実施例 6 5 : パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例 5 9 に記載の方法。

【 0 9 4 8 】

実施例 6 6 : 硬化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例 6 5 に記載の方法。

【 0 9 4 9 】

実施例 6 7 : 導波管の表面上に形成される、複数の特徴は、ほぼ一定高さを有する、実施例 6 5 または 6 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 9 5 0 】

実施例 6 8 : 回折光学要素を製造する方法であって、
可視光に対して透明である、1 . 7 9 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、
パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップと、
パターン化可能層をパターン化するステップであって、パターンは、複数の特徴を備え、
パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、可視光を、基板の中に、その中で誘導されるように回折する、または基板内で誘導される可視光を基板から外に回折するように構成される、ステップと、
を含む、方法。

【 0 9 5 1 】

実施例 6 9 : 透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例 6 8 に記載の方法。

【 0 9 5 2 】

実施例 7 0 : パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを使用するステップを含む、実施例 6 8 または 6 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 9 5 3 】

実施例 7 1 : パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例 6 8 - 7 1 のいずれかに記載の方法。

【 0 9 5 4 】

実施例 7 2 : パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、パターン

10

20

30

40

50

化可能層を基板の表面にわたってジェット堆積させるステップを含む、実施例 68-71 のいずれかに記載の方法。

【0955】

実施例 73：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、(i) 表面をプラズマに暴露する、(ii) イオン化装置、(iii) 二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(iv) 透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも 1 つを使用して放電される、実施例 68-72 のいずれかに記載の方法。

【0956】

実施例 74：パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例 68-73 のいずれかに記載の方法。

【0957】

実施例 75：パターン化可能層を配置するステップに先立って、接着助長剤層を基板の表面にわたって配置するステップをさらに含む、実施例 68-74 のいずれかに記載の方法。

【0958】

実施例 76：パターン化可能層を配置するステップに先立って、導波管の表面にわたって、1.79 を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例 68-75 のいずれかに記載の方法。

【0959】

実施例 77：高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも 1 つから成る、実施例 76 に記載の方法。

【0960】

実施例 78：パターン化可能層を基板の表面にわたって配置するステップは、基板の表面にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴を配置するステップを含む、実施例 68-75 のいずれかに記載の方法。

【0961】

実施例 79：パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例 78 に記載の方法。

【0962】

実施例 80：パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例 79 に記載の方法。

【0963】

実施例 81：パターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例 80 に記載の方法。

【0964】

実施例 82：パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例 80 に記載の方法。

【0965】

実施例 83：パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例 78 に記載の方法。

【0966】

実施例 84：パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例 83 に記載の方法。

【0967】

実施例 85：回折光学要素を製造する方法であって、可視光に対して透明である、1.79 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板を提供するステップと、基板の表面にわたって、パターン化可能層をジェット堆積させるステップと、

10

20

30

40

50

パターン化可能層をパターン化するステップであって、パターンは、複数の特徴を備える、ステップと、を含む、方法。

【0968】

実施例86：透明材料は、 LiNbO_3 または炭化ケイ素を含む、実施例85に記載の方法。

【0969】

実施例87：パターン化可能層をパターン化するステップは、複数の特徴を備える、インプリントテンプレートを用いて、パターン化可能層をインプリントするステップを使用するステップを含む、実施例85または86のいずれかに記載の方法。

10

【0970】

実施例88：パターン化されたパターン化可能層を硬化させるステップをさらに含む、実施例85 - 87のいずれかに記載の方法。

【0971】

実施例89：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、(i)表面をプラズマに暴露する、(ii)イオン化装置、(iii)二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づける、または(iv)透明金属または他の伝導性コーティングを提供することのうちの少なくとも1つを使用して放電される、実施例85または88のいずれかに記載の方法。

【0972】

20

実施例90：パターン化可能層は、レジストまたはポリマーから成る、実施例85 - 89のいずれかに記載の方法。

【0973】

実施例91：パターン化可能層を配置するステップに先立って、接着助長剤層を基板の表面にわたって配置するステップをさらに含む、実施例85 - 90のいずれかに記載の方法。

【0974】

実施例92：パターン化可能層を配置するステップに先立って、導波管の表面にわたって、1.79を上回る屈折率を有する高屈折率材料の層を配置するステップをさらに含み、高屈折率材料の層は、基板の材料と異なる材料から成る、実施例85 - 91のいずれかに記載の方法。

30

【0975】

実施例93：高屈折率材料の層は、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、または炭化ケイ素のうちの少なくとも1つから成る、実施例92に記載の方法。

【0976】

実施例94：パターン化可能層を基板の表面にわたってジェット堆積させるステップは、基板の表面にわたって、パターン化可能材料の複数の液滴をジェット堆積させるステップを含む、実施例85 - 93のいずれかに記載の方法。

【0977】

実施例95：パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、基板の表面を横断して変動する、実施例94に記載の方法。

40

【0978】

実施例96：パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴は、異なる高さを有する、実施例95に記載の方法。

【0979】

実施例97：パターン化されたパターン化可能層の基部は、傾きが付けられる、実施例95に記載の方法。

【0980】

実施例98：パターン化されたパターン化可能層の複数の特徴間の間隔は、基板の表面を横断して変動する、実施例97に記載の方法。

50

【0981】

実施例99：パターン化可能材料の複数の液滴の体積は、一定である、実施例94に記載の方法。

【0982】

実施例100：硬化されたパターン化可能層の複数の特徴は、ほぼ同一高さを有する、実施例99に記載の方法。

【0983】

実施例101：透明材料は、 LiNbO_3 を含む、実施例48に記載の方法。

【0984】

実施例102：透明材料は、炭化ケイ素を含む、実施例48に記載の方法。

10

【0985】

実施例103：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、表面をプラズマに暴露することによって放電される、実施例52に記載の方法。

【0986】

実施例104：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、イオン化装置を使用して放電される、実施例52に記載の方法。

【0987】

実施例105：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、二次的荷電された表面または接地された表面を表面に近づけることによって放電される、実施例52に記載の方法。

20

【0988】

実施例106：基板の表面は、パターン化可能層を配置するステップに先立って、透明金属または他の伝導性コーティングを提供することによって放電される、実施例52に記載の方法。

【0989】

実施例107：第1のエッチングプロセスは、基板をエッチングしない、実施例57に記載の方法。

【0990】

実施例108：第1のエッチングプロセスは、第2のエッチングプロセスより低いエッチング率で基板をエッチングする、実施例57に記載の方法。

30

(実施例II)

【0991】

実施例1：光学デバイスであって、可視光に対して透明である、2.0を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、該基板内に形成される、複数の回折特徴と、該回折特徴にわたって配置される、材料の層と、を備える、光学デバイス。

【0992】

実施例2：該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例1に記載の光学デバイス。

40

【0993】

実施例3：該基板材料は、少なくとも2.1である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0994】

実施例4：該基板材料は、少なくとも2.2である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【0995】

実施例5：該基板材料は、少なくとも2.3である、屈折率を有する、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

50

【 0 9 9 6 】

実施例 6 : 該材料の層は、1 . 8 未満である、屈折率を有する、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 9 9 7 】

実施例 7 : 該材料の層は、フォトリソグラフィから成る、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 9 9 8 】

実施例 8 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

【 0 9 9 9 】

実施例 9 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該材料の層によって被覆されない、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【 1 0 0 0 】

実施例 10 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 0 1 】

実施例 11 : 該複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、上記請求項のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 0 2 】

実施例 12 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、実施例 11 に記載の光学デバイス。

20

【 1 0 0 3 】

実施例 13 : 該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 11 または 12 に記載の光学デバイス。

【 1 0 0 4 】

実施例 14 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、実施例 11 に記載の光学デバイス。

30

【 1 0 0 5 】

実施例 15 : 該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 11 - 14 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 0 6 】

実施例 16 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 0 7 】

実施例 17 : 該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【 1 0 0 8 】

実施例 18 : 該基板の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 0 9 】

実施例 19 : 該材料の層の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 1 0 】

実施例 20 : 該基板の厚さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 1 1 】

50

実施例 21：回折特徴の高さは、側方位置に伴って実質的に一定である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1012】

実施例 22：該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴の高さは、同一である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1013】

実施例 23：該材料の層は、側方位置に伴って実質的に一定である、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1014】

実施例 24：該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1015】

実施例 25：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、傾きのある側壁を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1016】

実施例 26：回折特徴のうちの少なくともいくつかは、台形断面を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1017】

実施例 27：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1018】

実施例 28：該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1019】

実施例 29：該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 27 または 28 に記載の光学デバイス。

【1020】

実施例 30：該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 27 - 29 のいずれかに記載の光学デバイス。

【1021】

実施例 31：該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 27 - 30 のいずれかに記載の光学デバイス。

【1022】

実施例 32：該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1023】

実施例 33：該複数の回折特徴は、該基板内で該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと誘導される、画像源からの光を受け取るように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1024】

実施例 34：該複数の回折特徴は、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、実施例 27 - 33 のいずれかに記載の光学デバイス。

【1025】

実施例 35：該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 35 に記載の光学デバイス。

【1026】

10

20

30

40

50

実施例 36：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 34 または 35 に記載の光学デバイス。

【1027】

実施例 37：回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1028】

実施例 38：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、より高い高さを伴う、該回折特徴より、より低い高さを伴う、該回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 37 に記載の光学デバイス。

10

【1029】

実施例 39：該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 34 - 38 のいずれかに記載の光学デバイス。

【1030】

実施例 40：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 39 に記載の光学デバイス。

【1031】

20

実施例 41：該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1032】

実施例 42：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該材料の層がより厚い、該回折特徴より、該材料の層がより薄い、該回折特徴の近くに位置付けられる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1033】

実施例 43：該基板は、対向する第 1 および第 2 の側を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【1034】

30

実施例 44：該光学デバイスは、頭部搭載型ディスプレイ内に統合され、該第 2 の側は、該頭部搭載型ディスプレイが装着されると、該第 1 の側より、装着者の眼の近くに配置される、実施例 43 に記載の光学デバイス。

【1035】

実施例 45：該複数の回折特徴は、該基板の該第 1 の側上に配置される、実施例 43 または 44 に記載の光学デバイス。

【1036】

実施例 46：該基板の第 2 の対向側上で該基板内に形成される、付加的な複数の回折特徴をさらに備える、実施例 43 - 45 のいずれかに記載の光学デバイス。

【1037】

40

実施例 47：該付加的な複数の回折特徴は、空間によって分離され、該光学デバイスは、該複数の付加的な回折特徴にわたって配置される、材料の付加的層をさらに備える、実施例 46 に記載の光学デバイス。

【1038】

実施例 48：光学デバイスであって、
可視光に対して透明である、2.0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、
該基板上に形成される、複数の回折特徴であって、該基板の材料未満の屈折率を有する、異なる材料から形成される、回折特徴と、
該回折特徴にわたって配置される、より高い屈折率材料であって、該回折特徴を形成する

50

該材料より高い屈折率を有する、より高い屈折率材料と、
を備える、光学デバイス。

【 1 0 3 9 】

実施例 4 9 : 該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例 4 8 に記載の光学デバイス。

【 1 0 4 0 】

実施例 5 0 : 該基板を構成する、該材料は、少なくとも 2 . 1 の屈折率を有する、実施例 4 8 または 4 9 に記載の光学デバイス。

【 1 0 4 1 】

実施例 5 1 : 該基板を構成する、該材料は、少なくとも 2 . 2 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 0 のいずれかに記載の光学デバイス。

10

【 1 0 4 2 】

実施例 5 2 : 該基板を構成する、該材料は、少なくとも 2 . 3 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 0 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 3 】

実施例 5 3 : 該複数の回折特徴は、フォトレジストから成る、実施例 4 8 - 5 2 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 4 】

実施例 5 4 : 該複数の回折特徴は、1 . 8 未満である、屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 3 のいずれかに記載の光学デバイス。

20

【 1 0 4 5 】

実施例 5 5 : 該複数の回折特徴は、約 1 . 5 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 6 】

実施例 5 6 : 該複数の回折特徴は、1 . 7 ~ 1 . 8 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 5 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 7 】

実施例 5 7 : 該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも 2 . 1 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 6 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 8 】

30

実施例 5 8 : 該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも 2 . 2 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 4 9 】

実施例 5 9 : 該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、少なくとも 2 . 3 の屈折率を有する、実施例 4 8 - 5 8 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 0 】

実施例 6 0 : 該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、ニオブ酸リチウムを含む、実施例 4 8 - 5 9 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 1 】

実施例 6 1 : 該回折特徴にわたって配置される、該より高い屈折率材料は、炭化ケイ素を含む、実施例 4 8 - 5 9 のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【 1 0 5 2 】

実施例 6 2 : 該複数の回折特徴は、ブレード回折格子を備える、実施例 4 8 - 6 1 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 3 】

実施例 6 3 : 該複数の回折特徴は、非対称的に成形される、実施例 4 8 - 6 2 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 4 】

実施例 6 4 : 該高屈折率材料のより多くのものは、回折特徴の第 2 の側壁上より回折特徴の第 1 の側壁上にある、実施例 4 8 - 6 3 のいずれかに記載の光学デバイス。

50

【 1 0 5 5 】

実施例 6 5 : 該高屈折率材料のより多くのものは、回折特徴の第 2 の側上より回折特徴の第 1 の側上にある、実施例 4 8 - 6 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 6 】

実施例 6 6 : 該回折特徴のうちの少なくとも 1 つは、該高屈折率材料を回折特徴の第 1 の側上に有する一方、回折特徴の該第 2 の側は、暴露される、実施例 4 8 - 6 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 7 】

実施例 6 7 : 回折特徴は、1 D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 8 】

実施例 6 8 : 回折特徴は、2 D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 5 9 】

実施例 6 9 : 回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、材料の層は、該回折特徴の該上部表面上にある、実施例 1 - 4 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 0 】

実施例 7 0 : 該付加的な複数の回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、該付加的な材料の層は、該複数の付加的な回折特徴の該上部表面上にある、実施例 4 7 に記載の光学デバイス。

【 1 0 6 1 】

実施例 7 1 : 該回折特徴は、上部表面と、該上部表面を中心として配置される、側壁とを有し、該より高い屈折率材料は、該回折特徴の該上部表面上にある、実施例 4 8 - 6 8 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 2 】

実施例 7 2 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、実施例 4 8 - 6 8 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 3 】

実施例 7 3 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、実施例 4 8 - 6 8 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 4 】

実施例 7 4 : 該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 7 2 または 7 3 に記載の光学デバイス。

【 1 0 6 5 】

実施例 7 5 : 該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 7 2 - 7 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 6 】

実施例 7 6 : 該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 7 2 - 7 5 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 7 】

実施例 7 7 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 6 8 】

実施例 7 8 : 該複数の回折特徴は、該基板内で該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと誘導される、画像源からの光を受け取るように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

10

20

30

40

50

【 1 0 6 9 】

実施例 7 9 : 該材料の層は、ポリマーから成る、実施例 1 - 4 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 0 】

実施例 8 0 : 該材料の層は、レジストから成る、実施例 1 - 4 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 1 】

実施例 8 1 : 該材料の層は、エッチングマスクの少なくとも一部から成る、実施例 1 - 4 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 2 】

実施例 8 2 : 該材料の層は、反射を低減させる、実施例 1 - 4 7 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 3 】

実施例 8 3 : 複数の回折特徴は、回折格子を形成し、該回折格子は、ブレード格子である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 4 】

実施例 8 4 : 複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 5 】

実施例 8 5 : 複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 6 】

実施例 8 6 : 該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 7 】

実施例 8 7 : 回折特徴は、1 D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 8 】

実施例 8 8 : 回折特徴は、2 D アレイ内に配列される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 7 9 】

実施例 8 9 : 2 D アレイは、正方形アレイから成る、実施例 8 8 に記載の光学デバイス。

【 1 0 8 0 】

実施例 9 0 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 1 】

実施例 9 1 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 2 】

実施例 9 2 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 3 】

実施例 9 3 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 4 】

10

20

30

40

50

実施例 9 4 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 5 】

実施例 9 5 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクспанダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 6 】

実施例 9 6 : 該複数の回折特徴は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 8 7 】

実施例 9 7 : 該複数の回折特徴は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

(実施例 I I)

【 1 0 8 8 】

実施例 1 : 光学デバイスであって、

【 1 0 8 9 】

可視光に対して透明である、2 . 0 を上回る屈折率を有する材料から成る、基板であって、導波管を備える、基板と、

【 1 0 9 0 】

該基板内または上に形成される、複数の回折特徴と、

【 1 0 9 1 】

を備え、該回折特徴は、2 次元 (2 D) アレイ内に配列され、2 D 回折格子を形成する、光学デバイス。

【 1 0 9 2 】

実施例 2 : 該基板材料は、ニオブ酸リチウムまたは炭化ケイ素を含む、実施例 1 に記載の光学デバイス。

【 1 0 9 3 】

実施例 3 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 1 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 4 】

実施例 4 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 2 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 5 】

実施例 5 : 該基板材料は、少なくとも 2 . 3 である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 6 】

実施例 6 : 該材料の層は、1 . 8 未満である、屈折率を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 7 】

実施例 7 : 該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 8 】

実施例 8 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 0 9 9 】

実施例 9 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該材料の

10

20

30

40

50

層によって被覆されない、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 0 】

実施例 1 0 : 該回折特徴は、空間によって分離され、該回折特徴間の該空間は、該基板材料の暴露領域を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 1 】

実施例 1 1 : 該複数の回折特徴は、相互に対して側方に変位される、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 2 】

実施例 1 2 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴のそれぞれにわたって、異なる厚さを有する、実施例 1 1 に記載の光学デバイス。

10

【 1 1 0 3 】

実施例 1 3 : 該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 1 1 または 1 2 に記載の光学デバイス。

【 1 1 0 4 】

実施例 1 4 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、実施例 1 1 に記載の光学デバイス。

【 1 1 0 5 】

20

実施例 1 5 : 該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 1 1 - 1 4 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 6 】

実施例 1 6 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 7 】

実施例 1 7 : 該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 8 】

30

実施例 1 8 : 該基板の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 0 9 】

実施例 1 9 : 該材料の層の厚さは、段階的である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 0 】

実施例 2 0 : 該基板の厚さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 1 】

実施例 2 1 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って実質的に一定である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

40

【 1 1 1 2 】

実施例 2 2 : 該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴の高さは、同一である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 3 】

実施例 2 3 : 該材料の層は、側方位置に伴って実質的に一定である、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 4 】

実施例 2 4 : 該材料の層は、該第 1、第 2、および第 3 の回折特徴にわたって、同一厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

50

【 1 1 1 5 】

実施例 2 5 : 回折特徴のうちの少なくともいくつかは、傾きのある側壁を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 6 】

実施例 2 6 : 回折特徴のうちの少なくともいくつかは、台形断面を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 7 】

実施例 2 7 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 8 】

実施例 2 8 : 該導波管は、頭部搭載型ディスプレイのための接眼レンズ内の導波管のスタック内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 1 9 】

実施例 2 9 : 該接眼レンズは、ユーザにユーザおよび頭部搭載型ディスプレイの正面の環境のビューを提供するために、透明である、実施例 2 7 または 2 8 に記載の光学デバイス。

【 1 1 2 0 】

実施例 3 0 : 該接眼レンズは、画像プロジェクタからの光を受け取り、該光の少なくとも一部をユーザの眼に指向し、画像コンテンツをユーザの該眼に指向するように構成される、実施例 2 7 - 2 9 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 1 】

実施例 3 1 : 該接眼レンズは、ユーザの頭部上に装着されるように構成される、フレーム上に搭載される、実施例 2 7 - 3 0 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 2 】

実施例 3 2 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 3 】

実施例 3 3 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に該頭部搭載型ディスプレイを装着しているユーザの眼へと結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 4 】

実施例 3 4 : 該複数の回折特徴は、第 1、第 2、および第 3 の回折特徴を備え、該第 2 の回折特徴は、第 1 の回折特徴と第 3 の回折特徴との間に配置される、実施例 2 7 - 3 3 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 5 】

実施例 3 5 : 該第 3 の回折特徴の高さは、該第 2 の回折特徴の高さより高く、該第 2 の回折特徴の高さは、該第 1 の回折特徴の高さより高い、実施例 3 5 に記載の光学デバイス。

【 1 1 2 6 】

実施例 3 6 : 基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 3 4 または 3 5 に記載の光学デバイス。

【 1 1 2 7 】

実施例 3 7 : 回折特徴の高さは、側方位置に伴って徐々に増加する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 2 8 】

実施例 3 8 : 基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、より高い高さを伴う、該回折特徴より、より低い高さを伴う、該回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 3 7 に記載の光学デバイス。

10

20

30

40

50

【 1 1 2 9 】

実施例 39：該第 3 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高く、該第 2 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さは、該第 1 の回折特徴にわたる該材料の層の厚さより高い、実施例 34 - 38 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 0 】

実施例 40：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該第 2 の回折特徴より、該第 1 の回折特徴の近くに位置付けられる、実施例 39 に記載の光学デバイス。

【 1 1 3 1 】

実施例 41：該材料の層は、側方位置に伴って徐々に増加する、厚さを有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 2 】

実施例 42：基板に対して配置され、光を基板の中に指向する、プロジェクタをさらに備え、該プロジェクタは、該材料の層がより厚い、該回折特徴より、該材料の層がより薄い、該回折特徴の近くに位置付けられる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 3 】

実施例 43：該基板は、対向する第 1 および第 2 の側を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 4 】

実施例 44：該光学デバイスは、頭部搭載型ディスプレイ内に統合され、該第 2 の側は、該頭部搭載型ディスプレイが装着されると、該第 1 の側より、装着者の眼の近くに配置される、実施例 43 に記載の光学デバイス。

【 1 1 3 5 】

実施例 45：該複数の回折特徴は、該基板の該第 1 の側上に配置される、実施例 43 または 44 に記載の光学デバイス。

【 1 1 3 6 】

実施例 46：該基板の第 2 の対向側上で該基板内または上に形成される、付加的な複数の回折特徴をさらに備える、実施例 43 - 45 のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 7 】

実施例 47：該付加的な複数の回折特徴は、空間によって分離され、該光学デバイスは、付加的な材料の層を該複数の付加的な回折特徴にわたってさらに備える、実施例 46 に記載の光学デバイス。

【 1 1 3 8 】

実施例 48：該 2D 回折格子は、ブレード格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 3 9 】

実施例 49：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するように、非対称である、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 0 】

実施例 50：複数の回折特徴は、ブレード格子を提供するようにその上に非対称的に堆積される、材料を有する、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 1 】

実施例 51：該基板は、第 1 および第 2 の側を含み、該基板の該第 1 の側のみが、回折格子を含む、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 2 】

実施例 52：2D アレイは、正方形アレイから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 3 】

実施例 53：回折特徴は、該基板内に形成される、上記実施例のいずれかに記載の光学

10

20

30

40

50

デバイス。

【 1 1 4 4 】

実施例 5 4 : 回折特徴は、該基板上に形成される、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 5 】

実施例 5 5 : 該回折特徴は、該基板と異なる材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 6 】

実施例 5 6 : 該回折特徴は、レジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 7 】

実施例 5 7 : 該回折特徴は、フォトリジストから成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 8 】

実施例 5 8 : 該回折特徴は、該基板のもの未満の屈折率を有する材料から成る、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 4 9 】

実施例 5 9 : エッチングマスクの該少なくとも一部は、回折特徴上に留まる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 0 】

実施例 6 0 : 該複数の回折特徴は、画像源からの光を受け取り、該光を、該基板の中に、その中で誘導されるように結合するように配置される、内部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 1 】

実施例 6 1 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を、外部結合光学要素に、該基板から外に結合されるように指向するように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 2 】

実施例 6 2 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該導波管内で外に拡散させ、ビームサイズまたはアイボックスサイズを増加させるように配置される、光分散光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 3 】

実施例 6 3 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を該基板から外に結合するように配置される、外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 4 】

実施例 6 4 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を少なくとも 2 つの方向において外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた光分散 / 外部結合光学要素内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 5 】

実施例 6 5 : 該複数の回折特徴は、該基板内で誘導される、画像源からの光を受け取り、該光を外に拡散させ、該光を該基板から外に結合するように配置される、組み合わせられた瞳エクспанダ - 抽出器内に含まれる、上記実施例のいずれかに記載の光学デバイス。

【 1 1 5 6 】

実施例 6 6 : 該 2 D 回折格子は、光を優先的に少なくとも 2 つの方向に指向するように構成される、ブレード回折格子を備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 1 1 5 7 】

実施例 6 7 : 該 2 D 回折格子は、2 つの方向にブレードされたブレード回折格子を

10

20

30

40

50

備える、上記実施例のいずれかに記載の方法。

【 1 1 5 8 】

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

【 1 1 5 9 】

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

【 1 1 6 0 】

別個の実施形態の文脈において本明細書に説明されるある特徴はまた、単一の実施形態において組み合わせで実装されてもよい。逆に、単一の実施形態の文脈において説明される種々の特徴もまた、複数の実施形態において別個に、または任意の好適な副次的組み合わせで実装されてもよい。さらに、特徴は、ある組み合わせで作用するものとして上記に説明され、さらに、そのようなものとして最初に例示され得るが、例示的組み合わせからの1つ以上の特徴は、ある場合には、組み合わせから削除されてもよく、例示される組み合わせは、副次的組み合わせまたは副次的組み合わせの変形例を対象とし得る。いかなる単一の特徴または特徴群も、あらゆる実施形態に必要または必須ではない。

【 1 1 6 1 】

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

10

20

30

40

50

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

【 1 1 6 2 】

故に、本開示は、本明細書に示される実装に限定されることを意図されず、本明細書に開示される本開示、原理、および新規の特徴と一致する最も広い範囲を与えられるものである。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

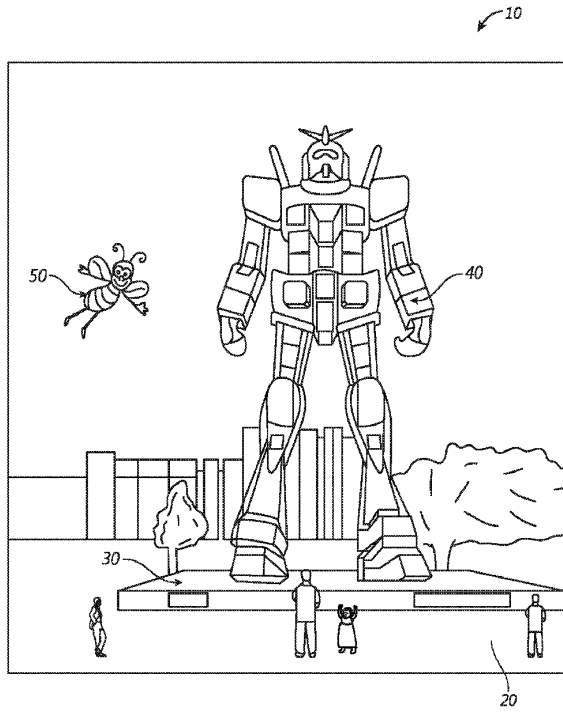


FIG. 1

【図 2】

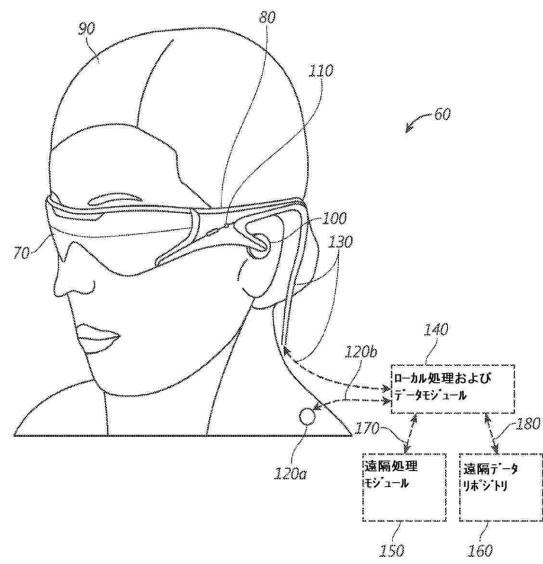


FIG. 2

【図 3】

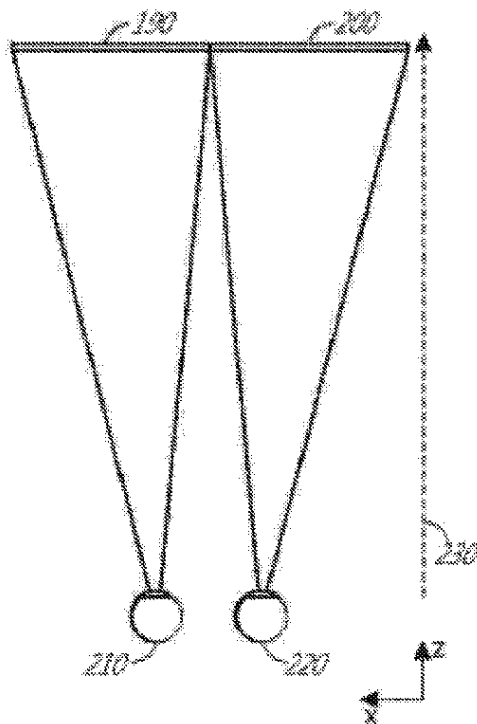


FIG. 3

【図 4】

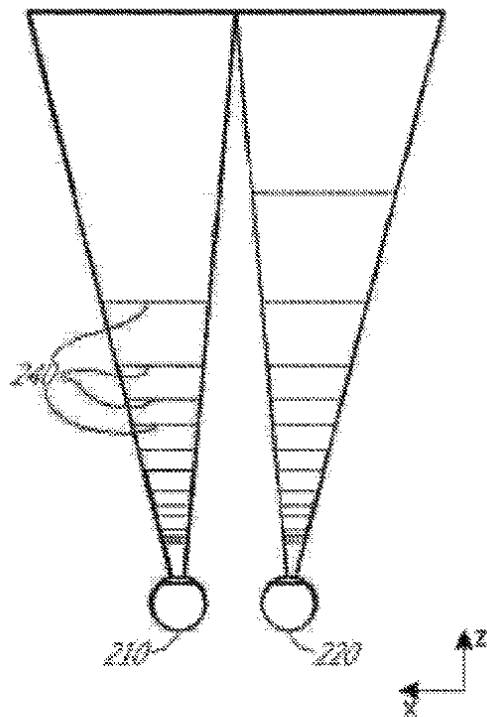


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5 A】

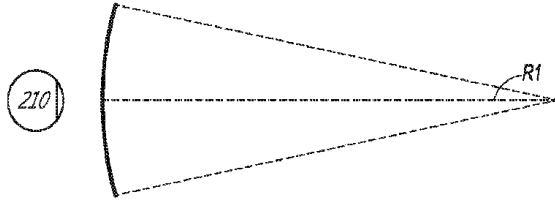


FIG. 5A

【図 5 B】

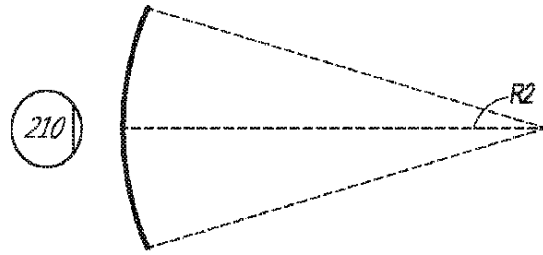


FIG. 5B

【図 5 C】

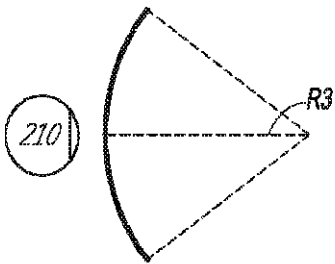


FIG. 5C

【図 6】

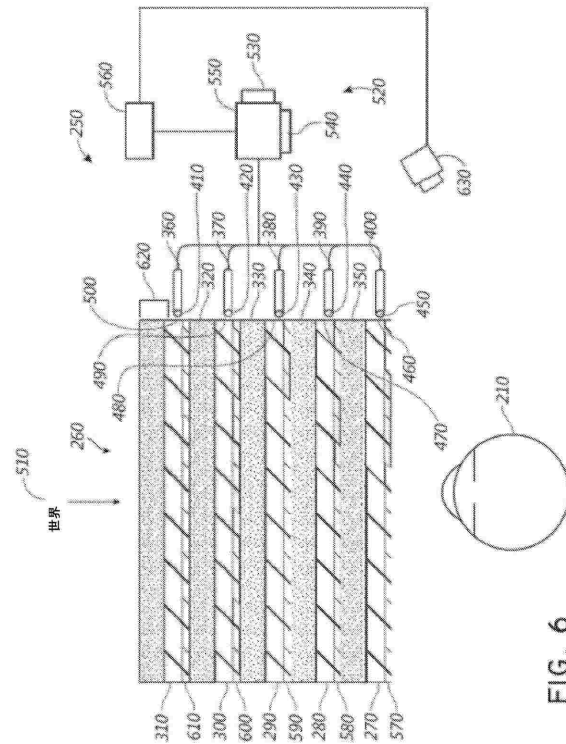


FIG. 6

【図 7】

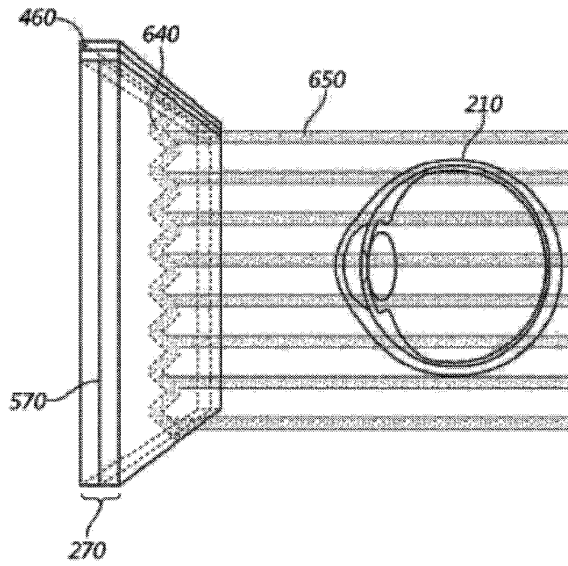


FIG. 7

【図 8】

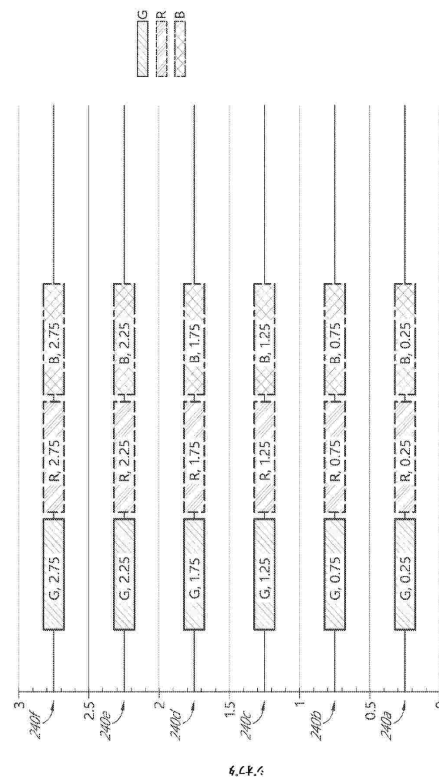


FIG. 8

【図 9 A】

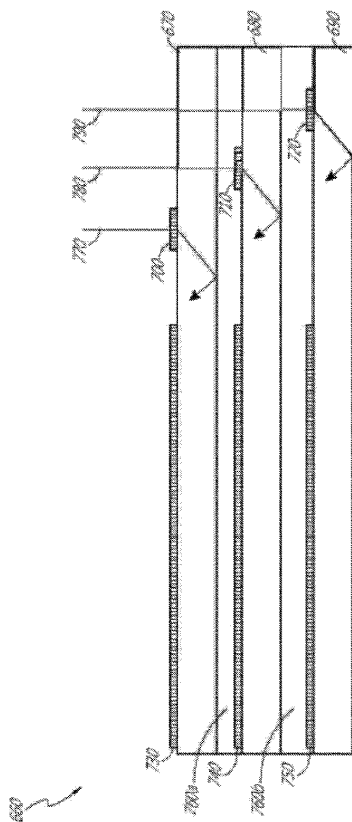


FIG. 9A

【図 9 B】

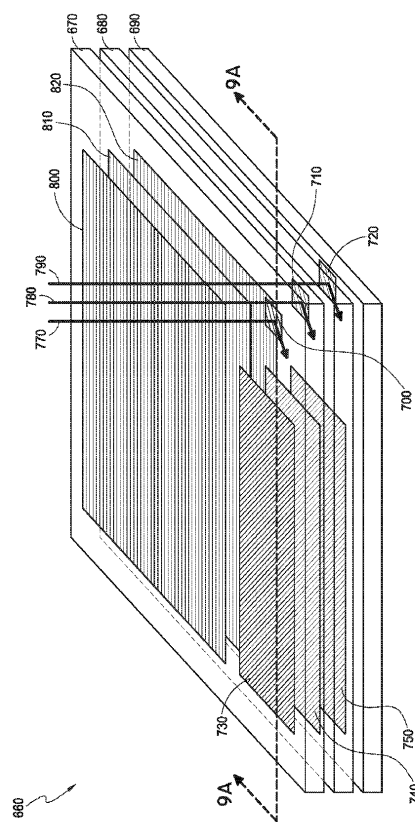


FIG. 9B

10

20

30

40

50

【図 9 C】

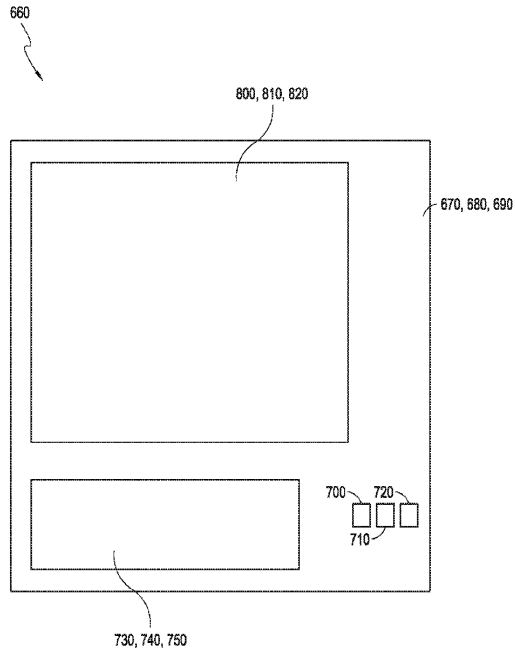
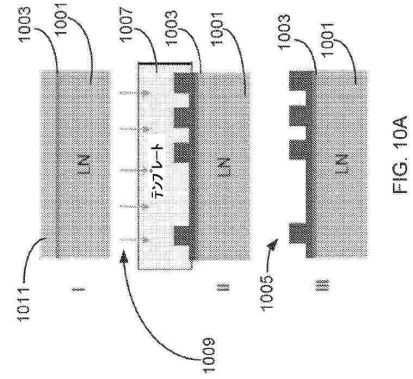


FIG. 9C

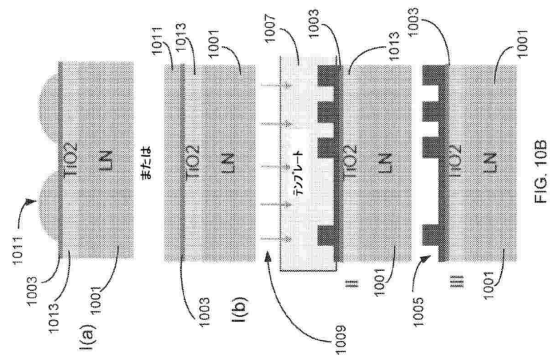
【図 10 A】



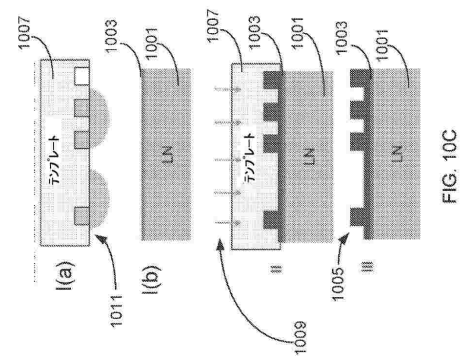
10

20

【図 10 B】



【図 10 C】

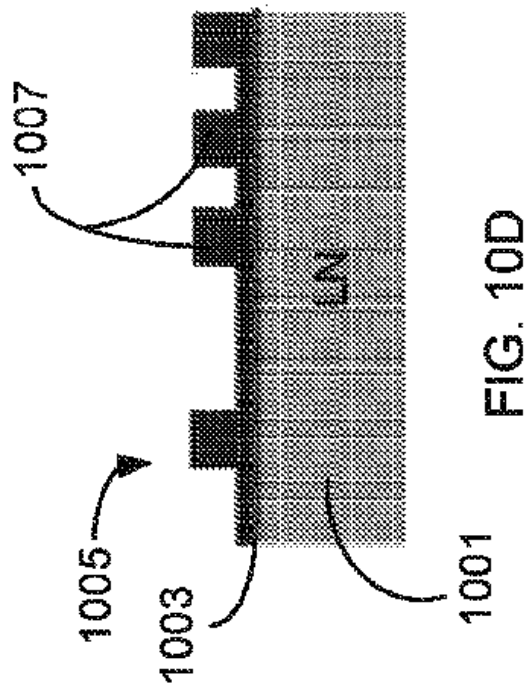


30

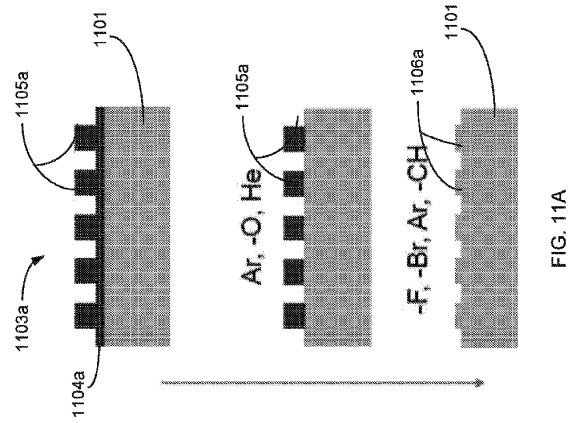
40

50

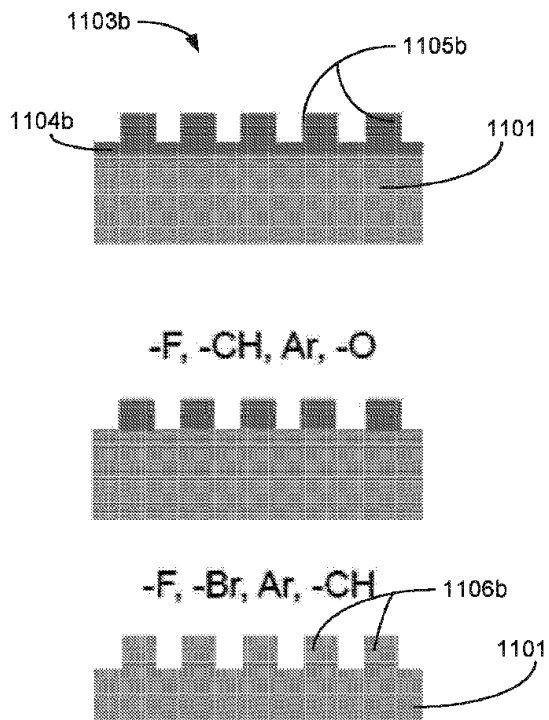
【図 10 D】



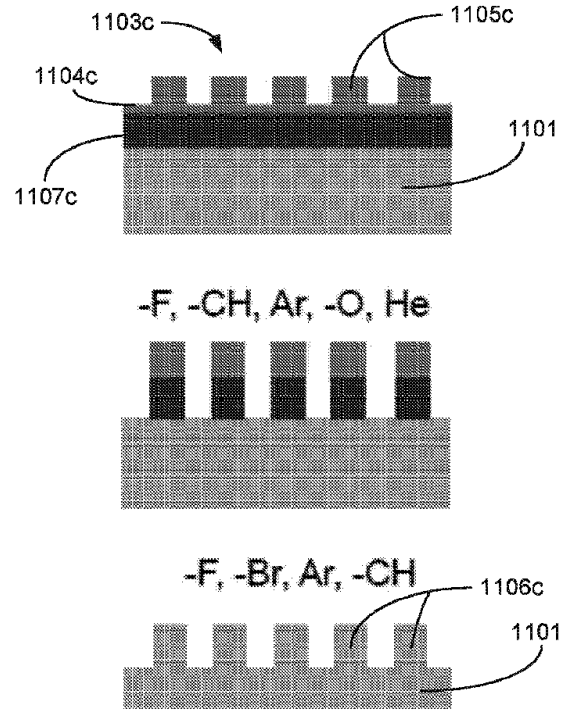
【図 11 A】



【図 11 B】



【図 11 C】



10

20

30

40

50

【 図 1 1 D 】

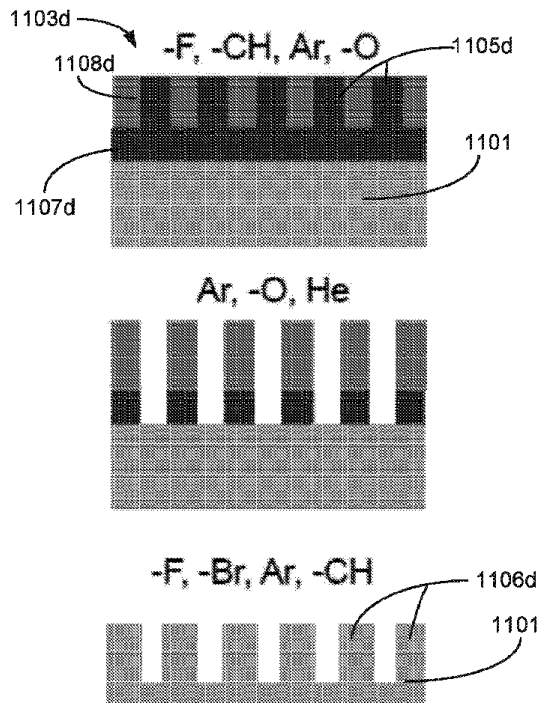
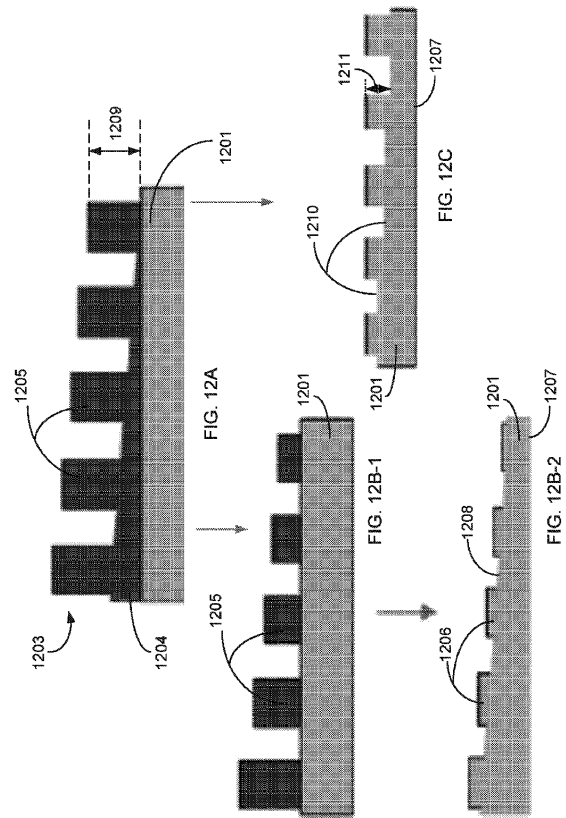


FIG. 11D

【 ㊦ 1 2 A - 1 2 C 】



【 図 1 3 A 】

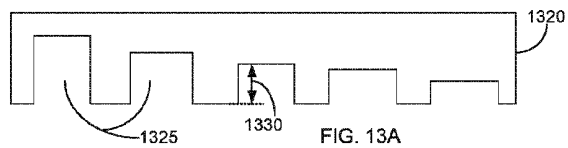
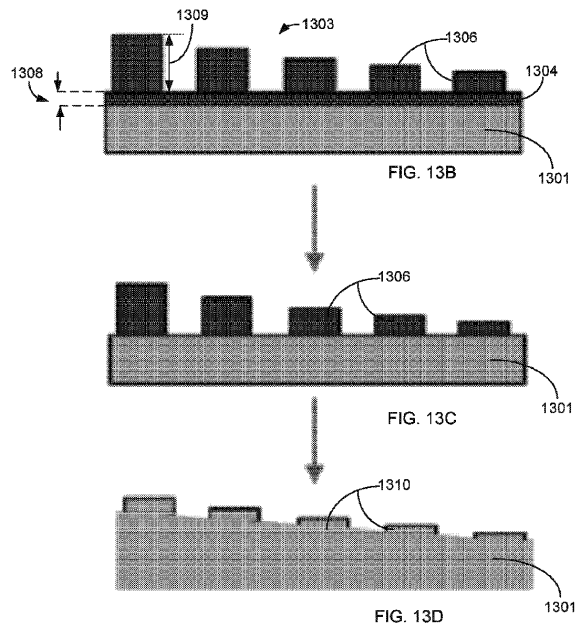


FIG. 13A

【 ㊦ 1 3 B - 1 3 D 】



【図 14 A】

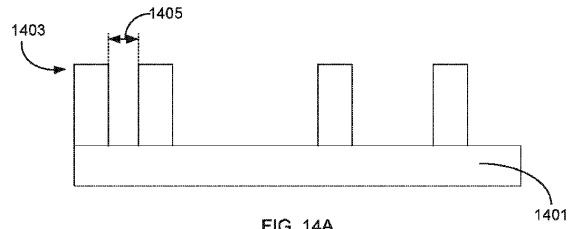


FIG. 14A

【図 14 B】

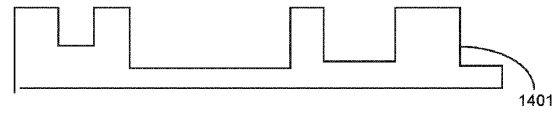


FIG. 14B

【図 15 A】

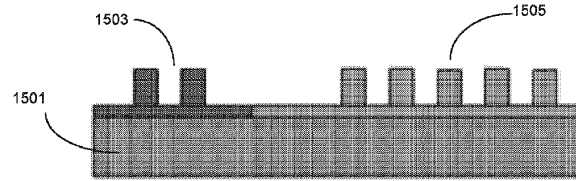


FIG. 15A

【図 15 B】

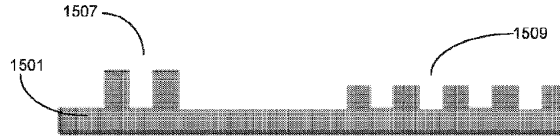


FIG. 15B

【図 16 A - 1 - 16 A - 2 . 16 B - 2 a】 【図 16 B - 1】

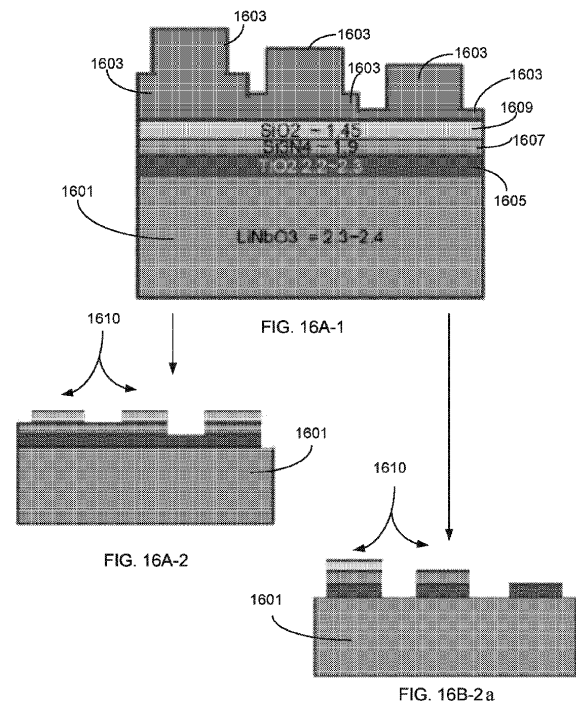


FIG. 16A-1

FIG. 16A-2

FIG. 16B-2a

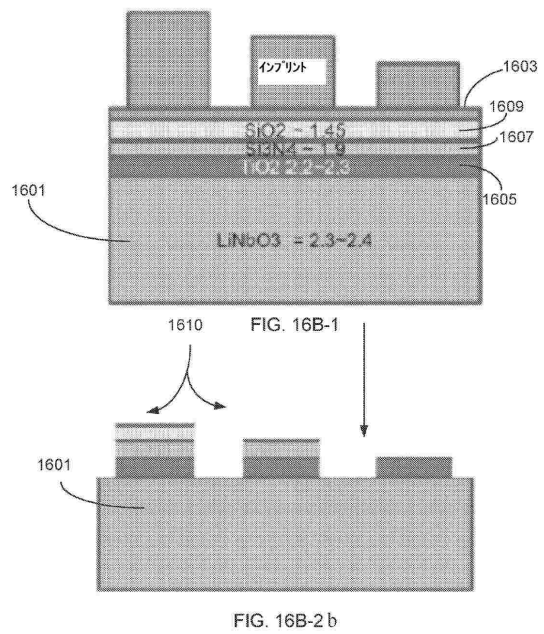


FIG. 16B-1

FIG. 16B-2b

10

20

30

40

50


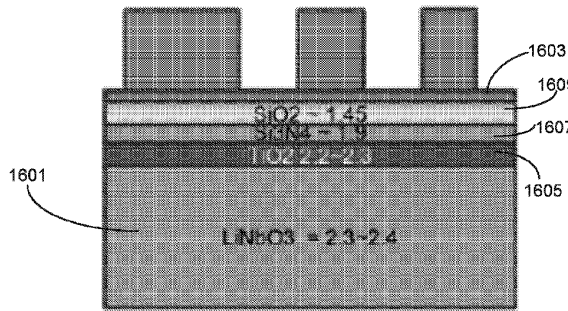
【 16C-1 - 16C-2】

FIG. 16C-1

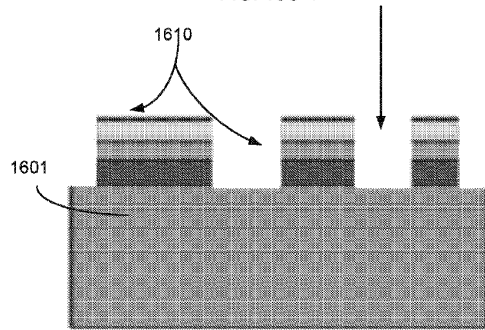


FIG. 16C-2


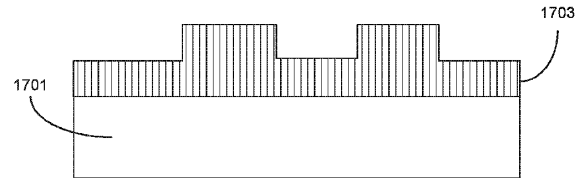
【 17A】

FIG. 17A


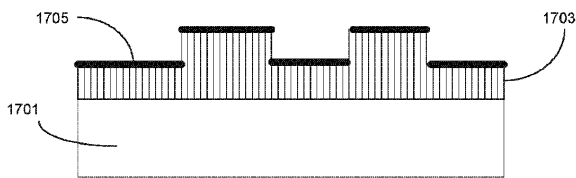
【 17B】

FIG. 17B


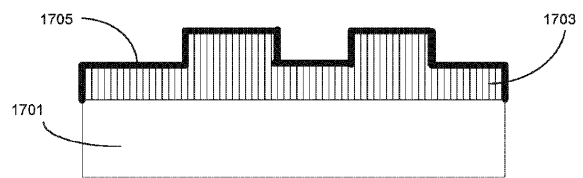
【 17C】

FIG. 17C

10

20

30

40

50

【図 17 D】

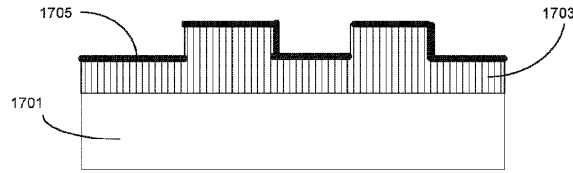


FIG. 17D

【図 17 E】

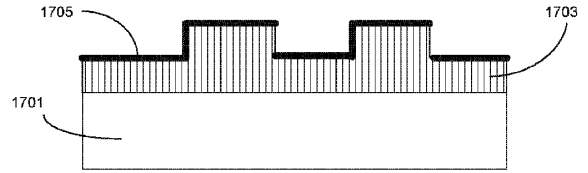


FIG. 17E

【図 18 A】

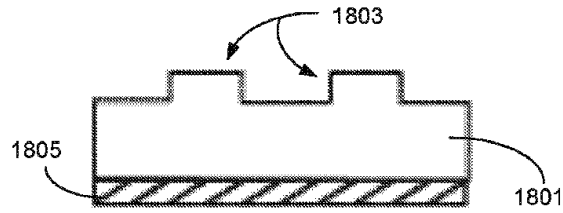


FIG. 18A

【図 18 B】

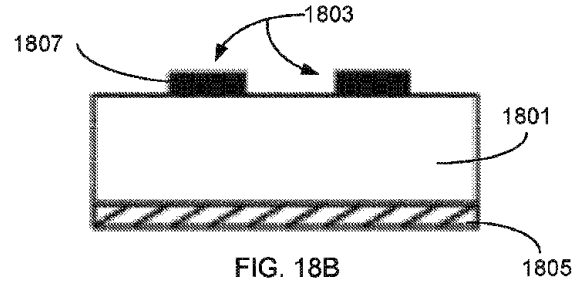


FIG. 18B

【図 18 C】

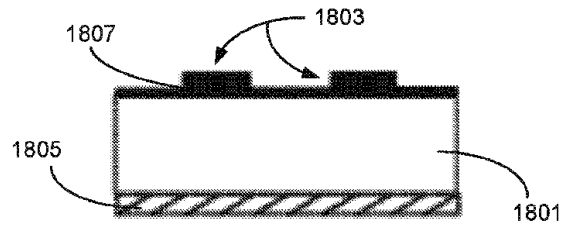


FIG. 18C

【図 18 D】

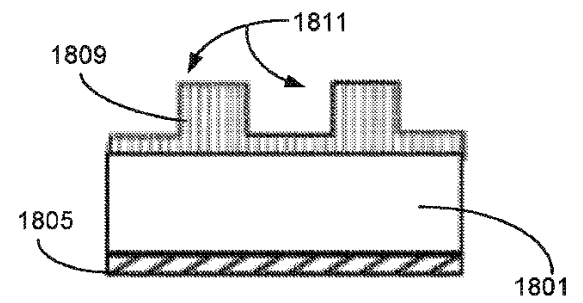


FIG. 18D

10

20

30

40

50

【図 19 A】

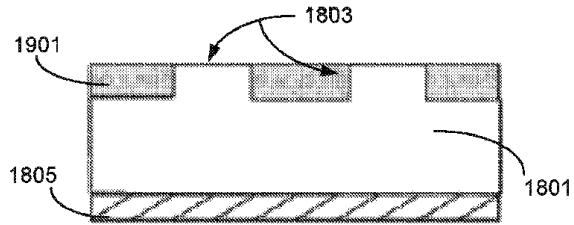


FIG. 19A

【図 19 B】

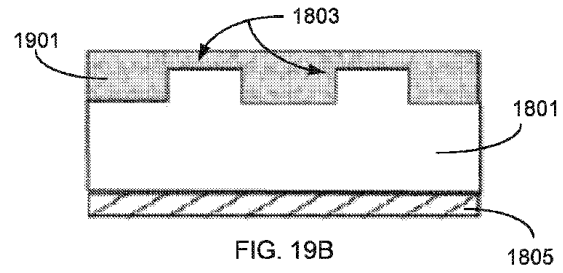


FIG. 19B

【図 19 C】

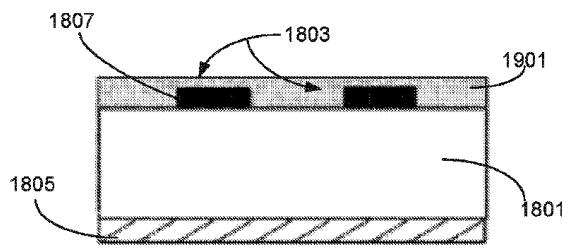


FIG. 19C

【図 19 D】

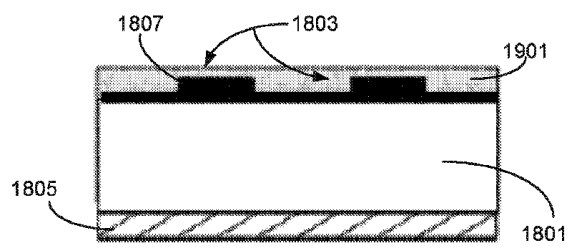


FIG. 19D

【図 20 A】

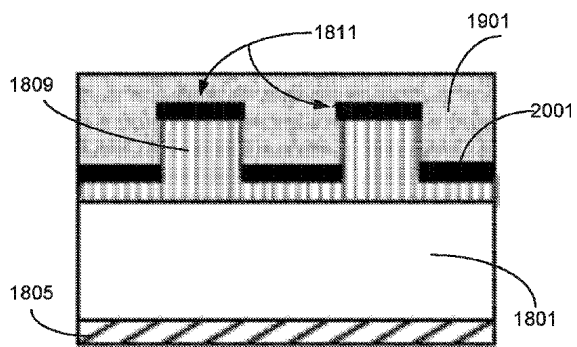


FIG. 20A

【図 20 B】

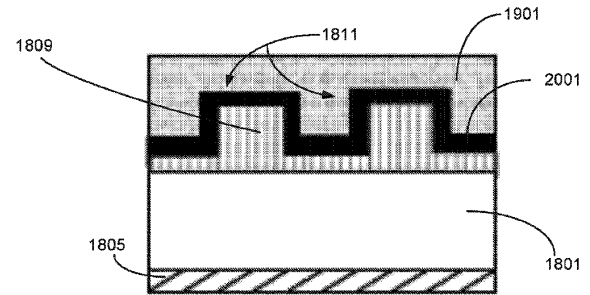


FIG. 20B

10

20

30

40

50

【図 2 1】

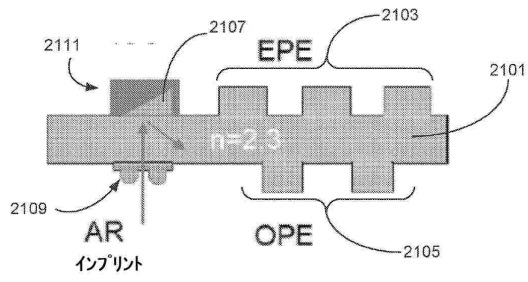


FIG. 21

【図 2 2】

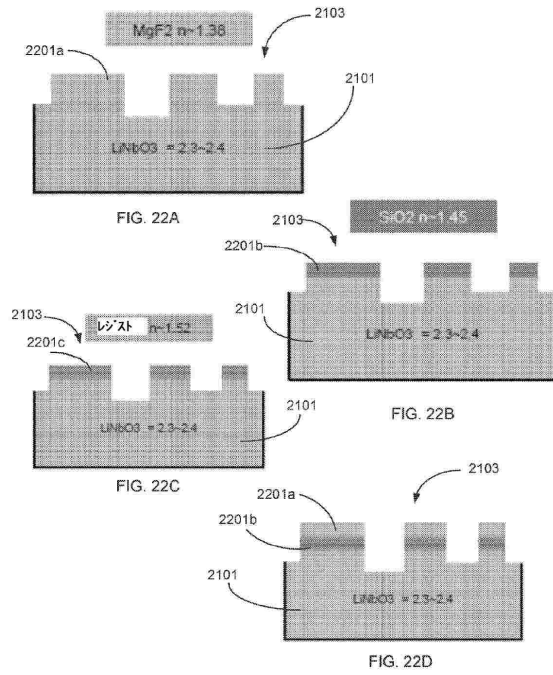


FIG. 22A

FIG. 22B

FIG. 22C

FIG. 22D

【図 2 3】

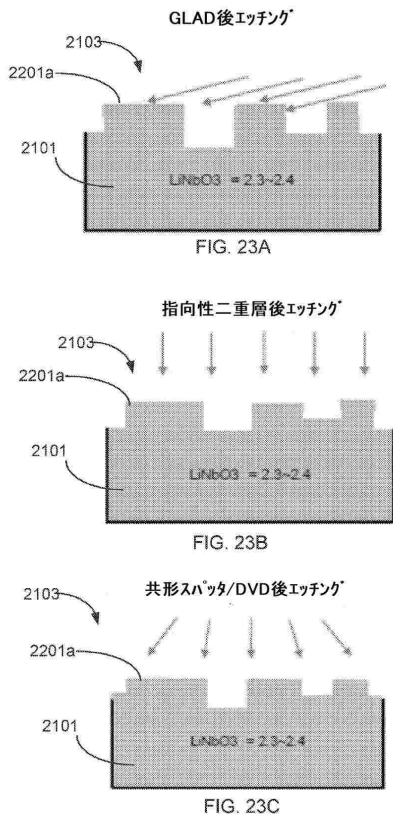


FIG. 23A

FIG. 23B

FIG. 23C

【図 2 4】

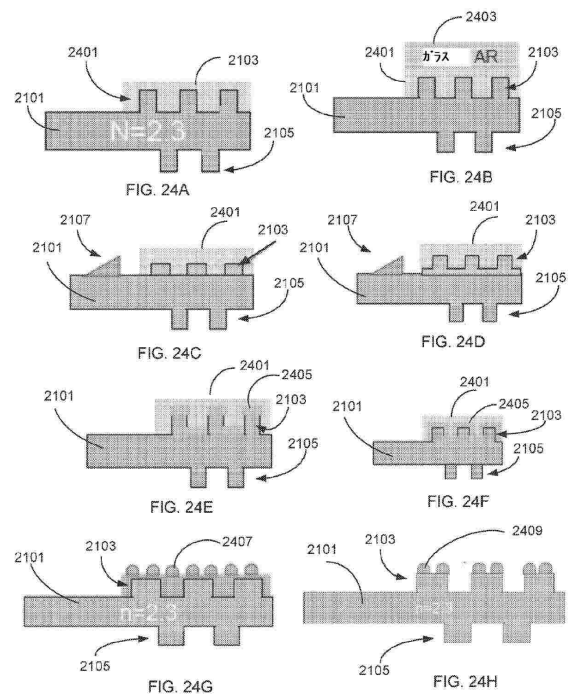


FIG. 24A

FIG. 24B

FIG. 24C

FIG. 24D

FIG. 24E

FIG. 24F

FIG. 24G

FIG. 24H

10

20

30

40

50

【図 25A】

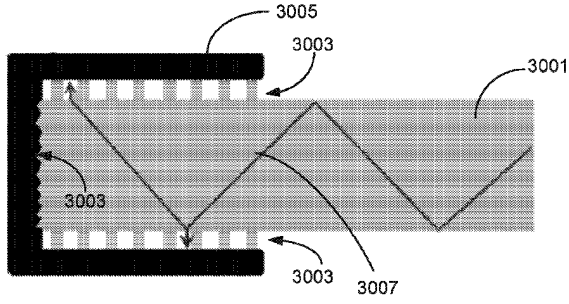


FIG. 25A

【図 25B】

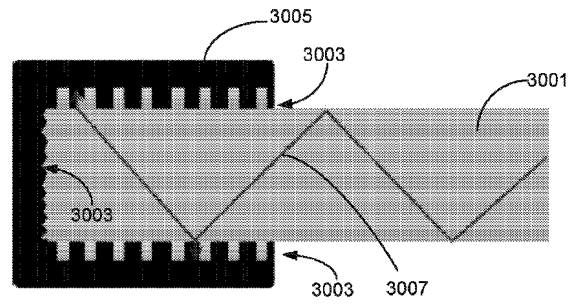


FIG. 25B

【図 26 - 1】

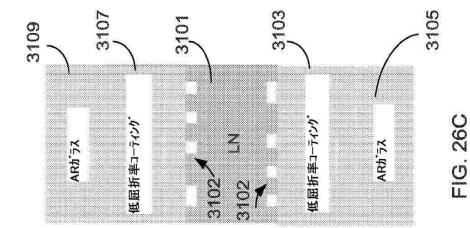


FIG. 26C

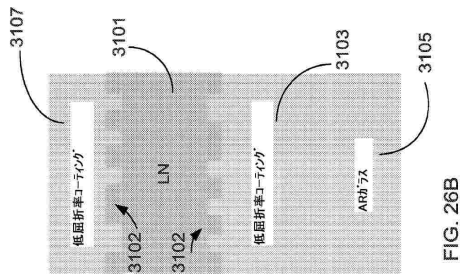


FIG. 26B

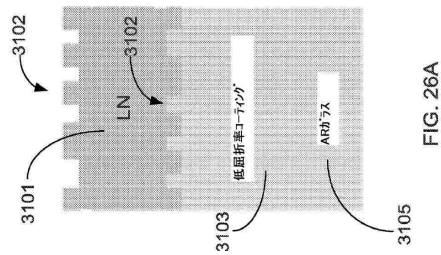


FIG. 26A

【図 26 - 2】

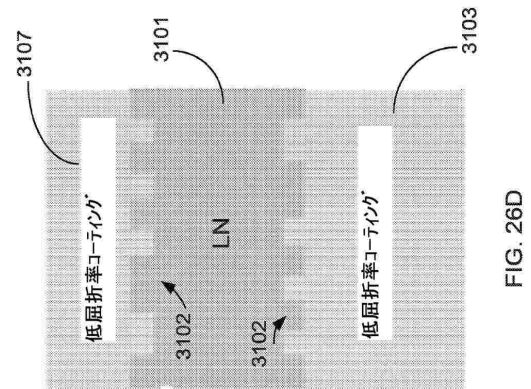


FIG. 26D

10

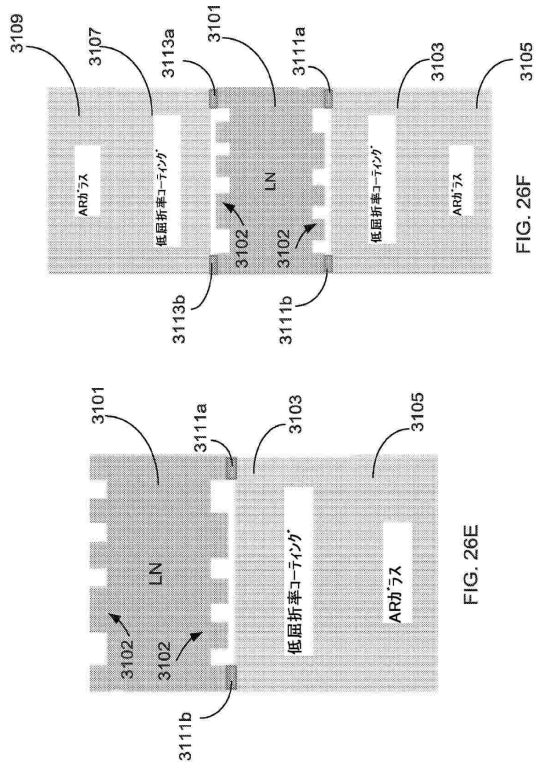
20

30

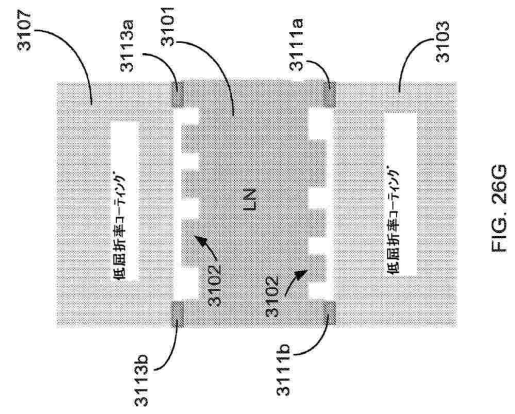
40

50

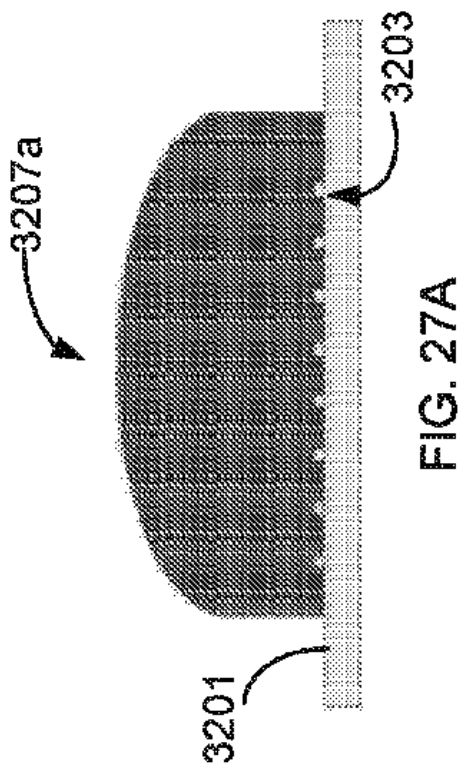
【図 26 - 3】



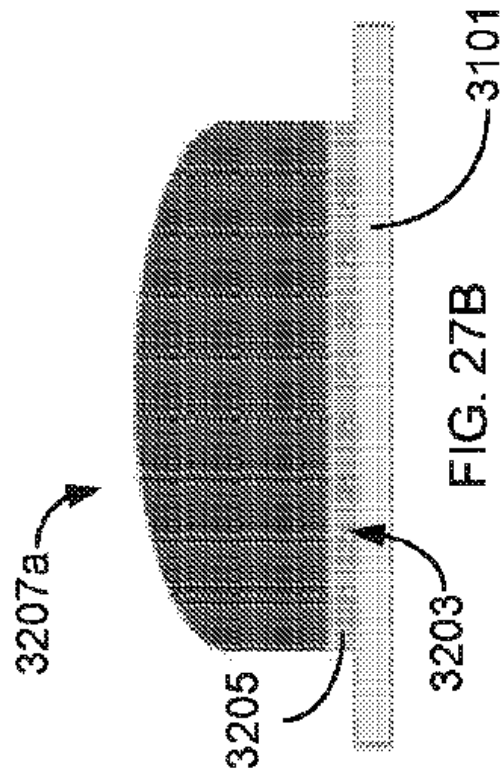
【図 26 - 4】



【図 27 A】



【図 27 B】



10

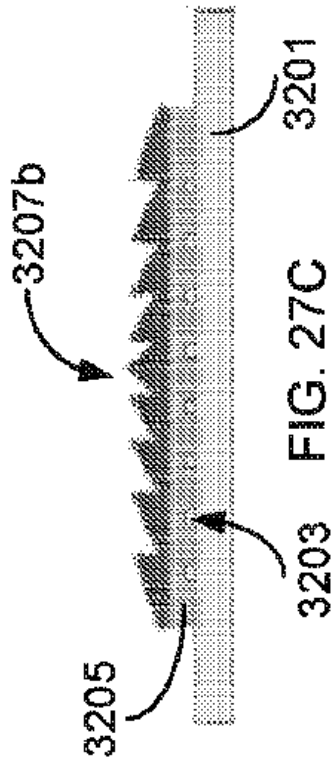
20

30

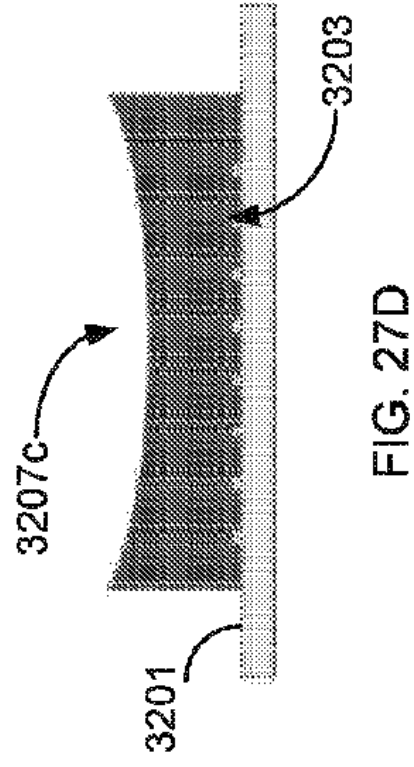
40

50

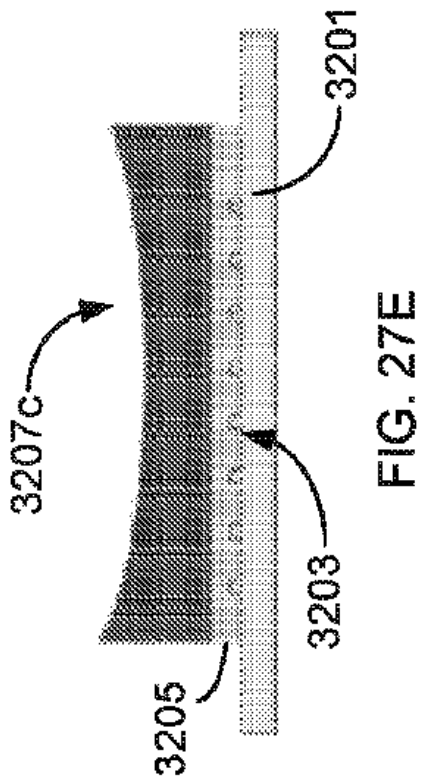
【図 27C】



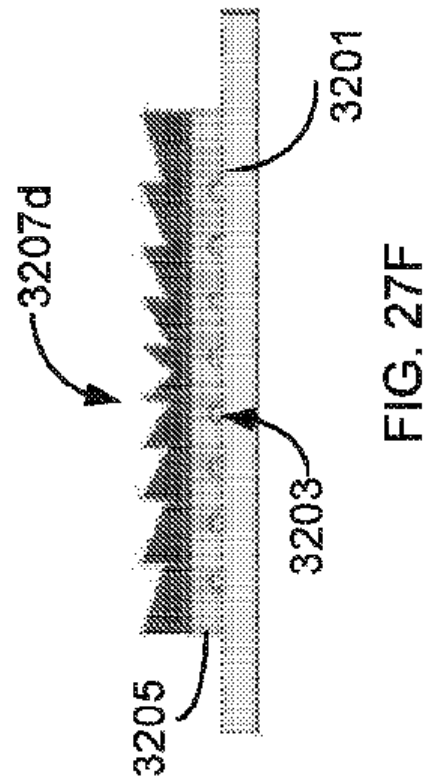
【図 27D】



【図 27E】



【図 27F】



10

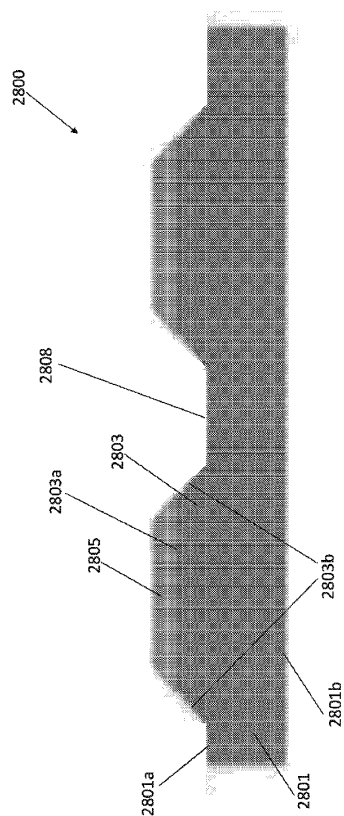
20

30

40

50

【 図 2 8 - 1 】



【 図 2 8 - 2 】

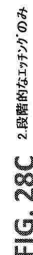
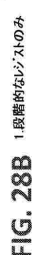
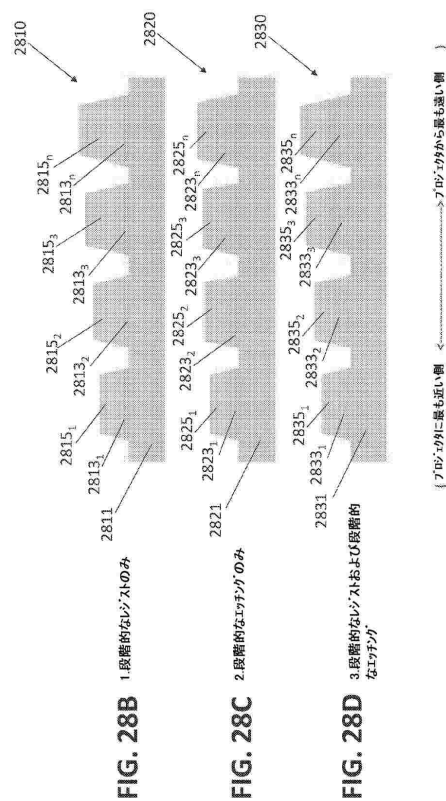
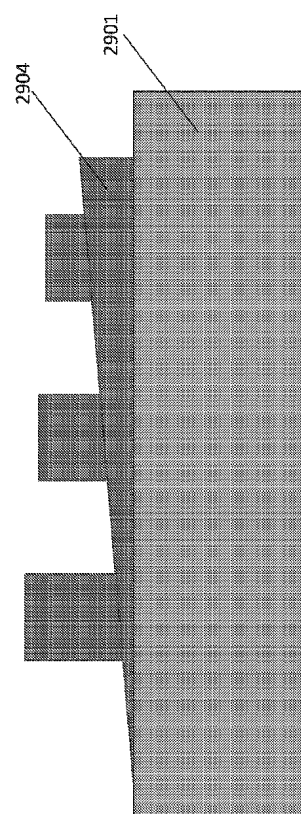


FIG. 28D

3.段階的なレジストおよび段階的なエッチング

プロジェクトに最も近い側
プロジェクトから最も遠い側

【 図 2 9 A 】



【 図 2 9 B 】

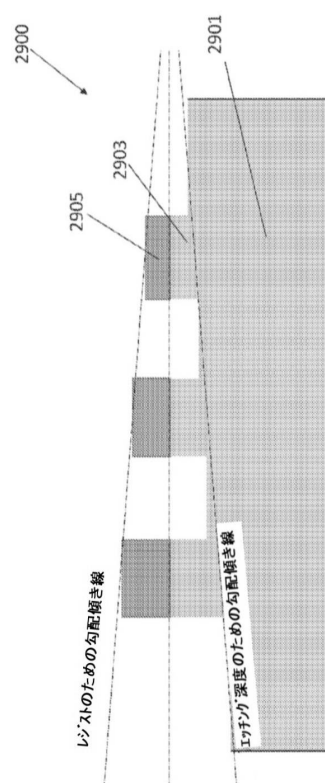


FIG. 29B

【図 30 A】

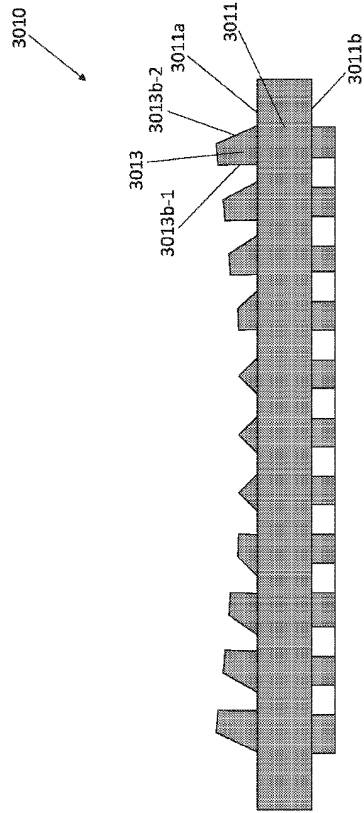


FIG. 30A

【図 30 B】

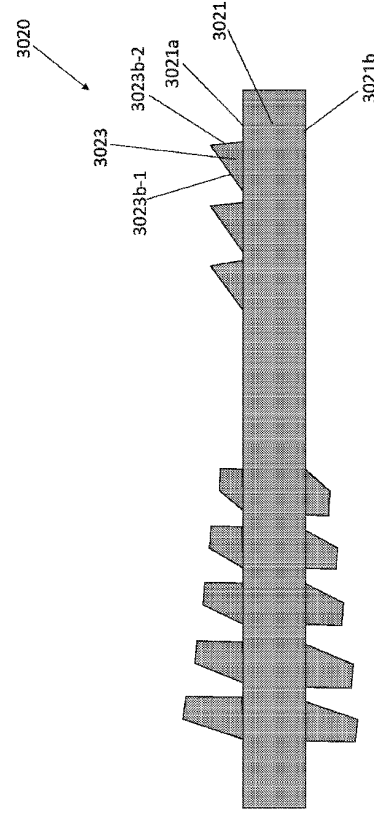


FIG. 30B

【図 30 C】

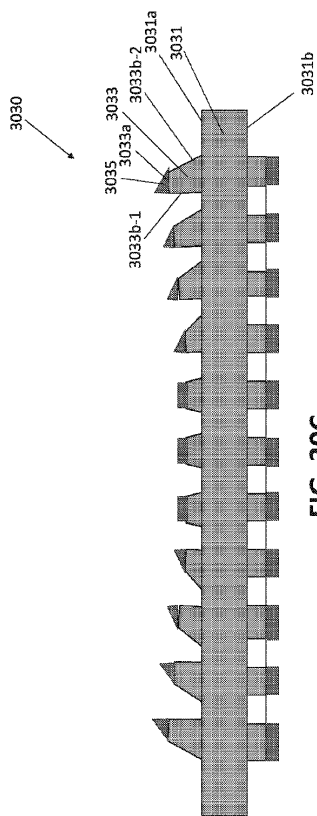


FIG. 30C

【図 31】

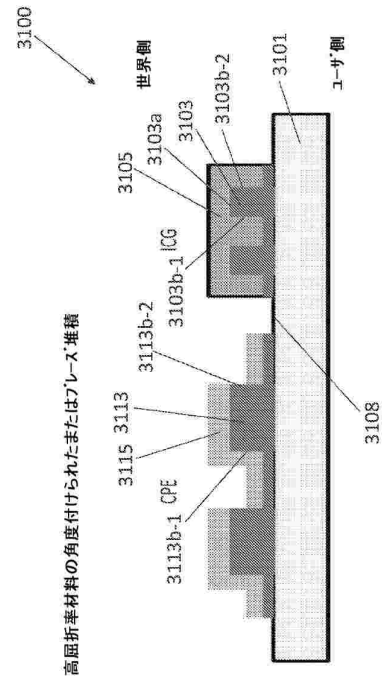


FIG. 31

10

20

30

40

50

【図 3 2】

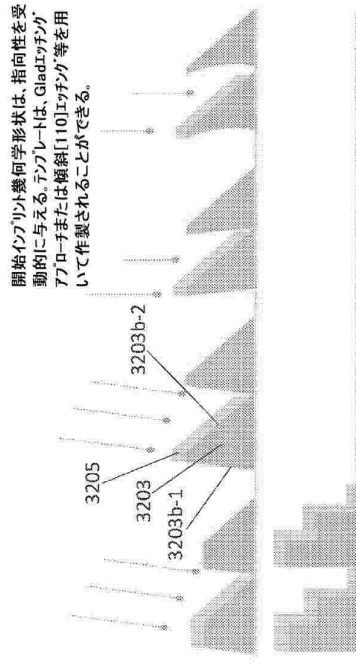


FIG. 32

【図 3 3 A】

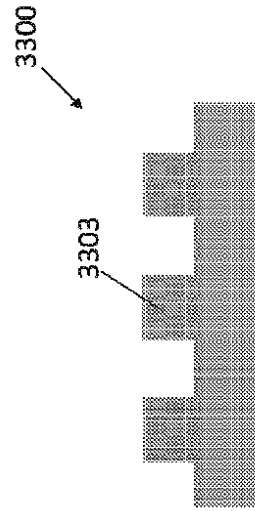


FIG. 33A

【図 3 3 B】



【図 3 4】

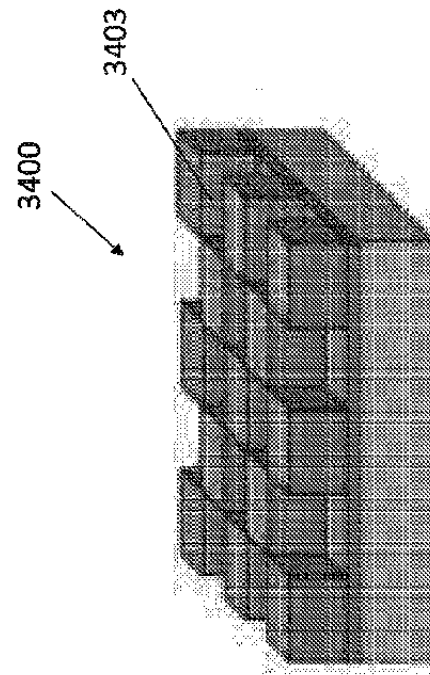


FIG. 34

10

20

30

40

50

【図 3 5 A】

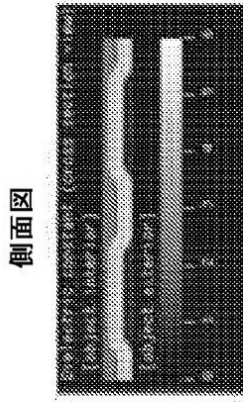


FIG. 35A

【図 3 5 B】

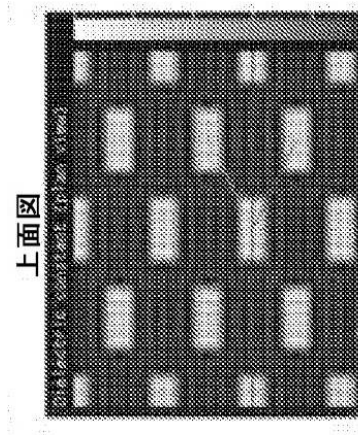


FIG. 35B

【図 3 6】

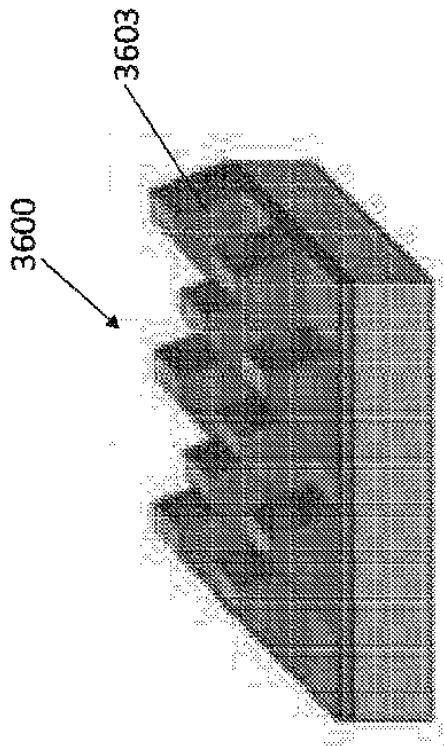


FIG. 36

【図 3 6 A】

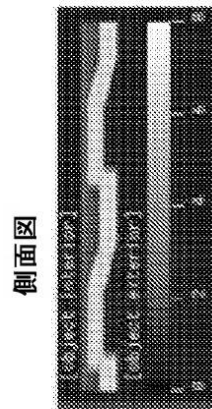


FIG. 36A

10

20

30

40

50

【図 3 6 B】

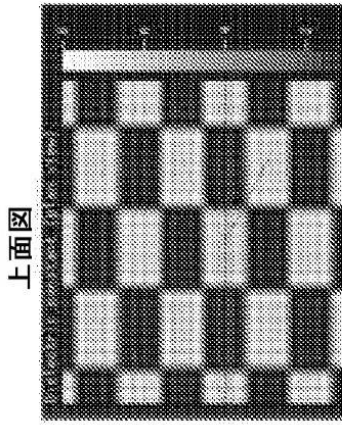


FIG. 36B

【図 3 7 B】



FIG. 37B

【図 3 7 A】

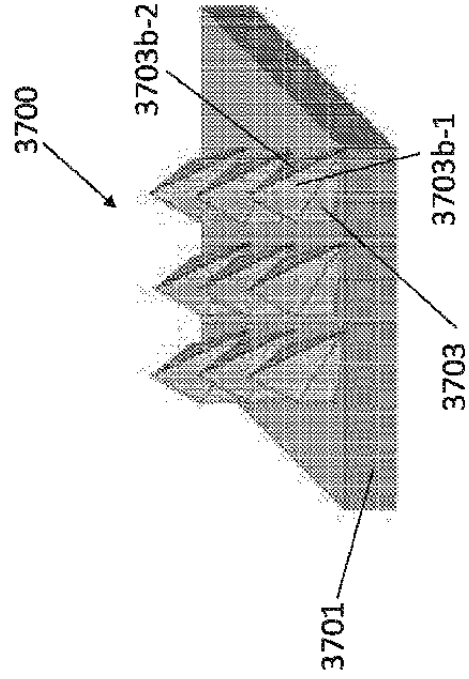


FIG. 37A

【図 3 8 A】

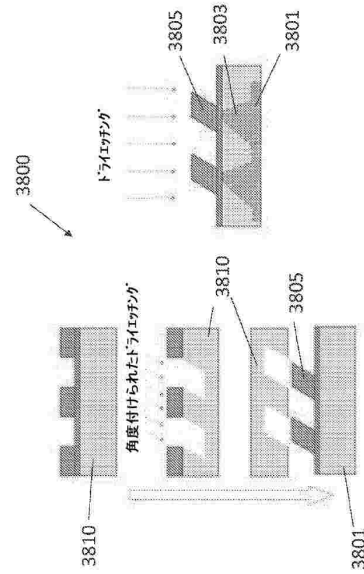


FIG. 38A

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/899,116

(32)優先日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/899,648

(32)優先日 令和1年9月12日(2019.9.12)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/902,348

(32)優先日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(74)代理人 100181641

弁理士 石川 大輔

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 シン, ビクラムジト

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 ルオ, カン

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 ボーン, マイケル ボウ デニソン

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 バーガバ, サマース

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 ヤン, シューチャン

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 ミラー, マイケル ネビン

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 シュー, フランク ワイ.

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 クルグ, マイケル アンソニー

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

(72)発明者 メッサー, ケビン

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 テコルスト, ロバート ディー.

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

(72)発明者 デン, シャオペイ

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 リー , シャオ

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 河村 麻梨子

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 2 2 4 1 8 (U S , A 1)

国際公開第 2 0 0 4 / 0 3 4 1 0 8 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 8 / 1 4 0 5 0 2 (W O , A 1)

特開 2 0 1 5 - 1 0 2 6 1 3 (J P , A)

特表 2 0 0 3 - 5 2 1 6 8 4 (J P , A)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 8 1 2 1 1 (K R , A)

特開 2 0 1 5 - 0 4 9 2 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 5 / 1 8 , 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2

G 0 2 C 7 / 1 4