

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7555902号  
(P7555902)

(45)発行日 令和6年9月25日(2024.9.25)

(24)登録日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(51)国際特許分類	F I
G 0 2 B 5/18 (2006.01)	G 0 2 B 5/18
G 0 2 B 5/00 (2006.01)	G 0 2 B 5/00 Z
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B 27/02 Z

請求項の数 13 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-500857(P2021-500857)	(73)特許権者	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050 3050 Bowers Avenue Santa Clara CA 95054 U.S.A.
(86)(22)出願日	令和1年7月1日(2019.7.1)	(74)代理人	110002077 園田・小林弁理士法人
(65)公表番号	特表2021-531495(P2021-531495A)	(72)発明者	エヴァンズ, モーガン アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
(43)公表日	令和3年11月18日(2021.11.18)		最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/US2019/040183		
(87)国際公開番号	WO2020/018270		
(87)国際公開日	令和2年1月23日(2020.1.23)		
審査請求日	令和3年3月9日(2021.3.9)		
審判番号	不服2023-8889(P2023-8889/J1)		
審判請求日	令和5年5月31日(2023.5.31)		
(31)優先権主張番号	62/700,756		
(32)優先日	平成30年7月19日(2018.7.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 可変的な高さで傾斜した格子の方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示装置により生成された画像の光線がある位置から入力して内部を伝播し別の位置から出力する導波路において利用するための構造であって、

格子層が設けられた基板であって、前記格子層には陥凹構造が形成されており、前記陥凹構造は、

第1の末端、

第2の末端、及び

前記陥凹構造に隣接する領域にある前記格子層の表面からの、前記第1の末端から前記第2の末端へと増大する深さ

を含む、基板と、

前記格子層内に形成された複数のチャネルであって、各チャネルが複数の格子構造の一部分を部分的に画定し、前記複数の格子構造が前記第2の末端に向けて傾斜し、前記複数の格子構造の上面から前記格子層の下側にある層までの深さが、前記陥凹構造により画定された前記第1の末端から前記第2の末端へと減少する、複数のチャネルと

を含み、  
前記複数の格子構造の上面が、共通する平面又は湾曲面を画定するように構成されている、  
構造。

【請求項2】

前記複数の格子構造の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと線形的に減少する、請求項 1 に記載の構造。

【請求項 3】

前記複数の格子構造の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと非線形的に減少する、請求項 1 に記載の構造。

【請求項 4】

前記複数の格子構造の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと変動する、請求項 1 に記載の構造。

【請求項 5】

各格子構造は、深さが約 5 nm と約 700 nm の間である、請求項 1 に記載の構造。

10

【請求項 6】

各格子構造が、約 0 度と約 70 度との間の角度で傾斜している、請求項 1 に記載の構造。

【請求項 7】

前記格子層は、屈折率が約 1.3 以上の光透過性材料から形成される、請求項 1 に記載の構造。

【請求項 8】

表示装置により生成された画像の光線がある位置から入力して内部を伝播し別の位置から出力する導波路において利用するための格子構造を形成する方法であって、

格子層において陥凹部を形成することであって、前記陥凹部は、前記陥凹部に隣接する領域にある前記格子層の表面からの深さが、前記陥凹部の第 1 の末端から第 2 の末端へと増大する、格子層において陥凹部を形成することと、

20

前記格子層の上にハードマスク及びフォトレジストスタックを形成することと、

前記フォトレジストスタックをエッチングすることと、

前記格子層において複数の格子構造を形成することであって、前記複数の格子構造が前記第 2 の末端に向けて傾斜し、前記複数の格子構造の上面から前記格子層の下側にある層までの深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと減少し、前記複数の格子構造の上面が、共通する平面又は湾曲面を画定するように構成されている、複数の格子構造を形成すること

を含む、格子構造を形成する方法。

【請求項 9】

30

前記フォトレジストスタックは、

スピンオンプロセスを用いて形成された底面反射防止膜、

ケイ素反射防止膜、及び、

フォトレジスト

を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記陥凹部は、第 1 の末端から第 2 の末端へと深さが増大する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記陥凹部の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと線形的に増大する、請求項 10 に記載の方法。

40

【請求項 12】

前記陥凹部の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと非線形的に増大する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記陥凹部の前記深さが、前記第 1 の末端から前記第 2 の末端へと変動する、請求項 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、表示装置での利用のための方法及び装置に関する。より詳細には

50

、本開示は、導波路において利用するための格子構造を開示する。

【背景技術】

【0002】

仮想現実とは、概して、ユーザがあたかもそこに物理的に存在している、コンピュータが生成したシミュレート環境であると考えられる。仮想現実体験は、3Dで生成して、ヘッドマウントディスプレイ(HMD: head-mounted display)で、例えば、実際の環境に取って代わる仮想環境を表示するための、レンズとしてのニアアイディスプレイパネルを有する眼鏡又は他のウェアラブルディスプレイデバイスで見ることが可能である。

【0003】

しかしながら拡張現実では、ユーザが、眼鏡又は他のHMD装置のディスプレイレンズを通じて実際の周囲環境を未だ見ることが可能であるが、さらに加えて、表示のために生成され実際の環境の一部として出現する仮想物体の画像も見ることが可能な体験が可能となる。拡張現実とは、音声入力及び触覚入力といった任意の種類の入力、並びに、ユーザが体験する環境を強化又は拡張する仮想画像及び映像を含むことが可能である。新たな技術として、拡張現実には多くの課題及び設計上の制約が存在する。

【0004】

1つのこのような課題は、ユーザの様々な視点から十分な鮮明度を保ちながら、周囲環境に重ねられた仮想画像を表示することである。例えば、ユーザの片目の位置が、表示されている仮想画像と精確に合っていない場合には、ユーザは、歪んだ又は不鮮明な画像を見る可能性があり、又は、画像全体が見れない可能性がある。さらに、画像がぼやけていて、最適ではない視野角からは、所望の解像度を下回っている可能性がある。

【0005】

従って、拡張現実表示装置を製造するための改良された方法に対する必要性が存在する。

【発明の概要】

【0006】

本開示は、概して、表示装置での利用のための方法及び装置に関する。より詳細には、本開示は、導波路において利用するための格子構造を開示する。

【0007】

一実施形態において、導波路において利用するための格子構造が提供される。本構造は、格子層が設けられた基板を有する。格子層には、第1の末端及び第2の末端を含む陥凹部が形成されている。陥凹部は、深さが第1の末端から第2の末端へと変化する。複数のチャンネルが格子層において形成される。各チャンネルが、複数の格子構造の一部分を部分的に画定する。複数の格子構造はまた、深さが、陥凹部により画定された第1の末端から第2の末端へと変化する。

【0008】

他の実施形態において、導波路において使用するための構造が提供される。本構造は、格子層が設けられた基板を含む。陥凹部が、格子層において第1の方向及び第2の方向において形成される。陥凹部は、深さが第1の方向及び第2の方向において変化し、三次元形状を画定する。複数のチャンネルが、格子層において形成される。各チャンネルが、複数の格子構造の一部分を部分的に画定する。複数の格子構造はまた、深さが、陥凹部により画定されるように第1の方向及び第2の方向において変化する。

【0009】

さらに別の実施形態において、格子構造を形成する方法が提供される。本方法は、格子層において陥凹部を形成することと、格子層の上にハードマスク及びフォトリジスタスタックを形成することと、フォトリジスタスタックをエッチングすることと、格子層において複数の格子構造を形成することを含む。

【0010】

本開示の上述の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡単に要約されている本開示のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られ、それらの実施形態の一部が

10

20

30

40

50

添付の図面に示される。しかしながら、添付の図面は例示的な実施形態を示しているに過ぎず、したがって、その範囲を限定するものとみなされるべきではなく、本開示は他の同等に有効な実施形態を許容しうることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本明細書に記載の一実施形態に係る表示装置の概略的な断面図を示す。

【図2】本明細書に記載の一実施形態に係るくさび形状の陥凹構造が形成された導波路の一部分の拡大断面図である。

【図3】フォトレジストスタックが形成された図2の導波路の拡大断面図である。

【図4】パターンニングされたハードマスクが形成された図3の導波路の拡大断面図である。 10

【図5】格子構造が形成された図4の導波路の拡大断面図である。

【図6】一実施形態による、導波路を作製する方法のフロー図である。

【図7A】本明細書に記載の複数の実施形態に係る陥凹構造の形状の例の拡大断面図である。

【図7B】本明細書に記載の複数の実施形態に係る陥凹構造の形状の例の拡大断面図である。

【図7C】本明細書に記載の複数の実施形態に係る陥凹構造の形状の例の拡大断面図である。

【図8A】本明細書に記載の一実施形態に係る陥凹構造の三次元形状の斜視図である。

【図8B】本明細書に記載の一実施形態に係る陥凹構造の三次元形状の斜視図である。 20

【図8C】本明細書に記載の一実施形態に係る陥凹構造の三次元形状の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

理解を容易にするために、可能な場合には、複数の図に共通する同一の要素を指し示すために同一の参照番号を使用している。1の実施形態の要素及び特徴は、更なる記述がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれうると想定されている。

【0013】

格子構造を備えた装置、及び格子構造を形成する方法が開示される。格子構造は、格子層における陥凹部を含む。複数のチャンネルが格子層において形成され、格子層における傾斜した格子構造を画定する。陥凹部、及び傾斜した格子構造が、選択的なエッチングプロセスを用いて形成される。 30

【0014】

図1は、表示装置100において実装された導波路104の概略的な断面図である。表示装置100は、拡張現実、仮想現実、拡張現実と仮想現実が混ざり合い又は溶け合った現実の用途、及び、ハンドヘルドの表示デバイスといった他の表示用途のために構成されている。

【0015】

表示装置100は、例えばユーザの視点101から周囲環境130を見るユーザのために、導波路104介した周囲環境130のシースルー(see-through)観視のために、導波路104を利用する。表示装置100に実装されたときには、導波路104の第1の表面122が、ユーザの眼111の近傍に配置され、当該目111に対向している。導波路104の第2の表面124が、第1の表面122の反対側に配置されており、周囲環境130の近傍にあって当該周囲環境130に対向している。平面的なものとして図示されているが、導波路104は、望まれる用途に従って、湾曲してよく又は角度が付けられていてよいと考えられる。 40

【0016】

表示装置100は、生成された仮想画像の光線120を導波路104内へと方向付けるための画像マイクロディスプレイ128をさらに備える。仮想画像の光線120は、導波路104内を伝播する。一般に、導波路104は、入力カップリング領域106と、導波路領域108と、出力カップリング領域110とを含む。入力カップリング領域106は 50

、画像マイクロディスプレイ 128 から光線 120 (仮想画像) を受信し、光線 120 は、導波路領域 108 を介して出力カップリング領域 110 へと進み、そこで、ユーザの視点 101 及び視野によって、周囲環境 130 に重なった仮想画像の可視化が可能となる。画像マイクロディスプレイ 128 は、ケイ素マイクロディスプレイ上の液晶といった、高解像度表示生成器であり、仮想画像の光線 120 を導波路 104 内に投影する。

【0017】

導波路 104 は、入力格子構造 112、及び出力格子構造 114 を含む。入力格子構造 112 は、導波路 104 上の、入力カップリング領域 106 に対応する領域内に形成されている。出力格子構造 114 は、導波路 104 上の、出力カップリング領域 110 に対応する領域に形成されている。入力格子構造 112 及び出力格子構造 114 は、導波路 104 内での光の伝播に影響を与える。例えば、入力格子構造 112 は、光線 120 といった画像マイクロディスプレイ 128 からの光を入射 (couple: 結合) し、出力格子構造は、その光をユーザの眼 111 へと出射する (couple out)。

10

【0018】

例えば、入力格子構造 112 は、ユーザの眼 111 で表示される仮想画像の視野に影響を与える。出力格子構造 114 は、収束されて導波路 104 から出射される光線 120 の量に影響を与える。加えて、出力格子構造 114 は、ユーザの視点 101 からの仮想画像の視野を変えて、画像マイクロディスプレイ 128 の仮想画像をユーザが見ることが可能な視野角を広げる。他の例において、格子構造 (図示せず) も、入力カップリング領域 106 と出力カップリング領域 110 との間の導波路領域 108 において形成される。追加的に、所望の格子構造がそれぞれに形成された複数の導波路 104 が、表示装置 100 を形成するために利用可能である。

20

【0019】

図 2 は、格子構造 280 (図 5) をそこに形成するための導波路 200 の拡大部の断面図である。本例において、導波路 200 は基板 202 を有し、基板 202 にはエッチング止め層 204 が形成されている。基板 202 は、ケイ素といった光透過性材料で作製される。エッチング止め層 204 は、基板 202 の上に形成されている。エッチング止め層 204 は、例えば、化学気相堆積 (CVD: chemical vapor deposition) プロセス、物理的気相堆積 (PVD: physical vapor deposition) プロセス、又はスピンオン (spin-on) プロセスによって形成される。エッチング止め層 204 は、とりわけ、窒化チタン、窒化タンタルといった、エッチングプロセスに対して耐性がある材料で作製される。

30

【0020】

格子層 206 が、エッチング止め層 204 の上に形成される。格子層 206 は、光透過性材料で形成される。一例において、格子層 206 は、窒化ケイ素又は酸化ケイ素といったケイ素ベースの材料、又は、酸化チタンといったチタンベースの材料で作製される。格子層 206 の材料は、約 1.3 以上といった、例えば 1.5 さえ上回る高い屈折率を有する。一般に、格子層 206 は、厚さが約 1 ミクロン未満、例えば約 150 ミクロンと約 700 ミクロンとの間である。例えば、格子層 206 は、厚さが、約 200 nm から約 600 nm の間、例えば、約 300 nm から約 500 nm の間、例えば、約 400 nm である。

40

【0021】

格子層 206 が形成された後で、陥凹部 220 が格子層 206 において形成される。陥凹部 220 は、任意の適切な陥凹構造及び形状をしていてよく、くさび形状、錐台形状、又は、円錐形状等であってよいが、これらに限定されない。図 2 に図示するように、陥凹部 220 は、平面的で不等辺のくさび形状の構造をしており、第 1 の末端 230 と第 2 の末端 232 との間の長さ L を有する。陥凹部 220 の深さ D は、第 1 の末端 230 から第 2 の末端 232 へと増大する。即ち、陥凹部 220 の深さ D は、第 1 の末端 230 において最小であり、第 2 の末端 232 において最大である。深さ D は、約 0 nm から約 700 nm の範囲、例えば約 100 nm と約 600 nm との間、例えば約 200 nm と約 500 nm との間の範囲にある。例えば、深さ D は、約 300 nm と約 400 nm との間であり

50

、例えば約350 nmである。図2の実施形態において、長さLは、深さDと比較して実質的により大きい。例えば、長さLは約25 μmであるが、第1の末端230での深さDは、約0 nmと約50 nmとの間であり、第2の末端232での深さDは、約250 nmと約700 nmとの間である。従って、陥凹部220は、陥凹部220の表面と、格子層206の表面206aにより画定される平面と、の間で測定される角度として示される、実質的に浅い傾斜部である。本例において、角度は1度より小さく、例えば、0.1度より小さく、約0.0005度等である。陥凹部220の傾きは、ここでは明確にするために、誇張された角度で示される。

#### 【0022】

一例において、陥凹部220は、格子層206の領域を選択的にエッチングすることにより形成される。例えば、陥凹部220の第1の部分220aが、格子層206を遅いエッチング速度及び/又は低出力でエッチングすることにより形成される。第2の部分220bが、格子層206を、部分220aよりも上げたエッチング速度及び/又は出力でエッチングすることにより形成される。同様に、第3の部分220cが、格子層206を、部分220a、220bよりも速いエッチング速度及び/又は高い出力でエッチングすることにより形成される。ここでは、図示するために、3つの部分が利用されている。しかしながら、任意の所望の数の部分を、陥凹部220を形成するため利用し、1回の作業ステップ、又は複数のステップでエッチングしうる。さらに、エッチングは、滑らかに増大する間隔（即ち、エッチング速度及び/又は出力）で行うことが可能であり、これにより、陥凹部220は滑らかな表面を有する。一例において、格子構造280のための領域が、例えば、マスク（例えば、フォトリソグラフィーマスク、若しくは近接マスク）、又はエッチングビームを利用することで、陥凹部220の形成前に画定される。外形が滑らかな陥凹部220を形成することが、粗い（即ち、階段状等の）構造と比較して光線の回折及び投影をより良好に制御することで、画質を向上させる。従って、格子構造280全体で出射される光の出力が、著しくより均一である。

#### 【0023】

図3は、フォトレジスタスタック（積層体）250が形成された導波路200の一区分である。コンフォーマルなハードマスク208が、格子層206の上に形成されている。ハードマスク208は、例えば、化学気相堆積プロセスを用いて窒化チタンから作製される。一例において、ハードマスク208は、厚さが約30 nmと約50 nmの間、例えば、約35 nmと約45 nmの間である。フォトレジスタスタック250は、底面反射防止膜（BARC: back anti-reflective coating）210、ケイ素反射防止膜（SiARC: silicon anti-reflective coating）212、及び、フォトレジスト214を含む。BARC210は、スピノンプロセスを用いて形成され、これにより、BARC210の上面210aが、実質的に平坦（即ち、基板202の表面202aに対して平行）である。BARC210を形成するためにスピノンプロセスを利用することで、BARC210を平坦化するためにエッチングプロセス又は研磨プロセスが必要ではなく、これにより、薄いBARC210及び/又はその下にある格子層206をオーバーエッチングし又は損傷を与える可能性が無くなる。

#### 【0024】

次に、SiARC212が、BARC210の上に形成される。SiARC212は、例えば化学気相堆積プロセス又はスピノンプロセスを用いて、ケイ素ベースの材料から形成される。フォトレジスト214が、SiARC212の上に形成される。フォトレジスト214は、例えば、フォトリソグラフィープロセスを用いて、ポリマー材料から形成される。一例において、フォトレジスト214が、スピノンコーティングを用いて形成され、1つ以上の格子線が露光されて、フォトレジスト214が現像される。フォトレジスト214が形成された後で、フォトレジスタスタック250が、エッチングプロセスを用いてパターンニングされる。BARC210及びSiARC212によるパターンニングは例示的な方法であると理解されたい。ここでは、他のパターンニング方法も利用されうる。

10

20

30

40

50

パターンニング方法は、一般に、パターンニングされる構造の大きさ及び形状に関連して選択される。

#### 【 0 0 2 5 】

図 4 は、図 3 のフォトレジストスタック 2 5 0 がエッチングされ除去された後の導波路 2 0 0 の断面図である。フォトレジストスタック 2 5 0 をエッチングすることで、図 4 に示すようにハードマスク 2 0 8 がパターンニングされる。ハードマスク 2 0 8 は、図 5 に示す傾斜した格子構造 2 8 0 を形成するためのパターンガイドとして機能する。傾斜した格子構造 2 8 0 は、格子層 2 0 6 の範囲内に形成された 1 つ以上のチャンネル 2 7 0 の間で画定される。チャンネル 2 7 0 を形成するために、格子層 2 0 6 が再び、選択的なエッチングプロセスを用いてエッチングされる。一例において、傾斜した格子構造 2 8 0 が、くさび形状の陥凹部 2 2 0 を形成するために利用されたプロセスと類似したプロセスを用いて、しかし逆の順序で形成される。例えば、第 3 の部分 2 2 0 c に対応する領域が、遅いエッチング速度及び / 又は低出力でエッチングされる。第 2 の部分 2 2 0 b に対応する領域が、第 3 の部分 2 2 0 c よりも速いエッチング速度及び / 又は高い出力でエッチングされる。第 1 の部分 2 2 0 a に対応する領域が、部分 2 2 0 b、2 2 0 c よりも速いエッチング速度及び / 又は高い出力でエッチングされる。一例において、エッチング止め層 2 0 4 が、傾斜した格子構造 2 8 0 の画定を改善するためにエッチングされる。傾斜した格子構造 2 8 0 が形成された後で、ハードマスク 2 0 8 が、エッチングプロセスを用いて、任意選択的に除去される。

#### 【 0 0 2 6 】

各傾斜した格子構造 2 8 0 が、深さ  $d$  を有して形成される。例えば、傾斜した格子構造 2 8 0 は、深さ  $d$  が約 5 nm と約 7 0 0 nm との間、約 1 0 0 nm と約 6 0 0 nm との間、例えば約 5 0 0 nm でありうる。傾斜した格子構造 2 8 0 の深さは、ユーザへの画像の投影のための所望の波長（即ち、色彩）に従って選択される。図 5 の実施形態において、傾斜した格子構造の深さ  $d$  は、（透視で示される）陥凹部 2 2 0 の第 1 の末端 2 3 0 から第 2 の末端 2 3 2 へと減少する。各傾斜した格子構造 2 8 0 の上面 2 8 0 a が、陥凹部 2 2 0 の傾斜に対応する角度が付けられた平面 2 9 0 を画定する。追加的に、各傾斜した格子構造 2 8 0 は、エッチング止め層 2 0 4 の表面 2 0 4 a に対して垂直な平面に対して測定された角度を有しうる。角度は、例えば約 0 度と約 7 0 度との間、例えば約 2 5 度と約 4 5 度との間、例えば約 3 5 度である。本明細書に記載の格子構造 2 8 0 を形成することで、所望の画像面に向かう光の回折及び投影が改良されるため、導波路 2 0 0 によって投影される画像の鮮明度が実質的に改善される。傾斜した格子構造 2 8 0 の形状を制御することで、様々な波長（即ち、様々な色彩）の回折の変化が、画質を改善するために制御される。傾斜した格子構造 2 8 0 によりもたらされる制御の向上に因り、光学効率（即ち、ユーザの視点への所望の波長の投影）が大幅に改善される。さらに、望まれない波長の投影が低減され、従って、投影される画像の鮮明度及び画質が上がる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 2 ~ 図 5 では、平面的で傾斜した、くさび形状の陥凹部 2 2 0 が示されている。しかしながら、本明細書に記載のエッチングプロセスによって、有利に、陥凹部 2 2 0 が、1 つ以上の方向において、傾斜及び / 又は湾曲を有することが可能となる。従って、陥凹部 2 2 0 は、先に記載したように、任意の適切な形状を有しうる。図 7 A ~ 図 7 C は、陥凹部 2 2 0 のために利用することが可能な形状の他の例を示している。例えば、図 7 A は、導波路 7 0 0 の格子層 7 0 6 における、実質的に二等辺三角形の陥凹部 7 2 0 を示している。陥凹部 7 2 0 は、各周辺領域 7 2 0 a、7 2 0 b から中央領域 7 2 0 c に向かって延在する 2 つの平面的な傾斜部を有する。図 7 B は、導波路 7 3 0 の格子層 7 3 6 における他の陥凹部 7 5 0 を示している。陥凹部 7 5 0 は、湾曲した凹面状の構造をしており、周辺領域 7 5 0 a、7 5 0 b では深さ  $D$  が浅く、中央領域 7 5 0 c において深さが増大する。一例において、陥凹部 7 5 0 は、放物線状の形状をしている。例えば、深さ  $D$  は、周辺領域 7 5 0 a、7 5 0 b から中央領域 7 5 0 c へと非線形的に増大する。図 7 C は、導波路 7 6 0 の格子層 7 6 6 における他の陥凹部 7 8 0 を示している。陥凹部 7 8 0 は、深

さDが第1の末端780aから第2の末端780bへと変動し、従って、陥凹部780の周期的な深さDのパターンを形成する。深さDが線形的に、のこぎり歯状に変動する陥凹部780が示されている。しかしながら、深さDは非線形的に変化し、これにより、陥凹部220は深さDが波状に変動しうることが考えられる。陥凹部、例えば陥凹部720、750、及び780cの深さDは、陥凹部の長さLにわたって、第1の末端（即ち、720a、750a、780a）から第2の末端（即ち、720b、750b、780b）へと線形的又は非線形的に変化しうる。

#### 【0028】

他の例において、陥凹部220は、三次元形状を有する。即ち、深さが、図8A～図8Cの例に示すように、1つ以上の方向に、例えば2つの方向（即ち、第1の方向X、及び第2の方向Y）に変化する。図8Aは、鞍点形状に湾曲している（即ち、双曲放物面形状をしている）陥凹部820を示している。図8Bは、正の曲率を有する楕円放物面の形状をした陥凹部850を示している。図8Cは、負の曲率を有する楕円放物面の形状をした陥凹部880を示している。陥凹部の三次元形状は、図8A～図8Cの例には限定されない。他の所望の形状、例えば、とりわけ、正の曲率又は負の曲率を有する平方領域における放物面、楕円面、及び、線形状に傾斜した形状もここでは考えられ、利用されうる。これらの場合には、陥凹部の深さが、X方向とY方向の両方において変化する。従って、傾斜した格子構造の上面、例えば図5の上面280aは、陥凹部の湾曲の形状により規定されるように曲線状をしている。陥凹部の形状及びノ又は深さは、X方向及びY方向における変化に限定されない。例えば、陥凹部の深さは、3つの方向、4つの方向、又はそれ以上の方向において変化しうる。さらに加えて、本明細書ではデカルト座標系を用いて図示したが、くさび形状の構造は、他の座標系を用いて、例えば、極座標系、円筒座標系、又は、球面座標系を用いて形成されうる。本明細書の実施形態は、有利に、陥凹部のための所望の形状を形成するために利用されうる。

#### 【0029】

図6は、導波路における格子構造、例えば、傾斜した格子構造280を形成する方法600を示すフローチャートである。導波路は、一般に、基板上に形成される。一例において、基板は、ケイ素ベースのガラス基板であり、任意選択的なエッチング止め層及び格子層がその上に形成される。他の例において、基板は、エッチング止め層が無いガラス基板である。このようなケースでは、基板は、当該基板上に直接的に形成された格子層及び格子構造として機能する。工程602において、陥凹部が、任意選択的なエッチング止め層の上の格子層において形成される。一例において、陥凹部が、先に記載したように、基板の領域を選択的に処理するエッチングプロセスを用いて形成される。工程604において、コンフォーマルなハードマスクが、格子層の上に堆積させられる。底面反射防止膜（BARC）と、ケイ素反射防止膜（SiARC）と、フォトレジストと、を含むフォトレジストスタックが、ハードマスクの上に形成される。底面反射防止膜が、スピノン技術を用いて形成され、これにより、当該膜の表面が実質的に平面的である。

#### 【0030】

工程606において、フォトレジストスタックがエッチングされて、ハードマスク上に所望のパターンが形成される。工程608において、ハードマスク及び格子層が、選択的なエッチングプロセスを用いてエッチングされて、先に記載したように、格子層において格子構造を形成する。工程610において、存在するときには、エッチング止め層が任意選択的にエッチングされ、格子構造の形状の画定が改善される。工程612において、ハードマスクが、例えばエッチングプロセスを用いて、任意選択的に除去される。

#### 【0031】

本明細書に記載の実施形態を利用することで、傾斜した格子構造を有する導波路が形成される。傾斜した格子構造は、導波路を透過する光をより良好に収束して方向付け、従って、投影される画像の鮮明度を改善することで、導波路の機能を改善する。傾斜した格子構造によって、所望の画像面に投影される光の波長に対する改善された制御がもたらされる。導波路によって出射される光の出力の均一性が、著しくより均一である。本明細書に

10

20

30

40

50

記載の実施形態は、導波路を形成するために利用される層に損傷を与えうる制作プロセス、例えば機械的な研磨を無くすことで、導波路の制作をさらに改善する。さらに、本明細書に記載の実施形態によって、格子が二次元又は三次元の形状を有することが可能となり、このことにより、より範囲が広い用途において導波路を利用することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

以上の説明は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲を逸脱することなく、本開示の他の実施形態及び更なる実施形態が考案されてもよく、本開示の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

10

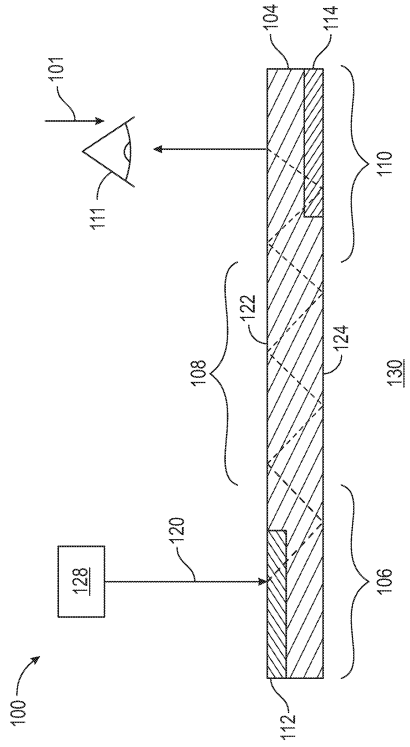
20

30

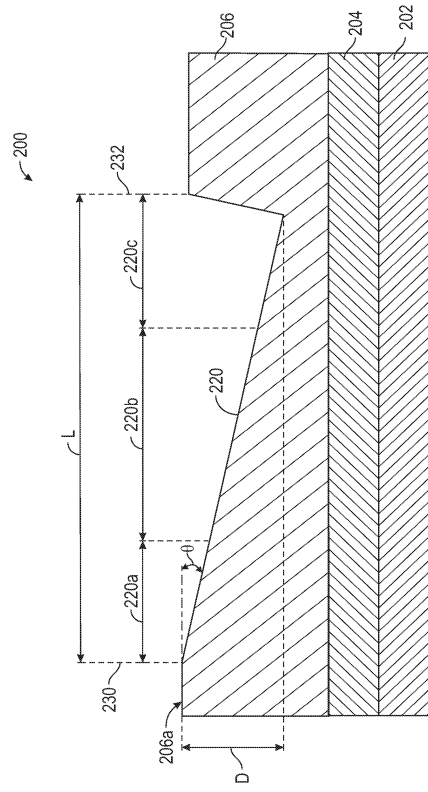
40

50

【図面】  
【図 1】



【図 2】



10

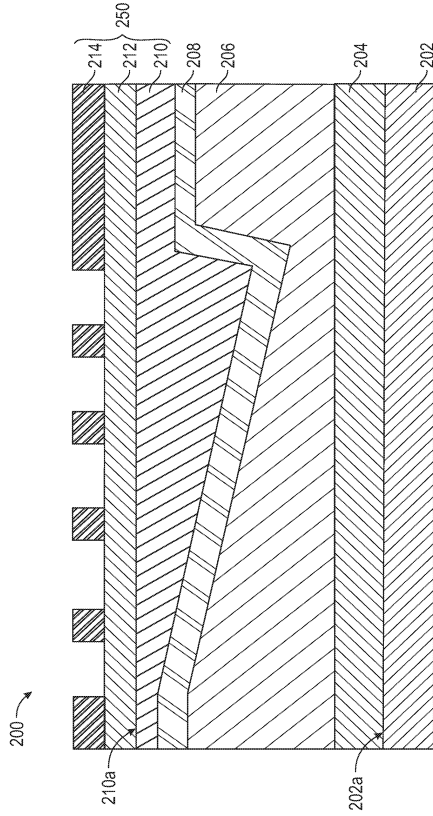
20

30

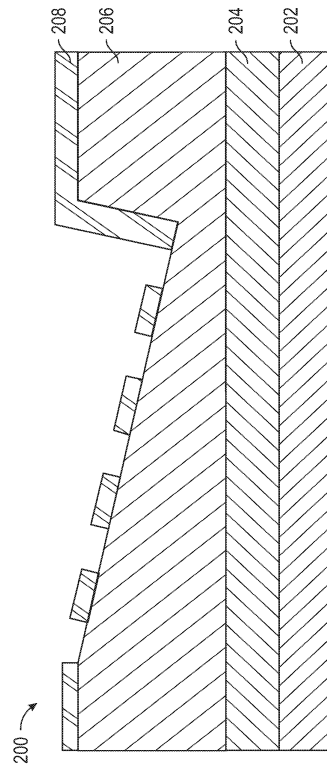
40

50

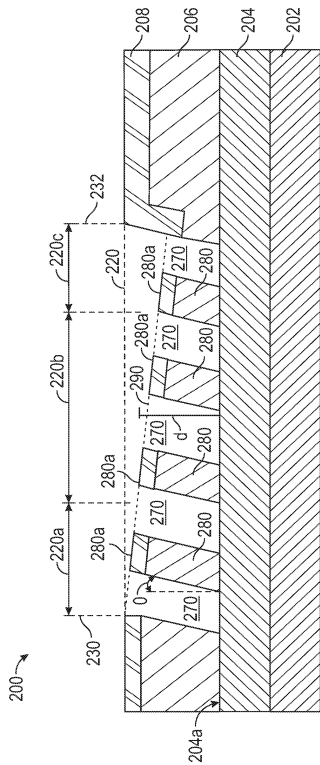
【図3】



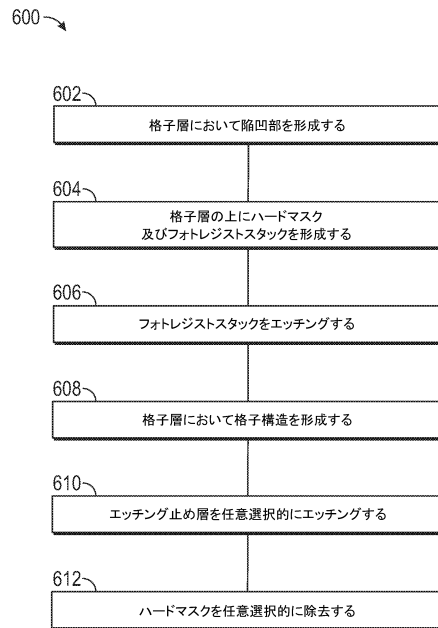
【図4】



【図5】



【図6】



10

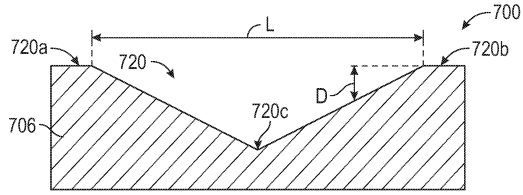
20

30

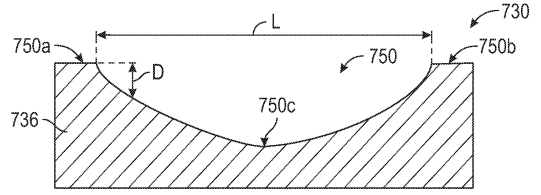
40

50

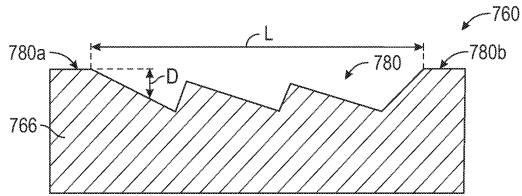
【図 7 A】



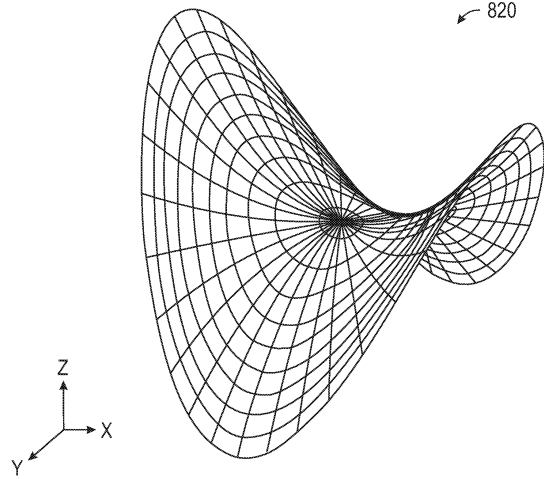
【図 7 B】



【図 7 C】



【図 8 A】



10

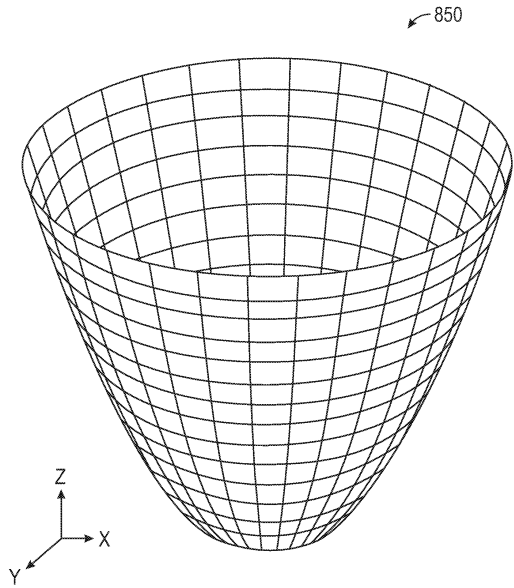
20

30

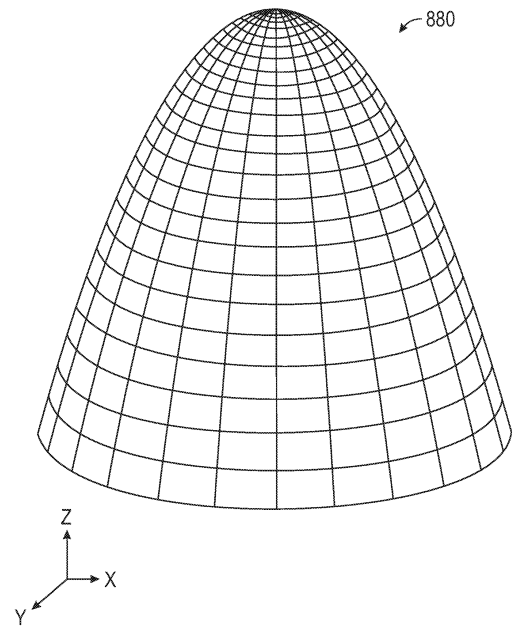
40

50

【 8 B 】



【 8 C 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 9 4 4 , マンチェスター , ロックウッド ハイツ ロード 2  
(72)発明者 マイヤー ティーマン タイセン , ラトガー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 8 , サン ノゼ , ホワイトソーン ドライブ 2 4 8 7
- 合議体  
審判長 神谷 健一  
審判官 西岡 貴央  
審判官 本田 博幸
- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 7 9 0 9 6 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 0 7 8 8 7 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 0 3 3 7 8 4 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 0 0 3 5 0 4 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 3 2 1 7 8 1 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 0 8 - 2 1 8 8 6 7 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 3 0 3 4 1 1 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 0 7 7 8 5 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 5 1 7 9 9 ( U S , A 1 )  
特表 2 0 1 6 - 5 4 1 1 2 5 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G02B5/18