

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-506765

(P2017-506765A)

(43) 公表日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 5/18 (2006.01)	G02B 5/18	2H249
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300T	4C161

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-549453 (P2016-549453)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月30日 (2015.1.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年9月23日 (2016.9.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/013853
 (87) 国際公開番号 W02015/116974
 (87) 国際公開日 平成27年8月6日 (2015.8.6)
 (31) 優先権主張番号 61/934,421
 (32) 優先日 平成26年1月31日 (2014.1.31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 592017633
 ザ ジェネラル ホスピタル コーポレイ
 ション
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 ボ
 ストン フルーツ ストリート 55
 (71) 出願人 596130705
 キヤノン ユーエスエイ, インコーポレイ
 テッド
 CANON U. S. A., INC
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 117
 47, メルビル, ワン キヤノン パ
 ーク

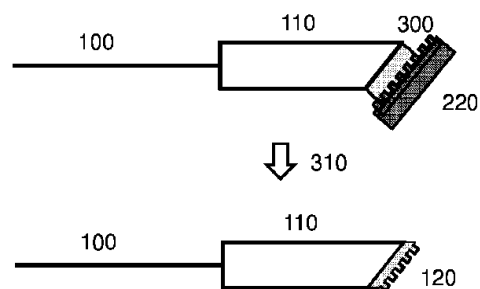
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノインプリントリソグラフィを用いた小型内視鏡

(57) 【要約】

光学アレイメントにおいて回折構成を提供する例示的な方法及びシステムが提供される。例えば、非常に高いアスペクト比を有する少なくとも一つのパターン面を有する材料を提供することができる。材料は、プレポリマー接着剤組成を用いて、導波アレイメントの少なくとも一部と接続することができる。さらに、プレポリマー接着剤組成は、重合させて、パターン面の構造又は少なくとも一つの特徴を少なくとも近似的に複製する回折構成を形成するようにすることができる。

Fig. 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光学アレイメントにおける回折構成を提供する方法であって、
剛性モールドに少なくとも一つのパターン面を提供する工程と、
プレポリマー接着剤組成を用いて、前記剛性モールドを導波アレイメントの少なくとも一つの部分に接続する工程と、
前記プレポリマー接着剤組成を重合させて、前記モールドの構造又は少なくとも一つの特徴を少なくとも近似的に複製する前記回折構成を形成する工程と
を有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

乾式エッチングにより前記剛性モールドを形成する工程をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記回折構成は格子であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記剛性モールドを前記光学アレイメントから取り外す工程をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記光学アレイメントは、前記回折構成との光通信において少なくとも一つのレンズを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記剛性モールドは、紫外線放射と可視光放射に実質的に透過的な組成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記回折構成を形成する工程は、重合させる前記プレポリマー接着剤組成へ少なくとも一つの電磁放射線を適用する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記少なくとも一つの電磁放射線は、前記導波アレイメントを介して提供されることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記プレポリマー接着剤組成は 1 . 3 と 1 . 7 の間の屈折率を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記回折構成は 1 mm よりも小さい直径又は断面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記格子は 1 mm あたり 1000 ラインよりも大きな溝密度を有することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 12】

前記格子は 1 mm あたり 2000 ラインよりも大きな溝密度を有することを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記格子は 5 を上回る溝アスペクト比を有することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 14】

前記格子は 70 % を上回る回折効率を有することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 15】

前記回折構成は少なくとも一つのレンズ素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

前記光学アレンジメントはGRINレンズを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項17】

光学アレンジメントにおける回折構成を提供するシステムであって、

- 剛性モールドに少なくとも一つのパターン面を提供し、
- プレポリマー接着剤組成を用いて、前記剛性モールドを導波アレンジメントの少なくとも一つの部分に接続し、
- 前記プレポリマー接着剤組成を重合させて、前記モールドの構造又は少なくとも一つの特徴を少なくとも近似的に複製する前記回折構成を形成する

ようにプロセス構成を制御する処理コンピュータアレンジメントを備えることを特徴とするシステム。

【請求項18】

前記回折構成は格子であることを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項19】

前記格子は1mmあたり2000ラインよりも大きな溝密度を有することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項20】

前記格子は5を上回る溝アスペクト比を有することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項21】

前記格子は70%を上回る回折効率を有することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項22】

前記処理アレンジメントは、さらに、前記剛性モールドを前記光学アレンジメントから取り外すように前記プロセス構成を制御することを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項23】

前記光学アレンジメントは、前記回折構成との光通信において少なくとも一つのレンズを備えることを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項24】

前記剛性モールドは、紫外線放射と可視光放射に実質的に透過的であることを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項25】

前記回折構成を形成する手順は、重合させる前記プレポリマー接着剤組成へ少なくとも一つの電磁放射線を適用することにより、前記処理アレンジメントにより行われることを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項26】

前記処理アレンジメントは、前記少なくとも一つの電磁放射線が、前記導波アレンジメントを介して提供されるように制御することを特徴とする請求項25に記載のシステム。

【請求項27】

前記プレポリマー接着剤組成は1.3と1.7の間の屈折率を有することを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項28】

前記回折構成は1mmよりも小さい直径又は断面を有することを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項29】

前記回折構成は少なくとも一つのレンズ素子を有することを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項30】

前記光学アレンジメントはGRINレンズを含むことを特徴とする請求項17に記載の

10

20

30

40

50

システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願へのクロスリファレンス

本出願は2014年1月31日に出願された米国仮出願第61/934,421号(ナノインプリントリソグラフィを用いた小型内視鏡の製造のシステム及び方法)に基づく優先権を主張するものであり、その内容は全体として参照によりここに組み込まれる。

【0002】

本出願は、2014年1月31日に出願された米国仮特許出願第61/934,486号(光学プローブ、光強度検出、撮像方法、及び、前方視撮像用システム)と、2014年1月31日に出願された米国仮出願第61/934,464号(カラー内視鏡検査のための装置及び方法)とに関するものであり、これらの開示内容の全ては参照によりここに組み込まれる。

【0003】

開示の分野

本明細書は、一般には、例示的なシステムを含む小型顕微鏡の製造に関し、低侵襲撮像及び画像誘導治療の方法を含む、ナノインプリントを用いた小型内視鏡の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0004】

背景情報

スペクトル符号化内視鏡("SEE": Spectrally Encoded Endoscopy)は、サブミリメートル径プローブを介した高解像度撮像を行うことが可能な小型内視鏡技術である。SEEでは、広帯域光ファイバの先端で格子により回折されて、サンプル上の分散スペクトルを生成する。サンプルから戻った光は分光器を用いて検出され、解像可能な波長の各々は、サンプル上の異なる点からの反射率に対応する。従来、SEEの手順は、2次元または3次元の高品質画像を生成する350 μ m径プローブを用いて実証されてきた。SEEプローブを製造する上での技術的課題の一つは、回折効率が高いサブミリメートルの透過格子を作成し、小型格子をプローブ内の他の光学部品とともに正確に組み立てることであった。

【0005】

特許文献1には、例えば「ソフト(柔らかい)」リソグラフィを用いた、SEEプローブ用の小型格子を製造又は提供する方法が記載されている。この例示的な方法においては、まず、格子パターンを有するエラストマー(弾性)スタンプが、マスタ格子の複製成形(replica molding)により製造される。次に、エラストマースタンプの複製成形により、小型格子が製造される。しかし、この手法は、格子パターンのアスペクト比が非常に高い場合にエラストマースタンプの製造において課題がある。柔らかい材料は格子パターンを複製するのに十分な剛性を提供しない一方で、硬い材料は硬いエラストマースタンプとマスタ格子との間の摩擦により、マスタ格子から容易に取り外すことができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2014/031748号

【発明の概要】

【0007】

したがって、上記のSEEプローブのSEEプローブ製造に関連する欠陥ないし問題を改善するか、あるいは少なくとも部分的に対処する必要がある。

【0008】

例示的な実施形態の要約

10

20

30

40

50

したがって、そのため、本開示のさまざまな例示的な実施形態に係るナノインプリント技術を用いたものを含む、小型内視鏡を製造するための例示的なシステムの変形及び方法がここに提供される。ここのいくつかの例示的な実施形態によれば、SEE撮像光学系上の小型回折格子の製造を含む、ナノインプリントリソグラフィを用いたSEEプローブを製造するための方法、システム、及び、コンピュータアクセス可能媒体が提供される。

【0009】

本開示に係る例示的な実施形態によれば、まず剛性格子マスタパターンを作成してそのパターン面を機能化し、次に小型撮像レンズ上に格子パターンを複製することで、小型格子を提供することができる。一実施形態において、格子マスタは、プローブ上の格子が有するパターンの反転パターンを有するように設計される。一実施形態において、この方法により製造された格子の最小径は撮像レンズの最小の大きさのみ制限されるようにして、例えば直径0.1mm未満のものを含む、超小型SEEプローブの製造を可能にするようにしてもよい。例示的な実施形態において、小型格子は、例えば、紫外線(UV)硬化エポキシ、ポリウレタン、あるいは、他の低価格のポリマーを用いて製造することができ、そのため典型的なSEEプローブよりも装置の製作をより安価にすることが可能である。さらに、本開示の例示的な実施形態に係る方法は、ソフトリソグラフィ法において典型的に用いられるエラストマスタンプ等の中間モールドを要しない。この例示的な方法は、そこからエラストマスタンプを製造することが容易でない、溝の高いアスペクト比を有する溝密度が高いマスタ格子に適用することができる。

10

【0010】

したがって、本開示の一つの例示的な実施形態によれば、光学アレイメントにおける回折構成を提供する方法及びシステムを提供することができる。一つの例示的な実施形態において、少なくとも一つのパターン面を有する剛性材料を提供することができる。パターンが形成された後に、パターン面は化学材料により機能化することができる。一実施形態において、剛性モールドの表面は、例えば、プレポリマー接着剤組成を用いて、導波アレイメントの少なくとも一部と接続することができる。そのため、導波アレイメントの先端において、例えば、その場所における回折格子のために、パターン面を形成することができる。導波アレイメントは、例えば、光ファイバとフォーカスレンズを含んでもよい。導波アレイメントは、典型的には、光ファイバとフォーカスレンズを含む。一つの例示的な実施形態において、回折構成を形成するために、プレポリマー接着剤組成が重合するようにすることができる。他の例示的な実施形態において、回折構成は、ガラス材料の構造かその少なくとも一つの特徴を近似的に複製する。

20

30

【0011】

回折構成は例示的な実施形態に係る格子でありうる。他の例示的な実施形態においては、ガラス材料は光学アレイメントから取り外すことができる。光学アレイメントは、回折構成との光通信において少なくとも一つのレンズを備えることができる。プレポリマー接着剤組成は、重合させるプレポリマー接着剤組成へ少なくとも一つの電磁放射線を適用することにより、重合させることができる。本開示の例示的な実施形態によれば、電磁放射線は導波アレイメントを介して提供することができる。さらなる例示的な実施形態において、ガラス材料は、可視スペクトルの少なくとも一つの波長に対して透過的である。剛性材料は、導波アレイメントにより提供される電磁放射線の波長に透過的であるようにすることができる。他の例示的な実施形態において、プレポリマー接着剤組成は約1.3と1.7の間の屈折率を有することができる。さらに他の例示的な実施形態によれば、回折構成は、約1mm未満の直径又は断面を有することができる。一実施形態において、格子は、(i)1mmあたり約2000ラインを上回る溝密度と、(ii)3、4、5、6、又は、7を上回る溝のアスペクト比との少なくともいずれかを有する。格子は30%を上回る回折効率を有することができる。回折構成は、少なくとも一つのレンズ素子を含むことができる。例示的な光学アレイメントはGRINレンズを含むことができる。

40

【0012】

本開示のこれら及び他の目的、特徴、及び利点は、添付図面及び用意された特許請求の

50

範囲と合わせて、以下の本開示の例示的な実施形態の詳細な説明を読むことによって明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

図面の簡単な説明

本開示のさらなる目的、特徴、及び利点は、本開示の実施形態例を示す次の添付図面と合わせて、以下の詳細な説明から明らかになるだろう。

【0014】

【図1】図1は、本開示の例示的な実施形態に係る例示的な方法により製造された、本開示の例示的な実施形態に係る例示的なSEEプローブの概略図である。

10

【図2】図2は、本開示の例示的な実施形態に係る例示的な格子製造方法のフロー図である。

【図3】図3は、ガラス格子を機能化する例示的な方法の図である。

【図4】図4は、本開示の例示的な実施形態に係る例示的な格子製造プロセスの図である。

【図5】図5A、図5B、図5Cは、本開示の例示的な実施形態に係る例示的なSEEプローブの例示的な一組の顕微鏡写真である。

【図6】図6は、本開示の例示的な実施形態に係る例示的なSEEプローブによるスペクトル的に符号化された照明の例示的な写真である。

【図7】図7は、本開示の例示的な実施形態に係る先端部における二つ以上の光学部品を有する例示的なSEEプローブを示す一組の図である。

20

【図8】図8A、図8Bは、本開示の例示的な実施形態に係る紫外線硬化性プレポリマーを重合させる例示的な手順を示す一組の図である。

【図9】図9A、図9Bは、本開示の例示的な実施形態に係るSEEプローブ光学系と格子マスクとの間の距離を調整する例示的な手順を示す一組の図である。

【図10】本開示の例示的な実施形態に係る窒素に富んだ環境下における紫外線硬化性プレポリマーを重合させる例示的な手順の図である。

【0015】

特に言及しない限り、実施形態例の同種の特徴、要素、部品、又は、部分を示すために、図面を通して同一の参照符号及び文字が用いられる。また、以下、図面を参照して開示対象を詳細に説明するところ、それは実施形態例に関連して行われる。添付の特許請求の範囲により規定される開示対象の真の範囲及び精神を逸脱することなく、記載された実施形態に対して変更及び修正を行うことが可能であることが意図されている。

30

【発明を実施するための形態】

【0016】

例示的な実施形態の詳細な説明

本開示の例示的な実施形態に従い、SEEプローブの概略図を図1に示す。この例示的なSEEプローブは、光ファイバ100、フォーカスレンズ110、及び、回折格子120を含むことができる。図1に示すように、広帯域光又は紫外線光130はサンプル140を横切る方向に分光されることができる。他の例示的な実施形態においては、他の電磁放射線が提供されうる。

40

【0017】

本開示の一つの例示的な実施形態において、回折格子120は、図2のプロセスのブロック図に示すように製造することができる。図2のこの例示的なプロセスにおいて、格子パターンを有するマスクを製造することができる（手順150にもたらされるように）。格子マスクは、例えば、電子ビームリソグラフィ、写真リソグラフィ（露光）、干渉リソグラフィ、ナノエンボス加工、ナノインプリント、反応性イオンエッチング等の乾式エッチングを含む、様々な方法により作成することができる。格子マスクの例示的な形状は、作用スペクトルにおいて高い回折効率を提供するように、例えば、数値シミュレーションにより決定することができる。例えば、415 - 820 nmの作用スペクトルと2000

50

ライン/mmの溝密度に対して、数値シミュレーションは、165nmの溝幅と0.9μmの溝深さは、最終格子材料の屈折率が約1.64の場合に36%の回折効率をもたらすといったようなパラメータを導出する。格子マスタはエッチング溶融シリカ格子とすることができる。最終格子は、格子マスタの複製成形(replica molding)により作成することができる(手順170)。格子マスタは、プローブ上の最終格子が持つべきパターンの反転パターンを有するように設計される。例えば、最終格子が2000ライン/mmの溝密度(すなわち、500nmのピッチ)と165nmの溝幅を有する場合、格子マスタは、2000ライン/mmの溝密度と335nmの溝幅を有することになる。

【0018】

格子マスタの溝密度は、作用スペクトルに対して十分なFOVが取得されるように好適に設計される。典型的には、深さ密度は500-4000ライン/mmの間である。格子マスタの溝深さ及びデューティサイクル(溝幅/溝ピッチ)は、製造されるポリマー格子の回折効率に関して最適化することができる。

10

【0019】

例示的な実施形態によれば、エッチングされた格子200のパターン面は、図3に示すように、最終格子材料が機能化された格子マスタ220にくっつくのを材料221が防ぐことができるように、何らかの化学材料221の薄層を用いたパターンの後に機能化される(図2の手順160によりおいてもたらされる)。機能化211(図2の手順160も参照)の一例として、エッチングされた格子200の表面は単層のTFOS(Tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyl-1-trichlorosilane)でコーティングされる。

20

【0020】

図4は、本開示の例示的な実施形態に係る、SEEプローブ光学系の先端における小型格子を製造するプロセスの例示的な実例を示している。例えば、プレポリマー300はフォーカスレンズ110の先端に載置することができる。機能化された格子マスタ220は、プレポリマー300と接触することができるように提供される。プレポリマー300は重合して(手順310)小型格子120を完成させることができる。小型格子が完成されると、機能化された格子マスタ220は取り外すことができる。プレポリマー300は、熱、湿気、及び、電磁放射線の少なくともいずれかにより硬化させることができる。小型格子120の屈折率は、格子の形状との関係で、回折効率を決定する。したがって、プレポリマー300は、小型格子120の屈折率が、高い回折効率をもたらす設計屈折率と実質的に又は近似的に近接しないし適合することができるように選択されるべきである。

30

【0021】

図5Aから図5Cは、本開示の例示的な実施形態に係る方法により製造された例示的なSEEプローブの先端の高倍率で拡大された例示的な写真を示している。図5Aから図5Cに示すように、小型格子120は、2000ライン/mmの溝密度と約900nmの溝深さを有する。SEEプローブの先端部における中央の楕円領域は、図5Aから図5Cにおいてそれぞれ赤、緑、青であり、プローブの先端に形成された格子は、顕微鏡システムの照明光又は他の電磁放射線を回折し、各観察角度において赤、緑、青の光を顕微鏡カメラへ優先的に導く。

【0022】

図1に示す例示的な小型格子120の回折性能が試験された。例示的なSEEプローブは、線形虹のように見えるスペクトル符号化照明パターン400を生成した(図6の例示的な画像を参照)。

40

【0023】

本開示の例示的な実施形態に係る製造の利点の一つは、例示的なSEEプローブは比較的安価に作成することができることである。例えば、本実施形態により格子マスタは、例えば有効格子領域を15mm×15mmとして作成することができる。これは、1mm×1mmのスタンプの領域が約500μm径格子を製造するために用いられる、約225個の小型格子を製造するために用いることができるものである。機能化された格子220は、追加の機能化プロセスを要することなく、複数回用いることができる。化学層221が

50

すり減ったと判定されたときは、格子マスタは、複数回、再び機能化することができる。このため、例示的な実施形態に係る一つの格子マスタは多数のSEEプローブを作成するために用いることができ、これにより装置の製造コストを低減することが可能である。低コストであることにより安価で使い捨て可能なSEEプローブを製造することができ、これにより本技術の臨床的利用を促進することができる。

【0024】

本開示の例示的な実施形態に係る製造方法は、光学系の組立ての最終工程として、撮像光学系上に小型格子を形成することができる。例えば、例示的な格子が製造プロセス中に適切に形成されなかったり、使用中に損傷したりした場合に、SEEプローブの先端は、非常に少量（ $\sim 20 \mu\text{m}$ ）研磨して損傷した格子を除去することができる。このような例示的な補正処置に続いて、次に、同一の撮像光学系上に本発明概念により製造新たな格子を製造することが可能である。したがって、ここに記載した例示的な手順を用いて、小型格子を取り扱いかつ正確に位置合わせする例示的な手順は不要であり、これにより位置合わせを要する方法よりも、製造プロセスをより容易にすることを促進することが可能である。

10

【0025】

本開示の実施形態に係る製造方法の他の利点は、多数製造された従来のプローブよりもさらにSEEプローブの大きさを削減することができることである。例えば、近年、直径約 $80 \mu\text{m}$ の超小型GRINレンズがGRINテックにより開発されている。本開示の例示的な実施形態に係る方法は $80 \mu\text{m}$ のGRINレンズ先端に格子を作成するために用いることができ、そのため、 $100 \mu\text{m}$ よりも小さな直径を有する超小型SEEプローブを考えることが可能になる。例えば、超小型SEEプローブの小さな直径は、従来の内視鏡撮像装置ではこれまで到達することができなかった、血管、洞、脳、及び、他の領域の誘導が困難な領域を含む内部組織の撮像を促進することができる。

20

【0026】

本開示の様々な実施形態に係る製造方法の例示的な利点は、これらの例示的な手順は、ソフトリソグラフィ法において用いられるエラストマー格子等の、中間モールドの使用を一切要しないことである。本開示のある例示的な実施形態によれば、溝のアスペクト比が高い高溝密度マスタ格子を利用することができる。例えば、例示的な一実施形態によれば、約5を上回るアスペクト比を使用することができるように、そのような特徴を有するエラストマー格子を製造するのは困難だろう。

30

【0027】

図7は、本開示の例示的な実施形態に係る例示的なSEEプローブを示す一組の図である。この例示的な実施形態においては、先端部の光学系は二つ以上の光学部品を有する。例えば、ファイバ100からの光及び他の電磁放射線の少なくともいずれかはフォーカスレンズ110により合焦させることができ、サンプルからの光及び他の電磁放射線の少なくともいずれかは、例えば検出ファイバ111のような追加のファイバにより収集することができる。フォーカスレンズ110と検出ファイバ111は、格子の製造前に組み立てることができる。次に、プレポリマー300は、フォーカスレンズ110と検出ファイバ111の両方とするか、あるいは、これらを含むことができ、手順310において硬化して小型格子120を完成させることができる。ここに記載された例示的な方法は、使用される光学部品の数及び大きさにかかわらず、設計の範囲の任意の撮像光学系のために用いることができる。

40

【0028】

例えば、剛性モールドは、紫外線放射と可視光放射の両方に対して実質的に透過的でありうる。モールドが少なくとも可視光の一波長（ $400 - 800 \text{nm}$ ）において透過的である場合、立体顕微鏡等の光学機器による硬化プロセス中にモールドを介してポリマーを見ることが可能になる。モールドが少なくとも紫外線の一波長（ $100 - 400 \text{nm}$ ）において透過的である場合、モールドを介して紫外線光を用いてポリマーを硬化させることができ、これにより、より均一に硬化されたポリマーをもたらすことができる。このため

50

、モールドは、400 nmから800 nmの少なくとも一つの波長において、少なくとも70%の光の伝導性を有することができる。いくつかの例示的な実施形態において、剛性モールドは、100 nmから400 nmの少なくとも一つの波長において少なくとも70%の伝導性を有するか、400 nmから800 nmの少なくとも一つの波長において少なくとも70%の伝導性を有するか、又は、その両方である。さらなる例示的な実施形態において、剛性モールドは、400 nmから800 nmの少なくとも一つの波長において少なくとも90%の伝導性を有する。さらなる他の例示的な実施形態においては、剛性モールドは、400 nmから800 nmの光について平均で少なくとも70%の伝導性を有し、可視光放射に対して実質的に透過的である。その他の例示的な実施形態においては、実質的に透過的であるとは、前述の波長範囲において少なくとも70%、80%、又は、90%の透過性を有することを意味する。

10

【0029】

本開示の例示的な実施形態によれば、剛性モールドは、熔融石英 BK_7 、 SF_{11} 、又は、 F_2 等のガラスから作成することができる。他の例示的な実施形態においては、剛性モールドはサファイア等の結晶から作成することができる。他の例示的な実施形態においては、剛性モールドは、アクリル（例えば、PMMA）又はポリカーボネート等の剛性プラスチック光学材料から作成することができる。剛性モールドは、熱硬化性または紫外線硬化性のエポキシを用いても作成することができる。例えば、モールドは、格子製造中に格子の特徴を維持するために十分な剛性を有することができる。したがって、例えば、ガラスモールドは、少なくとも3、少なくとも4、又は、少なくとも5のアスペクト比を維持するために用いることができる。

20

【0030】

本開示のSEEプローブの他の例示的な実施形態によれば、プレポリマーは紫外線硬化性プレポリマーとすることができる。紫外線硬化性プレポリマーは、図8A、図8Bの例示的な図に示されるものを含む、様々な手法により硬化させることができる。例えば、図8Aに示すように、紫外線光130（又は、他の電磁放射線）は、ファイバ100に提供されるか、カップリングされるか、又はその両方とすることができる。この例示的な実施形態において、重合したプレポリマー300の領域は、例えばプローブ径の大きさに制限することができる。ファイバ100へ入る紫外線硬化光320のカップリング効率が低い場合、硬化時間がいくらか長くなりうる。図8Bにおいて、紫外線光320（又は他の電磁放射線）は格子マスタ220の背面から配信可能である。この例示的な実施形態においては、硬化は即座に行うことができる。プレポリマーがプローブ径よりも大きな領域に広がった場合、小型格子の大きさはプローブ径よりも大きくなりうる。

30

【0031】

図9A及び図9Bは、小型格子プロファイル(profile)をさらに最適化する本開示の例示的な実施形態に係る例示的な手順を示す一組の図を示している。プレポリマー300のプロファイル(profile)は、例えば、格子マスタ220の背面からプレポリマーを観察する立体顕微鏡を用いて観察することができる。図9Aに示すように、SEE光学系110と格子マスタ220との間の距離が最適距離よりも大きい場合、例えば、プレポリマー300は、SEEプローブ光学系110の大きさよりも小さなプロファイルを生成しうる。この例示的な情報に基づいて、格子マスタ又はSEE光学系は、格子マスタとSEE光学系との間の距離が小さくなるように並進させることができる。図9Bに示すように距離が最適化された場合、プレポリマーは、SEE光学系の直径と非常に近い直径を持ちうる。図10に示すように本開示に係るSEEプローブの他の例示的な実施形態において、硬化は窒素に富んだ（ニトロゲンリッチな）環境下で行うことができる。例えば、窒素330は、プレポリマー300の周辺領域に提供されることができる。窒素は、酸素とプレポリマー300との間の接触を防ぐことができ、これにより小型格子の品質を改善することができる。

40

【0032】

本開示の他の例示的な実施形態において、例示的な格子製造方法はコンピュータを用い

50

て正確に行うことができる。例えば、剛性モールドを3次元に移動させるために、モータのついた並進ステージを使用することができる。先端部の光学系に対する剛性モールドの相対位置は、コンピュータにより制御可能な並進ステージにより正確に制御することができる。剛性モールドは、先端部の光学系に対して相対的に位置合わせをすることができる。さらに、プレポリマーの接着剤（エポキシ等）のプロファイルは、顕微鏡カメラにより監視することができ、顕微鏡カメラは、剛性モールドがそのような可視化のために少なくとも一つの波長に対して透過的である実施形態において、剛性モールドの背面に位置づけることができる。カメラはコンピュータまたは一群のコンピュータに接続することができ、コンピュータは、最適なプロファイルが達成されるまで剛性モールドの移動をもたらすように、特にプログラムされるか、構成されるか、又は、その両方とすることができる。この例示的なプロファイルは、先端部の光学系のプロファイルに類似すべきである。コンピュータは自動化された位置合わせアルゴリズムを有することができ、そこでは顕微鏡カメラからの画像フィードバックに基づいて並進が自動的に駆動される。

10

【0033】

なお、プローブの作成及び製造の少なくともいずれかと回折格子の製造に用いられ得る本開示の例示的な実施形態は、ここに記載された任意のプロセス及び手順の少なくともいずれかを、任意の順序で、ここに記載された、あるいは、当業者に理解されるような任意の態様で備えることができることに留意すべきである。

【0034】

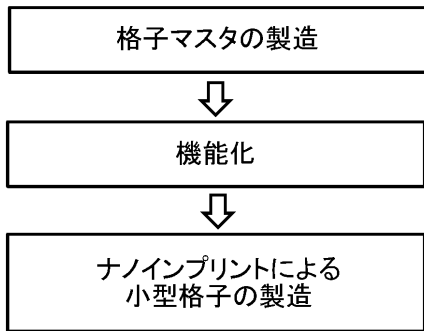
前述のものは本開示の原理を単に示したにすぎない。ここに記載した実施形態に対する様々な修正や変形は、この教示に鑑み当業者にとって明らかであるだろう。実際、本開示の例示的な実施形態に係るアレンジメント、システム、及び、方法は、任意のSEEシステム又は他の撮像システム、例えば、米国特許第7,843,572号明細書、米国特許第8,145,018号明細書、米国特許第6,341,036号明細書、米国特許第7,796,270号明細書、米国特許出願公開第2008/0013960号明細書、及び、米国特許出願公開第2011/0237892号明細書に記載のものとともに用いることができ、これらの文献の記載は全体として参照によりここに組み込まれる。したがって、ここに明示的には示しておらず、また記載していなくても、本開示の原理を具体化し、よって本開示の精神及び範囲内にある多数のシステム、アレンジメント、及び、方法を当業者は考え出すことができることが理解されるだろう。さらに、明示的には前述の参照によりここに組み込まれていない従来技術の知識の範囲まで、全体として明示的にここに組み込まれるものである。ここで参照した前述の全ての文献は、全体として参照によりここに組み込まれる。

20

30

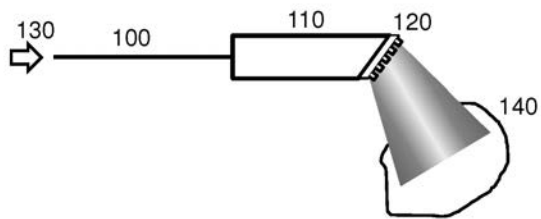
【図2】

Fig. 2



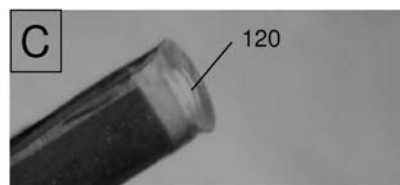
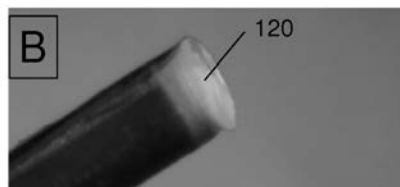
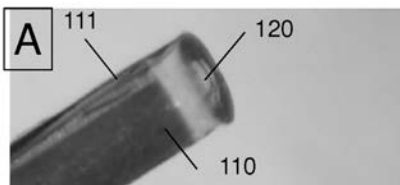
【図1】

Fig. 1



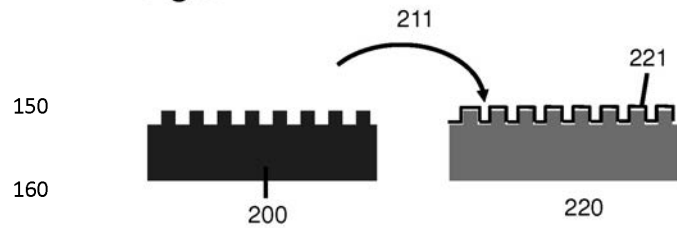
【図5】

Fig. 5



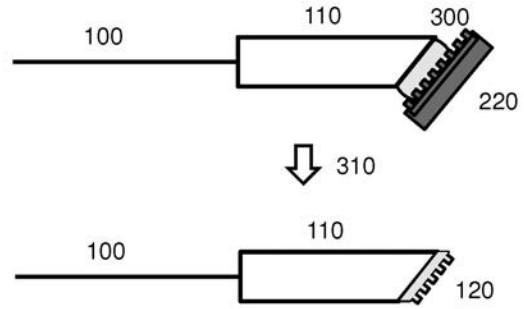
【図3】

Fig. 3



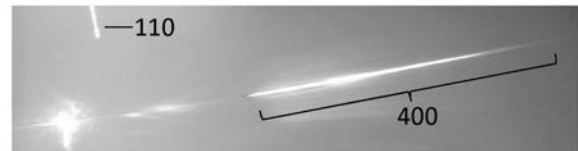
【図4】

Fig. 4



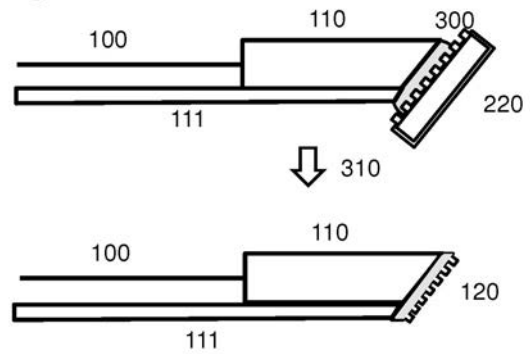
【図6】

Fig. 6



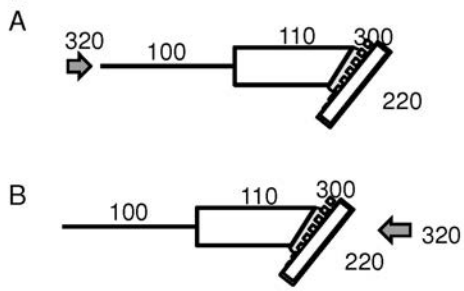
【図7】

Fig. 7



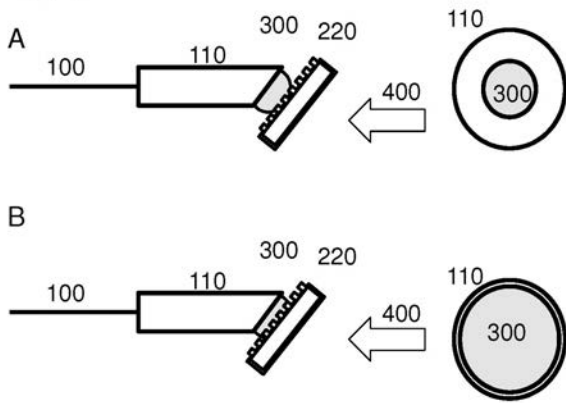
【 図 8 】

Fig. 8



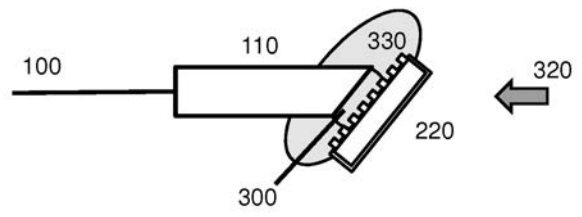
【 図 9 】

Fig. 9



【 図 10 】

Fig. 10



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US15/13853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G02B 5/18, 27/42, 27/60 (2015.01) CPC - B29D 11/00769, G02B 5/1814, 5/18 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8): G02B 5/18, 27/42, 27/60 (2015.01) CPC: B29D 11/00769, G02B 5/1814, 5/18, 5/1838 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google Patent, Google Scholar, IEEE, ProQuest, Total Patent; Google Patent, Google Scholar, IEEE, ProQuest, Total Patent Search terms used: diffractive, mold, grating, pre-polymer, monomer, waveguide, optical, lens, refractive, index, aspect, ratio		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 2003/0062638 A1 (DHAR, L) April 03, 2003; figures 1A-1F, paragraphs [0015], [0017], [0019], [0020]	1-5, 7-8 — 9-30
Y	US 2009/0134793 A1 (CSEH, G et al.) May 28, 2008; paragraphs [0017]-[0019]	6, 24
Y	US 6,350,034 B1 (FLEMING, R et al.) February 26, 2002; table 1, column 11, lines 18-26	9, 27
Y	US 2008/0097225 A1 (TEARNEY, G et al.) April 24, 2008; paragraphs [0011], [0015], [0060]	10, 15, 16, 28-30
Y	US 2008/0020480 A1 (LIN, B et al.) January 24, 2008; paragraph [0049]	11, 12, 19
Y	US 2013/0107367 A1 (ZHU, Z et al.) May 02, 2013; abstract, paragraph [0020]	13, 20
Y	US 2003/0016449 A1 (FABINY, L) January 23, 2003; paragraphs [0044], [0045]	14, 21
Y	US 2006/0157444 A1 (NAKAMURA, T et al.) July 20, 2006; paragraphs [0043], [0044]	17-30
P, X	WO 2014/031746 A1 (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) February 27, 2014; claims 1-28	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 March 2015 (30.03.2015)		Date of mailing of the international search report 09 APR 2015
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4900 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(71) 出願人 515047725

プレジデント アンド フェローズ オブ ハーバード カレッジ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02138 ケンブリッジ オックスフォード ストリート 12

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康德

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(74) 代理人 100130409

弁理士 下山 治

(74) 代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(72) 発明者 ティアニー ギレルモ ジェイ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02114 ボストン フルート ストリート 55 ザ
ジェネラル ホスピタル コーポレーション内

(72) 発明者 カン ドンギョン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02114 ボストン フルート ストリート 55 ザ
ジェネラル ホスピタル コーポレーション内

(72) 発明者 井久田 光弘

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92618-3731, アーバイン, アルトン
パークウェイ 15975 キヤノン ユーエスエイ, インコーポレイテッド内

(72) 発明者 ホワイトサイズ ジョージ エム

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02138 ケンブリッジ オックスフォード ストリート 12 プレジデント アンド フェローズ オブ ハーバード カレッジ内

(72) 発明者 マルチネス ラムセズ ヴィ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02138 ケンブリッジ オックスフォード ストリート 12 プレジデント アンド フェローズ オブ ハーバード カレッジ内

F ターム(参考) 2H249 AA03 AA13 AA37 AA40 AA55 AA64

4C161 AA22 AA23 BB01 FF40 HH51 JJ03 JJ06 JJ17 MM10

专利名称(译)	使用纳米压印光刻的小型内窥镜		
公开(公告)号	JP2017506765A	公开(公告)日	2017-03-09
申请号	JP2016549453	申请日	2015-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	总医院集团 佳能美国公司 哈佛大学校长及研究员协会		
申请(专利权)人(译)	总医院集团 佳能Yuesuei公司 哈佛大学校董委员会		
[标]发明人	ティアニーギレルモジェイ カンドンギユン 井久田光弘 ホワイトサイズジョージエム マルチネスラムセズヴィ		
发明人	ティアニー ギレルモ ジェイ カン ドンギユン 井久田 光弘 ホワイトサイズ ジョージ エム マルチネス ラムセズ ヴィ		
IPC分类号	G02B5/18 A61B1/00		
CPC分类号	G02B5/1852 B29D11/00769 B29K2105/0002 B29K2995/0027 G02B5/1814 G02B5/1847 G02B23/2423 G02B23/2469 G02B27/4244		
FI分类号	G02B5/18 A61B1/00.300.T		
F-TERM分类号	2H249/AA03 2H249/AA13 2H249/AA37 2H249/AA40 2H249/AA55 2H249/AA64 4C161/AA22 4C161 /AA23 4C161/BB01 4C161/FF40 4C161/HH51 4C161/JJ03 4C161/JJ06 4C161/JJ17 4C161/MM10		
代理人(译)	大冢康弘 下山 治 永川 行光		
优先权	61/934421 2014-01-31 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了用于在光学装置中提供衍射特征的示例性方法和系统。例如，可以提供一种材料，该材料具有至少一个具有非常高的纵横比的图案化表面。可以使用预聚物粘合剂组合物将材料连接到波导装置的至少一部分。此外，预聚物粘合剂组合物可以聚合以形成至少近似复制图案化表面的结构或至少一个特征的衍射特征。

Fig. 4

