

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-6291

(P2008-6291A)

(43) 公開日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 3 0 0 U	2 H 0 4 0
<b>G 0 2 B 6/02 (2006.01)</b>	G 0 2 B 6/10 D	2 H 1 5 0
<b>G 0 2 B 23/26 (2006.01)</b>	G 0 2 B 23/26	4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-168924 (P2007-168924)	(71) 出願人	000000527
(22) 出願日	平成19年6月27日 (2007. 6. 27)		ペンタックス株式会社
(31) 優先権主張番号	11/427, 219		東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(32) 優先日	平成18年6月28日 (2006. 6. 28)	(71) 出願人	500357828
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ワシントン大学
			アメリカ合衆国, ワシントン州 98105, シアトル, ノースイースト, イレブンス アベニュー 4311, スイート 500
		(74) 代理人	100090169
			弁理士 松浦 孝
		(74) 代理人	100124497
			弁理士 小倉 洋樹
		(74) 代理人	100127306
			弁理士 野中 剛

最終頁に続く

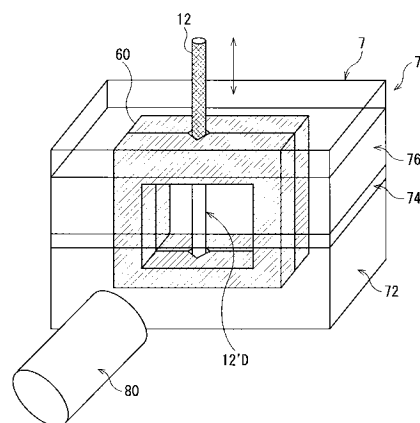
(54) 【発明の名称】 光ファイバの加工方法およびそれを含む内視鏡

## (57) 【要約】

【課題】 精度よく所望の形状に形作られた光ファイバを得る。

【解決手段】 光ファイバ12の加工処理において、ファイバ末端部を、2つのシリコンウェハから構成されるファイバ保持部材60の間に挟み、固定する。そして、光ファイバ12を、腐食液74を含むエッチング溶液71に浸し、被エッチング部分12'Dをエッチングする。エッチング処理の間、光ファイバ12を長手方向に沿って移動させながら被エッチング部分12'Dの断面形状を変える。

【選択図】 図8



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光ファイバの加工方法であって、  
光ファイバの末端部分を、エッチング溶液に対して耐腐食性をもつファイバ保持部材内に設置し、

前記光ファイバをエッチング溶液に晒し、そして、

前記光ファイバを前記ファイバ保持部材から取り除く方法であって、

前記末端部分における先端部が前記ファイバ保持部材によって覆われる一方、前記先端部に隣接する加工対象部分が前記ファイバ保持部材によって覆われないように、前記末端部分を前記ファイバ保持部材内に設置することを特徴とする加工方法。

10

**【請求項 2】**

エッチング溶液に前記光ファイバを晒している間、前記光ファイバの末端部分を長手方向に沿って移動させることを特徴とする請求項 1 に記載の加工方法。

**【請求項 3】**

前記エッチング溶液は、腐食液の層と、前記腐食液の層の下にあって前記腐食液に反応しない耐腐食液の層と、前記腐食液の層の上にあって前記腐食液に反応しない有機溶媒の層とを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の加工方法。

**【請求項 4】**

前記光ファイバの末端部分を前記ファイバ保持部材内に設置する前に、前記腐食液に耐性のある耐腐食材料で前記末端部分を被覆し、

20

前記光ファイバをエッチング溶液に晒す前に、前記光ファイバを腐食液に浸すことによって前記加工対象部分に被覆された前記耐腐食材料を取り除くことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 5】**

前記光ファイバを、接着剤によって前記ファイバ保持部材に固定することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 6】**

前記ファイバ保持部材が、前記光ファイバの加工対象部分を前記ファイバ保持部材の外部に晒す開口部を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 7】**

30

前記光ファイバをエッチング溶液に晒している間、前記加工対象部分の径および長さを計測することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 8】**

前記エッチング溶液に前記光ファイバを晒すことで、前記末端部分の形状を所定の振動可能な形状に変化させることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 9】**

前記光ファイバが、シングルモード型の光ファイバであることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の加工方法。

**【請求項 10】**

前記ファイバ保持部材が、一对の保持部材を有し、前記光ファイバの末端部分が、前記一对の保持部材の間に設置されることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の加工方法。

40

**【請求項 11】**

前記一对の保持部材各々が、前記光ファイバの末端部分を支持する溝が形成された支持面を有することを特徴とする請求項 10 に記載の加工方法。

**【請求項 12】**

前記一对の保持部材各々が、前記光ファイバの加工対象部分を前記ファイバ保持部材の外部に晒す開口部を有することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の加工方法。

**【請求項 13】**

前記開口部のサイズが、前記光ファイバの加工対象部分の長さに対応することを特徴と

50

する請求項 1 2 に記載の加工方法。

【請求項 1 4】

前記一对の保持部材は、各開口部が互いに向かい合うように接することを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の加工方法。

【請求項 1 5】

前記一对の保持部材各々が、前記光ファイバの末端部分を支持する溝が形成された支持面を有し、各溝が、各開口部の両側に並んだ溝部分を有することを特徴とする請求項 1 2 から 1 4 のいずれかに記載の加工方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載された加工方法によって加工された光ファイバと、  
前記光ファイバから射出される光を所定領域に対して走査させるように、前記光ファイバの末端部分を振動させるアクチュエータと  
を備えたことを特徴とする内視鏡。 10

【請求項 1 7】

エッチング処理の間、光ファイバを保持するファイバ保持部材であって、  
第 1 の開口部と、前記光ファイバの末端部分を支持する第 1 の支持面とを有する第 1 の耐腐食性保持部材と、  
第 2 の開口部と、前記光ファイバの末端部分を支持する第 2 の支持面とを有する第 2 の耐腐食性保持部材とを備え、  
前記第 1 及び第 2 の保持部材が、その間に挟んで前記光ファイバの末端部分を保持する 20  
ことを特徴とするファイバ保持部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡などに使用される光ファイバに関し、特に、ファイバ先端部を振動させる走査型光ファイバなど、ファイバ形状を加工した光ファイバの加工処理に関する。

【背景技術】

【0002】

走査型光ファイバを備えた内視鏡装置では、シングルモード型の光ファイバがスコープ内部に設けられており、その末端部分は、圧電アクチュエータに保持される。アクチュエータは、振動の振幅を変調および増幅させながら、ファイバ先端部を固有振動数に従って 2 次元的に振動させる（共振させる）。その結果、光ファイバの先端部が螺旋状に駆動させられ、光源からの照明光が観察部位へ向けて螺旋状に放射される。 30

【0003】

スコープ先端部には、複数のフォトセンサがファイバ先端部の周りに設けられており、観察部位で反射した光が、フォトセンサによって時系列的に順次検出される。一連の検出信号は、スコープに接続されるプロセッサへ送信され、画像信号処理が施される。ファイバ先端部の螺旋状の動き（走査）は所定周期で繰り返し実行され、これにより、フルカラー画像がモニタに表示される（例えば、非特許文献 1、特許文献 1 参照）。 40

【0004】

得られる画像の視野領域および解像度は、先端部の固有振動数（共振周波数）、最大振幅等によって変化する。先端部の共振モード（例えば 2 次共振モード）を適宜設定することによって視野領域の拡大、画像のフレームレート上昇が可能であり、共振モードに応じた固有振動数で振動させるため、先端部の一部が加工処理によってテーパ状に細径化される（特許文献 2 参照）。加工処理には、例えば、エッチング溶液などに浸すことによってファイバ先端部を加工処理できる（例えば、特許文献 2 ～ 4 参照）。 50

【非特許文献 1】シーベルその他、「フルカラー走査型ファイバ内視鏡」、

SPIE 会報、オプティカルエンジニアリング、

2006 年 2 月、第 6083 巻

Seibel et al. "A full-color scanning fiber endoscope"

Proceeding of SPIE, Vol.6083,  
cal Engineering, February, 2006

Opti

【特許文献1】米国特許第6,856,712号明細書

【特許文献2】米国特許第6,959,130号明細書

【特許文献3】特開2002-162331号公報

【特許文献4】特開2002-006150号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えばシングルモード型の光ファイバは直径125 $\mu$ m等と極細径であるため、光ファイバ先端部の形状を精密に加工形成することが難しい。例えば、エッチング溶液に光ファイバ先端部を浸すと、液流、ファイバ自身の動き等によってファイバ先端部に揺れ（振動）が生じ、先端部形状の測定が困難となって加工精度が低下する。したがって、微細なファイバ先端部の形状を精度よく形作ることが可能な加工処理が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、光ファイバを精度よく所望の形状に形成する光ファイバの加工、生産方法を提供し、またその方法によって得られた光ファイバを内視鏡等において使用する装置を提供する。以下で記述される光ファイバの加工方法には、生産方法としての意味も含まれる。

【0007】

本発明の光ファイバの加工方法は、光ファイバの末端部分を、エッチング溶液に対して耐腐食性をもつファイバ保持部材内に設置し、光ファイバをエッチング溶液に晒し、そして、光ファイバをファイバ保持部材から取り除く。エッチング溶液に晒す方法としては、例えば、あらかじめ用意したエッチング溶液に光ファイバ末端部分を浸すようにすればよい。ファイバ保持部材は、例えばシリコン材料などで構成される。

【0008】

本発明では、末端部分における先端部がファイバ保持部材によって覆われる一方、先端部に隣接する部分（以下では、加工対象部分という）がファイバ保持部材によって覆われないように、末端部分をファイバ保持部材に設置する。ここで、先端部は、光を射出するファイバ先端面を含む先端部分を示し、一方、加工対象部分は、末端部分のうち先端部から続く部分であって、ファイバ形状が変形される部分を表す。

【0009】

このようなファイバ保持部材内に光ファイバを設置し、エッチング溶液に光ファイバの末端部分を晒すと、先端部はエッチングされず、外部に晒される加工対象部分のみがエッチングされ、加工対象部分のみ径、すなわち断面領域のサイズが先端部よりも減少し、加工対象部分だけを所望する形状に加工することができる。

【0010】

例えば、走査型光ファイバをn次共振モードで振動させる場合、加工対象部分をn次共振モード（例えば、2次共振モード）による共振周波数に対応した断面形状にすればよい。そして、シングルモード型光ファイバなど極細の光ファイバをエッチング溶液に浸す場合においても、作業者が加工する間、ファイバ保持部材によってファイバ先端部はしっかりと保持され、エッチング溶液に晒されない。

【0011】

末端部分の形状を所望の形状にするため、例えば、エッチング溶液に光ファイバを晒している間、光ファイバの末端部分を長手方向に沿って移動させるのがよい。加工時には、光ファイバをエッチング溶液に晒している間、加工対象部分の径および長さを計測し、例えば、顕微鏡を使って加工対象部分を観察する。

【0012】

エッチング溶液の構成としては、腐食液のみ、あるいは耐腐食性のある溶液との組み合わせ

わせなど様々な溶液を使用することができる。例えば、腐食液の層と、腐食液の層の下にあって腐食液に反応しない耐腐食液の層と、腐食液の層の上にあって腐食液に反応しない有機溶媒の層といった3つの層によって構成すればよい。例えば、腐食液はフッ化水素溶液、耐腐食液はフッ素化オイル、有機溶媒はイソオクタンで構成される。

【0013】

光ファイバの末端部分をファイバ保持部材内に設置する前に、金属製材料など、腐食液に耐性のある耐腐食材料で末端部分を被覆し、光ファイバをエッチング溶液に晒す前に、光ファイバを金属腐食液などの腐食液に浸すことによって加工対象部分に被覆された金属材料を取り除くようにしてもよい。また、光ファイバを確実に保持するため、接着剤によってファイバ保持部材内に固定するようにしてもよい。

10

【0014】

ファイバ末端部分のうち加工対象部分のみをエッチング溶液に晒すため、ファイバ保持部材が、光ファイバの加工対象部分をファイバ保持部材の外部に晒す開口部を設けるように構成するのが望ましい。

【0015】

ファイバ保持部材の構成としては、容易にファイバを保持するため、一对の保持部材を設け、光ファイバの末端部分を一对の保持部材の間に設置するようにするのが望ましい。例えば、ファイバ位置を固定するため、一对の保持部材各々が、光ファイバの末端部分を支持する溝（V字形など）が形成された支持面を設けるのがよい。各開口部が互いに向かい合うように一对の保持部材が接するように構成し、ファイバ保持部材に形成される開口部のサイズは、記光ファイバの加工対象部分の長さに対応させる。溝の構成としては、各開口部の両側に直線状に並んだ溝部分が形成されればよい。

20

【0016】

本発明の他の態様となる内視鏡は、ファイバ末端部分を振動させる走査型光ファイバを備えた内視鏡であり、上述した加工方法によって生成される光ファイバと、光ファイバから射出される光を所定領域に対して走査させるように、光ファイバの末端部分を振動させるアクチュエータ（例えば圧電型アクチュエータ）とを備える。反射した光を受けるフォトセンサをさらに設けてもよい。

【0017】

本発明の他の態様によるファイバ保持部材は、第1の開口部と、光ファイバの末端部分を支持する第1の支持面とを有する第1の耐腐食性保持部材と、第2の開口部と、光ファイバの末端部分を支持する第2の支持面とを有する第2の耐腐食性保持部材とを備え、第1及び第2の保持部材が、その間に挟んで光ファイバの末端部分を保持することを特徴とする。

30

【0018】

保持部材の構成としては、第1の開口部と第2の開口部が向かい合うようにすればよく、ファイバの末端部分は、その一部分（加工対象部分）がファイバ保持部材の外部に晒されるように、第1および第2の支持面上において第1および第2の開口部を横断して延びているようにすればよい。

【発明の効果】

40

【0019】

本発明によれば、精度よく所望の形状に形作られた光ファイバを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下では、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0021】

図1は、本実施形態である内視鏡システムのブロック図である。

【0022】

内視鏡システムは、スコープ10、プロセッサ30、モニタ40を備え、スコープ10はプロセッサ30に着脱自在に接続され、モニタ40はプロセッサ30に接続されている

50

。スコープ 10 内部には、シングルモード型の光ファイバ 12 がスコープ全体に渡って延びている。

【0023】

プロセッサ 30 に設けられたレーザユニット 32 は、レーザビームを照明光として放射する。光ファイバ 12 の入射端 12 I へ入射した照明光は、光ファイバ 12 を通って先端部 12 A から射出する。その結果、照明光がスコープ先端部 10 A から射出し、観察部位の表面が照射される。観察部位で反射した光は、スコープ先端部 10 A に入射し、先端部に設けられた複数のフォトセンサ 14 に入射する。

【0024】

フォトセンサ 14 では、光電変換により生成される画像信号が順次読み出され、プロセッサ 30 内の画像信号処理回路 34 へ送られる。画像信号処理回路 34 では、増幅処理、色調整、画素位置補正処理など、画像信号に対して様々な処理が施され、映像信号が生成される。生成された映像信号はモニタ 40 へ出力され、これによりカラー観察画像がモニタ 40 に表示される。コントローラ 36 は、プロセッサ 30 の動作全体を制御するとともに、スコープ先端部 10 A に設けられたアクチュエータ 16 を制御する。

【0025】

図 2 は、スコープ先端部の内部構成を示した図である。図 3 は、振動する光ファイバ先端部を示した図である。

【0026】

スコープ先端部 10 A に設けられた圧電型のアクチュエータ 16 は、固定プレート 17 に固定されている。光ファイバ 12 は、固定プレート 17 の中心に設けられた孔 17 H、アクチュエータ 16 内部を通してスコープ先端部 10 A に設けられたレンズ 19 の近傍まで延びており、スコープ先端部 10 A に対して同軸的に配置されている。ファイバ 12 の末端部 12 A は、アクチュエータ 16 によって保持され、片持ち梁状態になっている。アクチュエータ 16 によって駆動されない間、末端部 12 A は、レンズ 19 の光軸 E、すなわちスコープ先端部 10 A の中心に沿って延びている（図 2 参照）。

【0027】

レンズ 19 は、先端部 12 P から射出されて入射してくる照明光を拡散させる。これにより、照明光が、観察部位、病変部に向けて先端部 10 A から射出する。アクチュエータ 16 周辺に配置された複数のフォトセンサ 14 は、固定プレート 17 周りに所定間隔で同心状に取り付けられており、レンズ 19 を介して反射光を受ける。

【0028】

アクチュエータ 16 は、ここでは piezo 素子を使った管状の圧電素子アクチュエータであり、例えば PZT 等の圧電セラミックスによって構成されている。圧電アクチュエータ 16 は、逆 piezo 効果によって変形し、ファイバ末端部 12 A が 2 次元的に駆動される。すなわち、互いに直交する 2 軸によって規定される座標系に基づいてファイバ末端部 12 A を振動させる。このとき、光ファイバ 12 の先端面（射出面）を含む先端部 12 P が螺旋パターンを描くように、末端部 12 A の振幅を変調、増幅させる。その結果、先端部 12 P から射出した照明光は、螺旋パターンとなって観察部位を照射する。

【0029】

ファイバ末端部 12 A の螺旋運動に伴い、複数のフォトセンサ 14 は、レンズ 19 を通ってスコープ先端部 10 A に入射する観察部位からの反射光を順次受光する。検出された光に応じた画像信号（画素信号）が時系列的にフォトセンサ 14 から読み出され、図 1 に示す画像信号処理回路 34 へ送られる。各フォトセンサ 14 には、それぞれ R、G、B のいずれかのカラーフィルタが配置されており、R（赤色）、G（緑色）、B（青色）の比が概して等しくなるように割り当てられている。

【0030】

画像信号処理回路 34 では、ファイバ末端部 12 A の螺旋パターン運動に従って検出される画素信号に応じた（画面上での）画素位置が定められ、各画素の色は、複数のフォトセンサ 14 から送られてくる信号の色成分に基づいて検出される。例えば、R のカラーフ

10

20

30

40

50

フィルタをもつフォトセンサから送られてくる画像信号が G、B のカラーフィルタをもつフォトセンサから送られてくる画像信号より多い場合、その画素の色は赤味を帯びた色に定められる。

【0031】

シングルモード型光ファイバ 12 は、シリコン製のコアとクラッドによって形成されており、金属性カバ材あるいは、ナイロンなどのプラスチック性カバ材によって覆われている。また、光ファイバ 12 の直径 D は、数百  $\mu\text{m}$  ~ 数 mm の範囲に定められている。さらに、ファイバ末端部 12 A には、テーパ状に細径化されたエッチング部分 12 D が形成されており、そこでは断面領域の大きさ、すなわちファイバ直径が、他の領域と比べて減少させられている。先端部 12 P に隣接するエッチング部分 12 D は、後述する加工処理によって形成される。一方、光ファイバ 12 の先端部 12 P 付近は、エッチング処理されておらず、径 D の断面領域を有する。

10

【0032】

このような断面領域を減少させたエッチング部分 12 D を形成することにより、ファイバ末端部 12 A は任意の共振周波数、例えば 2 次共振モードによって振動することが可能となる（図 3 参照）。2 次共振モードによって得られる画像の視野は、1 次共振モードに比べて広く、さらに、エッチング部分 12 D の長さに制限があっても、フレームレートを高く維持することができる。

【0033】

図 4 ~ 8 を参照して、本実施形態におけるファイバ加工処理について説明する。

20

【0034】

図 4 は、ファイバ保持部材の製造方法を示した図である。ここでは、矩形状シリコンウェハが用意され、フォトリソなどの感光材料がシリコンウェハの表面に塗布されている。

【0035】

最初に、フォトリソで覆われたシリコンウェハ 50 に対し、レーザービームによってパターンを直接描画する描画処理が施される。一方向に沿って延びる棒状の領域 R A のサイズは、光ファイバ 12 のサイズ（径）に対応するとともに、シリコンウェハ 50 が領域 R A に関して対称性を持つようにパターンニングされている。

【0036】

30

領域 R A をパターンニングされたシリコンウェハ 50 に対して、現像処理、異方性エッチング処理などのエッチング処理が施される。これにより、光ファイバ 12 の末端部 12 A を支持する溝 R B が、支持面 51 の領域 R A に形成される。エッチング処理の後、シリコンウェハ 50 の裏面に対して深掘 R I E（Deep Reactive Ion Etching）処理が施され、その結果、矩形状の開口部（エッチングウィンドウ）52 が形成される。開口部 52 によって溝 R B が第 1 の溝 R 1、第 2 の溝 R 2 に分割される。溝 R 1、R 2 は概して V 字状の断面形状を有する。

【0037】

第 1 の溝 R 1 は、光ファイバ 12 の先端部 12 P 付近を支持するように形成され、第 2 の溝 R 2 は、残りのファイバ末端部 12 A を支持するように形成されている。開口部 52 のサイズ、すなわち溝方向に沿った長さは、光ファイバ 12 のエッチング部分 12 D のサイズに相当する。

40

【0038】

なお、ファイバ保持部材は、一括加工処理するために複数の光ファイバを保持できるように構成しても良い。この場合、シリコンウェハ 50 には、複数の光ファイバを保持する複数の平行な溝が形成される。また、一つの開口部に対して複数の光ファイバが横断するように並べて配置してもよく、あるいは、各光ファイバに対して開口部を別々に用意してもよい。

【0039】

図 5 は、光ファイバ 12 をファイバ保持部材 60 へ設置、固定する処理を示した図であ

50

る。光ファイバ 12 の末端部 12 A は、エッチング処理に用いられる腐食液に耐性のある材料（ここでは、クロムなどの金属材料）によって覆われており、蒸着あるいはスパッタリングによってコーティングされている。図 4 に示した処理によって作られたシリコンウェハ 50' が 2 つ用意され、フォトレジストなどの接着剤 53 が、少なくとも 1 つのシリコンウェハ 50' の開口部 52 周辺に塗布される。そして、ファイバ末端部 12 A は、直線状に並ぶ第 1 の溝 R1、第 2 の溝 R2 に沿って配置され、先端面近傍部 12 P が第 1 の溝 R1、後にエッチングされる部分 12'D（以下では、被エッチング部分という）が開口部 52、残りの部分が第 2 の溝に位置している。

#### 【0040】

そして、同じように溝 R1、R2、および開口部 52 が形成されたもう 1 つのシリコンウェハ 50' が、開口部 52 が向かい合うようにファイバ末端部 12 A の設置されたシリコンウェハ 50' の上に置かれる。これにより、2 つのシリコンウェハ 50' によって構成されるファイバ保持部材 60 が、ファイバ末端部 12 A を固定する。被エッチング部分 12'D が開口部 52 によりファイバ保持部材 60 外部に晒される一方、ファイバ先端面を含む先端部 12 P は、気密性のある耐腐食性のファイバ保持部材 60 によって覆われている。開口部 52 のサイズは、被エッチング部分 12'D の長さ“LD”に合わせて定められている。

#### 【0041】

図 6 は、エッチング処理前の金属被膜除去処理を示した図である。図 7 は、エッチング処理後の金属被膜除去処理を示した図である。図 8 は、エッチング処理を示した図である。

#### 【0042】

ファイバ保持部材 60 に固定された光ファイバ 12 は、クロムエッチャントなどの金属エッチャントの中に浸される。その結果、被エッチング部分 12'D を被覆するクロムが、エッチング処理によってその部分から除去される（図 6 参照）。

#### 【0043】

そして、図 8 に示すように、ファイバ保持部材 60 によって固定された光ファイバ 12 は、エッチング溶液 71 の中に浸される。容器 70 に入れられたエッチング溶液 71 は、耐腐食液であるフッ素化オイル 72、腐食液（エッチャント）74、有機溶媒 76 の 3 つの層によって構成される。フッ素化オイル 72 は、腐食液 74、有機溶媒 76 よりも密度が大きく、また、腐食液 74 と混ざらず、反応しない。腐食液 74 は、ここではフッ化ホウ素酸を含むフッ化水素水溶液であり、他の層と比べて層が薄い。イソオクタンを含む有機溶媒 76 は、フッ化ホウ素酸と混ざり合わず、フッ化水素溶液によって放出されるフッ化水素酸の蒸発によって光ファイバ 12 がエッチングされることを防止する。

#### 【0044】

エッチング処理の間、光ファイバ 12 は、リニアアクチュエータなどのアクチュエータ（図示せず）に接続され、光ファイバ 12（特に末端部 12 A）は長手方向に沿って移動、往復可能である。被エッチング部分 12'D が腐食液 74 の層に位置するように、光ファイバ 12 が容器 70 内に位置決めされると、図 2、3 に示したエッチング部分 12 D の形状に加工するため、光ファイバ 12 を徐々に、間欠的に長手方向に沿って移動させる。

#### 【0045】

図 8 に示すように、被エッチング部分 12'D の形状を観察するため、顕微鏡 80 が配置されており、エッチング処理の間、作業者は、顕微鏡を通して被エッチング部分 12'D の形状、すなわち径および長さを随時計測し、被エッチング部分 12'D が所望する形状となるまで、光ファイバ 12 を長手方向に沿って移動させながら腐食させる。

#### 【0046】

エッチング処理により、被エッチング部分 12'D は、テーパ状に細径化した直径 d、および長さ“LD”のエッチング部分 12 D に加工される（図 7 参照）。直径 d、および長さ“LD”は、共振の周波数（固有振動数）、振幅、振動のノード位置などによって定められ、ここでは、2 次共振モードによって光ファイバ 12 が振動するように、直径 d

10

20

30

40

50



、長さ“LD”が定められている。

【0047】

エッチング処理後、光ファイバ12はエッチング溶液に浸している間取り付けられていたアクチュエータから取り外される。そして、レジストストリッパーあるいは硫酸などを使ってファイバ保持部材60から取り外される。さらに、光ファイバ12を覆うクロムを除去するため、クロムエッチャントの中に光ファイバが漬浸させられる。これにより、所定の断面形状をもつ光ファイバが完成する(図7参照)。

【0048】

このように本実施形態によれば、ファイバ末端部12Aが、2つのシリコンウェハ50'から構成されるファイバ保持部材60の間に挟まれ、接着剤を使って固定される。そして、光ファイバ12は、腐食液74を含むエッチング溶液71に浸され、開口部52によって外部に晒された被エッチング部分12'Dがエッチングされる。エッチング処理の間、光ファイバ12を長手方向に沿って移動させながら被エッチング部分12'Dの断面形状が変えられる。

【0049】

ファイバ保持部材60は、エッチング処理の間、おもりとして機能し、また、光ファイバ12に対して対称性、バランスを備えている。このような構成によって光ファイバ12がしっかりと固定されるため、ファイバ末端部12Aをエッチング溶液に沈める間、光ファイバ12は安定する。エッチング処理の最中に光ファイバ12を長手方向へ移動させるなどによってエッチング溶液71が掻き乱されても、先端面近傍部分12Pを含む末端部12Aは、振動せず、揺れることがない。したがって、作業者は、エッチング部分12の径dおよび長さLDを精度よく測定し、エッチング部分12Dの形状を正確に確認することができる。

【0050】

さらに、被エッチング部分12'Dがファイバ保持部材60の外部に露出して晒される一方、先端面近傍部分12Pはファイバ保持部材60によって密封されているため、光ファイバ12がエッチング溶液内に浸され、長手方向に移動させられている間でも、エッチング部分12Dの断面領域、すなわちエッチング部分12D径だけが確実に減少し、それ以外の部分は減少しない。その結果、所望する形状のエッチング部分12Dを備えた精細な光ファイバ12が形成され、2次元共振モードで光ファイバ12を確実に振動させることができる。

【0051】

エッチング溶液71に関しては、フッ化水素酸溶液以外の任意の適当な溶液を使用してもよい。また、フッ素化オイルの代わりに適当な耐エッチング溶液を用い、イソオクタン溶液の代わりに他の有機溶媒を用いてもよい。さらに、エッチング溶液は、腐食液のみから構成し、あるいは適当な溶液を組み合わせてもよい。ファイバの被覆に関しては、クロムの代わりに適当な金属、プラスチック材料によって被覆してもよい。

【0052】

エッチング処理中にアクチュエータを用いて光ファイバを移動させる代わりに、光ファイバ12の容器70内での位置を固定してもよい。この場合、エッチャント層74の厚さが調整される。光ファイバのエッチング部分の形状は、必要に応じて任意に定めることができる。たとえば、一次共振モード、3次などn次共振モードによる振動を可能にするように光ファイバの形状を定めてもよい。なお、マルチモードファイバなど、シングルモード以外の光ファイバを使用することも可能である。

【0053】

光ファイバについては、接着剤以外の方法によってファイバ保持部材に固定してもよい。ファイバ保持部材としては、エッチング溶液でエッチングされず、光ファイバを密封することが可能であれば、上述したファイバ保持部材以外の構成であってもよい。例えば、細長い孔が形成された1つの一体化されたファイバ保持部材を用意し、光ファイバをその孔に挿入するように構成してもよい。ファイバ保持部材の形状は、エッチングされる部分

10

20

30

40

50

だけが外部に晒されるように構成すればよい。また、光ファイバを容器に浸す代わりに、あらかじめ設置した光ファイバにエッチング溶液を流すなど、光ファイバの加工対象部分を外部に晒す構成であればよい。

#### 【0054】

ファイバ保持部材の材料としては、シリコンウェハの代わりに、腐食液に対して気密性、耐久性のあるサファイアなどの他の材料を用いてもよい。サファイアを使用する場合、サンドブラストによって製造される。また、上述した加工方法については、走査型内視鏡だけでなく、共焦点内視鏡など、他の内視鏡で使用する光ファイバ、あるいはそれ以外の光ファイバに適用することも可能であり、光ファイバの末端部分だけでなく、加工対象部分に隣接する部分を保持部材で覆うことによって任意の断面形状加工する場合にも適用可能である。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0055】

【図1】本実施形態である内視鏡システムのブロック図である

【図2】スコープ先端部の内部構成を示した図である。

【図3】振動する光ファイバ先端部を示した図である。

【図4】ファイバ保持部材の製造方法を示した図である。

【図5】光ファイバをファイバ保持部材へ固定する処理を示した図である。

【図6】エッチング処理前の金属被膜除去処理を示した図である。

【図7】エッチング処理後の金属被膜除去処理を示した図である。

20

【図8】エッチング処理を示した図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0056】

10 スコープ

12 光ファイバ

12A 末端部（末端部分）

12P 先端部

12D エッチング部分

12'D 被エッチング部分（加工対象部分）

14 フォトセンサ

30

16 アクチュエータ

17 固定部材

50' 一对の保持部材

51 支持面

52 開口部

53 接着剤

60 ファイバ保持部材

70 容器

71 エッチング溶液

72 フッ素化オイルの層（耐腐食液の層）

40

74 腐食液の層（フッ化水素溶液の層）

76 有機溶媒の層

80 顕微鏡

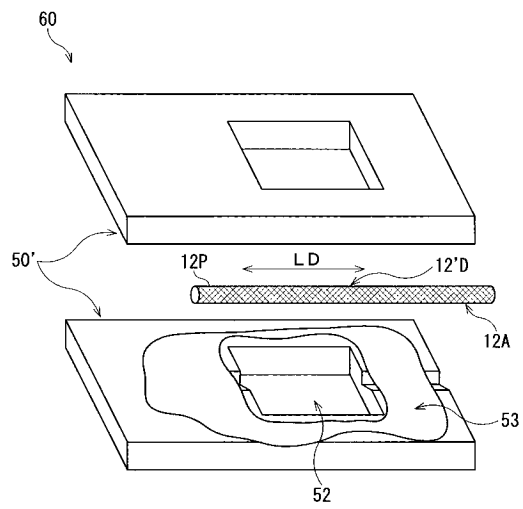
RA、RB 溝

R1 第1の溝

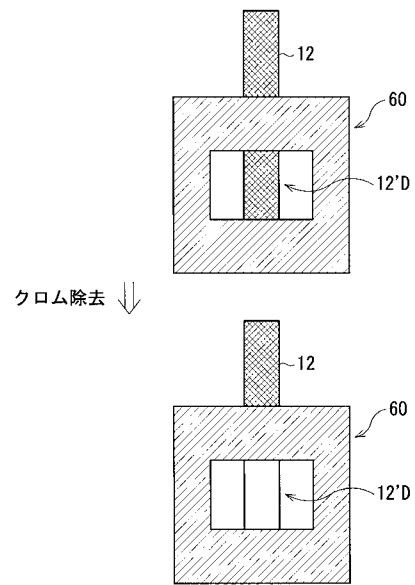
R2 第2の溝



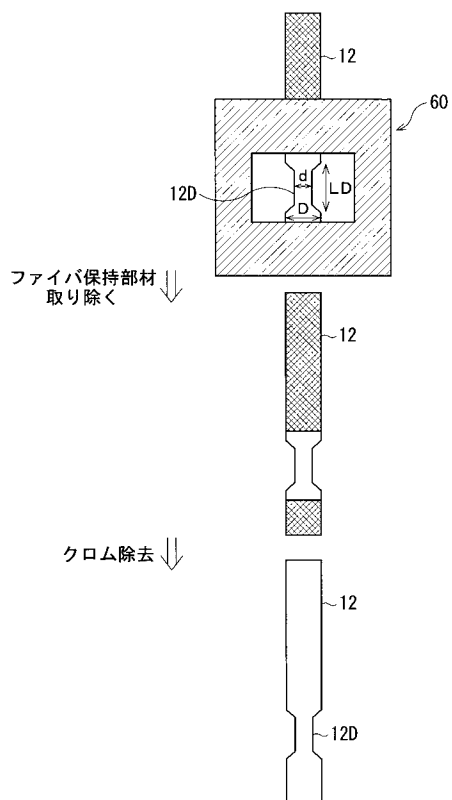
【図 5】



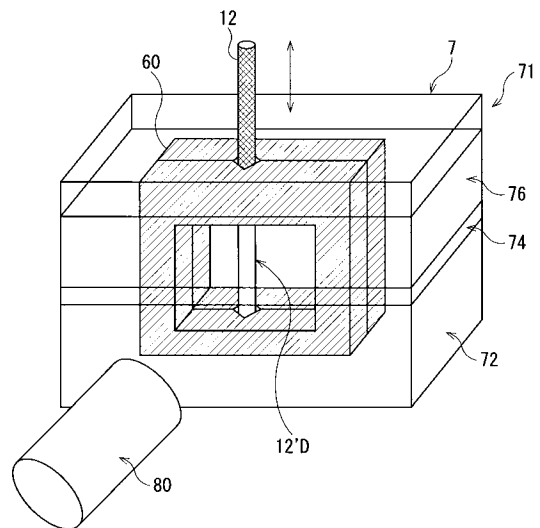
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100129746

弁理士 虎山 滋郎

(74)代理人 100132045

弁理士 坪内 伸

(72)発明者 唐澤 賢志

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA12 CA07 CA11 CA12 CA22 CA27 DA17 DA42 GA02 GA05  
GA11

2H150 AB32 AC02 AC04 AC23 AH31 BB26

4C061 FF46 JJ03 JJ06

专利名称(译)	处理光纤的方法和包括其的内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2008006291A</a>	公开(公告)日	2008-01-17
申请号	JP2007168924	申请日	2007-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社 华盛顿大学		
申请(专利权)人(译)	宾得株式会社 华盛顿大学		
[标]发明人	唐澤賢志		
发明人	唐澤 賢志		
IPC分类号	A61B1/00 G02B6/02 G02B23/26		
CPC分类号	B29D11/00663 C03C25/68 G02B6/241 G02B6/25		
FI分类号	A61B1/00.300.U G02B6/10.D G02B23/26 A61B1/00.524 A61B1/00.732 A61B1/07.732 G02B6/02.421		
F-TERM分类号	2H040/BA12 2H040/CA07 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA22 2H040/CA27 2H040/DA17 2H040/DA42 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 2H150/AB32 2H150/AC02 2H150/AC04 2H150/AC23 2H150/AH31 2H150/BB26 4C061/FF46 4C061/JJ03 4C061/JJ06 4C161/FF46 4C161/JJ03 4C161/JJ06 4C161/MM10		
代理人(译)	松浦 孝 野刚		
优先权	11/427219 2006-06-28 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：获得具有良好精度的所需形状的光纤。解决方案：在光纤12的处理中，光纤端部放置在由两个硅晶片组成的光纤夹持构件60之间以固定。另外，将光纤12浸入含有蚀刻液74的蚀刻溶液71中，并蚀刻蚀刻部分12'39;D。在蚀刻处理期间，在沿着纵向移动光纤12的同时改变蚀刻部分12'39;D的横截面形状。 Z

