

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月23日(23.04.2020)



(10) 国際公開番号

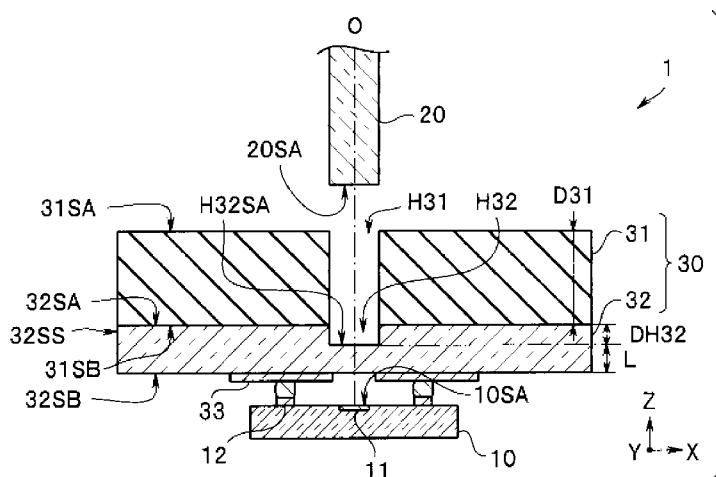
WO 2020/079754 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/038500
- (22) 国際出願日: 2018年10月16日(16.10.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 河原 弘典 (KAWAHARA Kosuke); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊藤 進 (ITO H Susumu); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目4番4号武蔵ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: ENDOSCOPE OPTICAL TRANSDUCER, ENDOSCOPE, AND METHOD FOR MANUFACTURING ENDOSCOPE OPTICAL TRANSDUCER

(54) 発明の名称: 内視鏡用光トランスデューサ、内視鏡、および内視鏡用光トランスデューサの製造方法

[図3]



(57) Abstract: An endoscope optical transducer 1 is provided with an optical element 10 for emitting an optical signal, an optical fiber 20 for transmitting the optical signal, and a ferrule 30 including a first retaining part 31 and a second retaining part 32, the first retaining part 31 having a first principal surface 31SA and a second principal surface SB, and a through hole H31 being formed therein, the second retaining part 32 having a third principal surface 32SA and a fourth principal surface 32SB, the third principal surface 32SA being in contact with the second principal surface 31SB, the

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

optical element 10 being mounted to the fourth principal surface 32SB, the second retaining part 32 furthermore having a bottomed recess H32 having an opening in the third principal surface 32SA, the bottomed recess H32 being connected to the through hole H31, the optical fiber 20 being inserted through the through hole H31 and inserted in the recess H32, and a space from a side surface 32SS of the second retaining part 32 to the distal end of the optical fiber 20 being constituted from a transparent member.

(57) 要約: 内視鏡用光トランスデューサ1は、光信号を発生する光素子10と、前記光信号を伝送する光ファイバ20と、第1の保持部31と第2の保持部32とを含むフェルール30と、を具備し、前記第1の保持部31は、第1の主面31SAと第2の主面31SBとを有し、貫通孔H31があり、前記第2の保持部32は、第3の主面32SAと第4の主面32SBとを有し、前記第3の主面32SAが前記第2の主面31SBと当接しており、前記第4の主面32SBに前記光素子10が実装されており、更に、前記第2の保持部32は、前記第3の主面32SAに開口を有する有底の凹部H32を有し、前記有底の凹部H32は前記貫通孔H31とつながっており、前記光ファイバ20が、前記貫通孔H31を挿通して前記凹部H32に挿入されており、前記第2の保持部32の側面32SSから前記光ファイバ20の先端までのスペースが、透明部材によって構成されている。

明 細 書

発明の名称：

内視鏡用光トランスデューサ、内視鏡、および内視鏡用光トランスデューサの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光素子と光ファイバとフェルルールとを具備する内視鏡用光トランスデューサ、光素子と光ファイバとフェルルールとを具備する内視鏡用光トランスデューサを含む内視鏡、および、光素子と光ファイバとフェルルールとを具備する内視鏡用光トランスデューサの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 内視鏡は、細長い挿入部の先端部に、撮像素子を有する。高品質の画像を表示するため、高画素数の撮像素子が検討されている。高画素数の撮像素子を使用すると、撮像素子から信号処理装置（プロセッサ）へ伝送する信号量が増加する。このため、電気信号による導線（電気ケーブル）を経由した電気信号伝送では、必要な信号量を伝送するために導線の線径を太くしたり、複数の導線を用いたりするため、挿入部が太くなるおそれがある。

[0003] 挿入部を細径化し内視鏡を低侵襲化するには、電気信号に替えて光信号による細い光ファイバを経由した光信号伝送が好ましい。光信号伝送には、電気信号を光信号に変換する発光素子を含むE／O型の光トランスデューサ（電気－光変換器）と、光信号を電気信号に変換する受光素子を含むO／E型の光トランスデューサ（光－電気変換器）とが用いられる。光ファイバは光トランスデューサのフェルルール（保持部材）の挿入孔に挿入されて固定されている。

[0004] 内視鏡の挿入部の先端部に配設される光トランスデューサは、低侵襲化のため超小型である。このため、光ファイバを光トランスデューサのフェルルールに挿入することは容易ではなかった。光ファイバが正しい位置に挿入されていないと、光素子と光ファイバとの間の距離が長くなり伝送効率が低下す

る。

- [0005] 国際公開第2018/037551号の図8には、透明部材で構成されているフェルールが開示されている。しかし、ガラス等の透明部材に光ファイバを挿通するための細長い孔を精度良く形成することは容易ではなかった。また、シリコンまたはセラミックからなるフェルールと比較すると、ガラスフェルールは機械的強度が高くはない。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：国際公開第2018/037551号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明の実施形態は、信頼性および伝送効率の高い内視鏡用光トランスデューサ、信頼性が高く高品質の画像を表示する内視鏡、信頼性および伝送効率の高い内視鏡用光トランスデューサの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 実施形態の内視鏡用光トランスデューサは、光信号を発生する光素子と、前記光信号を伝送する光ファイバと、第1の保持部と第2の保持部とを含むフェルールと、を具備し、前記第1の保持部は、第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、貫通孔があり、前記第2の保持部は、第3の主面と前記第3の主面と対向する第4の主面とを有し、前記第3の主面が前記第2の主面と当接しており、前記第4の主面に前記光素子の実装されており、更に、前記第2の保持部は、前記第3の主面に開口を有する有底の凹部を有し、前記有底の凹部は前記貫通孔とつながっており、前記光ファイバが、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入されており、前記第2の保持部の側面から前記光ファイバの先端までのスペースが、透明部材によって構成されている。

[0009] 実施形態の内視鏡は、内視鏡用光トランスデューサを含み、前記内視鏡用光トランスデューサは、光信号を発生する光素子と、前記光信号を伝送する光ファイバと、第1の保持部と第2の保持部とを含むフェルールと、を具備し、前記第1の保持部は、第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、貫通孔があり、前記第2の保持部は、第3の主面と前記第3の主面と対向する第4の主面とを有し、前記第3の主面が前記第2の主面と当接しており、前記第4の主面に前記光素子が実装されており、更に、前記第2の保持部は、前記第3の主面に開口を有する有底の凹部を有し、前記有底の凹部は前記貫通孔とつながっており、前記光ファイバが、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入されており、前記第2の保持部の側面から前記光ファイバの先端までのスペースが、透明部材によって構成されている。

[0010] 実施形態の内視鏡用光トランスデューサの製造方法は、第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、前記第2の主面に凸部のあるシリコン基板を作製するシリコン基板加工工程と、前記第2の主面にガラス基板を配設することによって、前記ガラス基板の中に前記凸部を埋め込んで接合基板を作製するガラス接合工程と、前記シリコン基板に、前記凸部を光軸方向に延長した空間に内接する貫通孔と、前記貫通孔とつながっており、前記貫通孔と内寸が同じであり、底面がガラスからなり、壁面がガラスおよびシリコンからなる凹部と、を形成するエッチング工程と、光ファイバを、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入する光ファイバ挿入工程と、を具備する。

発明の効果

[0011] 本発明の実施形態によれば、信頼性および伝送効率の高い内視鏡用光トランスデューサ、信頼性が高く高品質の画像を表示する内視鏡、信頼性および伝送効率の高い内視鏡用光トランスデューサの製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態の内視鏡を含む内視鏡システムの斜視図である。

[図2]第1実施形態の光トランスデューサの側面図である。

[図3]第1実施形態の光トランスデューサの分解断面図である。

[図4]第1実施形態の光トランスデューサのフェルールの分解斜視断面図である。

[図5]第2実施形態の光トランスデューサの分解断面図である。

[図6]第3実施形態の光トランスデューサの分解断面図である。

[図7]第3実施形態の光トランスデューサの図6のVⅠⅠ－VⅠⅠ線に沿った部分断面図である。

[図8]第3実施形態の光トランスデューサの製造方法のフローチャートである。

[図9]第3実施形態の光トランスデューサのシリコン基板の製造方法を説明するための斜視図である。

[図10]第3実施形態の光トランスデューサのフェルールの製造方法を説明するための分解斜視図である。

[図11]第3実施形態の光トランスデューサのフェルールの製造方法を説明するための斜視図である。

[図12]第3実施形態の光トランスデューサのフェルールの製造方法を説明するための断面図である。

[図13]第3実施形態の変形例1の光トランスデューサのフェルールの部分断面図である。

[図14]第3実施形態の変形例2の光トランスデューサのフェルールの部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] <内視鏡>

図1に示すように実施形態の内視鏡9は、プロセッサ5Aおよびモニタ5Bと内視鏡システム6を構成している。実施形態の内視鏡用光トランスデューサ1（以下、「光トランスデューサ1」という。）は、内視鏡9に含まれている。

[0014] 内視鏡9は、挿入部3と、挿入部3の基端部に配設された把持部4と、把

持部 4 から延設されたユニバーサルコード 4 B と、ユニバーサルコード 4 B の基端部に配設されたコネクタ 4 C と、を具備する。挿入部 3 は、先端部 3 A と、先端部 3 A から延設された湾曲自在で先端部 3 A の方向を変えるための湾曲部 3 B と、湾曲部 3 B から延設された軟性部 3 C とを含む。光トランスデューサ 1 および撮像素子 2 は先端部 3 A に配設されている。把持部 4 には術者が湾曲部 3 B を操作するための操作部である回転するアングルノブ 4 A が配設されている。

[0015] ユニバーサルコード 4 B は、コネクタ 4 C によってプロセッサ 5 A に接続される。プロセッサ 5 A は内視鏡システム 6 の全体を制御するとともに、撮像信号に信号処理を行い画像信号として出力する。モニタ 5 B は、プロセッサ 5 A が出力する画像信号を内視鏡画像として表示する。なお、内視鏡 9 は軟性鏡であるが、硬性鏡でもよい。また、内視鏡 9 は、医療用でも工業用でもよい。

[0016] 内視鏡 9 の先端部 3 A には、撮像素子 2 と光トランスデューサ 1 とが配設されている。光トランスデューサ 1 は、撮像素子 2 が出力する電気信号を光信号に変換する E/O 型である。撮像素子 2 は、CMOS イメージセンサ、または、CCD 等である。

[0017] 光信号は、挿入部 3 を挿通する光ファイバ 20 を経由して把持部 4 に配設された O/E 型の光トランスデューサ 1 X によって再び電気信号に変換され、メタル配線 20 M を経由することによって伝送される。すなわち、撮像信号は、細径の挿入部 3 においては光ファイバ 20 を経由することによって伝送され、体内に挿入されず外径の制限の小さいユニバーサルコード 4 B 内においては光ファイバ 20 よりも太いメタル配線 20 M である信号ケーブルを経由することによって伝送される。

[0018] なお、O/E 型の光トランスデューサ 1 X がコネクタ 4 C に配置されている場合には、光ファイバ 20 はユニバーサルコード 4 B を挿通している。

[0019] 光トランスデューサ 1 X は、比較的、配置スペースが広い把持部 4 に配設されているが、光トランスデューサ 1 と同じ構成でもよい。また、把持部 4

に配設された光トランスデューサ 1 によって、撮像素子 2 への制御信号が光信号に変換され、先端部 3 A に配設された光トランスデューサ 1 X によって光信号が電気信号に変換されてもよい。

[0020] 後述するように、光トランスデューサ 1 は信頼性および伝送効率が高い。このため、光トランスデューサ 1 を含む内視鏡 9 は信頼性が高く高品質の画像を表示する。

[0021] <第 1 実施形態>

図 2 および図 3 に示すように本実施形態の光トランスデューサ 1 は、発光素子である光素子 1 0 と光ファイバ 2 0 とフェルール 3 0 とを具備する。

[0022] なお、以下の説明において、各実施形態に基づく図面は、模式的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、夫々の部分の厚みの比率などは現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。また、一部の構成要素の図示、符号の付与を省略する場合がある。

[0023] 光素子 1 0 は、光信号を出射する発光面 1 0 S A を有し、発光面 1 0 S A に複数の接合電極 1 2 が配設されている。例えば、平面視寸法が $250\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$ と超小型の光素子 1 0 は、直径が $10\mu\text{m}$ の発光部 1 1 と、発光部 1 1 に駆動信号を供給する複数の接合電極 1 2 と、を発光面 1 0 S A に有する V C S E L (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) または発光ダイオードである。

[0024] 撮像素子 2 が出力する撮像信号は、ドライブ回路（不図示）によって光素子 1 0 を駆動する駆動信号に変換されて、接合電極 1 2 に入力される。

[0025] 光信号を伝送する光ファイバ 2 0 は、例えば、光信号を伝送する $50\mu\text{m}$ 径のコアと、コアの外周を覆う $125\mu\text{m}$ 径のクラッドとを有する。

[0026] フェルール 3 0 は、第 1 の保持部 3 1 と第 2 の保持部 3 2 とを含む。第 1 の保持部 3 1 は、第 1 の主面 3 1 S A と第 1 の主面 3 1 S A と対向する第 2 の主面 3 1 S B とを有する。第 2 の保持部 3 2 は、第 3 の主面 3 2 S A と第 3 の主面 3 2 S A と対向する第 4 の主面 3 2 S B とを有する。第 2 の保持部

32の第3の主面32SAは、第1の保持部31の第2の主面31SBと当接している。

[0027] 光素子10は第2の保持部32の第4の主面32SBに実装されている。すなわち、光素子10の接合電極12は、第2の保持部32の配線33に接合されている。

[0028] 第1の保持部31は、不透明部材であるシリコンによって構成されている。一方、第2の保持部32は、透明部材であるガラスによって構成されている。不透明部材および透明部材は、例えば樹脂によって構成されていてもよい。

[0029] 第1の保持部31には、貫通孔H31がある。一方、第2の保持部32は第3の主面32SAに開口を有する有底の凹部H32がある。有底の凹部H32は貫通孔H31とつながっている。

[0030] 光ファイバ20は、先端が貫通孔H31を挿通して凹部H32に挿入されている。第2の保持部32の4側面32SSから光ファイバ20の先端までのスペースA（3次元範囲A）（図7参照）は透明部材であるガラスによって構成されている。このため、第2の保持部32の側面から、光ファイバ20の先端面20SAの位置が確認できる。

[0031] なお、光トランスデューサ1では、光ファイバ20の先端面20SAは凹部H32の底面H32SAと当接している。しかし、光ファイバ20の先端面20SAは凹部H32の底面H32SAとの間にすきまがあっても、すきまの長さが所定長以下であれば、光伝送効率が特に大きく劣化することはない。すなわち、光ファイバの先端面は、凹部H32の底面H32SAと第3の主面32SAとの間に位置していればよい。

[0032] 例えば、貫通孔H31および凹部H32は、いずれも、光軸Oに直交する断面形状が径130 μ mの円であり、壁面が主面に対して垂直であるため、貫通孔H31の内寸（内径）および凹部H32の内寸（内径）は深さ方向において変化していない。

[0033] 貫通孔H31の深さ、すなわち、第1の保持部31の厚さD31は、光フ

ファイバ20を安定に保持するために、 $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。凹部H32の底面H32SAから第4の主面32SBまでの距離Lは、例えば、 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下である。距離Lが前記範囲以上であれば光ファイバ20の挿入時に第2の保持部32が破損しにくく、前記範囲以下であれば光信号の伝送効率がよい、また、第3の主面32SAから凹部H32の底面H32SAまでの距離、すなわち、凹部H32の深さDH32の下限は、側面から、先端面20SAを視認するために、例えば、 $10\mu\text{m}$ 以上が好ましい。深さDH32の上限は、形成することが容易であること、また、第2の保持部32の破損防止のため、例えば、 $50\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0034] 光トランスデューサ1は、光ファイバ20の先端面20SAと光素子10の発光部11との間の距離を確認できるため、光信号の伝送効率が低くなるおそれがない。

[0035] 先端面20SAの位置の確認は、目視に限られるものではなく、顕微鏡のモニタ画面を用いて観察してもよいことは言うまでも無い。

[0036] 光ファイバ20の先端面20SAと凹部H32の底面H32SAとの間に、界面反射を防止する屈折率整合機能を有する透明樹脂が介在していてもよい。

[0037] 光ファイバ20の先端面20SAを覆っている透明樹脂は、先端面20SAの近傍の外周面も覆っている。このため、第2の保持部32の側面32SSから光ファイバ20の先端までのスペースAは、ガラスと透明樹脂とによって構成されている。従って、第2の保持部32の側面から、光ファイバ20の先端面20SAの位置が視認できる。

[0038] <光トランスデューサの製造方法>

図4に示すように、貫通孔H31が形成された第1の保持部31と、凹部H32が形成された第2の保持部32とが接合されることによってフェルール30は作製される。

[0039] 複数の第1の保持部31を含むシリコン基板と、複数の第2の保持部32を含むガラス基板とが接合された接合基板の切断によって複数のフェルール

を容易に作製できる。接合基板の接合面は、直接接合面またはガラス用接着剤（例えば、ガラスフリット）を用いた接着面である。

[0040] シリコン基板に、主面に対して垂直な壁面のある、断面形状が変化しない深さが深いストレート貫通孔は、D e e p - R I E法（ボッシュ法）による異方性エッチングを用いて精度良く形成される。D e e p - R I E法では、例えば、六フッ化硫黄を用いた等方性エッチング工程とフッ素樹脂系のガスを用いたパッシベーション（保護層形成）工程とを交互に繰り返すことによって、保護層を側壁に成膜しながら底面がエッチングされる。一方、深さDの凹部H 3 2のあるガラス基板は、例えば、型を用いた成型法を用いて作製される。

[0041] なお、貫通孔H 3 1および凹部H 3 2の光軸直交方向の形状は、光ファイバ20を保持できれば、三角形、正方形または六角形でもよい。例えば貫通孔H 3 1の断面形状の大きさを「内径」と言うことがあるが、断面形状が円形でない場合には、大きさは「内寸」となる。

[0042] なお、凹部H 3 2の内径は、貫通孔H 3 1の内径よりも大きくてもよい。光ファイバ20が保護チューブに覆われている場合に、貫通孔H 3 1の内径が保護チューブの外径よりも僅かに大きく、凹部H 3 2の内径が保護チューブの外径よりも小さく光ファイバ20の外径よりも僅かに大きいフェルールを用いてもよい。凹部H 3 2には、保護チューブに覆われていない光ファイバ20の先端部だけが挿入される。

[0043] <第2実施形態>

以下に説明する実施形態および変形例の光トランスデューサおよび内視鏡は、光トランスデューサ1および内視鏡9と類似しており同じ効果を有するため、同じ機能の構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

[0044] 図5に示す第2実施形態の光トランスデューサ1Aでは、第2の保持部32Aの凹部H 3 2Aは、光軸Oに直交する断面形状の内径（内寸）が開口面から底面H 3 2SAに向かって小さくなっている。

[0045] 光トランスデューサ1Aのフェルール30Aは、シリコン基板とガラス基

板とが接合された接合基板をエッチング処理することによって、貫通孔H 3 1 および凹部H 3 2 Aが形成される。具体的には、最初にシリコン基板の異方性エッチング法を用いて貫通孔H 3 1 が形成される。ガラス基板が異方性エッチングのエッチングストップ層となる。貫通孔H 3 1 は、壁面が主面に対して垂直であるため、内径が深さ方向において変化しておらず、同じである。

[0046] 異方性エッチングの後に、等方性エッチング法を用いてガラス基板に凹部H 3 2 Aが形成される。等方性エッチングでは、凹部H 3 2 Aの深さ方向（光軸方向）のエッチング速度と、主面方向（光軸直交方向）のエッチング速度とが同じであるため、凹部H 3 2 Aは、光軸Oに直交する断面の内径が底面H 3 2 S Aに向かって小さくなっている。

[0047] 光トランスデューサ1 Aは、異方性エッチングのあとに等方性エッチングを行うことでフェルール3 0 Aが作製できるため、光トランスデューサ1 よりも製造が容易である。

[0048] <第3実施形態>

図6および図7に示すように、本実施形態の光トランスデューサ1 Bでは、貫通孔H 3 1 および凹部H 3 2 は、光軸Oに直交する断面の内面形状および内径が同じである。しかし、凹部H 3 2 Bは壁面の一部がシリコン3 9 からなる。言い替えれば、凹部H 3 2 Bの壁面は、シリコンおよびガラスであり、凹部H 3 2 Bの底面はガラスである。

[0049] すなわち、凹部H 3 2 Bは、光軸Oに直交する断面の内面形状は、内径L Yの円形であり、貫通孔H 3 1 と同じである。しかし、凹部H 3 2 Bは、壁面の一部である、光軸Oをはさんで対向する2つの領域が、ガラスではなく、シリコン3 9 からなる。

[0050] 図7に示すように、光軸Oに直交する断面においては、シリコン3 9 は第2の保持部3 2 Bの内部にも配設されおり、その外周形状は楕円形である。後述するように、凹部H 3 2 Bは、楕円柱の凸部3 9 A（図9参照）の中心部を、DEEP-RIE法を用いてエッチングすることによって形成されて

いる。

[0051] 光トランスデューサ 1 B では、第 2 の保持部 3 2 B の 2 つの側面 3 2 S S Y から光ファイバ 2 0 の先端までのスペース A は、ガラスを含む透明部材によって構成されている。一方、第 2 の保持部 3 2 B の 2 つの側面 3 2 S S X から光ファイバ 2 0 の先端までのスペース B（範囲 B）は、ガラスを含む透明部材だけではなく、シリコンによって構成されている。

[0052] このため、図 7 に示すように、側面 3 2 S S X からの視線 X-E y e では、光ファイバ 2 0 の先端面 2 0 S A の位置は確認できない。しかし、側面 3 2 S S Y からの視線 Y-E y e では、光ファイバ 2 0 の先端面 2 0 S A の位置が確認できる。少なくとも 1 つの側面から光ファイバ 2 0 の先端面 2 0 S A の位置が確認できれば、光ファイバ 2 0 を確実に所定位置まで挿入できる。

[0053] 1 つの工程（D E E P-R I R エッチング）で、貫通孔 H 3 1 の形成と連続して凹部 H 3 2 B を形成できるため、光トランスデューサ 1 B は光トランスデューサ 1 よりも製造が容易である。さらに、凹部 H 3 2 B の壁面の一部が、光信号が透過しないシリコンであるため、光トランスデューサ 1 B は光トランスデューサ 1 よりも、漏れ光が少ない。

[0054] なお、光トランスデューサ 1 B は貫通孔 H 3 1 の第 1 の主面 3 1 S A の開口がテーパ形状であるため、光ファイバ 2 0 の挿入が容易である。光トランスデューサ 1 等においても、貫通孔 H 3 1 の開口がテーパ形状でもよい。

[0055] <光トランスデューサの製造方法>

図 8 のフローチャートに沿って光トランスデューサ 1 B の製造方法を説明する。

[0056] <ステップ S 1 0>シリコン基板加工工程

第 1 の主面 3 1 S A と第 1 の主面 3 1 S A と対向する第 2 の主面 3 1 S B とを有し、第 2 の主面 3 1 S B に凸部 3 9 A のあるシリコン基板 3 1 W が作製される

[0057] 図9に示すように、シリコン基板31Wの第1の主面31SAに、凸部39Aとなる領域を覆うマスクを配設し、エッチングを行うことで、上面が第2の主面31SB（第1の主面31SA）と平行な平面の凸部39Aが作製される。図7に示したように、凸部39Aは、光軸Oに直交する断面の形状が、短軸の長さがLY、長軸の長さがLXの楕円柱である。

[0058] 第1の主面31SAに、凸部39Aとなる領域が開口となっているマスクを配設し、スパッタ法またはCVD法を用いてシリコン層を配設することによって、凸部39Aを配設してもよい。

[0059] <ステップS20>ガラス接合工程

図10に示すように、シリコン基板31Wの第2の主面31SBにガラス基板32Wを配設することによって、ガラス基板32Wの中に凸部39Aが埋め込まれる。

[0060] 例えば、第3の主面32SAに凹部H39があるガラス基板32Wと、第2の主面31SBに凸部39Aがあるシリコン基板31Wとを積層し、直接接合またはガラス用接着剤を用いて接着することによって、接合基板30Wが作製される。なお、凹部H39は、凸部39Aが嵌合する状態に設定されている。

[0061] 第3の主面32SAに凹部H39があるガラス基板32Wは、例えば、型を用いた成型法、または、平板ガラスの加工（エッチング、サンドブラスト）によって作製できる。

[0062] または、シリコン基板31Wの凸部39Aがある第1の主面31SAに熔融ガラスを流し込み冷却してから、ガラスの外表面を研磨し所定の厚さに加工することによっても、ガラス基板32Wは作製できる。

[0063] <ステップS30>異方性エッチング工程

図11に示すように、接合基板30Wのシリコン基板31Wの第1の主面31SAに、開口H34のあるエッチングマスク34が配設される。円形の開口H34は、凸部39Aを光軸方向に延長した空間に内接する位置に配設されており、その直径は光ファイバ20の外径よりも僅かに大きい。

[0064] エッチングマスク34を用いて、第1の主面31SAから第2の主面31SBに至る貫通孔H31と、凸部39Aを貫通している凹部H32Bと、がDEEP-RIE法を用いて連続して形成される。貫通孔H31が形成された後に、形成される凹部H32Bは、貫通孔H31とつながっている。

[0065] DEEP-RIE法では、シリコンはエッチングされるが、ガラス（酸化シリコン）はエッチングされない。このため、図12に示すように、凸部39Aを貫通する凹部H39が形成されると、ガラスからなる底面H39SAはエッチングされない。このため、凹部H32Bの深さは、凸部39Aの高さと同じである。

[0066] 図示しないが、貫通孔H31および凹部H39Bが形成された接合基板30Wを切断することによって、複数のフェルール30Bが作製される。

[0067] <ステップS40>光ファイバ挿入工程

光ファイバ20の先端が、貫通孔H31を挿通して凹部H32HBに挿入される。

[0068] 光トランスデューサ1Bは、1つの工程で貫通孔H31と凹部H32Bとを形成できるため、光トランスデューサ1、1Aよりも、側面32SSからの漏光が少なく、製造が容易である。

[0069] <第3実施形態の変形例>

図13に示す変形例1の光トランスデューサ1Cでは、フェルール30Cの第2の保持部32Cの凹部H32Cの壁面のシリコン39Cの外形は直方体である。凹部H32Cと、第1の保持部31の貫通孔H31とは光軸直交方向の断面形状が共に円形である。そして、凹部H32Cおよび貫通孔H31Cとは、シリコン39Cの外形を光軸方向に延長した空間に内接している。

[0070] 光トランスデューサ1Cでは、4側面32SSからの視線X-Eye、Y-Eyeから、光ファイバ20の先端面20SAの位置が確認できる。

[0071] 図14に示す変形例2の光トランスデューサ1Dでは、フェルール30Dの、第1の保持部31Dの貫通孔H31Dと、第2の保持部32Dの凹部H

32Dと、は、光軸直交方向の断面形状が共に正六角形である。凹部H32Dの壁面のシリコン39Dの外形は直方体である。そして、凹部H32Dおよび貫通孔H31Dとは、シリコン39Dの外形を光軸方向に延長した空間に内接している。

[0072] 光トランスデューサ1Dでは、側面32SSXからの視線X-Eyeであれば、光ファイバ20の先端面20SAの位置が確認できる。

[0073] 以上の変形例のように、第1の保持部の貫通孔および第2の保持部の凹部は、挿入された光ファイバを安定に保持できれば、その内面形状は円形でも多角柱でもよい。また、凹部は壁面の一部がシリコンで覆われていなければ、シリコンの外形形状は楕円柱に限られるものではない。

[0074] また、実施形態の内視鏡用光トランスデューサ1、1A～1Dと撮像素子2とを含む内視鏡用撮像装置が、内視鏡用光トランスデューサ1、1A～1Dの効果を有することは言うまでも無い。

[0075] 本発明は、上述した各実施例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変更、組み合わせ、および応用が可能である。

符号の説明

[0076] 1、1A～1D・・・内視鏡用光トランスデューサ
2・・・撮像素子
6・・・内視鏡システム
9・・・内視鏡
10・・・光素子
10SA・・・発光面
11・・・発光部
12・・・接合電極
20・・・光ファイバ
20SA・・・先端面
20M・・・メタル配線

30・・・フェルール
30W・・・接合基板
31・・・第1の保持部
31SA・・・第1の主面
31SB・・・第2の主面
31W・・・シリコン基板
32・・・第2の保持部
32SA・・・第3の主面
32SB・・・第4の主面
32SS・・・側面
32W・・・ガラス基板
33・・・配線
34・・・エッチングマスク
39・・・シリコン
39A・・・凸部

請求の範囲

- [請求項1] 光信号を発生する光素子と、
前記光信号を伝送する光ファイバと、
第1の保持部と第2の保持部とを含むフェルルールと、を具備し
前記第1の保持部は、第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、貫通孔があり、
前記第2の保持部は、第3の主面と前記第3の主面と対向する第4の主面とを有し、前記第3の主面が前記第2の主面と当接しており、前記第4の主面に前記光素子が実装されており、
更に、前記第2の保持部は、前記第3の主面に開口を有する有底の凹部があり、前記有底の凹部は前記貫通孔とつながっており、
前記光ファイバが、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入されており、
前記第2の保持部の側面から前記光ファイバの先端までのスペースが、透明部材によって構成されていることを特徴とする内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項2] 前記第1の保持部はシリコンによって構成され、前記第2の保持部はガラスによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項3] 前記光ファイバの先端面が、前記凹部の底面と前記第3の主面との間に位置していることを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項4] 前記凹部の内寸が底面に向かって小さくなっていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項5] 前記貫通孔の内寸および前記凹部の内寸は、同じで、ともに深さ方向において変化しておらず、
前記第2の保持部は、前記凹部の壁面がシリコンおよびガラスから

なることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光トランスデューサ。

[請求項6] 前記壁面の一部である、光軸をはさんで対向する 2 つの領域が、シリコンからなることを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用光トランスデューサ。

[請求項7] 請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の光トランスデューサを含むことを特徴とする内視鏡。

[請求項8] 第 1 の主面と前記第 1 の主面と対向する第 2 の主面とを有し、前記第 2 の主面に凸部のあるシリコン基板を作製するシリコン基板加工工程と、

前記第 2 の主面にガラス基板を配設することによって、前記ガラス基板の中に前記凸部を埋め込んで接合基板を作製するガラス接合工程と、

前記シリコン基板に、前記凸部を光軸方向に延長した空間に内接する貫通孔と、前記貫通孔とつながっており、前記貫通孔と内寸が同じであり、底面がガラスからなり、壁面がガラスおよびシリコンからなる凹部と、を形成するエッチング工程と、

光ファイバを、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入する光ファイバ挿入工程と、を具備することを特徴とする内視鏡用光トランスデューサの製造方法。

[請求項9] 前記エッチング工程が、前記貫通孔と前記凹部とを連続してエッチングする D E E P - R I E 法による異方性エッチング工程であることを特徴とする請求項 8 に記載の内視鏡用光トランスデューサの製造方法。

補正された請求の範囲
[2019年7月12日 (12.07.2019) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 光信号を出射する発光面を有し、前記発光面に接合電極が配設されている光素子と、
前記光信号を伝送する光ファイバと、
第1の保持部と第2の保持部とを含むフェルールと、を具備し
前記第1の保持部は、第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、貫通孔があり、
前記第2の保持部は、第3の主面と前記第3の主面と対向する第4の主面とを有し、前記第3の主面が前記第2の主面と当接しており、
前記第4の主面に配線を有し、前記配線に前記光素子の前記接合電極が接合されており、
更に、前記第2の保持部は、前記第3の主面に開口を有する有底の凹部があり、前記有底の凹部は前記貫通孔とつながっており、
前記光ファイバが、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入されており、
前記第2の保持部の側面から前記光ファイバの先端までのスペースが、透明部材によって構成されていることを特徴とする内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項2] 前記第1の保持部はシリコンによって構成され、前記第2の保持部はガラスによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項3] 前記光ファイバの先端面が、前記凹部の底面と前記第3の主面との間に位置していることを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項4] 前記凹部の内寸が底面に向かって小さくなっていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内視鏡用光トランスデューサ。
- [請求項5] 前記貫通孔の内寸および前記凹部の内寸は、同じで、ともに深さ方

向において変化しておらず、

前記第2の保持部は、前記凹部の壁面がシリコンおよびガラスからなることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内視鏡用光トランスデューサ。

[請求項6] 前記壁面の一部である、光軸をはさんで対向する2つの領域が、シリコンからなることを特徴とする請求項5に記載の内視鏡用光トランスデューサ。

[請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の光トランスデューサを含むことを特徴とする内視鏡。

[請求項8] 第1の主面と前記第1の主面と対向する第2の主面とを有し、前記第2の主面に凸部のあるシリコン基板を作製するシリコン基板加工工程と、

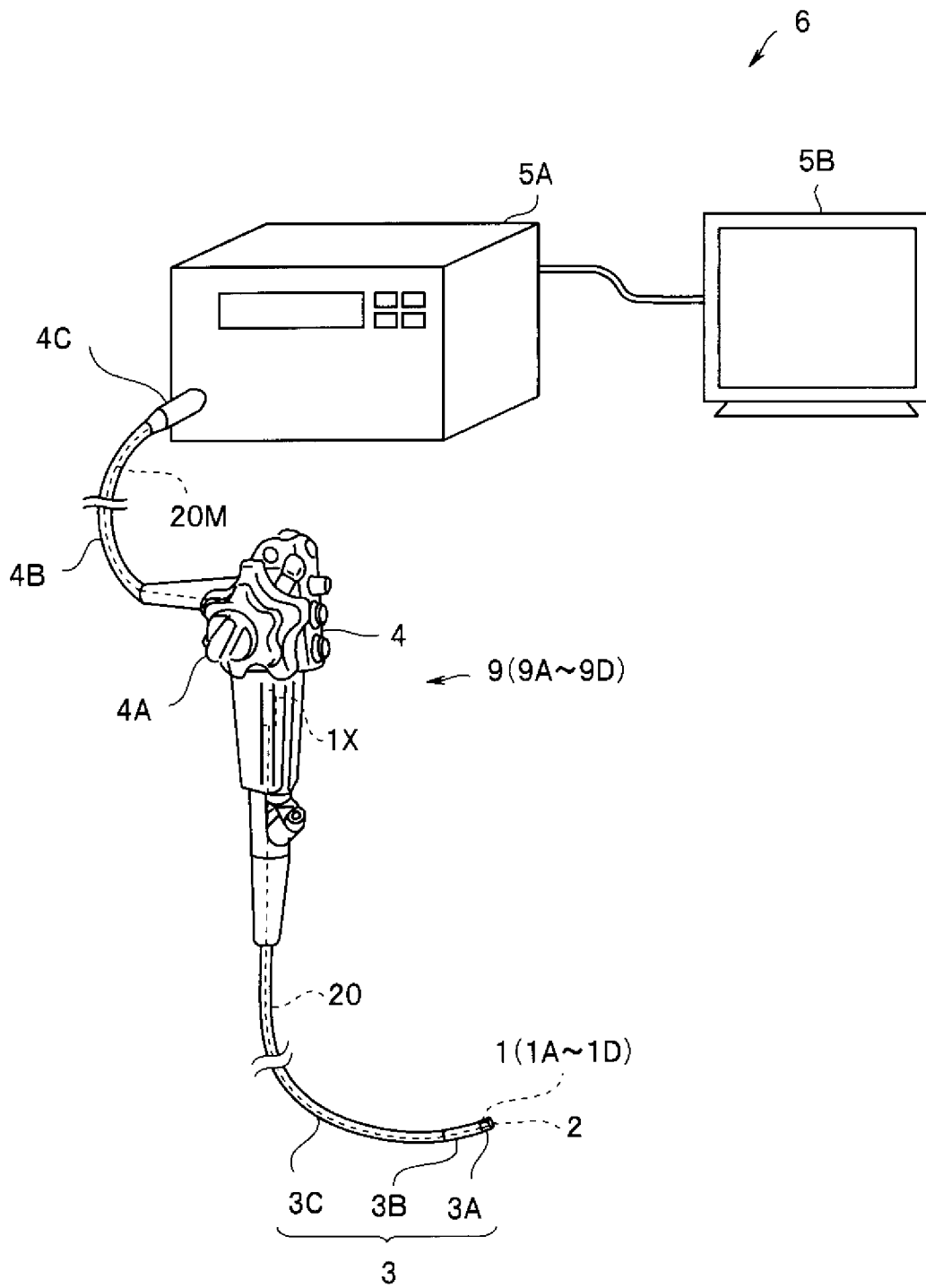
前記第2の主面にガラス基板を配設することによって、前記ガラス基板の中に前記凸部を埋め込んで接合基板を作製するガラス接合工程と、

前記シリコン基板に、前記凸部を光軸方向に延長した空間に内接する貫通孔と、前記貫通孔とつながっており、前記貫通孔と内寸が同じであり、底面がガラスからなり、壁面がガラスおよびシリコンからなる凹部と、を形成するエッチング工程と、

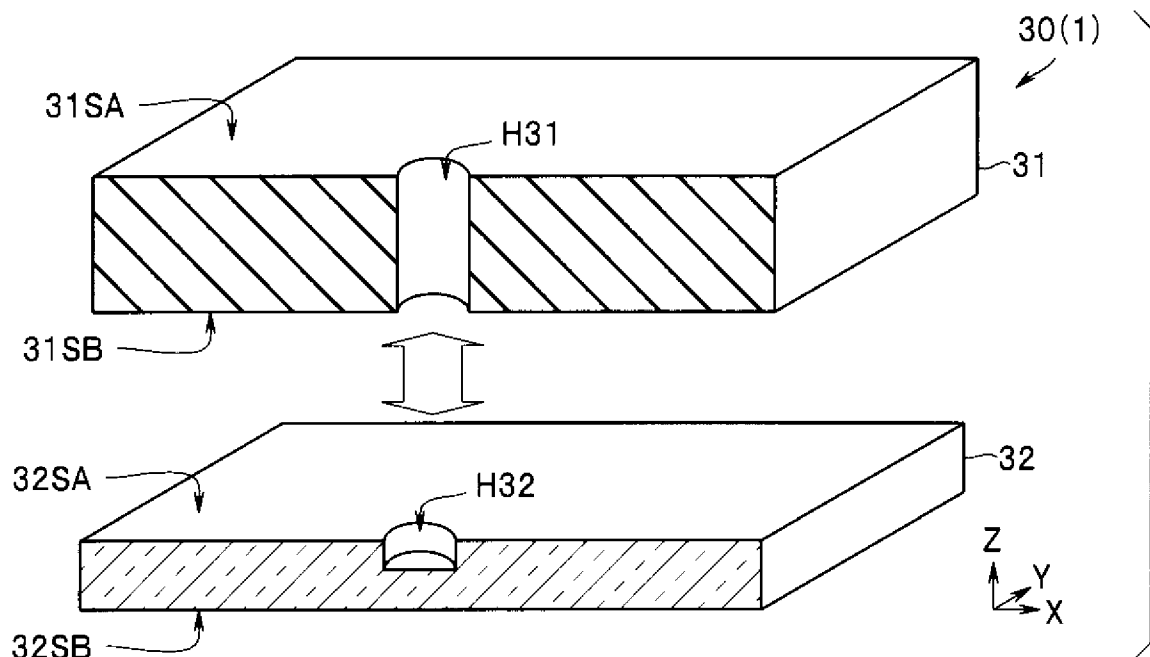
光ファイバを、前記貫通孔を挿通して前記凹部に挿入する光ファイバ挿入工程と、を具備することを特徴とする内視鏡用光トランスデューサの製造方法。

[請求項9] 前記エッチング工程が、前記貫通孔と前記凹部とを連続してエッチングするD E E P - R I E法による異方性エッチング工程であることを特徴とする請求項8に記載の内視鏡用光トランスデューサの製造方法。

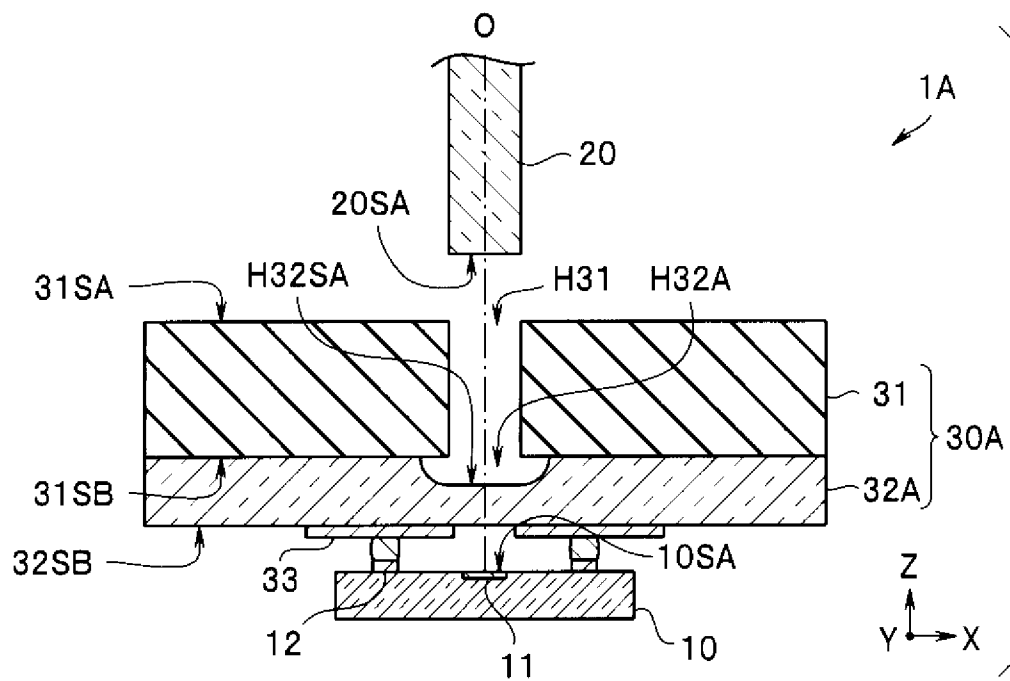
[図1]



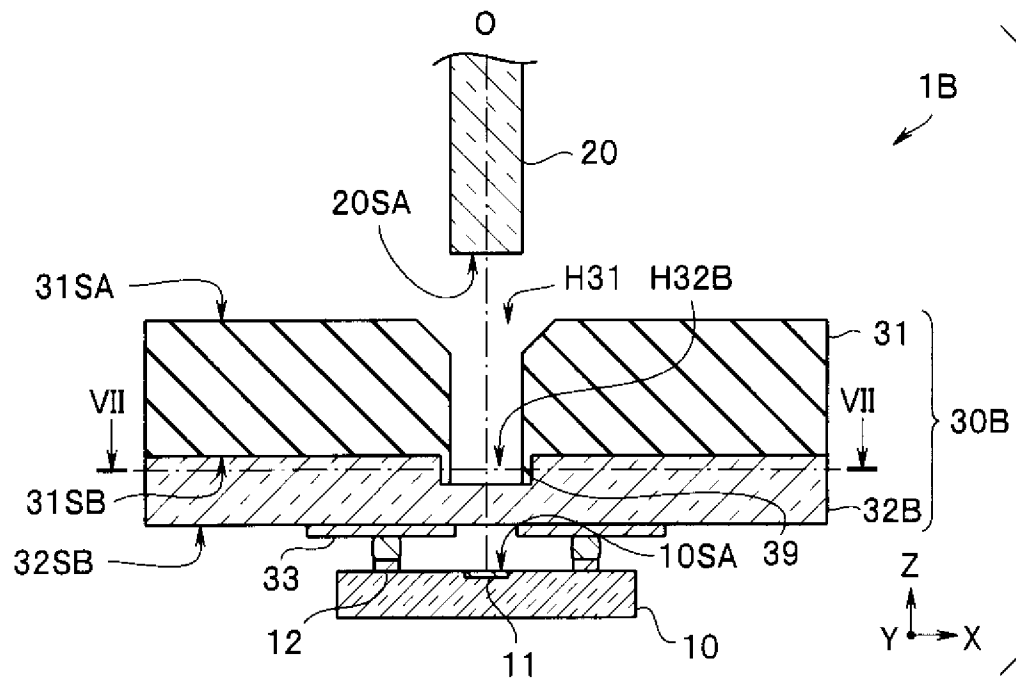
[図4]



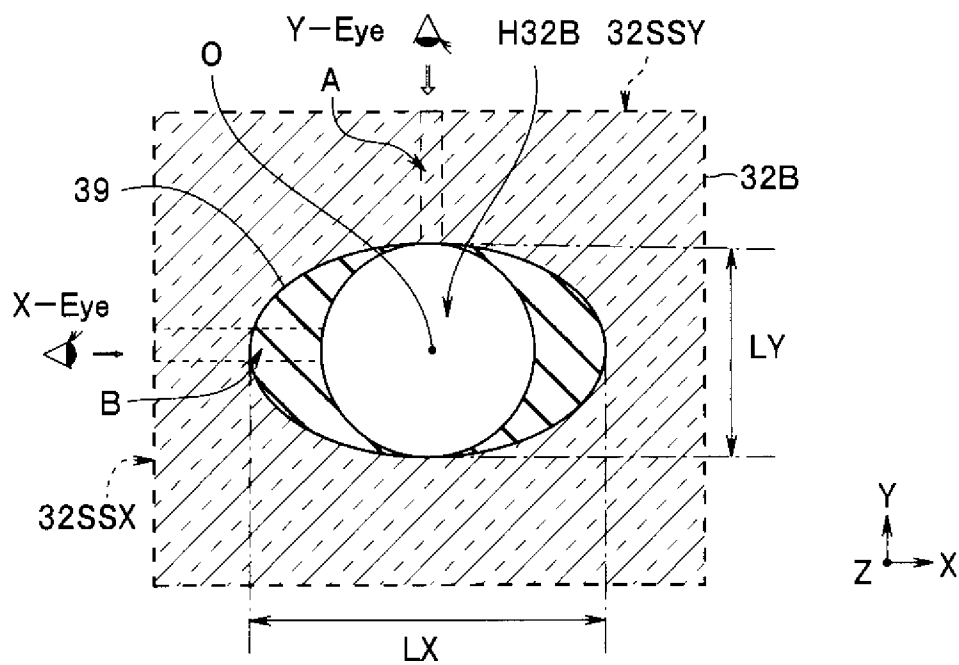
[図5]



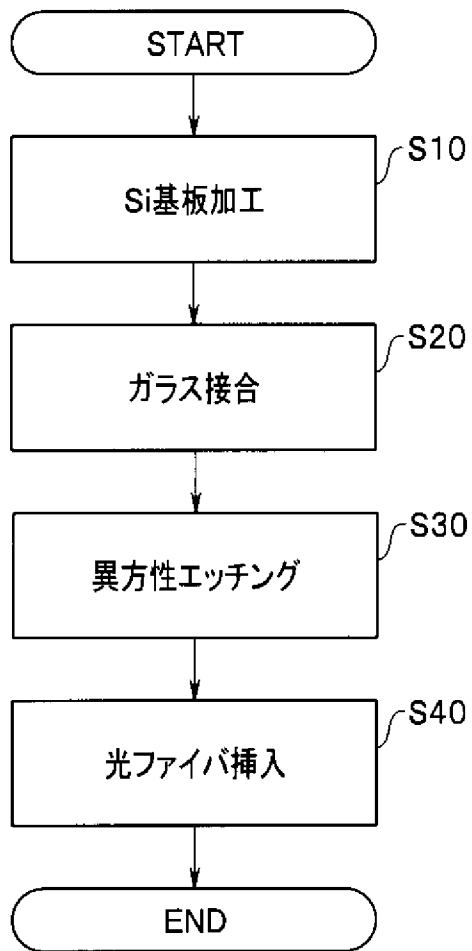
[図6]



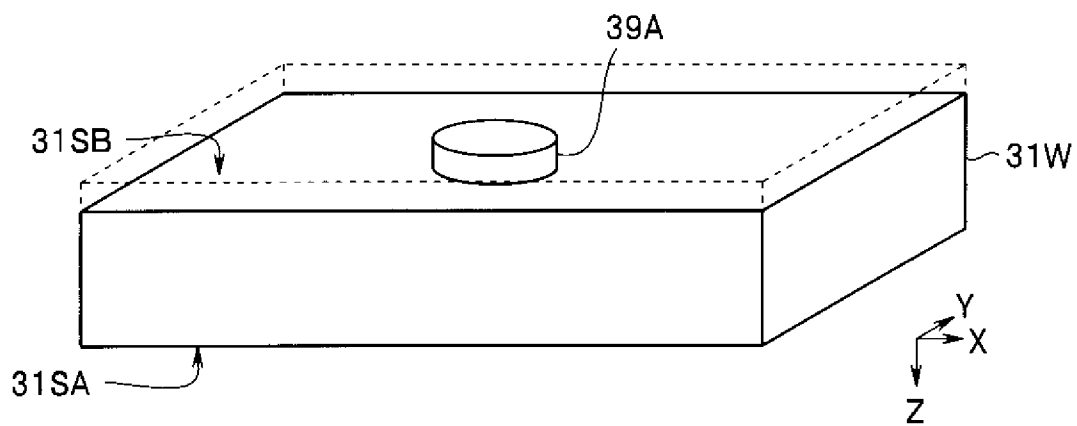
[図7]



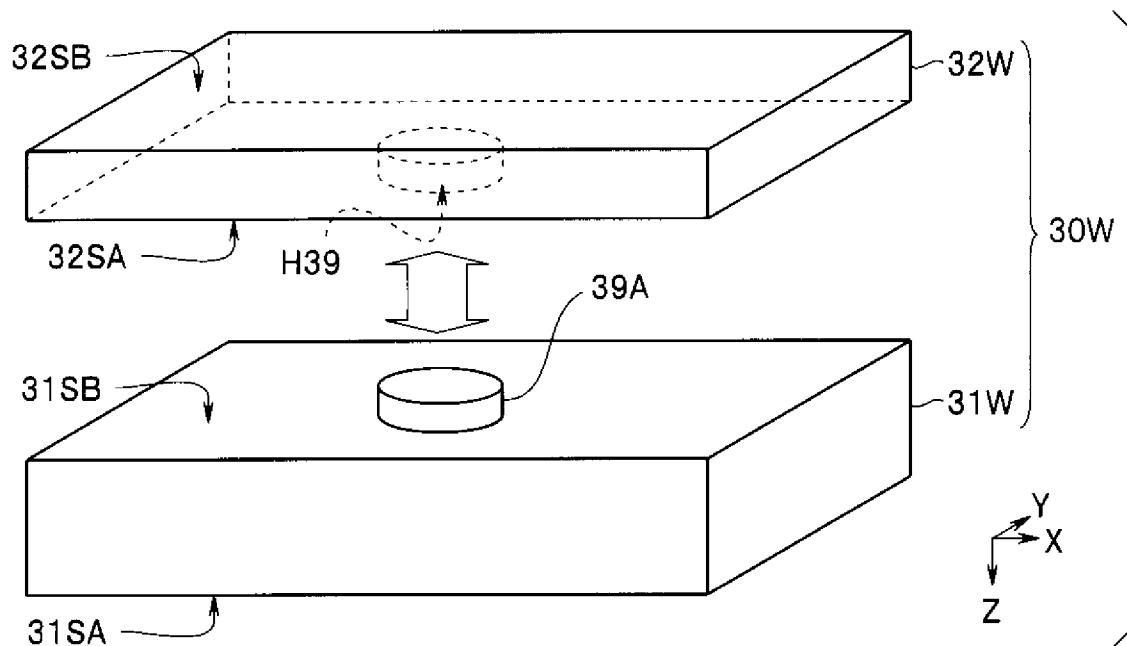
[図8]



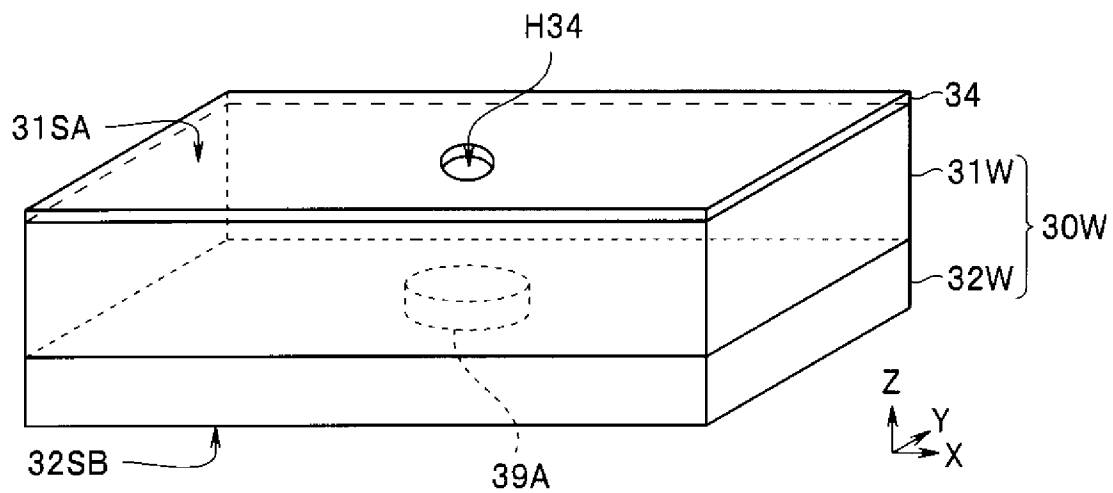
[図9]



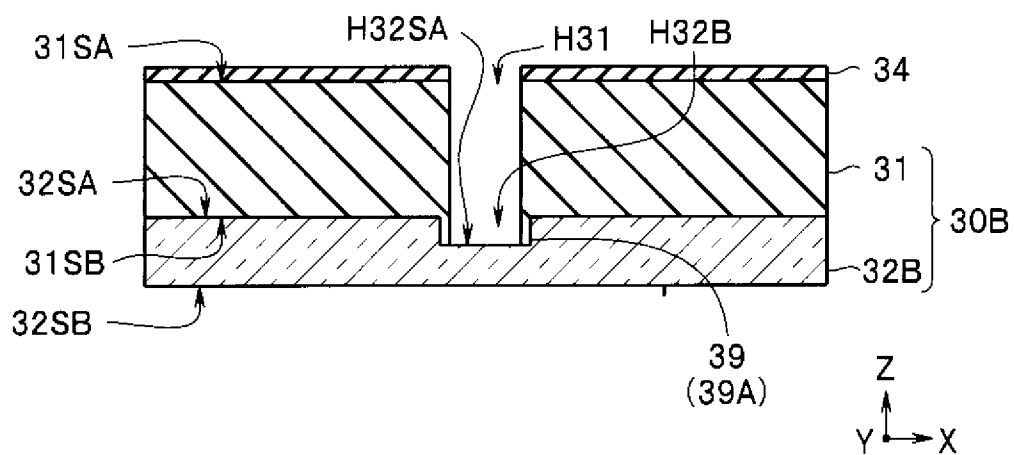
[図10]



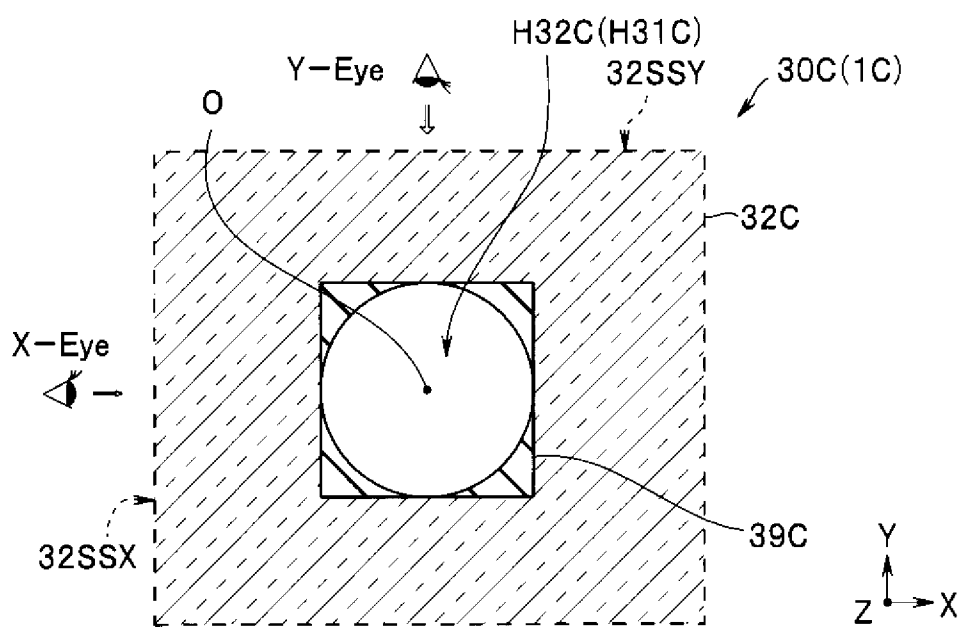
[図11]



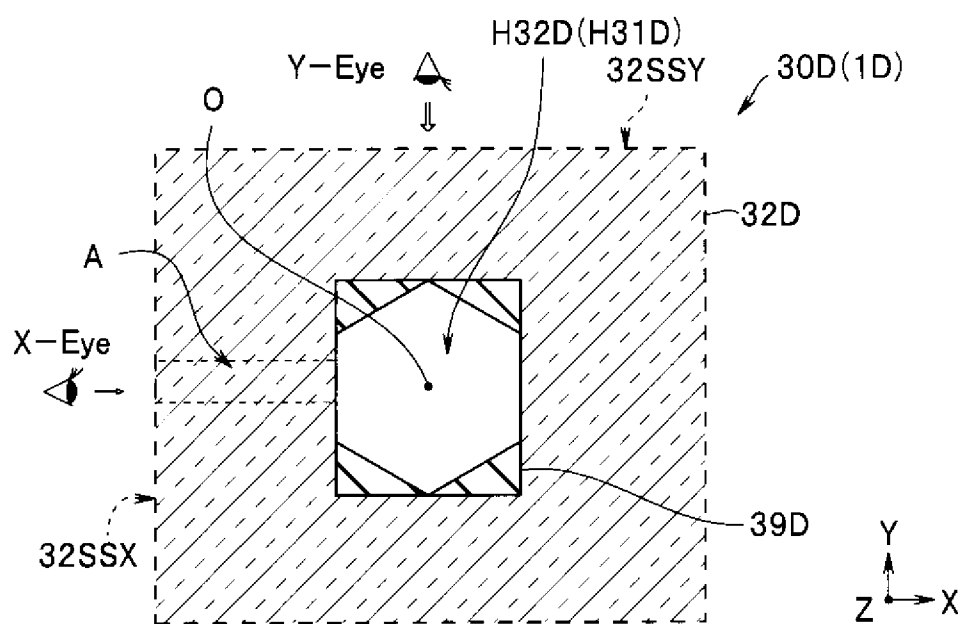
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B1/00 (2006.01) i

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)

Int.Cl. A61B1/00-1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2018/150512 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 23 August 2018, paragraphs [0058]-[0060], [0022], fig. 9 (Family: none)	1, 3, 7 2, 4-6, 8-9
A	WO 2016/189691 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 01 December 2016, entire text, all drawings & US 2018/0078114 A1	1-9
A	WO 2015/150149 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 08 October 2015, entire text, all drawings & JP 2017-516128 A & US 2017/0082806 A1 & CN 106164726 A	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
06.12.2018

Date of mailing of the international search report
18.12.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B1/00-1/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	WO 2018/150512 A1 (オリンパス株式会社) 2018.08.23, [0058] - [0060]、図9 (ファミリーなし)	1, 3, 7 2, 4-6, 8-9
A	WO 2016/189691 A1 (オリンパス株式会社) 2016.12.01, 全文、全図 & US 2018/0078114 A1	1-9
A	WO 2015/150149 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 2015.10.08, 全文、全図 & JP 2017-516128 A & US 2017/0082806 A1 & CN 106164726 A	1-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.12.2018

国際調査報告の発送日

18.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

後藤 順也

2Q

3101

電話番号 03-3581-1101 内線 3292