

(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6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

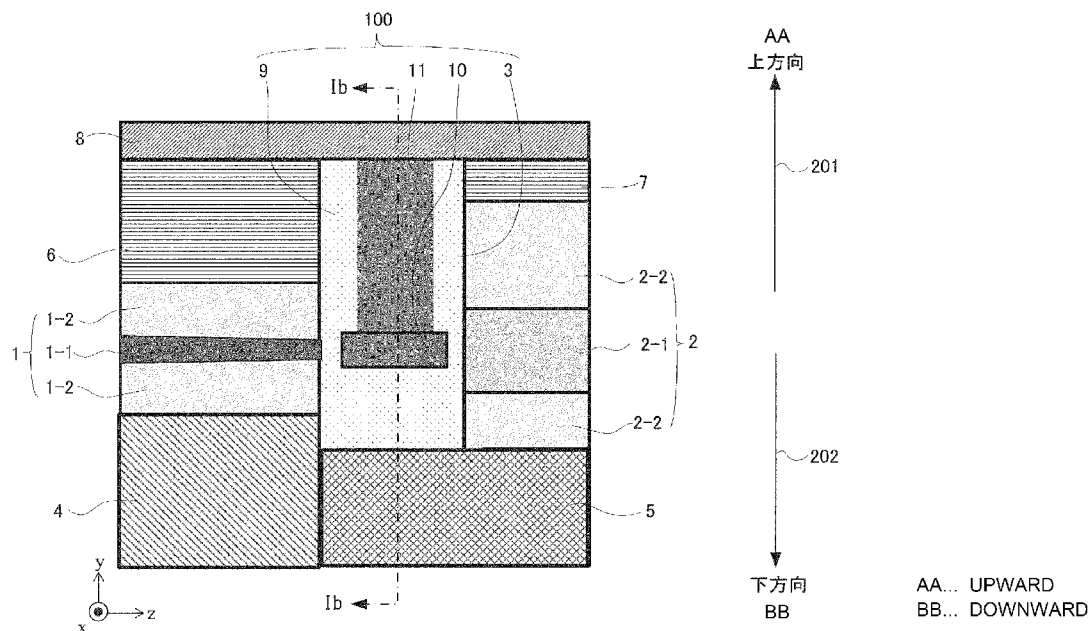
WO 2020/121832 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/30 (2006.01) *G02B 6/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046616
- (22) 国際出願日: 2019年11月28日(28.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-232165 2018年12月12日(12.12.2018) JP
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 遠藤 潤(ENDO, Jun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鹿間 光太(SHIKAMA, Kota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 荒武 淳(ARATAKE, Atsushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山川 茂樹, 外(YAMAKAWA, Shigeki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー4階 山川国際特許事務所内 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,

(54) Title: OPTICAL CONNECTION STRUCTURE

(54) 発明の名称: 光接続構造

[図1A]



(57) Abstract: According to the present invention, an optical body 10 is provided on a light propagation path between a Si waveguide 1 and an optical fiber 2. The optical body 10 changes the path of a part of radiation-mode light, which is emitted from the Si waveguide 1 and propagates in a direction away from the optical axis, into a waveguide-mode light passing therethrough. Due to said feature, the waveguide-mode light incident onto the optical fiber 2 increases, and the coupling efficiency between the Si waveguide 1 and the optical fiber 2 is improved. Due to said feature, the coupling

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, 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, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

efficiency between optical waveguides having different mode fields, is improved.

(57) 要約: S i 導波路 1 と光ファイバ 2 との間の光の伝搬路に光学体 1 0 を設ける。光学体 1 0 は、S i 導波路 1 から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路を変えて、自身を通過する導波モードの光とする。これにより、光ファイバ 2 に入射される導波モードの光が増え、S i 導波路 1 と光ファイバ 2 との間の結合効率が向上する。これにより、異なるモードフィールドを有する光導波路間の結合効率を向上させる。

明 細 書

発明の名称：光接続構造

技術分野

[0001] 本発明は、異なるモードフィールドを有する光導波路間を結合する光接続構造に関する。

背景技術

[0002] 近年、シリコン基板上に光電子デバイスを一括して集積する技術として、「シリコンフォトニクス」と呼ばれる技術が注目されている。シリコンフォトニクスでは、シリコン（Si）から形成されるコアと、石英（SiO₂）から形成されるクラッドによって導波路（以下、Si導波路ともいう。）を構成している。Si導波路の導波光を光ファイバを介して高い結合効率で伝送するには、Si導波路のモードフィールドと光ファイバのモードフィールドとを整合させる光接続構造が必要となる。

[0003] 図11に、異なるモードフィールドを有する光導波路間を結合する従来の光接続構造を例示する。この例では、Si導波路1のコア断面積を光の伝搬方向に向かって単調減少させたテーパ構造とし（例えば、非特許文献1参照。）、Si導波路1と光ファイバ2とを樹脂接着材料3によって結合させている。この例では、樹脂接着材料3が光接続構造として機能する。以下、樹脂接着材料3を従来の光接続構造100'とする。

[0004] なお、図11において、z軸は光の伝搬方向（光軸に沿った方向）を示し、y軸は鉛直方向、x軸は水平方向を示している。また、Si導波路1はコア（Si導波路コア）1-1とクラッド（Si導波路クラッド）1-2とから構成され、光ファイバ2はコア（ファイバコア）2-1とクラッド（ファイバクラッド）2-2とから構成されている。Si導波路1において、Si導波路コア1-1は、その断面積を光の伝搬方向に向かって単調減少させたテーパ構造とされている。また、Si導波路1の光軸と光ファイバ2の光軸とは、一致するように位置調整されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1: Yin Xiaojie, “Design and Simulation Analysis of Spot-Size Converter in Silicon-On-Insulator”, CLEO/Pacific Rim 2009

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、図11に示した従来の光接続構造100'では、テーパ構造とされたSi導波路コア1-1の先端の作製ばらつき等により、Si導波路1のモードフィールドと光ファイバ2のモードフィールドとが十分に結合しない場合がある。
- [0007] 図12Aおよび図12Bに、図11におけるSi導波路1と光ファイバ2との間の導波分布を例示する。図12Aは、y軸方向から見た規格化電力分布を示し、図12Bは導波解析を基に得られた光ファイバ面内のモードフィールド分布（実線）を示している。図12Aおよび図12Bに示すように、Si導波路1の端面から出射される光は、光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光を多く含む。このため、テーパ構造とされたSi導波路コア1-1の先端の作製ばらつき等により、結果として光ファイバ2との結合効率が低下する。この例において、結合効率CEは、-1.4dBまで低下している。
- [0008] 本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、異なるモードフィールドを有する光導波路間の結合効率を向上させることができる光接続構造を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] このような目的を達成するために本発明は、異なるモードフィールドを有する第1の光導波路(1)と第2の光導波路(2)との間を結合する光接続構造(100)において、前記第1の光導波路と前記第2の光導波路との間の光の伝搬路に設けられ、前記第1の光導波路から出射され光軸から離れて

いく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路を変えて、自身を通過する導波モードの光とする光学体（10）を備えることを特徴とする。

[0010] 本発明において、光学体は、第1の光導波路から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路を変えて、自身を通過する導波モードの光とする。これにより、第2の光導波路に入射される導波モードの光が増え、第1の光導波路と第2の光導波路との間の結合効率が向上する。

[0011] なお、上記説明では、一例として、発明の構成要素に対応する図面上の構成要素を、括弧を付した参照符号によって示している。

発明の効果

[0012] 以上説明したように、本発明によれば、第1の光導波路と第2の光導波路との間の光の伝搬路に、第1の光導波路から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路を変えて、自身を通過する導波モードの光とする光学体を設けるようにしたので、第2の光導波路に入射される導波モードの光を増やすようにして、異なるモードフィールドを有する光導波路間の結合効率を向上させることができるようになる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1A]図1Aは、本発明の実施の形態に係る光接続構造を模式的に示す側面図である。

[図1B]図1Bは、図1Aの**1b-1b**線における断面図である。

[図2A]図2Aは、この光接続構造を用いたS i 導波路と光ファイバとの間の導波分布を例示する図である。

[図2B]図2Bは、この光接続構造を用いたS i 導波路と光ファイバとの間の導波分布を例示する図である。

[図3]図3は、アレイ状に配置された複数の光学体から光学体を構成した例を示す図である。

[図4]図4は、支持体を曲面状とした例を示す図である。

[図5]図5は、支持体の下面に光学体を接合するようにした例を示す図である。

。

[図6]図6は、トラス構造の支持体を設けるようにした例を示す斜視図である。

。

[図7]図7は、錐台状とされた支持体を設けるようにした例を示す図である。

[図8A]図8Aは、錐台状とされた支持体の下面中央部に空隙（凹部）を設けるようにした例を示す図である。

[図8B]図8Bは、図8AのVIII b－VIII b線における断面図である。

[図9]図9は、支持体を円柱状の立体物とした例を示す図である。

[図10]図10は、支持体を山状の立体物とした例を示す図である。

[図11]図11は、従来の光接続構造を例示する図である。

[図12A]図12Aは、従来の光接続構造におけるS i 導波路と光ファイバとの間の導波分布を例示する図である。

[図12B]図12Bは、従来の光接続構造におけるS i 導波路と光ファイバとの間の導波分布を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0015] 図1Aおよび図1Bは本発明の実施の形態に係る光接続構造を示す模式図であり、図1Aは側面図、図1Bは図1AのI b－I b線における断面図である。図1Aおよび図1Bにおいて、図11を参照して説明した構成要素と同一の構成要素については同一の符号を付し、重複する説明は省略する。また、図1Aおよび図1Bにおいて、矢印201で示される方向を上方向、矢印202で示される方向を下方向とする。

[0016] 図1Aおよび図1Bにおいて、S i 導波路1と光ファイバ2とは、S i 導波路1の光軸と光ファイバ2の光軸とが一致するように位置調整されたうえ、導波路固定用基台4とV溝等を有する光軸調整用基台5とにそれぞれ固定されている。

[0017] S i 導波路1の上面、すなわちS i 導波路クラッド1-2の上面にはブロック6が接合され、光ファイバ2の上面、すなわちファイバクラッド2-2

の上面にはブロック 7 が接合されている。さらに、ブロック 6 とブロック 7 の上面には板状の橋体 8 の下面の一部が接合されて、ブロック 6 とブロック 7 との間に橋体 8 が架け渡されている。

[0018] なお、ブロック 6, 7 の材料は、熱膨張係数が小さい導波路固定用接着剤が望ましい。このブロック 6, 7 が橋体 8 の固定と支持を担う。ブロック 6, 7 の厚みは、橋体 8 が水平に支持されるように、かつ、後述する光学体 10 の光軸と S i 導波路 1 の光軸と光ファイバ 2 の光軸とが一致するように、調整される。例えば、橋体 8 の材料は、熱伝導性の高い材料（例えば、シリコン）とすることができる。

[0019] また、S i 導波路 1 の端面と光ファイバ 2 の端面との間には、S i 導波路 1 と導波路固定用基台 4 とブロック 6 と光ファイバ 2 と光軸調整用基台 5 とブロック 7 と橋体 8 とで囲まれる中空の領域（以下、「中空領域」と呼ぶ。）9 が形成されており、この中空領域 9 内にコアとして作用する光学体 10 が設けられている。

[0020] 光学体 10 は、直方体の形状を有し、S i 導波路 1 と光ファイバ 2 との間に架けられた橋体 8 に、支持体 11 を介して支持されている。光学体 10 および支持体 11 は、光硬化性樹脂から成り、一体化された部材とされている。この例では、ブロック 6 とブロック 7 との間に架けられる橋体 8 を基板として、光造形装置を用いて作製されている。また、中空領域 9 には、エポキシ系またはアクリル系の樹脂接着材料 3 が充填されている。

[0021] なお、光学体 10 は、光学体 10 の光軸と S i 導波路 1 の光軸と光ファイバ 2 の光軸とが一致するように、橋体 8 に支持体 11 を介して支持されている。また、この例において、光学体 10 の z 方向の長さは $2.5 \mu\text{m}$ 、x 方向の長さ（幅）は $2.0 \mu\text{m}$ 、y 方向の長さ（高さ）は $2.0 \mu\text{m}$ とされているものとする。また、中空領域 9 の z 方向の長さは $3 \mu\text{m}$ とされ、光学体 10 の屈折率 n_1 は、樹脂接着材料 3 の屈折率 n_2 より大きく、 $n_1 = 1.7$ 、 $n_2 = 1.5$ とされているものとする。

[0022] 支持体 11 は、光学体 10 の光軸に沿って対向して配置された第 1 の支持

体 1 1 - 1 と第 2 の支持体 1 1 - 2 とから構成されている。第 1 の支持体 1 1 - 1 および第 2 の支持体 1 1 - 2 は平板状とされており、第 1 の支持体 1 1 - 1 および第 2 の支持体 1 1 - 2 の一方側の端部に（最下部）に光学体 1 0 が形成され、第 1 の支持体 1 1 - 1 および第 2 の支持体 1 1 - 2 の他方側の端部（最上部）が橋体 8 に接合されている。

[0023] 第 1 の支持体 1 1 - 1 と第 2 の支持体 1 1 - 2 との間隔は、橋体 8 から光学体 1 0 に向かうにつれ狭められている。第 1 の支持体 1 1 - 1 と第 2 の支持体 1 1 - 2 との光学体 1 0 との接続位置における間隔は、光学体 1 0 の x 方向の幅以下とされている。第 1 の支持体 1 1 - 1 および第 2 の支持体 1 1 - 2 の z 方向の長さは、光学体 1 0 の z 方向の長さより小さいことが望ましい。また、平板状とされた第 1 の支持体 1 1 - 1 および第 2 の支持体 1 1 - 2 の厚さは、伝搬波長以下であることが望ましい。

[0024] この S i 導波路 1 と光ファイバ 2 との接続構造において、橋体 8 にその一方側の端部が接合された支持体 1 1 と、この支持体 1 1 の他方側の端部に形成された光学体 1 0 と、この光学体 1 0 と支持体 1 1 とが設けられた中空領域 9 と、この中空領域 9 に充填された樹脂接着材料 3 とによって、本実施の形態に係る光接続構造 1 0 0 が構成されている。

[0025] なお、S i 導波路 1 は、そのコア断面積を光の伝搬方向に向かって単調減少させたテーパ構造とされているものとするが、コア断面積を一定とした構造とされていてもよい。また、S i 導波路コア 1 - 1 の光軸に直交する断面の形状は長方形で、その出射端面の y 方向の長さ（高さ）は $0.2 \mu\text{m}$ 、x 方向の長さ（幅）は $0.5 \mu\text{m}$ とされているものとする。また、光ファイバ 2 のファイバコア 2 - 1 は、入射端面付近で細径化され、その直径は $4 \mu\text{m}$ とされているものとする。また、伝搬波長は $1.55 \mu\text{m}$ とする。

[0026] 図 2 A および図 2 B に、この光接続構造 1 0 0 を用いた S i 導波路 1 と光ファイバ 2 との間の導波分布を例示する。図 2 A は、y 軸方向から見た規格化電力分布を示し、図 2 B は、導波解析を基に得られた光ファイバ面内のモードフィールド分布（実線）を示している。

[0027] 本実施の形態に係る光接続構造100では、Si導波路1と光ファイバ2との間の光の伝搬路に設けられている光学体10によって、Si導波路1から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路が変えられて、光学体10自身を通過する導波モードの光とされる。これにより、光ファイバ2に入射される導波モードの光が増え、Si導波路1と光ファイバ2との間の結合効率が向上する。この例では、図2Bに示すように、ファイバ面内のモードフィールド分布が整形され、結合効率CEが -0.069 dB まで改善された。すなわち、従来の光接続構造100'では、結合効率CEが -1.4 dB （図12B）であったのに対し、本実施の形態に係る光接続構造100では -0.069 dB まで改善された。

[0028] なお、上述した実施の形態では、光学体10を直方体の形状としたが、6面体などとしてもよく、光ファイバ2に向かって光軸に垂直な面の面積が減少するような形状としても構わない。また、図3に示すように、光学体10をxy方向にアレイ状に配置された複数の光学体10aから構成されるものとしてもよい。また、図4に示すように、支持体11-1, 11-2を平板状ではなく、曲面状としてもよい。また、図5に示すように、支持体11を支持体11-1と支持体11-2とを一体的につなぐ平板状の底面11-3を有する構造とし、この支持体11の底面11-3に光学体10を接合するようにしてもよい。なお、図3, 図4, 図5および後述する図7, 図9, 図10は、それぞれ図1Bに対応する図である。

[0029] また、図6に示すように、支持体11の代わりに、トラス構造（部材同士を三角形につなぎ合わせた構造形式）の支持体12を設けるようにしてもよい。また、図7に示すように、支持体11の代わりに、錐台状とされた支持体13を設け、この支持体13の下面に光学体10を接合するようにしてもよい。なお、図7に示した例において、支持体13の下面にはz方向に貫かれた空隙13aが形成されており、この空隙13aの下側に光学体10が接合されている。また、空隙13aには樹脂接着材料3が充填されている。

[0030] また、図8Aおよび図8Bに示すように、錐台状とされた支持体13の下

面中央部に空隙（凹部）１３ｂを設け、この空隙１３ｂの下側に光学体１０を接合するようにしてもよい。なお、図８Ａは、支持体１３をｚ方向からみた図であり、図８Ｂは、図８ＡのVIII b－VIII b線における断面図である。この図では、空隙１３ｂに樹脂接着材料３を充填しているが、必ずしも空隙１３ｂに樹脂接着材料３を充填しなくてもよい。すなわち、光学体１０の上部をただの空間としてもよい。

[0031] 図８Ａおよび図８Ｂに示したように、空隙１３ｂがｚ方向に貫かれた空隙でない場合、Ｓｉ導波路１から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光は支持体１３を通過して空隙１３ｂに進入し、その一部が進路を変えられて、光学体１０自身を通過する導波モードの光とされる。空隙１３ｂがない場合には、その進路は変えられず、光学体１０自身を通過する導波モードの光とはならない。このため、光学体１０の上部に、空隙１３ｂを設ける必要がある。

[0032] また、図７に示した例では、支持体１３を錐台状としたが、支持体１３は２面以上の面を有する立体物であればよく、図９に示すような円柱状の立体物としたり、図１０に示すような山状の立体物としたりしても構わない。また、上述した実施の形態では、中空領域９に樹脂接着材料３を充填するようにしたが、必ずしも中空領域９に樹脂接着材料３を充填しなくてもよい。

[0033] 〔実施の形態の拡張〕

以上、実施の形態を参照して本発明を説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明の技術思想の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

符号の説明

[0034] １…Ｓｉ導波路、１－１…Ｓｉ導波路コア、１－２…Ｓｉ導波路クラッド、２…光ファイバ、２－１…ファイバコア、２－２…ファイバクラッド、３…樹脂接着材料、４…導波路固定用基台、５…光軸調整用基台、６，７…ブロック、８…橋体、９…中空領域、１０…光学体、１１，１２，１３…支持体、１３ａ，１３ｂ…空隙。

請求の範囲

- [請求項1] 異なるモードフィールドを有する第1の光導波路と第2の光導波路との間を結合する光接続構造において、
- 前記第1の光導波路と前記第2の光導波路との間の光の伝搬路に設けられ、前記第1の光導波路から出射され光軸から離れていく方向に伝搬する放射モードの光の一部の進路を変えて、自身を通過する導波モードの光とする光学体を備えることを特徴とする光接続構造。
- [請求項2] 請求項1に記載された光接続構造において、
- 前記光学体は、
- 前記第1の光導波路と前記第2の光導波路との間に架けられた橋体に少なくとも1つの支持体を介して支持されている
- ことを特徴とする光接続構造。
- [請求項3] 請求項2に記載された光接続構造において、
- 前記光学体は、
- 前記支持体の一方側の端部に設けられ、
- 前記支持体の他方側の端部は、
- 前記橋体に接合されている
- ことを特徴とする光接続構造。
- [請求項4] 請求項2に記載された光接続構造において
- 前記支持体は、
- 前記光学体の光軸に沿って対向して配置された第1の支持体と第2の支持体とから構成され、
- 前記光学体は、
- 前記第1の支持体および前記第2の支持体の一方側の端部に設けられ、
- 前記第1の支持体および前記第2の支持体の他方側の端部は、
- 前記橋体に接合されている

ことを特徴とする光接続構造。

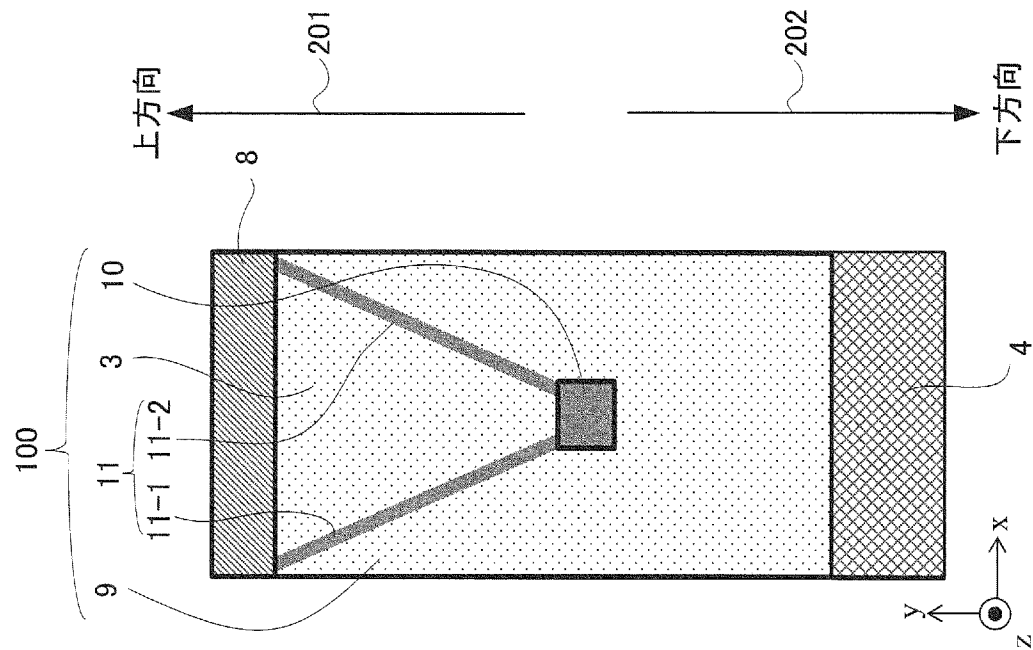
[請求項5] 請求項2に記載された光接続構造において、
前記支持体は、
2面以上の面を有する立体物とされている
ことを特徴とする光接続構造。

[請求項6] 請求項2～5の何れか1項に記載された光接続構造において、
前記光学体および前記支持体は、
光硬化性樹脂から成る
ことを特徴とする光接続構造。

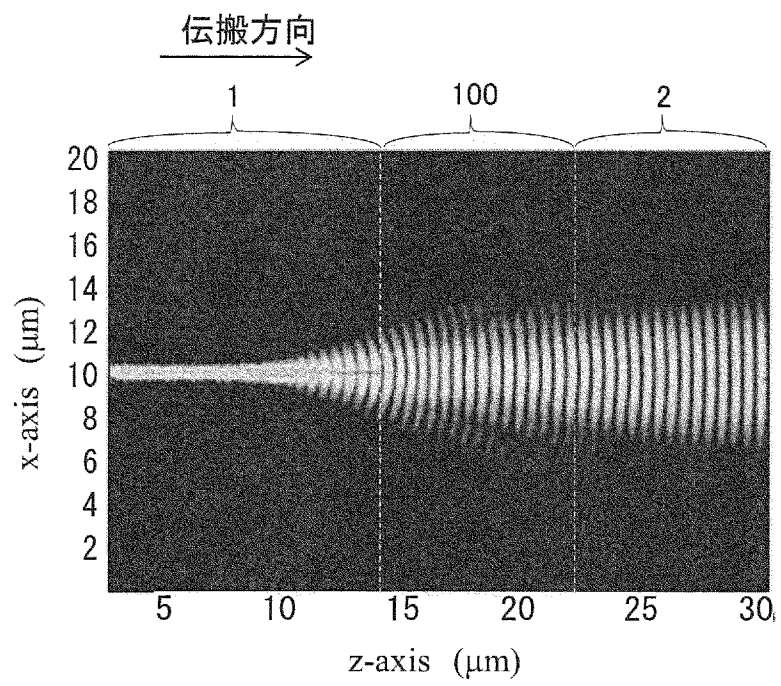
[請求項7] 請求項2～6の何れか1項に記載された光接続構造において、
前記光学体および前記支持体は、
前記第1の光導波路と前記第2の光導波路との間に形成された中空
の領域に設けられ、
前記中空の領域には、
樹脂材料が充填されており、
前記光学体の屈折率は、
前記樹脂材料の屈折率よりも大きい
ことを特徴とする光接続構造。

[請求項8] 請求項1～7の何れか1項に記載された光接続構造において、
前記第2の光導波路は、
光ファイバであり、
前記光学体の光軸に垂直な面内における最大幅は、
前記第2の光導波路のコアの直径より小さい
ことを特徴とする光接続構造。

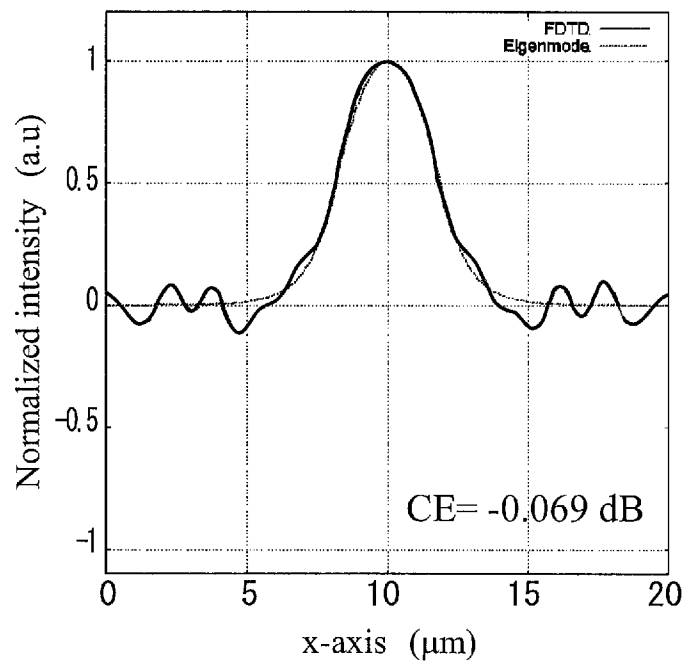
[図1B]



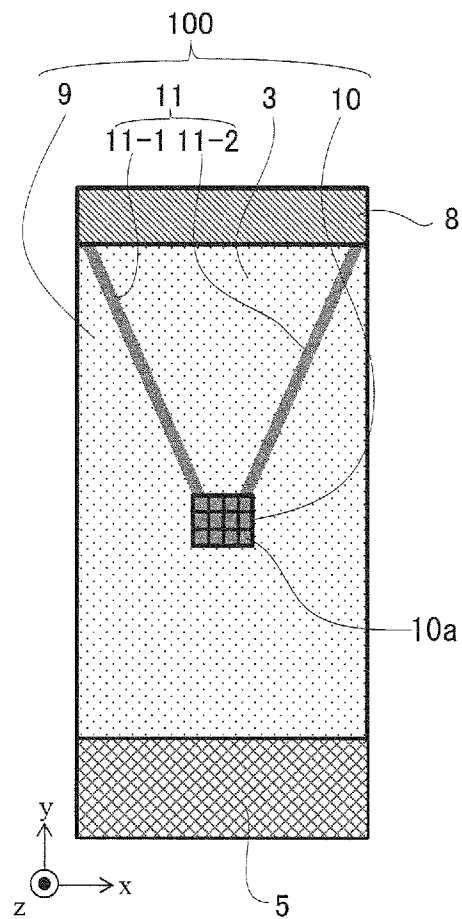
[図2A]



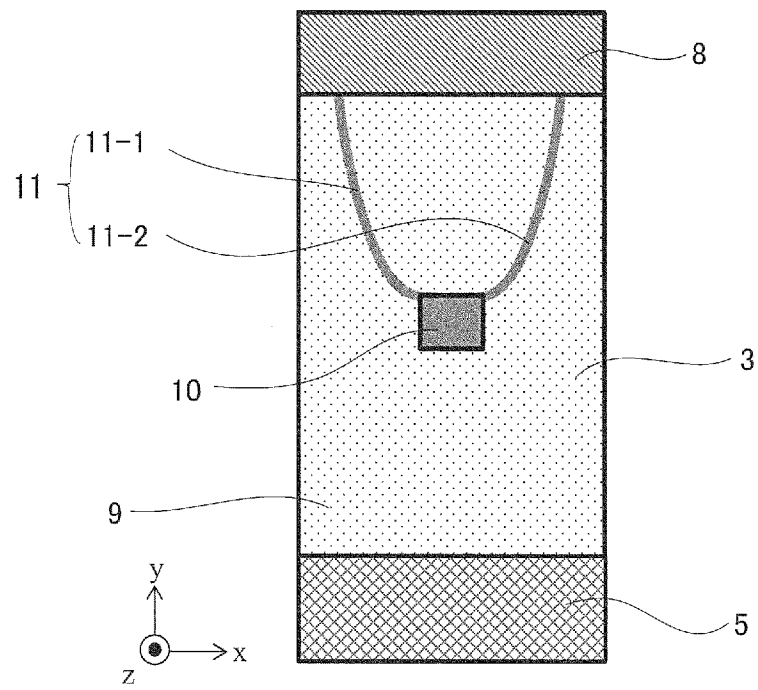
[図2B]



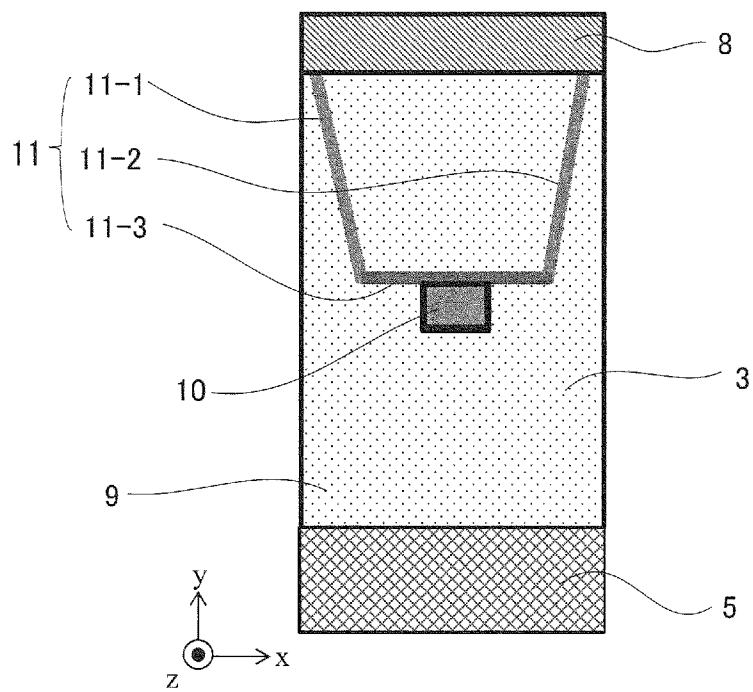
[図3]



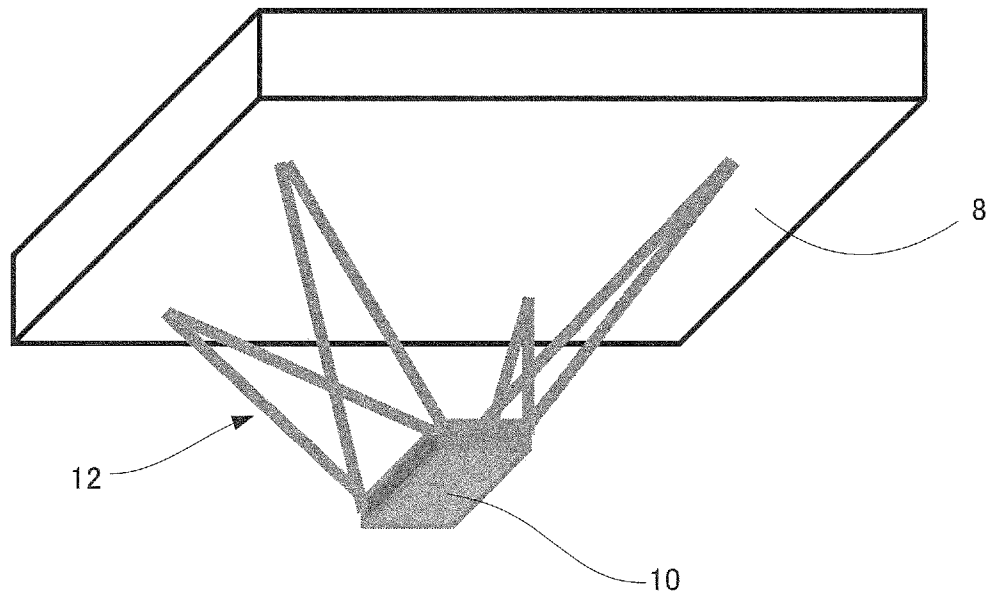
[図4]



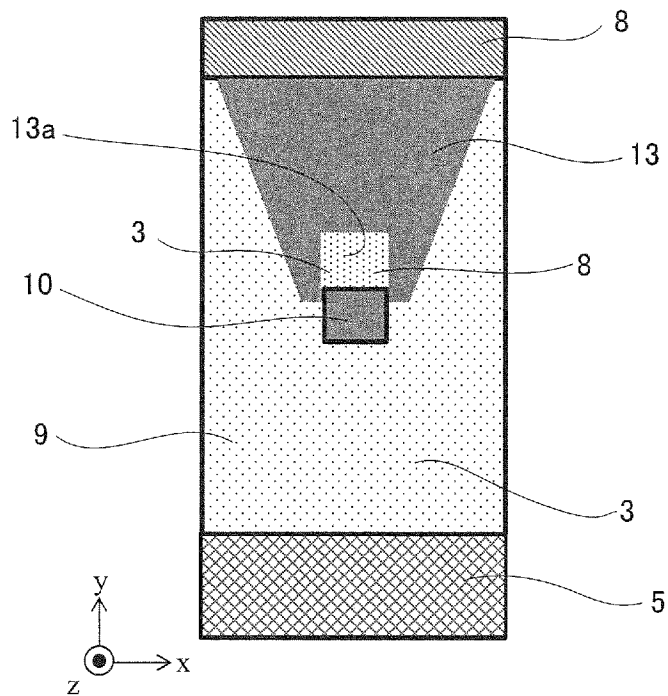
[図5]



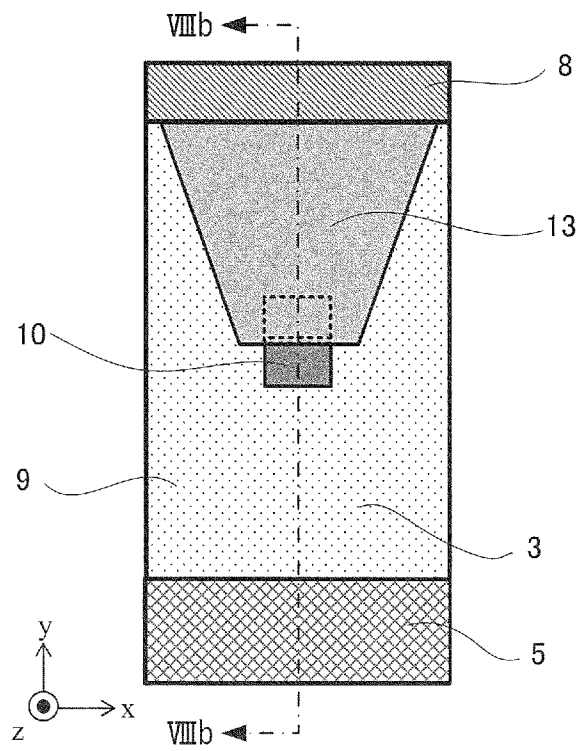
[図6]



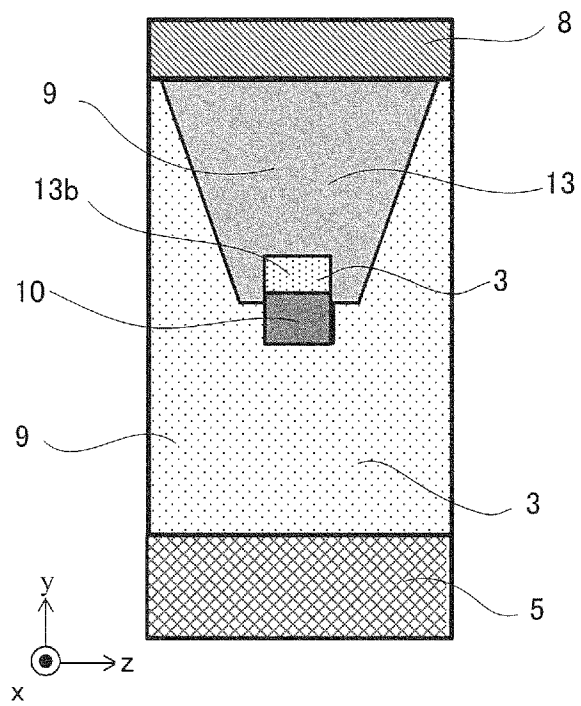
[図7]



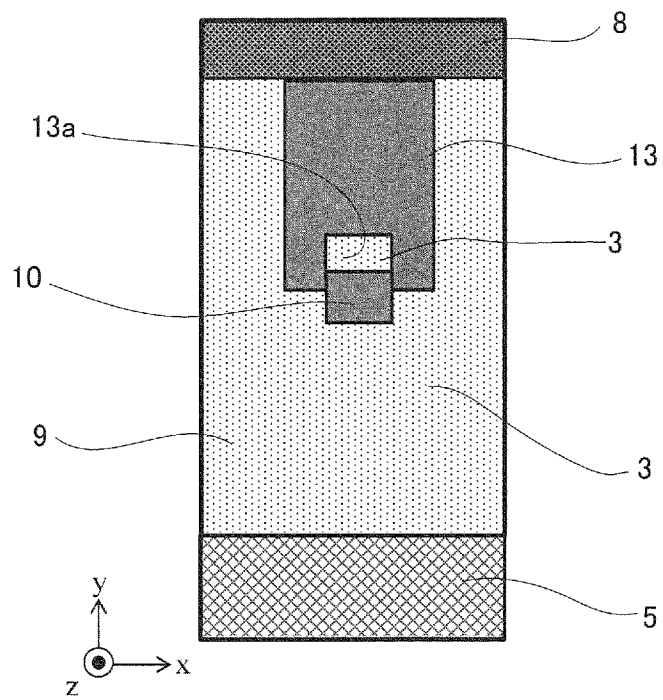
[図8A]



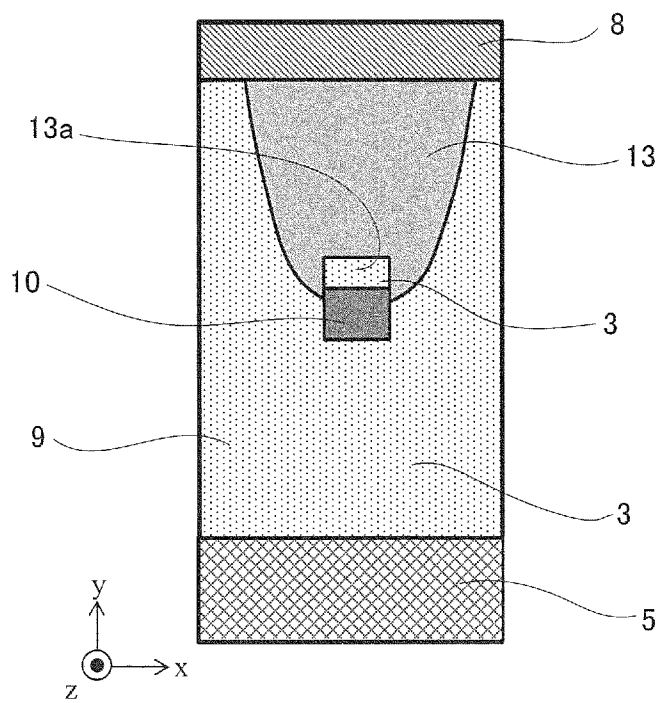
[図8B]



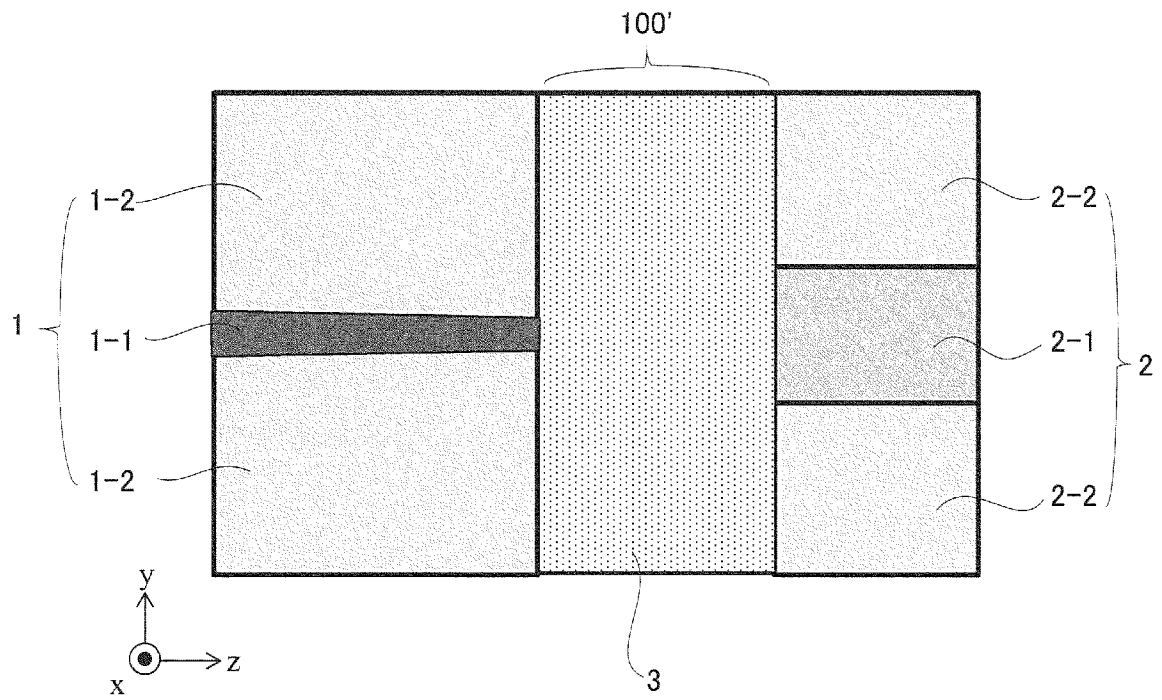
[図9]



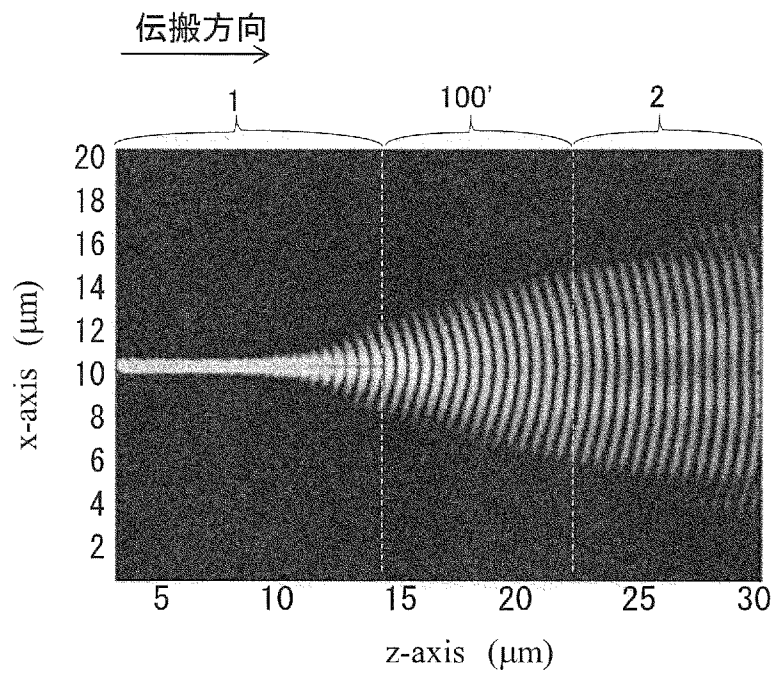
[図10]



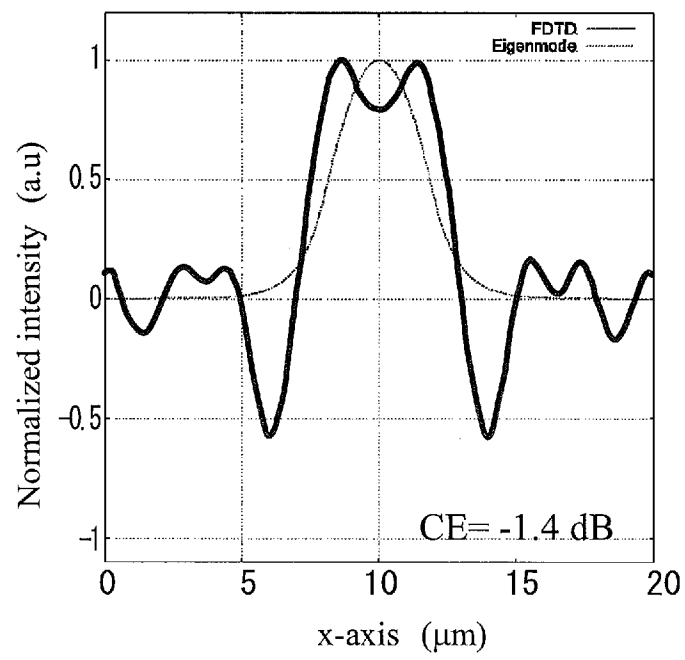
[図11]



[図12A]



[図12B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B6/30 (2006.01) i, G02B6/12 (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. G02B6/30, G02B6/12

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 Y	WO 2018/083191 A1 (KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE) 11 May 2018, page 44, line 13 to page 57, line 13, fig. 1-27 & JP 2019-533834 A, paragraphs [0119]-[0153], fig. 1-27 & US 2019/0258175 A1, paragraphs [0154]-[0198], fig. 1-27 & EP 3535615 A1 & DE 102016221464 A1 & CA 3041974 A1 & CN 109983381 A	1, 8 2-7



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
16.12.2019

Date of mailing of the international search report
07.01.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046616

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-533033 A (MULTIPHOTON OPTICS GMBH) 08 November 2018, paragraphs [0049], [0074], fig. 4-1, 4-2 & US 2018/0239096 A1, paragraphs [0072], [0096], fig. 4-1, 4-2 & WO 2017/025515 A1 & EP 3130950 A1 & TW 201721205 A & CA 2994206 A1 & KR 10-2018-0039704 A & CN 108027482 A	2-7
A	JP 2018-189875 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 29 November 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	US 9002157 B2 (LA PORTA, A.) 07 April 2015, entire text, all drawings & US 2013/0315530 A1 & GB 2502313 A & CN 103424806 A	1-8
A	US 9034222 B2 (KOOS, C.) 19 May 2015, entire text, all drawings & US 2013/0221550 A1	1-8
A	WILLIAMS et al., Fabrication of three-dimensional micro-photonic structures on the tip of optical fibers using SU-8, Optics Express, 27 October 2011, vol. 19, no. 23, pp. 22910-22922	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B6/30(2006.01)i, G02B6/12(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. G02B6/30, G02B6/12

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y	WO 2018/083191 A1 (KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE) 2018.05.11, 第44ページ第13行 - 第57ページ第13行, 図1-27 & JP 2019-533834 A, 段落[0119]-[0153], 図1-27 & US 2019/0258175 A1, 段落[0154]-[0198], Figs. 1-27 & EP 3535615 A1 & DE 102016221464 A1 & CA 3041974 A1 & CN 109983381 A	1, 8 2-7

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

16.12.2019

国際調査報告の発送日

07.01.2020

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）

岸 智史

2 L

3603

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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
Y	JP 2018-533033 A (マルチフォトン オプティクス ゲーエムベ ー) 2018.11.08, 段落[0049], [0074], 図 4-1, 4-2 & US 2018/0239096 A1, 段落[0072], [0096], Figs. 4-1, 4-2 & WO 2017/025515 A1 & EP 3130950 A1 & TW 201721205 A & CA 2994206 A1 & KR 10-2018-0039704 A & CN 108027482 A	2-7
A	JP 2018-189875 A (日本電信電話株式会社) 2018.11.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 9002157 B2 (LA PORTA, Antonio) 2015.04.07, 全文, 全図 & US 2013/0315530 A1 & GB 2502313 A & CN 103424806 A	1-8
A	US 9034222 B2 (KOOS, Christian) 2015.05.19, 全文, 全図 & US 2013/0221550 A1	1-8
A	WILLIAMS et al., Fabrication of three-dimensional micro-photonic structures on the tip of optical fibers using SU-8, Optics Express, 2011.10.27, Vol.19, No.23, pp.22910-22922	1-8