

(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
2024年12月12日(12.12.2024)



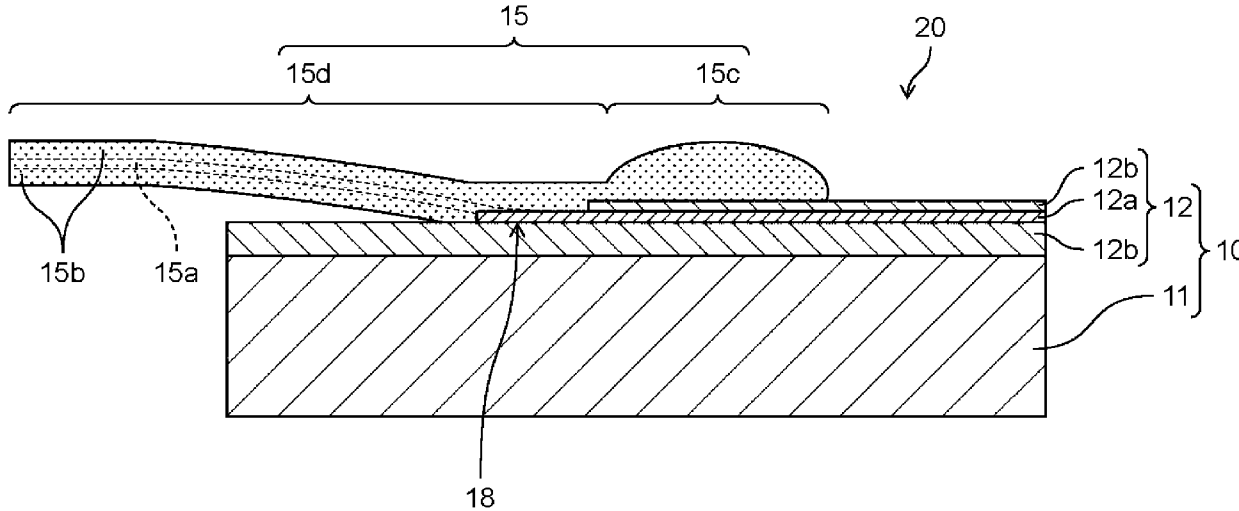
(10) 国際公開番号

WO 2024/252770 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/26 (2006.01) G02B 6/138 (2006.01)
G02B 6/124 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/013708
- (22) 国際出願日: 2024年4月3日(03.04.2024)
- (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 2023-092499 2023年6月5日(05.06.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町 2 2 番 6 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 黒川 あや (KUROKAWA Aya). 櫻井 大輔 (SAKURAI Daisuke). 糸井 清一 (ITOI Kiyokazu). 隈川 隆博 (KUMAKAWA Takahiro). 中村 浩二郎 (NAKAMURA Kojiro).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5710057 大阪府門真市元町 2 2 番 6 号 パナソニック IP マネジメント株式会社内 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION PATH AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 光伝送路及びその製造方法



(57) Abstract: An optical transmission path (15) that is formed in an optical element (10) having an optical waveguide (12) and that transmits light emitted from an optical input/output unit (18) provided to the optical waveguide (12) comprises a connection part (15c) that is connected to the optical waveguide (12), and a transmission line part (15d) that extends from the connection part (15c). The connection part (15c) is connected to the optical waveguide (12) while avoiding the optical input/output part (18), and has a larger width than the transmission line part (15d).

(57) 要約: 光導波路 (12) を有する光素子 (10) に形成され、光導波路 (12) が備える光入出力部 (18) から出射される光を伝送する光伝送路 (15) は、光導波路 (12) と接続する接続部 (15c) と、接続部 (15c) から伸びる伝送線路部 (15d) とを備える。接続部 (15c) は、光入出力部 (18) を避けて光導波路 (12) に接続され、且つ、伝送線路部 (15d) よりも幅が広い。

[続葉有]

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

明 細 書

発明の名称：光伝送路及びその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、素子上の光伝送路の光を伝送する光伝送路と、その製造方法に関する。

背景技術

[0002] 高速且つ大容量のデジタル通信のために、電気信号を伝達する電気通信モジュールに代えて、光通信モジュールが多方面で実用化されている。

[0003] 光通信モジュールには、入力された電気信号を光信号に変換して送信する機能と、光ファイバーから光信号を受信し、これを電気信号に復元して出力する機能が要求される。光信号の送信にはLED (Light Emitting Diode) や VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 等の発光素子が用いられ、また、光信号の受信にはPD (Photo Diode) 等の受光素子が用いられる。発光素子と駆動回路とは電氣的に接続される。受光素子と増幅回路とについても、同様に電氣的に接続される。

[0004] 光ファイバー、光電変換素子等を効率良く結合するための技術として、光導波路デバイスを利用してハイブリッド集積を行う光インターコネクション技術が注目されている。

[0005] 例えば、特許文献1では、熱可塑性の材料を用いて光伝送路を形成する。特許文献1では、シリコン製の基盤体に形状に沿って、光回路における第1の光伝送端から第2の光伝送端までを繋ぐアーチ状の光伝送路が形成される。その際、熱可塑性のコア材料及びクラッド材料がそれぞれ別のタンクから供給される二重管構造であり、三次元方向に移動可能なキャピラリが用いられる。このようなキャピラリを基盤体に沿って移動させながら、コア材料及びクラッド材料を加熱して射出して凝固させることで配線を行う。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平 1 0－6 8 8 3 6 号公報

発明の概要

[0007] 特許文献 1 の方法では、光伝送路の径が細くなり、光素子と光伝送路との接続部における接続強度が弱くなりやすい。つまり、小さな衝撃等によって、接続が外れやすい。

[0008] 本開示は、光伝送路に関して、持ち運びの際、使用の際等の振動、衝撃等により光素子と光伝送路との接続が外れること等を抑制することを目的とする。

[0009] 本開示の光伝送路は、光導波路を有する光素子に形成され、光導波路が備える光入出力部から出射される光を伝送する。当該光伝送路は、光導波路と接続する接続部と、当該接続部から伸びる伝送線路部とを備える。接続部は、光入出力部を避けて光導波路に接続され、且つ、伝送線路部よりも幅が広い。

[0010] 本開示の光伝送モジュールは、光導波路を有する光素子と、本開示の光伝送路とを備える。

[0011] 本開示の光伝送路の製造方法は、光導波路を有する光素子に形成され、光導波路の光入出力部から出射される光を伝送する光伝送路の製造方法である。材料供給部を移動させながら、液状の樹脂材料を供給する供給工程と、供給される樹脂材料を順次硬化して、空中に伸びるワイヤー状に前記樹脂材料を硬化させる硬化工程を含む。

[0012] 本開示の光伝送路によると、光入出力部を避けて光導波路に接続された接続部が、伝送線路部よりも広い幅を有するので、接続の強度が向上している。これにより、衝撃等により光素子と光伝送路との接続が外れることが抑制される。本開示の光伝送路の製造方法によると、本開示の光伝送路を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図 1 は、本開示の光伝送モジュールを模式的に示す断面図である。

[図2]図 2 は、図 1 の光伝送モジュールに対応する平面図である。

[図3]図3は、本開示の第1の変形例の光伝送モジュールを模式的に示す断面図である。

[図4]図4は、図3の光伝送モジュールに対応する平面図である。

[図5]図5は、本開示の第3の変形例の光伝送モジュールを模式的に示す断面図である。

[図6]図6は、図5の光伝送モジュールに対応する平面図である。

[図7]図7は、図1の光伝送モジュールを例として、本開示の光伝送路の製造方法を説明する図である。

[図8]図8は、本開示の光伝送路を製造する際の第1のシーケンス例を示す図である。

[図9]図9は、本開示の光伝送路を製造する際の第2のシーケンス例を示す図である。

[図10]図10は、本開示の光伝送路を製造する際の第3のシーケンス例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、実施形態を図面に基づいて説明する。以下の説明は例示であって、これらに限定するものではない。また、効果を発揮する範囲内において、適宜変更可能である。

[0015] <光伝送路の構成>

図1は、本開示の実施形態に係る光伝送モジュール20を模式的に示す断面図であり、図2は、図1において上方から見た光伝送モジュール20の模式的な平面図である。

[0016] 図1及び図2に示すように、光伝送モジュール20は、光素子10及び光伝送路15を含む。光伝送路15は、光素子10に備えられた光導波路12と光学的に接続されている。

[0017] 光伝送路15における接続部15cは、ここから伸びる伝送線路部15dに比べて幅が広く、しずく状の形状となっている。これにより、接続部15cと光導波路12との接続面積が大きくなり、衝撃等により外れることが抑

制される。尚、図1の例では、接続部15cは厚さ方向にも丸みを伴って膨らんだ形状である。

[0018] また、接続部15cは、光素子10における光入出力部18を避けて配置されているので、光導波路12と光伝送路15との光学的接続に対する悪影響は避けられている。

[0019] これらのことについて、以下に更に説明する。

[0020] 光素子10は、例えばレーザー等の発光素子、フォトダイオード等の受光素子、SiPh (Silicon Photonics)、PLC (Planar Lightwave Circuit、平面光回路)、光ファイバー等であり、Siウエハ、GaAs等からなっているも良い。また、光素子10は、例えばシリコン基板上に堆積された石英ガラス薄膜からなる平面光波回路でも良い。

[0021] 光素子10は、基板11と、基板11上に設けられた光導波路12とを備える。光導波路12は、第1のクラッド層12bと、当該第1のクラッド層12bに包まれた第1のコア層12aとを含む。本実施形態では、第1のクラッド層12bは、基板11の上面を覆うように形成されている。第1のクラッド層12bの内部に埋め込まれるように、例えば直径2～3 μ mの第1のコア層12aが形成されている。

[0022] 図2に示すように、光導波路12における第1のコア層12aは、先端が細くなったテーパ形状を有する。また、当該テーパ形状の部分を含む領域の第1のクラッド層12bが除去されて、第1のコア層12aが露出している。これにより、テーパ形状部分の第1のコア層12aから光導波路12の外に光が漏れ出る光入出力部18が構成される。

[0023] 第1のコア層12aは、例えば、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術等を用いて、SOI (silicon on insulator) 基板の表面シリコン層をパターンニングすることにより形成される。第1のクラッド層12bは、例えば、プラズマCVD等の公知の堆積技術を用い、酸化シリコン (SiO₂) を材料として基板11上に形成される。

[0024] 光導波路12の構成として、上記の他に、石英ガラス、有機物であるポリ

マー、Si、シリコンナイトライド（SiN）、ガリウムヒ素、インジウムリン（InP）等の半導体を材料としても良い。

[0025] 尚、図2では第1のコア層12a（及びその端部の光入出力部18）を1つだけ示しているが、光素子10において複数の第1のコア層12aを形成し、それぞれに対して光伝送路15を設けても良い。

[0026] 次に、光伝送路15は、光が透過する樹脂からなる第2のコア層15aと、当該第2のコア層15aを覆う第2のクラッド層15bとを含む。第2のコア層15aは、光導波路12により入出力される光の波長における透過率が高い材料からなることが好ましい。

[0027] 光伝送路15は、SI（step index）型及びGI（graded index）型のいずれの構造でも良い。SI型とは、コア層とクラッド層とが明確な屈折率の界面を形成し、その界面における反射により光を伝播させる形式である。また、GI型とは、コア層の中心において最も屈折率が高く、外側に向かうにつれて徐々に屈折率が減少するように構成され、コア層の中心に光が誘導されて伝播する形式である。ここで、GI型は、コア同士のピッチを小さくしてもクロストークが発生しない。また、理論上、界面反射による伝播損失も発生しない。従って、高密度且つ長距離の光導波路が必要となる光・電気混載基板では、GI型の光導波路が望ましい。但し、本開示の技術はSI型にも適用可能である。

[0028] 光伝送路15における接続部15cは、第2のクラッド層15bからなり、光導波路12の第1のクラッド層12b上に接続されている。接続部15cは、伝送線路部15dよりも広い幅に膨らんだしずく状の形状を備える。従って、接続面積が大きくなり、接続部15cと第1のクラッド層12bとの接続の強度が高くなっている。尚、接続部15cは、幅と共に厚さも伝送線路部15dの径よりも大きく膨らんでいる。

[0029] また、接続部15cは、光素子10における光入出力部18上を避けて接続されている。これにより、光伝送路15と光導波路12との物理的な接続が行われている（伝送線路部15dも、部分的に物理的な接続に寄与するこ

とは可能である)。また、光伝送路15における第2のコア層15aは、その先端が光導波路12における第1のコア層12aと接続するように形成されている。これにより、光導波路12と光伝送路15とは光学的に接続され、互いに光が伝送される。

[0030] 以上のように、光伝送路15において光が通過する第2のコア層15aが光導波路12の第1のコア層12aと接続されて、光を伝送するための光学的な接続が実現している。その上で、光伝送路15の第2のクラッド層15bからなる接続部15cは、しずく状に広がって大きな接続面積を確保している。これにより、接続部15cを備えずに伝送線路部15dによって光導波路12に接続する場合に比べて、接続の強度が向上し、衝撃により光伝送路15が外れる等の不具合を抑制することができる。

[0031] 光伝送路15について、第2のコア層15aの直径は例えば8~9 μm 程度であり、第2のクラッド層15bの直径は例えば120 μm 程度である。

[0032] 光伝送路15は、光硬化性樹脂を用いて形成することができる(製造方法は後述する)。硬化の機構は、ラジカル重合、カチオン重合その他、特に限定はされない。

[0033] 光伝送路15の第2のクラッド層15bの材料としては、2官能アクリレート化合物(例えば、2, 2-bis[4-(アクリルオキシジエトキシ)フェニル]プロパン)及びラジカル発生剤(例えば、テトラ-n-ブチルアンモニウムトリフェニル-n-ブチルボレート)、紫外線波長に反応性を有する光増感剤色素等が挙げられる。また、第2のコア層15aの材料としては、上記の材料の他、赤外線波長に反応性を有する光増感剤色素のジイモニウム色素等が挙げられる。更に、第2のコア層15a及び第2のクラッド層15bを形成するための樹脂材料は、いずれも、熱によっても硬化が促進される材料であることが好ましい。

[0034] (光伝送モジュールに関する変形例)

光導波路12と光伝送路15との接続形態としては、図1及び図2に示すものには限られない。以下に、接続形態の他の例を示す。

[0035] (第1の変形例)

第1の変形例として、図3及び図4に、エッジカプラを構成する光伝送モジュール20aを示す。この例において、光素子10が基板11上に設けられた光導波路12を備え、光導波路12が第1のクラッド層12b及び第1のコア層12aを備えることは、図1及び図2の光伝送モジュール20と同様である。

[0036] 但し、本変形例では、第1のコア層12aは第1のクラッド層12bに包まれた状態で光素子10の端面まで伸びており、当該端面に露出する先端部分に光入出力部18が構成されている。

[0037] また、光伝送路15は、光入出力部18の位置において端面から伸びるように形成される。この際、接続部15cは、光素子10における第1のクラッド層12bの上面に接続され、且つ、伝送線路部15dよりも幅が大きく、しずく状に広がった形状となっている。これにより、接続の強度が向上する。

[0038] また、第2のコア層15aが第1のコア層12aと接続されており、光導波路12と光伝送路15との光学的な接続が実現している。

[0039] (第2の変形例)

第2の変形例として、図5及び図6に、グレーティングカプラを構成する光伝送モジュール20bを示す。ここでも、光素子10が基板11上に設けられた光導波路12を備え、光導波路12が第1のクラッド層12b及び第1のコア層12aを備えることは、図1及び図2の光伝送モジュール20と同様である。

[0040] この例において、第1のコア層12aの端部に回折格子が設けられ（図5では黒い正方形の並びにより示す。図6では第1のコア層12aの端部の扇型に広がった部分で示す）、この回折格子において光が漏れ出す光入出力部18が構成される。

[0041] 光伝送路15は、光入出力部18を避けて接続部15cが第1のクラッド層12b上に接続され、光入出力部18に第2のコア層15aが接続される

ように伝送線路部 15 d が設けられている。このような構成においても、しずく状に広がった形状の接続部 15 c を設けることで接続の強度が向上する。

[0042] <光伝送路の製造方法>

次に、本開示の光伝送路 15 の製造方法について説明する。図 7 は、図 1 に対応する光素子 10 において、光伝送路 15 を形成する工程を示す。尚、図 3 ～図 6 に示す変形例においても、光伝送路 15 の製造方法については同様である。

[0043] 初めに概要を述べると、本開示の方法では、光伝送路 15 を形成するための樹脂材料 43 を供給するために、材料供給部としてキャピラリ 41（先端部のみを図示）を用いる。キャピラリ 41 は、移動しながら、その先端から液状の樹脂材料 43 を吐出（供給）することができる。液状の樹脂材料 43 としては、光硬化性樹脂を用いる。また、樹脂材料 43 を硬化させるために、外部から照射する第 1 の波長の光 45 と、光導波路 12 から照射する第 2 の波長の光 44 とを用いる。

[0044] キャピラリ 41 の先端を移動させながら樹脂材料 43 を吐出し、キャピラリ 41 の移動に連動して焦点の位置を移動させながら第 1 の波長の光 45 を照射する。また、光導波路 12 を通じて第 2 の波長の光 44 を照射する。吐出された樹脂材料 43 が順次硬化され、キャピラリ 41 の先端が移動する軌跡に応じて光伝送路 15 が形成される。これにより、光伝送路 15 を、他の物体に沿って形成することも可能であるし、空中に伸びるワイヤー状に形成することも可能である。尚、空中に伸びるワイヤー状に樹脂を硬化させるだけであれば、第 1 の波長の光 45 のみでも実現できる。

[0045] この際、光伝送路 15 の周囲を第 1 の波長の光 45 により硬化させると共に、第 2 の波長の光 44 により中心部を硬化させる。このためには、例えば、第 1 の波長の光 45 の強度を調節し、樹脂材料 43 の全体が硬化するだけのエネルギーを与えないようにする。

[0046] 以上のようにして、第 2 のコア層 15 a と、これを包む第 2 のクラッド層

15bとを備える光伝送路15が形成される。

[0047] また、光素子10に対する光伝送路15の固定をより確実にするために、光入出力部18を避けた位置に接続部15cを形成する。つまり、光入出力部18を避けた第1のコア層12a上に、キャピラリ41の先端を配置して樹脂材料43の吐出を開始する。この際、伝送線路部15dを形成する際よりも樹脂材料43を多く吐出して、第1の波長の光45を照射する。これにより、伝送線路部15dよりも幅が大きくなった接続部15cを形成する。接続部15cは、第2のクラッド層15bにより構成される。

[0048] 接続部15cがしずく状に広がった形状を有することで、大きな接続面積が確保され、固定の確実性が向上する。従って、信頼性の高い光伝送モジュール20となる。

[0049] 尚、光伝送路の固定を確実にするために、従来、光入出力部に合わせて固定した光伝送路の先端を覆うように素子上に樹脂材料を塗り広げることが行われていた。この場合、樹脂材料のロスが多くなる。これに比べ、本開示の方法では、樹脂材料のロスが少なく、コストが低減される。

[0050] 接続部15cを形成した後、光伝送路15を通過するようにキャピラリ41を移動し、接続部15cから繋がった伝送線路部15dを形成する。第2の波長の光44により、伝送線路部15dの中心側に第2のコア層15aが形成される。更に、光素子10の上面から離れるようにキャピラリ41を移動し（矢印42に示す）、空中に伸びる部分の伝送線路部15dを形成する。

[0051] 図7において、吐出されて硬化する途中の樹脂材料43内に、形成途中の第2のコア層15aを示している。光入出力部18付近において樹脂材料43内に第2のコア層15aの一部が形成されると、当該第2のコア層15aにより第2の波長の光44が伝播され、その先の部分に更に第2のコア層15aを形成する。これが連続することで、ワイヤー状に硬化する樹脂材料43内に、第2のコア層15aを伸ばすことができる。

[0052] 樹脂材料43としては、赤外線硬化樹脂と、紫外線硬化樹脂との混合物を

用いることが好ましい。このような樹脂材料43は、キャピラリ41に繋がったタンクに充填され、キャピラリ41の先端から制御された量が吐出される。

[0053] 第1の波長の光45は、キャピラリ41の移動と連動して、吐出される樹脂材料43に外部から焦点を合わせて照射する。これにより、光伝送路15を外周から硬化させて、空中に伸びるワイヤー状に形成する。第1の波長の光45は、主に第2のクラッド層15bの形成に寄与する。

[0054] 第1の波長の光45としては、波長が150～500nm程度である紫外線レーザーが好ましい。また、フェムト秒単位のパルス幅を有するフェムト秒レーザーを用いることが好ましい。フェムト秒レーザーを用いると、レーザーの焦点を合わせたキャピラリ41の先端部においてのみ樹脂を硬化し、その周辺における樹脂の硬化を避けることができる。従って、高精度に光伝送路15を形成することができる。

[0055] 第2の波長の光44は、光導波路12の第1のコア層12aから照射する。これにより、光伝送路15の中心部を硬化させる。第2の波長の光44は、主に第2のコア層15aの形成に寄与する。

[0056] 第2の波長の光44としては、波長が1300～1550nm程度である赤外線レーザーが好ましい。これは、VCSEL等の光素子10が動作する際に発光する光であっても良いし、光導波路12に接続された光ファイバー等から入射される光であっても良い。

[0057] 第1の波長の光45、第2の波長の光44の照射による光硬化を完了した後、必要に応じて、熱による硬化を更に行っても良い。つまり、光による仮硬化を行って光伝送路15を形成した後、加熱して最終硬化（ポストバーク）を行い、光伝送路15を完成させる工程でもよい。ポストバークとしては、例えば、ホットプレート、オーブン等を用い、50～300℃の温度範囲にて、1～120分程度の加熱を行い、硬化（重合）を完結させる。

[0058] 尚、以上では、先端から樹脂材料43を吐出するキャピラリを材料供給部として用いることを説明した。しかし、材料供給部としてはこれには限られ

ない。例えば、ニードルを用いても良い。ニードルとしては、注射針のような先端の伸びた中空の針を用いることができる。この場合、キャピラリ同様に先端から樹脂材料43を吐出する形で材料を供給でき、且つ、金属等の遮光性の材料からなる針とすることで、内部で樹脂が硬化することを抑制できる。また、ニードルとして、中空構造ではない円錐、円柱等の形状の針を用い、その表面に液体の樹脂材料43を伝わらせる形で材料を供給することもできる。この場合は、針の途中で樹脂材料43が硬化することを避けるために、光の照射範囲を限定することが望ましい。

[0059] 次に、光伝送路15を形成するための光硬化のシーケンス例を説明する。

[0060] (第1のシーケンス例)

図8に、第1のシーケンス例を示す。第1のシーケンス例では、まず、キャピラリ41から樹脂材料43を供給（吐出）する樹脂供給工程を開始する。上記の通り、吐出を解する位置は、光入出力部18を避けた位置である。続いて、キャピラリ41の移動に連動して焦点の位置を移動しながら、第1の波長の光45を照射して、吐出された樹脂材料43をワイヤー状に硬化する樹脂硬化工程1を開始する。

[0061] その後、第1のコア層12aから第2の波長の光44を照射して、伝送線路部15dの中心側を硬化させる樹脂硬化工程2を開始する。想定量の樹脂材料43を供給した後、樹脂供給工程を終了する。その後、樹脂硬化工程1及び樹脂硬化工程2を順次終了する。

[0062] 以上のシーケンスでは、第1の波長の光45により樹脂材料43の外周から硬化し、未硬化の中心側を第2の波長の光44により硬化する。これにより、中心側から外側に向かって屈折率が徐々に減少するGI型の光伝送路15を実現できる。第2のコア層15aと第2のクラッド層15bとは一体に成形されるので接合強度が高く、これらの剥離は抑制される。

[0063] (第2のシーケンス例)

図9に、第2のシーケンス例を示す。第2のシーケンス例においても、まず、キャピラリ41から樹脂材料43を供給（吐出）する樹脂供給工程を開

始する。続いて、キャピラリ 4 1 の移動に連動して焦点の位置を移動しながら、第 1 の波長の光 4 5 を照射して、吐出された樹脂材料 4 3 を硬化する樹脂硬化工程 1 を開始する。ここで、第 1 の波長の光 4 5 の強度を、樹脂供給工程 2 の中心側が未硬化となるように調製する。

[0064] 次に、想定量の樹脂材料 4 3 を供給した後、樹脂供給工程を終了する。また、第 1 の波長の光 4 5 により、ワイヤー状に樹脂材料 4 3 の外周側を硬化させた後、樹脂硬化工程 1 を終了する。

[0065] この後、第 1 のコア層 1 2 a から第 2 の波長の光 4 4 を照射して、伝送線路部 1 5 d の中心側を硬化させる樹脂硬化工程 2 を開始する。中心側の硬化が硬化した後、樹脂硬化工程 2 を終了する。

[0066] このシーケンスにおいても、中心側から外側に向かって屈折率が徐々に減少する GI 型の光伝送路 1 5 を実現できる。この場合も、第 2 のコア層 1 5 a と第 2 のクラッド層 1 5 b との接合強度が高く、これらの剥離は抑制される。

[0067] (第 3 のシーケンス例)

図 1 0 に、第 3 のシーケンス例を示す。第 3 のシーケンス例においても、まず、キャピラリ 4 1 から樹脂材料 4 3 を供給（吐出）する樹脂供給工程を開始する。続いて、第 3 のシーケンス例では、先に、第 2 の波長の光 4 4 を照射して樹脂材料 4 3 の中心側を硬化させる樹脂硬化工程 2 を開始する。これに続いて、第 1 の波長の光 4 5 を照射して、樹脂材料 4 3 を外周側から硬化させる樹脂硬化工程 1 を開始する。

[0068] 想定量の樹脂材料 4 3 を供給した後、樹脂供給工程を終了する。その後、樹脂硬化工程 2、樹脂硬化工程 1 を順次終了する。

[0069] このシーケンスでは、先に第 2 のコア層 1 5 a が形成され、その後、第 2 のコア層 1 5 a の外側に第 2 のクラッド層 1 5 b が形成される。この場合、第 1 及び第 2 のシーケンスとは異なり、第 2 のコア層 1 5 a と第 2 のクラッド層 1 5 b との界面を有する SI 型の光伝送路 1 5 が形成される。

[0070] 以上に説明した各実施形態について、特許請求の範囲の趣旨から逸脱しな

い範囲で形態や詳細の変更は可能である。また、各実施形態の内容は、本開示の対象の機能を損なわない限り、適宜組み合わせ及び置換が可能である。

産業上の利用可能性

[0071] 本開示の技術によると、光伝送路の光素子に対する接続の強度が向上しており、光伝送路及びこれを備える光伝送モジュールとして有用である。また、接続の強度の向上した光伝送路の製造方法として有用である。

符号の説明

[0072]	1 0	光素子
	1 1	基板
	1 2	光導波路
	1 2 a	第 1 のコア層
	1 2 b	第 1 のクラッド層
	1 5	光伝送路
	1 5 a	第 2 のコア層
	1 5 b	第 2 のクラッド層
	1 5 c	接続部
	1 5 d	伝送線路部
	1 8	光入出力部
	2 0	光伝送モジュール
	2 0 a	光伝送モジュール
	2 0 b	光伝送モジュール
	4 1	キャピラリ（材料供給部）
	4 3	樹脂材料
	4 4	第 2 の波長の光
	4 5	第 1 の波長の光

請求の範囲

- [請求項1] 光導波路を有する光素子に形成され、前記光導波路が備える光入出力部から出射される光を伝送する光伝送路において、
- 前記光伝送路は、前記光導波路と接続する接続部と、当該接続部から伸びる伝送線路部とを備え、
- 前記接続部は、前記光入出力部を避けて前記光導波路に接続され、且つ、前記伝送線路部よりも幅が広いことを特徴とする光伝送路。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記光導波路は、第1のコア層及び当該第1のコア層を被覆する第1のクラッド層を備え、
- 前記光伝送路の前記接続部は、前記第1のクラッド層上に形成されていることを特徴とする光伝送路。
- [請求項3] 請求項1において、
- 前記光入出力部は、前記光素子の端面に設けられ、前記光伝送路と共にエッジカプラを構成することを特徴とする光伝送路。
- [請求項4] 請求項1において、
- 前記光入出力部は、前記光素子上に回折格子として設けられ、前記光伝送路と共にグレーティングカプラを構成することを特徴とする光伝送路。
- [請求項5] 請求項1において、
- 前記光伝送路は、第2のコア層及び当該第2のコア層を被覆する第2のクラッド層を備えることを特徴とする光伝送路。
- [請求項6] 請求項5において、
- 前記接続部は、前記第2のクラッド層により形成され、
- 前記第2のコア層は、前記光入出力部に接続されていることを特徴とする光伝送路。
- [請求項7] 請求項5又は6において、
- 前記第2のコア層は、前記第2のクラッド層よりも高い屈折率を有

することを特徴とする光伝送路。

[請求項8]

請求項 5 又は 6 において、

前記第 2 のコア層と、前記第 2 のクラッド層とは、異なる硬化反応を有する樹脂材料により形成されていることを特徴とする光伝送路。

[請求項9]

請求項 5 又は 6 において、

前記第 2 のコア層は、赤外線により硬化するか、又は、赤外線及び熱の併用により硬化する樹脂からなり、

前記第 2 のクラッド層は、紫外線により硬化するか、又は、紫外線及び熱の併用により硬化する樹脂からなることを特徴とする光伝送路

。

[請求項10]

請求項 5 又は 6 において、

前記第 2 のコア層は、赤外線により硬化するか、又は、赤外線及び熱の併用により硬化する樹脂からなり、

前記第 2 のクラッド層は、熱により硬化する樹脂からなることを特徴とする光伝送路。

[請求項11]

請求項 5 又は 6 において、

前記光伝送路は、前記第 2 のコア層から前記第 2 のクラッド層に向かって連続的に屈折率が変化することを特徴とする光伝送路。

[請求項12]

前記光導波路を有する光素子と、請求項 1 の光伝送路とを備える光伝送モジュール。

[請求項13]

光導波路を有する光素子に形成され、前記光導波路の光入出力部から出射される光を伝送する光伝送路の製造方法において、

材料供給部を移動させながら、液状の樹脂材料を供給する供給工程と、

供給される前記樹脂材料を順次硬化して、空中に伸びるワイヤー状に前記樹脂材料を硬化させる硬化工程を含むことを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項14]

請求項 1 3 において、

前記供給工程を開始すると同時に、又は、開始した後に、前記硬化工程を開始することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項15]

請求項13において、

前記樹脂材料は、前記光導波路が備える前記光入出力部を避けた位置において、前記樹脂材料の吐出を開始することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項16]

請求項13又は15において、

前記光導波路として、前記光導波路と接続する接続部と、当該接続部から伸びる伝送線路部とを形成し、

前記接続部を形成する際に、前記伝送線路部を形成する際よりも前記樹脂材料の吐出量を多くすることで、前記接続部の幅を前記伝送線路部の幅よりも大きくすることを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項17]

請求項13において、

前記硬化工程において、紫外線又は赤外線による光硬化によって前記樹脂材料を硬化することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項18]

請求項13において、

前記硬化工程において、第1の波長の光を外部から照射して前記樹脂材料を硬化させる工程を有することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項19]

請求項18において、

前記第1の波長の光が紫外線であることを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項20]

請求項18において、

前記第1の波長の光は、前記材料供給部の移動に連動して焦点を移動させながら照射することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項21]

請求項13において、

前記硬化工程において、第2の波長の光を前記光入出力部から照射して前記樹脂材料を硬化させる工程を有することを特徴とする光伝送

路の製造方法。

[請求項22] 請求項 2 1 において、
前記第 2 の波長の光は、赤外線であることを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項23] 請求項 1 3 において、
前記硬化工程において、前記樹脂材料を熱硬化する工程を有することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項24] 請求項 1 3 において、
前記樹脂材料は、光硬化性の樹脂であり、
前記硬化工程において、第 1 の波長の光を外部から照射することによる前記樹脂材料の硬化を開始した後に、第 2 の波長の光を前記光入出力部から照射することによる前記樹脂材料の硬化を開始し、
前記第 1 の波長の光では、前記光伝送路の外周側を硬化して中心側は未硬化とし、
前記第 2 の波長の光により、前記光伝送路の中心側を硬化することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項25] 請求項 1 3 において、
前記樹脂材料は、光硬化性の樹脂であり、
前記硬化工程において、第 1 の波長の光を外部から照射することによる前記樹脂材料の硬化を行った後に、第 2 の波長の光を前記光入出力部から照射することによる前記樹脂材料の硬化を開始し、
前記第 1 の波長の光では、前記光伝送路の外周側を硬化して中心側は未硬化とし、
前記第 2 の波長の光により、前記光伝送路の中心側を硬化することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項26] 請求項 1 3 において、
前記樹脂材料は、光硬化性の樹脂であり、
前記硬化工程において、第 2 の波長の光を前記光入出力部から照射

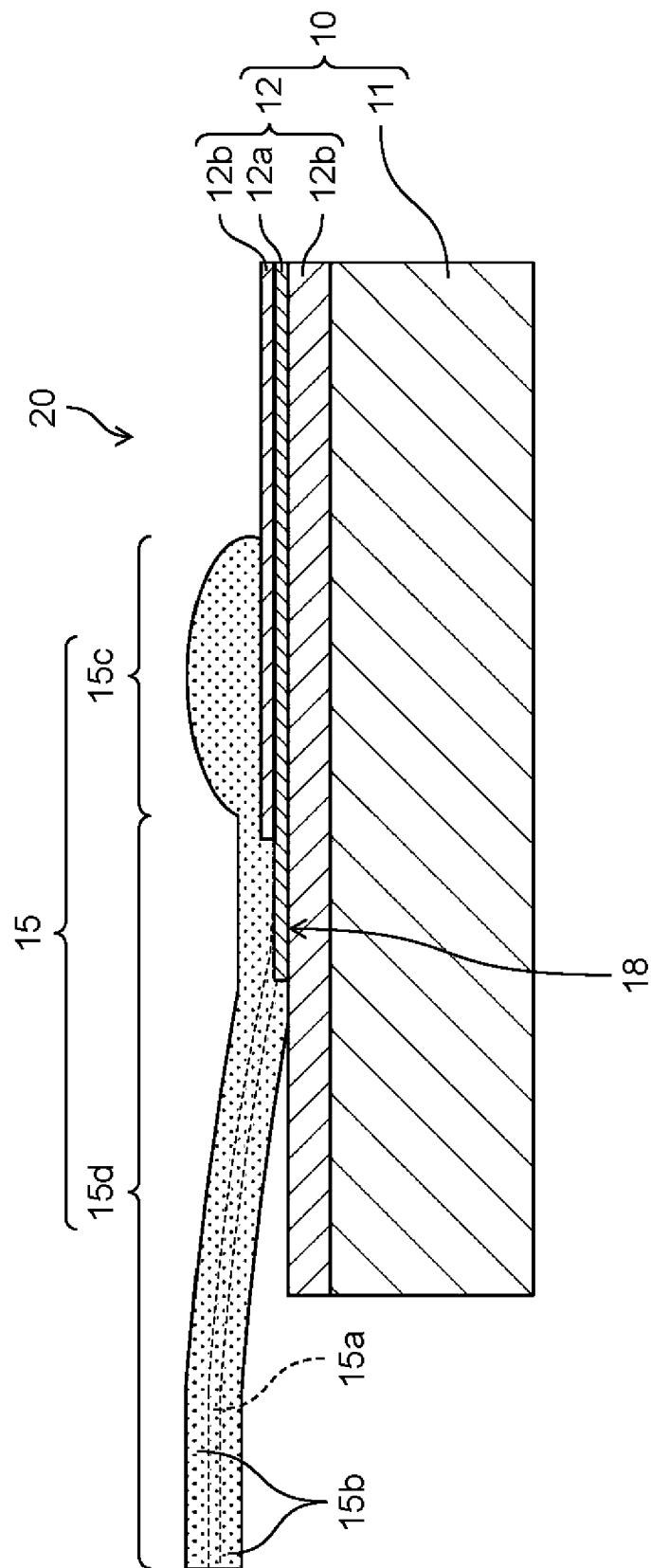
し始めた後に、第 1 の光を外部から照射し始めて、前記樹脂材料を硬化することを特徴とする光伝送路の製造方法。

[請求項27]

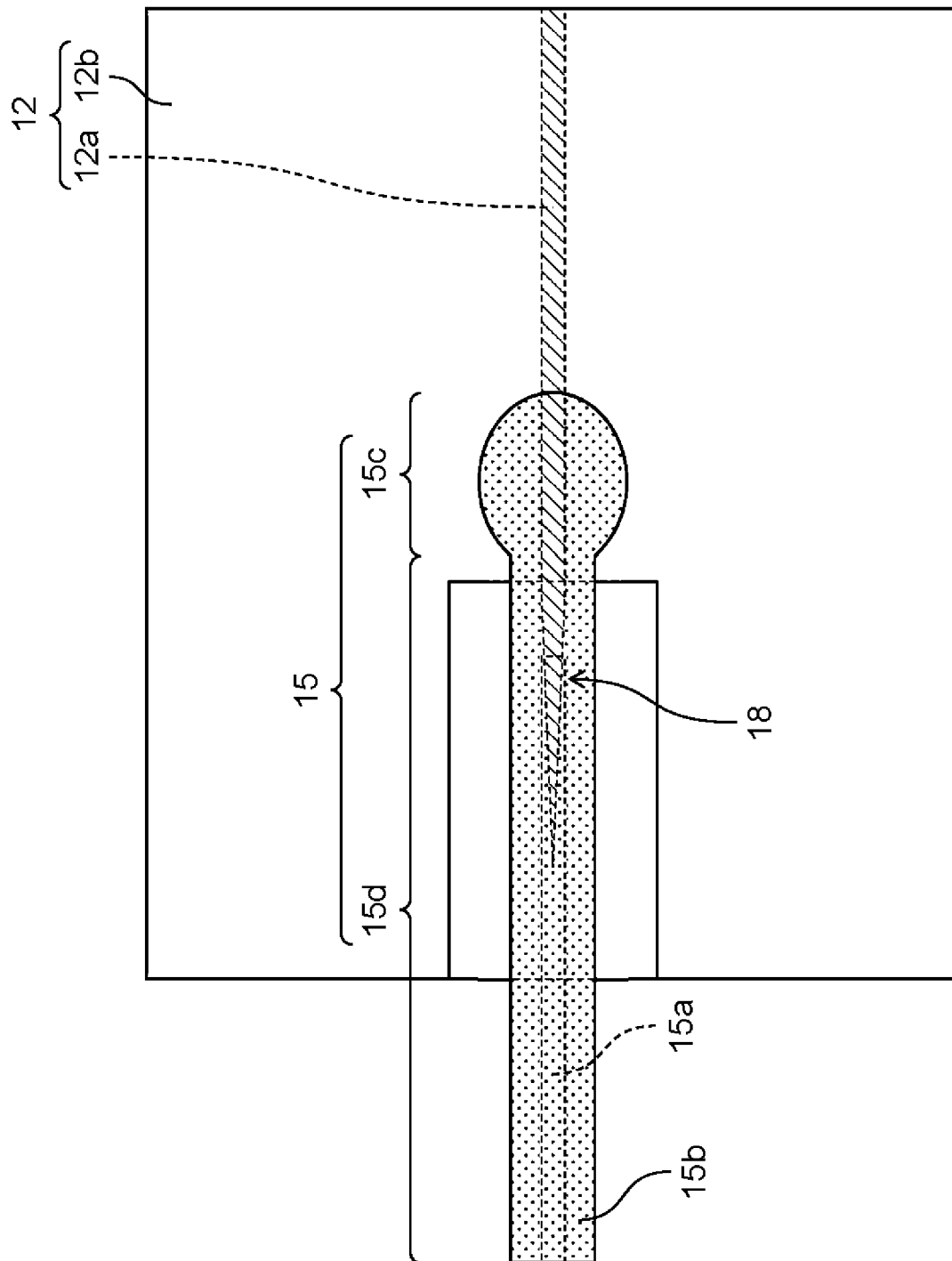
請求項 17～26 のいずれか 1 つにおいて、

前記樹脂材料を光硬化した後に、更に熱硬化を行うことを特徴とする光伝送路の製造方法。

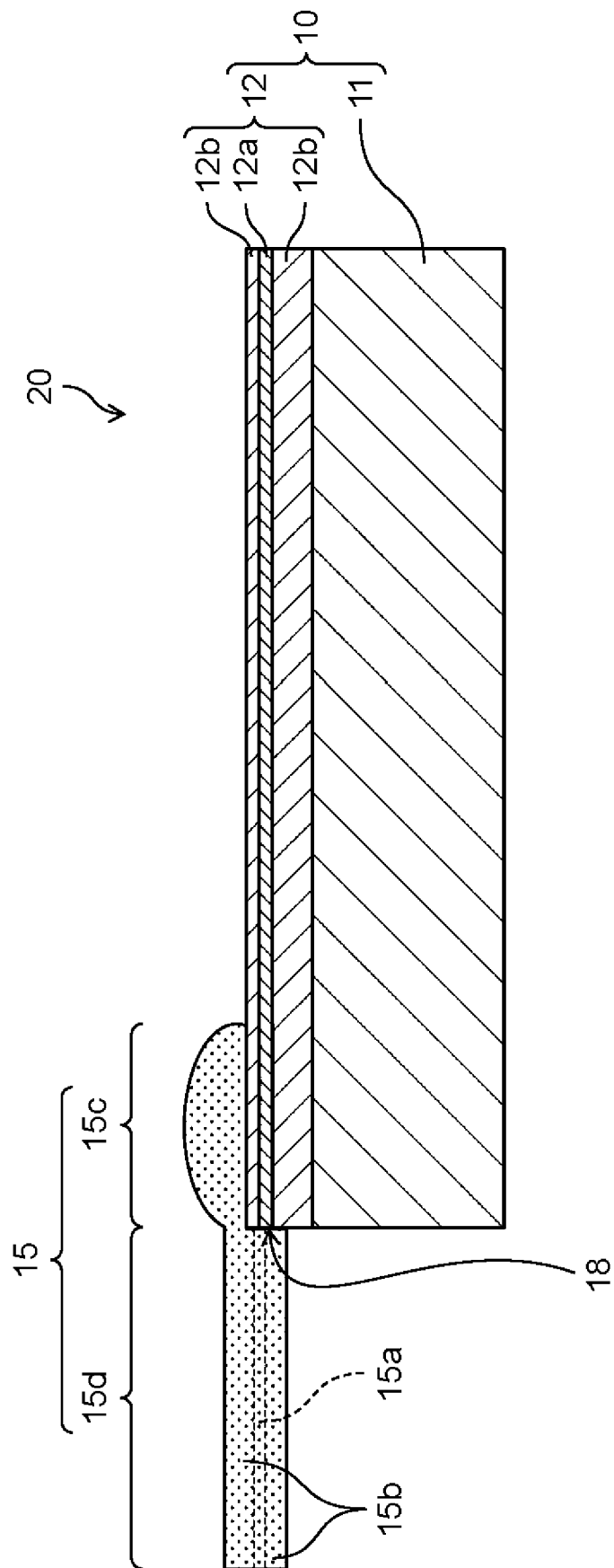
[図1]



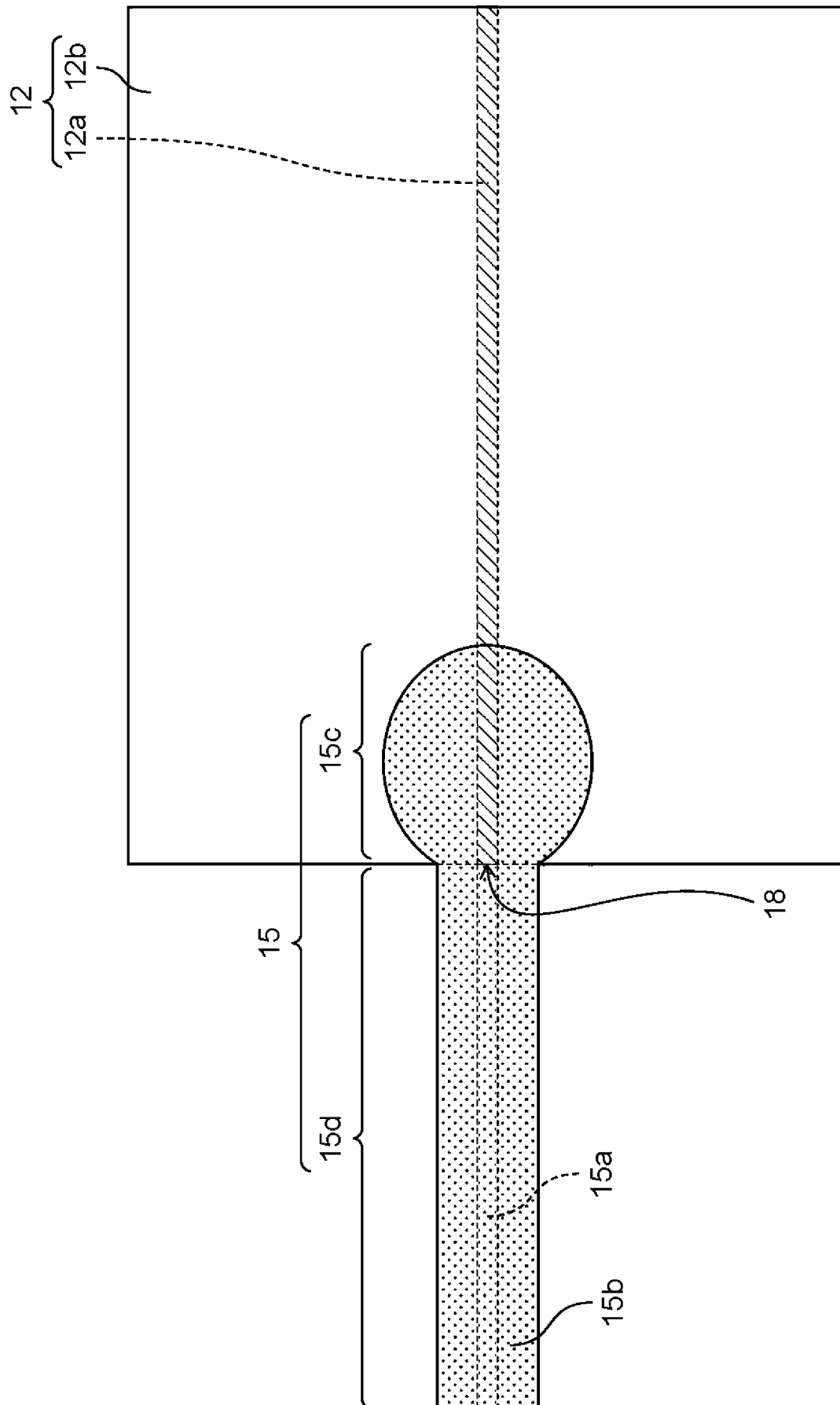
[図2]



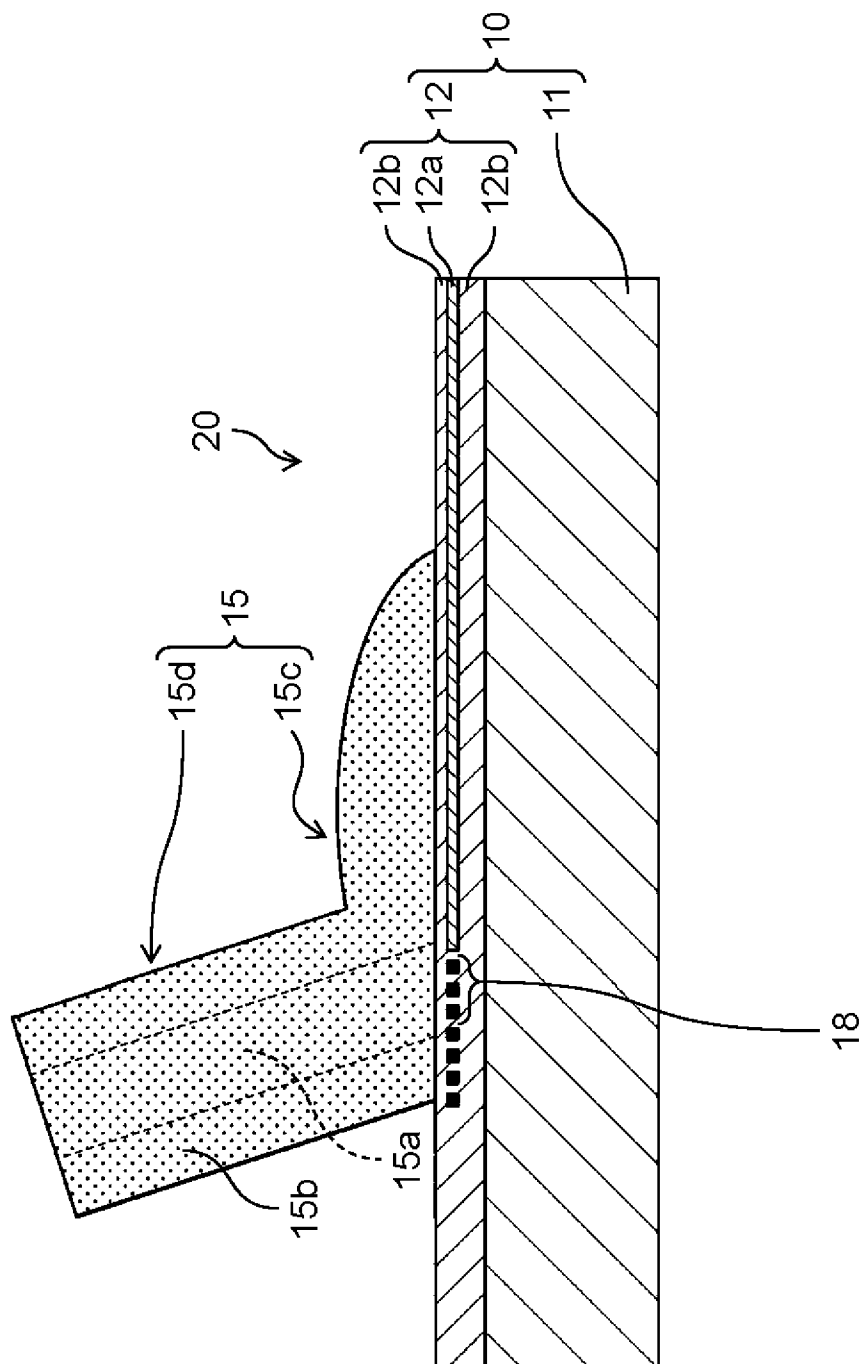
[図3]



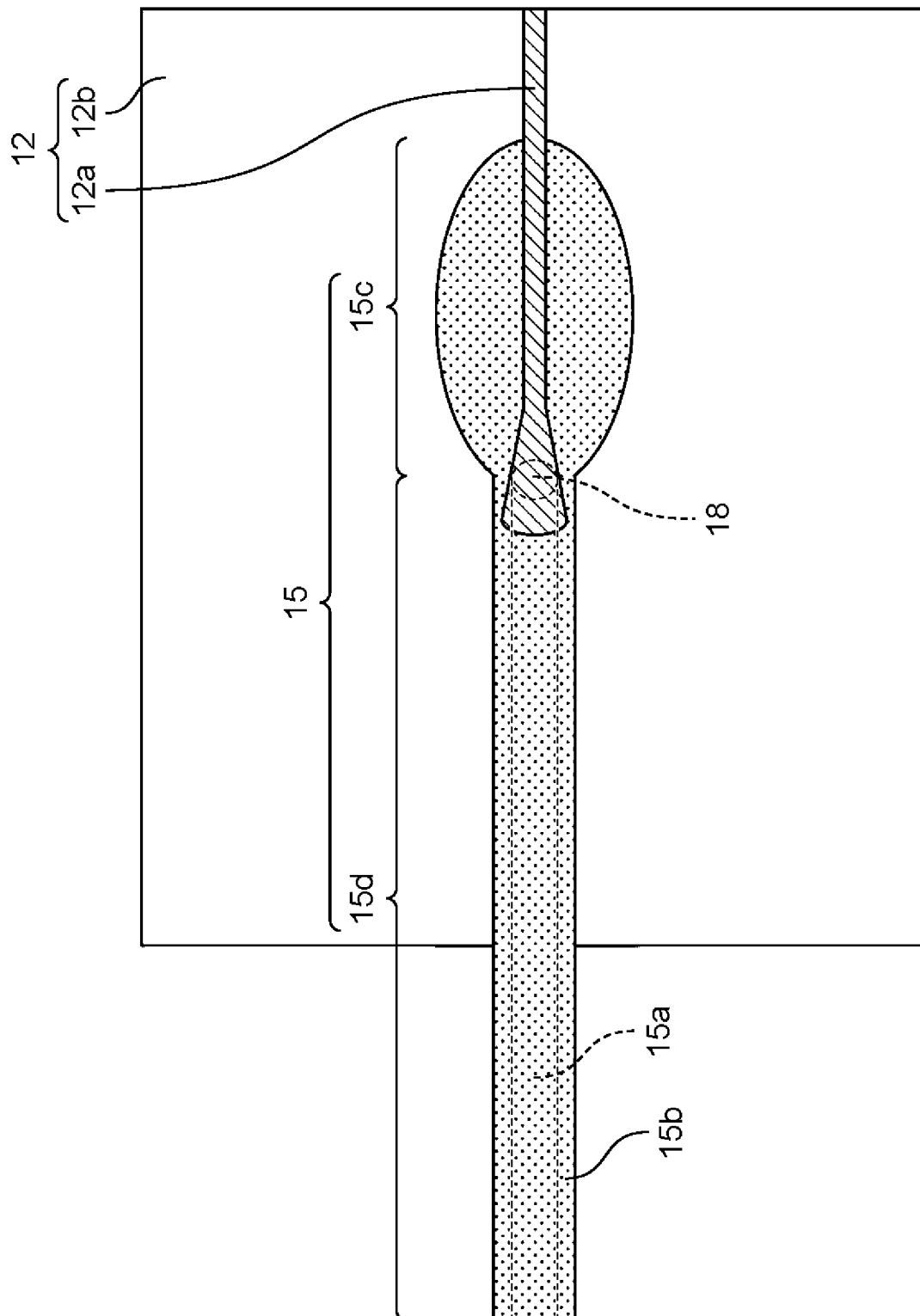
[図4]



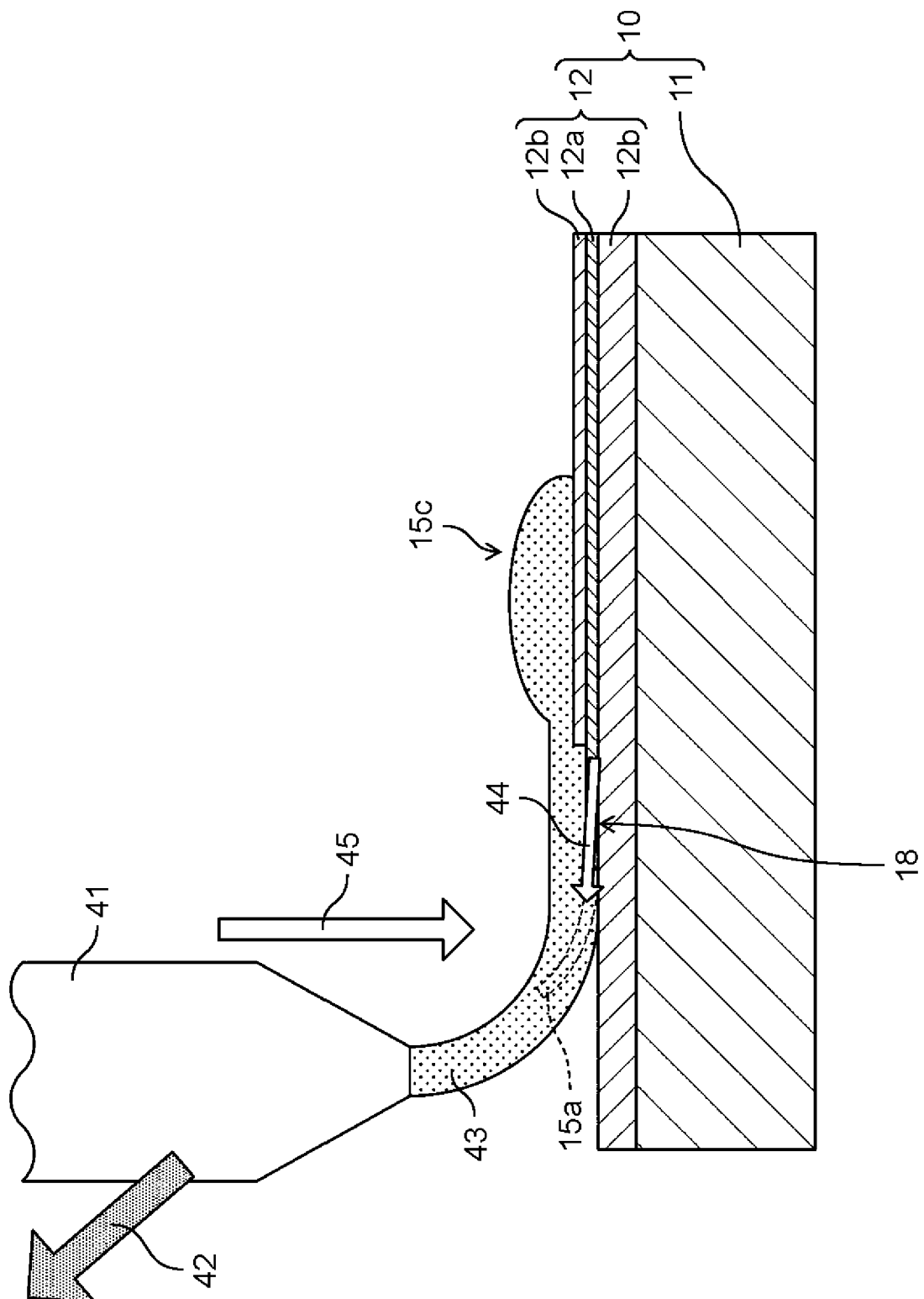
[図5]



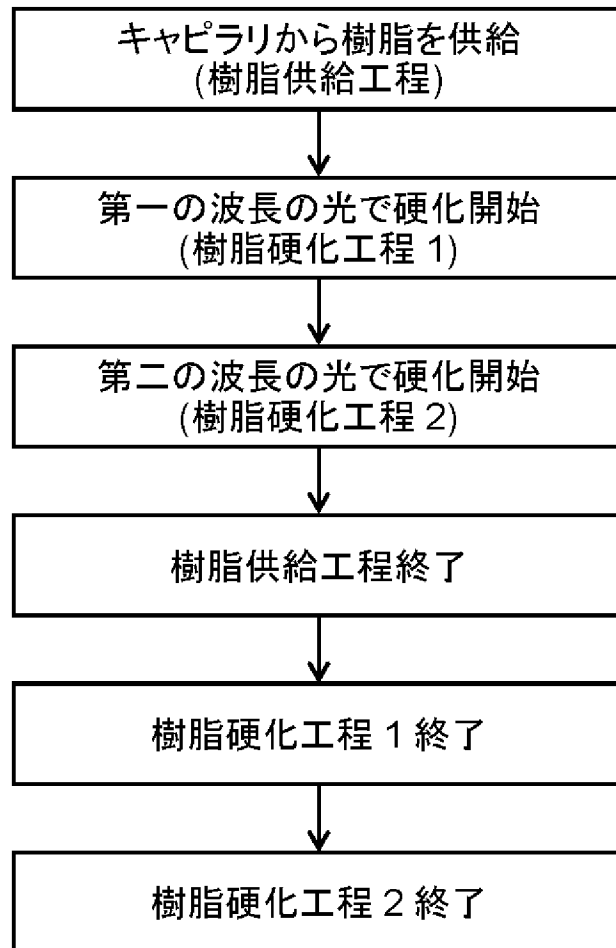
[図6]



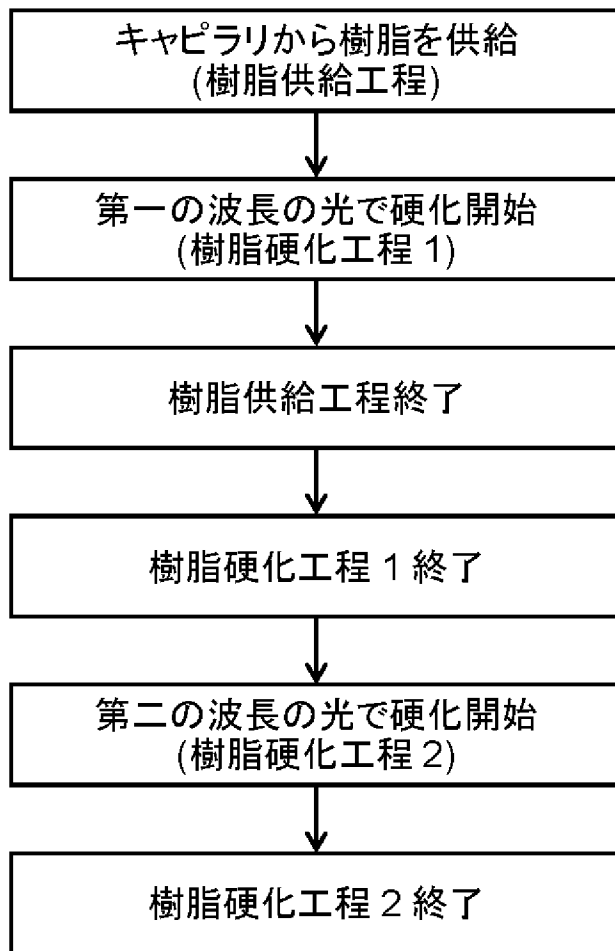
[図7]



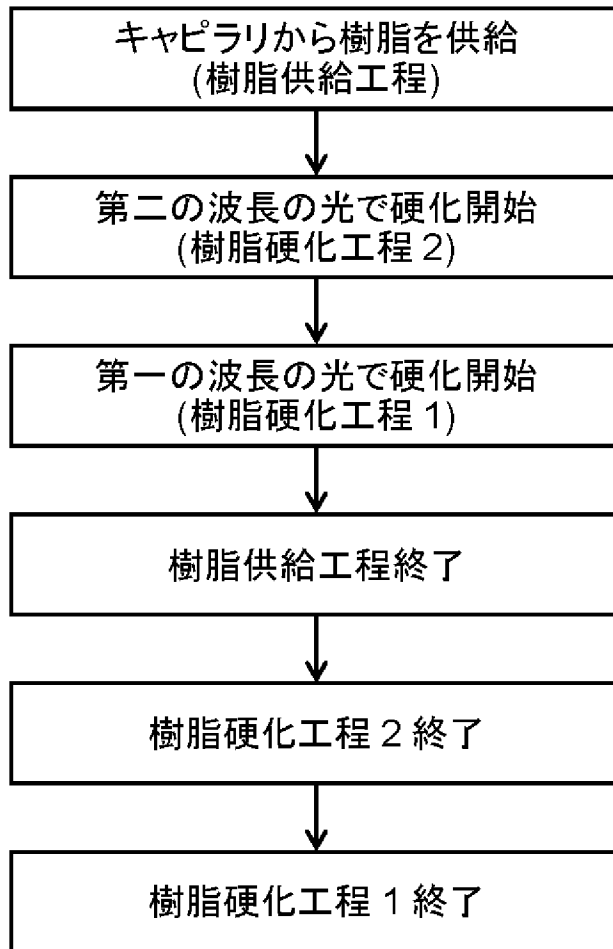
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/013708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 6/26 (2006.01)i; G02B 6/124 (2006.01)i; G02B 6/138 (2006.01)i FI: G02B6/26; G02B6/124; G02B6/138 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) G02B6/12-6/14; G02B6/26-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/42-6/43 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	JP 2018-180027 A (FUJITSU LIMITED) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraphs [0014]-[0022], fig. 1-2	1-2, 4-5, 7, 12
Y		3, 6-11
Y	US 2018/0180818 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 28 June 2018 (2018-06-28) paragraph [0031], fig. 1	3
Y	JP 2018-185491 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) 22 November 2018 (2018-11-22) paragraphs [0020]-[0041], fig. 1	6-11
Y	JP 2011-102919 A (HITACHI, LTD.) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraphs [0056]-[0072], fig. 1-2,4	8-11, 17-27
X	JP 09-243858 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 19 September 1997 (1997-09-19) paragraphs [0021]-[0058], fig. 1-8	13-16
Y		17-27
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 23 May 2024		Date of mailing of the international search report 04 June 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 06-082643 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 25 March 1994 (1994-03-25) entire text, all drawings	1-27
A	JP 2005-275343 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 06 October 2005 (2005-10-06) entire text, all drawings	1-27
A	JP 2010-230737 A (FUJIKURA LTD.) 14 October 2010 (2010-10-14) entire text, all drawings	1-27
A	JP 2017-507357 A (DOW CORNING CORPORATION) 16 March 2017 (2017-03-16) entire text, all drawings	8-11, 17-27
A	JP 2020-191329 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 26 November 2020 (2020-11-26) entire text, all drawings	1-27
A	US 2017/0343734 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 30 November 2017 (2017-11-30) entire text, all drawings	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/013708

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-180027	A	15 November 2018	(Family: none)	
US	2018/0180818	A1	28 June 2018	WO 2018/113627	A1
				CN 108885307	A
JP	2018-185491	A	22 November 2018	DE 102018110001	A1
JP	2011-102919	A	26 May 2011	(Family: none)	
JP	09-243858	A	19 September 1997	US 5955010	A
				column 6, line 48 to column 15, line 48, fig. 1-8	
JP	06-082643	A	25 March 1994	US 5317657	A
				entire text, all drawings	
JP	2005-275343	A	06 October 2005	(Family: none)	
JP	2010-230737	A	14 October 2010	(Family: none)	
JP	2017-507357	A	16 March 2017	US 2016/0349455	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2015/126561	A1
				CH 710969	B1
				TW 201539076	A
				CN 106030360	A
JP	2020-191329	A	26 November 2020	(Family: none)	
US	2017/0343734	A1	30 November 2017	WO 2016/176982	A1
				EP 3091380	A1
				CN 107003478	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/124(2006.01)i; G02B 6/138(2006.01)i

FI: G02B6/26; G02B6/124; G02B6/138

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））

G02B6/12-6/14; G02B6/26-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/42-6/43

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

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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	JP 2018-180027 A（富士通株式会社）15.11.2018（2018-11-15） 段落[0014]-[0022], 図1-2	1-2, 4-5, 7, 12
Y		3, 6-11
Y	US 2018/0180818 A1（HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.）28.06.2018（2018-06-28） 段落[0031], 図1	3
Y	JP 2018-185491 A（株式会社豊田中央研究所）22.11.2018（2018-11-22） 段落[0020]-[0041], 図1	6-11
Y	JP 2011-102919 A（株式会社日立製作所）26.05.2011（2011-05-26） 段落[0056]-[0072], 図1-2, 4	8-11, 17-27
X	JP 09-243858 A（富士ゼロックス株式会社）19.09.1997（1997-09-19） 段落[0021]-[0058], 図1-8	13-16
Y		17-27

☒ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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

23.05.2024

国際調査報告の発送日

04.06.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

大西 孝宣 2L 6006

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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
A	JP 06-082643 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 25.03.1994 (1994 - 03 - 25) 全文, 全図	1-27
A	JP 2005-275343 A (日本特殊陶業株式会社) 06.10.2005 (2005 - 10 - 06) 全文, 全図	1-27
A	JP 2010-230737 A (株式会社フジクラ) 14.10.2010 (2010 - 10 - 14) 全文, 全図	1-27
A	JP 2017-507357 A (ダウ コーニング コーポレーション) 16.03.2017 (2017 - 03 - 16) 全文, 全図	8-11, 17-27
A	JP 2020-191329 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 26.11.2020 (2020 - 11 - 26) 全文, 全図	1-27
A	US 2017/0343734 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 30.11.2017 (2017 - 11 - 30) 全文, 全図	1-27

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/013708

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-180027	A	15.11.2018	(ファミリーなし)	
US	2018/0180818	A1	28.06.2018	WO 2018/113627	A1
				CN 108885307	A
JP	2018-185491	A	22.11.2018	DE 102018110001	A1
JP	2011-102919	A	26.05.2011	(ファミリーなし)	
JP	09-243858	A	19.09.1997	US 5955010	A
				第6欄第48行-第15欄第48行, 図1-8	
JP	06-082643	A	25.03.1994	US 5317657	A
				全文,全図	
JP	2005-275343	A	06.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2010-230737	A	14.10.2010	(ファミリーなし)	
JP	2017-507357	A	16.03.2017	US 2016/0349455	A1
				全文,全図	
				WO 2015/126561	A1
				CH 710969	B1
				TW 201539076	A
				CN 106030360	A
JP	2020-191329	A	26.11.2020	(ファミリーなし)	
US	2017/0343734	A1	30.11.2017	WO 2016/176982	A1
				EP 3091380	A1
				CN 107003478	A