

(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10月17日(17.10.2024)



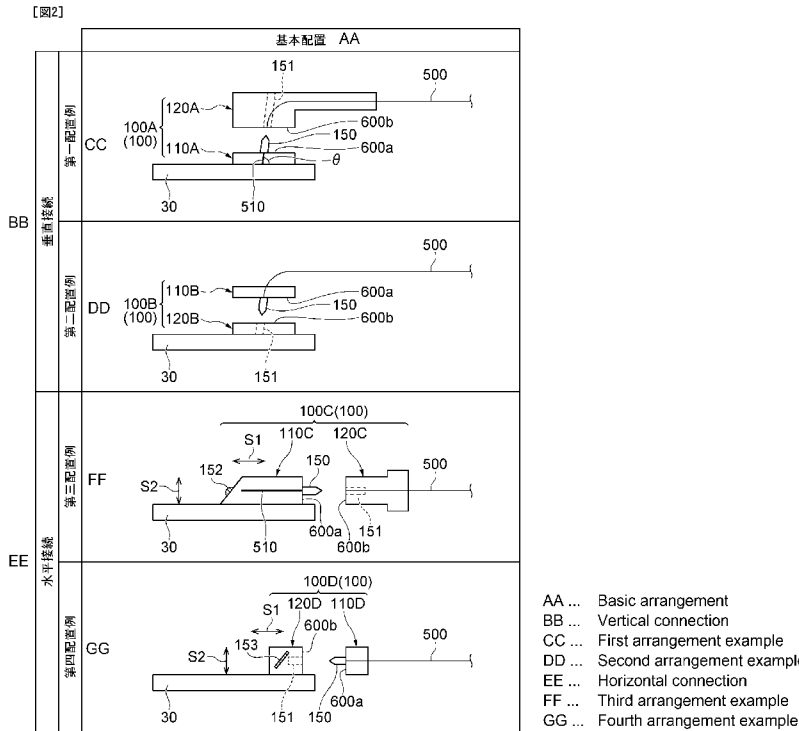
(10) 国際公開番号

WO 2024/214484 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 6/36 (2006.01) G02B 6/32 (2006.01)  
G02B 6/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/010317
- (22) 国際出願日: 2024年3月15日(15.03.2024)
- (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 2023-065819 2023年4月13日(13.04.2023) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 住友電工オプティフロンティア株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC OPTIFRONTIER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2448589 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 中西 哲也 (NAKANISHI Tetsuya); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 熊谷 傳 (KUMAGAI Tsutaru); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 藤原 悠人 (FUJIHARA Yuto); 〒2448589 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電工オプティフロンティア株式会社内 Kanagawa (JP). 柴田 雅弘 (SHIBATA Masahiro); 〒2448589 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電工オプティフロンティア株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二

(54) Title: OPTICAL CONNECTION ASSEMBLY

(54) 発明の名称: 光接続アセンブリ



(57) Abstract: This optical connection assembly comprises a first optical connection component formed of a glass material, a second connection component formed of a ductile material, and a positioning structure. The positioning structure has a protrusion integrated with the first optical connection component, and a recess provided in the second connection component. The protrusion is inserted into the recess in a detachable state.

WO 2024/214484 A1



丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A  
(明治安田生命ビル) 9階 創英国際特  
許法律事務所 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, 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,  
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))

(57) 要約: 光接続アセンブリは、ガラス材料で形成された第一光接続部品と、延性材料で形成された第二光接続部品と、位置決め構造と、を備える。位置決め構造は、第一光接続部品に一体化された突起部と、第二光接続部品に設けられ凹部と、を有する。凹部には、突起部が着脱可能な状態で挿入される。

## 明 細 書

発明の名称：光接続アセンブリ

### 技術分野

[0001] 本開示は、光接続アセンブリに関するものである。本出願は、2023年4月13日出願の日本出願第2023-065819号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

### 背景技術

[0002] 光ファイバなどの光伝送媒体を介して光通信を行う光通信モジュールは、通信用LSI (Large Scale Integration) と、通信用LSIに電気的に接続された複数の光IC (Integrated Circuit) 基板と、が同一基板上に搭載された構造を有する。また、光IC基板には、光ICと光伝送媒体とを光学的に接続するための光接続アセンブリが装着されている。

[0003] 上述の光接続アセンブリの具体例として、例えば、特許文献1に開示された光接続アセンブリでは、光IC基板上に配置されたレセプタクルとしてのシリコン基板に対して相対的な位置を維持した状態で、光ファイバの先端部分に取り付けられたフェルールを接続するため、ガイドピンを利用した勘合構造が採用されている。また、特許文献2に開示された光接続アセンブリでも、光ICに位置するレセプタクルに設けられた金属製のミラーレンズを覆うため、レセプタクルにガラス板が接着されており、ガラス板を貫通したガイドピンを用いて、レセプタクルと光ファイバの先端部分に取り付けられたファイバコネクタを接続する勘合構造が採用されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2016/0370544号明細書  
特許文献2：米国特許出願公開第2020/0124798号明細書

### 発明の概要

[0005] 本開示の光接続アセンブリは、ガラス材料で形成された基板を含む第一光

接続部品と、延性材料で形成された第二光接続部品と、第一光接続部品と第二光接続部品との間の相対的な位置関係を保持する位置決め構造と、を備える。位置決め構造は、第一光接続部品に設けられた突起部と、第二光接続部品に設けられた凹部と、を有する。第二光接続部品の凹部には、第一光部品の突起部が着脱可能な状態で挿入される。

### 図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、本開示の光接続アセンブリが適用可能な光通信モジュールの一例を示す図である。

[図2]図2は、本開示の光接続アセンブリを構成する光接続部品それぞれの基本配置の例を示す図である。

[図3]図3は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例および第二構成例それぞれを示す図である。

[図4]図4は、本開示の光接続アセンブリの第三構成例およびその断面図を示す図である。

[図5]図5は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例および第三構成例それぞれについて、第一光接続部品および第二光接続部品の組の具体的な構成を示す図である。

[図6]図6は、本開示の光接続アセンブリの第四構成例およびその正面図を示す図である。

[図7]図7は、本開示の光接続アセンブリの第五構成例およびその正面図を示す図である。

[図8]図8は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例、第二構成例、または第四構成例のフェルールとして機能する第二光接続部品の変形例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0007] [本開示が解決しようとする課題]

発明者らは、従来技術について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、上述の光通信モジュールは、収納空間の効率的な利用を実現

するため、小型化が要求されている。一方、光通信モジュールの小型化が進むと、高温になる通信用LSIに対して光IC基板が接近するため、光IC基板上の光接続アセンブリは、通信用LSIが発する熱に起因した高温環境に晒されることになる。さらに、光接続アセンブリは、光配線の交換等に起因して光IC基板に対して不定期に着脱が繰り返されるため、一般には、特許文献1および特許文献2に記載されたような勘合構造が採用されている。

[0008] 例えば、特許文献1には、上述のように、レセプタクルとフェールルの位置合わせがガイドピンを用いて実施される勘合構造が開示されている。しかしながら、特許文献1に記載された光接続アセンブリでは、85℃以上の高温環境が想定される光IC基板上において安定した低損失光接続を維持することは困難である。このような光接続損失の不安定化は、フェールルの耐熱性や熱膨張係数が考慮されていないことに起因する。なお、ガイドピンを保持する部材は、ガイドピン装着時の破損を避けるため、一般に樹脂材料が利用されている。

[0009] また、特許文献2には、シリコンやガラスの熱膨張係数と異なる熱膨張係数を有する金属製のミラーレンズがレセプタクルに設けられ、金属製のミラーレンズで光を反射する接続構造が開示されている。このような構成においても、85℃以上の高温環境が想定される光IC基板上において安定した低損失光接続を維持することは困難である。この主要因は、高温環境の影響を受けやすい金属製のミラーレンズが光IC基板に設けられた構造である。ミラーレンズの材料もシリコンやガラス材料の熱膨張係数とは異なる熱膨張係数を有する金属が利用されていることも一因である。

[0010] 上述のような高温環境での光接続アセンブリの使用を考慮すれば、熱膨張係数が小さいガラス材料の使用が有効である。ただし、ガラス材料は脆性材料であり、部材間の着脱が必要な光接続アセンブリへのガラス材料の利用は、光接続アセンブリ自体の耐久性を低下させる要因にもなる。

[0011] なお、特許文献2に開示された構成では、ガラス板が一部使われている。しかしながら、ガラス板は、金属製のミラーレンズの設置空間にダストや樹

脂が入り込まないように機能するカバーとして利用されており、導波路やファイバ位置決め構造を有していない。さらに、ガラス板とガイドピンの相対的な位置は金属製のミラーレンズに対して決められており、このような構造では、小さい熱膨張係数を有するガラス材料の利点を生かすことができない。また、ガラス板は、小さい熱膨張係数を有するが、ガイドピンとビーム位置の相対的な位置決め、または、光ファイバ位置と光導波路の相対的な位置決めを実現するために機能していない。さらに、特許文献2の技術では、ガラス板にガイドピンを貫通させる際のガラス板の破損の発生リスクは何ら考慮されていない。

[0012] 本開示は、想定される使用環境に対して安定した低損失光接続を維持しつつ十分な耐久性を実現するための構造を備えた光接続アセンブリを提供する。

[0013] [本開示の効果]

本開示によれば、想定される使用環境に対して安定した低損失光接続を維持しつつ十分な耐久性を実現することが可能になる。

[0014] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施形態の内容をそれぞれ個別に列挙して説明する。

[0015] 本開示の光接続アセンブリは、

(1) ガラス材料で形成された基板を含む第一光接続部品と、延性材料で形成された第二光接続部品と、第一光接続部品と第二光接続部品との間の相対的な位置関係を保持する位置決め構造と、を備える。位置決め構造は、第一光接続部品に設けられた突起部と、第二光接続部品に設けられた凹部と、を有する。第二光接続部品の凹部には、第一光部品の突起部が着脱可能な状態で挿入される。なお、本明細書において、第二光接続部品に設けられた凹部は、突起部との間で勘合構造を実現する形状であればよく、例えば、貫通孔、溝等を含む。

[0016] 上述のように、光接続アセンブリを構成する光接続部品の一方は、ガラス材料で形成される部品である。このようなガラス製の光接続部品は、一般的

に光コネクタで使われる P P S (Poly Phenylene Sulfide) や P E I (Poly Ether Imide) といった樹脂では困難な 85℃以上の高温環境下でも耐熱性を有し、小さい熱膨張係数を有する。そのため、今後、実用化が進む A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等の発熱する半導体の近くに基板が配置される光 I C に対して、光ファイバ等の光伝送媒体を接続するための部材として、ガラス製部材の使用範囲の拡大が期待できる。

[0017] また、仮に、第二光接続部品に一体として突起部が設けられ、ガラス製の第一光接続部品に突起部が着脱可能な状態で挿入される構成について検討する。この場合、ガラス材料は脆性材料であることから、第一光接続部品と第二光接続部品の勘合時において第一光接続部品にチッピングが形成される場合や、第二光接続部品から第一光接続部品に過度な力が加えられることにより第一光接続部品が破損する場合が想定される。そのため、着脱を前提とした第一光接続部品と第二光接続部品間では、予めガラス製の第一光接続部品に一体化された突起部を設けておくことにより、例えば、金属、耐熱樹脂等の延性材料で形成される第二光接続部品に、突起部が挿入される凹部が設けられることで、第一光接続部品と第二光接続部品の勘合時に、第一光接続部品となるガラス基板の破損を低減することができる。第一光接続部品と第二光接続部品の勘合方向は、光 I C 基板に対して垂直であってもよく、水平であってもよい。

[0018] (2) 上記(1)において、突起部の材料は、ガラス材料の熱膨張係数に対して10倍以下の熱膨張係数を有する材料であってもよい。ガラス材料の線膨張係数と大きく異なる部材の一部を突起部としてガラス製の第一光接続部品に一体化させる場合、高温環境下では第一光接続部品への部材挿入時に第一光接続部品に応力が発生し、その結果、第一光接続部品の破損に繋がる可能性がある。そのため、突起部の材料として、ガラス材料の熱膨張係数に対して10倍以下の熱膨張係数を有する材料を選択することにより、第一光接続部品の破損を低減することができる。

[0019] (3) 上記(1)または上記(2)において、突起部は、第一光接続部品

に設けられた凹部にその一部が挿入された状態で第一光接続部品に接着固定されたガイドピンにより構成されてもよい。なお、本明細書において、第一光接続部品に設けられた凹部は、ガイドピンの一部を収納する空間が維持できる形状であればよく、例えば、貫通孔、溝等を含む。この第一光接続部品の凹部にその一部が収納されたガイドピンのうち、第一光接続部品の凹部から露出した部分が突起部に相当する。このように、ガイドピンを利用しても、第一光接続部品と第二光接続部品の位置決め構造は実現可能である。

[0020] (4) 上記(3)において、第一光接続部品の凹部の内径とガイドピンの外径との差は、 $2\mu\text{m}$ 以下であってもよく、第一光接続部品の凹部の内周とガイドピンの外周との間には接着剤が充填される。高温環境下で使用を想定し、接着剤は耐熱接着剤が適している。第一光接続部品の凹部とガイドピンとの間にクリアランスを設けることにより、第一光接続部品上に突起部を容易に形成することが可能になる。なお、高精度に位置決めするためには、第一光接続部品の凹部の内径とガイドピンの外径との差は、 $2\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0021] (5) 上記(1)から上記(4)のいずれかにおいて、第一光接続部品は、1つ以上の光導波路を含んでもよい。光導波路それぞれは、第一光接続部品となるガラス基板の内部に埋め込まれた光ファイバ、または、ガラス基板の内部に形成された屈折率変化領域を含んでもよい。第一光接続部品となるガラス基板に高精度に設けられた貫通孔に光ファイバを固定すること、または、ガラス基板の内部に光導波路を直接描画することで、光伝搬領域としてのコアの二次元配置等の柔軟な配置パターンが実現可能になる。また、光ファイバや光導波路を内部に設けられた第一光接続部品に、位置決め構造の一部を構成する突起部を一体化させることにより、光IC基板上の勘合構造を、第一光接続部品となるガラス基板を破損することなく安全に実現することができる。

[0022] (6) 上記(1)から上記(5)のいずれかにおいて、延性材料は、 $1 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以上 $7 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線熱膨張係数を有する、金属を主成分

とした材料であってもよい。第二光接続部品の材料として金属が選択されることにより、ガイドピンの挿入動作による破損が低減できる。このとき、光 I C 基板上での使用に適用するため、第二光接続部品の材料は、シリコンと熱膨張係数が略一致した金属であればよい。第二光接続部品の材料は、例えば、Kovar、Invar、金属セラミクス複合材料等である。

[0023] (7) 上記(1)から上記(6)のいずれかにおいて、第一光接続部品は、光 I C 基板上に配置されてもよく、第二光接続部品は、第一光接続部品に対して光 I C 基板の反対側に配置されてもよい。この構成において、第二光接続部品の一部の材料は、延性材料として、 $3 \times 10^{-5} / K$  以下の線熱膨張係数を有する樹脂材料であってもよい。

[0024] 具体的な構成として、第二光接続部品は、例えば、樹脂材料で形成されるフェルール部分と、フェルール部分のうち第一光接続部品に対面する基準面を取り囲む金属製の枠と、で構成された二重構造を備えてもよい。この場合、第一光接続部品の突起部が挿入される凹部は、フェルール部分に設けられても、金属製の枠に設けられてもよい。また、枠に適用される金属材料は、シリコンの熱膨張係数と一致するか近い熱膨張係数を有する金属が適用されてもよい。樹脂製のフェルール部分の熱変形が低減され、第一光接続部品に一体化された突出部の挿入動作による破損が低減される。なお、樹脂材料としては、例えば、 $1 \times 10^{-5} / K$  以下の熱膨張係数を有する液晶ポリマー、PPS等が適用可能である。ただし、これらの樹脂材料はシリコンに対して熱膨張係数が大きいため、光 I C 基板のシリコンに対して直接接着された場合、剥離等が発生する可能性がある。そこで、光 I C 基板上には、光導波路を有するとともに突起部が一体化されたガラス製の第一光接続部品が配置される。この場合、第一光接続部品の突起部を樹脂製のフェルール部分または金属製の枠に設けられた凹部に挿入させることで、熱の影響を大きく受ける光 I C 基板上でも安定した勘合構造が実現できる。その結果、第一光接続部品と第二光接続部品の勘合時におけるガラス破損の懸念が無く、かつ、安価な樹脂製の光接続部品を用いることができる。

- [0025] (8) 上記(1)から上記(7)のいずれかにおいて、光接続アセンブリは、第二光接続部品に対面する基準面上に配置されたレンズ構造を有してもよい。例えば、ガラス製の第一光接続部品にレンズ構造が適切に接着されることで、第一光接続部品の光ファイバまたは光導波路からの光を所定のビームへ変換し空間的に伝搬させることが可能になる。この場合、延性材料には光を導波する光ファイバや光導波路を形成する必要はなく、空間を伝搬させることができる。
- [0026] (9) 上記(1)から上記(8)のいずれかにおいて、光接続アセンブリは、第一光接続部品の突起部が第二光接続部品の凹部に挿入された状態を維持するクリップ部材を備えてもよい。クリップ部材は、第二光接続部品に付勢力を付与しながら第二光接続部品を把持する本体と、本体の両端に設けられた鉤部と、を有する。一方、第一光接続部品は、鉤部に一対一に対応して設けられ、本体が第二光接続部品を把持した状態で鉤部が当接される段差部を有する。この構造により、第一光接続部品と第二光接続部品との勘合状態を安定的に維持することが可能になる。
- [0027] (10) 上記(9)において、本体は、第1方向に沿って形成された第1部分と、第1方向と交差する第2方向に沿って形成された一対の第2部分とを有してもよい。各第2部分の第2方向における第1端部は、第1部分の第1方向における対応する端部に接続されていてもよい。鉤部は、各第2部分の第2方向における第1端部とは異なる第2端部に設けられていてもよい。
- [0028] (11) 上記(10)において、クリップ部材は、クッション部材を有してもよい。第1部分は、本体が第二光接続部品を把持した状態において、第二光接続部品と対面する表面を有してもよい。クッション部材は、第1部分における第二光接続部品と対面する表面に配置されていてもよい。
- [0029] (12) 上記(1)から上記(8)のいずれかにおいて、光接続アセンブリは、第一光接続部品の突起部が第二光接続部品の凹部に挿入された状態を維持するクリップ部材と、第一光接続部品の、第二光接続部品に対面する基準面上に配置されたレンズアレイと、を備えてもよい。クリップ部材は、第

一光接続部品に付勢力を付与しながら第一光接続部品を把持する本体と、本体の両端に設けられた鉤部と、を有する。一方、第二光接続部品は、鉤部に一対一に対応して設けられ、本体が第一光接続部品を把持した状態で鉤部が当接される段差部を有する。この構造によっても、第一光接続部品と第二光接続部品との勘合状態を安定的に維持することが可能になる。なお、この勘合動作において、ガラス製の第一光接続部品に一体化された突起部が意図せず延性材料製の第二光接続部品と接触すると、突起部に掛かる応力により第一光接続部品が破損する懸念がある。また、第一光接続部品のレンズアレイが第二光接続部品に接触することで破損する懸念もある。これを防止するため、クリップ部材が先に第一光接続部品を把持して粗調心が完了した後、第二光接続部品の突起部が第二光接続部品の凹部に挿入されることで、適切な挿入動作が維持され、結果、ガラス製の第一光接続部品の破損を防止することができる。

[0030] (13) 上記(12)において、本体は、第1方向に沿って形成された第1部分と、第1方向と交差する第2方向に沿って形成された一対の第2部分とを有してもよい。各第2部分の第2方向における第1端部は、第1部分の第1方向における対応する端部に接続されていてもよい。鉤部は、各第2部分の第2方向における第1端部とは異なる第2端部に設けられていてもよい。

[0031] (14) 上記(13)において、クリップ部材は、クッション部材を有していてもよい。第1部分は、本体が第一光接続部品を把持した状態において、第一光接続部品と対面する表面を有していてもよい。クッション部材は、第1部分における第一光接続部品と対面する表面に配置されていてもよい。

[0032] 以上、この[本開示の実施形態の説明]の欄に列挙された各態様は、残りの全ての態様のそれぞれに対して、または、これら残りの態様の全ての組み合わせに対して適用可能である。

[0033] [本開示の実施形態の詳細]

本開示に係る光接続アセンブリの具体例を、以下に添付の図面を参照しな

がら詳細に説明する。なお、本開示は、これら例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、また、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図されている。また、図面の説明において同一の要素には同一符号を付して重複する説明を省略する。

[0034] 図1は、本開示の光接続アセンブリが適用可能な光通信モジュールの一例を示す図である。光伝送媒体である光ファイバ500を介して光通信を行う光通信モジュール10は、図1に示されたように、通信用LSI20と、通信用LSI20に電気配線40を介してそれぞれ接続された複数の光IC基板30と、が同一基板上に搭載された構造を有する。光IC基板30には、光ICと光ファイバ500を光学的に接続するため、本開示の光接続アセンブリ100が着脱可能な状態で装着される。光接続アセンブリ100は、光ファイバ500の先端部分に取り付けられたフェルールとして機能する光接続部品と、光IC基板30上に設置されたレセプタクルとして機能する光接続部品と、を備える。これらの光接続部品は、着脱可能な勘合構造により相対的に位置決めされる。なお、勘合構造は、これらの光接続部品のうち一方に設けられた突起部と、他方に設けられた凹部と、により構成される。突起部が凹部に挿入されることにより、2つの光接続部品の相対的な位置が決定される。凹部には、突起部を収納する空間を定義する貫通孔、溝等が含まれる。

[0035] なお、光通信モジュール10は、収納空間の効率的な利用を実現するため、小型化が要求されている。一方、光通信モジュール10の小型化が進むと、高温になる通信用LSI20に対して光IC基板30が接近する。そのため、光IC基板30上の光接続アセンブリ100は、通信用LSI20が発する熱に起因した高温環境に晒される。そこで、本開示の光接続アセンブリ100は、光接続アセンブリ100を構成する2つの光接続部品のうち一方が小さい熱膨張係数を有するガラス材料で形成された部品で構成される。

[0036] ただし、第一光接続部品に適用されるガラス材料は脆性材料である。このことから、2つの光接続部品を、勘合構造を利用して接続する場合、ガラス

製の光接続部品にチップングが形成される場合や、過度な力が加えられることによりガラス製の光接続部品が破損する場合が想定される。そのため、本開示の光接続アセンブリ100では、着脱を前提とした2つの光接続部品のうち、ガラス製の第一光接続部品に突出するように突起部が設けられ、第二光接続部品に突起部が挿入される凹部が設けられている。

[0037] 図2は、本開示の光接続アセンブリを構成する光接続部品それぞれの基本配置の例を示す図である（図2中、「基本配置」と記す）。図2において、上側の二つの段（図2中、「垂直接続」と記す）には、ガラス製の第一光接続部品と延性材料製の第二光接続部品の垂直接続の例がそれぞれ示されており、下側の二つの段（図2中、「水平接続」と記す）には、第一光接続部品と第二光接続部品の水平接続の例がそれぞれ示されている。特に、最上段（図2中、「第一配置例」と記す）には、光IC基板上に第一光接続部品が配置された例が示されている。第二段目（図2中、「第二配置例」と記す）には、光IC基板上に第二光接続部品が配置された例が示されている。第三段目（図2中、「第三配置例」と記す）には、光IC基板上に第一光接続部品が配置された例が示されている。最下段（図2中、「第四配置例」と記す）には、光IC基板上に第二光接続部品が配置された例が示されている。

[0038] 図2の最上段に示された光接続アセンブリ100Aは、本開示の光接続アセンブリ100の第一配置例として、ガラス製の第一光接続部品110Aと、延性材料製の第二光接続部品120Aと、第一光接続部品110Aおよび第二光接続部品120Aを垂直接続する位置決め構造と、を備える。この第一配置例において、第一光接続部品110Aが光IC基板30上に搭載され、第二光接続部品120Aが第一光接続部品110Aに対面した状態で位置決めされる。なお、以下の説明では、各配置例の第一光接続部品および第二光接続部品が垂直または水平方向に沿って位置決めされた状態を「勘合状態」と記す。

[0039] 第一光接続部品110Aとなるガラス基板は、第二光接続部品120Aに対面する第一基準面600aと、内部に配置された複数の光導波路と、第一

基準面600a上に突出するように設けられた突起部と、を備える。なお、複数の導波路は、第一光接続部品110Aのガラス基板に埋め込まれた光ファイバであってもよく、また、ガラス基板の内部に描画された屈折率変化領域であってもよい。以下の説明では、第一光接続部品110Aを含む種々のタイプの第一光接続部品に設けられる複数の光導波路を、単にコア510と記す。第一光接続部品110Aのガラス基板に突出するように設けられた突起部は、ガラス基板に設けられた凹部に接着固定されたガイドピン150の露出部分を意味する。以下の説明では、第一光接続部品110Aを含む種々のタイプの第一光接続部品に設けられた突起部を、単にガイドピン150と記す。

[0040] 一方、第二光接続部品120Aは、光ファイバ500の先端部分に取り付けられた延性材料製のフェルールであり、延性材料は、ガラス材料の熱膨張係数と比較してほぼ一致するか小さい熱膨張係数を有する耐熱樹脂、金属等である。この第二光接続部品120Aとなるフェルールは、第一光接続部品110Aに対面する第二基準面600bと、第一光接続部品110Aに設けられたガイドピン150が挿入される凹部と、を有し、その内部に光ファイバ500の先端部分が収納されている。なお、光ファイバ500の端面は、第二基準面600b上に配置されている。第二光接続部品120Aの凹部は、第一光接続部品110Aの第一基準面600aから露出しているガイドピン150を収納できる空間を維持するための構造であり、例えば貫通孔、溝等であってもよい。以下の説明では、第二光接続部品120Aを含む種々のタイプの第二光接続部品に設けられた凹部を、ガイド孔151と記す。

[0041] また、第二光接続部品120Aを含む種々のタイプの第二光接続部品が保持する光ファイバ500は、柔軟な曲げ形状に対応可能にするため、低い曲げ損失を有する光ファイバ（以下、「低曲げ損失ファイバ」と記す）が適している。低曲げ損失ファイバには、コアの光閉じ込め機能が強化された光ファイバが適しており、例えば、コアの屈折率を一般的な光ファイバにおけるコアの屈折率よりも高くした構造や、コアとクラッドの間にクラッドの屈折

率よりも低い屈折率を有するトレンチ層が設けられた屈折率構造により、実現可能である。なお、クラッドの外周には規格に準拠したファイバ外径を維持するため、通常、ジャケット層が設けられる。

[0042] 光ファイバ500の組成は、シリカガラスに対して屈折率を制御するためのドーパントが添加されている。具体的には、一例として、中心コアは、二酸化ゲルマニウム ( $\text{GeO}_2$ ) が添加されたシリカガラスで構成されている。コア外周に位置するクラッドは、純シリカガラスまたはフッ素が添加されたシリカガラスで構成されている。ジャケット層は純シリカガラスで構成されている。このようなファイバ組成により、経済性と形状制御性が良好な光ファイバを得ることができる。なお、ジャケット層は塩素 ( $\text{Cl}$ ) を含んでもよく、また、含まなくてもよい。中心コアは、 $\text{GeO}_2$  と  $\text{F}$  が共添加されてもよい。なお、光ファイバ500の強度を高くするため、光ファイバ500の製造段階で、ガラス部分の外周にカーボンコート塗布する方法、線引き時の熱履歴を調整してガラス部分の外周部に圧縮歪みを与える方法等、複数の方法が組み合わされてもよい。

[0043] また、図2の最上段等々に示されたように、光ファイバ500は、予め加熱された屈曲部が設けられている。屈曲部形成のための加熱手段には、バーナー、 $\text{CO}_2$ レーザー、アーク放電、ヒーター等が適用可能である。 $\text{CO}_2$ レーザーは、照射強度、照射範囲、照射時間を容易に調整することができるため、屈曲部における曲率分布の精緻な制御を可能にする。 $\text{CO}_2$ レーザーの一般的な波長  $10\ \mu\text{m}$  付近では、ガラス材料は不透明であるため、 $\text{CO}_2$ レーザーの照射エネルギーは、ガラス材料の表層で吸収され、再輻射と熱伝導により伝わる。 $\text{CO}_2$ レーザーのパワーが高すぎる場合、ガラス材料の表層温度はガラス蒸発温度まで急峻に上昇するため、ガラスの部材形状が維持できなくなる。そのため、 $\text{CO}_2$ レーザーの照射パワーは、ガラス材料の表層が蒸発せず、かつ、加熱領域のガラス内部が一定時間だけ作業点以上の温度に上昇してガラス内部の歪が除去されるように、適切に調整される。光ファイバ500の線引き後の冷却速度は、 $10^{-4}\text{°C/秒}$ 以下であってもよい。

[0044] 図2の第二段目に示された光接続アセンブリ100Bは、本開示の光接続アセンブリ100の第二配置例として、ガラス製の第一光接続部品110Bと、延性材料製の第二光接続部品120Bと、第一光接続部品110Bおよび第二光接続部品120Bを垂直接続する位置決め構造と、を備える。この第二配置例において、第二光接続部品120Bが光IC基板30上に搭載され、第一光接続部品110Bが第二光接続部品120Bに対面した状態で位置決めされる。

[0045] 第一光接続部品110Bとなるガラス基板は、光ファイバ500の先端部分に取り付けられており、第二光接続部品120Bに対面する第一基準面600a上に、光ファイバ500の端面とガイドピン150が配置されている。一方、光IC基板30上に搭載された第二光接続部品120Bは、第一光接続部品110Bに対面する第二基準面600bと、光IC基板30に対面する面と第二基準面600bを連絡する開口部が設けられている。第二光接続部品120Bの開口部は、第一光接続部品110Bと光ICの光入出力部の間で光信号を伝搬させるための空間を定義しており、また、第二基準面600b上には、第一光接続部品110Bに設けられたガイドピン150を収納するガイド孔151も設けられている。なお、第二光接続部品120Bの延性材料は、ガラス材料の熱膨張係数と比較してほぼ一致するか小さい熱膨張係数を有する耐熱樹脂、金属等である。

[0046] 図2の第三段目に示された光接続アセンブリ100Cは、本開示の光接続アセンブリ100の第三配置例として、ガラス製の第一光接続部品110Cと、延性材料製の第二光接続部品120Cと、第一光接続部品110Cおよび第二光接続部品120Cを水平接続する位置決め構造と、を備える。この第三配置例において、第一光接続部品110Cが光IC基板30上に搭載され、第二光接続部品120Cが第一光接続部品110Cに対面した状態で位置決めされる。

[0047] 第一光接続部品110Cとなるガラス基板は、第二光接続部品120Cに対面する第一基準面600aと、内部に配置された複数のコア510と、第

一基準面600a上で設けられたガイドピン150と、を備える。なお、複数のコア510は、第一基準面600aから矢印S1で示された方向に沿って伸びている。ただし、コア510の第1端は、第一基準面600a上に位置するが、コア510の第2端は、反射部152が配置されたガラス基板の傾斜面から離れている。反射部152は、矢印S1で示された水平方向に伝搬する光を矢印S2で示された垂直方向に反射するか、垂直方向に伝搬する光を水平方向に反射する機能を有し、コア510の第2端と光ICの光入出力部とを光学的に接続する光学部品である。なお、傾斜面がガラス基板内のコア510を伝搬する信号光に対して全反射上面を満たすように設計されている場合、反射部152は不要である。

[0048] 一方、第二光接続部品120Cは、光ファイバ500の先端部分に取り付けられた延性材料製のフェルールであり、延性材料は、ガラス材料の熱膨張係数と比較してほぼ一致するか小さい熱膨張係数を有する耐熱樹脂、金属等である。この第二光接続部品120Cとなるフェルールは、第一光接続部品110Cに対面する第二基準面600bと、第一光接続部品110Cに設けられたガイドピン150が挿入されるガイド孔151を有し、その内部に光ファイバ500の先端部分が収納されている。なお、光ファイバ500の端面は、第二基準面600b上に配置されている。第二光接続部品120Cのガイド孔151は、第一光接続部品110Cの第一基準面600aから露出しているガイドピン150を収納する。

[0049] 図2の最下段に示された光接続アセンブリ100Dは、本開示の光接続アセンブリ100の第四配置例として、ガラス製の第一光接続部品110Dと、延性材料製の第二光接続部品120Dと、第一光接続部品110Dおよび第二光接続部品120Dを水平接続する位置決め構造と、を備える。この第四配置例において、第二光接続部品120Dが光IC基板30上に搭載され、第一光接続部品110Dが第二光接続部品120Dに対面した状態で位置決めされる。

[0050] 第一光接続部品110Dとなるガラス基板は、光ファイバ500の先端部

分に取り付けられており、第二光接続部品120Dに対面する第一基準面600a上に、光ファイバ500の端面とガイドピン150が配置されている。一方、光IC基板30上に搭載された第二光接続部品120Dは、第一光接続部品110Dに対面する第二基準面600bと、光IC基板30に対面する面と第二基準面600bを連絡する開口部が設けられている。この開口部は、光ファイバ500と光ICの光入出力部の間を伝搬する光の伝搬経路を定義しており、反射ミラー153は伝搬経路上に配置されている。反射ミラー153は、矢印S1で示された水平方向に伝搬する光を矢印S2で示された垂直方向に反射するか、垂直方向の光を水平方向に反射する機能を有する。また、第二光接続部品120Dの第二基準面600b上には、第一光接続部品110Dに設けられたガイドピン150を収納するガイド孔151も設けられている。なお、第二光接続部品120Dの延性材料は、ガラス材料の熱膨張係数と比較してほぼ一致するか小さい熱膨張係数を有する耐熱樹脂、金属等である。

[0051] 上述の第一配列例から第四配列例のいずれにおいても、第一光接続部品と第二光接続部品の勘合状態は、第一基準面600aと第二基準面600bが当接するまでガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、実現する。

[0052] 図3は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例および第二構成例それぞれを示す図である（図3中、「光接続アセンブリ1」と記す）。図3の上段（図3中、「第一構成例」と記す）には、図2の最上段に示された第一配置例の具体的な構成が示されている。図3の下段（図3中、「第二構成例」と記す）には、図2の第三段目に示された第三配置例の具体的な構成が示されている。

[0053] 図3の上段の第一構成例は、図2の第一配置例の具体的な構成である。この第一構成例において、光接続アセンブリ100Aは、ガラス製の第一光接続部品110Aと、延性材料製の第二光接続部品120Aと、第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aの相対的な位置関係を保持する位置決

め構造と、を備える。

[0054] 第一光接続部品110Aは、光IC基板30上に搭載されている。第一光接続部品110Aのガラス基板内に設けられたコア510は、第1端が光ICの光入出力部に光学的に結合された状態で、光ICの光入出力部に対面する面から第一基準面600aまで延びている。また、第一光接続部品110Aのガラス基板には、ガイドピン150が設けられている。一方、第二光接続部品120Aは、屈曲部が設けられた光ファイバ500の先端部分に取り付けられ、延性材料製のフェルールとして機能する。また、第二光接続部品120Aには、第一光接続部品110Aのガイドピン150が挿入されるガイド孔151が設けられる。第二光接続部品120Aの、第一光接続部品110Aに対面する第二基準面600b上には、光ファイバ500の端面が配置されている。第一光接続部品110Aのガイドピン150と第二光接続部品120Aのガイド孔151により、位置決め構造が構成される。

[0055] 以上のような構造を備えた第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aは、ガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、位置決めされた状態で垂直接続される。

[0056] 図3の下段の第二構成例は、図2の第三配置例の具体的な構成である。この第二構成例において、光接続アセンブリ100Cは、ガラス製の第一光接続部品110Cと、延性材料製の第二光接続部品120Cと、第一光接続部品110Cと第二光接続部品120Cの相対的な位置関係を保持する位置決め構造と、を備える。

[0057] 第一光接続部品110Cは、光IC基板30上に搭載されている。第一光接続部品110Cのガラス基板内に設けられたコア510は、第1端が第一基準面600a上に位置し、第2端が、反射部152が配置されたガラス基板の傾斜面の手前まで伸びている。反射部152は、コア510の第2端からの光を光ICの光入出力部へ向けて、また、光ICの光入出力部からの光をコア510の第2端へ向けて反射することにより、コア510と光ICの光入出力部とを光学的に結合させる。なお、第一光接続部品110Cのガラ

ス基板には、ガイドピン150が設けられている。一方、第二光接続部品120Cは、光ファイバ500の先端部分に取り付けられ、延性材料製のフェルールとして機能する。また、第二光接続部品120Cには、第一光接続部品110Cのガイドピン150が挿入されるガイド孔151が設けられる。第二光接続部品120Cの、第一光接続部品110Cに対面する第二基準面600b上には、光ファイバ500の端面が配置されている。第一光接続部品110Cのガイドピン150と第二光接続部品120Cのガイド孔151により、位置決め構造が構成される。

[0058] 以上のような構造を備えた第一光接続部品110Cと第二光接続部品120Cは、ガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、位置決めされた状態で水平接続される。

[0059] 図4は、本開示の光接続アセンブリの第三構成例およびその断面図を示す図である（図4中、「光接続アセンブリ2」と記す）。図4の上段（図4中、「第三構成例」と記す）には、図2の第二段目に示された第2配置例の具体的な構成が示されている。図4の下段（図4中、「I-I断面」と記す）には、図4の上段に示されたI-I線に沿った光接続アセンブリの断面構造が示されている。

[0060] 図4の上段の第三構成例は、図2の第二配置例の具体的な構成である。この第三構成例において、光接続アセンブリ100Eは、ガラス製の第一光接続部品110Eと、延性材料製の第二光接続部品120Eと、第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eの相対的な位置関係を保持する位置決め構造と、を備える。

[0061] 第一光接続部品110Eは、屈曲部を有する光ファイバ500の先端部分に取り付けられたフェルール300に接着固定されている。このフェルール300の端面上に光ファイバ500の端面が配置されており、光ファイバ500は、第一光接続部品110Eのガラス基板の内部に設けられたコア510と光学的に接続されている。なお、第一光接続部品110Eのコア510は、第1端が光ファイバ500と光学的に結合された状態で、フェルール端

面に対面する面から第一基準面600aまで延びている。第一光接続部品110Eのガラス基板には、ガイドピン150が設けられている。また、第一基準面600aのうちガイドピン150の間であってコア510の第2端が位置する領域には、コア510に一对一に対応したレンズ面410を有するレンズアレイ400が接着固定されている。

[0062] 一方、第二光接続部品120Eは、光IC基板30上に搭載されている。第二光接続部品120Eは、第一光接続部品110Eのレンズアレイ400の各レンズ面410と光ICの光入出力部とが光学的に結合する空間を維持するため、第一光接続部品110Eに対面する第二基準面600bから光ICに向かって伸びる開口部154が設けられている。また、第二光接続部品120Eの第二基準面600b上には、開口部154を挟むように、第一光接続部品110Eのガイドピン150が挿入されるガイド孔151が設けられている。第一光接続部品110Eのガイドピン150と第二光接続部品120Eのガイド孔151により、位置決め構造が構成される。

[0063] 以上のような構造を備えた第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eは、ガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、位置決めされた状態で垂直接続される。図4の下段には、第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eが光IC基板30上で垂直接続された光接続アセンブリ100Eを含む第三構成例の断面図が示されている。

[0064] 図4の下段に示されたように、第三構成例では、開口部154を有する第二光接続部品120Eが光IC基板30上に搭載されており、ガイド孔151には、第一基準面600aと第二基準面600bとが当接された状態で、ガイドピン150が挿入されている。ガイドピン150がガイド孔151に挿入された状態において、光IC基板30上に第二光接続部品120Eが配置され、第二光接続部品120Eの上に第一光接続部品110Eが配置され、さらに第一光接続部品110Eの上にフェルール300が配置された積層構造が実現されている。このとき、第二光接続部品120Eの開口部154で定義される空間内には、第一光接続部品110Eのガラス基板に接着固定

されたレンズアレイ400と、光ICの光入出力部に配置されたレンズ155が位置している。レンズアレイ400のレンズ面410と光IC基板30のレンズ155は一対一に対応しており、それぞれコリメートレンズとして機能する。

[0065] 図5は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例および第三構成例それぞれについて、第一光接続部品および第二光接続部品の組の具体的な構成を示す図である（図5中、「光接続部品」と記す）。図5において、上側の二つの段（図5中、「第一構成例」と記す）には、図3の上段に示された第一構成例の第一光接続部品および第二光接続部品それぞれの例が示されており、下側の二つの段（図5中、「第三構成例」と記す）には、図4の上段に示された第三構成例の第一光接続部品および第二光接続部品それぞれの例が示されている。特に、最上段（図4中、「第一光接続部品」と記す）には、第一構成例に適用される、ガラス材料で形成される第一光接続部品の組み立て工程が示されている。第二段目（図5中、「第二光接続部品」と記す）には、第一構成例に適用される、延性材料で形成される第二光接続部品の正面構成が示されている。第三段目（図4中、「第一光接続部品」と記す）には、第三構成例に適用される第一光接続部品の組み立て工程が示されている。最下段（図5中、「第二光接続部品」と記す）には、第三構成例に適用される第二光接続部品の正面構成が示されている。

[0066] 図3の上段に示された第一構成例に適用される第一光接続部品110Aは、図5の最上段に示されたように製造される。すなわち、第一光接続部品110Aとなるガラス基板111には、第一基準面600aから光IC基板30に対面する面まで伸びた複数のコア510が形成されている。また、第一基準面600aにはピン挿入口112が形成されており、ガイドピン150が接着固定される。すなわち、ピン挿入口112とガイドピン150の間には接着剤113が充填されており、これにより、ガイドピン150は、第一光接続部品110Aに設けられる。

[0067] なお、第一光接続部品110Aとなるガラス基板111の内部に形成され

るコア510として、光ファイバが埋め込まれる構成では、ガラス基板111に対して光ファイバを挿入するための貫通孔が形成される。この貫通孔は、フォトリソグラフィとRIE (Reactive Ion Etching) 等のドライエッチングとを組合わせたプロセスや、レーザーを用いた穴開け技術を用いて形成される。ただし、貫通孔の位置が所定の設計位置に対して $1\mu\text{m}$ 以下の誤差であり、かつ、貫通孔の内径が目標内径に対して $\pm 1\mu\text{m}$ 以下を実現できるガラス孔開け技術であればいずれの技術も適用可能である。また、ガラス基板111に設けられた光ファイバ挿入用の貫通孔は、ガラス基板の第一基準面600aに対し垂直でなくてもよい。例えば、図2の最上段に示されたように、ガラス基板の第一基準面600aまたは該第一基準面600aと貫通孔のなす角度が $\theta$ となるように、換言すれば、第一基準面600aの法線方向に対して貫通孔が角度： $90^\circ - \theta$ 、例えば $8^\circ$ 傾くように貫通孔が形成されることで、光ICの光入出力部との接続界面における反射が効果的に低減される。なお、ガラス基板111の内部に形成されるコア510は、レーザー照射により屈折率変化が生じた屈折率変化領域であってもよい。

[0068] ガイドピン150の材料は、ガラス基板111の熱膨張係数に対して10倍以下の熱膨張係数を有する材料であってもよい。ガラス材料の線膨張係数と大きく異なる部材の一部をガイドピン150としてガラス基板111に設ける場合、高温環境下ではガラス基板111への挿入時にガラス基板111に応力が発生する。その結果、ガラス基板111が破損するおそれがある。そのため、ガイドピン150の材料として、ガラス材料の熱膨張係数に対して10倍以下の熱膨張係数を有する材料を選択することにより、第一光接続部品110Aとなるガラス基板111の破損を低減することができる。

[0069] また、ガイドピン150は、図5の最上段に示されたように、第一光接続部品110Aとなるガラス基板111に設けられたピン挿入口112にその一部が挿入された状態で、ガラス基板111に接着固定される。なお、ガラス基板111のピン挿入口112の内径とガイドピン150の外径との差は

、 $2\mu\text{m}$ 以下であればよく、ピン挿入口112の内周とガイドピン150の外周との間には、接着剤113が充填される。高温環境下での使用を想定し、接着剤113は耐熱接着剤であってもよい。ガラス基板111のピン挿入口112とガイドピン150との間にクリアランスを設けることにより、突起部となるガイドピン150をガラス基板111に容易に設けることができる。なお、高精度に位置決めするためには、ガラス基板111のピン挿入口112の内径とガイドピン150の外径との差は、 $2\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0070] さらに、第一光接続部品110Aとなるガラス基板111の内部には、コア510として、光ファイバが埋め込まれるか、レーザー描画により形成された屈折率変化領域が形成されている。このように、ガラス基板111に高精度に設けられた貫通孔に光ファイバを固定すること、または、ガラス基板111の内部に光導波路を直接描画することで、光伝搬領域としてのコア510の二次元配置等の柔軟な配置パターンを実現することができる。また、光ファイバや光導波路を内部に設けられたガラス基板111に、位置決め構造の一部を構成するガイドピン150を設けることにより、光IC基板30上の勘合構造を、ガラス基板111を破損することなく安全に実現することができる。

[0071] また、図3の上段に示された第一構成例に適用される第二光接続部品120Aは、図5の第二段目に示されたような構造を有する。すなわち、第二光接続部品120Aは、光ファイバ500の先端部分に取り付けられたフェルールとして機能し、第一光接続部品110Aの第一基準面600aに対面する第二基準面600b上に、光ファイバ500の端面と、ガイドピン150が挿入されるガイド孔151が配置されている。なお、第二光接続部品120Aの延性材料は、 $1\times 10^{-6}/\text{K}$ 以上 $7\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線熱膨張係数を有する、金属を主成分とした材料であってもよい。第二光接続部品120Aの材料として金属が選択されることにより、ガイドピン150の挿入動作による破損が低減できる。このとき、光IC基板30上での使用に適用する

ため、第二光接続部品120Aの材料は、シリコンと熱膨張係数が略一致した金属であってもよい。第二光接続部品120Aの材料は、例えば、 $5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下の線膨張係数を有するKovar、 $2 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下の線膨張係数を有するInvar、金属セラミクス複合材料等である。

[0072] 次に、図4の上段に示された第三構成例に適用される第一光接続部品110Eは、図5の第三段目に示されたように製造される。すなわち、第一光接続部品110Eとなるガラス基板111には、第一基準面600aから光IC基板30に対面する面まで伸びた複数のコア510が形成されている。また、第一基準面600aにはピン挿入口112が形成されており、ガイドピン150が接着固定される。すなわち、ピン挿入口112とガイドピン150の間は接着剤113で充填されており、これにより、ガイドピン150は、第一光接続部品110Aに設けられる。この構成は、上述の第一光接続部品110Aの製造工程と同じである。ただし、第三構成例に適用される第一光接続部品110Eは、第一基準面600a上にレンズアレイ400が接着固定される。このレンズアレイ400は、ガラス基板111の内部に設けられた複数のコア510に一対一に対応したレンズ面410を有する。

[0073] なお、この第一光接続部品110Eにおけるコア510の形成、ガイドピン150の材料等については、上述の第一光接続部品110Aのケースと同様である。また、第一光接続部品110Eとなるガラス基板111にレンズアレイ400を適切に接着することで、ガラス基板111の内部に設けられた複数のコア510からの光を所定のビームへ変換し空間的に伝搬することが可能になる。この場合、後述するように、延性材料製の第二光接続部品120Eには光を導波する光ファイバや光導波路を形成する必要はなく、空間を伝搬させることができる。

[0074] 図4の上段に示された第三構成例に適用される第二光接続部品120Eは、図5の最下段に示されたような構造を有する。上述のように、この第二光接続部品120Eには、第一光接続部品110Eのコア510からの光を伝搬させるための空間を定義する開口部154が設けられている。この開口部

154は、光ICの光入出力部を取り囲んでおり、光ICの光入出力部にはレンズ155が配置されている。また、第二光接続部品120Eは、開口部154を挟むように、ガイド孔151が設けられている。なお、第二光接続部品120Eの材料は、上述の第二光接続部品120Aと同様の材料が適用される。

[0075] 図6は、本開示の光接続アセンブリの第四構成例およびその正面図を示す図である（図6中、「光接続アセンブリ3」と記す）。図6の上段（図6中、「第四構成例」と記す）には、図3の上段に示された第一構成例に対して光接続状態を安定させるための構造が付与された第四構成例が示されている。図6の下段（図6中「正面図」と記す）には、図6の上段に示された矢印Aで示された方向から見たときの第四構成例の正面図が示されている。

[0076] 図6の上段の第四構成例は、図3の上段に示された第一構成例の全体を含む。ただし、この第四構成例は、第一構成例に加え、第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aの勘合状態を維持するための構造を備える。このような勘合状態の維持は、クリップ部材700によって実現される。

[0077] すなわち、この第四構成例において、光接続アセンブリ100Aは、ガラス製の第一光接続部品110Aと、延性材料製の第二光接続部品120Aと、第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aの相対的な位置関係を保持する位置決め構造とを備える。光IC基板30上に搭載された第一光接続部品110Aは、そのガラス基板内にコア510が設けられるとともに、第一基準面600a上でガイドピン150が設けられている。一方、光ファイバ500の先端部分に設けられた第二光接続部品120Aは、第一光接続部品110Aのガイドピン150が挿入されるガイド孔151が設けられるとともに、第二基準面600b上には、光ファイバ500の端面が配置されている。第一光接続部品110Aのガイドピン150と第二光接続部品120Aのガイド孔151により、位置決め構造が構成される。このような構造を備えた第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aは、ガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、位置決めされた状態で垂

直接続される。

[0078] しかしながら、第一光接続部品110Aのガイドピン150は、第二光接続部品120Aのガイド孔151に着脱可能な状態で勘合している。この場合、使用中に意図せずガイドピン150がガイド孔151から抜ける可能性もある。そのため、この第四構成例は、第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aの勘合状態を維持するための構造として、クリップ部材700を備える。

[0079] クリップ部材700は、第二光接続部品120Aに付勢力を付与しながら第二光接続部品120Aを把持する本体730と、本体730の両端に設けられた鉤部720と、把持する第二光接続部品120Aの表面を保護するためのクッション部材710と、を有する。

[0080] 本体730は、U字状に形成されている。より具体的には、本体730は、第1方向A1に沿って形成された第1部分731と、第2方向A2に沿って形成された一对の第2部分732とを有している。第2方向A2は、第1方向A1と交差（この例では直交）している。第1部分731及び一对の第2部分732のそれぞれは、長方形板状に形成されている。第1部分731の長手方向は、第1方向A1に沿っている。第2部分732の長手方向は、第2方向A2に沿っている。各第2部分732の第2方向A2における第1端部は、第1部分731の第1方向A1における対応する端部に接続されている。鉤部720は、各第2部分732の第2方向A2における第1端部とは異なる第2端部（第1部分731に接続されていない端部）に設けられている。

[0081] 第一光接続部品110Aは、図6の下段に示されたように、鉤部720に一対一に対応して設けられ、本体730が第二光接続部品120Aを把持した状態で鉤部720が当接される段差部450を有する。第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aの勘合状態は、第一光接続部品110Aの第一基準面600aと第二光接続部品120Aの第二基準面600bが当接するまでガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、実現

される。このとき、第二光接続部品120Aを把持したクリップ部材700の鉤部720が、第一光接続部品110Aの段差部450に嵌まり、第一光接続部品110Aと第二光接続部品120Aとの勘合状態が安定的に維持される。

[0082] 第1部分731は、本体730が第二光接続部品120Aを把持した状態において、第二光接続部品120Aと対面する表面731aを有している。クッション部材710は、表面731aに配置されている。クリップ部材700の本体730の上部から鉤部720までの長さ（第2部分732の第1端部から鉤部720までの長さ）は、クッション部材710の厚さと第二光接続部品120Aの厚さと第一光接続部品110Aの第一基準面600aから段差部450までの厚さとの合計よりも短い。本体730が第二光接続部品120Aを把持した状態において、クッション部材710は第二光接続部品120Aの表面に接触する。クッション部材710の厚さが縮むことで付勢力が生じる。クッション部材710のヤング率は、100MPa以上40GPa以下であってもよい。クッション部材710のヤング率は、重錘載荷法及び音叉式測定法等で測定することができる。

[0083] 図7は、本開示の光接続アセンブリの第五構成例およびその正面図を示す図である（図7中、「光接続アセンブリ4」と記す）。図7の上段（図7中、「第五構成例」と記す）には、図4の上段に示された第三構成例に対して光接続状態を安定させるための構造が付与された第五構成例が示されている。図7の下段（図7中「正面図」と記す）には、図7の上段に示された矢印Aで示された方向から見たときの第五構成例の正面図が示されている。

[0084] 図7の上段の第五構成例は、図4の上段に示された第三構成例の全体を含む。ただし、この第五構成例は、第三構成例に加え、第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eの勘合状態を維持するための構造を備える。このような勘合状態の維持は、クリップ部材700によって実現される。

[0085] すなわち、この第五構成例において、光接続アセンブリ100Eは、ガラス製の第一光接続部品110Eと、延性材料製の第二光接続部品120Eと

、第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eの相対的な位置関係を保持する位置決め構造とを備える。第一光接続部品110Eは、光ファイバ500の先端部分に取り付けられたフェルール300に接着固定されている。また、第一光接続部品110Eは、内部にコア510が設けられ、第一基準面600aにガイドピン150とレンズ面410を有するレンズアレイ400は接着固定されている。一方、第二光接続部品120Eは、光IC基板30上に搭載されている。第二光接続部品120Eは、開口部154が設けられ、開口部154を挟むように、第二基準面600b上にガイド孔151が設けられている。第一光接続部品110Eのガイドピン150と第二光接続部品120Eのガイド孔151により、位置決め構造が構成される。

[0086] この第五構成例も、上述の第四構成例と同様に、第一光接続部品110Eのガイドピン150は、第二光接続部品120Eのガイド孔151に着脱可能な状態で勘合している。この場合、使用中に意図せずガイドピン150がガイド孔151から抜ける可能性もある。そのため、この第五構成例は、第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eの勘合状態を維持するための構造として、クリップ部材700を備える。

[0087] クリップ部材700は、フェルール300に接着固定された第一光接続部品110Eに付勢力を付与しながら第一光接続部品110Eを把持する本体730と、本体730の両端に設けられた鉤部720と、把持する第一光接続部品110Eの表面を保護するためのクッション部材710と、を有する。一方、第二光接続部品120Eは、図7の下段に示されたように、鉤部720に一対一に対応して設けられ、本体730が第一光接続部品110Eを把持した状態で鉤部720が当接される段差部460を有する。第一光接続部品110Eと第二光接続部品120Eの勘合状態は、第一光接続部品110Eの第一基準面600aと第二光接続部品120Eの第二基準面600bが当接するまでガイドピン150がガイド孔151に挿入されることにより、実現される。このとき、第二光接続部品120Eを把持したクリップ部材700の鉤部720が、第一光接続部品110Eの段差部460に嵌まり、

第一光接続部品 110E と第二光接続部品 120E との勘合状態が安定的に維持される。

[0088] この例では、第 1 部分 731 の表面 731a は、本体 730 が第一光接続部品 110E を把持した状態において、第一光接続部品 110E と対面する。クッション部材 710 は、表面 731a に配置されている。クリップ部材 700 の本体 730 の上部から鉤部 720 までの長さ（第 2 部分 732 の第 1 端部から鉤部 720 までの長さ）は、クッション部材 710 の厚さと第一光接続部品 110E の厚さと第二光接続部品 120E の第二基準面 600b から段差部 460 までの厚さとの合計よりも短い。本体 730 が第一光接続部品 110E を把持した状態において、クッション部材 710 は第一光接続部品 110E の表面に接触する。クッション部材 710 の厚さが縮むことで付勢力が生じる。クッション部材 710 のヤング率は、100MPa 以上 400MPa 以下であってもよい。クッション部材 710 のヤング率は、重錘載荷法及び音叉式測定法等で測定することができる。

[0089] なお、第一基準面 600a からレンズアレイ 400 のレンズ面 410 までの距離を  $L_1$ 、第一基準面 600a からガイドピン 150 の先端までの距離を  $L_2$ 、および、第一光接続部品 110E をクリップ部材 700 が把持した状態において第一基準面 600a から鉤部 720 までの距離を  $L_3$  とするとき、上述のような第一光接続部品 110E の破損を回避するために、 $L_1 < L_2 < L_3$  の関係が満たされてもよい。

[0090] 図 8 は、本開示の光接続アセンブリの第一構成例、第二構成例、または第四構成例のフェルールとして機能する第二光接続部品の変形例を示す図である（図 8 中、「第二光接続部品」と記す）。図 8 の上段（図 8 中、「第一変形例」と記す）には、図 2、図 3、図 5 等々に示された第二光接続部品の第一変形例が示されている。図 8 の下段（図 8 中、「第二変形例」と記す）には、図 2、図 3、図 5 等々に示された第二光接続部品の第二変形例が示されている。上記第一構成例、第二構成例、または第四構成例では、ガラス製の第一光接続部品が光 IC 基板に配置される一方、延性材料製の第二光接続部品は

第一光接続部品に対して光 I C 基板の反対側に配置される。

[0091] 図 8 の上段および下段に示された各例では、第二光接続部品が異なる延性材料の部材で構成されている。特に、図 8 の上段に示された第二光接続部品の例は、例えば第一構成例の第二光接続部品 1 2 0 A と同様の構造を有するフェルール部分 3 5 0 と、第二基準面 6 0 0 b を含むフェルール部分 3 5 0 の先端部分を取り囲む金属枠 8 0 0 と、を備える。なお、図 8 の上段の例では、金属を主成分とする金属枠 8 0 0 で取り囲まれた第二基準面 6 0 0 b 上には、光ファイバ 5 0 0 の端面が配置されるとともに、これら端面を挟むようにガイド孔 1 5 1 が設けられている。

[0092] 金属枠 8 0 0 の材料は、 $1 \times 10^{-6} / K$  以上  $7 \times 10^{-6} / K$  以下の線熱膨張係数を有する、金属を主成分とした材料であればよい。具体的に、金属枠 8 0 0 の材料は、シリコンと熱膨張係数が略一致した金属であればよく、例えば、 $5 \times 10^{-6} / K$  以下の線膨張係数を有する Kovar、 $2 \times 10^{-6} / K$  以下の線膨張係数を有する Invar、金属セラミクス複合材料等が適用可能である。金属を主成分とした材料は、金属を 30% 以上含む。第二光接続部品の材料として金属が選択されることにより、ガイドピンの挿入動作による破損が低減できる。一方、フェルール部分 3 5 0 の材料は、 $3 \times 10^{-5} / K$  以下の線熱膨張係数を有する樹脂材料であってもよい。フェルール部分 3 5 0 の材料は、例えば、 $1 \times 10^{-5} / K$  以下の線膨張係数を有する液晶ポリマー、 $2.5 \times 10^{-5} / K$  以下の線膨張係数を有する PPS が適用可能である。

[0093] また、第二光接続部品が樹脂部分と、金属部分と、で構成された二重構造を備えた場合、ガイドピン 1 5 0 が挿入されるガイド孔 1 5 1 は、樹脂部分に設けられても、金属部分に設けられてもよい。図 8 の下段には、ガイド孔 1 5 1 が光ファイバ 5 0 0 の先端部分に取り付けられたフェルール部分 3 6 0 が、金属枠 8 1 0 により第二基準面 6 0 0 b を露出させた状態で取り囲まれた第二光接続部品の例が示されている。光ファイバ 5 0 0 は第二基準面 6 0 0 b 上に配置される一方、ガイド孔 1 5 1 は金属枠 8 1 0 に設けられてい

る。

[0094] 図8の上段および下段に示された各例のように、フェルール部分350、360の先端部分を取り囲む枠には、シリコンの熱膨張係数と一致するか近い熱膨張係数を有する金属を主成分とする材料が適用される。そのため、樹脂製のフェルール部分350、360の熱変形が低減され、ガイドピン150の挿入動作による破損が低減される。なお、フェルール部分350、360の樹脂材料はシリコンに対して熱膨張係数が大きいいため、光IC基板のシリコンに対して直接接着した場合、剥離等が発生するおそれがある。そこで、図8の上段および下段に示された第二光接続部品が適用される光接続アセンブリの構成例では、光IC基板上に第一光接続部品が配置される。この場合、ガイドピン150を樹脂製のフェルール部分350または金属枠810に設けられたガイド孔151に挿入させることで、熱の影響を大きく受ける光IC基板上でも安定した勘合構造が実現できる。

### 符号の説明

- [0095] 10…光通信モジュール  
20…通信用LSI  
30…光IC基板  
40…電気配線  
100、100A、100B、100C、100D、100E…光接続アセンブリ  
110A、110B、110C、110D、110E…第一光接続部品  
111…ガラス基板  
112…ピン挿入口  
113…接着剤  
120A、120B、120C、120D、120E…第二光接続部品  
150…ガイドピン  
151…ガイド孔  
152…反射部

153…反射ミラー  
154…開口部  
155…レンズ  
300…フェルール  
350、360…フェルール部分  
400…レンズアレイ  
410…レンズ面  
450…段差部  
460…段差部  
500…光ファイバ  
510…コア  
600a…第一基準面  
600b…第二基準面  
700…クリップ部材  
710…クッション部材  
720…鉤部  
730…本体  
731…第1部分  
731a…表面  
732…第2部分  
800、810…金属枠  
A、S1、S2…矢印

## 請求の範囲

- [請求項1] ガラス材料で形成された基板を含む第一光接続部品と、  
延性材料で形成された第二光接続部品と、  
前記第一光接続部品と前記第二光接続部品との間の相対的な位置関係を保持する位置決め構造と、  
を備え、  
前記位置決め構造は、前記第一光接続部品に設けられた突起部と、前記第二光接続部品に設けられた凹部と、を有し、  
前記第二光接続部品の前記凹部には、前記突起部が着脱可能な状態で挿入される、  
光接続アセンブリ。
- [請求項2] 前記突起部は、前記ガラス材料の熱膨張係数に対して10倍以下の熱膨張係数を有する材料で形成されている、  
請求項1に記載の光接続アセンブリ。
- [請求項3] 前記突起部は、前記第一光接続部品に設けられた凹部にその一部が挿入された状態で前記第一光接続部品に接着固定されたガイドピンにより構成されている、  
請求項1または請求項2に記載の光接続アセンブリ。
- [請求項4] 前記第一光接続部品の前記凹部の内径と前記ガイドピンの外径との差は、 $2\mu\text{m}$ 以下であり、前記第一光接続部品の前記凹部の内周と前記ガイドピンの外周との間に接着剤が充填されている、  
請求項3に記載の光接続アセンブリ。
- [請求項5] 前記第一光接続部品は、1つ以上の光導波路を含み、  
前記光導波路それぞれは、前記第一光接続部品の内部に埋め込まれた光ファイバ、または、前記内部に形成された屈折率変化領域を含む、  
請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。
- [請求項6] 前記延性材料は、 $1 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以上 $7 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線熱

膨張係数を有する、金属を主成分とした材料である、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。

[請求項7]

前記第一光接続部品は、光 IC 基板に配置され、

前記第二光接続部品は、前記第一光接続部品に対して前記光 IC 基板の反対側に配置され、

前記第二光接続部品の一部は、前記延性材料として、 $3 \times 10^{-5}$  /K 以下の線熱膨張係数を有する樹脂材料を含む、

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。

[請求項8]

前記第二光接続部品に対面する基準面上に配置されたレンズ構造を有する、

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。

[請求項9]

前記突起部が前記第二光接続部品の前記凹部に挿入された状態を維持するクリップ部材を備え、

前記クリップ部材は、前記第二光接続部品に付勢力を付与しながら前記第二光接続部品を把持する本体と、前記本体の両端に設けられた鉤部と、を有し、

前記第一光接続部品は、前記鉤部に一対一に対応して設けられ、前記本体が前記第二光接続部品を把持した状態で前記鉤部が当接される段差部を有する、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。

[請求項10]

前記本体は、第 1 方向に沿って形成された第 1 部分と、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に沿って形成された一対の第 2 部分とを有し、

各前記第 2 部分の前記第 2 方向における第 1 端部は、前記第 1 部分の前記第 1 方向における対応する端部に接続されており、

前記鉤部は、各前記第 2 部分の前記第 2 方向における前記第 1 端部とは異なる第 2 端部に設けられている、請求項 9 に記載の光接続アセンブリ。

[請求項11]

前記クリップ部材は、クッション部材を有し、

前記第 1 部分は、前記本体が前記第二光接続部品を把持した状態において、前記第二光接続部品と対面する表面を有し、  
前記クッション部材は、前記表面に配置されている、  
請求項 10 に記載の光接続アセンブリ。

[請求項12]

前記突起部が前記第二光接続部品の前記凹部に挿入された状態を維持するクリップ部材と、

前記第一光接続部品の、前記第二光接続部品に対面する基準面上に配置されたレンズアレイと、

を備え、

前記クリップ部材は、前記第一光接続部品に付勢力を付与しながら前記第一光接続部品を把持する本体と、前記本体の両端に設けられた鉤部と、を有し、

前記第二光接続部品は、前記鉤部に一対一に対応して設けられ、前記本体が前記第一光接続部品を把持した状態で前記鉤部が当接される段差部を有する、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の光接続アセンブリ。

[請求項13]

前記本体は、第 1 方向に沿って形成された第 1 部分と、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に沿って形成された一対の第 2 部分とを有し、

各前記第 2 部分の前記第 2 方向における第 1 端部は、前記第 1 部分の前記第 1 方向における対応する端部に接続されており、

前記鉤部は、各前記第 2 部分の前記第 2 方向における前記第 1 端部とは異なる第 2 端部に設けられている、請求項 12 に記載の光接続アセンブリ。

[請求項14]

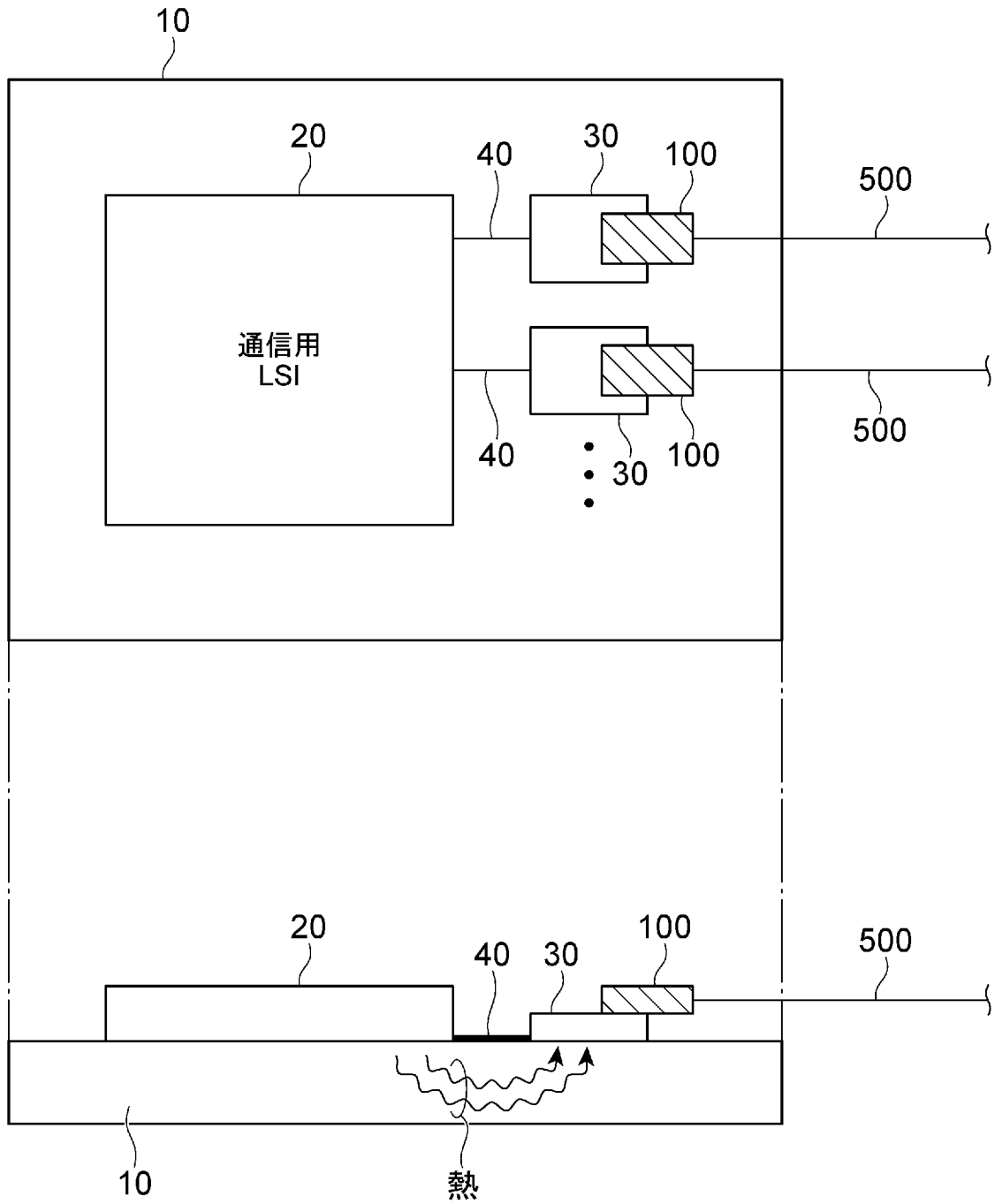
前記クリップ部材は、クッション部材を有し、

前記第 1 部分は、前記本体が前記第一光接続部品を把持した状態において、前記第一光接続部品と対面する表面を有し、

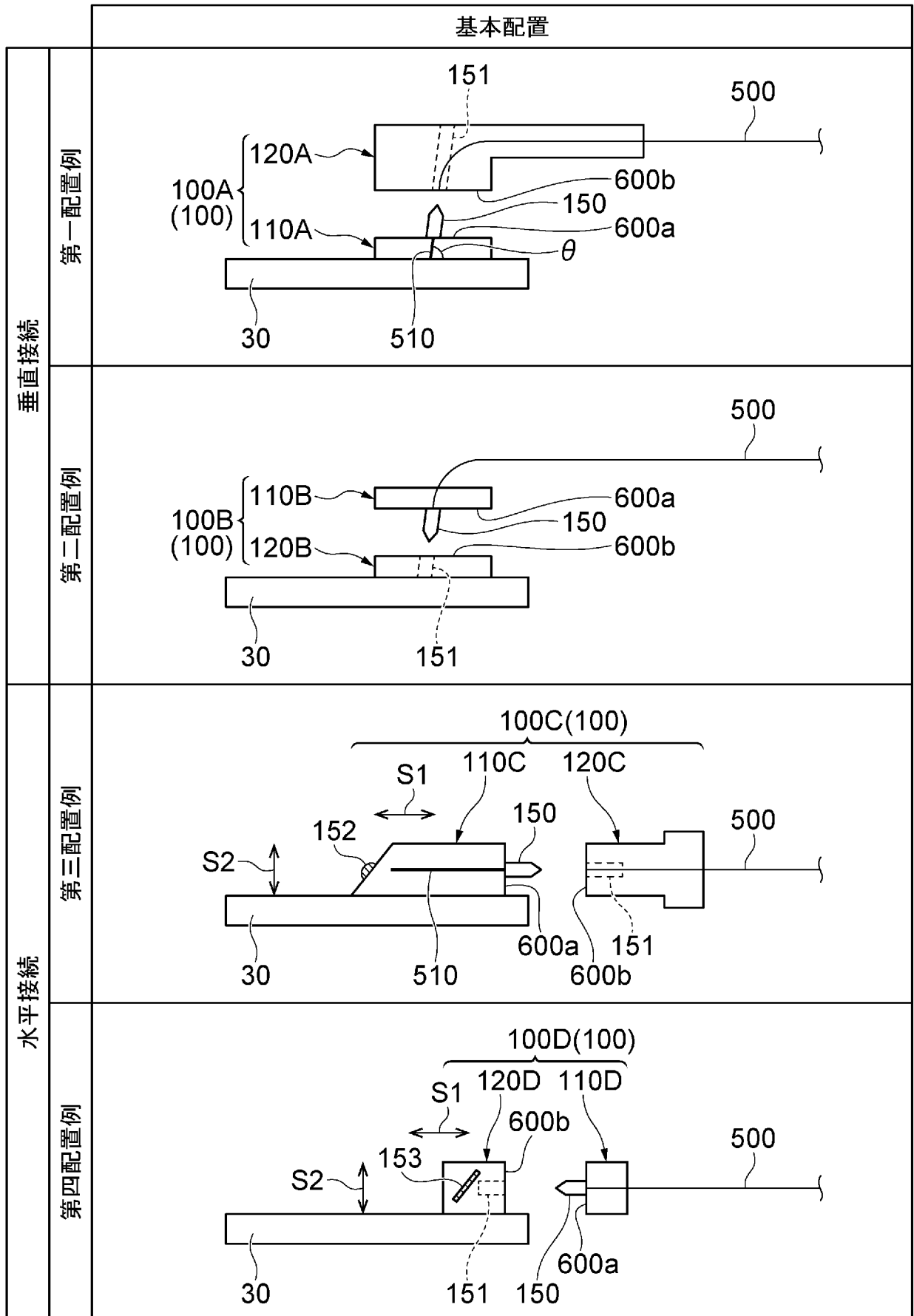
前記クッション部材は、前記表面に配置されている、

請求項 13 に記載の光接続アセンブリ。

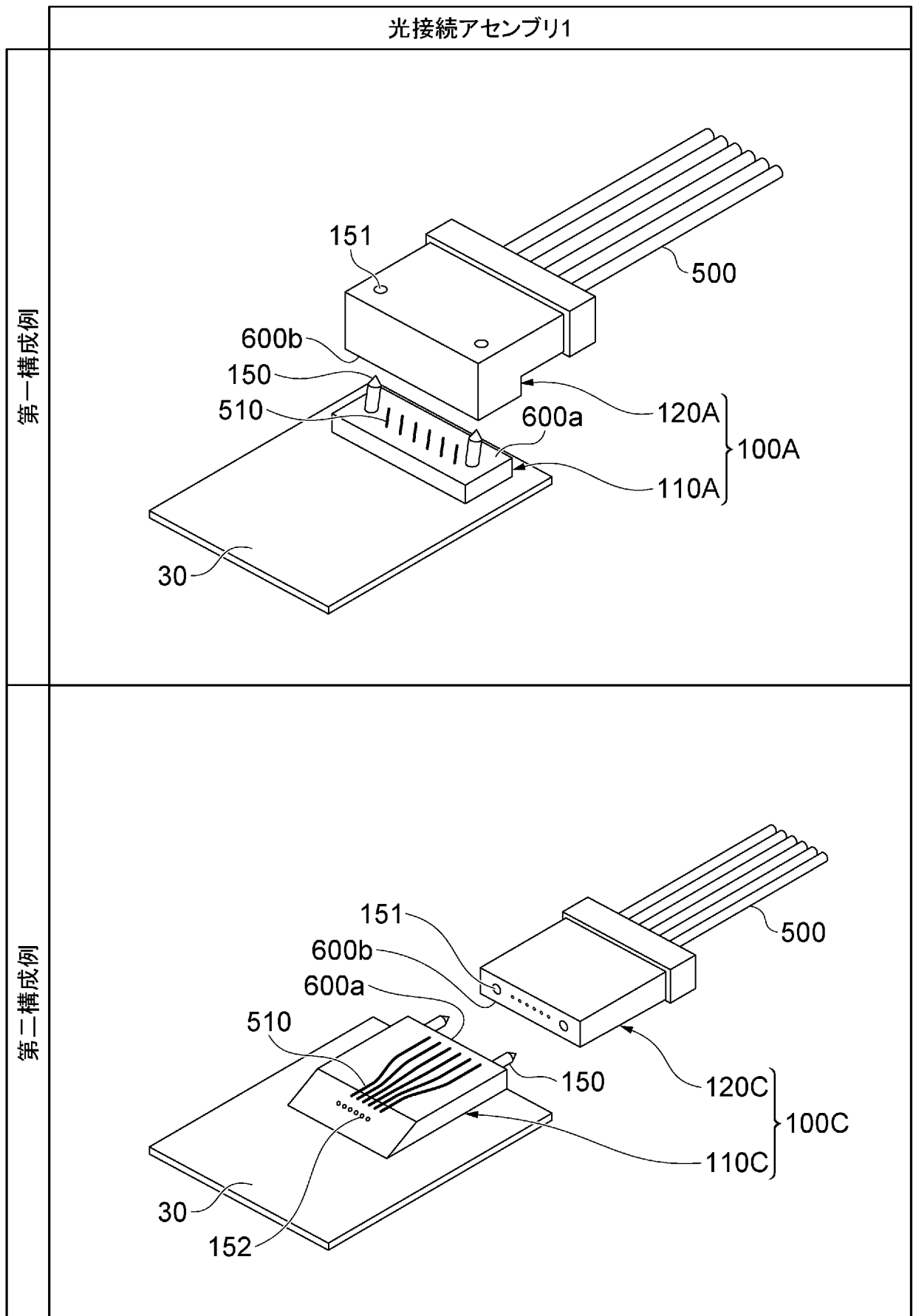
[図1]



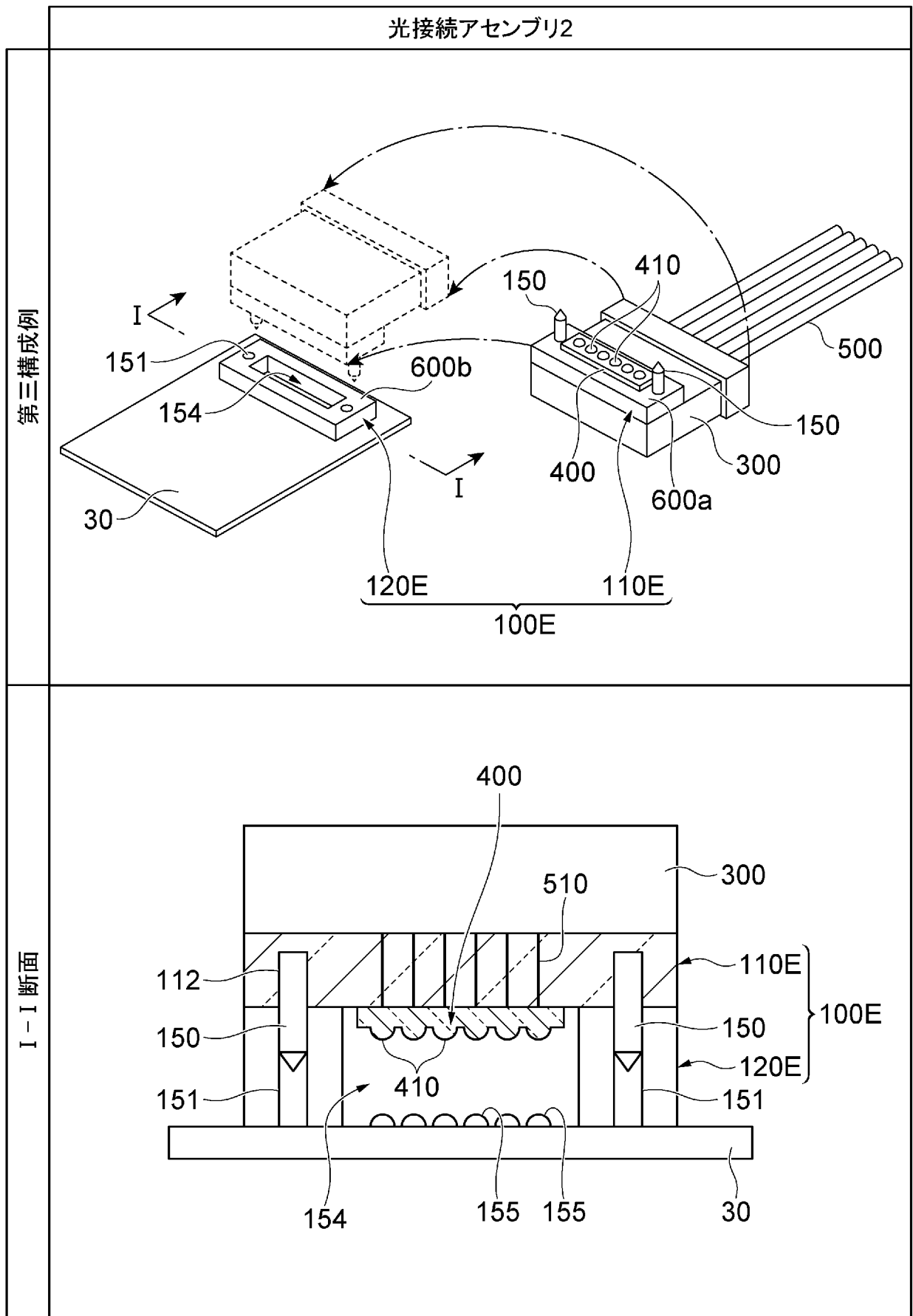
[図2]



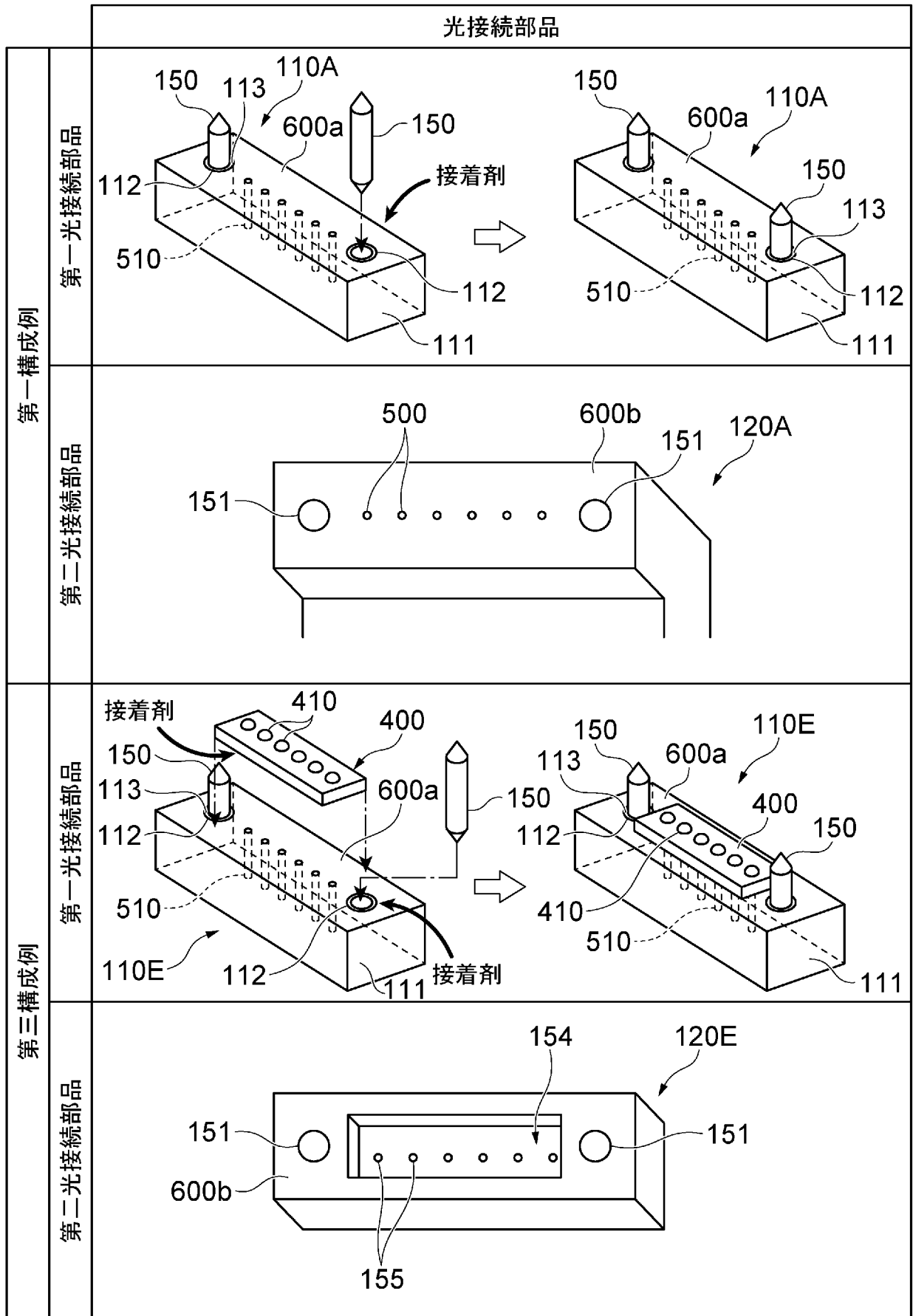
[図3]



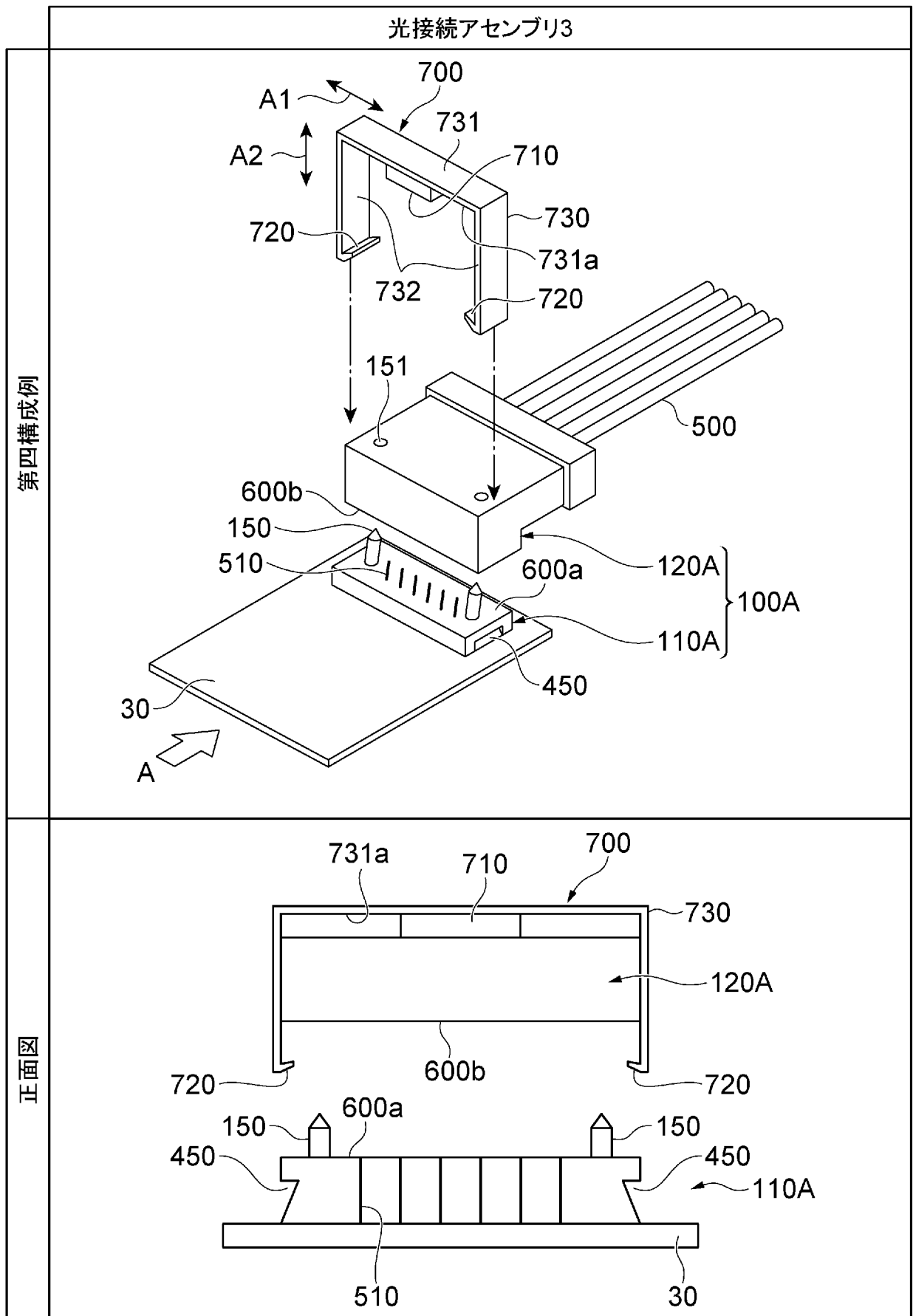
[図4]



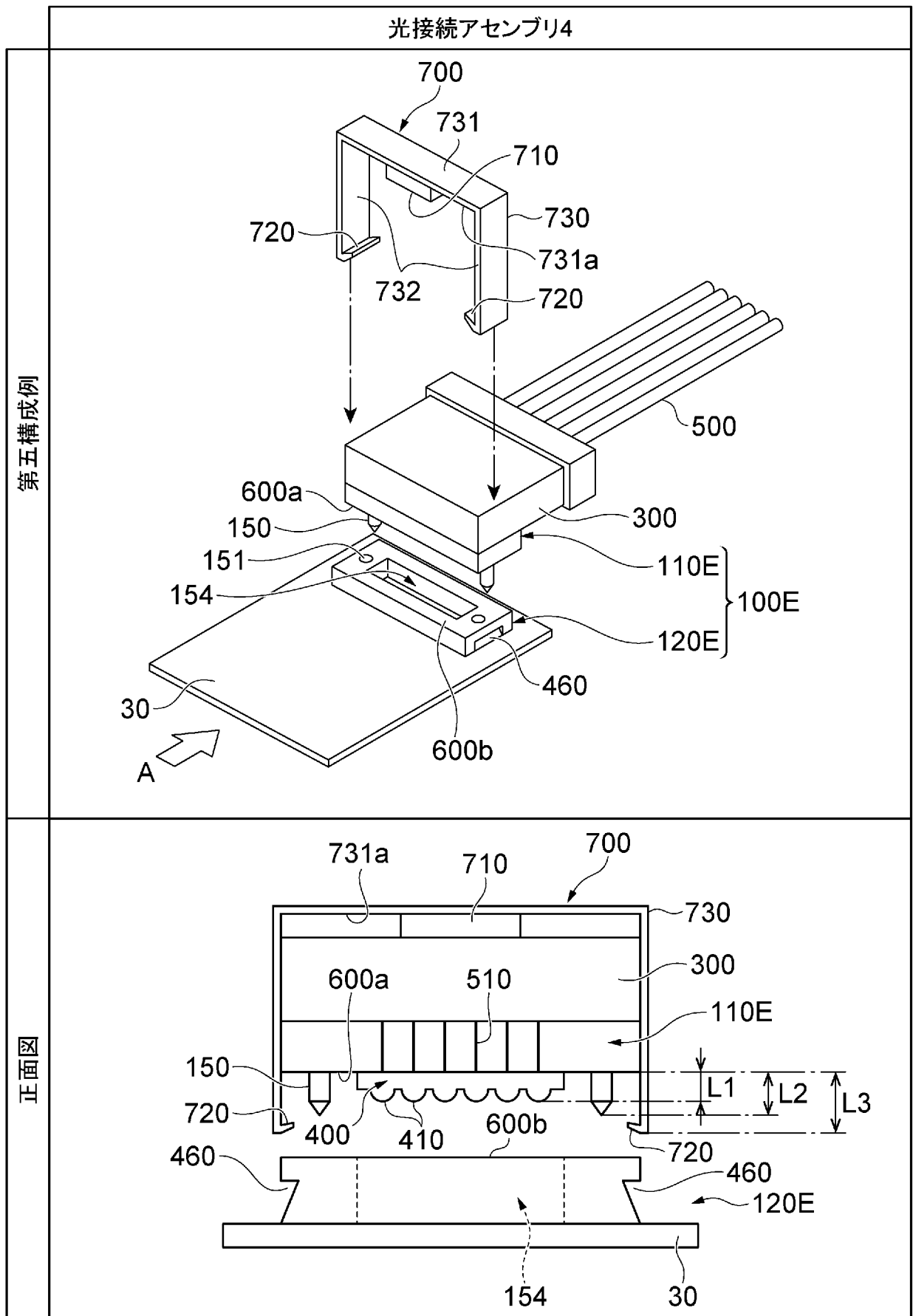
[図5]



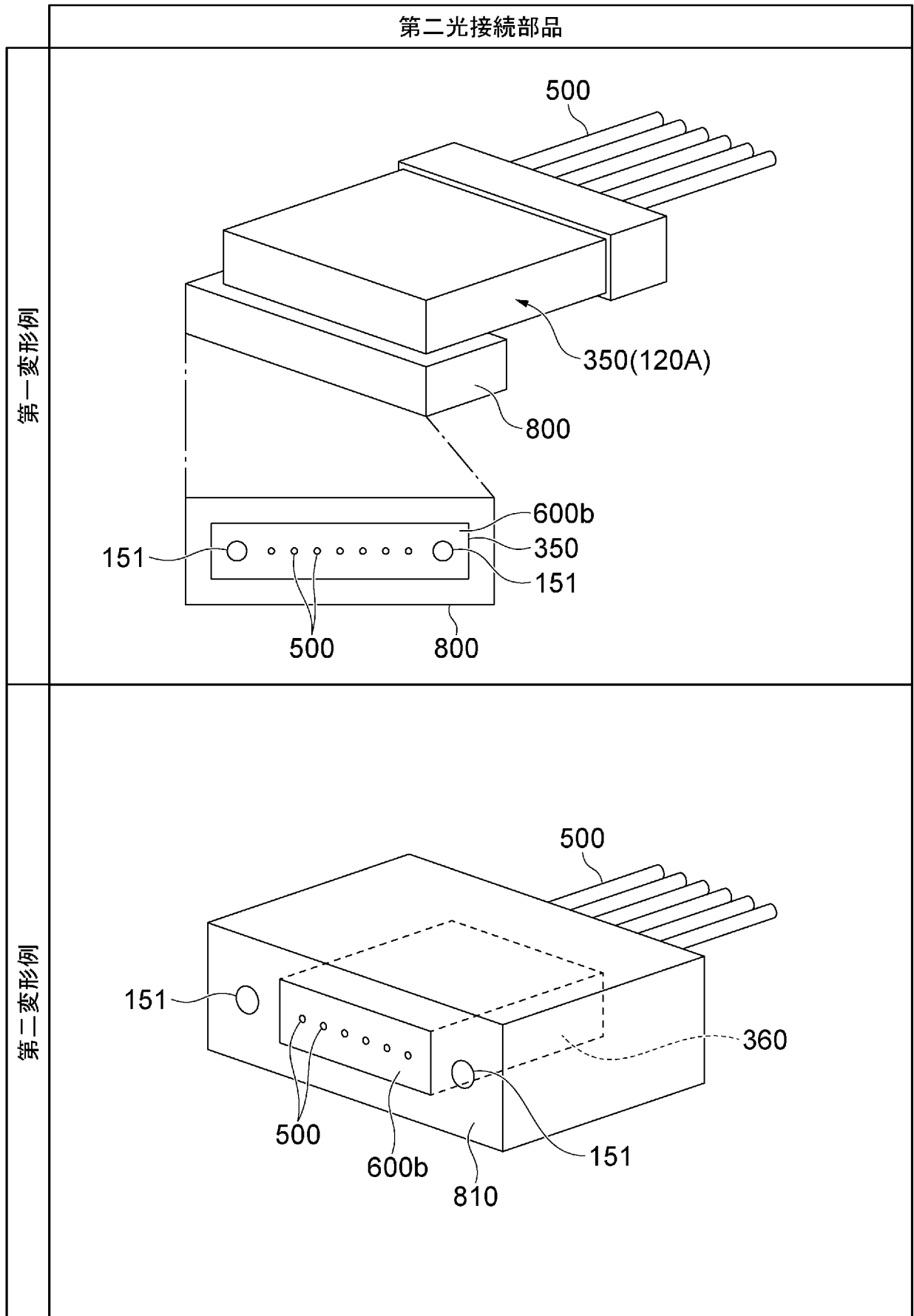
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010317

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 6/36</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/26</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/32</i> (2006.01)i FI: G02B6/36; G02B6/26; G02B6/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/24; G02B6/255-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/36-6/43		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-008173 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 17 January 2019 (2019-01-17) paragraphs [0032]-[0087], fig. 1-16	1-14
Y	JP 2022-509356 A (CUDOQUANTA FLORIDA, INC.) 20 January 2022 (2022-01-20) paragraphs [0007], [0024]-[0065], fig. 1-7	1-14
Y	WO 2020/027125 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 06 February 2020 (2020-02-06) paragraphs [0023]-[0058], fig. 1-8	1-14
Y	JP 2004-240220 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraphs [0040]-[0048], [0068]-[0070], [0084]-[0090], fig. 1, 5, 9-10	3-14
Y	JP 2003-344713 A (KYOCERA CORP.) 03 December 2003 (2003-12-03) paragraph [0016]	6-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 "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 <b>30 April 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 May 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010317

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-512531 A (NANOPRECISION PRODUCTS, INC.) 27 April 2015 (2015-04-27) paragraph [0070]	6-14
Y	JP 2020-098319 A (FUJIKURA LTD.) 25 June 2020 (2020-06-25) paragraphs [0015]-[0055], fig. 1-6	8-14
Y	JP 2016-009081 A (FUJITSU COMPONENT LIMITED) 18 January 2016 (2016-01-18) paragraphs [0010]-[0081], fig. 1-38	8-14
Y	US 10330872 B2 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 25 June 2019 (2019-06-25) column 4, line 58 to column 5, line 8, column 9, lines 34-50, fig. 1-9	9-14
Y	US 11112574 B1 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 07 September 2021 (2021-09-07) column 4, lines 20-51, fig. 1	9-14
Y	US 2013/0216190 A1 (HALEY et al.) 22 August 2013 (2013-08-22) paragraphs [0044]-[0049], fig. 9-10	11, 14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2024/010317**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-008173	A	17 January 2019	US 2018/0372970 A1 paragraphs [0062]-[0116], fig. 1-16	
JP	2022-509356	A	20 January 2022	US 2020/0124798 A1 paragraphs [0030]-[0071], fig. 1-7 KR 10-2021-0084516 A	
WO	2020/027125	A1	06 February 2020	US 2021/0141164 A1 paragraphs [0030]-[0067], fig. 1-8 CN 112368616 A	
JP	2004-240220	A	26 August 2004	US 2004/0234210 A1 paragraphs [0053]-[0061], [0081]-[0083], [0099]-[0105], fig. 1, 5, 9-10	
JP	2003-344713	A	03 December 2003	(Family: none)	
JP	2015-512531	A	27 April 2015	WO 2013/151583 A1 paragraph [0099] KR 10-2014-0142744 A CN 104380161 A	
JP	2020-098319	A	25 June 2020	US 2022/0019033 A1 paragraphs [0020]-[0063], fig. 1-6 CN 112955795 A	
JP	2016-009081	A	18 January 2016	US 2015/0370017 A1 paragraphs [0052]-[0124], fig. 1-38	
US	10330872	B2	25 June 2019	WO 2017/091206 A1	
US	11112574	B1	07 September 2021	CN 113589447 A	
US	2013/0216190	A1	22 August 2013	CN 104272157 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/36(2006.01)i; G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/32(2006.01)i FI: G02B6/36; G02B6/26; G02B6/32		
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）） G02B6/24; G02B6/255-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/36-6/43 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
Y	JP 2019-008173 A (住友電気工業株式会社) 17.01.2019 (2019-01-17) [0032]-[0087], 図1-16	1-14
Y	JP 2022-509356 A (クードクアンタ フロリダ インコーポレイテッド) 20.01.2022 (2022-01-20) [0007], [0024]-[0065], 図1-7	1-14
Y	WO 2020/027125 A1 (住友電気工業株式会社) 06.02.2020 (2020-02-06) [0023]-[0058], 図1-8	1-14
Y	JP 2004-240220 A (セイコーエプソン株式会社) 26.08.2004 (2004-08-26) [0040]-[0048], [0068]-[0070], [0084]-[0090], 図1, 5, 9-10	3-14
Y	JP 2003-344713 A (京セラ株式会社) 03.12.2003 (2003-12-03) [0016]	6-14
Y	JP 2015-512531 A (ナノプレジジョン プロダクツ インコーポレイテッド) 27.04.2015 (2015-04-27) [0070]	6-14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 30.04.2024	国際調査報告の発送日 14.05.2024	
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） 奥村 政人 2L 4752 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

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
Y	JP 2020-098319 A (株式会社フジクラ) 25.06.2020 (2020 - 06 - 25) [0015]-[0055], 図1-6	8-14
Y	JP 2016-009081 A (富士通コンポーネント株式会社) 18.01.2016 (2016 - 01 - 18) [0010]-[0081], 図1-38	8-14
Y	US 10330872 B2 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 25.06.2019 (2019 - 06 - 25) 第4欄第58行-第5欄第8行, 第9欄第34-50行, 図1-9	9-14
Y	US 11112574 B1 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 07.09.2021 (2021 - 09 - 07) 第4欄第20-51行, 図1	9-14
Y	US 2013/0216190 A1 (HALEY et al.) 22.08.2013 (2013 - 08 - 22) [0044]-[0049], 図9-10	11, 14

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/JP2024/010317

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-008173 A	17.01.2019	US 2018/0372970 A1 [0062]-[0116], 図1-16	
JP 2022-509356 A	20.01.2022	US 2020/0124798 A1 [0030]-[0071], 図1-7 KR 10-2021-0084516 A	
WO 2020/027125 A1	06.02.2020	US 2021/0141164 A1 [0030]-[0067], 図1-8 CN 112368616 A	
JP 2004-240220 A	26.08.2004	US 2004/0234210 A1 [0053]-[0061], [0081]- [0083], [0099]-[0105], 図1, 5, 9-10	
JP 2003-344713 A	03.12.2003	(ファミリーなし)	
JP 2015-512531 A	27.04.2015	WO 2013/151583 A1 [0099] KR 10-2014-0142744 A CN 104380161 A	
JP 2020-098319 A	25.06.2020	US 2022/0019033 A1 [0020]-[0063], 図1-6 CN 112955795 A	
JP 2016-009081 A	18.01.2016	US 2015/0370017 A1 [0052]-[0124], 図1-38	
US 10330872 B2	25.06.2019	WO 2017/091206 A1	
US 11112574 B1	07.09.2021	CN 113589447 A	
US 2013/0216190 A1	22.08.2013	CN 104272157 A	