

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-79862
(P2020-79862A)

(43) 公開日 令和2年5月28日 (2020.5.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 6/30 (2006.01)	G02B 6/30	2H137
G02B 6/34 (2006.01)	G02B 6/34	
G02B 6/32 (2006.01)	G02B 6/32	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-212854 (P2018-212854)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 出願日	平成30年11月13日 (2018.11.13)	(74) 代理人	110000176 一色国際特許業務法人
		(72) 発明者	佐場野 多賀彦 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ 佐倉事業所内
		(72) 発明者	西村 顕人 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ 佐倉事業所内
		Fターム(参考)	2H137 AB08 BA15 BA20 BA34 BA53 BC07 BC08 BC10 BC52 BC73 BC76 CA13A CA15A CA25A CA28E CA49 CA63 CA74 CB28 CC03 DB08 DB10 EA02

(54) 【発明の名称】 光コネクタ部、光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 温度変化の影響を受けにくい光コネクタ部を提供する。

【解決手段】 光信号を入出力する入出力部14を有する基板10に固定され、光ファイバ20の端部21を保持するガラス製の保持部材40と、前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部52を有する光路変換部材50と、を備え、光ファイバ20の端面及び保持部材40の端面が斜め研磨されており、光路変換部材50は、斜め研磨された光ファイバ20の端面及び保持部材40の端面に固定されており、レンズ部52によって前記光信号の方向を変換することによって、光ファイバ20と入出力部14との間を光結合させる。

【選択図】 図3

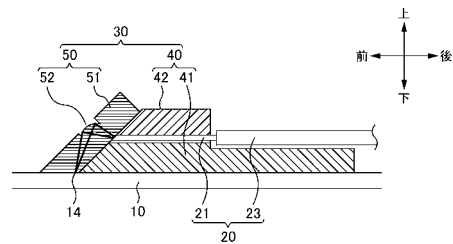


図3A

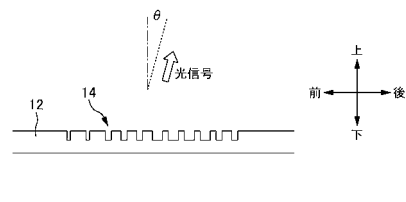


図3B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光信号を入出力する入出力部を有する基板に固定され、光ファイバの端部を保持するガラス製の保持部材と、

前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材と、
を備え、

前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面が斜め研磨されており、

前記光路変換部材は、斜め研磨された前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に固定されており、

前記レンズ部によって前記光信号の方向を変換することによって、前記光ファイバと前記入出力部との間を光結合させることを特徴とする光コネクタ部。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光コネクタ部であって、

前記保持部材は、前記光ファイバの光軸方向と交差する幅方向に、前記光ファイバを複数並べて保持可能であり、

前記光路変換部材の前記レンズ部は、複数の前記光ファイバと対応するように、前記幅方向に複数並んで設けられている、
ことを特徴とする光コネクタ部。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光コネクタ部であって、

前記保持部材は、保持部材側位置合わせ部を有し、

前記光路変換部材は、前記保持部材側位置合わせ部と対応する光路変換部材側位置合わせ部を有し、

前記保持部材側位置合わせ部と前記光路変換部材側位置合わせ部とによって、前記保持部材と前記光路変換部材との位置合わせが行われる、
ことを特徴とする光コネクタ部。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の光コネクタ部であって、

前記光路変換部材は、前記光ファイバの端面との間で前記光信号を入射又は出射させる面と、前記基板の前記入出力部との間で前記光信号を入射又は出射させる面とを有し、

前記光ファイバと前記入出力部との間の光路が前記光路変換部材の内部に形成される、
ことを特徴とする光コネクタ部。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光コネクタ部であって、

前記基板に垂直な方向を上下方向とし、前記基板から見て前記光ファイバの側を上とし、前記光ファイバの光軸方向を前後方向とし、光ファイバの端面の側を前とし、その逆側を後としたとき、

前記保持部材の端面が上側ほど後側に傾斜しているとともに、前記基板の前記入出力部における前記光信号の光路が上側ほど後側に傾斜している
ことを特徴とする光コネクタ部。

40

【請求項 6】

請求項 2 に記載の光コネクタ部であって、

複数の前記レンズ部は、樹脂製であるとともに、それぞれ、前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に取り付けられており、

前記幅方向に隣接する前記レンズ部は分離されている、
ことを特徴とする光コネクタ部。

【請求項 7】

光信号を入出力する入出力部を有する基板と、

前記基板に固定され、光ファイバの端部を保持するガラス製の保持部材と、

50

前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材とを備え、

前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面が斜め研磨されており、

前記光路変換部材は、斜め研磨された前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に固定されており、

前記レンズ部によって前記光信号の方向を変換することによって、前記光ファイバと前記入出力部との間を光結合させることを特徴とする光接続構造体。

【請求項 8】

光ファイバの端部を、ガラス製の保持部材に保持させる工程と、

前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面を斜め研磨する工程と、

斜め研磨された前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に、光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材を固定する工程と、

前記レンズ部によって、前記光ファイバと、基板の前記光信号の入出力部との間が光結合されるように、前記保持部材を前記基板に固定する工程と、を有することを特徴とする光接続構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光コネクタ部、光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、光ファイバの端面を光素子（面発光レーザー）と対向させて、光ファイバと光素子とを接続する光学接続構造が記載されている。

【0003】

特許文献 2、3 及び非特許文献 1 には、光信号を入出力するグレーティングカブラが記載されている。これらの文献には、グレーティングカブラから出力される光信号が基板の垂直方向に対して傾斜していることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 276668 号公報

【特許文献 2】特開 2016 - 166939 号公報

【特許文献 3】国際公開 WO 2016 / 006037 号

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】Dirk T. et al. "Grating Couplers for Coupling between Optical Fibers and Nanophotonic Waveguides," Japanese Journal of Applied Physics, Vol.45, No.8A, pp.6071-6077, 2006年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

光信号を入出力する入出力部を有する基板に光ファイバの端部を直接取り付けようとすると、光ファイバを曲げて使用する必要がある。この場合、ファイバ自体の物理的限界に基づいた、曲げ（ファイバ曲げ曲率）の許容値があり、高さ方向の寸法を抑制するのが困難である（特に、シングルモード光ファイバはマルチモード光ファイバに比べて曲げに弱い）。また、曲げたファイバを保持するための部材の費用や、ファイバを曲げる工程の工数も必要になる。

【0007】

そこで、反射面を有する光路変換部材に光ファイバの端部を保持させつつ、光路変換部

10

20

30

40

50

材を基板に固定することが考えられる。但し、反射面や光ファイバを保持させる部位を有する光路変換部材を透明樹脂で構成すると、基板（例えばシリコン基板）と光路変換部材との熱膨張の差が大きくなる。この結果、温度環境が変化したときに基板と光路変換部材とが剥離してしまい、基板と光路変換部材との間で光接続が難しくなるおそれがある（光信号の損失が増大するおそれがある）。

【0008】

本発明は、温度変化の影響を受けにくい光コネクタ部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】

【0009】

上記目的を達成するための主たる発明は、光信号を入出力する入出力部を有する基板に固定され、光ファイバの端部を保持するガラス製の保持部材と、前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材と、を備え、前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面が斜め研磨されており、前記光路変換部材は、斜め研磨された前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面に固定されており、前記レンズ部によって前記光信号の方向を変換することによって、前記光ファイバと前記入出力部との間を光結合させることを特徴とする光コネクタ部である。

10

【0010】

本発明の他の特徴については、後述する明細書及び図面の記載により明らかにする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、温度変化の影響を受けにくい光コネクタ部を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態の光接続構造体の斜視図である。

【図2】第1実施形態の光接続構造体の分解図である。

【図3】図3Aは、第1実施形態の光接続構造体の断面図であり、図3Bは、基板10の拡大断面図（グレーティングカプラ14の説明図）である。

【図4】図4A～図4Dは、第1実施形態の光接続構造体の製造方法の説明図である。

【図5】図5Aは、第2実施形態の光接続構造体の分解斜視図であり、図5Bは、第2実施形態の光接続構造体の断面図である。

30

【図6】図6Aは、第3実施形態の光接続構造体の分解斜視図であり、図6Bは、第3実施形態の光接続構造体の断面図である。

【図7】図7A～図7Dは、第3実施形態の光接続構造体の製造方法の説明図である。

【図8】第4実施形態の光接続構造体の断面図である。

【図9】図9Aは、第5実施形態の光接続構造体の斜視図（一部拡大図）であり、図9Bは、第5実施形態の光接続構造体の断面図である。

【図10】図10A及び図10Bは、第5実施形態の光路変換コネクタ30の製造方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

後述する明細書及び図面の記載から、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

40

【0014】

光信号を入出力する入出力部を有する基板に固定され、光ファイバの端部を保持するガラス製の保持部材と、前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材と、を備え、前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面が斜め研磨されており、前記光路変換部材は、斜め研磨された前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面に固定されており、前記レンズ部によって前記光信号の方向を変換することによって、前記光ファイバと前記入出力部との間を光結合させることを特徴とする光コネクタ部が明らかとなる。このような光コネクタ部によれば、保持部材がガラス製であるので基板（シリコン基板）との熱膨張率の差が小さい。よって、保持部材を基板（シリコン基板）に固定しても

50

、温度環境が変化したときに保持部材と基板とが剥離しにくい。すなわち、温度変化の影響を受けにくい。

【0015】

前記保持部材は、前記光ファイバの光軸方向と交差する幅方向に、前記光ファイバを複数並べて保持可能であり、前記光路変換部材の前記レンズ部は、複数の前記光ファイバと対応するように、前記幅方向に複数並んで設けられていることが望ましい。これにより、光ファイバ及びレンズ部が幅方向に複数並んでいても、温度環境が変化したときに保持部材と基板とが剥離しにくい（温度変化の影響を受けにくい）。よって、この場合、特に効果的である。

【0016】

前記保持部材は、保持部材側位置合わせ部を有し、前記光路変換部材は、前記保持部材側位置合わせ部と対応する光路変換部材側位置合わせ部を有し、前記保持部材側位置合わせ部と前記光路変換部材側位置合わせ部とによって、前記保持部材と前記光路変換部材との位置合わせが行われることが望ましい。これにより、光路変換部材の保持部材への取り付けが容易になる。また、保持部材側位置合わせ部、及び、光路変換部材側位置合わせ部を基板面に垂直な面とすることで、光路変換部材の下面を広くでき、光路変換部材の内部に光路を形成させやすくできる。

【0017】

前記光路変換部材は、前記光ファイバの端面との間で前記光信号を入射又は出射させる面と、前記基板の前記入出力部との間で前記光信号を入射又は出射させる面とを有し、前記光ファイバと前記入出力部との間の光路が前記光路変換部材の内部に形成されることが望ましい。これにより、光信号が光路変換部材と保持部材との境界を通らないので、光信号の損失の低減を図ることができる。

【0018】

前記基板に垂直な方向を上下方向とし、前記基板から見て前記光ファイバの側を上とし、前記光ファイバの光軸方向を前後方向とし、光ファイバの端面の側を前とし、その逆側を後としたとき、前記保持部材の端面が上側ほど後側に傾斜しているとともに、前記基板の前記入出力部における前記光信号の光路が上側ほど後側に傾斜していることが望ましい。これにより、光路変換部材の厚さを薄くさせることができる。

【0019】

複数の前記レンズ部は、樹脂製であるとともに、それぞれ、前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に取り付けられており、前記幅方向に隣接する前記レンズ部は分離されていることが望ましい。これにより、樹脂（レンズ部）とガラス（保持部材）との熱膨張の差によるレンズ部の剥離を抑制することができる。

【0020】

また、光信号を入出力する入出力部を有する基板と、前記基板に固定され、光ファイバの端部を保持するガラス製の保持部材と、前記光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材と、を備え、前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面が斜め研磨されており、前記光路変換部材は、斜め研磨された前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に固定されており、前記レンズ部によって前記光信号の方向を変換することによって、前記光ファイバと前記入出力部との間を光結合させることを特徴とする光接続構造体が明らかとなる。このような光接続構造体によれば、温度環境が変化したときに保持部材と基板とが剥離しにくい。すなわち、温度変化の影響を受けにくい。

【0021】

また、光ファイバの端部を、ガラス製の保持部材に保持させる工程と、前記光ファイバの端面及び前記保持部材の端面を斜め研磨する工程と、斜め研磨された前記光ファイバの前記端面及び前記保持部材の前記端面に、光信号を集光させつつ反射させるレンズ部を有する光路変換部材を固定する工程と、前記レンズ部によって、前記光ファイバと、基板の前記光信号の入出力部との間が光結合されるように、前記保持部材を前記基板に固定する工程と、を有することを特徴とする光接続構造体の製造方法が明らかとなる。このような

10

20

30

40

50

製造方法によれば、温度変化の影響を受けにくい光接続構造体を製造することができる。

【 0 0 2 2 】

＝ ＝ 第 1 実施形態 ＝ ＝

< 構成 >

図 1 は第 1 実施形態の光接続構造体の斜視図であり、図 2 は第 1 実施形態の光接続構造体の分解図である。また、図 3 A は、第 1 実施形態の光接続構造体の断面図であり、図 3 B は、基板 1 0 の拡大断面図（グレーティングカブラ 1 4 の説明図）である。なお、図 1 及び図 2 では基板 1 0 の図示を省略している。

【 0 0 2 3 】

本実施形態では以下のように「前後方向」と「上下方向」と「左右方向」を定義する。前後方向は、光ファイバ 2 0 の光軸方向であり、基板 1 0 の表面（以下、基板面ともいう）に平行な方向である。前後方向において光ファイバ 2 0 の端面の側を「前」とし、その逆側を「後」とする。上下方向は基板面に垂直な方向である。上下方向において基板 1 0 から見て光ファイバ 2 0 の側を「上」とし、その逆側を「下」とする。左右方向は、上下方向及び前後方向に直交する方向である。左右方向のうち、後側から前側を見た時の右側を「右」とし、左側を「左」とする。なお、左右方向のことを「幅方向」と呼ぶことがある。

10

【 0 0 2 4 】

本実施形態の光接続構造体は、基板 1 0 と、光ファイバ 2 0 と、光路変換コネクタ 3 0（光コネクタ部に相当）とを備えている。

20

【 0 0 2 5 】

基板 1 0 は、シリコン製の基板であり、光導波路 1 2（シリコン導波路）が形成されている。光導波路 1 2 は、光信号の伝送路であり、基板 1 0 の上部に形成されている。光導波路 1 2 を基板 1 0（シリコン基板）に形成することにより、従来の石英系の導波路に比べて極めてサイズを小さくでき、高い熱光学定数を得ることができる。また、CMOS（Complementary metal oxide semiconductor）プロセスで製造可能であり、電子回路との親和性がよい。

【 0 0 2 6 】

また、基板 1 0 の光導波路 1 2 の表層には複数の溝が形成されており、これによりグレーティングカブラ 1 4（光信号の入出力部に相当）が設けられている。図示していないが、グレーティングカブラ 1 4 は、複数の光ファイバ 2 0 のそれぞれと対応するように、左右方向（幅方向）に複数設けられている。換言すると、基板 1 0 は、グレーティングカブラ 1 4（入出力部）を複数有している。グレーティングカブラ 1 4 は、光導波路 1 2 を伝搬中の光信号を回折させて上方もしくは下方（ここでは上方）に出射し、光ファイバ（ここでは光ファイバ 2 0）と光結合させるものである。逆に、反対方向（光ファイバ 2 0 から光導波路 1 2 への方向）の光結合にも用いられる。なお、グレーティングカブラ 1 4 は、基板面に垂直な方向（上下方向）に対して傾斜した方向に光信号を入出力させる。図 3 B では、グレーティングカブラ 1 4 の発光性能又は受光性能が最大となる方向を 1 本の線（破線）で近似して示している。図中の角度 θ は、グレーティングカブラ 1 4 から出力された光の強度が最大となる方向である。角度 θ は、グレーティングカブラ 1 4 から出力される光の強度分布を測定することによって求めることが可能である。グレーティングカブラ 1 4 は、フォトリソグラフィ技術で容易に形成可能である。

30

40

【 0 0 2 7 】

なお、光信号の入出力部は、グレーティングカブラ 1 4 に限られるものではない。また、入出力部に入出力する光信号の角度は、基板面に対して垂直でも良い（つまり、角度がゼロでも良い）。

【 0 0 2 8 】

光ファイバ 2 0 は、光信号を伝送する部材である。光路変換コネクタ 3 0 において、光ファイバ 2 0 は左右方向（幅方向）に複数並んで配置（配列）されている。各光ファイバ 2 0 は、それぞれ、裸光ファイバ 2 1 と、被覆 2 3 とを有している。

50

【0029】

裸光ファイバ21は、石英ガラスやプラスチックで形成される細い繊維状の部材であり、中心部のコアと、その周囲を覆うクラッドの二層構造に形成されている。コアは、クラッドと比較して屈折率が高く設計されており、光信号は、コア内に閉じこめられた状態で伝搬される。被覆23は、裸光ファイバ21の外側を覆っている。

【0030】

なお、本実施形態の光ファイバ20は、コア径を小さくすることで、光信号を単一のモードで伝送するようにしたシングルモード光ファイバである。シングルモード光ファイバは、マルチモード光ファイバと比べて信号が劣化しにくく、光信号の伝送距離を伸ばすこと（長距離伝送）が可能である。但し、コア径が小さいため、曲げに弱く、また、接続のときの不整合による減衰が大きいので、光信号の光路設計の高精度化が要求される。

10

【0031】

本実施形態では、光ファイバ20の端面は、斜めに傾斜している。ここでは、光ファイバ20の前側の端面は、上下方向に対して角度（本実施形態では約45度）で傾斜している。光ファイバ20の端面を傾斜させることによって、光ファイバ20の端面での反射光の影響を軽減させることができる。後述するように、光ファイバ20の端面は、保持部材40の前側の端面とともに斜め研磨されている。

【0032】

光路変換コネクタ30は、光の伝送路（光路）の方向を変換する部材であり、基板10の上面に固定されている。本実施形態の光路変換コネクタ30は、保持部材40と、レンズアレイ50（光路変換部材に相当）とを備えている。

20

【0033】

保持部材40は、光ファイバ20の端部を前後方向に沿って固定（保持）するための部位である。保持部材40は、基板10（シリコン基板）との熱膨張率の差が小さい材質で構成されている。具体的には、本実施形態の保持部材40はガラス製（例えば石英ガラス、硼珪酸ガラスなど）である。また、保持部材40は、V溝基板41と蓋部42を備えている。

【0034】

V溝基板41は、断面がV字状のV溝41Aを有している。V溝41Aは、前後方向に沿った溝であり、複数の光ファイバ20に対応するように、左右方向に複数並んで設けられている。各V溝41Aには、それぞれ、光ファイバ20の端部（ここでは裸光ファイバ21）が配置される。V溝基板41の下面は、基板10に接着されている。これにより、保持部材40が基板10に固定されている。

30

【0035】

蓋部42は、V溝基板41の上に固定される板状の部材である。V溝41Aに光ファイバ20を配置した状態でその上に蓋部42を取り付けることにより、光ファイバ20はV溝41Aの両側の傾斜面と蓋部42の底面（下面）に挟まれて固定（保持）される。

【0036】

なお、図2に示すように、保持部材40（V溝基板41及び蓋部42）の前側の端面（前面）は、上下方向に対して角度（本実施形態では約45度）傾斜している。

40

【0037】

レンズアレイ50は、光路を変換する部位であり、光信号を伝搬可能な材料で形成されている。本実施形態のレンズアレイ50は、保持部材40と同じくガラス製（すなわち、基板10（シリコン基板）との熱膨張率の差が小さい材質；例えば石英ガラス、硼珪酸ガラスなど）である。また、本実施形態のレンズアレイ50は、基部51とレンズ部52を備えている。

【0038】

基部51は、板形状の部材であり、保持部材40の前面に取り付けられている。このため、基部51の後面（及び前面）は、上下方向に対して角度傾斜している。言い換えると、板形状の基部51は、保持部材40の前面に平行に配置されている。基部51の後面

50

は、光ファイバ20の端面と対向する対向面になっており、光ファイバ20との間で光信号が入射又は出射する面となっている。基部51と保持部材40は、屈折率整合剤を兼ねた接着剤で接着されている。また、本実施形態において、基部51の下面は、基板10のグレーティングカプラ14上に配置されており、光信号が入射又は出射する面となっている(図3A参照)。基部51の下面は、基板10の基板面に平行である。基部51の下面は、屈折率整合剤を兼ねた接着剤で基板10に接着されている。

【0039】

レンズ部52は、光信号を集光させつつ反射させる部位であり、基部51の前面に設けられている。本実施形態のレンズ部52は、前側から見て凸形状のレンズである。また、レンズ部52は、複数の光ファイバ20と対応するように、左右方向(幅方向)に複数並んで設けられている。

10

【0040】

次に、図3A、図3Bを参照しつつ、光路について説明する。光導波路12を伝搬される光信号は、グレーティングカプラ14で回折されて、基板面に垂直方向(上下方向)に対して角度 傾斜した方向に出射される。

【0041】

基板10のグレーティングカプラ14から出射された光信号は、レンズアレイ50の基部51に入射されて、基部51の内部を伝搬する。そして、レンズ部52で光信号が反射されて、光路変換が行われる。レンズ部52で光反射された光信号は、基部51の内部を通過して光ファイバ20に到達する。

20

【0042】

なお、光ファイバ20から基板10(グレーティングカプラ14)への光路は、上述した経路と逆になる。

【0043】

このように、レンズ部52で光信号の方向(光路)を変換することによって、光ファイバ20と、基板10のグレーティングカプラ14との間を光接続(光結合)している。

【0044】

本実施形態では、グレーティングカプラ14における光信号の角度 は、保持部材40の前面と同様に、上側ほど後側になるように傾斜している。これにより、本実施形態では、レンズアレイ50の板形状の基部51を薄くさせることができる。なお、仮に基板10の入出力部における光信号の角度が基板10に対して垂直な場合、レンズアレイ50の下面から光信号を入射又は出射させるためには、レンズアレイ50を本実施形態よりも厚くさせる必要が生じることになる。このため、基板10の入出力部(ここではグレーティングカプラ14)における光信号の角度 は、保持部材40の前面と同様に、上側ほど後側になるように傾斜していることが望ましい。

30

【0045】

ここで、仮に、光路変換コネクタ30を用いずに、基板10に光ファイバ20の端部を直接取り付けの場合、光ファイバ20を曲げて使用する必要がある。この場合、ファイバ自体の物理的限界に基づいた、曲げ(ファイバ曲げ曲率)の許容値があり、高さ方向の寸法を抑制するのが困難である。特に、本実施形態の光ファイバ20は、シングルモード光ファイバであり、マルチモード光ファイバに比べて曲げに弱いため、高さ方向の寸法を抑制することがさらに困難である。また、曲げたファイバを保持するための部材の費用や、ファイバを曲げる工程の工数も必要になる。これに対し、本実施形態では、光路変換コネクタ30を用いて光路を変換しているので、高さ方向の寸法を抑制することができる。

40

【0046】

また、仮に、光路変換コネクタ30(保持部材40及びレンズアレイ50)を、透明樹脂で構成すると、基板10(シリコン基板)と光路変換コネクタ30との熱膨張の差が大きくなる。この結果、温度環境が変化したときに基板10と光路変換コネクタ30とが剥離してしまい、基板と10光路変換コネクタ30との間で光接続が難しくなるおそれがある(光信号の損失が増大するおそれがある)。これに対し、本実施形態では光路変換コネ

50

クタ30（保持部材40及びレンズアレイ50）はガラス製であり、基板10（シリコン基板）との熱膨張の差が小さい。これにより、光路変換コネクタ30を基板10（シリコン基板）に固定しても、温度環境が変化したときに光路変換コネクタ30と基板10とが剥離しにくい（すなわち温度変化の影響を受けにくい）。

【0047】

なお、保持部材40がガラス製のため、保持部材40の加工には制約がある。但し、光ファイバ20の端面及び保持部材40の端面を斜め研磨することは可能である。また、レンズアレイ50は、保持部材40と別部材であるので、レンズアレイ50と保持部材40とを同一部材に形成しなくてもよい。

【0048】

以下、本実施形態の光接続構造体の製造方法について説明する。

<製造方法>

図4A～図4Dは、第1実施形態の光接続構造体の製造方法の説明図である。

【0049】

まず、作業者は、光ファイバ20の先端部分の被覆23を所定長さ除去し、裸光ファイバ21を所定長さでカットする。そして、図4Aに示すように、V溝基板41の各V溝41Aに、それぞれ、光ファイバ20の端部（ここでは裸光ファイバ21）を配置し、V溝基板41の上に蓋部42を固定する。例えば、紫外線硬化型接着剤（以下、UV接着剤）を用いてV溝基板41と蓋部42を接着させる。これにより、光ファイバ20（裸光ファイバ21）は、V溝基板41のV溝41Aと蓋部42との間に固定（保持）される。

【0050】

次に、作業者は、図4Bに示すようにV溝基板41及び蓋部42（保持部材40）の前側端面及び光ファイバ20（裸光ファイバ21）の前側端面を上下方向に対して角度（本実施形態では約45度）斜めに斜め研磨する。

【0051】

斜め研磨後、作業者は、図4Cに示すように、保持部材40の端面にレンズアレイ50を取り付ける。ここでは、ガラスと同等の屈折率を有する光学系の接着剤（屈折率整合接着剤）を用いて、保持部材40とレンズアレイ50とを接着する。これにより、光路変換コネクタ30が構成される。なお、この取り付けの際には、例えば、調心や凹凸（例えば、穴とピン）などにより、保持部材40とレンズアレイ50との位置合わせをすることが望ましい。

【0052】

その後、図4Dに示すように、作業者は、光路変換コネクタ30を基板10の表面の所定位置に取り付ける。例えば、基板10と光路変換コネクタ30（保持部材40及びレンズアレイ50）との間にUV接着剤を塗布して配置した後、紫外線（UV光）を照射することによりUV接着剤を硬化させて、光路変換コネクタ30を基板10に固定する。光路変換コネクタ30（本実施形態ではレンズアレイ50）と基板10との間で光信号が入出射するため、屈折率整合剤を兼ねたUV接着剤（屈折率整合接着剤）が用いられる。なお、使用する接着剤は、UV接着剤には限られず、例えば、熱硬化性の接着剤を用いてもよい。但し、熱硬化性の接着剤は、熱を加えることによって部材同士を接着させるので、熱に弱い部材には使用できない。これに対し、UV接着剤は、UV光で硬化するので、熱に弱い部材であっても使用できる。なお、この取り付けの際にも位置合わせをすることが望ましい。

【0053】

以上、説明したように、本実施形態の光路変換コネクタ30は、光信号を入出力するグレーティングカプラ14を有する基板10に固定され、光ファイバ20の端部を保持するガラス製の保持部材40と、光信号を集光させつつ反射させるレンズ部52を有するレンズアレイ50とを備えている。光ファイバ20の端面及び保持部材40の端面は斜め研磨されており、レンズアレイ50は、斜め研磨された光ファイバ20の端面及び保持部材40の端面に固定されている。そして、レンズ部52によって光信号の方向を変換すること

10

20

30

40

50

によって、光ファイバ 20 と基板 10 のグレーティングカプラ 14（入出力部の一例）との間を光結合させている。

【0054】

このように、本実施形態の保持部材 40 はガラス製であり、基板 10（シリコン基板）との熱膨張率の差が小さい。また、本実施形態ではレンズアレイ 50 もガラス製である。よって、光路変換コネクタ 30（保持部材 40 及びレンズアレイ 50）を基板 10（シリコン基板）に固定しても、温度環境が変化したときに光路変換コネクタ 30 と基板 10 とが剥離しにくい。すなわち温度変化の影響を受けにくい。

【0055】

=== 第 2 実施形態 ===

上記の第 1 実施形態では、保持部材 40 は、V 溝基板 41 と蓋部 42 との 2 部材で構成されていた。但し、保持部材 40 の構成は、これに限られるものではない。以下に説明するように、保持部材を 1 部材で構成しても良い。

【0056】

図 5 A は、第 2 実施形態の光接続構造体の分解斜視図であり、図 5 B は、第 2 実施形態の光接続構造体の断面図である。なお、図 5 A では基板 10 の図示を省略している。また、第 1 実施形態と同一構成の部分には同一符号を付し説明を省略する。

【0057】

第 2 実施形態の光路変換コネクタ 30 は、保持部材 40' とレンズアレイ 50 とを備えている。

【0058】

保持部材 40' は、ベース部 43 とファイバ穴 44 を有している。

【0059】

ベース部 43 は、ガラス製であり、第 1 実施形態の V 溝基板 41 と蓋部 42 とを合わせた外形に構成されている。つまり、ベース部 43 の前面（前側の端面）は、上下方向に対して角度（本実施形態では約 45 度）傾斜している。

【0060】

ファイバ穴 44 は、光ファイバ 20 の裸光ファイバ 21 が挿通される部位（光ファイバ 20 を固定する部位）であり、ベース部 43 において、前後方向に沿って設けられている。また、ファイバ穴 44 は、複数の光ファイバ 20 と対応するように、左右方向に複数並んで設けられている。

【0061】

第 2 実施形態では、光ファイバ 20（裸光ファイバ 21）をベース部 43 のファイバ穴 44 に挿通して固定した状態で、ベース部 43 の端面、及び、裸光ファイバ 21 の端面を斜めに研磨（斜め研磨）して保持部材 40' を構成する（図 7 A 参照）。

【0062】

その後、第 1 実施形態と同様に、保持部材 40' の端面にレンズアレイ 50 を取り付けらる。

【0063】

この第 2 実施形態においても、保持部材 40' がガラス製であるので、温度環境が変化したときに保持部材 40' と基板 10 とが剥離しにくい。すなわち温度変化の影響を受けにくい。

【0064】

=== 第 3 実施形態 ===

< 構成 >

図 6 A は、第 3 実施形態の光接続構造体の分解斜視図であり、図 6 B は、第 3 実施形態の光接続構造体の断面図である。なお、図 6 A では基板 10 の図示を省略している。また、第 2 実施形態と同一構成の部分には同一符号を付し説明を省略する。

【0065】

第 3 実施形態の光路変換コネクタ 30 は、保持部材 40 とレンズアレイ 50' とを備

10

20

30

40

50

えている。

【0066】

保持部材40は、位置合わせ面45（保持部材側位置合わせ部に相当）を有している。位置合わせ面45は、保持部材40の先端（前端）に形成されており、上下方向に平行な面である。

【0067】

レンズアレイ50'は、位置合わせ面55（光路変換部材側位置合わせ部に相当）を有している。位置合わせ面55は、保持部材40の位置合わせ面45と対応する形状（上下方向に平行な面）に設けられている。そして、保持部材40の位置合わせ面45とレンズアレイ50'の位置合わせ面55とを突き合わせることで、前後方向の位置合わせが自動的に行われることになる。これにより、レンズアレイ50'の保持部材40への取り付けが容易になる。

10

【0068】

第3実施形態では、第1実施形態（図3参照）と比べて、レンズアレイ50'の下面が広がる。これにより、第3実施形態では、レンズアレイ50の板形状の基部51を薄くさせても、レンズアレイ50の内部に光路を形成させやすくなる。

【0069】

<製造方法>

図7A～図7Dは、第3実施形態の光接続構造体の製造方法の説明図である。

【0070】

作業者は、図7Aに示すように、光ファイバ20（裸光ファイバ21）をベース部43のファイバ穴44に挿通して固定した状態で、ベース部43の端面、及び、裸光ファイバ21の端面を斜めに研磨（斜め研磨）する。これにより、第2実施形態の保持部材40'が構成される。さらに、斜め研磨を行った後、図7Bに示すように、ベース部43の先端部分を上下方向に平行に研磨し、位置合わせ面45を形成する。これにより、保持部材40が構成される。すなわち、第3実施形態では、斜め研磨後に、位置合わせ面45を形成するための研磨工程を有している。

20

【0071】

そして、作業者は、図7Cに示すように、レンズアレイ50'を保持部材40に光学系の接着剤等を用いて取り付ける。このとき、レンズアレイ50'の位置合わせ面55と保持部材40の位置合わせ面45とを突き合わせることで、レンズアレイ50'と保持部材40との前後方向の位置合わせが行われる。

30

【0072】

その後、前述の実施形態と同様に、光路変換コネクタ30を基板10に取り付ける。

【0073】

この第3実施形態では、位置合わせ面45と位置合わせ面55とを突き合わせることで、レンズ部50'と保持部材40との位置合わせを容易に行うことが出来る。

【0074】

=== 第4実施形態 ===

前述の実施形態では、基板10のグレーティングカプラ14と光ファイバ20との間において、光信号が光路変換部材（レンズアレイ50、レンズアレイ50'）の内部のみを通過していたが、第4実施形態では、保持部材の内部も通過する。

40

【0075】

図8は、第4実施形態の光接続構造体の断面図である。第4実施形態の光接続構造体はレンズアレイ50を備えている。また、ここでは、保持部材として第2実施形態の保持部材40'を用いている。

【0076】

レンズアレイ50は、基部51の下面が基板10と離間している。すなわち、レンズアレイ50は、保持部材40'の端面（斜め研磨された端面）のみに固定されている。

【0077】

50

また、第4実施形態では、保持部材40'が基板10のグレーティングカブラ14の上に配置されている。このため、図8に示すように、グレーティングカブラ14と光ファイバ20との間において、光信号は、保持部材40'の内部も通る（保持部材40'の内部に光路が形成される）ことになる。

【0078】

このように、光信号が保持部材（ここでは保持部材40'）を通過してもよい。但し、この場合、保持部材40'とレンズアレイ50との境界で光信号が損失するおそれがある。よって、光信号がレンズアレイの内部のみを通過する形態（第1～第3実施形態）の方が望ましい。

【0079】

＝＝＝第5実施形態＝＝＝

<構成>

図9Aは、第5実施形態の光接続構造体の斜視図（一部拡大図）であり、図9Bは、第5実施形態の光接続構造体の断面図である。なお、図9Aでは基板10の図示を省略している。

【0080】

第5実施形態の光路変換コネクタ30は、保持部材40'と樹脂レンズ部53（光路変換部材に相当）とを備えている。保持部材40'は、第2実施形態と同じであるので説明を省略する。

【0081】

樹脂レンズ部53は、凸形のレンズであり、光ファイバ20の端面及び保持部材40'の端面に直接設けられている。また、樹脂レンズ部53は、複数の光ファイバ20と対応するように、幅方向に複数並んで設けられている。

【0082】

本実施形態の樹脂レンズ部53は、樹脂（具体的にはUV硬化性樹脂）で形成されている。また、図9A（拡大図）に示すように、樹脂レンズ部53同士の間には隙間が設けられている（隣接する樹脂レンズ部53は分離されている）。仮に、樹脂レンズ部53同士が連結していると、樹脂とガラスとの熱膨張の差が大きいことにより、温度環境が変化したときに、樹脂レンズ部53が保持部材40'（ガラス）から剥離してしまうおそれがある。これに対し、本実施形態では、隣接する樹脂レンズ部53が分離しているので、樹脂とガラスとの熱膨張の差による樹脂レンズ部53の剥離を抑制することができる。

【0083】

次に、図9Bを参照しつつ、第5実施形態の光接続構造体における光路について説明する。

【0084】

基板10のグレーティングカブラ14から出射された光信号は、保持部材40'に入射されて、ベース部43の内部を伝搬する。そして、樹脂レンズ部53で光信号が反射されて、樹脂レンズ部53内で光路変換が行われて光ファイバ20に到達する。

【0085】

なお、光ファイバ20から基板10（グレーティングカブラ14）への光路は、上述した経路と逆になる。

【0086】

<製造方法>

図10A及び図10Bは、第5実施形態の光路変換コネクタ30の製造方法の説明図である。

【0087】

まず、図10Aに示すように、光ファイバ20（裸光ファイバ21）をベース部43のファイバ穴44に挿通した状態で、ベース部43の端面、及び、裸光ファイバ21の端面を斜めに研磨（斜め研磨）する。

【0088】

10

20

30

40

50

その後、図10Bに示すように、斜め研磨後の光ファイバ20の端面（及び、保持部材40'の端面）に樹脂レンズ部53を形成する。

【0089】

ここで、樹脂レンズ部53の形成方法としては、

- ・予め透明樹脂で形成した樹脂レンズ部53を、斜め研磨後の光ファイバ20の端面（及び保持部材40'の端面）に取り付ける方法（方法1）

- ・斜め研磨後の光ファイバ20の端面（及び保持部材40'の端面）に、例えば、樹脂プリント技術により、樹脂を塗布して樹脂レンズ部53を形作り、その後、樹脂にUV光を照射して硬化させる方法（方法2）

などがある。

10

【0090】

なお、樹脂レンズ部53と光ファイバ20の端面との間にはARコートを施すことが望ましい。これにより、樹脂レンズ部53と光ファイバ20の端面との界面で起こる反射を防止でき、光信号の損失を抑制できる。

【0091】

このように第5実施形態では、樹脂レンズ部53が樹脂（UV硬化性樹脂）で形成されており、隣接する樹脂レンズ部53同士の間隙に隙間が設けられている（隣接する樹脂レンズ部53が分離している）。これにより、樹脂とガラスとの熱膨張の差による樹脂レンズ部53の剥離を抑制することができる。このように、第5実施形態においても、温度変化の影響を受けにくい。

20

【0092】

=== その他の実施形態 ===

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更・改良され得ると共に、本発明には、その等価物が含まれることは言うまでもない。

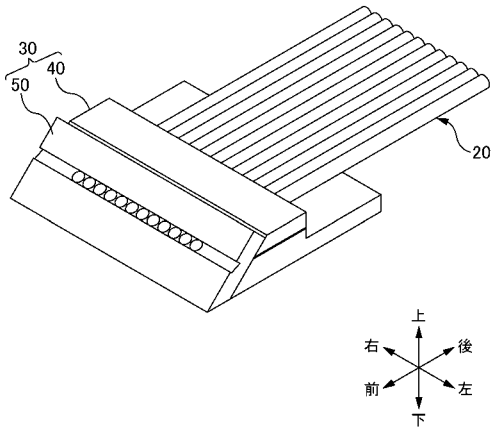
【符号の説明】

【0093】

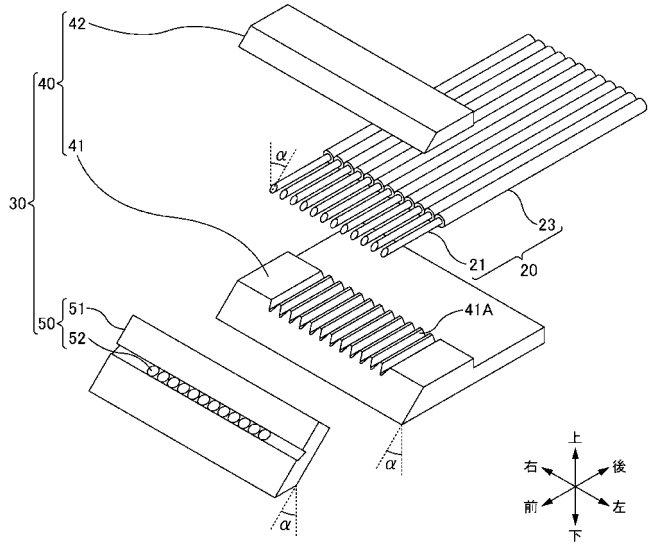
- 10 基板、12 光導波路、
- 14 グレーティングカプラ、
- 20 光ファイバ、
- 21 裸光ファイバ、23 被覆、
- 30 光路変換コネクタ、
- 40 保持部材、
- 41 V溝基板、41A V溝、42 蓋部、
- 43 ベース部、44 ファイバ穴、
- 45 位置合わせ面、
- 50 レンズアレイ、51 基部、
- 52 レンズ部、53 樹脂レンズ部、55 位置合わせ面、

30

【 图 1 】



【 图 2 】



【 图 3 】

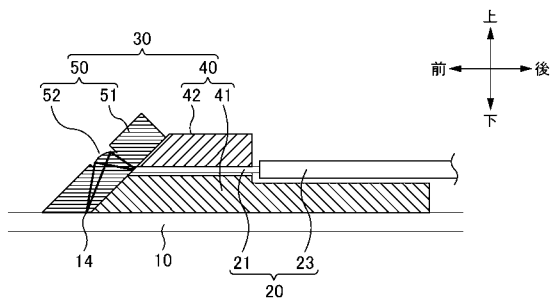


图3A

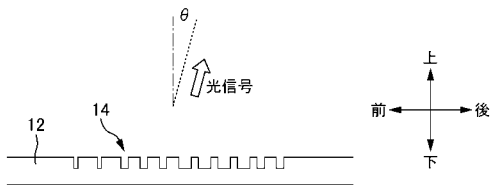


图3B

【 图 4 】

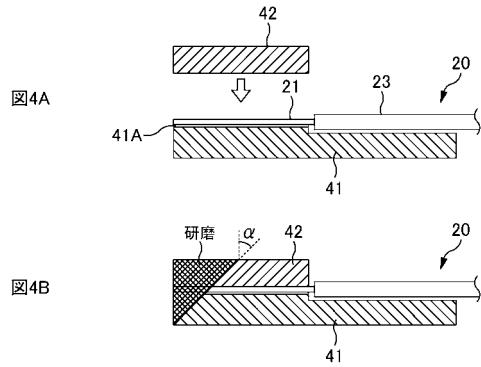


图4A

图4B

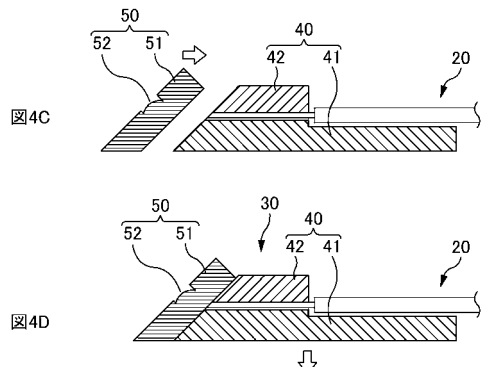
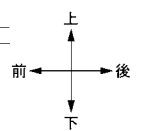


图4C

图4D



【 図 5 】

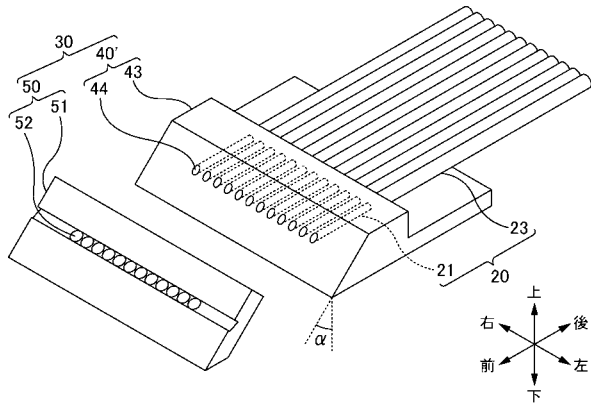


図5A

【 図 6 】

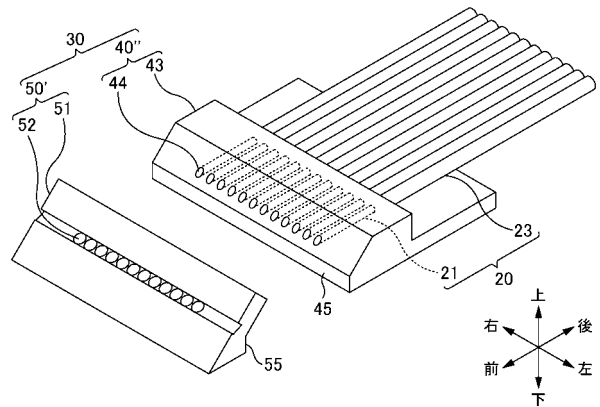


図6A

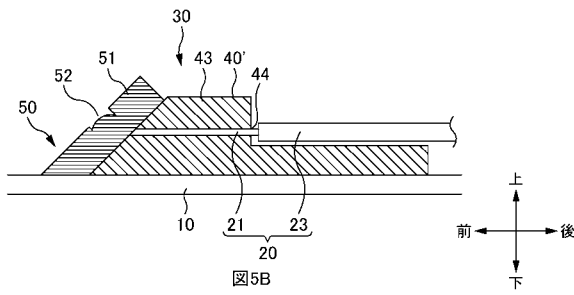


図5B

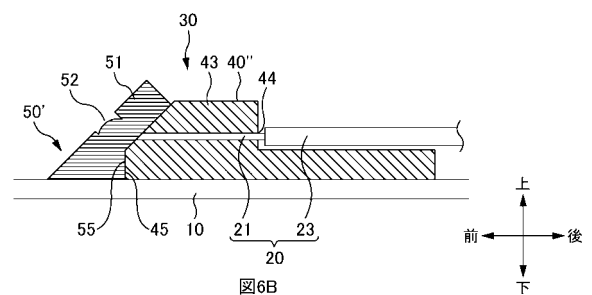
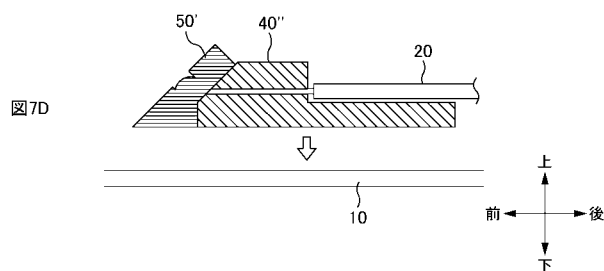
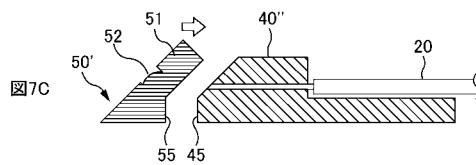
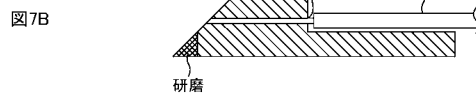
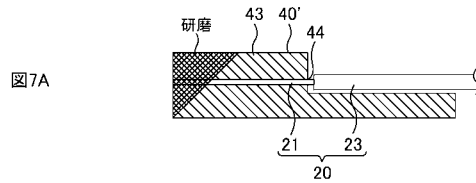
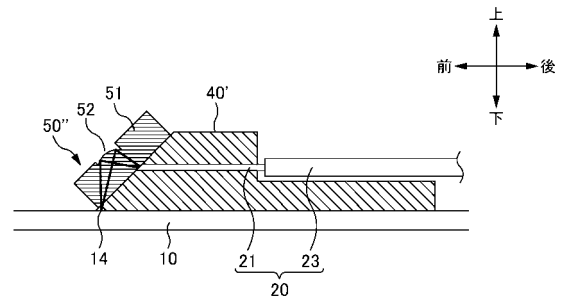


図6B

【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

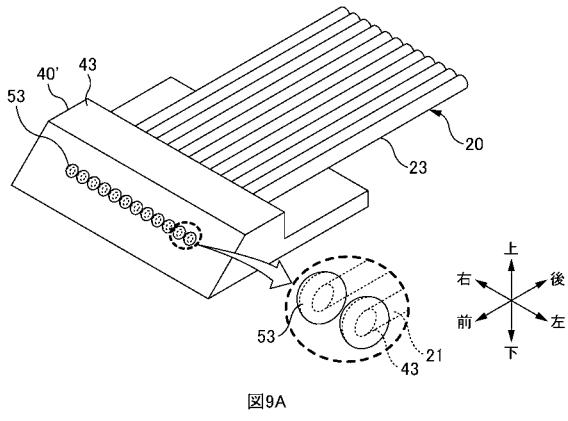


図9A

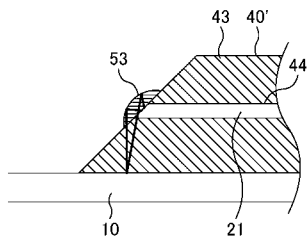


図9B

【 図 1 0 】

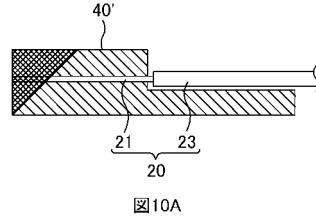


図10A

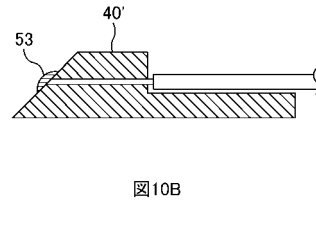


図10B