世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 G02B 6/40	A1	(11) 国際公開番号	WO 94/23321
		(43) 国際公開日	1994年10月13日(13.10.94)

(21) 国際出願番号 PCT/JP94/00536
(22) 国際出願日 1994年3月31日(31. 03. 94)

(30) 優先権データ

特願平5/76711	1993年4月2日(02. 04. 93)	JP
特願平5/340446	1993年12月7日(07. 12. 93)	JP
特願平5/340447	1993年12月7日(07. 12. 93)	JP
特願平6/8162	1994年1月28日(28. 01. 94)	JP

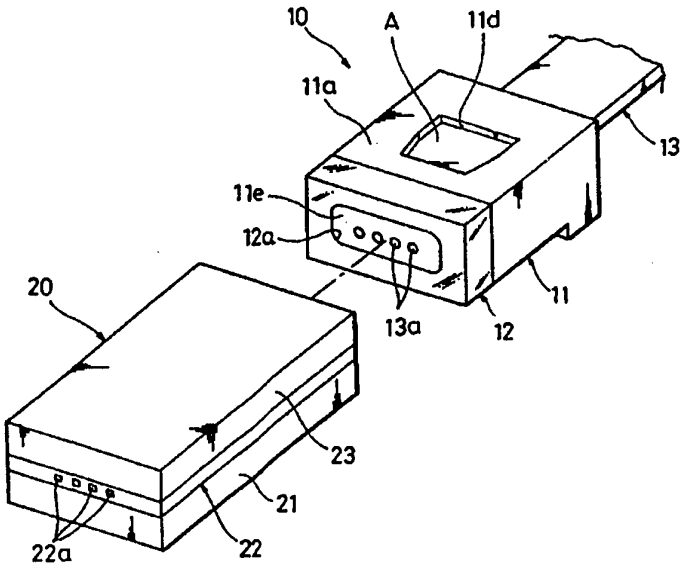
(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)
古河電気工業株式会社
(THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.)〔JP/JP〕
〒100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
繁松 孝(SHIGEMATSU, Takashi)〔JP/JP〕
柳川久治(YANAGAWA, Hisaharu)〔JP/JP〕
清水健男(SHIMIZU, Takeo)〔JP/JP〕
中村史朗(NAKAMURA, Shiro)〔JP/JP〕
深澤一也(FUKASAWA, Kazuya)〔JP/JP〕
渡辺智浩(WATANABE, Tomohiro)〔JP/JP〕
〒100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
古河電気工業株式会社内 Tokyo, (JP)
(74) 代理人
弁理士 長門侃二(NAGATO, Kanji)
〒105 東京都港区新橋4丁目25番6号 ヤスキビル5階 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
CA, CN, US, 欧州特許(DE, FR, GB).

添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : TERMINAL OF OPTICAL FIBER, METHOD OF ITS MANUFACTURE, AND STRUCTURE FOR CONNECTING THE TERMINAL AND OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称 光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造



(57) Abstract

An optical fiber terminal (10) for optically connecting an optical fiber and an optical device comprises a ferrule (11) having an abutting end (11e) which faces an optical device (20) or abuts on it and a single fiber hole or a plurality of fiber holes which are arranged in parallel at given pitches and through which the ends of optical fibers are passed and fixed with adhesive. The ferrule is a molded product of synthetic resin. At least one connecting member (12) is provided on the abutting end (11e). The linear expansion coefficient of the connecting member (12) is smaller than that of the synthetic resin constituting the ferrule.

(57) 要約

光デバイス（２０）と対向あるいは突き合わされる突合せ端面（１１ｅ）と、単数のファイバ孔あるいは所定ピッチで並行に形成された複数のファイバ孔とを有し、各ファイバ孔に光ファイバ（１３ａ）の一端が挿通されて接着固定されたフェルール（１１）を備え、光ファイバが光デバイスと光接続される光ファイバ端末部（１０）、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造。フェルールは、合成樹脂の成形体からなり、光デバイスとの突合せ端面側に少なくとも１つの接続部材（１２）が設けられている。接続部材（１２）は、線膨張率が、フェルールを構成する合成樹脂の線膨張率よりも小さく設定されている。

情報としての用途のみ
PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CS チェッコスロヴァキア
CZ チェッコ共和国
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB イギリス
GE グルジア
GN ギニア
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IT イタリー
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
KZ カザフスタン
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドバ
MG マダガスカル
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノルウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア共和国
SN セネガル
TD チャード
TG トーゴ
TJ タジキスタン
TT トリニダード トバゴ
UA ウクライナ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴィェトナム

明　細　書

光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造

技術分野

本発明は、光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造に関する。

背景技術

光導波路部品や光半導体素子（ＬＤアレイ，ＬＥＤアレイ）等の光デバイスと光ファイバとの間の光接続は、従来、複数の光ファイバを所定ピッチで配列した光ファイバ端末部と光デバイスとを突き合わせたり対向配置させて行っている。そして、光ファイバと光デバイスとの間で光軸を軸合わせする調心を行い、両者を熱硬化型や光（紫外線）硬化型等の接着剤で接着したり、両者を所定の間隔をおいて対向させ、光ファイバと光デバイスとの間で光軸合わせ、即ち、調心を行った後、金属製の基台上に溶接固定して行われていた。

このような光ファイバ端末部と光デバイスとの接続に関する第一の例として、例えば、光ファイバ端末部と光導波路部品との接続が知られている。

光ファイバ端末部は、複数の光ファイバが被覆内に所

定ピッチで配列されたテープファイバとフェルールとを備えている。フェルールは、光導波路部品と対向あるいは突き合わされる突合せ端面と、所定ピッチで平行に形成された複数のファイバ孔とを有し、前記各ファイバ孔に光ファイバの一端が挿通されて接着固定され、各光ファイバは突合せ端面に露出している。上記フェルールは、金型を用いたプラスチック成形が最も安価で、一般的な製法である。

また、光導波路部品は、導波路基板と導波路層、あるいは、導波路層の上に接着されるカバーを更に有するものがあり、導波路層には単数あるいは複数の導波路が形成され、各導波路は両側の突合せ端面に露出している。ここで、カバーは、光導波路部品の突合せ端面における面積や形状を、光ファイバ端末部の突合せ端面に近似させることにより、光ファイバ端末部との間の接着有効面積を確保するものである。

上記光ファイバ端末部は、光導波路部品と突合せ端面相互を突き合わせ、各光ファイバと対応する導波路との間で調心を行った後、光導波路部品と接着される。

ところで、上記光ファイバ端末部と光導波路部品とを接着する場合、光ファイバ端末において接続損失を小さく抑えるために、特に、光ファイバがシングルモードのときには、光ファイバと対応する導波路とをサブミクロンオーダーで調心し、調心状態を維持しながら両者を短

時間で接着固定する必要がある。

このような接着手段としては、高速硬化する、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化型接着剤が用いられる。そして、光ファイバ端末部と光導波路部品とは、各光ファイバと対応する導波路との間で光路が遮られることがないように、突合せ端面に露出している光ファイバと導波路とを除いた部分で接着される。

また、第二の例として、他の構造の光ファイバ端末部と光導波路部品との接続も知られている。

この光ファイバ端末部は、テープファイバ、V溝基板及び押えカバーを備えており、両端に突合せ端面が形成されている。テープファイバは、複数の光ファイバが被覆内に所定ピッチで配列され、端部から被覆を除去して各光ファイバの端部を露出させ、露出した各光ファイバの端部をV溝基板に形成した各V溝で位置決めし、押えカバーを被せることにより各光ファイバをV溝基板に固定している。

ここで、各光ファイバは、端面が突合せ端面に露出し、V溝基板及び押えカバーと共に端面が研磨されており、V溝基板及び押えカバーは、ガラス等の光学的に透明な素材が使用されている。

光導波路部品は、前記第一の例の光導波路部品と同様に構成されており、カバーはガラス等の光学的に透明な素材である。

そして、光ファイバ端末部と光導波路部品とは、突合せ端面相互を突き合わせ、対応する各光ファイバと導波路との間で調心を行った後、硬化用の光（紫外線）を照射しながら光硬化型接着剤で接着される。

このとき、V溝基板及び押えカバーは、光学的に透明な素材であるので、高速硬化する前記エポキシ樹脂等の熱硬化型接着剤に比べ、透過した紫外線が接着剤をより短時間で硬化させるので、光ファイバ端末部と光導波路部品とは、突合せ端面で迅速に接着される。

更に、第三の例として、前記第二の例の光ファイバ端末部と光半導体との接続も知られている。

光半導体は、複数のレーザダイオード素子を1列に配列したLDアレイとキャリアとの間にヒートシンクを配置したもので、各レーザダイオード素子はキャリアとの間がボンディングワイヤで電気的に接続され、キャリアは金属製のマウントベースに固定されている。

一方、光ファイバ端末部は、サブベースを介して金属製のベースに溶接されており、テープファイバの各光ファイバを対応するレーザダイオード素子と調心して、ベースがマウントベースと溶接される。

ところで、上記光ファイバ端末部と光デバイスとの接続においては、以下のような問題があった。

先ず、第一の例に示した光ファイバ端末部と光導波路部品との接続においては、光導波路部品が、例えば、シ

リコン基板上に石英系導波路層を堆積形成した石英系光導波路部品の場合、線膨張率は約２０℃において約2.4×１０$^{-6}$である。これに対し、光ファイバ端末部は、フェルールを構成するプラスチックの線膨張率が、例えば、二酸化ケイ素(SiO_2)微粒子をフィラートとして含むエポキシ系樹脂の場合には、約２０℃において５×１０$^{-6}$以上である。

このため、光ファイバ端末部と光導波路部品とを接続した後に、使用環境における経時的な温度変化に伴う両者間の線膨張率の差により、各導波路と光ファイバとの間の調心状態が乱され、接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失を招来するという問題があった。

また、光ファイバ端末部のフェルールは、金型を用いたプラスチック成形によって製造されていることから、複数のファイバ孔の配列方向における線膨張率と配列方向に直交する方向における線膨張率とが異なると、フェルールにそり等の変形が発生してしまいファイバ孔を高い精度で形成することができないという問題もあった。

更に、光ファイバ端末部のフェルールは、従来、エポキシ系樹脂に線膨張率の僅少化や強度，寸法精度の向上を目的にフィラー等を配合し、光学的に不透明な素材を用いていた。このため、従来の光ファイバ端末部は、光硬化型の接着剤を使用して光導波路部品と接続するには無理があった。

一方、第二，第三の例に示した光ファイバ端末部は、V溝基板や押さえカバーの素材として、前記したガラスの他に、シリコンやセラミック等の光学的に透明な素材を使用することも可能である。

しかし、ガラス，シリコン及びセラミックは、いずれも硬くて脆いことから、V溝の研削加工が難しく、突合せ端面の研磨性が悪い等、加工コストがかかるという問題があった。

また、光ファイバ端末部は、微細な各光ファイバをV溝で位置決めし、押えカバーで各光ファイバをV溝基板に固定して組み立てることから、組立作業における作業性が悪かった。

しかも、押えカバーで各光ファイバを固定する構造であるため、光ファイバを押えカバーで過度に圧迫すると、V溝基板から延出した各光ファイバに応力が作用したときに、光ファイバが簡単に断線してしまうことがあった。

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、高い精度で成形することができ、従って光デバイスとの接続性に優れた光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、製造が容易で安価なうえ、光ファイバが断線しにくい光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造を提供することである。

発明の開示

上記目的を達成するため本発明の光ファイバ端末部によれば、光デバイスと対向あるいは突き合わされる突合せ端面と、単数のファイバ孔あるいは所定ピッチで並行に形成された複数のファイバ孔とを有し、前記各ファイバ孔に光ファイバの一端が挿通されて接着固定されたフェルールを備え、前記光ファイバが光デバイスと光接続される光ファイバ端末部において、前記フェルールは、合成樹脂の成形体からなり、前記光デバイスとの突合せ端面側に少なくとも1つの接続部材が設けられている構成としたものである。

このような構成とすることにより、光ファイバ端末部は製造が簡単で、接続部材を介して光デバイスと接続されることから接続性が向上する。

好ましくは、前記接続部材は、線膨張率α_{CM}を前記フェルールを構成する合成樹脂の線膨張率α_{FP}よりも小さく設定する。

これにより、光ファイバ端末部は、フェルールの成形時に、接続部材がフェルールを構成する合成樹脂の熱膨張や収縮を抑制する。

また好ましくは、前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面外周に少なくとも一部が露出する光学的に透明な素材、例えば、ガラスとする。

これにより、光ファイバ端末部は、接続部材の部分を光が透過することから、光硬化型の接着剤を用いて、光デバイスと短時間で接続される。

好ましくは、前記フェルールを、熱硬化性、熱可塑性あるいは光硬化性のいずれかの合成樹脂からなる成形体とする。

これにより、光ファイバ端末部は、フェルールが金型を用いて安価に成形される。

また好ましくは、前記フェルールを構成する合成樹脂は、カップリング剤並びに充填材として二酸化ケイ素を含むものとする。

これにより、光ファイバ端末部は、フェルールとガラス製の接続部材との間の接着性が向上する。

更に、前記フェルールを構成する合成樹脂は、その屈折率を前記二酸化ケイ素の屈折率に近いものが好ましい。より具体的には、着色成分やカーボンを含まない光学的に透明な素材とする。

これにより、光ファイバ端末部は、光デバイスと接続するときに照射光が一層透過し易くなり、使用する光硬化型の接着剤がより短時間で硬化する。また、照射光のフェルールによる吸収も少なくなるので、光ファイバ端末部における発熱も少なくでき、温度上昇による寸法変化を抑制できる。

好ましくは、前記接続部材は、線膨張率α_{CM}が、前記

光デバイスの構成素材の線膨張率α_{OD}に関し、$|\alpha_{CM}-\alpha_{OD}|<5\times10^{-6}$の関係を満たすガラス、あるいは前記光デバイスの対応する位置に設けた金属部材と突き合わせて溶接され、当該接続部材の線膨張率α_{MC}が、前記金属部材の線膨張率α_{MO}に関し$|\alpha_{MC}-\alpha_{MO}|<5\times10^{-6}$の関係を満たす金属とする。

これにより、光ファイバ端末部は、経時的な温度変化に伴う光デバイスとの間における線膨張率の差が小さいため、温度変化に伴う寸法変化が小さく抑えられ、経時的な接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失が抑制される。

また好ましくは、前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面の周囲を囲繞する開口を有し、該開口は前記フェルールに接着固定される光ファイバの数をN、光ファイバの配列ピッチをPとしたときに、前記光ファイバの配列方向に直交する方向の長さaが0.2～1.0mm、配列方向の長さbがb＝P×（N－1）＋aの関係を満たすように設定する。

これにより、光ファイバ端末部は、突合せ端面全体に占める接続部材の面積比が適正値に設定される。

また、本発明の光ファイバ端末部の製造方法によれば、一組の型板と、該一組の型板間に配置され、複数の光ファイバを挿通するファイバ孔を成形する複数の成形ピンを有する中子の少なくとも一端側に接続部材を配置し、

前記一組の型板、前記中子及び前記接続部材の間に形成されるキャビティ内に合成樹脂を注入してフェルールを成形し、該フェルールの前記各ファイバ孔に前記光ファイバをそれぞれ挿通させて接着することにより、前記各光ファイバの一端を固定する構成としたものである。

このことによって、製造が容易で安価なうえ、光ファイバが断線しにくい光ファイバ端末部が製造される。

更に、本発明の光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造によれば、光ファイバ端末部を光デバイスと対向あるいは突き合わせて接続されている構成としたものである。

このとき、好ましくは、前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配列ピッチが等しい複数の導波路が形成された光導波路部品で、前記フェルールに設けた接続部材の部分で紫外線硬化型の接着剤により請求の範囲第3項乃至第8項いずれかに記載の光ファイバ端末部と接着されている接続構造とする。

これにより、光ファイバ端末部と光導波路部品とが短時間で接続される。

また好ましくは、前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配列ピッチが等しい複数の導波路が形成され、外周を囲繞する金属筒を備えた光導波路部品で、当該金属筒の端面で請求の範囲第9項乃至第12項いずれかに記載の光ファイバ端末部と溶接されている接続構造とする。

更に好ましくは、前記光デバイスは、複数のレーザダイオード素子を配列した光半導体で、第一の金属ベース上に、また、光ファイバ端末部は、第二の金属ベース上に、それぞれ対向させると共に、前記各光ファイバと対応するレーザダイオード素子との間で調心して設置され、前記第一及び第二の金属ベースが相互に溶接されている接続構造とする。

これにより、光導波路部品あるいは光半導体と光ファイバ端末部とを溶接により接続した接続構造となる。

ここで、本明細書において用いる「光学的に透明」とは、可視光線及び紫外線の透過率が少なくとも１０％以上であることをいう。

また、本明細書の以下の説明において使用する各種線膨張率は、約２０℃における値をいう。

図面の簡単な説明

図１は本発明の第一の実施例を説明するもので、光ファイバ端末部及び端末部と光導波路部品との接続構造を示す斜視図、図２は図１に示す光ファイバ端末部において、フェルールの突合せ端面側に設けられる接続部材の正面図、図３は図１の光ファイバ端末部に用いるフェルールの斜視図、図４は図３に示すフェルールの正面図、図５は図３に示すフェルールの断面図、図６は図３に示すフェルールの製造に用いる成形金型の斜視図、図７は

図６の成形金型で製造されたフェルールにテープファイバを挿着した状態を示す斜視図、図８は図７のフェルールに接着剤を注入してテープファイバを固定し、光ファイバ端末部とした状態を示す斜視図、図９は光ファイバ端末部と光導波路部品とを接着した接続構造の断面図、図１０は成形したフェルールにおいて、接続部材の開口の縦長さａと接続部材の割れ率（％）との関係を示す特性図、図１１は、同じく、接続部材の開口の縦長さａとヒートサイクル（ＨＣ）試験におけるＨＣ特性変動幅（ｄＢ）との関係を示す特性図、図１２は、同じく、接続部材の開口の縦長さａと成形ピントラブルに関する合格率（％）との関係を示す特性図、図１３は成形したフェルールにおける接続部材の開口の縦長さａと、成形したフェルールと光導波路部品とを紫外線硬化型の接着剤で接着する時に要した紫外線の照射時間との関係を示す特性図、図１４乃至図１９は光ファイバ端末部の変形例を示す斜視図、図２０は本発明の第二の実施例を説明するもので、光ファイバ端末部及び端末部と光導波路部品との接続を説明する斜視図、図２１は光ファイバ端末部と光導波路部品との接続構造を示す斜視図、及び図２２は本発明の第三の実施例を説明するもので、光ファイバ端末部及び端末部と光半導体との接続構造を示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

第一の実施例

以下、本発明の第一の実施例を図１乃至図１９に基づいて詳細に説明する。

本実施例の光ファイバ端末部（以下、「端末部」という）10は、図１に示すように、フェルール11に接続部材12とテープファイバ13とを取り付けたもので、端末部10は、紫外線硬化型の接着剤を用い、光導波路部品20と突き合わせて接着される。

フェルール11は、熱収縮率の小さい光学的に透明な合成樹脂で成形されている。本実施例では、このような合成樹脂として、例えば、充填材として二酸化ケイ素粒子を７０重量％以上混合した、屈折率が二酸化ケイ素の屈折率と実質的に等しく、線膨張率α_{FP}が12×10^{-6}である熱硬化性のエポキシ樹脂を用いた。

ここで、熱硬化性の合成樹脂、例えば、エポキシ樹脂は二酸化ケイ素の粒子との間の接着強度を高めるカップリング剤を含んでいる。従って、後述するパイレックスガラス製の接続部材12との間の接着性も高い。

フェルール11は、図３及び図５に示すように、本体11ａの後部に空洞11ｂが形成された中空の部材で、前部に光導波路部品20と突き合わされる突出部11ｃが一体に突設され、上部には空洞11ｂに連通する開口11ｄが形成されている。突出部11ｃは、前面が光導波路部品20との突

合せ端面11eとなっており、周囲には凹溝11fが形成されている。この凹溝11fの周囲には、後述する接続部材12が設けられる（図1，図7参照）。また、突出部11cには、図4及び図5に示すように、突合せ端面11eに開口し、空洞11bと連通する4本のファイバ孔11gが形成されている。更に、突出部11cには、図5及び図7に示すように、各ファイバ孔11gと隣接する位置に、後述する光ファイバ13aをファイバ孔11gへ案内して挿通性を向上させるファイバガイド11hが形成されている。

ここで、突出部11c及び凹溝11fの形状は、後述する接続部材12の開口12aの形状によって決まり、凹溝11fは必ずしも必要ではない。

接続部材12は、光学的に透明で、線膨張率α_{CM}が3.0～3.6×10^{-6}のパイレックスガラスからなり、後述する光導波路部品20の導波路22aの配列方向における線膨張率α_{OD}に近いものを使用している。接続部材12は、突合せ端面11eの周囲を囲繞する開口12aを有し、突合せ端面11eと共に光導波路部品20と突き合わされる四角形の枠体形状に成形されている。

開口12aの寸法は、接続部材12の強度，成形性及び光導波路部品20と接続する際の紫外線照射時間等を左右することから、図2に示す光ファイバの配列方向に直交する方向の長さ（以下、「縦長さ」という）a（mm）を0.2≦a≦1.0の範囲に、光ファイバの配列方向の長さ（以

下、「横長さ」という）b（mm）を、ファイバ孔11gの数、従って、テープファイバ13の後述する光ファイバ13aの数をN、光ファイバ13aの配列ピッチをP（mm）としたときに、b＝P×（N－1）＋aの関係に設定する。

ここで、突合せ端面11e全体に対する接続部材12の前面部分の面積が小さく、従って接続部材12の面積比が適正値に比べて小さいと、フェルール11を成形するときの合成樹脂の充填圧力によって接続部材12が割れたり、ヒートサイクル等に起因して接続部材12が破損する。このため、製造されたフェルール11、ひいては端末部10の信頼性が低下する等の問題が生ずる。また、光硬化型の接着剤を用いて接着するときに、照射光が端面中心まで透過し難く光導波路部品20との接着に時間がかかる。

一方、突合せ端面11e全体に占める接続部材12の前記面積が大きく、前記面積比が適正値に比べて大きいと、接続部材12の製造に高い寸法精度が必要となる。このため、フェルール11、従って端末部10の製造コストが上がってしまう。また、フェルール11の成形の際に、接続部材12を成形金型にセッティングするセッティング作業を慎重に行わないと、成形されたフェルール11においてファイバ孔11gが接続部材12に接近し過ぎ、成形ピンが接触して折れたり曲がったりする等のトラブルが多発する。

従って、接続部材12においては、開口12aの寸法を上記のように設定する。

このフェルール11は、以下に述べる成形金型を使用して製造される。

図6は、フェルール11を製造する際に使用する成形金型で、この成形金型は、下型板30，上型板40及び両型板30，40間に配置される中子50を備えている。

下型板30は、図示しない駆動手段によって昇降され、上型板40と型開きあるいは型締めされる。この下型板30は、図示のように、四角形の板の四隅に上型板40を位置決めする凸部30aが一体に設けられ、中央には成形型31，32を配置する凹部30bが形成されている。また、下型板30は、凹部30bに向けて両側からランナ30c，30cが設けられている。

成形型31は、凹部30bの一側端に配置される平板状の部材で、上面には中子50の後述する成形ピン50dの先端を位置決めするV溝31aが形成されている。一方、成形型32は、成形型31を配置した凹部30bの略中央に配置して中子50の後述する本体50aを支持するU字形の部材で、下型板30と上型板40とを型締めしたときに、その前部にフェルール11を成形するキャビティ（図示せず）を形成する。成形型32は、凹部30bに配置される中子50の後述する鍔部50bを位置決めする。

上型板40は、図6に示したように、四角形の板の両側に下型板30の凸部30a，30a間に配置されてこの上型板40を下型板30に対して位置決めするフランジ部40a，40

aが一体に設けられ、中央には成形型41，42を配置する凹部40bが形成されている。上型板40は、図6においては、構成を明確にするため、上下面を反転させて示してあり、実際には1点鎖線で示すように反転させて、下型板30に対向配置される。

ここで、成形型41，42は、成形型41の型締め面41aに後述する成形ピン50dを位置決めするV溝が形成されていないことを除き、成形型31，32と構成が同一であるので、以下の説明及び図においては、対応する部分に対応する符号を付して詳細な説明を省略する。

中子50は、図示のように、本体50aの後部に鍔部50bが形成されると共に本体50aの前部には、フェルール11の空洞11bを成形するコア部50cと、ファイバ孔11gを成形する4本の成形ピン50dが突設されている。

そして、フェルール11の製造に際しては、先ず、図示のように、下型板30の凹部30bに成形型31，32を、上型板40の凹部40bに成形型41，42を、夫々配置する。

次に、図中に一点鎖線で示すように、接続部材12に成形ピン50dを挿通し、接続部材12を成形型31，32の間の凹部30bに、また、鍔部50bを成形型32の後部の凹部30bに、夫々配置し、各成形ピン50dの先端部分をV溝31aで位置決めして中子50を下型板30に配置する。

次いで、図示しない前記駆動手段によって下型板30を上昇させ、凸部30a，30a間に上型板40の対応するフラ

ンジ部40aを配置して型締めする。

これにより、接続部材12及び中子50は、下型板30の凹溝30bと上型板40の凹部40bとの間に配置され、接続部材12の内側部分には、各成形ピン50dの基端側が挿通されてフェルール11の突出部11cを成形する所定の隙間が形成される。また、接続部材12の後部に位置する成形型32，42間の下型板30と上型板40との間には、フェルール11の本体11aを成形する図示しないキャビティが形成される。

しかる後、下型板30のランナ30c，30cを利用し、熱収縮率が小さく、二酸化ケイ素粒子を混合した光学的に透明な前記エポキシ樹脂を前記キャビティ内に注入し、トランスファー成形によりフェルール11を成形する。

そして、注入した前記エポキシ樹脂を加熱硬化させた後、下型板30を下降させて型を開き、成形したフェルール11を取り出す。

しかる後、このフェルール11から中子50を引き抜いて、フェルール11の製造が終了する。

このようにして製造されたフェルール11は、後部側からテープファイバが挿着されて端末部10として加工される。

即ち、テープファイバは、複数の光ファイバを所定ピッチで並行に配列し、これらの光ファイバに被覆を施したリボン状のファイバ束である。

本実施例の端末部10においては、このテープファイバの端末を処理して被覆を所定長さ除去し、露出した個々の光ファイバをフェルール11の後部側から空洞11bに差し込む。

そして、フェルール11は、図7に示すように、テープファイバ13の各光ファイバ13aが対応するファイバ孔11gに挿通され、図8に示すように、開口11dから空洞11bに接着剤Aを注入し、テープファイバ13が光ファイバ13aと共に本体11aに固定される。

ここで、テープファイバ13は、光ファイバ13aが突出部11cから突出することがあるが、突出した光ファイバ13aは、突合せ端面11eと略面一となるようにカッティング処理された後、突合せ端面11eと共にラッピング等により端面が研磨処理される。このような工程を経て、フェルール11は端末部10へと加工される。

このとき、製造された端末部10においては、接続部材12の線膨張率α_{CM}がフェルール11の線膨張率α_{FP}よりも小さく設定されている。このため、フェルール11の成形に伴う高温時には、接続部材12が突出部11cの幅方向及び上下方向の膨張を抑制し、成形終了の冷却時には収縮を抑制する。従って、フェルール11は、突出部11cの膨張や収縮が接続部材12によって抑えられるので、突合せ端面11eに開口するファイバ孔11gが高い精度で形成される。

また、被覆を除去して露出した複数の光ファイバ13aは、フェルール11の空洞11b内で接着剤Aに埋設されて保護され（図9参照）、テープファイバ13を介して応力が作用しても、断線することはない。

このようにして製造された端末部10は、光導波路部品20との間に紫外線硬化型の接着剤、例えば、エポキシ系やアクリレート系の接着剤を塗布し、紫外線を照射することにより短時間で接着される。

光導波路部品20は、厚さ1mmのシリコン基板21上に厚さ数10μmの石英からなる導波路層22が、例えば、火炎堆積法等によって形成され、上部にはシリコンに近い線膨張率を有するパイレックスガラスからなるカバー23が被せられた、線膨張率α_{OD}が約2.4×10^{-6}の部品で、長手方向両端が突合せ端面となっている。

ここで、導波路層22は、長手方向に4本の導波路22aが、複数の光ファイバ13aと同一ピッチで並行に形成されている。また、カバー23は、光導波路部品20の突合せ端面における面積や形状を、端末部10の端面に近似させることにより、端末部10との間の接着有効面積を確保するものである。

尚、光導波路部品20は、シリコン基板21上に導波路層22を形成しただけで、カバー23のないものであってもよく、また、導波路層22に形成される導波路22aは単数であってもよい。

この接着に際し、端末部10と光導波路部品20は、対応する光ファイバ13aと導波路22aとをサブミクロンオーダーで調心して接着される。

この端末部10と光導波路部品20との接続構造においては、照射した紫外線がフェルール11や接続部材12の部分を透過するので、接着剤が短時間で硬化する。

従って、端末部10と光導波路部品20との接続構造においては、対応する光ファイバ13aと導波路22aとがサブミクロンオーダーで調心された状態で、接続部材12の部分において、図9に示すように、紫外線硬化型の接着剤A_{UV}により確実に接着される。

しかも、端末部10と光導波路部品20との接続構造においては、接続部材12は線膨張率α_{CM}が3.0～3.6×10^{-6}で、光導波路部品20は線膨張率α_{OD}が約2.4×10^{-6}であり、$|\alpha_{CM}-\alpha_{OD}|<5\times10^{-6}$の関係を満たしている。

このため、上記接続構造においては、経時的な温度変化に伴う端末部10と光導波路部品20との間における線膨張率の差が小さいため、温度変化に伴う寸法変化が小さく抑えられ、各光ファイバ13aと導波路22aとの間の調心状態が乱されることはない。従って、上記接続構造を採用することにより、端末部10と光導波路部品20との間の経時的な接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失を防ぐことができる。

上記したフェルール11の製造に際し、パイレックスガラスからなる接続部材12の開口12aを、縦長さaを0.2～1.0mmの範囲の5種類の値に設定し、8本のファイバ孔11gを有するフェルール11を90,150,200及び250 kg・f/cm²のそれぞれ異なる4通りの圧力の下で、熱収縮率が小さく、二酸化ケイ素粒子を混合した光学的に透明な前記エポキシ樹脂によって各々30個成形した。

ここで、開口12aの横長さb（mm）は、ファイバ孔11gの配列ピッチをP＝0.25mmに設定したので、ファイバ孔11gの数（＝テープファイバ13の芯数）がN＝8であるから、前記b＝P×（N－1）＋aの式から1.95～2.75mmに設定した。

このとき、成形したフェルール11において、接続部材12の開口12aの縦長さaと、接続部材12の割れ率（%）との関係については全数、ヒートサイクル試験におけるHC特性変動幅（dB）及び成形ピントラブルに関する合格率（%）との関係をそれぞれ150 kg・f/cm²での成形品について調べたところ、図10乃至図12に示す結果が得られた。

ここで、合格率（%）は、成形ピンの折れ，曲がりなどのトラブルがなかったものを合格とし、成形された各30個のフェルール11に対する百分率として求めた。また、図11に示すHC特性変動幅（dB）においては、縦長さaに対する成形したフェルール11の合計10個当た

りの平均のＨＣ特性変動幅を示した。

更に、成形した縦長さａの異なる各２０個のフェルール11の群から無作為に抽出したそれぞれ１０個のフェルール11を、光導波路部品20との間に紫外線硬化型の接着剤を塗布し、紫外線を照射して接着した。このときの接着に要した照射時間（min.）を、開口12ａの縦長さａとの関係でそれぞれ測定したところ図13に示す結果が得られた。

従って、図10乃至図13に示した結果から、フェルール11の成形に際し、接続部材12は、開口12ａの縦長さａが1.０㎜を越えると、割れ率が50％を超えると共に、光導波路部品20との接着に使用する光硬化性樹脂の照射時間が１時間近くなって好ましくないことがわかる。

また、開口12ａの縦長さａが0.２㎜より小さくなると、フェルール11の製造に際し、図6に示した成形金型において、ファイバ孔11ｇを形成する部分での樹脂の充填空間が狭くなる。このため、図１２に示す合格率（％）からも明らかなように、成形時の成形ピンの折れ，曲がり等のトラブルが多発する。

したがって、開口12ａの縦長さａは、0.２～1.０㎜の範囲に設定することが好ましい。

ここで、接続部材12は、開口12ａの横長さｂがフェルール11の横幅と同一、即ち、接続部材12が上下に２分割された構造の場合には開口とはいえない。しかし、フェ

ルール11の突出部11cの上下方向の長さを開口12aの縦長さaに対応させたところ、前記と同様に、フェルール11を歩留まり良く製造することができた。

尚、上記実施例の端末部10においては、接続部材12はフェルール11の突合せ端面11e側に設けたパイレックスガラス製の四角形の枠体とした。しかし、接続部材は、突合せ端面側に設けて端末部と光導波路部品の接続部に紫外線が透過すれば、前記実施例の配置に限定されるものでないことはいうまでもない。

従って、接続部材は、例えば、図14に示すように、フェルール11の外周が突合せ端面11eと共に接続部材12で囲繞されるように配置してもよく、また、図15に示すように、光導波路部品との接着部分に相当するフェルール11の上下の部分に角柱状の接続部材12，12を配置するようにしてもよい。

更に、接続部材は、図16に示すように、フェルール11の突合せ端面11eを上下から囲み込む、一方がU字形、他方が角柱状の二つの接続部材14，15としても、あるいは、図17に示すように、フェルール11の突合せ端面11eの上部に幅方向に配置される角柱状の接続部材16としてもよい。

また、図18に示す接続部材17のように、2ヶ所に突出部11cが形成されたフェルール11の2つの突合せ端面11eを囲繞する2つの開口17aを有する形状としたり、あ

るいは、図19に示す接続部材18のように、フェルール11の突合せ端面11eを囲繞する開口18aを有する形状としてもよい。ここで、接続部材18を設けるフェルール11は、突合せ端面11eに複数の光ファイバ13aの端部が上下2段に配列されて露出している。

第二の実施例

次に、本発明の第二の実施例を図20及び図21に基づいて詳細に説明する。

本実施例の端末部60は、フェルール61の前部に接続部材62を、フェルール61にテープファイバ63を、それぞれ図20に示すように取り付けたもので、図21に示すように光導波路部品70と突き合わせて溶接される。

フェルール61は、第一の実施例で説明したフェルール11と略同様に構成されているので、対応する部分に対応する符号を付すことにより詳細な説明を省略する。

フェルール61は、線膨張率α_{FP}が12×10^{-6}の合成樹脂、例えば、エポキシ樹脂によって前記第一の実施例で説明した成形金型30, 40及び中子50を使用して製造される。本実施例では、端末部60と光導波路部品70とを溶接によって接続することから、フェルール61は光学的に透明である必要はない。

接続部材62は、フェルール61の突合せ端面61eの周囲を囲繞する開口62aを有し、線膨張率の小さい溶接可能

な金属、例えば、線膨張率α_{MC}が２～４×１０$^{-6}$のコバール（米国Westinghouse Electric Corp.製、登録商標）によって四角形の枠体形状に成形されている。ここで、開口62aは、第一の実施例と同様に、縦長さａ(mm)が0.２≦ａ≦1.０の範囲に、横長さｂ（mm）が、テープファイバ63を構成する光ファイバ63aの数をN、光ファイバ63aの配列ピッチをＰ（mm）としたときに、ｂ＝Ｐ×（Ｎ－１）＋ａの関係に設定されている。

このように、端末部60は、接続部材62の線膨張率α_{MC}をフェルール61の線膨張率α_{FP}より小さく設定したので、フェルール61の成形に伴う高温時には、接続部材62が突出部61cの幅方向及び上下方向の膨張を抑制し、成形終了の冷却時には収縮を抑制する。

従って、フェルール61は、突出部61cの膨張や収縮が接続部材62によって抑えられるので、突合せ端面61eに開口するファイバ孔61gが高い精度で形成される。

また、テープファイバ63の複数の光ファイバ63aは、フェルール61の空洞61b内で接着剤に埋設されて保護され、テープファイバ63を介して応力が作用しても、断線することはない。

光導波路部品70は、厚さ１ｍｍのシリコン基板71上に形成された導波路層72を、シリコン基板71と共に外周を筒状の角スリーブ73で囲繞したもので、両端面が突合せ端面となっている。

導波路層72は、長手方向に4本の導波路72aが、複数の光ファイバ63aと同一ピッチで並行に形成され、例えば石英を使用した火炎堆積法等によって厚さ数10μmに形成されている。

角スリーブ73は、接続部材62と同一あるいは近似の線膨張率を有し、接続部材62と溶接可能な、例えば、線膨張率α_{MO}が2～4×10^{-6}のコバールからなるスリーブである。

ここで、角スリーブ73は、光導波路部品70の突合せ端面における面積や形状を、端末部60の接続部材62に近似させることにより、端末部60との間の溶接有効面積を確保するものである。

以上のように構成される本実施例の端末部60は、光導波路部品70と突き合わせて、各光ファイバ63aと対応する導波路72aとの間で調心を行う。

この後、図21に示すように、接続部材62と角スリーブ73とを、適宜箇所の溶接点PでYAGレーザビーム溶接により溶接し、端末部60を光導波路部品70と接続する。

従って、端末部60と光導波路部品70との上記接続構造においては、接続部材62は、線膨張率α_{MC}が2～4×10^{-6}で角スリーブ73の線膨張率α_{MO}と等しく、更にシリコン基板71及び導波路層72からなる光導波路部品70の主要部分の線膨張率α_Oが約2.4×10^{-6}、$|\alpha_{MC}-\alpha_O|<5\times10^{-6}$の関係を満たしている。

このため、上記接続構造においては、経時的な温度変化に伴う端末部60と光導波路部品70との間における線膨張率の差がないか殆ど小さいため、温度変化に伴う寸法変化が小さく抑えられ、各光ファイバ63aと導波路72aとの間の調心状態が乱されることはない。従って、上記接続構造を採用することにより、端末部60と光導波路部品70との間の経時的な接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失を防ぐことができる。

第三の実施例

更に、本発明の第三の実施例を図22に基づいて詳細に説明する。

本実施例の端末部65は、図22に示すように、フェルール66の前部から下部に亘って接続部材67を配置すると共に、フェルール66にテープファイバ68を取り付けたもので、光導波路部品75と突き合わせて溶接される。

フェルール66は、第一の実施例で説明したフェルール11と略同様に構成されているので、詳細な説明を省略する。

フェルール66は、線膨張率α_{FP}が12×10^{-6}の合成樹脂、例えば、エポキシ樹脂によって前記第一の実施例で説明した成形金型30，40及び中子50を使用して製造される。本実施例では、端末部65と光半導体75とを溶接によって接続することから、フェルール66は光学的に透明

である必要はない。

接続部材67は、フェルール66の突合せ端面66eの周囲を囲繞する開口67aを有し、線膨張率の小さい溶接可能な金属、例えば、線膨張率α_{MC}が$2 \sim 4 \times 10^{-6}$のコバールによって側面視L形に成形されている。ここで、開口67aは、縦長さa(mm)が$0.2 \leqq a \leqq 1.0$の範囲に、横長さb(mm)が、フェルール66のファイバ孔66gの数、従って、テープファイバ68を構成する光ファイバ68aの数をN、光ファイバ68aの配列ピッチをP(mm)としたときに、$b = P \times (N - 1) + a$の関係に設定されている。

このように、端末部65は、接続部材67の線膨張率α_{MC}をフェルール66の線膨張率α_{FP}より小さく設定したので、フェルール66の成形に伴う高温時には、接続部材67が突出部66cの幅方向及び上下方向の膨張を抑制し、成形終了の冷却時には収縮を抑制する。

従って、フェルール66は、突出部66cの膨張や収縮が接続部材67によって抑えられるので、突合せ端面66eに開口するファイバ孔が高い精度で形成される結果、複数の光ファイバ68aは高精度に配列される。

また、テープファイバ68の複数の光ファイバ68aは、フェルール66の空洞66b内で接着剤に埋設されて保護され、テープファイバ68を介して応力が作用しても、断線することはない。

一方、光半導体75は、複数のレーザダイオード素子を1列に配列したＬＤアレイ76とキャリア77との間にヒートシンク78を配置したもので、各レーザダイオード素子はキャリア77との間がボンディングワイヤ79で電気的に接続され、キャリア77は金属製のマウントベース80に固定されている。ここで、マウントベース80は、線膨張率α_{MB}が接続部材67の線膨張率α_{MC}に近い２～４×１０$^{-6}$のものを使用する。

以上のように構成される本実施例の端末部65は、マウントベース80と突き合わせて配置したベース69に光半導体75と対向させて載置する。このとき、ベース69は、線膨張率α_{B}が接続部材67の線膨張率α_{MC}に近い２～４×１０$^{-6}$のものを使用する。

次に、各光ファイバ68ａと対応する光半導体75の各レーザダイオード素子との間で、Ｘ，Ｙ及びＺの３軸方向並びに光軸方向における傾きを調心する。

この後、端末部65とベース69並びにベース69とマウントベース80とを適宜箇所の溶接点ＰでＹＡＧレーザビーム溶接により溶接し、端末部65を光半導体75と接続する。

このように、上記接続構造においては、接続部材67（線膨張率α_{MC}）やマウントベース80（線膨張率α_{MB}）に近い線膨張率α_{B}を有するベース69を用いて端末部65と光半導体75とを接続しているので、線膨張率の差｜$\alpha_{B}-\alpha_{MC}$｜や｜$\alpha_{B}-\alpha_{MB}$｜が５×10^{-6}より小さくなる。

このため、上記接続構造においては、経時的な温度変化に伴う端末部65と光半導体75との間における線膨張率の差が小さく、温度変化に伴う寸法変化が小さく抑えられる。この結果、各光ファイバ68aと対応する光半導体75のレーザダイオード素子との間の調心状態が乱されることはない。従って、上記接続構造を採用することにより、端末部65と光半導体75との間の経時的な接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失が抑制される。

産業上の利用可能性

以上の説明で明らかなように、本発明によれば光デバイスとの接続性に優れ、製造が容易で光ファイバが断線しにくい光ファイバ端末部、その製造方法及び端末部と光デバイスとの接続構造が提供される。

このとき、接続部材の線膨張率α_{CM}を前記フェルールを構成する合成樹脂の線膨張率α_{FP}よりも小さく設定すると、光ファイバ端末部は、フェルールの成形時に、接続部材が合成樹脂の熱膨張や収縮を抑制する。従って、フェルールは、ファイバ孔を高い精度で形成することができる。

また、前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面外周に少なくとも一部が露出する光学的に透明な素材、例えば、ガラスとすると、光ファイバ端末部は、光硬化型の接着剤を用いることにより、光デバイスと短時間で

接続できる。

更に、前記フェルールを、熱硬化性、熱可塑性あるいは光硬化性のいずれかの合成樹脂からなる成形体とすると、光ファイバ端末部は、フェルールを金型を用いて安価に成形できる。

また、前記フェルールを構成する二酸化ケイ素を含む合成樹脂を、カップリング剤を含むものとすると、光ファイバ端末部は、フェルールとガラス製の接続部材との間の接着性が向上する。

更に、前記フェルールを構成する合成樹脂は、その屈折率が前記二酸化ケイ素の屈折率と近く、光学的に透明な素材とすると、光ファイバ端末部は、光デバイスと接続するときに照射光が透過し易くなり、使用する光硬化型の接着剤がより短時間で硬化し、光デバイスとの接続作業に要する時間を短縮できる。特に、フェルールを構成する前記合成樹脂を着色成分やカーボンを含まない素材とすると、照射光のフェルールによる吸収も少なくなるので、光ファイバ端末部における発熱も少なくでき、温度上昇によるフェルールの寸法変化を抑制できる。

また、前記接続部材は、線膨張率α_{CM}が、前記光デバイスの構成素材の線膨張率α_{OD}に関し、$|\alpha_{CM}-\alpha_{OD}|<5\times10^{-6}$の関係を満たすガラス、あるいは前記光デバイスの対応する位置に設けた金属部材と突き合わせて溶接され、当該接続部材の線膨張率α_{MC}が、前記金属部材

の線膨張率α_{MO}に関し$|\alpha_{MC}-\alpha_{MO}|<5\times10^{-6}$の関係を満たす金属とする。

これにより、光ファイバ端末部は、経時的な温度変化に伴う光デバイスとの間における線膨張率の差が小さいため、温度変化に伴う寸法変化が小さく抑えられ、経時的な接続損失の低下等、性能の低下や機能の消失を抑制できる。

更に、前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面の周囲を囲繞する開口を有し、該開口は前記フェルールに接着固定される光ファイバの数をN、光ファイバの配列ピッチをPとしたときに、前記光ファイバの配列方向に直交する方向の長さaが0.2～1.0mm、配列方向の長さbがb＝P×（N－1）＋aの関係を満たすように設定する。これにより、光ファイバ端末部は、突合せ端面全体に占める接続部材の面積比が適正値に設定でき、フェルールを成形するときの歩留まりが向上する。

また、本発明の光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造において、前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配列ピッチが等しい複数の導波路が形成された光導波路部品で、前記フェルールに設けた接続部材の部分で紫外線硬化型の接着剤により光ファイバ端末部と接着されている接続構造とすると、光ファイバ端末部と光導波路部品とを秒単位の短時間で接続することができる。

更に、前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配

列ピッチが等しい複数の導波路が形成され、外周を囲繞する金属筒を備えた光導波路部品で、当該金属筒の端面で接続部材が金属の光ファイバ端末部と溶接されている接続構造とする。あるいは、前記光デバイスは、複数のレーザダイオード素子を配列した光半導体で、第一の金属ベース上に、また、光ファイバ端末部は、第二の金属ベース上に、それぞれ対向させると共に、前記各光ファイバと対応するレーザダイオード素子との間で調心して設置され、前記第一及び第二の金属ベースが相互に溶接されている接続構造とする。

これにより、光導波路部品あるいは光半導体と光ファイバ端末部とを溶接により接続した接続構造とすることができる。

請　求　の　範　囲

1．光デバイスと対向あるいは突き合わされる突合せ端面と、単数のファイバ孔あるいは所定ピッチで並行に形成された複数のファイバ孔とを有し、前記各ファイバ孔に光ファイバの一端が挿通されて接着固定されたフェルールを備え、前記光ファイバが光デバイスと光接続される光ファイバ端末部において、

前記フェルールは、合成樹脂の成形体からなり、前記光デバイスとの突合せ端面側に少なくとも1つの接続部材が設けられていることを特徴とする光ファイバ端末部。

2．前記接続部材は、線膨張率α_{CM}が、前記フェルールを構成する合成樹脂の線膨張率α_{FP}よりも小さく設定されている、請求の範囲第1項記載の光ファイバ端末部。

3．前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面外周に少なくとも一部が露出する光学的に透明な素材からなる、請求の範囲第2項記載の光ファイバ端末部。

4．前記接続部材は、線膨張率α_{CM}が、前記光デバイスの構成素材の線膨張率α_{OD}に関し、以下の関係を満たすガラスである、請求の範囲第3項記載の光ファイバ端末部。

$$|\alpha_{CM} - \alpha_{OD}| < 5 \times 10^{-6}$$

5．前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面の周囲を囲繞する開口を有し、該開口は前記フェルールに接

着固定される光ファイバの数をN、光ファイバの配列ピッチをPとしたときに、前記光ファイバの配列方向に直交する方向の長さaが0.2～1.0mm、配列方向の長さbがb＝P×（N－1）＋aの関係を満たす、請求の範囲第4項記載の光ファイバ端末部。

6. 前記フェルールは、熱硬化性、熱可塑性あるいは光硬化性のいずれかの合成樹脂からなる成形体である、請求の範囲第1項乃至第5項いずれかに記載の光ファイバ端末部。

7. 前記フェルールを構成する合成樹脂は、カップリング剤並びに充填材として二酸化ケイ素を含む、請求の範囲第6項記載の光ファイバ端末部。

8. 前記フェルールを構成する合成樹脂は、その屈折率が前記二酸化ケイ素の屈折率と近く、光学的に透明である、請求の範囲第7項記載の光ファイバ端末部。

9. 前記接続部材が金属である、請求の範囲第2項記載の光ファイバ端末部。

10. 前記接続部材は、前記光デバイスの対応する位置に設けた金属部材と突き合わせて溶接され、当該接続部材の線膨張率α_{MC}が、前記金属部材の線膨張率α_{MO}に関し以下の関係を満たす、請求の範囲第9項記載の光ファイバ端末部。

$$|\alpha_{MC}-\alpha_{MO}|<5\times10^{-6}$$

11. 前記接続部材は、前記フェルールの突合せ端面の周

囲を囲繞する開口を有し、該開口は前記フェルールに接着固定される光ファイバの数をN、光ファイバの配列ピッチをPとしたときに、前記光ファイバの配列方向に直交する方向の長さaが0.2～1.0mm、配列方向の長さbがb＝P×（N－1）＋aの関係を満たす、請求の範囲第10項記載の光ファイバ端末部。

12. 前記フェルールは、熱硬化性、熱可塑性あるいは光硬化性のいずれかの合成樹脂からなる成形体である、請求の範囲第9項乃至第11項いずれかに記載の光ファイバ端末部。

13. 一組の型板と、該一組の型板間に配置され、複数の光ファイバを挿通するファイバ孔を成形する複数の成形ピンを有する中子の少なくとも一端側に接続部材を配置し、前記一組の型板、前記中子及び前記接続部材の間に形成されるキャビティ内に合成樹脂を注入してフェルールを成形し、該フェルールの前記各ファイバ孔に前記光ファイバをそれぞれ挿通させて接着することにより、前記各光ファイバの一端を固定したことを特徴とする光ファイバ端末部の製造方法。

14. 請求の範囲第1項の光ファイバ端末部が、光デバイスと対向あるいは突き合わせて接続されていることを特徴とする光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造。

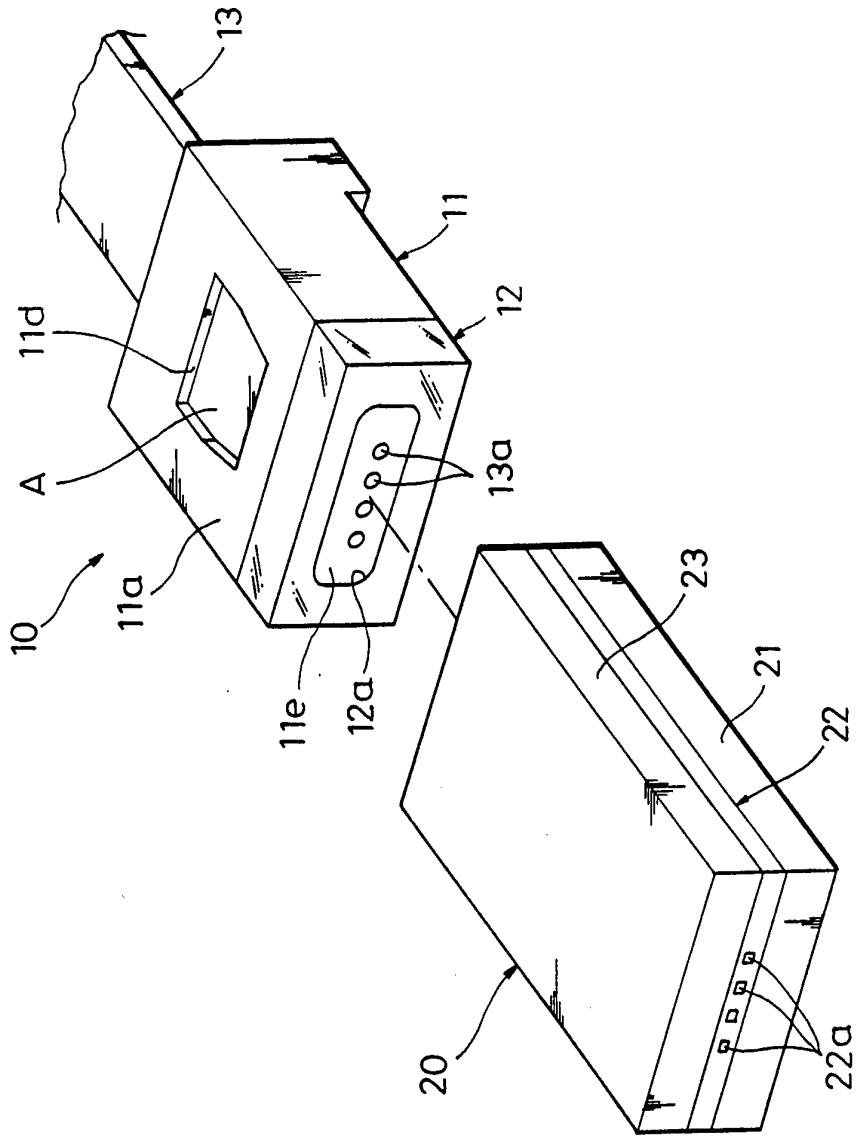
15. 前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配列ピッチが等しい複数の導波路が形成された光導波路部品で、

前記フェルールに設けた接続部材の部分で紫外線硬化型の接着剤により請求の範囲第3項乃至第8項いずれかに記載の光ファイバ端末部と接着されている、光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造。

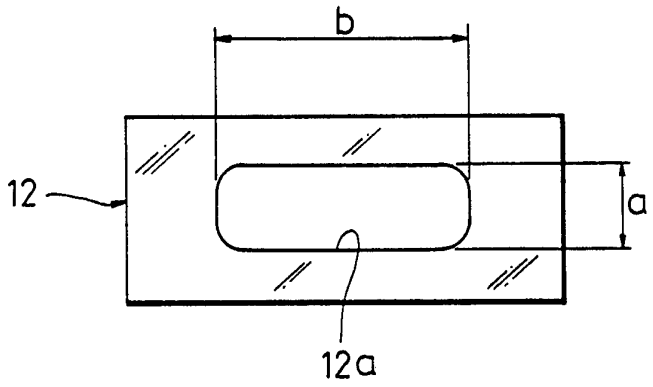
16. 前記光デバイスは、前記複数の光ファイバと配列ピッチが等しい複数の導波路が形成され、外周を囲繞する金属筒を備えた光導波路部品で、当該金属筒の端面で請求の範囲第9項乃至第12項いずれかに記載の光ファイバ端末部と溶接されている、光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造。

17. 前記光デバイスは、複数のレーザダイオード素子を配列した光半導体で、第一の金属ベース上に、また、光ファイバ端末部は、第二の金属ベース上に、それぞれ対向させると共に、前記各光ファイバと対応するレーザダイオード素子との間で調心して設置され、前記第一及び第二の金属ベースが相互に溶接されている、光ファイバ端末部と光デバイスとの接続構造。

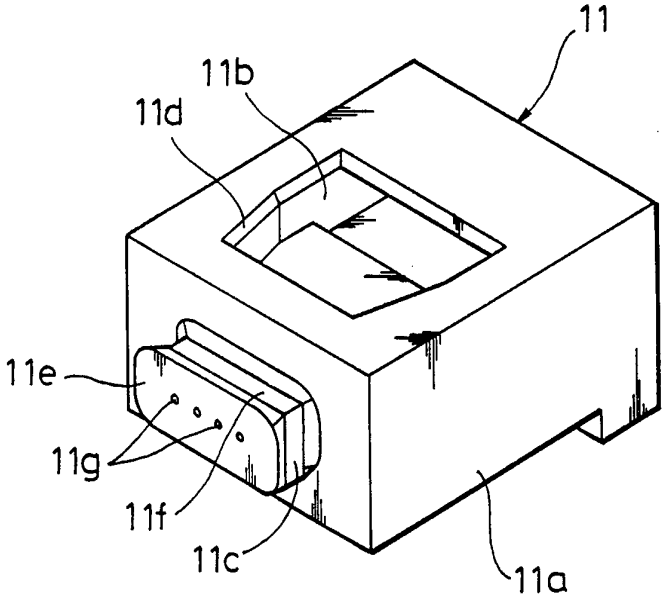
第 1 図



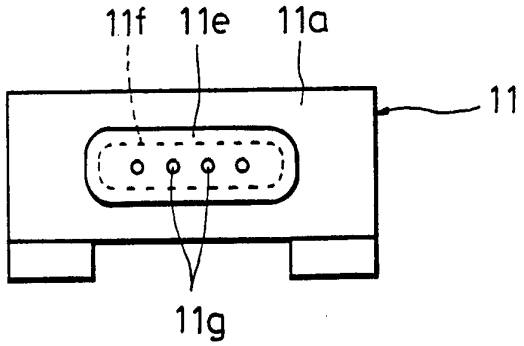
第 2 図



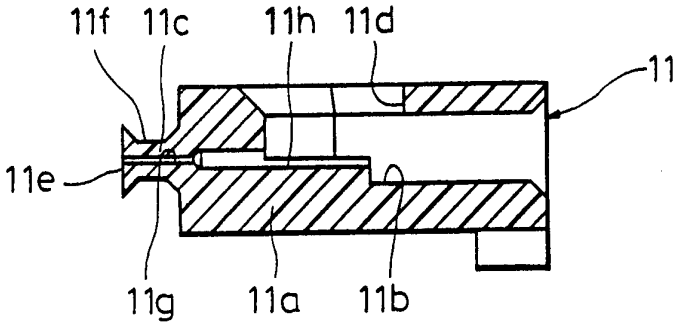
第 3 図



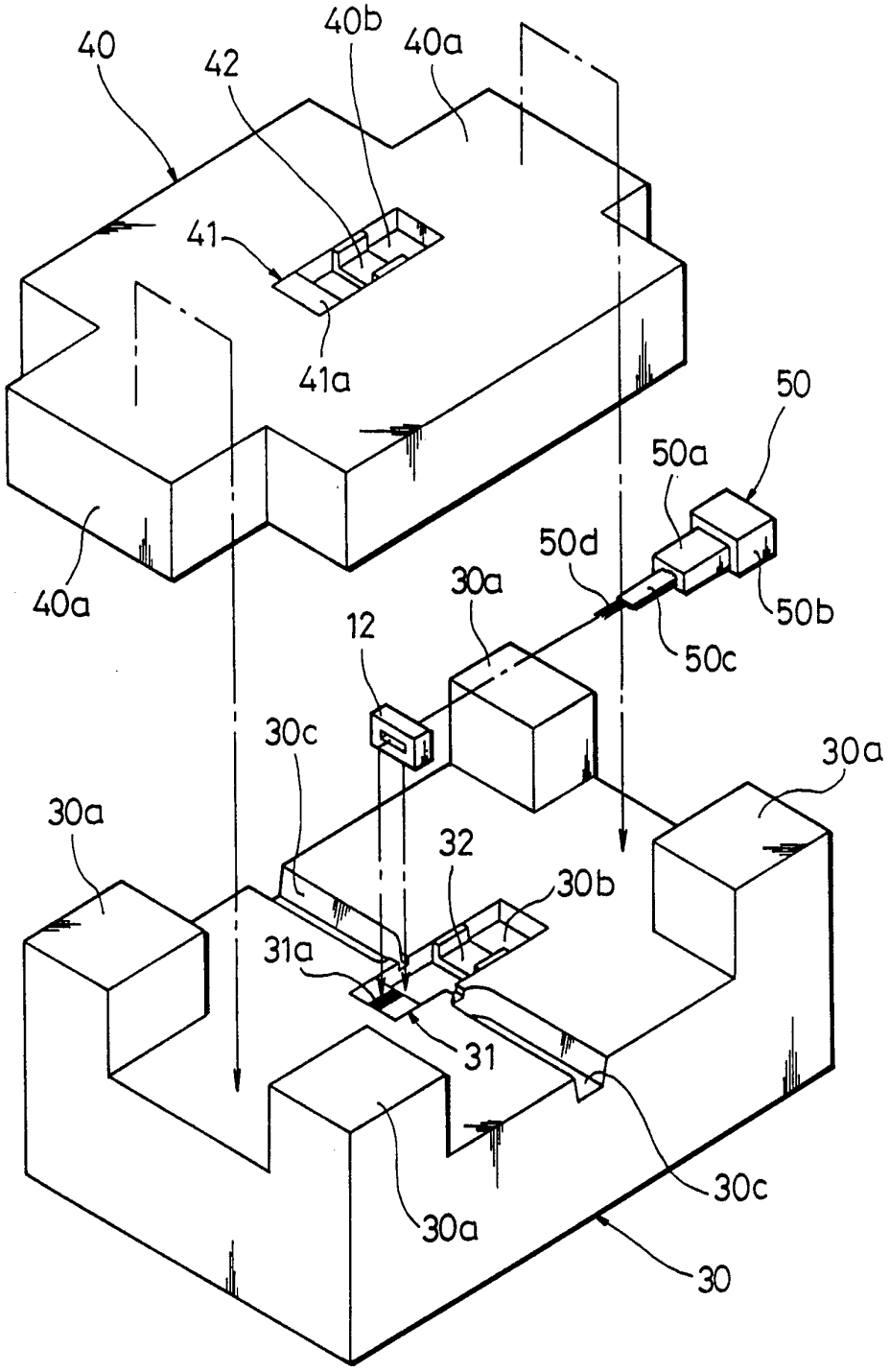
第 4 図



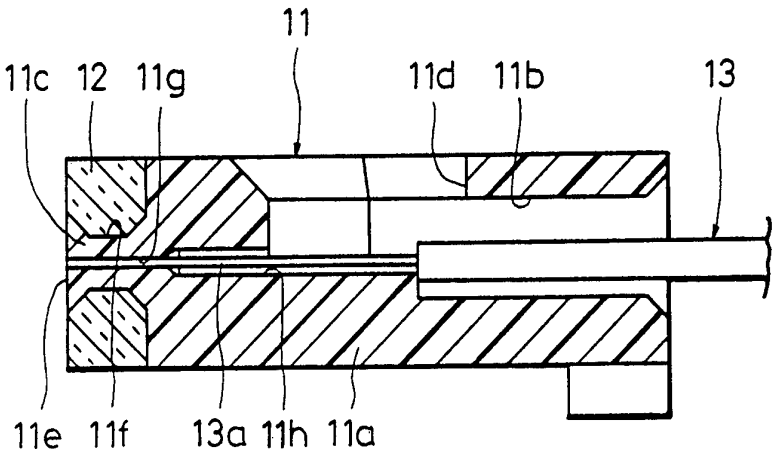
第 5 図



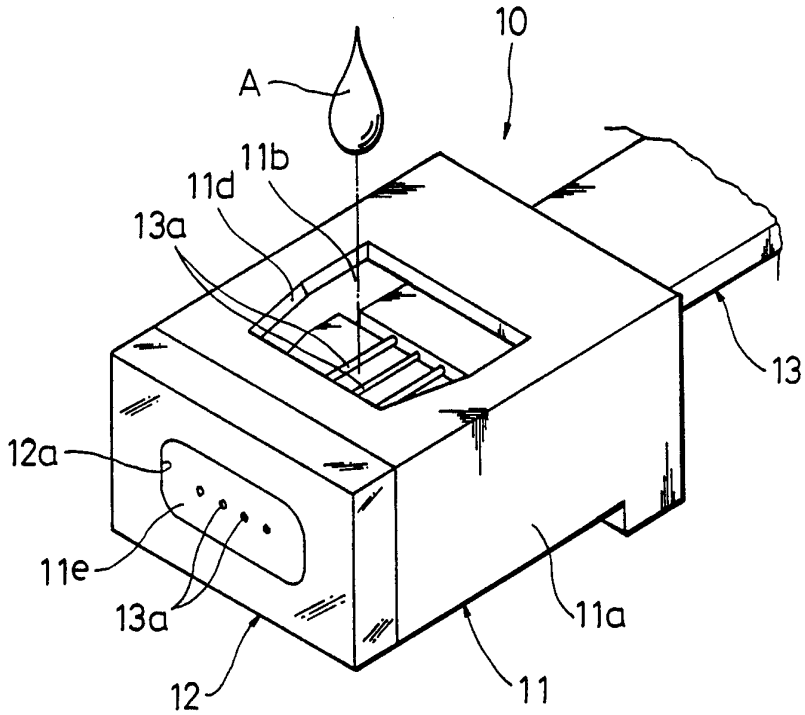
第 6 図


40
42
40b
40a
41
41a
50
50a
50d
50b
50c
40a
30a
12
30c
30a
30a
32
30b
31a
31
30c
30a
30

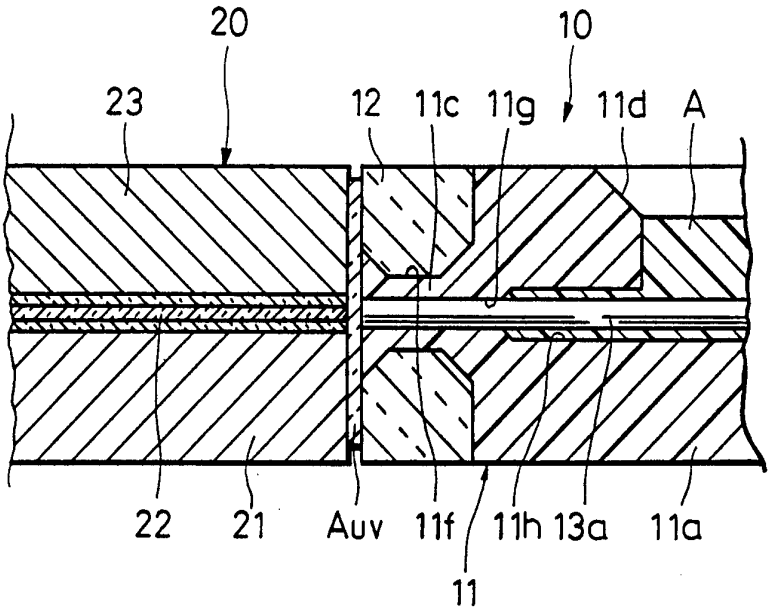
第 7 図


11
11c
12
11g
11d
11b
13
11e
11f
13a
11h
11a

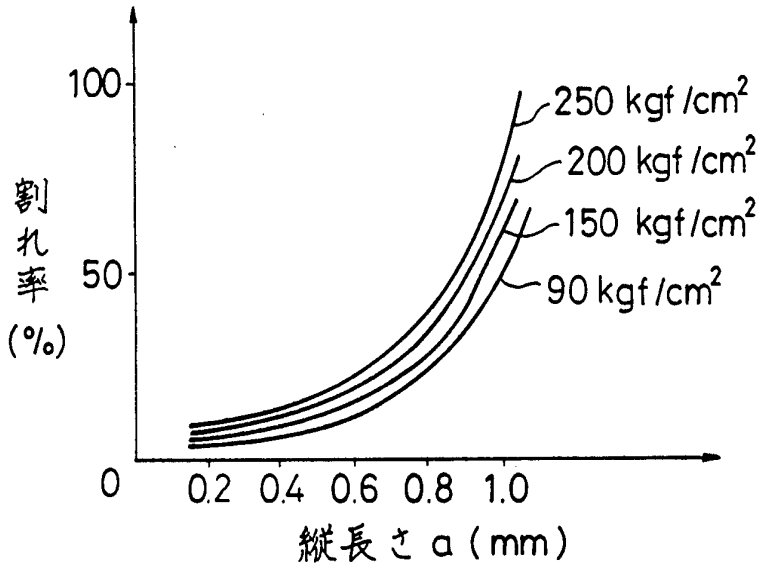
第 8 図


10
A
11b
11d
13a
13
12a
11e
13a
11a
12
11

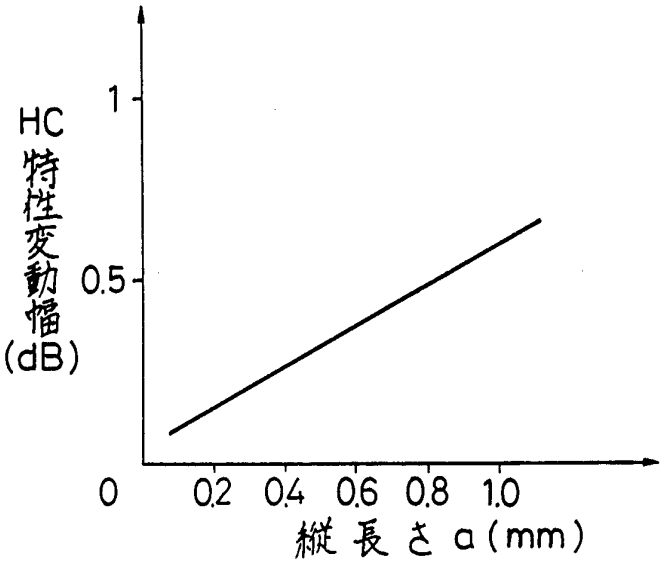
第 9 図



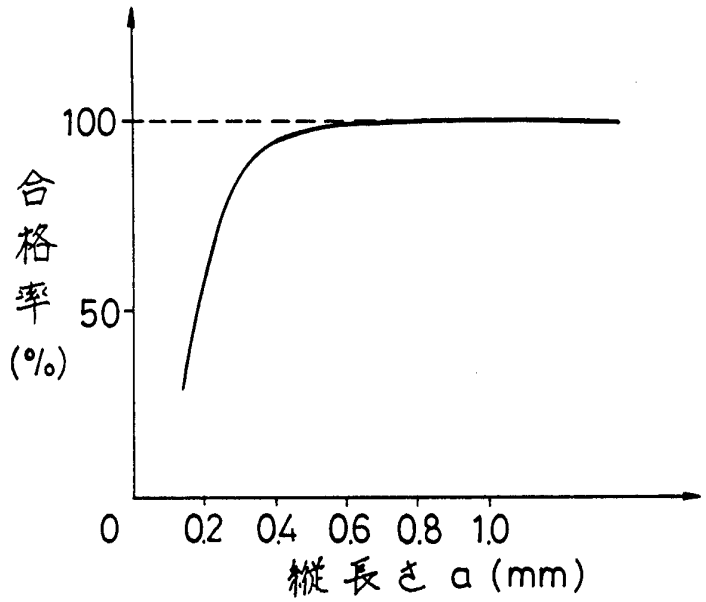
第10図


100
50
0
割れ率 (%)
250 kgf/cm²
200 kgf/cm²
150 kgf/cm²
90 kgf/cm²
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
縦長さ a (mm)

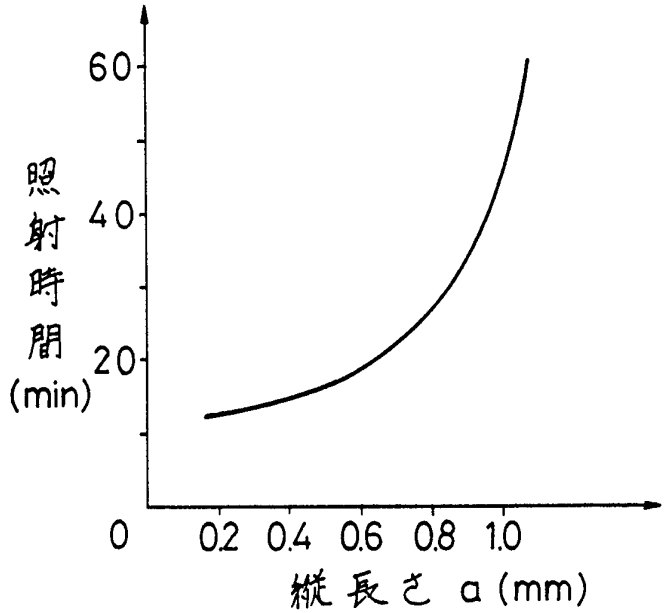
第11図


1
0.5
0
HC特性変動幅 (dB)
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
縦長さ a (mm)

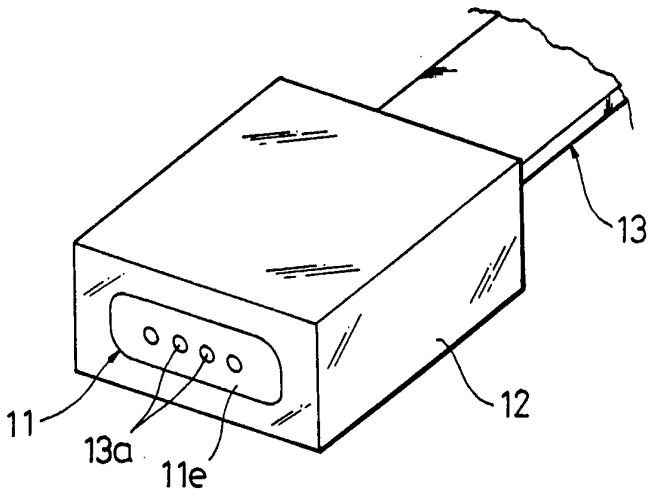
第12図


100
50
合格率(%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
縦長さ a (mm)

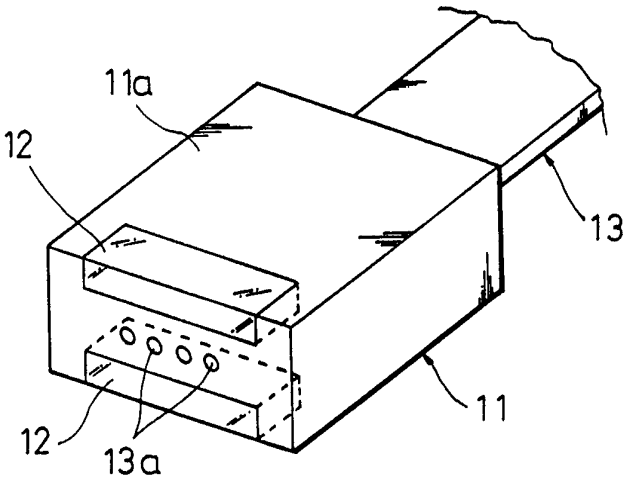
第13図


60
40
20
照射時間(min)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
縦長さ a (mm)

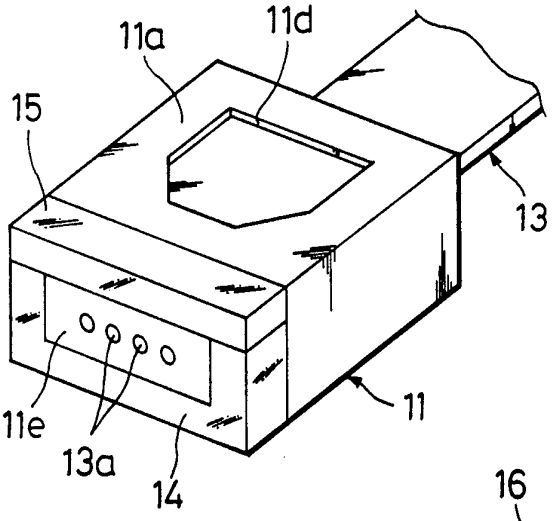
第14図



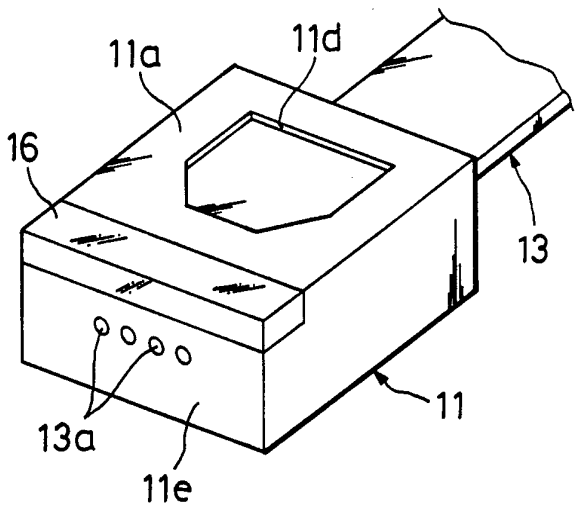
第15図



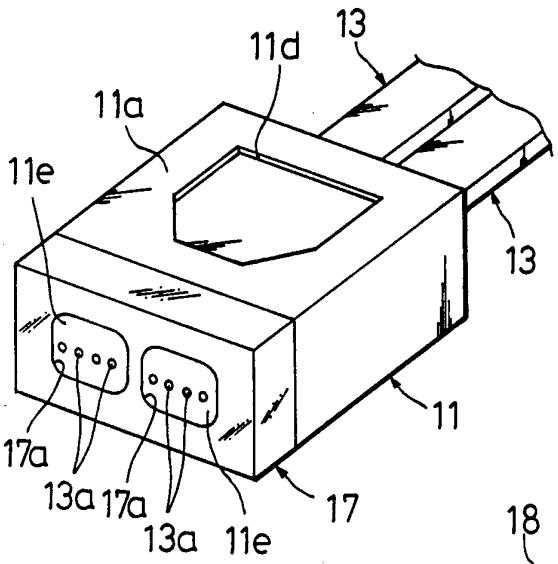
第 16 図



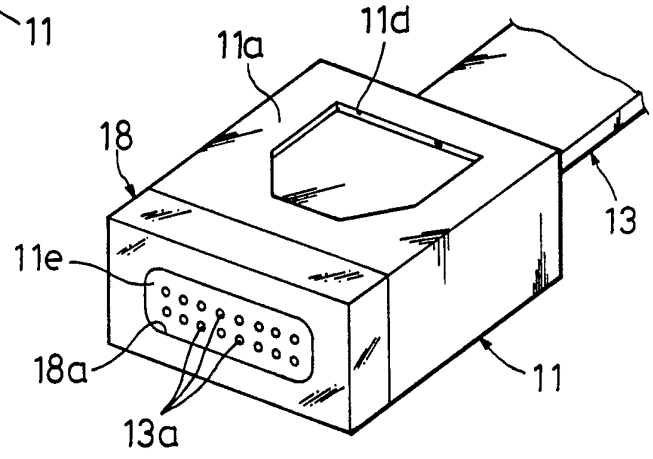
第 17 図



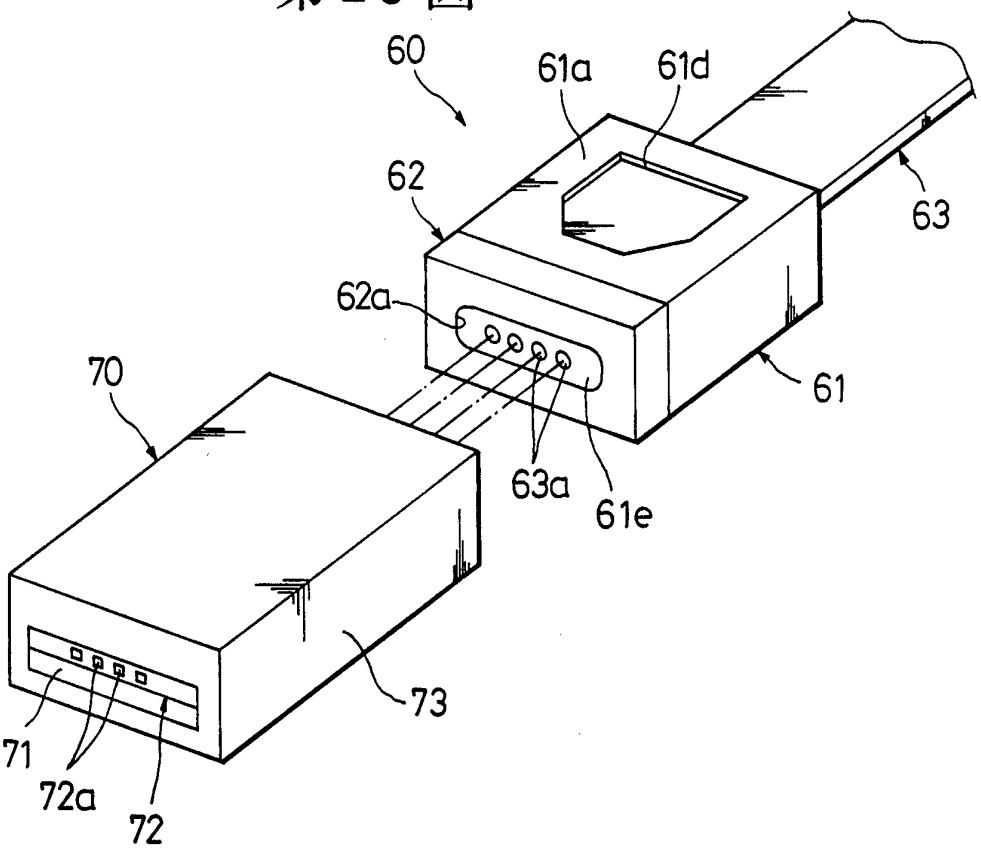
第 18 図



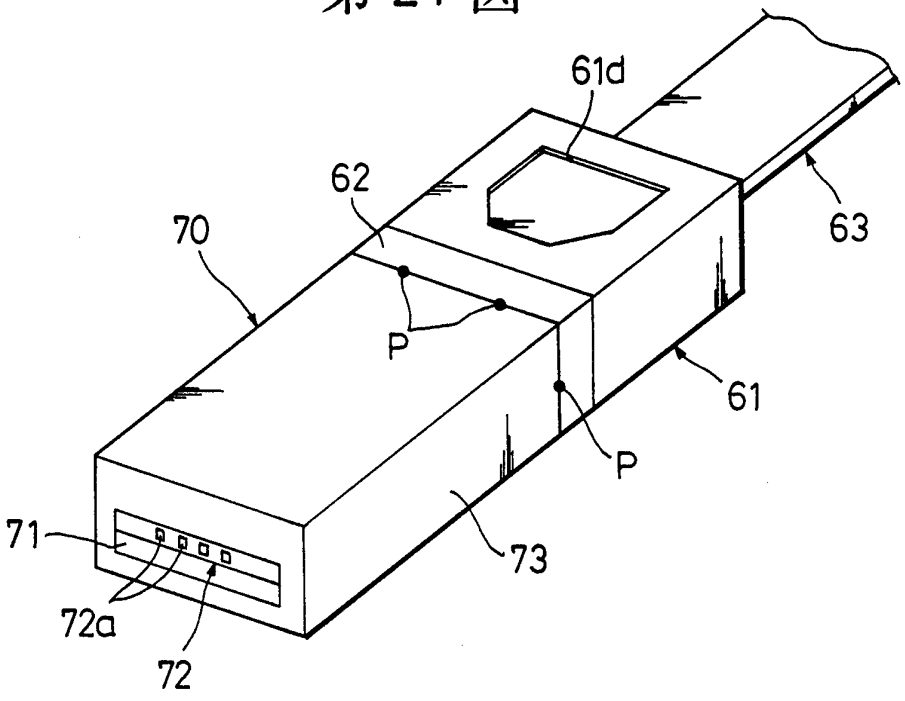
第 19 図



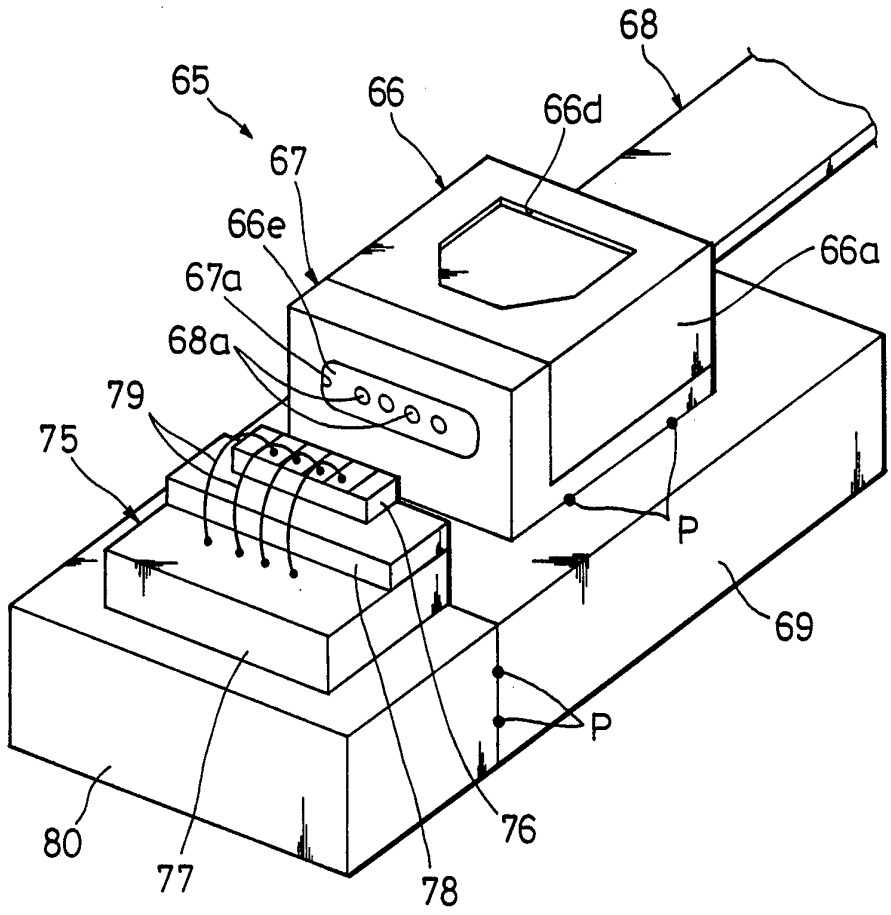
第20図


60
61a
61d
62
63
62a
61
70
63a
61e
73
71
72a
72

第21図


61d
62
63
70
P
61
P
71
73
72a
72

第22図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP94/00536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^5 G02B6/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl^5 G02B6/40

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

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.
Y	JP, B2, 60-14326 (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), April 12, 1985 (12. 04. 85), Claim, page 1, lines 30 to 41, page 2, Figs. 3, 4, (Family: none)	1-12, 14-16
Y	JP, A, 60-257410 (The Furukawa Electric Co., Ltd.), December 19, 1985 (19. 12. 85), Claims 1 to 2, Fig. 1, (Family: none)	13
Y	JP, A, 3-167510 (Kell K.K.), July 19, 1991 (19. 07. 91), Claim 1, page 1, Fig. 1 & GB, A1, 2239104	17
Y	JP, U1, 2-30911 (NEC Corp.), February 27, 1990 (27. 02. 90), Claims 1 to 2, page 1, Fig. 1B, (Family: none)	17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document 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	Date of mailing of the international search report
June 17, 1994 (17. 06. 94)	July 5, 1994 (05. 07. 94)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 94/00536

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] G02B6/40

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] G02B6/40

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 1926－1994年
日本国公開実用新案公報 1971－1994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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP, B2, 60－14326（日本電信電話公社）, 12. 4月. 1985（12. 04. 85）, 第1頁特許請求の範囲, 第2頁左欄第30－41行, 第3図, 第4図（ファミリーなし）	1－12, 14－16
Y	JP, A, 60－257410（古河電気工業株式会社）, 19. 12月. 1985（19. 12. 85）, 特許請求の範囲1－2, 第1図（ファミリーなし）	13

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
17. 06. 94

国際調査報告の発送日
05.07.94

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）
大渕統正 2K 7139

電話番号 03－3581－1101 内線 3255

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP, A, 3-167510(ケル株式会社), 19. 7月. 1991(19. 07. 91), 第1頁特許請求の範囲1，第1図&GB, A1, 2239104	17
Y	JP, U1, 2-30911(日本電気株式会社), 27. 2月. 1990(27. 02. 90), 第1頁実用新案登録請求の範囲1－2，第1図B (ファミリーなし)	17