

(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2004-246279
(P2004-246279A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 6/42

F I

G02B 6/42

テーマコード(参考)

2H037

審査請求 有 請求項の数 23 O L (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-38546 (P2003-38546) (22) 出願日 平成15年2月17日 (2003.2.17)</p>	<p>(71) 出願人 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 (74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸 (74) 代理人 100080953 弁理士 田中 克郎 (74) 代理人 100093861 弁理士 大賀 眞司 (72) 発明者 長坂 公夫 長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内 (72) 発明者 官前 章 長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

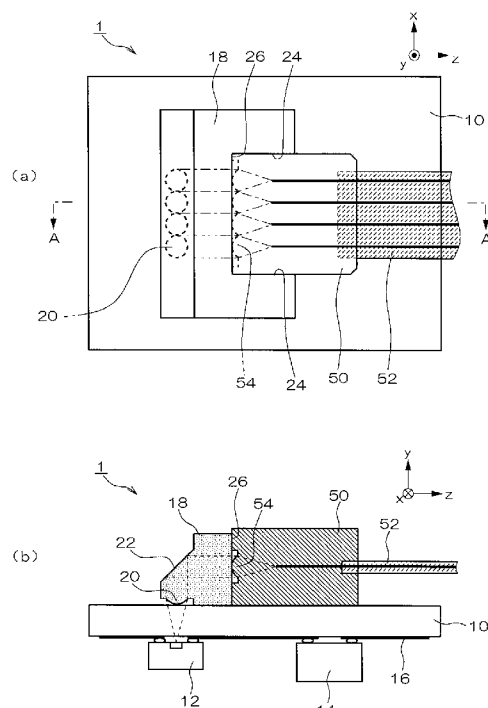
(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法、光通信装置、光電気混載集積回路、回路基板、電子機器

(57) 【要約】

【課題】 小型化が可能な光モジュールを提供すること。

【解決手段】 光伝送路(52)の一端部に設けられた光プラグ(50)が取付けられ、当該光伝送路(52)を介して信号光を送受して情報通信を行うための光モジュール(1)であって、使用される信号光の波長に対して光透過性を有する透明基板(10)と、透明基板の一方側面に配置され、光プラグ(50)が取り付けられる光ソケット(18)と、透明基板(10)の一方側面に配置され、供給される電気信号に応じて透明基板(10)の他方面側へ信号光を出射し、又は透明基板(10)の他方面側から供給される信号光の強度に応じて電気信号を発生する光素子(12)と、透明基板(10)の他方面側に配置され、光素子(12)から出射される信号光の進路を略90度変更して光伝送路(52)に導き、又は光伝送路(52)から出射される信号光の進路を略90度変更して光素子(12)に導く反射部(22)と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光伝送路の一端部に設けられた光プラグが取付けられ、当該光伝送路を介して信号光を送受して情報通信を行うための光モジュールであって、
使用される信号光の波長に対して光透過性を有する透明基板と、
前記透明基板の一方面側に配置され、前記光プラグが取り付けられる光ソケットと、
前記透明基板の他方面側に配置され、供給される電気信号に応じて前記透明基板の一方面側へ前記信号光を出射し、又は前記透明基板の一方面側から供給される前記信号光の強度に応じて電気信号を発生する光素子と、
前記透明基板の一方面側に配置され、前記光素子から出射される前記信号光の進路を略 90 度変更して前記光伝送路に導き、又は前記光伝送路から出射される前記信号光の進路を略 90 度変更して前記光素子に導く反射部と、
を備える、光モジュール。

10

【請求項 2】

前記反射部は、前記光ソケットに形成される、請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記光素子から出射される前記信号光を集光して前記反射部に導き、又は前記光伝送路から出射されて前記反射部によって反射される前記信号光を集光して前記光素子に導く第 1 のレンズを更に備える、請求項 1 又は 2 に記載の光モジュール。

20

【請求項 4】

前記第 1 のレンズは、光ソケットに形成される、請求項 3 に記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 のレンズは、前記透明基板上に形成される、請求項 3 に記載の光モジュール。

【請求項 6】

前記光素子から出射されて前記反射部によって反射される前記信号光を集光して前記光伝送路に導き、又は前記光伝送路から出射される前記信号光を集光して前記反射部に導く第 2 のレンズを更に備える、請求項 3 に記載の光モジュール。

【請求項 7】

前記第 2 のレンズは、前記光プラグに形成される、請求項 6 に記載の光モジュール。

【請求項 8】

前記第 2 のレンズは、前記光ソケットに形成される、請求項 6 に記載の光モジュール。

30

【請求項 9】

前記第 1 のレンズは、前記光素子から出射される前記信号光を集光して略平行光にし、前記第 2 のレンズは、前記光伝送路から出射される前記信号光を集光して略平行光にする、請求項 6 に記載の光モジュール。

【請求項 10】

前記光ソケットは、前記光プラグの位置決めをするためのガイド面を有する、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 11】

前記ガイド面は、互いに略平行であり前記透明基板の他方面と略直交する 2 つの面を含む、請求項 10 に記載の光モジュール。

40

【請求項 12】

前記光プラグを前記透明基板の他方面側へ押圧する押圧手段を更に備える、請求項 11 に記載の光モジュール。

【請求項 13】

前記ガイド面は、互いに略平行であり前記透明基板の他方面と略直交する 2 つの面と、前記透明基板の他方面と略平行な 1 つの面とを含む、請求項 10 に記載の光モジュール。

【請求項 14】

前記ガイド面は、互いに略直交すると共に、それぞれ前記透明基板の他方面に対して略 45 度の角度をなして配置される 2 つの面を含む、請求項 10 に記載の光モジュール。

50

【請求項 15】

前記 2 つの面のそれぞれは、前記光プラグを付勢する突起部を有する、請求項 14 に記載の光モジュール。

【請求項 16】

前記光プラグと前記光ソケットとが嵌め合わされた状態を保持する係止手段を更に備える、請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 17】

前記光ソケットは、前記光プラグの位置決めをするためのガイド溝を有する、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 18】

前記ガイド溝は、前記透明基板の一方面と略平行な面と当該一方面に略直交する面とを含み、前記光ソケットの一端側から他端側へ貫かれている、請求項 17 に記載の光モジュール。

10

【請求項 19】

光透過性を有する透明基板の一方面の複数領域のそれぞれに配線膜を形成する工程と、前記配線膜のそれぞれに対応して前記透明基板の他方面に光素子を配置する工程と、前記透明基板の一方面に、前記光素子のそれぞれに対応して光結合部品を取り付ける工程と、前記透明基板を前記複数領域ごとに切り分ける工程と、を含む、光モジュールの製造方法。

20

【請求項 20】

請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の光モジュールを備える光通信装置。

【請求項 21】

請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の光モジュールを備える光電気混載集積回路。

【請求項 22】

請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の光モジュールを備える回路基板。

【請求項 23】

請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の光モジュールを備える電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の装置相互間あるいは装置内部などにおける情報通信（信号伝送）を光信号により行うために用いられる装置、部品等に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年では、各種装置に含まれる回路チップ相互間、あるいは回路基板相互間などにおける信号転送速度の高速化が進み、信号線間のクロストーク、ノイズ輻射、インピーダンス不整合、高消費電力等の問題が無視できないものとなりつつある。このため、装置内部における信号伝送においても光通信が導入され始めており、装置内の回路チップ間やモジュール間などにおいて、金属配線に電気信号を流す従来方法に代えて、光ファイバ（テープファイバ）や光導波路などの光伝送路に光信号を通して通信を行う技術が採用されつつある。このような技術は、例えば、株式会社日経 B P 社発行の技術雑誌「日経エレクトロニクス」の 2001 年 12 月 3 日号（非特許文献 1）に記載されている。

40

【0003】

光通信を行う際には、例えば光ファイバ同士の間や、光ファイバと発光素子又は受光素子の間など、光信号の伝送経路上に存在する接続点における相互間の位置合わせ（光軸合わせ）を精度良く行い、光結合損失の増加を回避することが重要であり、かかる要望を達成するために各種の技術が採用されている。このような技術は、例えば、特開平 7 - 49437 号公報（特許文献 1）に記載されている。

【0004】

50

【非特許文献 1】

「日経エレクトロニクス」, 株式会社日経 B P 社, 2001 年 12 月 3 日号, p. 112 - 122

【特許文献 1】

特開平 7 - 49437 号公報

【発明が解決しようとする課題】

上述した特許文献 1 に記載される光コネクタのように、一方のコネクタに嵌合用ピンを設けると共に他方のコネクタに当該嵌合用ピンが挿入されるべき嵌合孔を設ける場合には、小型化が難しいという不都合がある。

【0005】

また、上述した非特許文献 1 に記載された光電変換モジュールでは、光素子の発光面又は受光面上に、小型コネクタ（光プラグ）を介して光ファイバ（光伝送路）の端面を直接的に配置する構成となっている。このため、小型コネクタを取り外した際には、光素子の発光 / 受光面と光ファイバの端面が共に露出するようになり、当該発光面等の破損や異物の付着などの不具合を生じやすい。

10

【0006】

そこで、本発明は、小型化が可能な光モジュールを提供することを目的とする。

【0007】

また、本発明は、簡単な構造で光素子の発光面又は受光面等の保護を図ることが可能な光モジュールを提供することを目的とする。

20

【0008】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明の光モジュールは、光伝送路の一端部に設けられた光プラグが取付けられ、当該光伝送路を介して信号光を送受して情報通信を行うための光モジュールであって、使用される信号光の波長に対して光透過性を有する透明基板と、この透明基板の一方面側に配置され、光プラグが取り付けられる光ソケットと、透明基板の他方面側に配置され、供給される電気信号に応じて透明基板の一方面側へ信号光を出射し、又は透明基板の一方面側から供給される信号光の強度に応じて電気信号を発生する光素子と、透明基板の一方面側に配置され、光素子から出射される信号光の進路を略 90 度変更して光伝送路に導き、又は光伝送路から出射される信号光の進路を略 90 度変更して光素子に導く反射部と、を備える。

30

【0009】

光素子から出射される信号光及び光伝送路から出射される信号光を略 90 度反射させて光学的な結合を図る構造としているので、光伝送路の長手方向を透明基板の表面に沿って配置することができ、これにより光モジュールの小型化が可能となる。特に、透明基板の厚み方向における省スペース化を図ることができるので、本発明にかかる光モジュールを用いて光電気混載回路を構成する場合などに好適である。また、光素子の発光面 / 受光面を透明基板と対向させる構造としているので簡単な構造により光素子の発光面又は受光面等の保護を図ることが可能となる。

【0010】

上述した反射部は、光ソケットに形成されることが好ましい。更に好ましくは、当該反射部を含む光ソケットを樹脂等の一体成形によって形成するとよい。これにより、構造の簡略化による部品数の削減及び製造工程の簡素化を図ることが可能となる。

40

【0011】

また、光素子から出射される信号光を集光して反射部に導き、又は光伝送路から出射されて反射部によって反射される信号光を集光して光素子に導く第 1 のレンズを更に備えることが好ましい。これにより、光結合効率の向上を図ることが可能となる。

【0012】

上述した第 1 のレンズは、光ソケットに形成されることが好ましい。更に好ましくは、当該第 1 のレンズを含む光ソケットを樹脂等の一体成形によって形成するとよい。これによ

50

り、構造の簡略化による部品数の削減及び製造工程の簡素化を図ることが可能となる。また、組み立て時の光軸合わせも容易となる。

【0013】

また、第1のレンズは、透明基板上に形成することも好ましい。この場合には、母材基板上に複数の第1のレンズを一括形成した後に当該母材基板を切り分ける等の製造工程を採用することができる

【0014】

また、光素子から出射されて反射部によって反射される信号光を集光して光伝送路に導き、又は光伝送路から出射される信号光を集光して反射部に導く第2のレンズを更に備えることが好ましい。これにより、光結合効率の向上を図ることが可能となる。

10

【0015】

上述した第2のレンズは、光プラグ又は光ソケットに形成されることが好ましい。更に好ましくは、当該第2のレンズを含む光プラグ又は光ソケットを樹脂等の一体成形によって形成するとよい。これにより、構造の簡略化による部品数の削減及び製造工程の簡素化を図ることが可能となる。また、組み立て時の光軸合わせも容易となる。

【0016】

また、上記第1のレンズは、光素子から出射される信号光を集光して略平行光にし、上記第2のレンズは、光伝送路から出射される信号光を集光して略平行光にすることが好ましい。これにより、平行光(無限系)で光プラグと光ソケットを接続することになり、嵌合公差を大きくとることが可能となる。したがって、製造時や設計時の精度要求が低くなり都合がよい。

20

【0017】

また、光ソケットは、光プラグの位置決めをするためのガイド面を有することが好ましい。これにより、位置決め用ピンやこのピンに対応する嵌合孔を設ける必要がなくなるので、部品数の削減と光ソケット及び光プラグの小型化が可能となる。また、光ソケット及び光プラグの加工が容易となる。

【0018】

上述したガイド面は、互いに略平行であり透明基板の他方面と略直交する2つの面を含むことが好ましい。当該2つの面と透明基板の他方面とにより、光プラグの位置決めを精度良く行うことができる。

30

【0019】

また、光プラグを透明基板の他方面側へ押圧する押圧手段を更に備えることが好ましい。当該押圧手段としては、例えば板バネを用いることができる。これにより、光プラグの上下方向(透明基板に対して直交する方向)における位置をより安定させることができる。

【0020】

また、上述したガイド面は、互いに略平行であり透明基板の他方面と略直交する2つの面と、透明基板の他方面と略平行な1つの面とを含むことが好ましい。これらの面と透明基板の他方面により、光プラグの位置決めを精度良く行うことができる。

【0021】

また、上述したガイド面は、互いに略直交すると共に、それぞれ透明基板の他方面に対して略45度の角度をなして配置される2つの面を含むことも好ましい。またこの場合に、2つの面のそれぞれは、光プラグを付勢する突起部を有すると更に好適である。これにより、光プラグの位置決めを精度良く行うことができる。

40

【0022】

また、光プラグと光ソケットとが嵌め合わされた状態を保持する係止手段を更に備えることが好ましい。当該係止手段としては、例えば、板バネ等の弾性体を用いて形成されたフックを用いることができる。これにより、光プラグが光ソケットからの抜けや位置ずれなどをより確実に回避することが可能となる。

【0023】

また、光ソケットは、光プラグの位置決めをするためのガイド溝を有することも好ましい

50

。当該ガイド溝を用いて、光プラグの位置決めを精度良く行うことが可能となる。

【0024】

また、上述したガイド溝は、透明基板の一方面と略平行な面と当該一方面に略直交する面とを含み、光ソケットの一端側から他端側へ貫かれていることが好ましい。これにより、光プラグの光ソケットへの挿入をよりスムーズに行うことが可能となる。

【0025】

また、本発明は、光伝送路の一端部に設けられた光プラグが取付けられ、当該光伝送路を介して信号光を送受して情報通信を行うための光モジュールの製造方法であって、光透過性を有する透明基板の一方面の複数領域のそれぞれに配線膜を形成する工程と、配線膜のそれぞれに対応して透明基板の他方面に光素子を配置する工程と、透明基板の一方面に、光素子のそれぞれに対応して光結合部品を取り付ける工程と、透明基板を複数領域ごとに切り分ける工程と、を含む。

10

【0026】

ここで「光結合部品」とは、上記光プラグに支持される光伝送路（例えば、光ファイバ等）と光素子とを光学的に結合するためのものをいい、例えば、上述した本発明にかかる光ソケットが対応する。本発明の製造方法によれば、小型で光素子の発光/受光面等の保護に優れた光モジュールを低コストに製造することが可能となる。

【0027】

また、本発明は、上述した光モジュールを備える光通信装置（光トランシーバ）でもある。このような本発明にかかる光通信装置は、例えば、パーソナルコンピュータやいわゆる PDA（携帯型情報端末装置）など、光を伝送媒体として外部装置等との間の情報通信を行う各種の電子機器に用いることが可能である。なお、本明細書において「光通信装置」とは、信号光の送信にかかる構成（発光素子等）と信号光の受信にかかる構成（受光素子等）の両方を含む装置のみならず、送信にかかる構成のみを備える装置（いわゆる光送信モジュール）や受信にかかる構成のみを備える装置（いわゆる光受信モジュール）を含む。

20

【0028】

また、本発明は、上述した光モジュールを備える光電気混載集積回路でもあり、上述した光モジュールと信号光の伝送を担う光導波路とを備える回路基板でもある。かかる回路基板は「光電気混載基板」と称される場合もある。

30

【0029】

また、本発明は、上述した光モジュールを備える電子機器でもある。より詳細には、本発明の電子機器は、上述した光モジュールそのものを備える場合の他に、当該光モジュールを含んでなる上述した光通信装置、光電気混載集積回路、回路基板のいずれかを備える場合も含む。ここで本明細書において「電子機器」とは、電子回路等を用いて一定の機能を実現する機器一般をいい、その構成には特に限定がないが、例えば、パーソナルコンピュータ、PDA（携帯型情報端末）、電子手帳など各種機器が挙げられる。本発明にかかる光モジュール、光通信装置、光電気混載集積回路あるいは回路基板は、これらの電子機器において機器内部での情報通信や外部機器等との間における情報通信に用いることが可能である。

40

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0031】

< 第1の実施形態 >

図1は、第1の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。図1(a)は本実施形態の光モジュールの平面図を示し、図1(b)は図1(a)のA-A線における断面図を示している。図1に示す光モジュール1は、光伝送路としてのテープファイバ52の一端部に設けられた光プラグ50が取付けられ、当該テープファイバ52を介して信号光を送受して情報通信を行うためのものであり、透明基板10、光素子12、電子回路14、

50

配線膜 16、光ソケット 18、レンズ 20、反射部 22 を含んで構成されている。

【0032】

透明基板 10 は、使用される光の波長に対して光透過性を有し、光モジュール 1 を構成する各要素を支持する。例えば、光素子 12 から出射される光あるいは光素子 12 により受光される光の波長が可視光またはそれに近い値（例えば 850 nm など）の場合には、ガラスやプラスチックなどの材料により透明基板 10 を構成するとよい。また、出射光の波長が比較的長波長（例えば 1300 nm ~ 1500 nm など）の場合には、シリコンやゲルマニウムなどの材料により透明基板 10 を構成することもできる。

【0033】

光素子 12 は、電子回路 14 から与えられる駆動信号に応じて信号光を出射し、又は受光した信号光の強度に応じて電気信号を発生するものであり、透明基板 10 の裏面の所定位置に、発光面又は受光面を透明基板 10 側に向けて配置されている。この光素子 12 は、透明基板 10 上の配線膜 16 に設けられた開口部内にその発光面又は受光面が配置されており、当該開口部及び透明基板 10 を通して光信号が出射又は入射されるようになっている。例えば、図 1 に示す光モジュール 1 が情報送信側に用いられる場合には、当該光素子 12 として VCSEL（面発光レーザ）などの発光素子が用いられる。また、光モジュール 1 が情報受信側に用いられる場合には、当該光素子 12 として受光素子が用いられる。本実施形態では、4 つの光素子 12 を含む構成となっているが光素子 12 の数はこれに限定されるものではなく 1 つでもよい。

10

【0034】

電子回路 14 は、光素子 12 を駆動するためのドライバなどを含むものであり、透明基板 10 の裏面上の所定位置に配置されている。この電子回路 14 は、透明基板 10 上に構成された配線膜 16 を介して光素子 12 と接続されており、更に、必要に応じて図示しない他の回路素子、回路チップ、外部装置などと接続される。

20

【0035】

配線膜 16 は、銅などの導電体膜を用いて透明基板 10 の裏面側に設けられており、所定形状にパターンングがなされている。この配線膜 16 は、上述したように光素子 12、電子回路 14 及びその他の回路素子等の相互間の電気的な接続を担う。

【0036】

光ソケット 18 は、透明基板 10 の表面側に配置され、光プラグ 50 が取り付けられるものであり、例えば、ガラスやプラスチック等を用いて形成されている。また、当該光ソケット 18 は、光プラグ 50 の位置決めをするためのガイド面を有している。具体的には、ガイド面は、互いに略平行であって透明基板 10 の上面と略直交する 2 つの面 24 と、これらの面 24 と略直交すると共に透明基板 10 の上面と略直交する 1 つの面 26 とを含む。そして、光プラグ 50 にはこれらのガイド面に対応した当接面が設けられている。

30

【0037】

光ソケット 18 に設けられる上記 2 つの面 24 はそれぞれ y z 平面に対して略平行であり、これらの面 24 の相互間距離を精度良く形成することにより、光ソケット 18 に挿入される光プラグ 50 の x 軸方向における位置と x z 面内での配置角度について位置決めがなされる。また、上述した面 26 は x y 平面に対して略平行であり、この面 26 に光プラグ 50 の一端側が当接することにより、光プラグ 50 の z 軸方向の位置決めがなされる。このとき、光プラグ 50 の光ソケット 18 に挿入される部分の幅（x 軸方向の長さ）よりも上記 2 つの面 24 の相互間距離を若干短めにしておくことにより、光プラグ 50 の装着後の位置ずれを防ぐことも可能である。また、光プラグ 50 の位置ずれを防ぐための手段を設けるようにしてもよい。当該位置ずれ防止手段を設ける場合の構成例については後述する。

40

【0038】

各レンズ 20 は、光ソケット 18 と一体に形成されており、各光素子 12 から出射される信号光をそれぞれ集光し、略平行光にして反射部 22 に導くと共に、テープファイバ 52 から出射されて反射部 22 により反射される信号光を集光し、略平行光にして光素子 12

50

に導く。当該レンズ 20 が「第 1 のレンズ」に対応する。

【0039】

反射部 22 は、レンズ 20 によって集光された信号光の進路を略 90 度変更してテープファイバ 52 に導くと共に、テープファイバ 52 から出射される信号光の進路を略 90 度変更して光素子 12 へ導く。この反射部 22 は、光素子 12 の光軸（信号光の主伝搬方向）に対して略 45 度の角度で配置される面（反射面）として光ソケット 18 と一体に形成されている。ここで、光ソケット 18 を構成する材料の屈折率を 1.5 程度としておくことにより、反射部 22 に入射する信号光を全反射させることができ、これにより信号光の進路を略 90 度変更することができる。或いは、光ソケット 18 に形成される略 45 度の斜面に金属膜や誘電体多層膜等を設けることによって反射部 22 を構成するようによい。

10

【0040】

上述した光プラグ 18 に取り付けられる光ソケット 50 は、テープファイバ 52 をその延在方向（芯線の延在方向）が透明基板 10 の上面と略平行となるように支持するものである。この光ソケット 50 は、光プラグ 18 に対して着脱を自在に行えるようになっている。図示の例では、4 芯を備えるテープファイバ 52 を示しているが、これに限定されるものではなく所望の芯数（1 芯も含む）のテープファイバを用いることが可能である。また、光伝送路の一例として、フィルム状に構成されたテープファイバを示しているが、これに限定する趣旨ではなく他の一般的な光ファイバなどの光伝送路を用いることも可能である。

20

【0041】

また、本実施形態の光ソケット 50 は、光プラグ 18 と当接する一端側に複数のレンズ 54 が設けられている。これらのレンズ 54 は、光素子 12 から出射されて反射部 22 によって反射される信号光を集光し、略平行光にしてテープファイバ 52 に導くと共に、テープファイバ 52 から出射される信号光を集光し、略平行光にして反射部 22 に導くものである。当該レンズ 54 が「第 2 のレンズ」に対応している。なお、第 2 のレンズは、光ソケット 50 に形成する以外にも種々の構成態様をとることが可能であり、その具体例については後述する。

【0042】

図 2 は、光プラグ 50 の位置ずれをより確実に防ぐための部材を設ける場合の構成例について説明する図である。同図に示すように、光プラグ 50 の上側に板バネ 28 を配置し、当該板バネ 28 によって光プラグ 50 を透明基板 10 側に向けて押圧する。これにより、透明基板 10 の上面を基準として光プラグ 50 の y 軸方向の位置や、xy 平面内での角度及び yz 平面内での角度がより確実に決まるようになり、光プラグ 50 の相対的な位置、姿勢が決定される。なお、この板バネ 28 が「押圧手段」に対応する。また、板バネ 28 の一端側には鉤状のフック部 30 が設けられており、当該フック部 30 によって光プラグ 50 と光ソケット 18 とが嵌め合わされた状態を保持し、光プラグ 50 の抜けや位置ずれを防いでいる。なお、板バネ 28 は、例えば透明基板 10 によって支持してもよく、更には本例の光モジュール 1 を含んで構成される各種機器（具体例は後述する）の筐体等によって支持してもよい。当該フック部 30 が「係止手段」に対応している。

30

40

【0043】

本実施形態の光モジュール 1 はこのような構成を有しており、次に、当該光モジュール 1 の製造方法について図面を参照して説明する。

【0044】

図 3 及び図 4 は、実施例の光モジュール 1 の製造工程を説明する図である。まず、図 3 (a) に示すように、後に複数の透明基板 10 が切り出される母材となる母材基板 100 を用意する。次に、図 3 (b) に示すように、母材基板 100 の表面にアルミニウムや銅等の導電材料をスパッタ法、電鍍などによって堆積し、金属膜（導電膜）を形成する。この金属膜を所望の回路に対応してパターンニングして配線膜 16 を形成する。配線膜 16 は、母材基板 100 の複数のサブ領域のそれぞれに複数形成される。このように、複数箇所

50

単位配線パターン of 配線膜を一括に形成すると量産面において好適である。

【0045】

次に、図3(c)に示すように、母材基板100の一面側に、光素子12や電子回路14等の回路要素を実装する。当該実装は、フリップチップボンディング、ワイヤボンディング、半田リフローなどを使用して行うことが可能である。上述したように、母材基板100の複数箇所に単位配線パターンを一括形成した場合には、図3(c)に示す工程は、当該単位配線パターンのそれぞれに対応して母材基板100の一方の面に複数の光素子12等をそれぞれ配置する。

【0046】

次に、図3(d)に示すように、母材基板100の他面側の光素子12に対応する位置に光ソケット18を取り付ける。この取付けは、光ソケット18と母材基板100の互いに対向する面にそれぞれ接着剤を塗布し、あるいはいずれかの面に接着剤を塗布した後に、光ソケット18を母材基板100に載置することにより行う。接着剤としては、後に何らかの処理(例えば、光照射等)を行うことによって硬化するものを用いるとよい。光ソケット18は、レンズ20の光軸と光素子12の光軸とが略一致するように位置調整して載置される。

【0047】

光ソケット18の位置合わせが完了した後に、接着剤を固化して光ソケット18を母材基板100に固定する。接着剤は、例えば、光硬化性、熱硬化性等など樹脂を用いることが可能である。図4に示すように、光ソケット18を載置し、位置調整をした後に固定する工程を必要な回数繰り返して、母材基板100の複数のサブ領域に光ソケット18を取付けて光モジュール1を組み立てる。

【0048】

その後、図3(e)に示すように、母材基板100をサブ領域毎に切断して多数の光モジュール1を得る。なお、後述する各実施形態の光モジュールについても同様の製造方法によって製造することが可能である。

【0049】

このように、本実施形態の光モジュール1は、光素子12から出射される信号光及びテープファイバ(光伝送路)52から出射される信号光を略90度反射させて光学的結合を図る構造としているので、テープファイバ52の長手方向を透明基板10の表面に沿って配置することができる。したがって、光モジュールの小型化が可能となる。特に、透明基板10の厚み方向における省スペース化を図ることができるので、本発明にかかる光モジュールを用いて光電気混載回路を構成する場合などに好適である。また、光素子12の発光面/受光面を透明基板10と対向させる構造としているので、簡単な構造により光素子の発光面又は受光面等の保護を図ることが可能となる。また、本実施形態の製造方法により、小型かつ光素子の発光面/受光面の保護に優れた光モジュールを低コストに製造することが可能となる。

【0050】

<第2の実施形態>

図5は、第2の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。図5(a)は本実施形態の光モジュールの平面図を示し、図5(b)は図5(a)のB-B線における断面図を示している。同図に示す光モジュール1aは、基本的に第1の実施形態の光モジュール1と同様の構成を有しており、共通する構成要素には同符号が付されている。以下、主に相違点について説明する。

【0051】

図5に示す光モジュール1aは、光プラグ50が取付けられる光ソケット18aの形状が第1の実施形態の場合と異なっている。本実施形態の光ソケット18aは、上述した光ソケット18と同様にガイド面としての面24及び面26を含み、更に、光モジュール1aのy軸方向の位置決めを行うための面32を備えている。この面32は、xz平面と略平行に形成されており、当該面32と透明基板10の上面とを基準として光プラグ50のy

10

20

30

40

50

軸方向の位置決めがなされる。また、この面32と透明基板10の上面との距離を光プラグ50のy軸方向の厚みよりも若干少なくしておくことにより、光ソケット18aの面32を含む部分によって光プラグ50の上面を透明基板10側へ付勢することも可能である。このようにした場合には、当該面32を備える光ソケット18aを「押圧手段」とも考えることができる。

【0052】

また、本実施形態の光モジュール1aに備わった板バネ28aは、光ソケット18a及び光プラグ50を取り囲むように構成されており、その一端側に鉤状のフック部30aが設けられている。当該フック部30aによって光プラグ50と光ソケット18aとが嵌め合わされた状態を保持し、光プラグ50の抜けを防いでいる。当該フック部30aが「係止手段」に対応している。

10

【0053】

<第3の実施形態>

図6は、第3の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。図6(a)は本実施形態の光モジュールの平面図を示し、図6(b)は図6(a)のC-C線における断面図を示している。同図に示す光モジュール1bは、基本的に上述した各実施形態の光モジュールと同様の構成を有しており、共通する構成要素には同符号が付されている。以下、主に相違点について説明する。

【0054】

図6に示す光モジュール1bは、光プラグ50が取付けられる光ソケット18bの形状が上記各実施形態の場合と異なっている。本実施形態の光ソケット18bは、上述した光ソケット18aと同様にガイド面としての面24a、面26a及び面32aを備えている。面24a、26a及び32aのそれぞれの機能は、上述した面24、26及び32のそれぞれと同様である。

20

【0055】

また、本例では、第2のレンズとしてのレンズ54aが光ソケット18b側に形成されており、光プラグ50aの構造が上記各実施形態における光プラグ50よりも簡略化されている。これにより、低コスト化が可能となる。そして、光ソケット18bのレンズ54aの形成面と上述したガイド面としての面32aとを異なる面とすることにより、レンズ54aと光プラグ50aに支持されるテーブファイバ52の芯線(ファイバコア)との間の光学的距離を確保し、かつファイバコア端面の保護を図っている。なお、光プラグ50aの端面にテーブファイバ52を保護する保護膜などを設けてもよい。

30

【0056】

<第4の実施形態>

図7は、第4の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。図7(a)は本実施形態の光モジュールの平面図を示し、図7(b)は図7(a)のD-D線における断面図を示している。同図に示す光モジュール1cは、上述した各実施形態の光モジュールと同様の構成を有しており、共通する構成要素には同符号が付されている。以下、主に相違点について説明する。

【0057】

図7に示す光モジュール1cは、光プラグ50bと光ソケット18cとが直接的に取り付けられる構造を有している。具体的には、光ソケット18cは、ガイド面としての面26bを備えており、この面26bと光プラグ50bに設けられた当接面とを貼り合わせることにより、光プラグ50bが取り付けられている。

40

【0058】

また、本例では、第2のレンズとしてのレンズ54bが光ソケット18c側に形成されており、光プラグ50bの構造が簡略化されている。これにより、低コスト化が可能となる。そして、光ソケット18cのレンズ54bの形成面と上述したガイド面としての面26bとを異なる面とし、空洞を形成することにより、レンズ54bと光プラグ50bに支持されるテーブファイバ52の芯線(ファイバコア)との間の光学的距離を確保し、かつ

50

ファイバコア端面の保護を図っている。なお、光プラグ50bの端面にテープファイバ52を保護する保護膜などを設けてもよい。

【0059】

また、第1のレンズとしてのレンズ20aは、当該レンズ20aを4つ含んだレンズアレイとして透明基板10の上面の光素子12と対向する位置に配置されている。また、光ソケット18cは、ガイド面としての面34及び面36を備えており、これらの面34及び面36と上記レンズアレイとを当接させることによって光ソケット18cの位置決めがなされている。

【0060】

<第5の実施形態>

図8は、第5の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。図8(a)は本実施形態の光モジュールの斜視図を示し、図8(b)は図8(a)のE-E線における断面図を示している。同図に示す光モジュール1dは、基本的には上述した各実施形態の光モジュールと同様の構成を有しており、共通する構成要素には同符号が付されている。以下、主に相違点について説明する。

【0061】

図8に示す光モジュール1dは、光プラグ50cが取付けられる光ソケット18dの形状が上記各実施形態の場合と異なっている。かかる光ソケット18dは、断面が逆T字状の嵌合孔40を有しており、光プラグ50cの断面形状も当該嵌合孔40の形状に対応させて逆T字状となっている。嵌合孔40は、光プラグ50cの挿入する際の方向を案内するガイド溝42を含んでいる。当該ガイド溝42は、透明基板10の上面と略平行な面と当該上面に略直交する面とを含んでおり、光ソケット18dの一端側から他端側へ貫かれている。このガイド溝42により、光プラグ50の光ソケット18への挿入をよりスムーズに行うことが可能となる。

【0062】

また、光ソケット18dの一端側には反射板(反射部)44が配置されており、透明基板10の上面の光素子12と対向する位置には第1のレンズとしてのレンズ20bが配置されている。反射板44は、その反射面が透明基板10の上面と略45度の角度をなすように配置されており、光素子12から出射される信号光の進路を略90度変更してテープファイバ52に導き、又はテープファイバ52から出射される信号光の進路を略90度変更して光素子12に導く。この反射板44は、例えばガラス基板に蒸着、メッキ、スパッタ法などの薄膜形成法によって金属膜を形成したものをを用いることができる。また、本例の反射板44は、光プラグ50cが挿入された際の挿入方向での位置を決める基準位置としての役割も担っている。そして光プラグ50cの反射板44と当接する位置には略45度の角度の当接面56が設けられている。この当接面56は、テープファイバ52のファイバコアが露出する部分よりも上側に設けられている。これにより、ファイバコアの端面と他の部材等とが接触しないようにし、反射板44との光学的距離を確保し、かつファイバコア端面の保護が図られる。

【0063】

特に、光素子12として受光素子を用いて受信用モジュールを構成する場合には、テープファイバ52のファイバコア端面から反射板44を経由してレンズ20bに至るまでの距離が長くなり、レンズ径に対する信号光のビーム径が相対的に大きくなると、光結合効率の低下や隣接するチャンネル(他の光素子12を含む光学系)との相互干渉(クロストーク)が生じやすくなるため、焦点距離の最適化が重要となる。この焦点距離の最適化は、レンズ20bのレンズ径(レンズピッチでもよい)とファイバコアからの出射ビームの拡がり角に依存する。例えば、レンズ20bのピッチが0.25mm、出射ビームの拡がり角が半値で11度の場合、隣接する他のレンズ20bに出射ビームが入射しないようにするには、焦点距離を0.64mm程度にする必要がある。本例では、この焦点距離を満たすように上記反射板44の形状及び配置が設定されている。

【0064】

10

20

30

40

50

上述したように、本例では光プラグ50cを光ソケット18dの一端側に配置された反射板44に突き当てる構造としているため、光プラグ50cの端面から反射板42の反射面における反射位置までの距離、及び当該反射位置からレンズ20bまでの距離の短縮（すなわち光路の短縮）が可能となっている。また、本例では、光ソケット18dに設けられるガイド溝42は、光ソケット18dの一端側から他端側へ貫かれる構造となっているので切削等によって高精度な加工を容易に行うことが可能であり、これにより、光プラグ50cと光ソケット18dとの嵌合位置の高精度化を容易に実現することが可能となる利点がある。

【0065】

なお、本実施形態においても、光プラグ50cの一端側にテープファイバ52から出射される信号光を集光する第2のレンズを設けるようにしてもよい。 10

【0066】

<第6の実施形態>

次に、上述した実施形態において説明した光モジュールを用いて構成される光電気混載集積回路と、当該光電気混載集積回路を用いて構成される回路基板について説明する。なお、以下では上述した光モジュール1aを用いる場合を例示するが、他の光モジュールであってもよい。

【0067】

図9は、光電気混載集積回路及び当該集積回路を含む回路基板の構成例について説明する図である。同図に示す回路基板200は、上述した実施形態にかかる光モジュール1aを含んで構成される光電気混載集積回路202と、配線基板204を含んで構成されている。 20

【0068】

光電気混載集積回路202は、光モジュール1aと信号処理チップ206を含んでおり、両者をプラスチック等によって一体にモールドした構造となっている。光モジュール1aと信号処理チップ206の間はワイヤボンディングによって電氣的に接続されている。光モジュール1aは、光素子からの出射光の出射方向が配線基板204側に向かうように配置されている。光モジュール1aに備わった光ソケットはモールド樹脂から露出されており、光プラグを接続可能な状態となっている。配線基板204は、上部に配線膜208が設けられており、光電気混載集積回路202が載置される。配線基板204の上面にはソケット210が配置されており、光電気混載集積回路202に備わったピングリッドアレイ(PGA)が当該ソケット210に差し込まれることにより光電気混載集積回路202が固定される。 30

【0069】

図10は、光電気混載集積回路及び当該集積回路を含む回路基板の他の構成例について説明する図である。同図に示す回路基板210は、上述した実施形態にかかる光モジュール1aを含む光電気混載集積回路212と、配線基板214を含んで構成されている。

【0070】

光電気混載集積回路212は、光モジュール1aと信号処理チップ216を含んでおり、両者をプラスチック等によって一体にモールドした構造となっている。光モジュール1aは、光素子からの出射光の出射方向が配線基板214と反対に向かうように配置されている。光モジュール1aに備わった光ソケットはモールド樹脂から露出されており、光プラグを接続可能な状態となっている。配線基板214は、上部に配線膜218が設けられており、光電気混載集積回路212が載置される。光電気混載集積回路212は、ボールグリッドアレイ(BGA)によって配線基板214に接続されている。 40

【0071】

このような本実施形態にかかる光電気混載集積回路及び回路基板は、例えばパーソナルコンピュータなど各種の電子機器に適用し、機器内での情報通信や外部機器等との間における情報通信に用いることが可能である。

【0072】

< 変形実施例 >

なお、本発明は上述した各実施形態の内容に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、光ソケットに設けられたガイド面によって光プラグの位置決めをしていたが、光ソケットの嵌合孔（光プラグが挿入される空間）の内部に突起部を設け、当該突起部によって光プラグを付勢するようにして位置決めを行うことも好適である。

【0073】

図11は、突起部により光プラグの位置決めを行う場合の光ソケットの構成例を説明する図である。図11(a)は本例にかかる光ソケット118を光プラグが挿入される嵌合孔の開口側から見た平面図を示し、図11(b)は図11(a)に示すF-F線における断面図を示している。

10

【0074】

図11に示す光ソケット118は、光プラグが挿入されるべき嵌合孔内に斜面を有し、当該斜面に、z軸と略平行な方向に延在して半円状の断面を有する突起部120が設けられている。この突起部120は、当該突起部120に対応して光プラグ側に形成される当接面（詳細は後述する）に接触して当接面を付勢する機能を担う。また、本例の光ソケット118の他端側には、レンズ122と反射部124がそれぞれ一体に形成されている。このような光ソケット118は、例えば上述した第2の実施形態の光モジュール1aにおいて、上述した光ソケット18aと置き換えて用いることが可能である。

【0075】

図12は、図11に示す光ソケット118と組み合わせて用いるのに好適な光プラグの構成例を説明する図である。図12(a)は光プラグ150を上側から見た平面図、図12(b)は光プラグ150の正面図を示している。また図12(c)は光プラグ150の構造を説明するために構成要素を分解して示した正面図である。

20

【0076】

図12に示す光プラグ150は、テープファイバ152の一端側を保持するものであり、基台156、上板158、レンズ支持部材160、複数のレンズ162を含んで構成されている。図12(c)に示すように、基台156はV字状の溝を有しており、当該V溝に沿ってテープファイバ152のファイバクラッド154を置き、その上側に上板158を配置し、当該上板158と基台156とでファイバクラッド154を挟み込む構造となっている。

30

【0077】

また、図12(b)に示すように、基台156と上板158とは接着材164を用いて固着されている。レンズ支持部材160は、基台156と上板158の複合体の端部に固着されている。このレンズ支持部材160には、4つのレンズ162が一体に形成されており、これらのレンズ162とファイバコア154との光学的な結合を図るようにしてレンズ支持部材160の位置決めがされ、固着されている。基台156に設けられた面166は、上述した光プラグ118の突起部120に対応して設けられた当接面であり、当該面166が突起部120によって付勢される。基台156の底面168が透明基板10の上面と当接させて配置され、更に面166が突起部120によって付勢されることにより、光ソケット118内での光プラグ150の位置が決まる。

40

【0078】

図13は、図11に示す光ソケット118と組み合わせて用いるのに好適な光プラグの他の構成例を説明する図である。図13に示す例の光プラグ150aは、基本的な構造は上述した図12に示す光プラグ150と同様であり、基台156aとレンズ162aとが一体に形成され、当該基台156aと上板158aによってテープファイバ152のファイバクラッド154を挟み込む構造としている点が異なっている。このような構造を採用することにより、部品数の削減及びそれによる製造工程の簡略化が可能となる。

【0079】

また、上述した実施形態では、本発明にかかる光モジュールの応用例として光電気混載回

50

路及び当該回路を含んで構成される回路基板（光電気混載回路基板）について例示していたが、本発明の光モジュールの適用範囲はこれに限定されるものではなく、各種の電子機器等に含まれて当該機器の相互間の光通信を行うために用いられる光トランシーバ（光通信装置）などに適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図 2】光プラグの位置ずれをより確実に防ぐための部材を設ける場合の構成例について説明する図である。

【図 3】実施例の光モジュールの製造工程を説明する図である。

【図 4】実施例の光モジュールの製造工程を説明する図である。

10

【図 5】第 2 の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図 6】第 3 の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図 7】第 4 の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図 8】第 5 の実施形態の光モジュールの構成を説明する図である。

【図 9】光電気混載集積回路及び当該集積回路を含む回路基板の構成例について説明する図である。

【図 10】光電気混載集積回路及び当該集積回路を含む回路基板の他の構成例について説明する図である。

【図 11】突起部により光プラグの位置決めを行う場合の光ソケットの構成例を説明する図である。

20

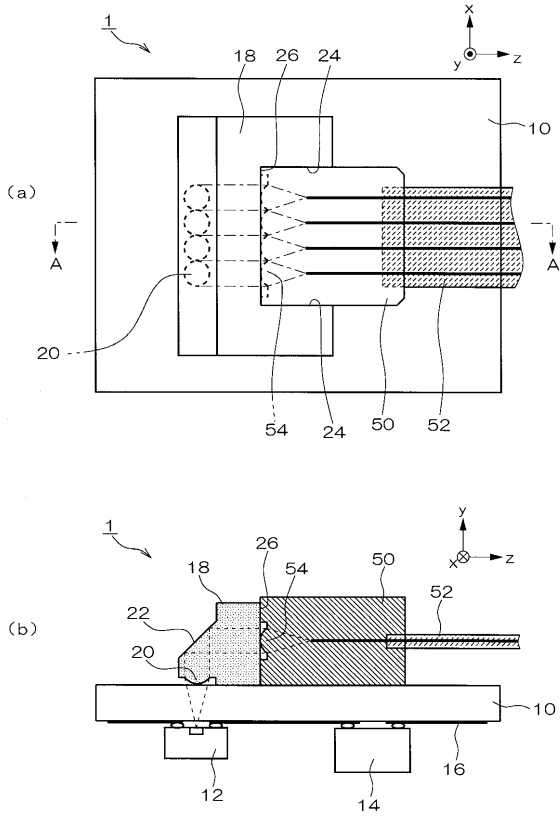
【図 12】光プラグの構成例を説明する図である。

【図 13】光プラグの他の構成例を説明する図である。

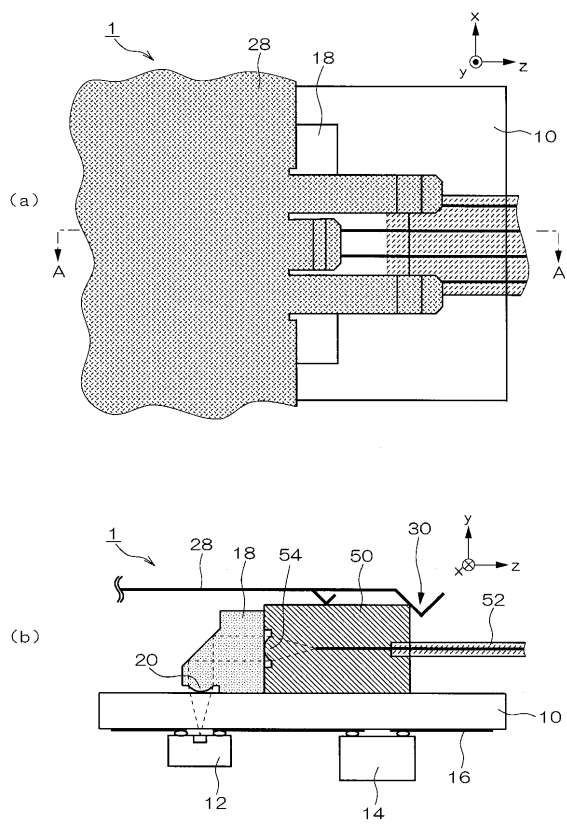
【符号の説明】

10 ... 透明基板 10、 12 ... 光素子、 14 ... 電子回路、 16 ... 配線膜、
18 ... 光ソケット、 20 ... レンズ、 22 ... 反射部、 50 ... 光ソケット、
52 ... テープファイバ

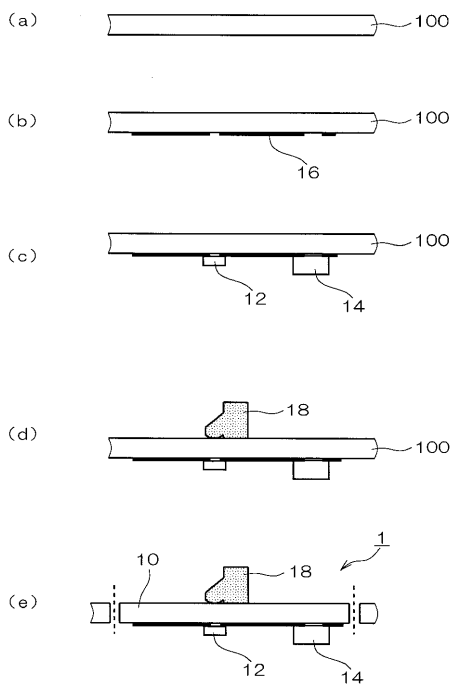
【 図 1 】



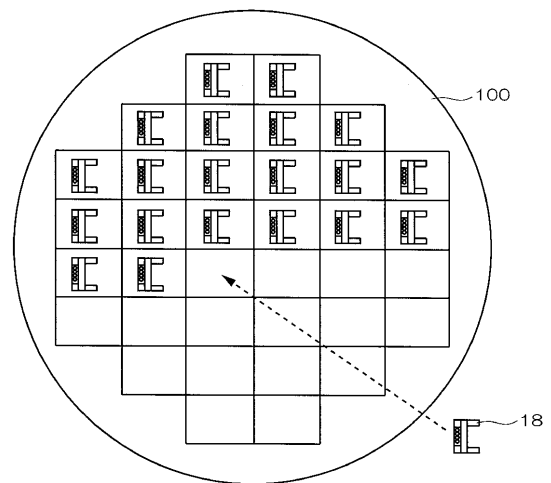
【 図 2 】



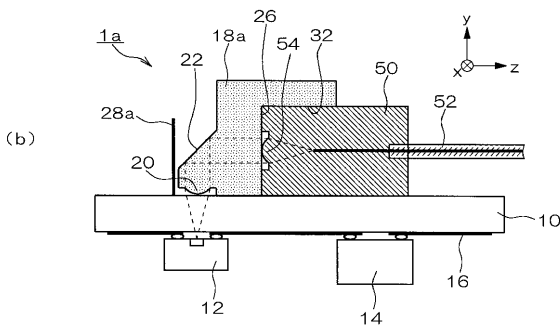
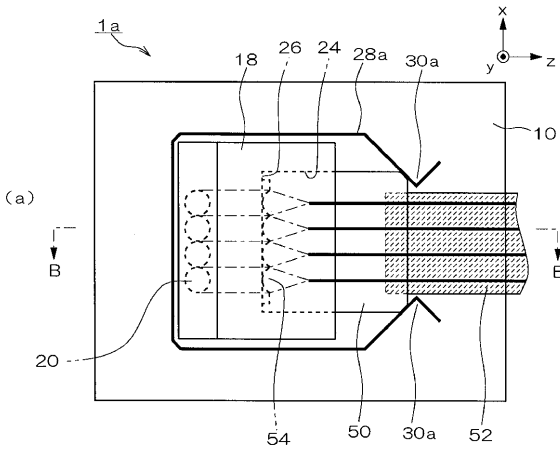
【 図 3 】



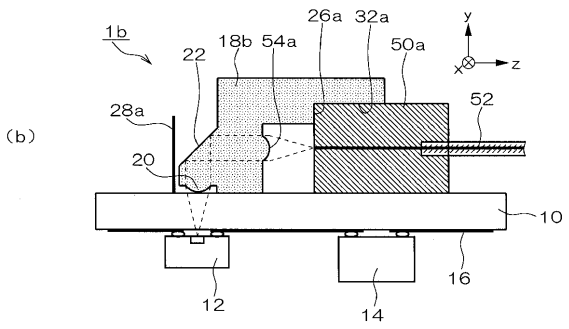
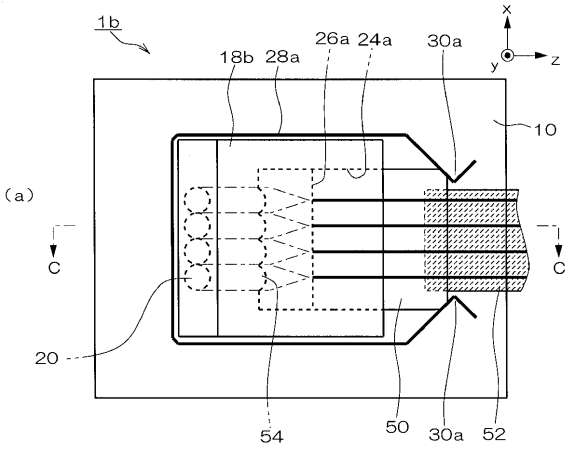
【 図 4 】



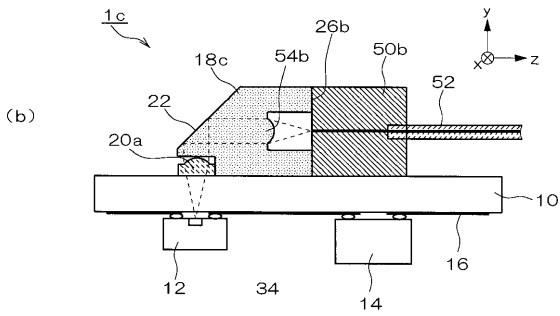
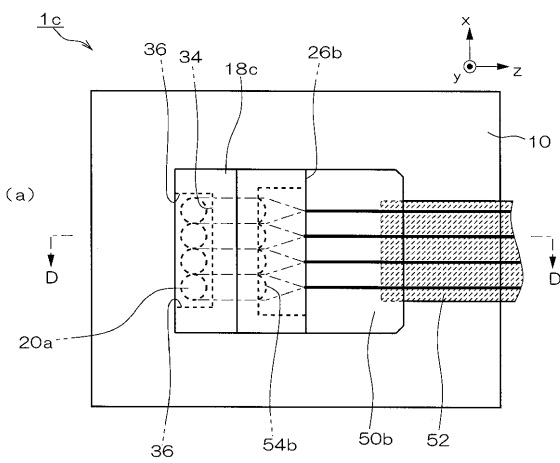
【 図 5 】



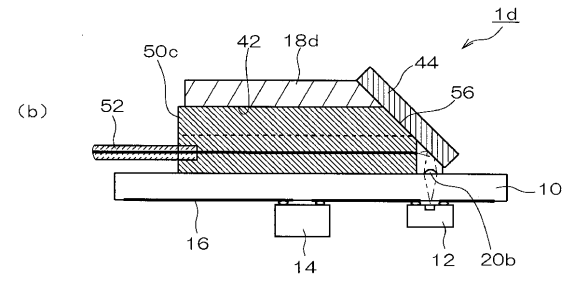
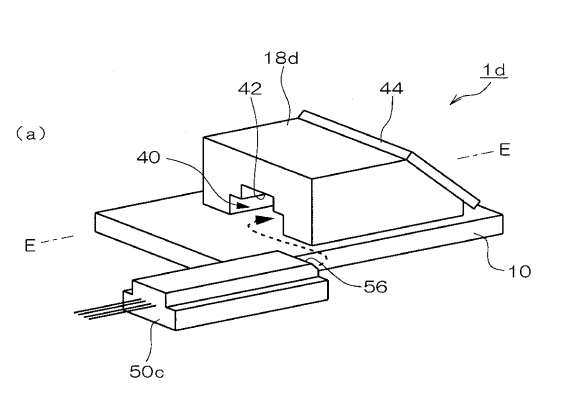
【 図 6 】



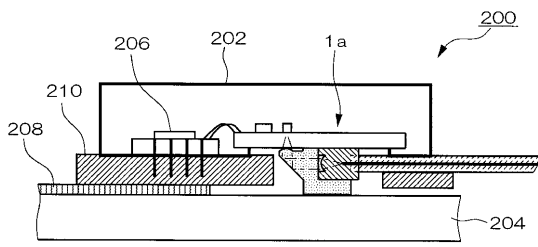
【 図 7 】



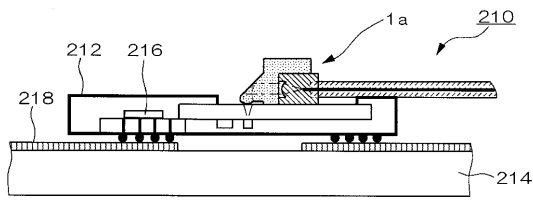
【 図 8 】



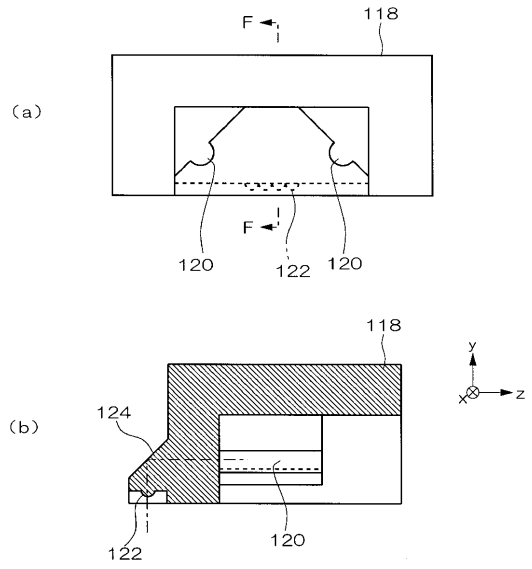
【 図 9 】



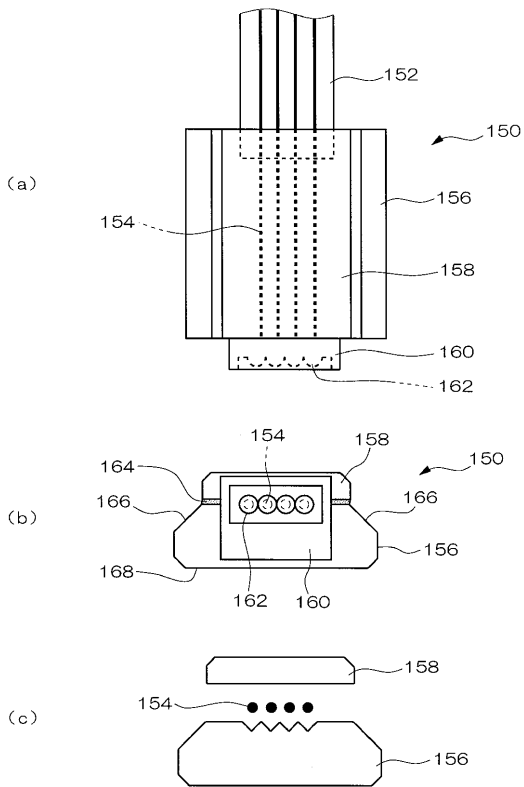
【 図 10 】



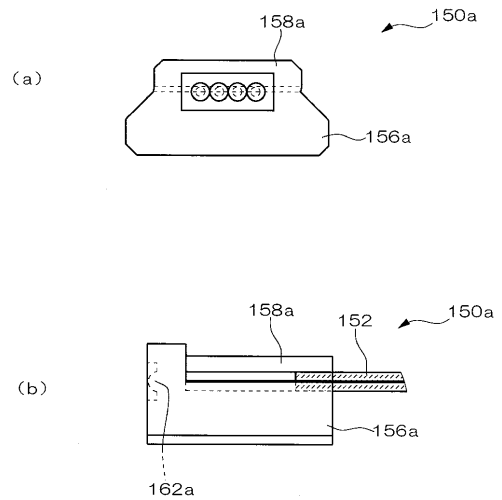
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 丈夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA05 BA12 BA14 CA13 CA21 CA37 DA03 DA05
DA06 DA33