

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5277389号
(P5277389)

(45) 発行日 平成25年8月28日(2013.8.28)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I
GO2B 6/42 (2006.01) GO2B 6/42
HO1S 5/022 (2006.01) HO1S 5/022

請求項の数 9 (全 19 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2008-43649 (P2008-43649) | (73) 特許権者 | 301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1 |
| (22) 出願日 | 平成20年2月25日(2008.2.25) | (73) 特許権者 | 000004455 日立化成株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-199037 (P2009-199037A) | (73) 特許権者 | 000004547 日本特殊陶業株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 |
| (43) 公開日 | 平成21年9月3日(2009.9.3) | (73) 特許権者 | 000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 |
| 審査請求日 | 平成23年2月18日(2011.2.18) | (73) 特許権者 | 000000158 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) 光信号を伝送する光伝送路と、光信号を電気信号に変換する機能と電気信号を光信号に変換する機能の少なくともいずれかを有する光素子とを光学的に接続する光モジュールであって、

b) 光伝送路を形成する光伝送体、および、当該光伝送体を上側部材のガイド溝と下側部材の保持面との間で挟んで、光伝送体の端面が下向きとなる様に円弧状に曲げられた状態で保持する保持部材を備えた上部構造体と、

c) 配線基板上に垂直方向に着脱自在に配置され、光素子および光素子駆動用のドライバ集積回路装置を含む電子部品が搭載された光素子・電子部品搭載基板と、

d) 配線基板上の固定端の中央に開口部をもち、該開口部に嵌め込まれた光素子・電子部品搭載基板と、該開口部に嵌め込まれた上部構造体とを、共に下方に押圧して、光素子・電子部品搭載基板の光素子に対して上部構造体の光伝送路を、光学的に接続する嵌合部材とを備えており、

e) 光素子およびドライバ集積回路装置は、電子部品搭載基板にフリップチップ接続により電氣的に接続され、

f) 光伝送路が、マルチモードで光を伝送するポリマ光導波路であり、かつ、面発光素子の近接した2以上の発光点から異なる波長の光を入射する1つの光入射部と、入射した2以上の異なる波長の光を合波して伝送する光伝送路本体と、光伝送路本体の出射側に2以上に分岐して設けられた光出射部と、光出射部から出た光を受ける受光素子の受光部があ

り、光伝送路の分岐部から受光部の間に設けられたそれぞれ波長の異なる光に分波する波長選択フィルターを有し、光導波路の光入射部側のコアの幅が端部に向けて徐々に広がったテーパ状に形成され、光導波路の光出射部側が分岐部分の手前でコアの幅が徐々に広がったテーパ状に形成され、さらに光導波路の光入射部の端部の幅が面発光素子の一端側の発光点と他端側の発光点との間の距離より大きく設定されている波長多重光伝送路構造からなることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

波長多重光伝送路構造の光入射部が、面発光素子から発光点の中心間距離が 10 ~ 40 μm である発光点からの光を入射するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

10

【請求項 3】

波長多重光伝送路構造の光導波路の光入射部のコアの幅が円弧をつなげた曲面状に広がったテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】

波長多重光伝送路構造の光導波路の光出射部側の分岐部分の手前のコアの幅が円弧をつなげた曲面状に広がったテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 5】

光素子は、その上面にレンズが一体に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光モジュール。

20

【請求項 6】

レンズは半導体レンズであることを特徴とする請求項 5 に記載の光モジュール。

【請求項 7】

光素子・電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、当該キャビティはキャビティ内部の全面を含む一部が樹脂封止されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 8】

光素子・電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、当該キャビティは、透光性基板により封止されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の光モジュール。

30

【請求項 9】

光素子・電子部品搭載基板における光素子およびドライバ集積回路装置の下面部の位置に形成された電極パターンの少なくとも一部がヒートスプレッドに接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュールに関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

光を用いたデータ伝送は幹線通信網からメトロ、アクセス更にはラック間へと距離の短いところへ適用が広がっており、今後、更に家庭内やボード間へと広がると考えられる。このような短距離光伝送では低コスト化、小型化、大容量化が強く求められ、光源として面発光レーザ (VCSEL) を用いたものが開発されている。

【0003】

一方、光ファイバ等により伝送される光信号を受信または送信するため、光信号と電気信号とを相互に変換する光素子を備えた光モジュールが用いられている。電気信号から光信号への変換には、上記の VCSEL に代表される面発光素子が用いられ、光信号から電気信号への変換には、PIN フォトダイオードに代表される面受光素子が用いられており

50

、これらの光素子は基板に対して電氣的に接続され、光ファイバ等は光素子に対して光学的に接続される。

【0004】

このような光モジュールは、配線基板（プリント配線板あるいはボード）上において光ファイバ等の光配線をする際の作業性や、保守交換の容易性などの点から、光ファイバ等の光伝送体がコネクタを介して着脱可能であることが望ましい。

【0005】

また、光素子に光ファイバ等を着脱する場合、配線基板に対して水平方向に着脱する構造にすると、光素子を搭載した部品の周辺に光ファイバ等を着脱する作業用のスペースを設けざるを得ないことから、そのスペースには他の部品を実装できず、実装密度を上げられないという問題がある。したがって、光ファイバ等の着脱は配線基板に対して垂直方向に行うことができることが望ましい。

10

【0006】

従来、このような要求に対応するものとして、光素子とその受発光面が配線基板に対して水平になるように搭載すると共に、光ファイバ等の端面に反射ミラー等を設けて光軸を垂直に変換したコネクタを用いることで、光ファイバ等と光素子とを垂直方向へ着脱自在に光学的に接続する光モジュールが提案されている（特許文献1参照）。

【0007】

また、本発明者等は、円弧状に曲げられた構造を有し外部側の光軸と光素子側の光軸とが互いに垂直である光伝送体および当該光伝送体を保持する保持部材を備えた上部構造体と、配線基板上に配置され、光素子および光素子駆動用のドライバ集積回路装置を含む複数の電子部品が搭載された光素子搭載基板と、配線基板上の光素子・電子部品搭載基板の上面に上部構造体を垂直方向に押圧して固定することにより、光素子搭載基板の光素子に対して上部構造体の光伝送路を光学的に接続する装着体とを備えた光モジュールを提案している（特許文献2参照）。

20

【特許文献1】特開2006-65358号公報

【特許文献2】特願2007-217574

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記のような短距離光伝送においては、光ファイバや光導波路等の光伝送路について現状ではまだまだ低コスト化、小型化、大容量化の期待に十分応えきれていないといえず、更なる検討が求められている。

30

【0009】

また、上記の本発明者等が提案した光モジュールは、大幅な小型化と、光伝送体と光素子との垂直方向への着脱自在な光学的接続を達成しているが、より伝送密度（伝送スループット）を向上させること、近年の光通信分野における長距離から短距離までの光データ伝送が広がりに対応して10Gbps/チャンネル以下の駆動や、40Gbps/チャンネルや100Gbpsの高速駆動にも適合した多様な駆動を行う点については更なる改善の余地があった。

40

【0010】

さらに、光モジュールの設計段階での直流光特性の取得やリフロー耐性などの製造性、光モジュールの信頼性、低コスト化などにおいても更なる改善の余地があった。

【0011】

本発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、短距離光伝送に用いられる光伝送路において更なる低コスト化、小型化、大容量化が図れる光伝送技術を用い、より伝送密度（伝送スループット）を向上させ、近年の光通信分野における長距離から短距離までの光データ伝送が広がりに対応して10Gbps/チャンネル以下の駆動や、40Gbpsや100Gbps等の高速駆動にも適合した多様な駆動を行うことができる光モジュールを提供することを課題としている。

50

【 0 0 1 2 】

第1に、本発明の光モジュールは、

a) 光信号を伝送する光伝送路と、光信号を電気信号に変換する機能と電気信号を光信号に変換する機能の少なくともいずれかを有する光素子とを光学的に接続する光モジュールであって、

b) 光伝送路を形成する光伝送体、および、当該光伝送体を上側部材のガイド溝と下側部材の保持面との間で挟んで、光伝送体の端面が下向きとなる様に円弧状に曲げられた状態で保持する保持部材を備えた上部構造体と、

c) 配線基板上に垂直方向に着脱自在に配置され、光素子および光素子駆動用のドライバ集積回路装置を含む電子部品が搭載された光素子・電子部品搭載基板と、

d) 配線基板上の固定端の中央に開口部をもち、該開口部に嵌め込まれた光素子・電子部品搭載基板と、該開口部に嵌め込まれた上部構造体とを、共に下方に押圧して、光素子・電子部品搭載基板の光素子に対して上部構造体の光伝送路を、光学的に接続する嵌合部材とを備えており、

e) 光素子およびドライバ集積回路装置は、電子部品搭載基板にフリップチップ接続により電氣的に接続され、

f) 光伝送路が、マルチモードで光を伝送するポリマ光導波路であり、かつ、面発光素子の近接した2以上の発光点から異なる波長の光を入射する1つの光入射部と、入射した2以上の異なる波長の光を合波して伝送する光伝送路本体と、光伝送路本体の出射側に2以上に分岐して設けられた光出射部と、光出射部から出た光を受ける受光素子の受光部があり、光伝送路の分岐部から受光部の間に設けられたそれぞれ波長の異なる光に分波する波長選択フィルターを有し、光導波路の光入射部側のコアの幅が端部に向けて徐々に広がったテーパ状に形成され、光導波路の光出射部側が分岐部分の手前でコアの幅が徐々に広がったテーパ状に形成され、さらに光導波路の光入射部の端部の幅が面発光素子の一端側の発光点と他端側の発光点との間の距離より大きく設定されている波長多重光伝送路構造からなることを特徴とする。

第2に、上記第1の光モジュールにおいて、嵌合部材からなる装着体は、その上縁に一对の突条部を有しており、嵌合、装着される上部構造体の保持部材の上面における光伝送路と平行な両側周縁部に沿ってテーパ面をなす一对の肩部に当接するものであることを特徴とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記の課題を解決するために、以下のことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

第1に、本発明の光モジュールは、光信号を伝送する光伝送路と、光信号を電気信号に変換する機能と電気信号を光信号に変換する機能の少なくともいずれかを有する光素子とを光学的に接続する光モジュールであって、光伝送路を形成する光伝送体および当該光伝送体を保持する保持部材を備えた上部構造体と、配線基板上に垂直方向に着脱自在に配置され、光素子および光素子駆動用のドライバ集積回路装置を含む電子部品が搭載された光素子・電子部品搭載基板と、光素子・電子部品搭載基板の光素子に対して上部構造体の光伝送路を光学的に接続する嵌合部材とを備えており、光素子およびドライバ集積回路装置は、電子部品搭載基板にフリップチップ接続により電氣的に接続され、光伝送路が、マルチモードで光を伝送するポリマ光導波路であり、かつ、面発光素子の近接した2以上の発光点から異なる波長の光を入射する1つの光入射部と、入射した2以上の異なる波長の光を合波して伝送する光伝送路本体と、光伝送路本体の出射側に2以上に分岐して設けられた光出射部と、光出射部から出た光を受ける受光素子の受光部があり、光伝送路の分岐部から受光部の間に設けられたそれぞれ波長の異なる光に分波する波長選択フィルターを有し、光導波路の光入射部側のコアの幅が端部に向けて円弧をつなげた曲面状に徐々に広がったテーパ状に形成され、光導波路の光出射部側が分岐部分の手前でコアの幅が円弧をつなげた曲面状に徐々に広がったテーパ状に形成され、さらに光導波路の光入射部の端部の

10

20

30

40

50

幅が面発光素子の一端側の発光点と他端側の発光点との間の距離より大きく設定されている波長多重光伝送路構造からなることを特徴とする。

【0015】

第2に、上記第1の光モジュールにおいて、波長多重光伝送路構造の光入射部が、面発光素子から発光点の中心間距離が10～40μmである発光点からの光を入射するように構成されていることを特徴とする。

【0016】

第3に、上記第1または第2の光モジュールにおいて、波長多重光伝送路構造の光導波路の光入射部のコアの幅が円弧をつなげた曲面状に拡がったテーパ状に形成されていることを特徴とする。

10

【0017】

第4に、上記第1ないし第3のいずれかの光モジュールにおいて、波長多重光伝送路構造の光導波路の光出射部側の分岐部分の手前のコアの幅が円弧をつなげた曲面状に拡がったテーパ状に形成されていることを特徴とする。

【0018】

第5に、上記第1ないし第4のいずれかの光モジュールにおいて、光素子は、その上面にレンズが一体に設けられていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の光モジュール。

【0019】

第6に、上記第5の光モジュールにおいて、レンズは半導体レンズであることを特徴とする。

20

【0020】

第7に、上記第1ないし第6のいずれかの光モジュールにおいて、光素子・電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、当該キャビティはキャビティ内部の全面を含む一部が樹脂封止されていることを特徴とする。

【0021】

第8に、上記第1ないし6のいずれかの光モジュールにおいて、光素子・電子部品搭載基板は、当該基板に立設された壁部に囲まれたキャビティ内に電子部品が搭載されており、当該キャビティは、透光性基板により封止されていることを特徴とする。

30

【0022】

第9に、上記第1ないし第8のいずれかの光モジュールにおいて、光素子・電子部品搭載基板における光素子およびドライバ集積回路装置の下面部の位置に形成された電極パターンの少なくとも一部がヒートスプレッドに接続されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0031】

上記第1、第3および第4の発明の光モジュールは、光素子およびドライバ集積回路装置を光素子・電子部品搭載基板にフリップチップ接続により電気接続するようにしたので、ワイヤボンディングなどによる電気接続の場合に比べて、光モジュールの設計段階での直流光特性の取得や利フロー耐性などの製造性に優れ、高い信頼性を有しており、低コストでの製造が可能である。また、今後の急速な展開が期待される短距離光伝送において更なる低コスト化、小型化、大容量化（伝送密度の向上）、構成簡易化、低消費電力化が図れるようになる。さらに、10Gbps/チャンネル以下の駆動や、40Gbpsや100Gbps等の高速駆動にも適合した多様な駆動を行うことができるようになる。

40

また、波長多重光伝送路構造の光導波路をポリマ光導波路としたので、上記の効果に加え、より容易にかつより安価に波長多重光伝送路構造を作製することができ、光モジュールのより低コスト化を図ることができる。

また、波長多重光伝送路構造の光入射部のコアの幅形状を端部に向かって徐々に拡がったテーパ状とし、また円弧をつなげた曲面状に拡がった形状としたので、上記効果に加え、面発光素子と光入射部の位置ずれトレランス（許容度）を大きくすることができる。さ

50

らに上記光入射部のコアを円弧をつなげた曲面状に拡がった形状として、コアのテーパ部及びその前後でコア幅の広がり方に傾きが不連続にならないようにすることで、光がコアの外に漏れずに損失を抑えることができる。

また、波長多重光伝送路構造の光出射部の分岐部分の手前のコアの幅形状が徐々に拡がったテーパ状とし、また円弧をつなげた曲面状に拡がった形状としたので、上記の効果に加え、分岐による挿入損失を最小化することができる。

さらに、光伝送路を伝搬する光がマルチモードとなる光伝送路とすることで、上記の効果に加え、光素子と光伝送路の位置ずれトレランスを大きくとることができる。

【 0 0 3 2 】

上記第2の発明の光モジュールによれば、波長多重光伝送路構造の面発光素子の発光点の中心間距離が非常に短い発光点からの光を入射できるため、上記効果に加え、面発光素子からの2以上の光をレンズやミラーを用いずに容易に直接、光入射部に入射させることができる。

【 0 0 3 3 】

上記第5の発明の光モジュールは、その上面にレンズが一体に設けられているので、上記効果に加え、光素子の樹脂封止が容易であり、高い信頼性を有する光モジュールを簡便に製造することができる。

【 0 0 3 4 】

上記第6の発明の光モジュールは、半導体レンズを使用しているため、上記効果に加え、樹脂封止やリフロー時の加熱によるレンズの変質や損傷を防止することができる。さらに、半導体レンズの屈折率が高いため、樹脂封止材で光素子が覆われた場合でも、光素子と光伝送体との間の高い光結合効率を確保できる。

【 0 0 3 5 】

上記第7の発明の光モジュールは、光素子・電子部品搭載基板をキャビティ形状としてその中に電子部品を搭載し、当該キャビティを樹脂封止するようにしたので、上記効果に加え、光素子の樹脂封止が容易であり、高い信頼性を有する光モジュールを簡便に製造することができる。

【 0 0 3 6 】

上記第8の発明の光モジュールは、電子部品搭載基板をキャビティ形状としてその中に電子部品を搭載し、当該キャビティを透光性樹脂により封止するようにしたので、光素子の封止が容易であり、高い信頼性を有する光モジュールを簡便に製造することができる。

【 0 0 3 7 】

上記第9の発明の光モジュールは、光素子・電子部品搭載基板における光素子およびドライバ集積回路装置の下面部の位置に形成された電極パターンの少なくとも一部をヒートスプレッドに接続するようにしたので、上記効果に加え、動作時の放熱に優れており高い信頼性を有している。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 4 3 】

本明細書において、「光伝送体」には、ガラス製、樹脂製等の光ファイバ、樹脂製等の光導波路などが含まれる。以下の実施形態では光導波路を用いた例を説明するが、本発明において適用される光伝送体はこれに限定されるものではなく、光ファイバ等のように、光伝送路を構成する各種のものを適用することができる。

【 0 0 4 4 】

本明細書において、「光素子」には、単一の受発光面を有するものの他、複数の受発光面がアレイ状等に配置された一体のものが含まれる。光素子の具体例としては、VCSELなどの面発光素子、PINフォトダイオードなどの面受光素子が挙げられるが、これらの面発光素子および/または面受光素子の受発光面がアレイ状に配置された一体のものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。図1および図2は、本

10

20

30

40

50

発明の一実施形態における光モジュールを示す斜視図であり、図 1 は光接続および電気接続を切り離れた状態、図 2 は光接続および電気接続をした状態を示している。

【 0 0 4 6 】

図 1 に示すように、本実施形態の光モジュール 1 は、光導波路 7 が保持部材 6 により保持された上部構造体 5 と、光素子 4 0 および電子部品 4 1 を搭載した光素子・電子部品搭載基板 3 0 と、異方導電性シート 6 0 と、配線基板 7 0 (プリント配線板あるいはボード) 上に固定された嵌合部材 5 0 とを備えている。

【 0 0 4 7 】

この光モジュール 1 は、配線基板 7 0 上の嵌合部材 5 0 内の開口部 5 1 に異方導電性シート 6 0 を配置し、その上に光素子・電子部品搭載基板 3 0 を配置し、さらにその上から上部構造体 5 を垂直に嵌め込んで図 2 に示すように装着することにより、上部構造体 5 の光導波路 7 と光素子・電子部品搭載基板 3 0 の光素子 4 0 が光学的に接続し、光素子・電子部品搭載基板 3 0 と配線基板 7 0 が異方導電性シート 6 0 を介して電氣的に接続されるようになっている。図 2 に示す装着状態の光モジュール 1 は、全体として、たとえば幅 1 0 mm x 1 0 mm、厚さ 6 . 4 mm のコンパクトなサイズのモジュールを構成している。

【 0 0 4 8 】

上部構造体 5 は、図 3 (a) および図 3 (b) にも示すように、樹脂製の保持部材 6 の背面から、複数本 (本実施形態では 1 2 本) の光導波路 7 が並列したテープ状導波路 8 が保持部材 6 内に水平に入り込み、保持部材 6 内で光導波路 7 が円弧状に曲げられて光導波路 7 の端面 7 a が保持部材 6 の下面から垂直に露出した構造を有している。

【 0 0 4 9 】

保持部材 6 の上面における光導波路 7 と平行な両側周縁部には、当該周縁部に沿ってテーパ面を成す一對の肩部 1 2 が設けられており、図 1 の嵌合部材 5 0 内に嵌め込んで装着したときに嵌合部材 5 0 の上部に設けられた一對の突条部 5 2 が保持部材 6 の肩部 1 2 に当接して下方に押圧するようになっている。

【 0 0 5 0 】

また、図 1 に示すように、保持部材 6 には 2 つの位置決め穴 1 1 が設けられており、図 1 の嵌合部材 5 0 内に嵌め込んで装着したときに、光素子・電子部品搭載基板 3 0 に立設された位置決めピン 4 2 が保持部材 6 の位置決め穴 1 1 に挿入されて上部構造体 5 と光素子・電子部品搭載基板 3 0 とが水平方向に位置決めされるようになっている。

【 0 0 5 1 】

保持部材 6 は、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように上側部材 1 0 と下側部材 2 0 とから構成されており、上側部材 1 0 と下側部材 2 0 によって光導波路 7 を挟み込んで保持するようになっている。一方、下側部材 2 0 の上面側には光導波路 7 の円弧形状に対応した曲面を成す光導波路保持面が設けられており、上側部材 1 0 と下側部材 2 0 によって光導波路 7 を挟み込むことにより、上側部材 1 0 のガイド溝と下側部材 2 0 の光導波路保持面との間で光導波路 7 を円弧状に曲げられた状態で保持するようになっている。

【 0 0 5 2 】

光導波路 7 の外部側光軸 6 5 a と光素子側光軸 6 5 b との間の円弧部分の曲率半径 R は、好ましくは 5 mm 以下、より好ましくは 1 ~ 3 mm である。このように円弧部分の曲率半径は非常に小さく、上部構造体 5 の上下方向が低背化され、かつ、水平方向も小型化されている。

【 0 0 5 3 】

図 4 は、光素子・電子部品搭載基板 3 0 の上面側斜視図、図 5 は部分断面図、図 6 は、上部構造体と光素子・電子部品搭載基板とが光接続された状態を示す断面図である。図 4 に示すように、光素子・電子部品搭載基板 3 0 は、外周部に沿って壁部 3 2 が立設された箱状のセラミック基板 3 1 を備えており、セラミック基板 3 1 上の前方側の位置には光導波路 7 と対応した数の受発光面が並んで配置された光素子 4 0 が搭載されている。

【 0 0 5 4 】

光素子・電子部品搭載基板 3 0 は、壁部 3 2 に囲まれたキャビティ 3 4 の底面に、光素

10

20

30

40

50

子40、光素子40の駆動用のドライバ集積回路装置41などの電子部品を搭載しており、キャビティ34内は、図5に示すように封止樹脂38によって封止されている。光素子40は、例えば厚さ100～150 μm 程度の素子を用いることができる。

【0055】

光素子40は、面発光素子のVCSELと面受光素子のPINフォトダイオードから構成されている。壁部32の上面32aは光学的基準面を構成しており、上部構造体5の下面に当接することにより、図6に示すように光導波路7の端面7aと光素子40とが垂直方向に位置決めされる。

【0056】

なお、図4に示すように、セラミック基板31上における光素子40の両側の位置には突出高さ2mm、突出部分の直径0.7mmの一对の位置決めピン42が立設されており、これらの位置決めピン42が上部構造体5の位置決め穴11に挿入されることにより光素子・電子部品搭載基板30と上部構造体5が水平方向に位置決めされるようになっている。

10

【0057】

セラミック基板31上における光素子40の後方にはドライバ集積回路装置41が搭載されており、光素子40とドライバ集積回路装置41は、図5に示すようにフリップチップ接続によりパンプ40a、41aを介してセラミック基板31上の電極パターン36に接続されている。

【0058】

光素子40とドライバ集積回路装置41のパンプ40a、41aが接続された電極パターン36の一部は、図4のプリント配線33等を介して、セラミック基板31を貫通する不図示のスルーホールを通じて、セラミック基板31の裏面に設けられたパッドに電氣的に接続されている。

20

【0059】

また、電極パターン36の他の一部は、図5に示すように、水平方向に広がるヒートスプレッド37と接続されており、光モジュール1の動作時において光素子40とドライバ集積回路装置41からの熱を電極パターン36を通じてヒートスプレッド37に放散するようにしている。

【0060】

ヒートスプレッド37は、たとえば図5のようにセラミック基板31の内部に埋設してもよく、あるいはセラミック基板31の表面に設けるようにしてもよい。また、電氣的な影響を与えないのであれば、その他の外部の構造物、たとえば配線基板70にヒートスプレッド37を設けるようにしてもよい。

30

【0061】

ヒートスプレッド37の具体的な配置やその形態は、信号線、電源などに電氣的な影響を与えないようなものであれば特に制限はなく、たとえば配線パターン状、あるいは板状とすることができる。

【0062】

ヒートスプレッド37は、セラミック基板31の配線を形成するのと同じ方法、たとえばスクリーン印刷等の方法により形成することで、熱伝導性を良好なものとすることができる。また、セラミック基板31の配線を形成する工程と同時にヒートスプレッド37を形成することもできる。あるいは、セラミック基板31の配線を形成した後にヒートスプレッド37を後からセラミック基板31に貼り付けるなど、配線形成とは別の工程でヒートスプレッド37を形成してもよい。

40

【0063】

光素子40は、図5に示すようにその上面に半導体レンズ40bが一体に設けられている。半導体レンズ40bは、たとえばレンズの曲率半径80～200 μm 、レンズ開口直径70 μm 程度のものを用いることができ、その材質としては、たとえばInP、GaAs等の化合物半導体を用いることができる。

50

【0064】

半導体レンズ40bは、たとえば次の方法で作製することができる。光素子40の光入射側の素子基板にレジストを塗布した後、レジストの加熱およびキュアを行うことによってレンズ状のレジストを形成し、次いでイオンミリングを用いてレジストを加工することで、レジストのレンズ形状を光素子40の基板上に転写する。最後に、転写したレンズに無反射膜を形成する。

【0065】

図示はしないが、半導体レンズ40bは紙面に垂直な方向に配列された複数の受発光部のそれぞれの上に配置されており、嵌合部材50によって図6に示すように光導波路7の端面7aと光素子40とが垂直方向に位置決めされたときに、半導体レンズ40bによってこれらが光学的に位置合わせされるようになっている。

10

【0066】

図1の異方導電性シート60は、加圧によって垂直方向への導通が確保されるものであり、特に制限なく各種のものを用いることができるが、たとえばシリコンゴムなどの弾性をもつ絶縁性基材に、金属等の導電性粒子を厚さ方向に並べたもの、あるいは導電性の線材を埋設したものなどを用いることができる。異方導電性シート60の厚さは、たとえば0.1～1mmである。

【0067】

次に、上記では光導波路7として説明した「光伝送路」について詳細に述べる。

【0068】

本実施形態では、「光伝送路」として波長多重光伝送路構造を用いる。この波長多重光伝送路構造は次の3つの形態をとりうる。

20

(1) 面発光素子の近接した2以上の発光点から異なる波長の光を入射する1つの光入射部と、入射した2以上の異なる波長の光を合波して伝送する光伝送路本体を有することを特徴とする波長多重光伝送路構造。

(2) 面発光素子からの2以上の異なる波長の光の合波を伝送する光伝送路本体と、光伝送路本体の出射側に2以上に分岐して設けられた光出射部と、光出射部から出た光を受ける受光素子の受光部があり、光伝送路の分岐部から受光部の間に設けられたそれぞれ波長の異なる光に分波する波長選択フィルターを有することを特徴とする波長多重光伝送路構造。

30

(3) 面発光素子の近接した2以上の発光点から異なる波長の光を入射する1つの光入射部と、入射した2以上の異なる波長の光を合波して伝送する光伝送路本体を有する波長多重光伝送路構造、並びに、面発光素子からの2以上の異なる波長の光の合波を伝送する光伝送路本体と、光伝送路本体の出射側に2以上に分岐して設けられた光出射部と、光出射部から出た光を受ける受光素子の受光部があり、光伝送路の分岐部から受光部の間に設けられたそれぞれ波長の異なる光に分波する波長選択フィルターを有する波長多重光伝送路構造を有することを特徴とする複合化された波長多重光伝送路構造。

【0069】

本発明では、光伝送路を伝搬する光がマルチモードとなる光伝送路とすることができ、その場合、光素子と光伝送路の位置ズレトランスを大きくとることができる。

40

【0070】

上記において、各波長多重光導波路構造は単独で構成されていてもよいし、複数のものが複数複合されて構成されていてもよい。短距離間で光伝送を行う場合には、光入射部と光反射部が1つのモジュールと一緒に設けられていてもよいし、両者がある程度、あるいはかなり離間して設けられる場合には、別々のモジュールとして設けられていてもよい。

【0071】

ここでは、波長多重光伝送構造が光導波路により構成される場合を例に述べるが、もちろん、本発明は光導波路に限らず光ファイバ等の各種光伝送路に適用される。

【0072】

図7に、本実施形態に係る光導波路21の構造例を模式的に平面図で示す。この例は、

50

2波長の光伝送を行う場合であり、左側が入射側ステーション、右側が出射側ステーションである。両ステーションは別々のモジュールとして設けられる場合もあり、同一のモジュールとして設けられる場合もある。また、同じモジュールで、それぞれのステーションを任意の組合せで含む場合もある。図7において、21は光導波路、21aは光導波路21の入射側部分、21bは光導波路21の出射側部分、22は面発光素子(VCSSEL)、23は面発光素子(VCSSEL)駆動回路、24-1、24-2は波長選択フィルター、25(25-1、25-2)は面受光素子(PD)、26は増幅器である。

【0073】

面発光素子(VCSSEL)22は隣接して設けられた2つの発光点22-1、22-2を有し、たがいに異なる波長1、2の光を発光する。この波長1、2の光は光導波路21の入射側部分21aに入射し、合波され、光導波路21中を伝送する。

10

【0074】

光導波路21の出射側部分21bは、21b-1と21b-2の2つの部分に分岐している。出射側部分21b-1に対して波長選択フィルター24-1と面受光素子(PD)25-1が設けられ、出射側部分21b-2に対して波長選択フィルター24-2と面受光素子(PD)25-2が設けられている。波長選択フィルター24-1は波長1の光は透過し、それ以外の波長の光は遮断する。一方、波長選択フィルター24-2は波長2の光は透過し、それ以外の波長の光は遮断する。

【0075】

ここで、実際に作製したポリマ光導波路の形状を図8に示す。ポリマ光導波路はコアとそれを包囲するクラッドより構成される。図8の(a)は光入射側のコアの形状を平面図で示したもので、図8の(b)は光出射側のコアの形状を平面図で示したものである。光導波路21はコアとクラッドからなり、コアとクラッドはアクリル系樹脂あるいはエポキシ系樹脂等を用い、屈折率を異ならせて構成することができる。本実施形態の一例においては、光入射側のコアは端面に向けて幅(縦)が50 μ mから90 μ mに広がったテーパ状をなしている。厚み(高さ)は50 μ mである。本実施形態においては光入射側のコアが端面に向けて幅が広がったテーパ状をなしていることが主要な特徴の一つである。詳しくは、光導波路21の光入射部分21aはその幅形状が円弧をつなげた曲面状に広がったテーパ状に形成されている。このようにすると、面発光素子22からの入射光と光導波路21の入射側部分21aとの位置ずれトレランス(許容度)を大きくすることができる。図9に挿入損失の入射位置依存性を示す。この図から入射位置トレランスが40 μ m広がっていることがわかる。光導波路21の入射側部分21aの端面から波長1と2の2波長の光が入射する。

20

30

【0076】

一方、光出射側のコアは一度テーパをつけて50 μ m幅から100 μ m幅に広げた後、Y分岐で2つに分かれている。より詳細には、光出射部分21bの分岐部分の手前のコアの幅形状は徐々に広がったテーパ状となり、また円弧をつなげた曲面状に広がった形状となっている。この円弧状の曲率は10mm以上とすると挿入損失を最小にすることができる。そして入射光を1:1に分岐できる。分岐部分の手前のコアの広がり部の長さは1000 μ m超とした。このテーパ部分の長さは、波長やコア幅、光の広がり角などの条件を考慮して設定されるが、好ましくは500 μ m以上、より好ましくは1000 μ m以上である。このY分岐における挿入損失を図10に示す。この図から、光パワーが分岐によって3dB減少するが、短距離の伝送のため十分なロスバジェットを確保することができる。

40

【0077】

上記の例では、2つの異なる波長1、2の光を入射して合波し、光導波路21よりなる光伝送路を伝送し、光出射側において、伝送してきた合波を2つに分岐させるようになっている。このようにすると、波長1による光データ送受信と波長2による光データ送受信を合わせて行うことができるため、伝送密度をより一層向上させることができる。

50

【0078】

次に、本実施形態に用いる面発光素子（VCSEL）の一例であるモノリシック2波長VCSEL100（22）の構造を図11に断面図で示す。VCSEL100は2つの隣接するメサ構造がp型GaAs基板101上に形成されている。このメサ構造は、積層の下部DBR（Distributed Bragg Reflector）層102、酸化狭窄層103、3層のQW（量子井戸構造）を持つ活性層104、第1の上部DBR層105より構成される。第1の上部DBR層105の上には、位相制御層106、積層の第2の上部DBR層107が設けられる。108は下部電極、109は上部電極である。位相制御層106の厚さを変えることで発振波長を変えることができる。

【0079】

この例のモノリシック2波長VCSEL100では、発光点間距離を約30 μ mとし、発振波長は853nmと867nmであり、発振波長に14nmの違いがあった。図12にVCSEL100の発振した様子を示す。また、図13にVCSEL100がそれぞれ8、10、13Gbpsで動作するときのアイ・ダイアグラムを示す。13Gbpsにおいても明瞭なアイ開口が得られていることがわかる。

【0080】

上記のモノリシック2波長VCSEL100と合波用ポリマ光導波路21とGI50マルチモード光ファイバ（光入射側と光出射側との間に配置）とを組み合わせたときの入射トレランスと伝送後の光波長スペクトルを調べた。入射トレランスはVCSEL100を発光させながら光導波路21をXY平面上で移動させ、光導波路21を通った後の光パワーのマップを作成して求めた。図14（a）、（b）に発光点の中心間距離が30 μ m離れたVCSEL100をそれぞれ発光させたときの光パワーマップを示す。発光位置の違いのため、光パワーの大きい濃い濃度で示された領域にシフトが見られる。図14（c）はVCSEL100の両方の発光点からの発光によるマップである。図14（d）は最大強度から-1dB以内の光パワーの領域を示す。14（d）から、VCSELチップと光導波路の1dBダウンの位置トレランスは、発光点が30 μ m離れているにも関わらず \pm 10 μ m以上が得られた。

【0081】

図15に波長の異なる近接する2つの発光点で発光させ、光導波路を伝搬した光のスペクトルを示す。波長853nmと867nmにピークが見られ、波長の異なる2つの発光点からの光が1本の光導波路のコアに入射し、伝送されていることが示され、合波が行われていることが確認された。

【0082】

図16は、3波長の光伝送を行う場合の光導波路21の模式的平面図である。この光導波路21の光入射側部分21aには波長1、2、3の3つの異なる波長の光が入射するようになっている。また、光出射側部分21bは21b-1、21b-2、21b-3の3つの部分に分岐し、それぞれ1の波長の光のみを透過させる波長選択フィルター24-1、2の波長の光のみを透過させる波長選択フィルター24-2、3の波長の光のみを透過させる波長選択フィルター24-3が設けられている。この場合も、上記の2波長の場合と同様な原理で1、2、3の3つの波長を用いた光データ送受信を合

【0083】

また、本発明によれば、4波長以上の多重波長による光データ送受信を行うことができる。

【0084】

以上、波長多重光伝送路構造を、光導波路を例に説明してきたが、本発明は光導波路に限定されず、フォトカプラ等を利用することにより光ファイバにも適用することができる。

【0085】

以上に、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記の実施形態に何ら限定さ

10

20

30

40

50

れるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において各種の変更が可能である。

【0086】

たとえば、上記の実施形態では、装着体として嵌合部材50を用いて上部構造体5を垂直方向へ着脱自在に装着し、光素子・電子部品搭載基板30の光素子40に対して上部構造体5の光伝送路を光学的に接続するようにしたが、このような機能を有する装着構造として、クランプスプリング、ネジ止め構造、板バネ構造、ラッチ構造、開閉式クランプスプリングなど、各種のものを用いることができる。

【0087】

光素子40として、レーザダイオードなどのVCSEL以外の面発光素子を用いてもよく、PINフォトダイオード以外の面受光素子を用いるようにしてもよい。

10

【0088】

上記の実施形態では、光素子・電子部品搭載基板30と配線基板70とを異方導電性シート60を介して電気接続する例を示したが、その他、光素子・電子部品搭載基板30と配線基板70との電気接続構造として、光素子・電子部品搭載基板30を配線基板70にはんだ接続した構造など、各種の構造とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】図1は、本発明の一実施形態における光モジュールを示す斜視図であり、光接続および電気接続を切り離れた状態を示す。

【図2】図2は、図1の光モジュールにおける光接続および電気接続をした状態を示す斜視図である。

20

【図3】図3は、上部構造体の上側部材、光ファイバ、および下側部材の配置状態を示した図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図4】図4は、光素子・電子部品搭載基板の斜視図である。

【図5】図5は、光素子・電子部品搭載基板の部分断面図である。

【図6】図6は、上部構造体と光素子・電子部品搭載基板とが光接続された状態を示す断面図である。

【図7】図7は、本実施形態に係る光導波路の構造例を模式的に示す平面図である。

【図8】図8は、実際に作製したポリマ導波路の形状を示す図で、(a)は光入射側のコアの形状を示す平面図、(b)は光出射側のコアの形状を示す平面図である。

30

【図9】図9は、挿入損失の入射位置依存性を示す図である。

【図10】図10は、Y分岐における挿入損失を示す図である。

【図11】図11は、モノリシック2波長VCSELの構造を示す断面図である。

【図12】図12は、モノリシック2波長VCSELが発振した様子を示す図である。

【図13】図13は、VCSELが各伝送速度で動作するときのアイ・ダイアグラムである。

【図14】図14は、VCSELのパワーマップを示す図である。

【図15】図15は、波長の異なる2つの発光点で発光させ、光導波路を伝搬した光のスペクトルを示す図である。

【図16】図16は、3波長の光伝送を行う場合の光導波路の模式的平面図である。

40

【符号の説明】

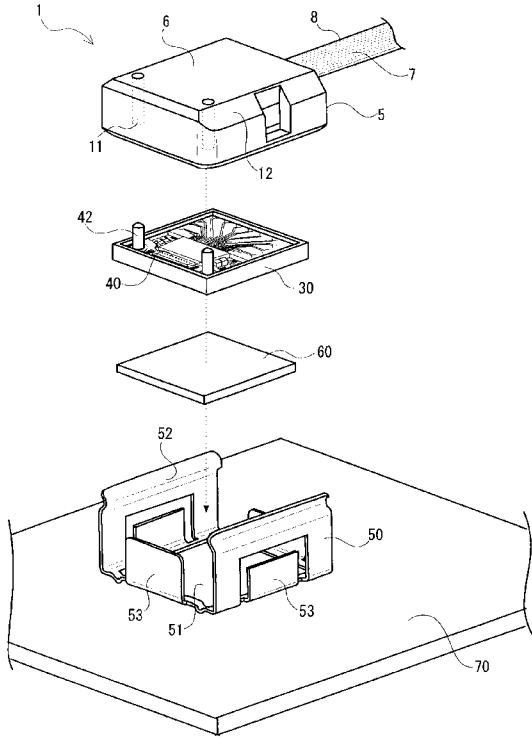
【0090】

- | | |
|-----|----------|
| 1 | 光モジュール |
| 5 | 上部構造体 |
| 6 | 保持部材 |
| 6 a | 下面 |
| 7 | 光導波路 |
| 7 a | 端面 |
| 8 | テープ状光導波路 |
| 10 | 上側部材 |

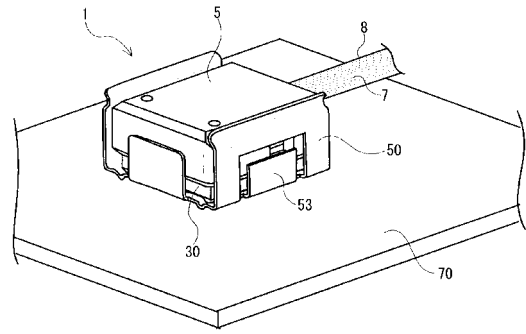
50

| | | |
|-------------------------------|---------------------|----|
| 1 1 | 位置決め穴 | |
| 1 2 | 肩部 | |
| 2 0 | 下側部材 | |
| 2 1 | 光導波路 | |
| 2 1 a | 入射側部分 | |
| 2 1 b (2 1 b - 1、2 1 b - 2) | 出射側部分 | |
| 2 2 | 面発光素子 (V C S E L) | |
| 2 2 - 1、2 2 - 2 | 発光点 | |
| 2 3 | 面発光素子駆動回路 | |
| 2 4 - 1、2 4 - 2 | 波長選択フィルター | 10 |
| 2 5 (2 5 - 1、2 5 - 2) | 面受光素子 (P D) | |
| 3 0 | 光素子・電子部品搭載基板 | |
| 3 3 | プリント配線 | |
| 3 4 | キャピティ | |
| 3 6 | 電極パターン | |
| 3 7 | ヒートスプレッダ | |
| 3 8 | 封止樹脂 | |
| 4 0 | 光素子 | |
| 4 0 a | バンブ | |
| 4 0 b | 半導体レンズ | 20 |
| 4 1 | ドライバ集積回路装置 | |
| 4 1 a | バンブ | |
| 4 2 | 位置決めピン | |
| 5 0 | 嵌合部材 | |
| 6 0 | 異方導電性シート | |
| 7 0 | 配線基板 | |

【図1】

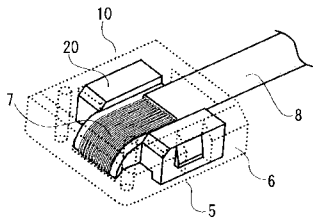


【図2】

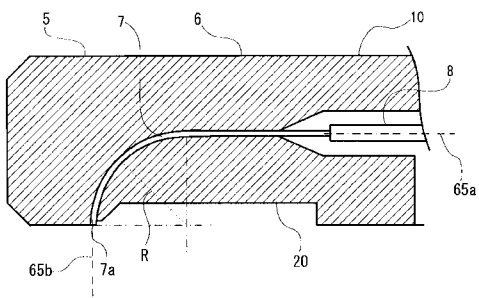


【図3】

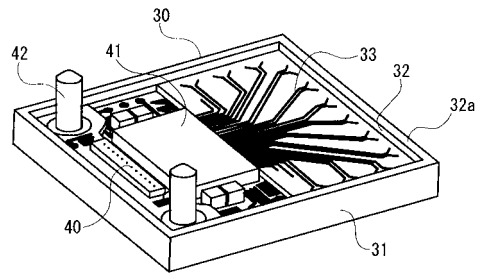
(a)



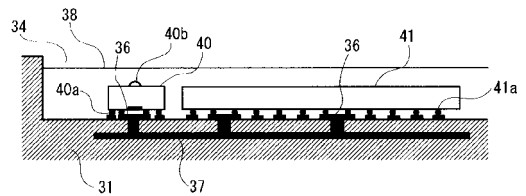
(b)



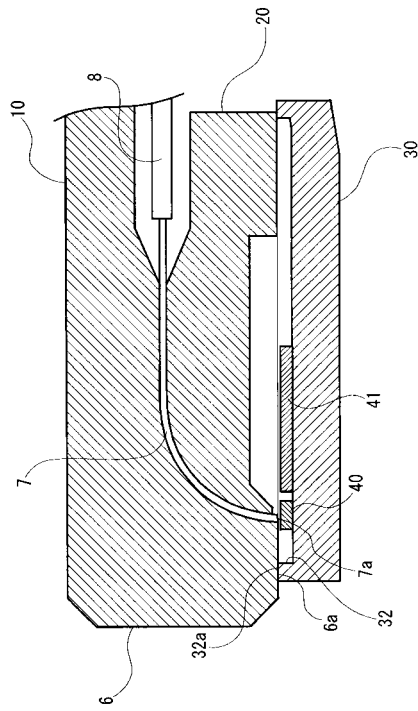
【図4】



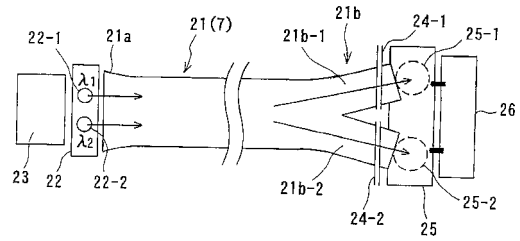
【図5】



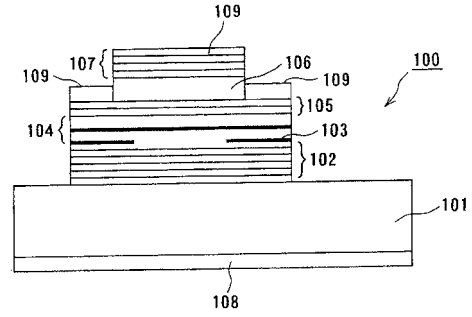
【図6】



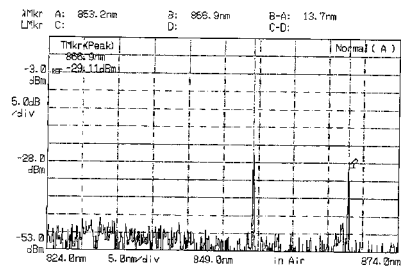
【図7】



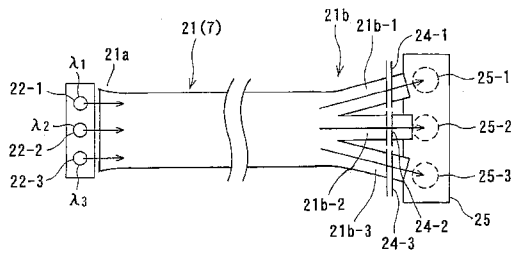
【図11】



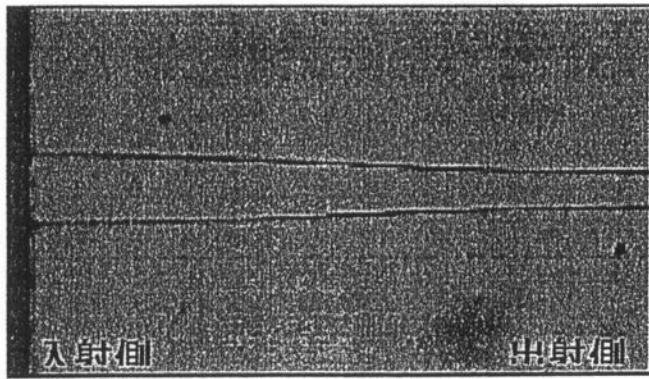
【図15】



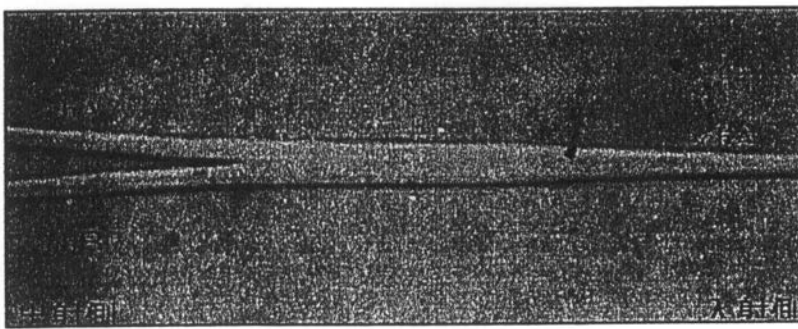
【図16】



【 図 8 】

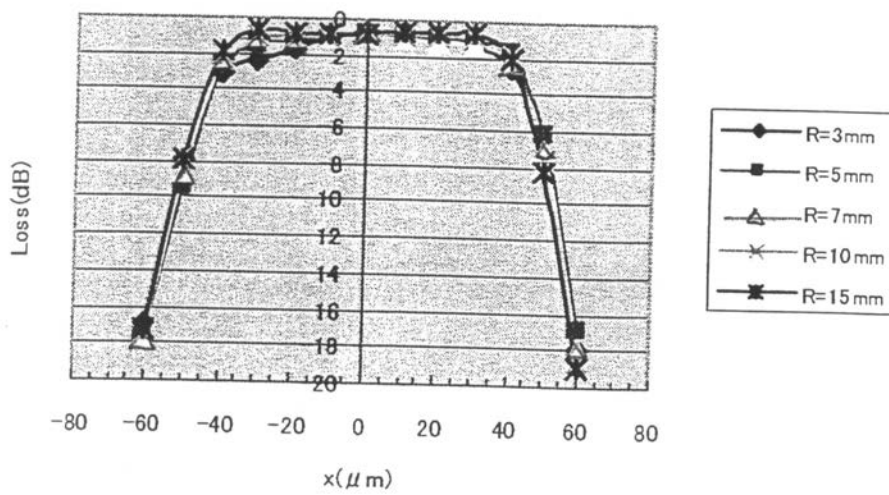


(a)

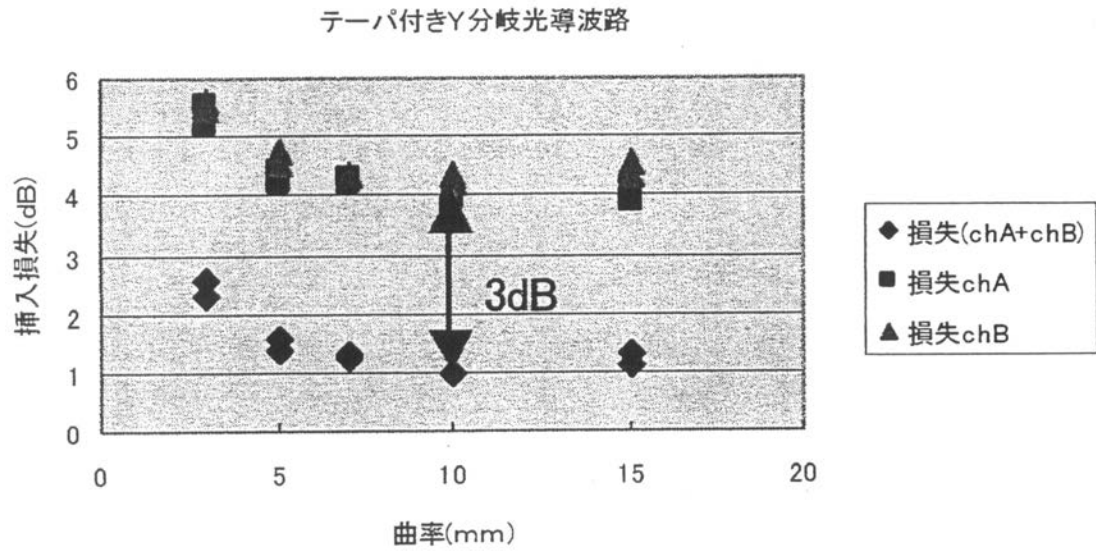


(b)

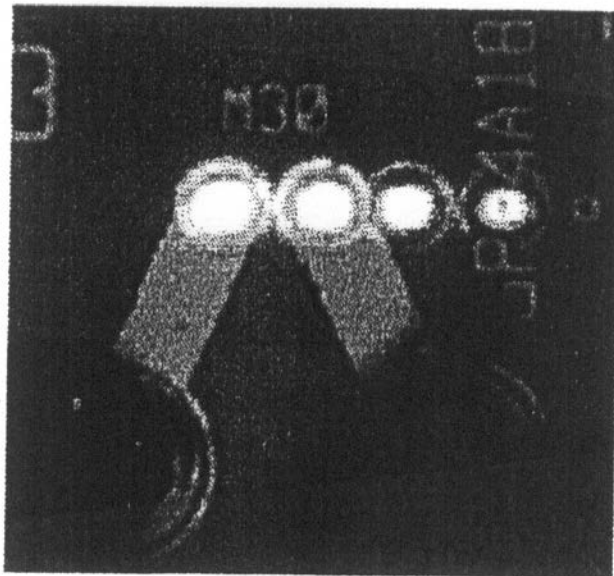
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (73)特許権者 000005186
株式会社フジクラ
東京都江東区木場1丁目5番1号
- (74)代理人 100093230
弁理士 西澤 利夫
- (72)発明者 青柳 昌宏
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 仲川 博
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 菊地 克弥
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 三川 孝
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 岡田 義邦
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 増田 宏
茨城県つくば市和台4-8 日立化成工業株式会社内
- (72)発明者 鈴木 敦
愛知県小牧市大字岩崎2-8-8 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 鈴木 貞一
神奈川県海老名市本郷2-2-74番地 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 田村 充章
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内
- (72)発明者 橋本 陽一
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 鈴木 修司
東京都品川区大崎5丁目5番2-3号 ヒロセ電機株式会社内
- (72)発明者 若園 芳嗣
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内
- (72)発明者 石川 隆朗
千葉県佐倉市六崎1-4-40番地 株式会社フジクラ内

審査官 奥田 雄介

- (56)参考文献 特開2007-271998(JP,A)
特開2007-214430(JP,A)
特開2005-164686(JP,A)
特開昭63-060572(JP,A)
特開2008-003168(JP,A)
特開昭62-141506(JP,A)
特開2005-070573(JP,A)
特開2004-348123(JP,A)
特開2005-099761(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/42