

(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2009-93101

(P2009-93101A)

(43) 公開日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 2 B 6/42 (2006.01)	G O 2 B 6/42	2 H 1 3 7
H O 1 S 5/022 (2006.01)	H O 1 S 5/022	5 F 0 8 8
H O 1 L 31/02 (2006.01)	H O 1 L 31/02 B	5 F 1 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-266033 (P2007-266033)	(71) 出願人	000153465
(22) 出願日	平成19年10月12日(2007.10.12)		株式会社日立コミュニケーションテクノロジー
			東京都品川区南大井六丁目26番3号
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	細見 和彦
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	佐川 みすず
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

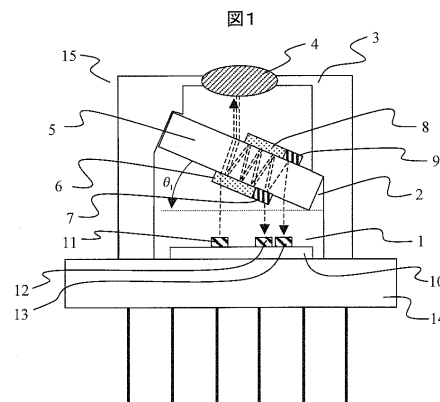
(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 低価格の光モジュールを提供する。

【解決手段】 サブマウント10上に設けられた少なくとも第1の発光素子11と第1の受光素子12と、並行平板状で通過光に対して透過性を有する第1の基板5の一面に第1の波長選択フィルタ6を有し、一の面に対向する他の面にミラー8が設けた光合分波器2とを有し、光合分波器の延在方向が、サブマウントの面に対して二次元断面で角度 θ (但し $2N$ 。 $N=0, 1, 2, \dots$ である。) だけ傾いた状態でCANパッケージ3内に固定され、第1の発光素子からの出射光は第1の波長選択フィルタおよび第1の基板を通過してキャップの外の光ファイバに入射し、光ファイバからの出射光は前記光合分波器に入射し、前記第1の波長選択フィルタで反射し、さらにミラーで反射したのち、前記光合分波器を出射して前記第1の受光素子に入射する光モジュール。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

CANステム上に設けられたサブマウントと、

前記サブマウントの一の面上に設けられた、互いにその使用波長の異なる少なくとも第 1 の発光素子と第 1 の受光素子と、

前記ステム上に固定され、かつ、その頂部に光を出し入れするための穴を有するCANキャップと又はパッケージと、

並行平板状で、かつ、通過光に対して透過性を有する第 1 の基板の一の面に第 1 の波長選択フィルタを有し、前記一の面に対向する他の面にミラーが設けた光合分波器とを有し、

10

前記光合分波器の延在方向が、前記光素子搭載基板の一の面に対して二次元断面で角度（但し $2N$ 。 $N=0, 1, 2, \dots$ である。）だけ傾いた状態で前記CANキャップ内またはパッケージ内に固定され、

前記第 1 の発光素子からの出射光は前記第 1 の波長選択フィルタおよび第 1 の基板を通過して前記キャップの外の光ファイバに入射し、

前記光ファイバからの出射光は前記光合分波器に入射し、前記第 1 の波長選択フィルタで反射し、さらに前記ミラーで反射したのち、前記光合分波器を出射して前記第 1 の受光素子に入射することを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

前記サブマウント上には第 2 の受光素子を有し、

20

前記光ファイバからの出射光は波長 λ_2 および λ_3 （但し、 $\lambda_2 < \lambda_3$ 。）の光を有する波長多重光であり、

前記光ファイバからの出射光は前記光合分波器に入射し、前記第 1 の波長選択フィルタで反射し、さらに前記ミラーで反射したのち、前記波長 λ_2 の光は前記一の面に設けた第 2 の波長選択フィルタを通過して前記光合分波器を出射して前記第 1 の受光素子に入射し、

前記波長 λ_3 の光は前記第 2 の波長選択フィルタで反射し、さらに前記ミラーで反射したのち、前記光合分波器を出射して前記第 2 の受光素子に入射することを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

30

【請求項 3】

前記光合分波器の端の部分は前記キャップ内に固定されていることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 4】

前記ファイバから出射された光が前記第 1 の波長選択フィルタで反射され、前記第 1 の波長選択フィルタに対向して配置された前記ミラーで再度反射される過程において、前記ミラーの透過・反射特性が前記第 1 の波長選択フィルタの透過帯域の光を透過する特性を持つことを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記ミラーが、光路上で前記ミラーの手前に位置する前記第 1 の波長選択フィルタと同一の波長選択フィルタであることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

40

【請求項 6】

前記第 1 の基板の基板部材が非晶質ガラス、サファイア結晶、結晶石英又はシリコンであることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 7】

前記ステムと前記キャップとを有するパッケージがメタルキャンパッケージであり、前記第 1 の基板を前記角度 θ に固定する為に、前記キャップ内壁部分に凹凸が設けられていることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 8】

前記サブマウント上に光素子が搭載されたところの実装基板の一の面に対して垂直に光を出射するように前記第 1 の発光素子は設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の

50

光モジュール。

【請求項 9】

前記光素子の出射面にレンズが設けられていることを特徴とする請求項 8 記載の光モジュール。

【請求項 10】

前記サブマウント上に一列に搭載された光素子の並び順が、各素子の使用波長の昇順あるいは降順であることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 11】

前記光ファイバ又は前記第 1 の発光素子から出射した光を前記光合分波器の前記第 1 の基板の一の面に入射角 θ_1 (但し、 $\theta_1 < 90$ 度) で入射し、出射角 θ_2 (但し、 $\theta_2 < 90$ 度) で出射し、波長選択フィルタアレイとミラーアレイとの間で入射光を多重反射していく過程で波長の異なる光を分離又は重畳するものであり、

フィルタ面とミラー面の間隔 d 、フィルタ面の水平面に対する傾き α 、外部屈折率 n_1 、筐体の屈折率 n_2 の関係が、

$$z = 2d \tan \theta_2 \cos \theta_1 \quad (100 \text{ (}\mu\text{m)})$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 12】

前記光ファイバ又は前記第 1 の発光素子から出射した光を前記光合分波器の前記第 1 の基板の一の面に入射角 θ_1 (但し、 $\theta_1 < 90$ 度) で入射し、出射角 θ_2 (但し、 $\theta_2 < 90$ 度) で出射し、波長選択フィルタアレイとミラーアレイとの間で入射光を多重反射していく過程で波長の異なる光を分離又は重畳するものであり、

フィルタ面とミラー面の間隔 d とするとき、前記第 1 の発光素子の出射光の光軸は前記光ファイバからの入射光が前記一の面上に至る光軸との距離 x は、

$$x = d \sin(\theta_2 - \theta_1) \cos \theta_2 \quad (\mu\text{m})$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 13】

前記光合分波器のフィルタアレイを構成する各フィルタが、前記光素子のすべての使用波長範囲内で所望の分離波長以上又は以下の波長の光を透過しそれ以外の光を反射する特性を持つ、エッジフィルタであって、フィルタアレイ上のエッジフィルタの並び順が分離波長の昇順あるいは降順に実装されていることを特徴とする光送受信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュールに係り、特に、複数の波長の光を合波あるいは分波する双方向光送受信モジュールの構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年情報通信分野において、光を用いて大容量のデータを高速でやりとりする通信ネットワークの整備が急速に行われつつある。中でも特にインターネットの爆発的な普及に伴うアクセス回線のブロードバンド化が加速しており、F T T H (Fiber To The Home) サービスの顕著な市場立ち上がりが見られる。F T T H の光伝送方式の中で、現在需要が増えつつあるのが、複数の加入者で 1 本のファイバを共有する P O N (passive optical network) 方式である。同方式では収容局から 1 本のファイバで送信されてきたデータを、スプリッタで 16 本から 32 本のファイバへ分岐し、各加入者宅まで分配することでファイバ敷設コストを大幅に削減可能である。また、各加入者側には端末装置として O N U (Optical Network Unit) が敷設され、収容局から加入者側への下り信号 (波長 $1.5 \mu\text{m}$) と、加入者側から収容局への上り信号 (波長 $1.3 \mu\text{m}$) を波長多重 (WDM) することにより、上りと下りの信号を同一のファイバを用いて伝送している。さらに、O N U 内には 2 波長双方向光モジュールが載置されており、上り信号送信用の発光素子 (LD: Laser Diode)、下り信号受信用の受光素子 (PD: Photo Detector)、上り / 下り信号を分離する WDM フィルタで基本

10

20

30

40

50

的に構成されている。

【 0 0 0 3 】

従来のモジュール方式を図9に示す。パッケージ108内に発光素子105、受光素子102、波長選択フィルタ107の各光部品を空間的に配置した一芯双方向(BIDI: Bi-Directional)モジュールの基本構成を示す。本方式では各光部品を独立に作製可能であるため、作製歩留まりを確保し易い。また、レンズ101、104を各々集積したCANパッケージ103、106に搭載された光素子105、102を動作させながらファイバ109と光軸調芯する、所謂アクティブアライメントで光接続可能であるため、安定した光結合効率が得られる利点がある。その反面、部品点数及び加工工数が多く、小型・低コスト化に不利な事が難点である。

10

【 0 0 0 4 】

図10に示すのは、信学技報, vol. 107, no. 7, R2007-2, pp. 7-10に開示された一芯双方向モジュールの第2の方式の基本構成を示したものである。本例においては、発光素子112、受光素子116、透明基板114上の波長選択フィルタ113、が、一つのパッケージ117内に実装されている。透明基板114は支持部材115によって所定の角度に実装されている。発光素子112、受光素子116は、レンズ111を介して、シングルモードファイバ110に光学接続される。本例の特長は全ての光学部品を一つのパッケージ内に実装しモジュールの小型化を図った点にある。しかしながら、発光素子112、受光素子116、波長選択フィルタ113を立体的に配置する必要があるのは第一の例と同様で、小型化したゆえに高精度の実装が必要となり、調芯の工程も複雑なものとなっているという問題がある。さらに、拡張性を考慮した場合、例えば3波長双方向光モジュールとした場合は、光部品数及び実装面積を少なくとも約2倍する必要がある、小型・低コスト化がますます困難となる。

20

【 0 0 0 5 】

波長の拡張性と小型化・低コスト化を両立させる為には、波長合分波器をコンパクトなスペースで行うことが必要となる。コンパクトな波長合分波器として、複数のフィルタユニットを共通の平行四辺形プリズム若しくは他の光学ブロック上に搭載する方法がある。例えば、特開昭61-103110号公報に開示の多重化デバイスにおいては、図11に示すように波長選択フィルタ127、128、129とミラー125、126の各々が、その基板を通過する光の波長に対して透明な基板124の所定の位置に互いに取り付けられる。出射光線120および入射光線121が伝播するファイバ122はロッドレンズ123を介して透明な基板124を含む合分波器と光学接続される。合分波器124中で光線は、各光学フィルタで順次、特定の波長の光は透過され、別の特定の波長の光は反射され、光はジグザクの光路を形成する。各々のフィルタでは、特定の波長の光が除去されるか若しくは付加される。しかしながら図11に開示される構成は光素子136、137、138と合分波器124がロッドレンズ130、131、132及びファイバ133、134、135を介して結合されており、部品点数が多く、小型化が難しい。

30

【 0 0 0 6 】

【特許文献1】特開昭61-103110号公報

【非特許文献1】信学技報, vol. 107, no. 7, R2007-2, pp. 7-10

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

上述したように、従来の技術では光素子の実装も含めると光部品の実装工程が多い。また、波長分波器の位置精度、特に角度ずれに対しては裕度が小さく、高精度な実装が要求されるとともに、歩留まりの確保が困難である。さらに、拡張性を考慮した場合、光部品数及び実装面積を約2倍にする必要がある、小型化と光部品の更なる高精度実装が要求されるため、歩留まりの確保がますます困難となる。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、低価格な光モジュールを提供することにある。

【 0 0 0 9 】

50

したがって、本発明の実施例の目的は1本の光ファイバで複数の波長の光を伝送する、波長多重光伝送や1芯双方向光伝送の端末機として用いられる光モジュールに関して、低損失な光学特性及び高信頼性を保ちつつ、実装工程数を大幅削減し、小型化且つ高い歩留まりを実現可能な光モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の要旨は次の通りである。

【0011】

CANシステム上に設けられたサブマウントと、

前記サブマウントの一の面上に設けられた、互いにその使用波長の異なる少なくとも第1の発光素子と第1の受光素子と、

前記システム上に固定され、かつ、その頂部に光を出し入れするための穴を有するCANキャップと、

並行平板状で、かつ、通過光に対して透過性を有する第1の基板の一の面に第1の波長選択フィルタを有し、前記一の面に対向する他の面にミラーが設けた光合分波器とを有し、

前記光合分波器の延在方向が、前記光素子搭載基板の一の面に対して二次元断面で角度（但し $2N$ 。 $N=0, 1, 2, \dots$ である。）だけ傾いた状態で前記CANキャップ内またはCANパッケージ（なお、このパッケージはCANパッケージではなく、他のパッケージでもよい。例えば、光素子が封止されたものでもよい。以下、同様である。）内に固定され、

前記第1の発光素子からの出射光は前記第1の波長選択フィルタおよび第1の基板を通過して前記キャップの外の光ファイバに入射し、

前記光ファイバからの出射光は前記光合分波器に入射し、前記第1の波長選択フィルタで反射し、さらに前記ミラーで反射したのち、前記光合分波器を出射して前記第1の受光素子に入射することを特徴とする光モジュール。

【0012】

上記課題を解決するための手段を図1を参照して説明する。図1は本発明を、三波長を用いた双方向光送受信モジュールのいわゆる光トリプレクサーと呼ばれるモジュールに応用した例である。

【0013】

図1に示すように、本発明においては、複数の光素子11、12、13（より具体的には、発光素子11と受光素子12および13。）が同一平面上に載置された光素子搭載基板1（サブマウント10上に光素子11、12、13が載ったものを、ここでは光素子搭載基板1という。）と、典型的には透明基板の表裏面に波長選択フィルタ及びミラーを搭載した波長合分波器2を用意する。基板1の一の面に対して、光素子実装面とフィルタ表面とがそれぞれ非平行な角度（ 180 度）となるように、パッケージ3内に実装する。パッケージ3内面には波長合分波器2と光素子搭載基板1が非平行に実装するための例えば凹凸を設ける。光素子搭載基板1上には互いに使用波長の異なる光素子が所定の位置に実装されている。光合分波器2は、平行な一对の対向面を持つ使用する光の波長に対して透明な材料で出来た所定の厚さの基板を支持基板とし、一对の平行な面の一方には少なくとも一種の波長選択フィルタを、他の面には第一のフィルタで選択されなかった波長の光を反射するためのミラーを設ける。この際これらのフィルタ及びミラーには光が入出射する為の窓を設ける。

【0014】

次に本発明のモジュールの作用を説明する。発光素子11から出射された波長 λ_1 の光は、第一の波長選択フィルタ6に到達する。第一の波長選択フィルタ6は λ_1 の波長を透過し、透明基板で屈折し光路を平行移動し、パッケージレンズ4を介して外部の光ファイバ（図示せず）に入射するように、発光素子11と光ファイバとが光学的に接続される。それと共に、光ファイバから出射された波長 λ_2 、 λ_3 の光が、それぞれ所定の光受光素子12、13に入射するように、光ファイバと前記光受光素子12、13とが光学的に接続される。

10

20

30

40

50

【0015】

光ファイバから出射された波長 λ_2 、 λ_3 が合波した光は、透明ガラス基板5に入射し、屈折を受けた後、第一の波長選択フィルタ6に到達する。波長 λ_2 、 λ_3 は反射されて、対向する第一のミラー8に到達する。ミラー8で反射された光は第一のフィルタ面上の最初の入射位置とは別の位置に入射する。最も素朴な設計では、ミラー8で一回反射された光は第二のフィルタに入射する構成となるが、本構成ではミラー8からの反射光は再びフィルタ6上へと入射し、フィルタ6とミラー8の間をもう一往復させる設計としている。フィルタ6とミラー8の間を二往復した光は、第二の波長選択フィルタ7に入射する。ここで波長 λ_2 と波長 λ_3 が分離され、波長 λ_2 フィルタを透過し屈折を受けて、光受光素子12に垂直に入射する。一方波長 λ_3 は第二のフィルタで反射されてミラー9へと入射する。ミラー9で反射された光はフィルタのない界面（但しARコート有）を透過し、受光素子13に入射する。

10

【0016】

以上説明したように、波長合分波器2を構成する2つの平面がファイバからの入射光および発光素子11の光軸と、垂直でない角度で実装されていることにより、波長選択フィルタアレイ及びミラーアレイに光が斜めに入射し、各フィルタと光軸の交点で特定の波長の光が除去あるいは付加される。即ち、前記2つの平面と、波長合分波器2に入射する光の光軸とが90度以外の角度、即ち、直交しない角度となるように、サブマウント10の表面に対して前記2つの平面を角度 θ_1 だけ傾けて、波長合分波器2をCANステム14またはCANキャップ3に対して取り付け。なお、図1は断面図であり、前記角度 θ_1 の値は紙面奥行き方向に変わらないことを原則とする。

20

【0017】

図2は図1の構造における波長合分器2の作用を定量的に示したものである。図2に示されるように、各波長の光の光軸の位置関係はガラス基板の厚さと角度の関数として表される。例えば、図2に示されるように、 x 、 y 、 z に関する関係である。従って設計によって一意的に定まるこの光軸の延在方向に各素子の出射端又は入射端を配置すれば、ファイバと光素子の光学的結合を取ることができる。

【0018】

このように本発明の第一の特徴はガラス基板を一度アラインメントするだけで複数のフィルタが自動的にアラインメントされるので、本発明に係る装置の実装の工程が大幅に削減される。

30

【0019】

また第二の特徴は、光素子搭載基板上にLD、PDを平面的に実装するので、従来のように立体的に実装する場合と比較して実装が大幅に簡略化され高精度実装が可能となる。調芯の際には、光素子搭載基板ごとアラインメントするので、各素子個別に調芯する場合に比べて工程数が削減できる。

【0020】

図2に示すように、サブマウント10の表面に対する基板平面のなす角度を θ_1 とした場合、基板表面の垂直方向に対するファイバあるいは光素子11からの波長合分波器2への光の入射の角度（入射角）は θ_1 である。屈折後の基板物質内での角度 θ_2 は、スネルの法則から、基板2の外の屈折率 n_1 、基板2の屈折率 n_2 を用い、 $\theta_2 = \sin^{-1}(n_1 \cdot \sin \theta_1 / n_2)$ である。

40

【0021】

このとき、基板内部での多重反射の周期 y は、透明基板の厚さを d とすると、 $2d \tan \theta_2$ で与えられる。また、この多重反射する光が、前述したような原理でフィルタにより波長分離されて入射時の光軸と垂直な平面へと出射する場合、その周期 z は $2d \sin \theta_2 \cdot \cos \theta_1$ で与えられる。周期 z は素子搭載基板上に搭載される素子の間隔に対応するので、適切な素子間隔を保てるよう d 、 θ_1 を選択する必要がある。素子のサイズは100umを下回ることはないので z の値は100um以上である必要がある。

【発明の効果】

50

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、従来よりも低価格な光モジュールを提供することが可能である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 3 】

本発明の実施例によれば、複数の波長の光を合波して送信する光送信モジュール、あるいは合波された光を波長ごとに分波して受信する光受信モジュール、あるいは一芯双方向光送受信モジュールに関して、低損失な光学特性及び高信頼性を保ちつつ、光部品数、実装工程数を大幅削減し、小型化且つ高い歩留まりを実現可能な光モジュールおよびその製造方法を提供できる。

【 0 0 2 4 】

以下に詳細に実施例を説明する。

【 0 0 2 5 】

(実施例 1)

図 1 は、本発明の第一の実施例である光モジュールの断面図である。図 1 は本発明を、三波長を用いた双方向光送受信モジュールのいわゆる光トリプレクサーと呼ばれるモジュールに応用した例である。

【 0 0 2 6 】

図 1 は C A N パッケージに実装した例で、発光素子 1 1 と受光素子 1 2 , 1 3 をサブマウント 1 0 上に搭載した光素子搭載基板 1 が C A N ステム 1 4 上に実装され、光合分波器 2 は C A N キャップ 3 に実装され、トリプレクサーモジュール 1 5 を構成している。光素子 1 1、1 2、1 3 の使用波長はそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 であり、波長の長短関係は $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ である。但し、波長の大小関係はこれに限定されるものではない。光素子は図 1 上で、使用波長の短いほうから長いほうに並べた。C A N キャップ 3 内部には光合分波器の実装を可能とするための凹凸が設けられている。但し、C A N キャップ 3 内部に光合分波器が固定できれば十分である。固定の手段は問わない。よって、凹凸を設けることは必須ではなく、凹凸ではなくて、例えば、光合分波器とパッケージ部材とが嵌合できるように、例えば、パッケージ部材に切り込みが設けられていてもよい。あるいはパッケージ部材は、凹凸と切り込みの両方を備えていてもよい。

【 0 0 2 7 】

光合分波器 2 は透明ガラス基板 5 を支持基板とし、一方の面に第一の波長選択フィルタ 6 と第二の波長選択フィルタ 7 を隣接して実装され、この面と平行な対向する面に第一のミラー 8 と第二のミラー 9 が実装されている。光合分波器の実装は、CAN キャップの凹凸への外形合わせで行い、UV 硬化樹脂で接着した。ガラス基板の材質は B K 7 で厚みは 1136 μm とした。ガラス基板は平面に対する角度が 20° となるように実装されており、図 2 中の z 、即ち多重反射のピッチの平面上への射影は 500 μm である。波長選択フィルタは Ta_2O_5 と SiO_2 からなる誘電体多層膜で構成されている。第一の波長選択フィルタ 6 は $\lambda_1 < \lambda_{th} < \lambda_2$ の分離波長 λ_{th} を持ち、この λ_{th} より短波長の光を透過し、長波長の光を反射する性質をもつフィルタ（いわゆるショートパスフィルタ）とした。第二のフィルタ 7 は、分離波長が $\lambda_2 < \lambda_{th} < \lambda_3$ のショートパスフィルタとした。第一のミラー 8 は第一の波長選択フィルタ 6 と同じものを用い、第二のミラー 9 には第二の波長選択フィルタ 7 と同じものを用いた。光素子集積化基板上の光発光素子 1 1 にはマイクロレンズを集積した垂直出射型 L D を用いた。発光素子 1 1 には端面出射型 L D を用いることも可能であるが、実装上の簡便さから垂直出射型が望ましく、光結合の容易さや部品点数削減の観点からレンズ集積型が望ましい。同様の理由で受光素子 1 2、1 3 も面入射型が望ましい。アンプやコンデンサも C A N 内に実装されるが、それらは通常の場合と同様なので図示していない。

【 0 0 2 8 】

透明基板 5 の材質は使用する波長に対して透明であれば良く限定されるものではないが、安価で加工精度の良いものが望ましい。この条件を満たすものとして本例では B K 7 を用いたが、他のガラス材料、誘電体、半導体を用いてももちろんよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

本構成例の動作を説明する。発光素子 1 1 から出射された波長 λ_1 の光は、第一の波長選択フィルタ 6 に到達する。第一の波長選択フィルタ 6 は λ_1 の波長を透過し、透明基板で屈折し光路を平行移動し、パッケージレンズ 4 を介して外部の光ファイバと光接続される。一方光ファイバから出射された波長 λ_2 、 λ_3 が合波した光は、透明ガラス基板に入射し、屈折を受けた後、第一の波長選択フィルタ 6 に到達する。波長 λ_2 、 λ_3 は反射されて、対向する第一のミラー 8 に到達する。第一のミラー 8 は第一の波長選択フィルタ 6 と同じものなので、波長 λ_2 、 λ_3 は再度反射される。ここで、ミラー 8 にフィルタ 6 と同じものを用いたのは波長 λ_1 に対する阻止能を向上させる為である。発光素子 1 1 から出射された波長 λ_1 の光は、レンズ 4 の表面やファイバ端面その他の場所でわずかに反射され、戻り光となって再び入射する。この波長 λ_1 の戻り光はわずかな光量であっても、受光素子 1 2、1 3 に入射するとノイズになる。 λ_1 の戻り光はフィルタ 6 で透過するが、わずかな量が反射される。そこでミラー 8 でもう一度透過させ、更に光量を減らしている。以上のような理由で本実施形態では、ミラー 8 にフィルタ 6 と同じものを用いているが、波長分離の仕様が厳しくない場合は、通常の波長依存性のないミラーを用いて十分である。

10

【 0 0 3 0 】

ミラー 8 で反射された光は再びフィルタ面へと入射する。最も素朴な設計では、ミラー 8 で一回反射された光は第二のフィルタに入射する構成となるが、本構成ではミラー 8 からの反射光は再びフィルタ 6 上へと入射し、フィルタ 6 とミラー 8 の間をもう一往復させる設計としている。これは、発光素子 1 1 と受光素子 1 2 の間隔を多重反射のピッチの射影より大きくするためである。高速で駆動する発光素子は、受光素子側に対するノイズ源（これを電氣的クロストークと呼ぶ）となる恐れがあるためである。電氣的クロストークその他特段の理由がない場合は、ガラス基板内の多重反射のピッチと素子の実装ピッチを一致させて反射回数を最小にする構成が望ましい。

20

【 0 0 3 1 】

フィルタ 6 とミラー 8 の間を二往復した光は、第二の波長選択フィルタ 7 に入射する。ここで波長 λ_2 と波長 λ_3 が分離され、波長 λ_2 フィルタを透過し屈折を受けて、光受光素子 1 2 に垂直に入射する。一方波長 λ_3 は反射されてミラー 9 へと入射する。ミラー 9 には、ミラー 8 の場合と同様の理由で、フィルタ 7 と同じ誘電体多層フィルタを用いる。ミラー 9 で反射された光はフィルタのない界面（但し AR コート有）を透過し、受光素子 1 3 に入射する。

30

【 0 0 3 2 】

（実施例 2）

図 3 は、本発明の第二の実施例の光モジュールの断面図である。本実施形態は、本発明を 2 波長一芯双方向（BIDI: Bi-Directional）モジュールに応用した構成例である。図 3 に示されるように BIDI モジュール 16 は、光素子搭載基板 1 と波長合分波器 2 と CAN パッケージ 3 から構成される点で第一の実施例と同様である。但し BIDI モジュールでは上り一波長、下り一波長の計二波長で送受信を行うので、光素子搭載基盤 1 に実装されている光素子は発光素子 1 1 と受光素子 1 2 のみである。また、光合分波器 2 には、フィルタ 6 とミラー 8 がそれぞれ種類づつ装着されている。

40

【 0 0 3 3 】

（実施例 3）

図 4 は、本発明の第三の実施例の光モジュールの断面図である。本実施形態は、本発明をファイバ付きの所謂ピグテイル型のモジュールに応用した例である。図 4 に示されるように、同軸方モジュール筐体 2 1 に本発明の第一の実施例のトリプレクサーモジュール 15 が実装され、更にフェルール付きファイバ 2 2 が、スリーブ 2 3 によって実装されている。本例ではピグテイル型モジュールの例を示したが、同様の構成で、レセクタブル型モジュールも構成可能である。

【 0 0 3 4 】

50

(実施例 4)

図5は、本発明の第四の実施形態の光モジュールを示す図である。本実施形態は平面型パッケージに実装した例である。図5に示すように、トリプレクサーモジュールの構成は、平面型パッケージ30に、発光素子11、光受光素子12、13をサブマウント10上に実装した光素子搭載基板1と、光号分波器2、レンズ32、シングルモードファイバ34が実装されている。図10に示されるように本実施形態では、光素子を表面実装した光素子搭載基板1を、平面型パッケージの底面から垂直に屹立する形態で実装する。平面型パッケージとしては例えばバタフライ型パッケージを用いても良い。図5に示した形態では3波長対応になっているが、更に波長数を増やしても比較的容易に対応できるのが本実装形態の特徴である。

10

【0035】

(実施例 5)

図6、図7は、本発明の第五の実施形態の光モジュールを示す図である。本モジュールは光素子のみを予め一つのパッケージにまとめ、これと光合分波器を別のパッケージに実装したのが特徴である。本モジュールの構成は、図5に示すように、平面型パッケージ40に、光素子搭載CANパッケージ41と、光合分波器2とレンズ32とシングルモードファイバ34が実装されている。光素子搭載CANパッケージ41の構成は図6に示す通りで、光素子11、12、13が搭載された光素子搭載基板1が実装されている。本例では平面型パッケージの例を示したが、平面型以外のモジュール筐体、例えば同軸型のパッケージを用いてもよい。

20

【0036】

(実施例 6)

図8は、本発明の第六の実施形態の光モジュールを示す図である。本実施形態はCANパッケージのキャップの窓部に光合分波器を実装した例である。通常CANモジュールのキャップにはパッケージレンズや平板ガラスが実装されている。図8に示すように、本例のモジュールでは、CANパッケージの上面がCANステム14に対して非平行な角度をなしており、その窓部に光合分波器2を実装することで、光合分波器2が光素子搭載基板1と非平行に保つことを実現している。窓部が傾斜した斜めCANは広く用いられているものであるから、本例のCANパッケージ40の作製には特段のコストを必要としない。光合分波器2のCANパッケージ40への実装方法としては例えば低融点ガラスを用いてもよい。

30

図5では、光合分波器2でCANパッケージの窓を封じる構造の例を示したが、通常の平板ガラスで窓を封じ、その平板ガラスの下面あるいは上面に光合分波器2を貼り付ける構造としてもよい。

【0037】

なお、図面中で使用する符号の説明は次の通りである。

1...光素子搭載基板、2...波長合分波器、3...CANパッケージ、4...レンズ、5...ガラス基板、6...第一の波長選択フィルタ、7...第二の波長選択フィルタ、8...第一のミラー、9...第二のミラー、10...サブマウント、11...発光素子、12,13...受光素子、14...CANステム、15...トリプレクサーモジュール、16...BiDiモジュール、21...ピグテイルモジュール筐体、22...シングルモードファイバ、23...スリーブ、30...平面型モジュール筐体、32...レンズ、34...シングルモードファイバ、41...光素子搭載CANパッケージ、50...斜めCANパッケージ、101,104...レンズ、102...受光素子、103,106...CANパッケージ、105...発光素子、107...波長選択フィルタ、108...パッケージ、109...シングルモードファイバ、110...シングルモードファイバ、111...レンズ、112...発光素子、113...波長選択フィルタ、114...透明基板、115...支持部材、116...受光素子、117...パッケージ、120...出射光、121...入射光、122,133,134,135...ファイバ、123,130,131,132...ロッドレンズ、124...波長合分波器、125,126...ミラー、127,128,129...波長選択フィルタ、136,137,136...半導体発光素子あるいは受光素子。

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】図 1 は、本発明の第一の実施例である三波長双方向光送受信モジュールの断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の第一の実施例の光モジュールの作用を説明した図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第二の実施例である二波長双方向光送受信モジュールの断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第三の実施例の光モジュールの断面図であり、第一から第二の実施例の光モジュールをシングルモードファイバと結合する場合のパッケージの構造例を示した図である。

10

【図 5】図 5 は、本発明の第四の実施例の平面型光モジュールの構成図である。

【図 6】図 6 は、本発明の第五の実施例である光モジュールの構成図である。

【図 7】図 7 は、本発明の第五の実施例である光モジュールを構成する光素子パッケージの断面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第六の実施例の光モジュールの断面図である。

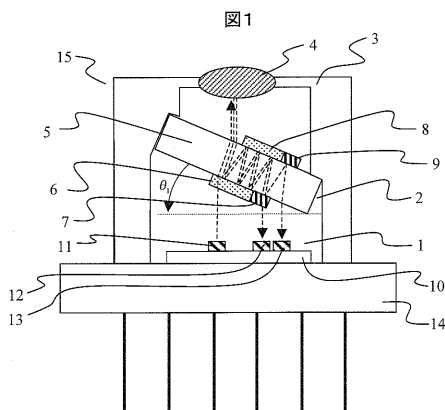
【図 9】図 9 は、従来モジュールの第 1 の方式である、BIDIモジュールの基本構成図である。

【図 10】図 10 は、従来モジュールの第 2 の方式である、ワンパッケージBIDIモジュールの基本構成図である。

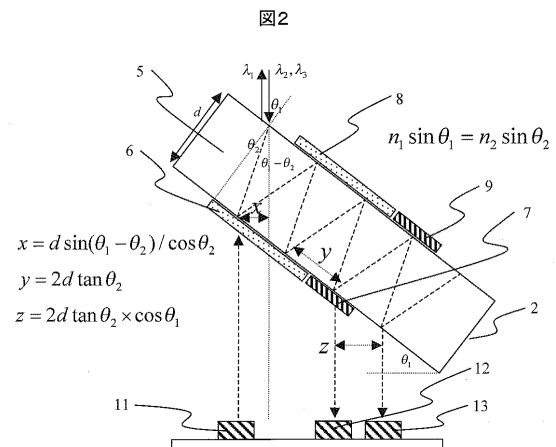
【図 11】図 11 は、従来技術の光合分波器の基本構成である。

20

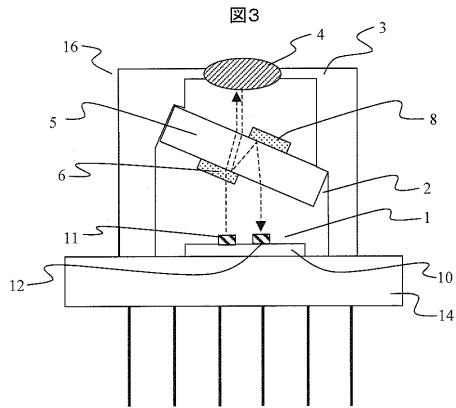
【図 1】



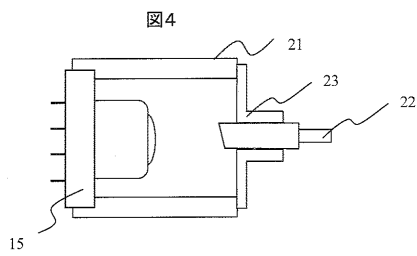
【図 2】



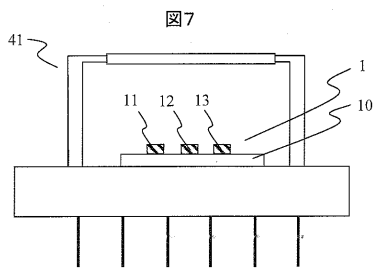
【 図 3 】



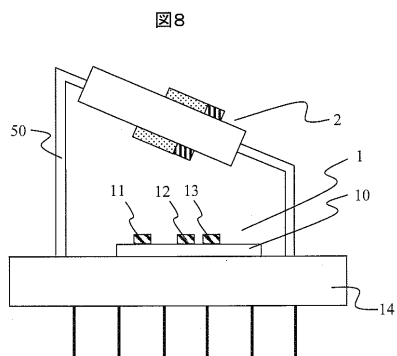
【 図 4 】



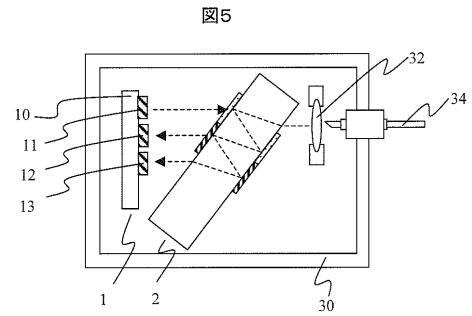
【 図 7 】



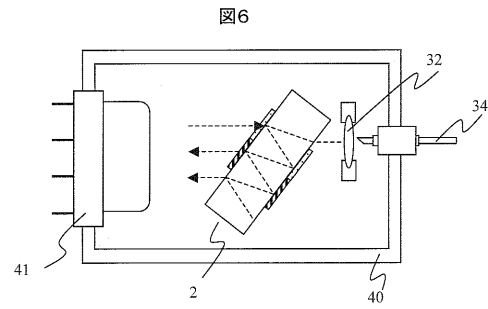
【 図 8 】



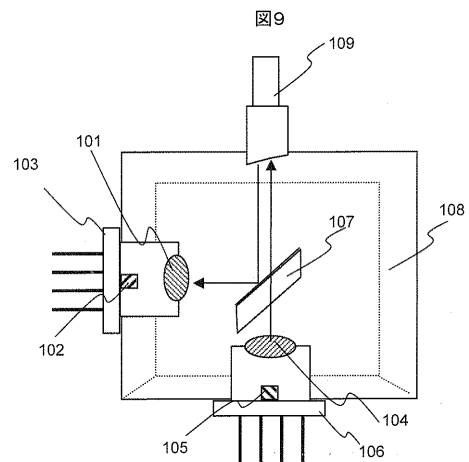
【 図 5 】



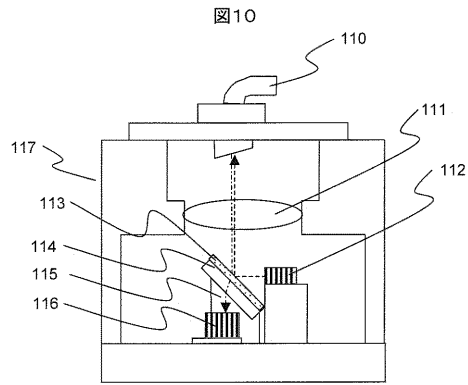
【 図 6 】



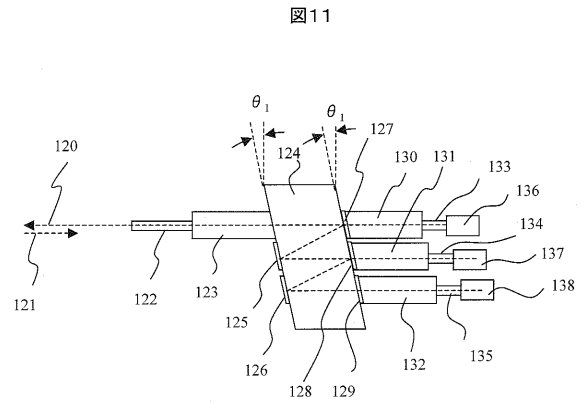
【 図 9 】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 菅原 俊樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 青木 雅博

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 BA01 BB02 BB12 BB17 BB22 BB27 BC02
BC32 BC51 CA15C FA00 FA01 FA06
5F088 BA16 BB01 JA03 JA07 JA12 JA13 JA14
5F173 MA02 MB01 MB05 MC01 MC02 MC23 MC26 ME03 ME22 ME24
ME32 ME85 ME86 ME87 ME88 MF03 MF12 MF27 MF39