

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6880733号
(P6880733)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月10日(2021.5.10)

(51) Int.Cl. F I
GO2B 6/42 (2006.01) GO2B 6/42
HO1S 5/022 (2021.01) HO1S 5/022
HO1L 31/0232 (2014.01) HO1L 31/02 D

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-256126 (P2016-256126)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成28年12月28日 (2016.12.28)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-109656 (P2018-109656A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成30年7月12日 (2018.7.12)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	令和1年11月21日 (2019.11.21)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100136722
			弁理士 ▲高▼木 邦夫
		(74) 代理人	100174399
			弁理士 寺澤 正太郎
		(74) 代理人	100182006
			弁理士 湯本 譲司

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】

基板と、
 前記基板の表面に実装される発光素子と、
 前記基板の前記表面に実装される受光素子と、
 前記基板上に搭載され、前記発光素子から放出される光の一部を前記受光素子に導くブ
 ロックと、を備え、

前記ブロックは、
 前記発光素子から放射された光をコリメート光に変換するコリメートレンズと、
 前記コリメートレンズによって変換されたコリメート光を2つの光に分岐する分岐部と

10

、
 前記分岐部において分岐された一方の光を光導波部材に集光する第1の集光レンズと、
 前記分岐部において分岐された他方の光を反射するミラーと、
 前記ミラーによって反射された光を屈折させる屈折部と、
 前記屈折部によって屈折された光を前記受光素子に集光する第2の集光レンズと、
 を有し、

前記屈折部は、前記ミラーによって反射された光を前記第2の集光レンズに導く第1の
 面と、前記ミラーによって反射された光を前記第2の集光レンズから逸らす第2の面と、
 を有し、

前記屈折部は、前記第2の面を含む突起部を有し、

20

前記第2の集光レンズの直径は、前記ミラーによって反射された光のうち前記突起部に当たった光が前記第2の集光レンズに入射しない程度に小さい値とされている、光モジュール。

【請求項2】

前記分岐部は、前記コリメート光の入射角が前記ブロックの有する臨界角以上となり前記コリメート光を全反射させて前記コリメート光を前記第1の集光レンズに導く第3の面と、前記コリメート光の入射角が前記ブロックの有する臨界角未満となり前記コリメート光を透過させて前記コリメート光を前記ミラーに導く第4の面と、を有する、請求項1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】

【0002】

特許文献1には、レンズアレイ、光電変換装置及び光ファイバを備えた光モジュールが記載されている。光電変換装置は、半導体基板と、半導体基板に実装された複数の発光素子と、半導体基板に発光素子と同数配置された受光素子と、を備えている。レンズアレイは、発光素子からの光を受光する第1のレンズ面と、第1のレンズ面からの光を全反射させる全反射面と、全反射面からの光を反射及び透過させる反射/透過層と、反射/透過層を透過した光を光ファイバに集光させる第2のレンズ面と、反射/透過層を反射した光を受光素子に集光させる第3のレンズ面と、を備えている。光ファイバ、第1のレンズ面、第2のレンズ面及び第3のレンズ面は、発光素子及び受光素子と同数配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-133807号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来の10Gbpsの伝送速度の光モジュールでは、前述した受光素子とレンズ面との位置合わせの誤差が、受光素子が実装された面内において30 μ m程度まで許容されていた。この程度の許容量であれば、受光素子とレンズ面との位置関係を製造時に許容範囲内に収めることができている。しかしながら、近年、光通信分野での伝送速度の高速化に伴い、光モジュールの各部品の小型化が進行している。25Gbps以上の伝送速度の光モジュールでは、例えば、フォトダイオードの広帯域化に伴って受光素子の受光径が小さくなり、受光素子とレンズ面との位置合わせの誤差は、受光素子が実装された面内において10 μ m程度までしか許容されなくなっている。

【0005】

また、前述したレンズアレイは樹脂製であり、成型されるレンズアレイの各レンズは数 μ m程度のピッチのばらつきを有する。また、受光素子はダイボンダ等によって基板上に実装されるが、ダイボンダでは、受光素子の実装精度として受光素子の実装される面(実装面)内で10 μ m程度のばらつきを生じうる。このように、レンズアレイの成型、半導体基板上への受光素子の実装、及び半導体基板上へのレンズアレイの搭載によって、実装面で10 μ mより大きいばらつきが生じる可能性がある。この場合、受光素子とレンズとの位置合わせの誤差が許容量を超えるので、受光素子に対する光のずれが発生し、例えば、隣接する受光素子に光が入り込み、迷光が生じうるという問題がある。迷光は、隣接する受光素子が本来受信する光信号に対して余分なノイズを与えることとなり、隣接する受光素子の受信性能を劣化させる。また、自身の受光素子においても、隣接する受光素子が受信すべき光の一部を迷光として受けると、それがノイズとなり、自身の受信性能を劣化

10

20

30

40

50

させる。このように、互いに隣接する受光素子において、迷光は受光素子の受信性能を相互に劣化させる要因と成り得る。

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる問題に鑑みてなされたものであり、迷光を抑制することができる光モジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記問題を解決するため、本発明の一側面に係る光モジュールは、基板と、基板の表面に実装される発光素子と、基板の表面に実装される受光素子と、基板上に搭載され、発光素子から放射された光をコリメート光に変換するコリメートレンズと、コリメートレンズによって変換されたコリメート光を2つの光に分岐する分岐部と、分岐部において分岐された一方の光を光導波部材に集光する第1の集光レンズと、分岐部において分岐された他方の光を反射するミラーと、ミラーによって反射された光を屈折させる屈折部と、屈折部によって屈折された光を受光素子に集光する第2の集光レンズと、を有し、屈折部は、ミラーによって反射された光を第2の集光レンズに導く第1の面と、ミラーによって反射された光を第2の集光レンズから逸らす第2の面と、を有する。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明の一側面によれば、迷光を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る光モジュールを示す断面図である。

【図2】図2は、図1の光モジュールのブロックを示す斜視図である。

【図3】図3は、図2のブロックを図2とは異なる方向から見た斜視図である。

【図4】図4は、図1の光モジュールの分岐部を拡大した図である。

【図5】図5は、図4の分岐部を示す平面図である。

【図6】図6は、図4の分岐部の各面を拡大した図である。

【図7】図7は、図1の光モジュールを示す断面図である。

【図8】図8は、図1の光モジュールの屈折部を示す図である。

30

【図9】図9は、図8の屈折部及び発光素子を示す図である。

【図10】図10は、図8の屈折部及び発光素子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

[本願発明の実施形態の説明]

最初に、本発明の実施形態の内容を列記して説明する。本発明の一実施形態に係る光モジュールは、基板と、基板の表面に実装される発光素子と、基板の表面に実装される受光素子と、基板上に搭載され、発光素子から放射される光の一部を受光素子に導くブロックと、を備え、ブロックは、発光素子から放射された光をコリメート光に変換するコリメートレンズと、コリメートレンズによって変換されたコリメート光を2つの光に分岐する分岐部と、分岐部において分岐された一方の光を光導波部材に集光する第1の集光レンズと、分岐部において分岐された他方の光を反射するミラーと、ミラーによって反射された光を屈折させる屈折部と、屈折部によって屈折された光を受光素子に集光する第2の集光レンズと、を有し、屈折部は、ミラーによって反射された光を第2の集光レンズに導く第1の面と、ミラーによって反射された光を第2の集光レンズから逸らす第2の面と、を有する。

40

【 0 0 1 1 】

この光モジュールでは、発光素子から放出された光は、コリメートレンズによってコリメート光に変換され、コリメート光は、分岐部において分岐される。分岐された一方の光は、第1の集光レンズを介して光導波部材に集光される。また、分岐部において分岐され

50

た他方の光は、ミラ - に到達して反射され、屈折部及び第 2 の集光レンズを介して受光素子に入射する。屈折部は、ミラーによって反射された光を第 2 の集光レンズに導く第 1 の面と、ミラーによって反射された光を第 2 の集光レンズから逸らす第 2 の面と、を有する。従って、第 1 の面に入射した光は、屈折部によって第 2 の集光レンズに導かれる。よって、第 1 の面に入射した光を第 2 の集光レンズを介して確実に対応する受光素子に入射させることができる。一方、第 2 の面に入射した光は、屈折部によって第 2 の集光レンズから逸らされる。従って、第 1 の面に入射した光を確実に対応する受光素子に集光させることができると共に、第 2 の面に入射した光を確実に受光素子から逸らすことができる。よって、隣接する受光素子に光が入り込む事態を回避することができるので、迷光を抑制することができる。

10

【 0 0 1 2 】

上記の光モジュールにおいては、屈折部は、第 2 の面を含む突起部を有し、第 2 の集光レンズの直径は、ミラーによって反射された光のうち突起部に当たった光が第 2 の集光レンズに入射しない程度に小さい値とされていてもよい。ミラーによって反射された光のうち突起部に当たった光が入射しない程度に第 2 の集光レンズの直径を小さくした場合、本来の光路からずれて突起部に当たった光が第 2 の集光レンズに入射しないようにすることができる。従って、隣接する受光素子への光の入り込みを一層確実に回避できるので、迷光を一層確実に抑制できる。

【 0 0 1 3 】

上記の光モジュールにおいては、分岐部は、コリメート光の入射角がブロックの有する臨界面以上となりコリメート光を全反射させてコリメート光を第 1 の集光レンズに導く第 3 の面と、コリメート光の入射角がブロックの有する臨界面未満となりコリメート光を透過させてコリメート光をミラーに導く第 4 の面と、を有してもよい。分岐部が第 3 の面と第 4 の面とを有する場合、ブロックによって確実にコリメート光を分岐することができる。

20

【 0 0 1 4 】

[本願発明の実施形態の詳細]

本発明の実施形態に係る光モジュールの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明は、これらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において、同一又は相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

30

【 0 0 1 5 】

図 1 は、光モジュール 1 を示す断面図である。光モジュール 1 は、複数の光信号を送信することが可能なモジュールである。光モジュール 1 は、例えば、光トランシーバの内部に設けられており、MTコネクタ 2 に内蔵された光ファイバ 3 (光導波部材) を介して光トランシーバの光レセプタクルと光学的に結合される。光ファイバ 3 は、例えば、マルチモードファイバであるが、シングルモードファイバ又は他の光導波部材であってもよい。

【 0 0 1 6 】

光モジュール 1 は、樹脂製のブロック 10 と、基板 20 とを備えている。基板 20 は、例えば、プリント基板である。ただし、基板 20 はプリント基板に限定されず、半導体基板であっても良い。基板 20 の表面には光学デバイス及び電子デバイスが実装されている。ブロック 10 は、基板 20 上に搭載されており、基板 20 上に実装されている光学デバイス及び電子デバイスの上を覆っている。

40

【 0 0 1 7 】

基板 20 に実装されている光学デバイスは、例えば、発光素子 21 及び受光素子 22 である。発光素子 21 は、例えば、半導体レーザダイオードの一種である VCSEL (垂直共振型面発光レーザ) である。受光素子 22 は、モニタ用のフォトダイオードである。また、基板 20 には、発光素子 21 を駆動させるための回路 (駆動回路) と、受光素子 22 を含む各種フォトダイオードから出力される電気信号を増幅するための回路 (増幅回路)

50

とが設けられている。なお、基板 20 にはそれらの回路以外の回路がさらに設けられていても良い。

【0018】

図 2 は、ブロック 10、発光素子 21、受光素子 22、23 を示す斜視図である。受光素子 23 は、例えば、MT コネクタ 2 に内蔵された光ファイバ 3 を介して与えられる光信号を受信するフォトダイオードである。また、ブロック 10 は、発光素子 21 から放射される光を透過させる透明樹脂によって構成されており、例えば、ULTEM (登録商標) によって構成されている。ブロック 10 の光の屈折率は、例えば 1.64 である。なお、発光素子 21、受光素子 22、23 は基板 20 に実装されているが、図 2 において、それらの素子の位置を明確に示すために基板 20 は図示されていない。

10

【0019】

図 3 は、ブロック 10 を示す斜視図である。図 2 及び図 3 に示されるように、ブロック 10 は、前面 11 と、底面 12 と、上面 13 とを有する。前面 11 は、その中央部に光学ポート 11a を露出させている。光学ポート 11a には、発光素子 21 に対応するレンズアレイ 14 と、受光素子 23 に対応するレンズアレイ 24 とが露出している。前面 11 は、光学ポート 11a を介して光ファイバ 3 と接続することができる。

【0020】

レンズアレイ 14 は、複数の集光レンズ 14a (第 1 の集光レンズ) によって構成されている。各集光レンズ 14a は、ブロック 10 と共に一体成形されている。レンズアレイ 24 は、複数のコリメートレンズ 24a によって構成されており、各コリメートレンズ 24a もブロック 10 と共に一体成形されている。集光レンズ 14a の数は、発光素子 21 の数と同じになるように設定されるが、それよりも多くても良い。コリメートレンズ 24a の数は、受光素子 23 の数と同じになるように設定されるが、それよりも多くても良い。なお、ここでは、コリメート光を入射して光を集光させるためのレンズを集光レンズと言い、発光素子 21 から放射された光をコリメート光に変換するためのレンズをコリメートレンズと言う。それぞれの用途の違いからレンズの形状や焦点距離等が異なる場合があるが、いずれも光学レンズである。

20

【0021】

光学ポート 11a には、前述した MT コネクタ 2 の光ファイバ 3 が光学的に接続される。光学的な接続によって、例えば、集光レンズ 14a によって集光された光が光ファイバ 3 に効率良く入射され、集光レンズ 14a と光ファイバ 3 とが光学的に結合した状態 (光結合) が得られる。また、光学ポート 11a に対する MT コネクタ 2 の位置を規定するため、レンズアレイ 14、24 の各レンズが並ぶ方向の両側 (外側) には、一对のガイドピン 15 が設けられている。光学ポート 11a の外周には段差 11b が設けられており、段差 11b の外縁は、各角部が円形とされた平行四辺形状である。ガイドピン 15 の位置は、MT コネクタの形状に合わせて上述の光結合の効率が良くなるように設定される。

30

【0022】

ブロック 10 の底面 12 は、凹状の収容部 16 を有する。収容部 16 は、基板 20 の実装面に実装されている発光素子 21 及び受光素子 22、23 等の光デバイスを覆うように設定される。収容部 16 が覆う基板 20 上の領域には、発光素子 21 及び受光素子 22、23 等の光学デバイス以外に、発光素子 21 を駆動する駆動回路 (ドライバ) と、受光素子 22 から出力される電気信号を増幅する増幅器 (トランスインピーダンス増幅器) 等が収容される。収容部 16 がブロック 10 の内部に向かって凹状の形状となっていることで、ブロック 10 の底面 12 が基板 20 の実装面と接して配置された場合でも、それらの光学デバイス (発光素子 21 及び受光素子 22、23 等) や電子デバイス (上述の駆動回路や増幅回路) が基板 20 に実装されている状態にて、それらのデバイスの上面、実装面の法線方向にスペースを確保して、それらのデバイスがブロック 10 と接触するのを防ぐことができる。

40

【0023】

収容部 16 が覆う基板 20 の実装面上の領域には、さらに発光素子 21 から出力される

50

光パワーを制御する制御回路が収容されてもよく、この制御回路は、例えば、A P C (Automatic Power Control) 回路である。A P C 回路は、受光素子 2 2 からの出力を受け取って発光素子 2 1 に供給する駆動電流を制御する。A P C 回路は、受光素子 2 2 が受光した光 (モニタ光) の強度に応じて駆動電流を制御し、この駆動電流の増減により発光素子 2 1 が放射する光の強度を制御する。例えば、モニタ光の強度が所定の値よりも小さいときには駆動電流を増やして発光素子が放射する光の強度を増やし、反対に、モニタ光の強度が所定の値よりも大きいときには駆動電流を減らして発光素子が放射する光の強度を減らすことで、発光素子が放出する光の強度を一定値に保つことができる。

【 0 0 2 4 】

発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 , 2 3 は、複数のレンズの配列方向である横方向に沿って基板 2 0 の実装面上に配置されている。つまり、発光素子 2 1 と受光素子 2 2 , 2 3 は、ブロック 1 0 に結合される M T コネクタ 2 の光ファイバ 3 の光軸に対して垂直な横方向 (実装面と並行な方向) に延びている。例えば、互いに直交する X 軸, Y 軸, Z 軸の 3 つの軸に対応させて説明すると、光ファイバ 3 の光軸を Z 軸方向とし、基板 2 0 の法線を Y 軸方向とすると、発光素子 2 1 と受光素子 2 2 , 2 3 は X 軸方向に沿って配置されている。ブロック 1 0 の底面 1 2 には、3 つのレンズアレイ 1 7 , 1 8 , 2 5 が設けられており、レンズアレイ 1 7 , 1 8 , 2 5 は、発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 , 2 3 に沿って横方向に延びている。すなわち、基板 2 0 の実装面に実装された発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 , 2 3 のそれぞれの並んだ方向に沿って、レンズアレイを構成する個々のレンズとそれぞれの素子とが一対一で対応 (対向) するように配置されている。

【 0 0 2 5 】

前面 1 1 に近い側のレンズアレイ 1 8 は、受光素子 2 2 に上下方向 (実装面の法線方向) に対向している。前面 1 1 から離れた側のレンズアレイ 1 7 , 2 5 は、発光素子 2 1 及び受光素子 2 3 のそれぞれに上下方向 (実装面の法線方向) に対向している。レンズアレイ 1 7 , 1 8 , 2 5 は、光学ポート 1 1 a に形成されたレンズアレイ 1 4 , 2 4 と同様、ブロック 1 0 に一体成形によって形成されている。

【 0 0 2 6 】

ブロック 1 0 の底面 1 2 には、2 つのガイドピン 1 9 が設けられている。各ガイドピン 1 9 は、基板 2 0 に対するブロック 1 0 の位置を固定するために設けられる。各ガイドピン 1 9 は、基板 2 0 の表面 (実装面) に形成された孔に挿入され、これによりブロック 1 0 の位置を固定する。このとき、ブロック 1 0 におけるガイドピン 1 9 の位置と基板 2 0 の実装面に形成された孔の位置は、上述したように、ブロック 1 0 に形成された各レンズアレイを構成するレンズと光デバイス (発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 , 2 3) とがそれぞれ対向するように設定される。また、ブロック 1 0 の上面 1 3 には、発光素子 2 1 からの光を、ブロック 1 0 の内部において反射させるミラー 4 0 が露出している。ミラー 4 0 については後に詳述する。

【 0 0 2 7 】

発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 , 2 3 は、それぞれレンズアレイ 1 7 , 1 8 , 2 5 に対応して配置される。レンズアレイ 1 7 は 4 つのコリメートレンズ 1 7 a を含んでおり、レンズアレイ 1 8 は、4 つの集光レンズ 1 8 a (第 2 の集光レンズ) を含んでおり、レンズアレイ 2 5 は 4 つの集光レンズ 2 5 a を含んでいる。各コリメートレンズ 1 7 a は発光素子 2 1 に対向し、各集光レンズ 1 8 a は受光素子 2 2 に対向し、各集光レンズ 2 5 a は受光素子 2 3 に対向している。ここで、対向しているというのは、例えば、発光素子 2 1 から放射された光がコリメートレンズ 1 7 a に入射して所定のコリメート光に変換されるように、発光素子 2 1 とコリメートレンズ 1 7 a とがほぼ同じ光軸上に配置されていることに相当する。また、集光レンズ 1 8 a に入射したコリメート光が受光素子 2 2 の受光径の中心部に集光されるように、集光レンズ 1 8 a と受光素子 2 2 とがほぼ同じ光軸上に配置されていることに相当する。同様に、集光レンズ 2 5 a に入射したコリメート光が受光素子 2 3 の受光径の中心部に集光されるように、集光レンズ 2 5 a と受光素子 2 3 とがほぼ同じ光軸上に配置されていることに相当する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

次に、発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 と、ブロック 1 0 と、MTコネクタ 2 に内蔵された光ファイバ 3 との間における光結合について説明する。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示されるように、発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 は、基板 2 0 の実装面上に実装され、上部（上面 1 3 側）をブロック 1 0 の収容部 1 6 に覆われている。発光素子 2 1 からは、基板 2 0 の実装面の垂直方向（法線方向）に光信号が出射する。前述したように、ブロック 1 0 の表面にはレンズアレイ 1 7 のコリメートレンズ 1 7 a が一体成形されているので、発光素子 2 1 からの光はコリメートレンズ 1 7 a を介してブロック 1 0 に入射する。コリメートレンズ 1 7 a に入射した発光素子 2 1 から放射された光は、コリメートレンズ 1 7 a によってコリメート光 L に変換される。

10

【 0 0 3 0 】

ブロック 1 0 は、コリメートレンズ 1 7 a によって変換されたコリメート光 L を 2 つの光に分岐する分岐部 3 0 と、分岐部 3 0 に屈折されて分岐された一方の光 L 2 が入射するミラー 4 0 と、ミラー 4 0 によって反射された光 L 2 を屈折する屈折部 5 0 と、を更に備える。分岐部 3 0 に反射されて分岐された他方の光 L 1 は、前述したレンズアレイ 1 4 の集光レンズ 1 4 a に導かれ、集光レンズ 1 4 a によって MT コネクタ 2 の光ファイバ 3 に集光され入射される。

【 0 0 3 1 】

分岐部 3 0 を透過して分岐された一方の光 L 2 は、ミラー 4 0 に導かれ、ミラー 4 0 において反射された光 L 2 は屈折部 5 0 に入射する。屈折部 5 0 からの光 L 2 は、レンズアレイ 1 8 の集光レンズ 1 8 a に到達し、集光レンズ 1 8 a によって受光素子 2 2 に集光され入射される。分岐部 3 0 及び屈折部 5 0 については後に詳述する。

20

【 0 0 3 2 】

図 4 は、ブロック 1 0 の分岐部 3 0 を拡大した図である。図 4 に示されるように、分岐部 3 0 は、コリメート光 L に含まれる光 L 1 , L 2 の光路に対して 4 5 ° の角度を成す面 3 1（第 3 の面）と、光 L 1 , L 2 の光路に対して 4 5 ° よりも大きい角度を成す面 3 2（第 4 の面）とを有する。コリメートレンズ 1 7 a から来て面 3 1 に入射した光 L 1 は、面 3 1 において全反射し、集光レンズ 1 4 a を介して光ファイバ 3 に集光される。一方、コリメートレンズ 1 7 a から来て面 3 2 に入射した光 L 2 は、分岐部 3 0 を透過してミラー 4 0 に導かれる。

30

【 0 0 3 3 】

図 5 は、分岐部 3 0 を示す平面図である。図 5 に示されるように、分岐部 3 0 において、前述した面 3 1 , 3 2 のそれぞれは直線状に延びている。分岐部 3 0 には、複数の面 3 1 と、複数の面 3 2 とが交互に形成されている。図 5 の平面図は、面 3 1 の法線方向から見た様子を示している。分岐部 3 0 では、例えば、複数の面 3 2 同士の間隔を狭くして多くの面 3 2 を配置するか、又は、一つの面 3 2 の幅を広くすることにより、ミラー 4 0 に導かれる光 L 2 の割合を増やすことができる。また、面 3 2 同士の間隔を広くして面 3 2 の数を減らすか、又は、一つの面 3 2 の幅を狭くすることにより、ミラー 4 0 に導かれる光 L 2 の割合を減らすことができる。すなわち、発光素子 2 1 から放射された光のうち、通信のために分岐部 3 0 によって反射され光ファイバ 3 に入射される光（光信号）の強度と、モニタのために分岐部 3 0 を透過して受光素子 2 2 に入射される光（モニタ光）の強度を面 3 1 と面 3 2 のそれぞれの幅と間隔によって任意に設定することができる。例えば、モニタ光の強度が光ファイバに入射される送信光の強度よりも小さい場合に、面 3 1 の幅よりも面 3 2 の幅は小さく設定される。

40

【 0 0 3 4 】

図 6 は、更に拡大した分岐部 3 0 を示している。ところで、本実施形態では、ブロック 1 0 の屈折率が 1 . 6 4 であり空気の屈折率は 1 . 0 0 であるため、分岐部 3 0 に対する臨界角は、3 7 . 5 7 ° である。図 6 に示されるように、コリメートレンズ 1 7 a から来て面 3 1 に入射する光 L 1 は、分岐部 3 0 と空気との界面に対し入射角 θ_1 にて入射する

50

。入射角 1 は、例えば 45° であり、上記臨界角よりも大きいため、光 L 1 は角度 2 を成して全反射する。角度 2 は例えば 45° である。一方、コリメートレンズ 17 a から来て面 3 2 に入射する光 L 2 は、分岐部 3 0 と空気との界面に対し入射角 3 で入射する。入射角 3 は、例えば 25° であり、上記臨界角よりも小さいため、光 L 2 は屈折角 4 を成して上記界面を透過する。ここで、入射角 1、3、角度 2、屈折角 4 は、それぞれの光が入射する面の法線を基準 (0°) としている。たとえば、ある面に垂直に入射する場合、入射角は 0° となる。

【0035】

図 7 は、分岐部 3 0 を透過してミラー 4 0 において反射され、屈折部 5 0 を通る光 L 3、L 4 の光路を示している。図 8 は、屈折部 5 0 を拡大した図を示している。光 L 3 は発
光素子 2 1 からの本来の光路を通る光を示しており、光 L 4 は発光素子 2 1 からの本来の
光路からずれた光を示している。例えば、光 L 3 は、発光素子 2 1 とコリメートレンズ 1
7 a とがほぼ誤差のない状態で位置合わせがされているときの光であり、光 L 4 は発光素
子 2 1 がコリメートレンズ 17 a に対して前側（光ファイバ 3 側）に誤差を生じて位置合
わせされたときの光である。図 7 及び図 8 に示されるように、ミラー 4 0 において反射さ
れた光 L 3、L 4 は、屈折部 5 0 に入射する。屈折部 5 0 は、光 L 3 を集光レンズ 18 a
に導く面 5 1（第 1 の面）と、光 L 4 を集光レンズ 18 a から逸らす方向に導く面 5 2（
第 2 の面）とを有する。

【0036】

屈折部 5 0 の面 5 2 は、屈折部 5 0 の面 5 1 よりも上側（ミラー 4 0 側）に設けられて
いる。面 5 2 に入射する光 L 4 の入射位置は、面 5 1 に入射する光 L 3 の入射位置よりも
、上側且つ前側（光ファイバ 3 側）に位置している。また、面 5 2 は光ファイバ 3 に対
して平行に延びており、面 5 1 は前側に向かうにつれて下側に傾斜するように斜めに延びて
いる。

【0037】

前述した 2 つの面 5 1、5 2 を備えることにより、面 5 1 に入射する光 L 3 の入射角度
と面 5 2 に入射する光 L 4 の入射角度とは互いに異なっており、面 5 2 に入射した光 L 4
は、面 5 1 に入射した光 L 3 よりも前側に導かれる。以上のように、面 5 2 には本来の光
路からずれた光 L 4 が入り込み、面 5 2 は、ずれた光 L 4 を集光レンズ 18 a から逸らす
方向（集光レンズ 18 a が並ぶ方向に交差する方向、例えば光ファイバ 3 に向かう方向）
に導いて、光 L 4 を集光レンズ 18 a に入射させないようにするために設けられる。一方
、面 5 1 は、本来の光路を通る光 L 3 が入射し、光 L 3 を集光レンズ 18 a に導いて光 L
3 を受光素子 2 2 に集光させるために設けられる。

【0038】

図 9 及び図 10 は、発光素子 2 1、屈折部 5 0 及び集光レンズ 18 a を光ファイバ 3 側
から見た図である。図 9 及び図 10 に示されるように、屈折部 5 0 の面 5 2 は、面 5 1 から
ミラー 4 0 側に突出する突起部 5 5 の頂面である。突起部 5 5 は、例えば、矩形状に突
出しており、集光レンズ 18 a の数より 1 つ多く（例えば 5 個）設けられる。複数の集光
レンズ 18 a が並ぶ横方向において、突起部 5 5 及び集光レンズ 18 a は交互に並ぶよう
に発光素子 2 1 の配置に合わせて設けられている。

【0039】

前述したように、突起部 5 5 の頂面である面 5 2 に当たった光 L 4 は、屈折して集光レ
ンズ 18 a から逸らされる。また、図 10 に示されるように、突起部 5 5 の側面に当た
った光 L 5 は集光レンズ 18 a の方向に進行することがありうる。そこで、本実施形態では
、上記の光 L 5 を考慮して、集光レンズ 18 a の直径を、突起部 5 5 に当たった光 L 5 が
入射しない程度に小さい値としている。例えば、光 L 5 を考慮した集光レンズ 18 a の直
径の値は、光 L 5 を考慮しない集光レンズの直径の値よりも 10% 以上且つ 20% 以下小
さい。すなわち、光 L 5 を考慮しない場合の集光レンズの直径が $250\ \mu\text{m}$ である場合、
光 L 5 を考慮した集光レンズ 18 a の直径は $200\ \mu\text{m}$ 以上且つ $225\ \mu\text{m}$ 以下である。
集光レンズ 18 a の直径をそこに入射するコリメート光のビーム径よりも小さくすると口

10

20

30

40

50

スが増えるので、集光レンズ 18 a の直径の最小値はロスを考慮して設定される。

【0040】

以上のように構成された光モジュール 1 から得られる作用効果について説明する。

【0041】

光モジュール 1 では、発光素子 21 から放射された光は、コリメートレンズ 17 a によってコリメート光 L 1 に変換され、コリメート光 L 1 は、分岐部 30 において 2 つの光に分岐される。分岐された一方の光 L 1 は、集光レンズ 14 a を介して光ファイバ 3 に集光される。光 L 1 は信号の伝送に使用される。また、分岐部 30 において分岐された他方の光 L 2 は、ミラー 40 に到達して反射され、屈折部 50 及び集光レンズ 18 a を介して受光素子 22 に入射する。光 L 2 はモニタ光として発光素子 21 から放出される光の強度の自動制御に使用される。

10

【0042】

屈折部 50 は、ミラー 40 によって反射された光 L 3 を集光レンズ 18 a に導く面 51 と、ミラー 40 によって反射された光 L 4 を集光レンズ 18 a から逸らす面 52 と、を有する。従って、面 51 に入射した光 L 3 は、屈折部 50 によって集光レンズ 18 a に導かれる。よって、面 51 に入射した光 L 3 を集光レンズ 18 a を介して確実に対応する受光素子 22 に集光して入射させることができる。

【0043】

一方、面 52 に入射した光 L 4 は、屈折部 50 によって集光レンズ 18 a から逸らされる。従って、面 51 に入射した光 L 3 を確実に対応する受光素子 22 に受光させることができると共に、面 52 に入射した光 L 4 を確実に受光素子 22 から逸らすことができる。よって、隣接する受光素子 22 に光 L 4 が入り込む事態を回避することができるので、迷光を抑制することができる。

20

【0044】

また、屈折部 50 は、面 52 が形成された突起部 55 を含んでおり、集光レンズ 18 a の直径は、突起部 55 に当たった光 L 5 が入射しない程度に小さい値とされている。よって、本来の光路からずれて突起部 55 に当たった光 L 5 が集光レンズ 18 a に入射しないようにすることができる。従って、隣接する受光素子 22 への光 L 5 の入り込みを一層確実に回避できるので、迷光を一層確実に抑制できる。

【0045】

また、分岐部 30 は、コリメート光である光 L 1 の入射角 θ_1 が臨界角以上となり光 L 1 を全反射させて光 L 1 を集光レンズ 14 a に導く面 31 と、コリメート光である光 L 2 の入射角 θ_3 が臨界角未満となり光 L 2 を屈折させて光 L 2 をミラー 40 に導く面 32 と、を有する。従って、分岐部 30 が面 31 及び面 32 を有することにより、反射フィルタ及びハーフミラーを不要とすることができ、樹脂製のブロック 10 によって確実にコリメート光 L を分岐することができる。また、発光素子 21 から放出される光のうち、光モジュールの外部に送信して通信に使用される光（光信号）の強度とモニタ光として発光素子 21 から放出される光の強度の自動制御に使用される光（モニタ光）の強度とを、面 31 と面 32 のそれぞれの幅と間隔によって設定することができる。

30

【0046】

以上、本発明に係る実施形態について説明したが、本発明は前述した実施形態に限定されない。すなわち、本発明が特許請求の範囲に記載された要旨の範囲内において種々の変形及び変更が可能であることは、当業者によって容易に認識される。例えば、前述の実施形態では、ブロック 10 の屈折率が 1.64 であり臨界角が 37.57° である例について説明したが、これらの屈折率及び臨界角の値は、ブロックの材料等に応じて適宜変更される。

40

【符号の説明】

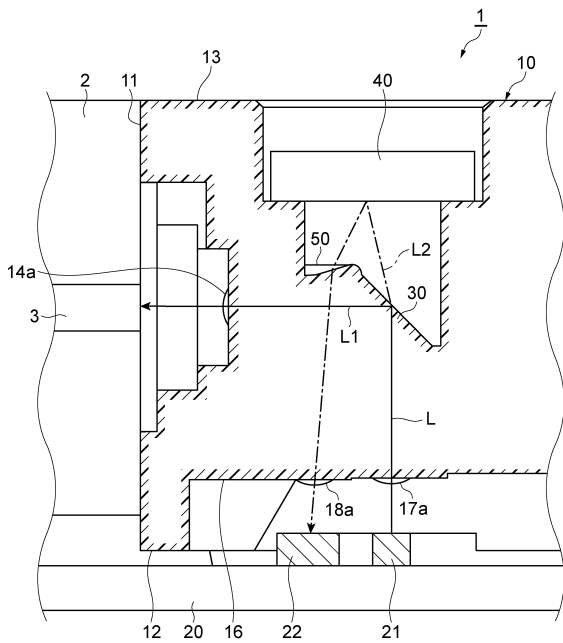
【0047】

1 ... 光モジュール、10 ... ブロック、11 ... 前面、11 a ... 光学ポート、11 b ... 段差、12 ... 底面、13 ... 上面、14, 17, 18 ... レンズアレイ、14 a ... 集光レンズ（第 1

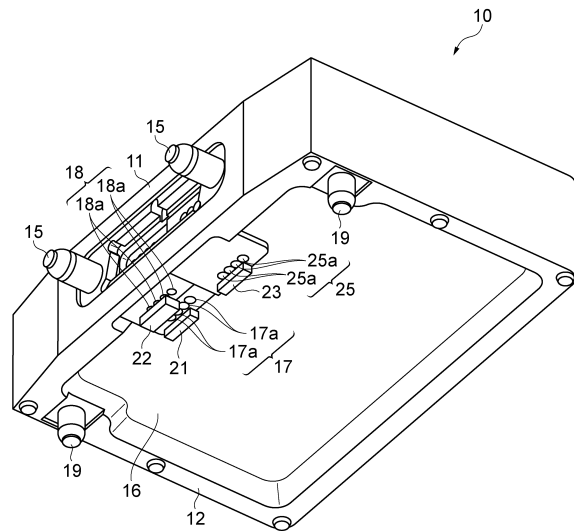
50

の集光レンズ)、15...ガイドピン、16...収容部、17a...コリメートレンズ、18a...集光レンズ(第2の集光レンズ)、19...ガイドピン、20...基板、21...発光素子、22...受光素子、30...分岐部、31...面(第3の面)、32...面(第4の面)、40...ミラー、50...屈折部、51...面(第1の面)、52...面(第2の面)、55...突起部、L...コリメート光、L1, L2, L3, L4, L5...光、 θ_1 , θ_3 ...入射角、 θ_2 ...角度、 θ_4 ...屈折角。

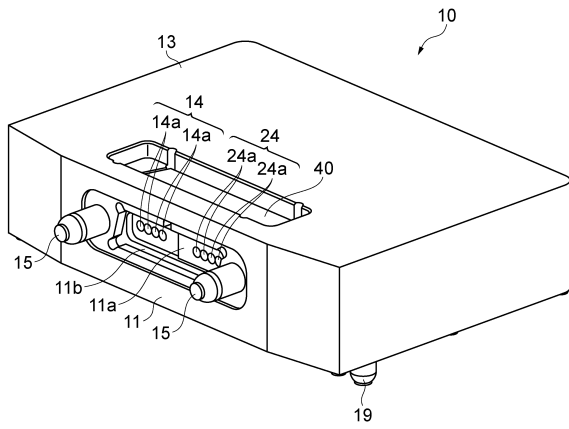
【図1】



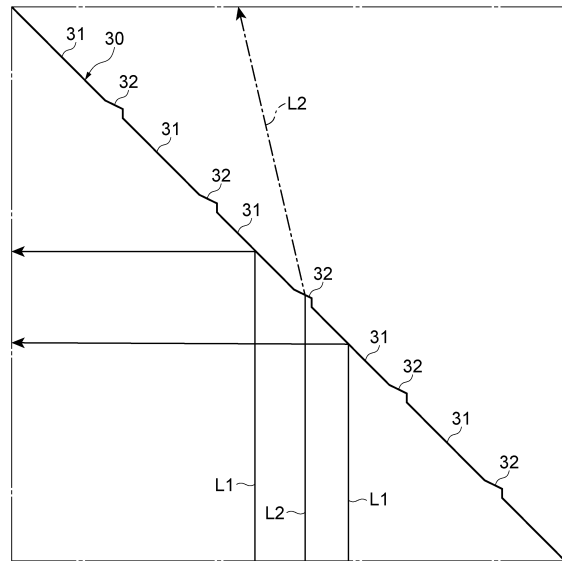
【図2】



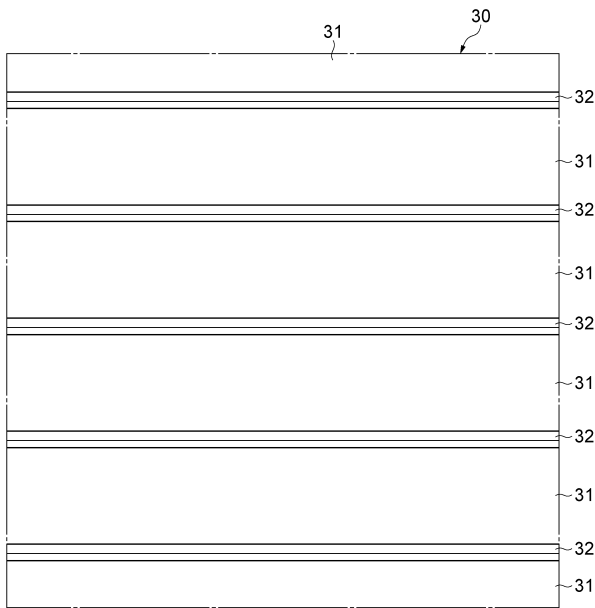
【図3】



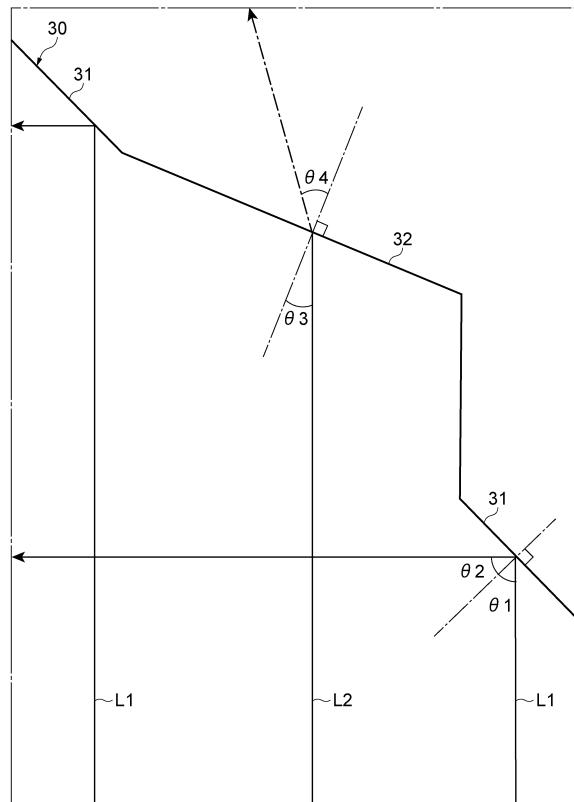
【図4】



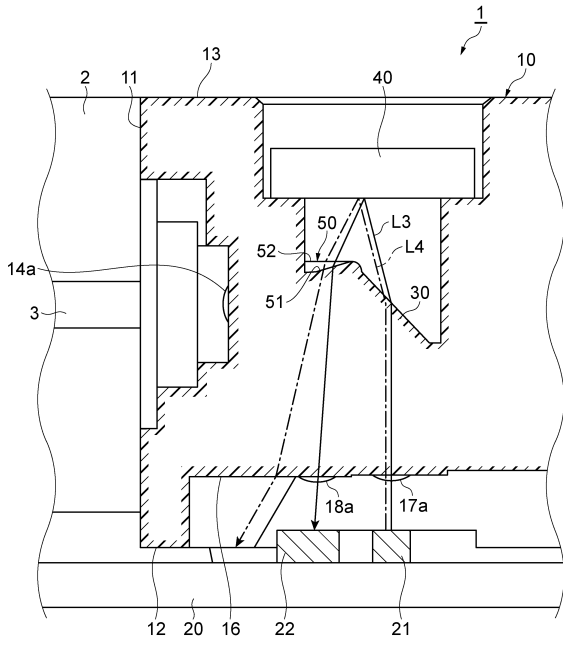
【図5】



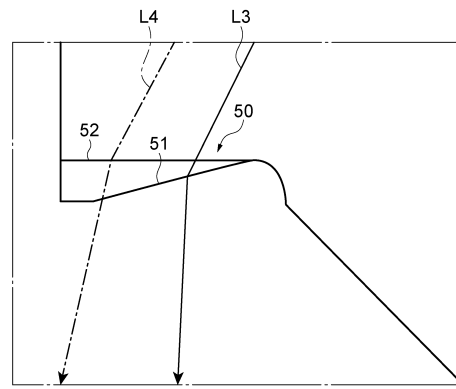
【図6】



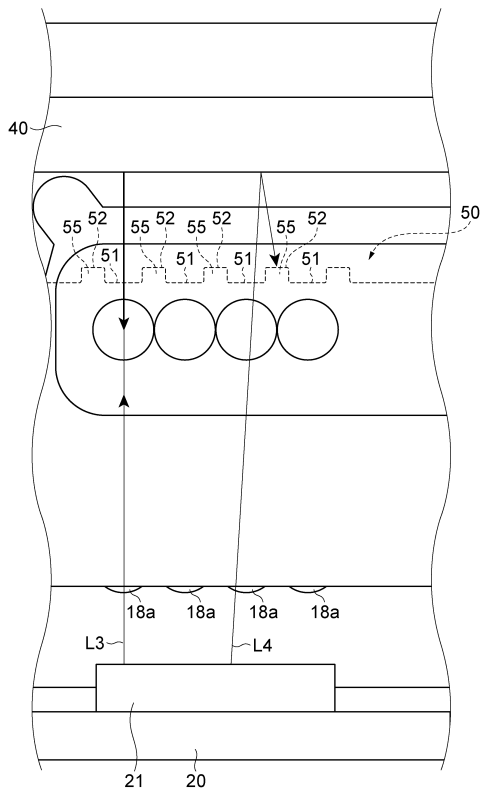
【 図 7 】



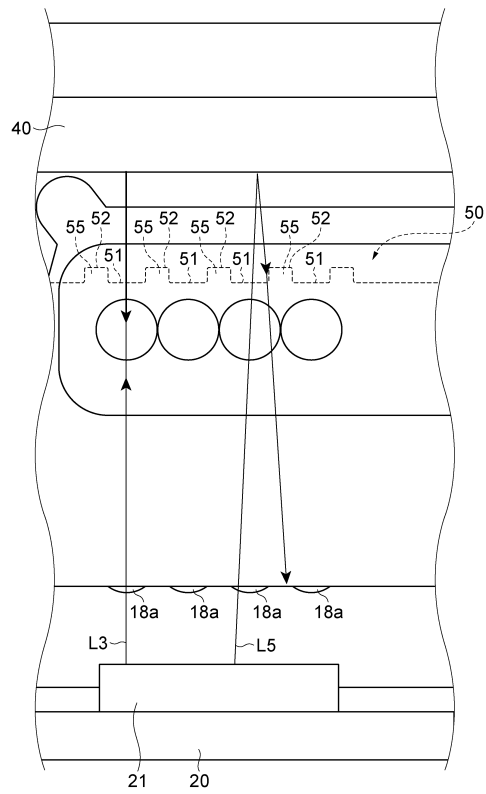
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 川村 正信

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

審査官 奥村 政人

(56)参考文献 特開2016-004265(JP,A)

特開2003-114481(JP,A)

特開昭61-226701(JP,A)

米国特許出願公開第2015/0331211(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26 - 6/27
G02B 6/30 - 6/34
G02B 6/42 - 6/43
G02B 1/00 - 1/08
G02B 3/00 - 3/14
G02B 5/00 - 5/136
H01S 5/00 - 5/50
H01L 31/00 - 31/02
H01L 31/08 - 31/10
H01L 31/18

IEEE Xplore