

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5749577号
(P5749577)

(45) 発行日 平成27年7月15日(2015.7.15)

(24) 登録日 平成27年5月22日(2015.5.22)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/42

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-129150 (P2011-129150)	(73) 特許権者	000208765
(22) 出願日	平成23年6月9日(2011.6.9)		株式会社エンプラス
(65) 公開番号	特開2012-255931 (P2012-255931A)		埼玉県川口市並木2丁目30番1号
(43) 公開日	平成24年12月27日(2012.12.27)	(74) 代理人	100081282
審査請求日	平成26年5月30日(2014.5.30)		弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100095326
			弁理士 畑中 芳実
		(74) 代理人	100115314
			弁理士 大倉 奈緒子
		(74) 代理人	100117190
			弁理士 玉利 房枝
		(74) 代理人	100120385
			弁理士 鈴木 健之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズアレイおよびこれを備えた光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の発光素子およびこれらから発光された光をモニタするための各発光素子ごとのモニタ光をそれぞれ受光する複数の受光素子が形成された光電変換装置と、光伝送体との間に配置され、前記複数の発光素子と前記光伝送体の端面とを光学的に結合可能とされたレンズアレイであって、

前記光電変換装置として、前記発光素子が所定の第1の方向に沿って複数整列されてなる前記発光素子の列が、前記第1の方向に直交する所定の第2の方向に沿って複数列並列されるとともに、前記複数列の発光素子に対して前記第2の方向側であって前記光伝送体側の位置に、前記受光素子が前記第1の方向に沿って複数整列されてなる前記受光素子の列が、前記第2の方向に沿って複数列並列されたものが配置され、

10

前記光電変換装置に対して前記第1の方向および前記第2の方向に直交する第3の方向において臨むレンズアレイ本体の第1の板状部と、

この第1の板状部における前記第2の方向側であって前記光伝送体側の端部に連設され、前記光伝送体の端面に対して前記第2の方向において臨む前記第1の板状部と同屈折率の前記レンズアレイ本体の第2の板状部と、

前記第1の板状部における前記光電変換装置に臨む第1の面に、前記第1の方向に沿って複数整列形成されるとともに前記第2の方向に沿って複数列並列形成され、前記複数列の発光素子ごとに発光された光がそれぞれ入射する複数列の第1のレンズ面と、

前記第2の板状部における前記光伝送体の端面に臨む第2の面に、前記第1の方向に沿

20

って複数整列形成されるとともに前記第3の方向に沿って複数並列形成され、前記複数列の第1のレンズ面にそれぞれ入射した前記複数列の発光素子ごとの光を、前記光伝送体の端面に向けてそれぞれ出射させる複数列の第2のレンズ面と、

前記第1の面における前記複数列の第1のレンズ面に対して前記第2の方向側であって前記第2の板状部側の位置に、前記第1の方向に沿って複数整列形成されるとともに前記第2の方向に沿って複数並列形成され、前記第1の板状部の内部側から入射した前記複数列の発光素子ごとのモニタ光を前記複数列の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数列の第3のレンズ面と、

前記第1の板状部における前記第1の面と反対側の第3の面に対して前記第3の方向側であって前記光電変換装置と反対側に所定の間隙を設けるようにして配置され、前記複数列の第1のレンズ面に入射した後の前記複数列の発光素子ごとの光の光路を形成するプリズムと、

このプリズムの表面の一部をなし、前記第3の面に臨む位置に配置され、前記複数列の第1のレンズ面に入射した後の前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第1のプリズム面と、

前記プリズムの表面の一部をなし、前記第1のプリズム面に対してこの第1のプリズム面から離間するにしたがって前記第2の板状部側に近づくように直線状に傾斜する所定の傾斜角を有し、前記第1のプリズム面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光を前記複数列の第2のレンズ面に向けて全反射させる第2のプリズム面と、

前記プリズムの表面の一部をなし、前記第1のプリズム面に対してこの第1のプリズム面から離間するにしたがって前記第2の板状部と反対側に遠くなるように直線状に傾斜する所定の傾斜角を有し、前記第2のプリズム面によって全反射された前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第3のプリズム面と、

この第3のプリズム面上に形成され、前記第3のプリズム面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数列の発光素子ごとのモニタ光として前記複数列の第3のレンズ面側に反射させるとともに、所定の透過率で前記複数列の第2のレンズ面側に透過させる反射/透過層と、

前記第3の面と前記第1のプリズム面との間の前記間隙に充填された第1の充填材と、前記反射/透過層と前記第2の板状部における前記第2の面と反対側の第4の面との間に充填され、前記プリズムとの屈折率差が所定値以下とされた第2の充填材とを備えたことを特徴とするレンズアレイ。

【請求項2】

前記第3の面は、前記複数列の第1のレンズ面の光軸に直交するように形成され、前記第1のプリズム面は、前記第3の面に平行に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のレンズアレイ。

【請求項3】

前記レンズアレイ本体と前記第1の充填材との屈折率差が所定値以下とされていることを特徴とする請求項1または2に記載のレンズアレイ。

【請求項4】

前記第1の充填材と前記プリズムとの屈折率差が所定値以下とされていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項5】

前記第4の面は、前記複数列の第2のレンズ面の光軸に直交するように形成され、前記反射/透過層を透過した前記複数列の発光素子ごとの光が前記第2の充填材側から垂直入射すること

を特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項6】

前記第2の充填材と前記レンズアレイ本体との屈折率差が所定値以下とされていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項7】

10

20

30

40

50

前記プリズムに対して前記第3の方向側から対面する前記第1の板状部の面の一部を凹入させて前記第3の面を形成し、前記第1の充填材を充填させる前記間隙を形成したことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項8】

前記第1の板状部に対して前記第3の方向側から対面する前記プリズムの面の一部を凹入させて前記第1のプリズム面を形成し、前記第1の充填材を充填させる前記間隙を形成したことを

を特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項9】

前記第1の充填材および前記第2の充填材は、透光性の接着材からなり、
前記プリズムは、前記第1および第2の充填材によって前記レンズアレイ本体に接着されていること

10

を特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項10】

前記第1の充填材と前記第2の充填材とが同一物とされていること
を特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項11】

前記第2のプリズム面は、前記第1のプリズム面に対して45°の傾斜角を有するように形成され、

前記第3のプリズム面は、前記第2のプリズム面に対して直角かつ前記第1のプリズム面に対して45°の傾斜角を有するように形成されていること

20

を特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項12】

前記プリズムは、前記第2のプリズム面と前記第3のプリズム面との境界位置に、前記第2の充填材の前記第2のプリズム面上への流出を防止するための壁部を有すること

を特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

【請求項13】

前記プリズムは、前記第3のプリズム面の縁部に、前記第2の充填材の前記第2のプリズム面上への流出を防止するための凸状段差部を有すること

を特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

30

【請求項14】

請求項1～13のいずれか1項に記載のレンズアレイと、
請求項1に記載の光電変換装置と
を備えたことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズアレイおよびこれを備えた光モジュールに係り、特に、複数の発光素子と光伝送体の端面とを光学的に結合するのに好適なレンズアレイおよびこれを備えた光モジュールに関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、システム装置内または装置間もしくは光モジュール間において信号を高速に伝送する技術として、いわゆる光インターコネクションの適用が広まっている。ここで、光インターコネクションとは、光部品をあたかも電気部品のように扱って、パソコン、車両または光トランシーバなどに用いられるマザーボードや回路基板等を実装する技術をいう。

【0003】

このような光インターコネクションに用いられる光モジュールには、例えば、メディアコンバータやスイッチングハブの内部接続、光トランシーバ、医療機器、テスト装置、ビデオシステム、高速コンピュータクラスタなどの装置内や装置間の部品接続等の様々な用

50

途がある。

【0004】

そして、この種の光モジュールに適用される光学部品としては、マルチチャンネルの光通信をコンパクトな構成で実現するのに有効なものとして、複数の小径のレンズが整列配置されたレンズアレイの需要が益々高まりつつある。

【0005】

ここで、レンズアレイは、従来から、複数の発光素子（例えば、VCSSEL: Vertical Cavity Surface Emitting Laser）を備えた光電変換装置が取り付け可能とされるとともに、光伝送体としての複数の光ファイバが取り付け可能とされていた。

【0006】

そして、レンズアレイは、このように光電変換装置と複数の光ファイバとの間に配置された状態で、光電変換装置の各発光素子から出射された光を、各光ファイバの端面に光学的に結合させることにより、マルチチャンネルの光送信を行うことが可能とされていた。

【0007】

また、光電変換装置の中には、発光素子の出力特性を安定させるべく、発光素子から出射された光（特に、強度もしくは光量）をモニタ（監視）するためのモニタ用の受光素子を備えたものもあり、このような光電変換装置に対応するレンズアレイは、発光素子から出射された光の一部を、モニタ光としてモニタ用の受光素子側に反射させるようになっていた。

【0008】

このようなモニタ光を発生させる反射機能を備えたレンズアレイとしては、これまでも、本発明者によって、例えば、特許文献1に示すような提案がなされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2010-262222号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1に記載のレンズアレイは、反射/透過面における透過とフレネル反射とを利用して、発光素子から出射された光を光ファイバの端面に結合する光とモニタ光とに分光することによって、モニタ光を確実に得ることができるようになっている。

【0011】

本発明者は、このような特許文献1に記載のレンズアレイの利点を更に向上させるべく鋭意研究を行った結果、モニタ光の効率的な取得、コンパクト化および多チャンネル化により好適な本発明をなすに至った。

【0012】

本発明は、このような点に鑑みなされたものであり、モニタ光を効率的に得ることができ、更なる小型化および多チャンネル化を図ることができるレンズアレイおよびこれを備えた光モジュールを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前述した目的を達成するため、本発明の請求項1に係るレンズアレイの特徴は、複数の発光素子およびこれらから発光された光をモニタするための各発光素子ごとのモニタ光をそれぞれ受光する複数の受光素子が形成された光電変換装置と、光伝送体との間に配置され、前記複数の発光素子と前記光伝送体の端面とを光学的に結合可能とされたレンズアレイであって、前記光電変換装置として、前記発光素子が所定の第1の方向に沿って複数整列されてなる前記発光素子の列が、前記第1の方向に直交する所定の第2の方向に沿って複数列並列されるとともに、前記複数列の発光素子に対して前記第2の方向側であって前記光伝送体側の位置に、前記受光素子が前記第1の方向に沿って複数整列されてなる前記

10

20

30

40

50

受光素子の列が、前記第2の方向に沿って複数列並列されたものが配置され、前記光電変換装置に対して前記第1の方向および前記第2の方向に直交する第3の方向において臨むレンズアレイ本体の第1の板状部と、この第1の板状部における前記第2の方向側であって前記光伝送体側の端部に連設され、前記光伝送体の端面に対して前記第2の方向において臨む前記第1の板状部と同屈折率の前記レンズアレイ本体の第2の板状部と、前記第1の板状部における前記光電変換装置に臨む第1の面に、前記第1の方向に沿って複数整列形成されるとともに前記第2の方向に沿って複数列並列形成され、前記複数列の発光素子ごとに発光された光がそれぞれ入射する複数列の第1のレンズ面と、前記第2の板状部における前記光伝送体の端面に臨む第2の面に、前記第1の方向に沿って複数整列形成されるとともに前記第3の方向に沿って複数列並列形成され、前記複数列の第1のレンズ面にそれぞれ入射した前記複数列の発光素子ごとの光を、前記光伝送体の端面に向けてそれぞれ出射させる複数列の第2のレンズ面と、前記第1の面における前記複数列の第1のレンズ面に対して前記第2の方向側であって前記第2の板状部側の位置に、前記第1の方向に沿って複数整列形成されるとともに前記第2の方向に沿って複数列並列形成され、前記第1の板状部の内部側から入射した前記複数列の発光素子ごとのモニタ光を前記複数列の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数列の第3のレンズ面と、前記第1の板状部における前記第1の面と反対側の第3の面に対して前記第3の方向側であって前記光電変換装置と反対側に所定の間隙を設けるようにして配置され、前記複数列の第1のレンズ面に入射した後の前記複数列の発光素子ごとの光の光路を形成するプリズムと、このプリズムの表面の一部をなし、前記第3の面に臨む位置に配置され、前記複数列の第1のレンズ面に入射した後の前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第1のプリズム面と、前記プリズムの表面の一部をなし、前記第1のプリズム面に対してこの第1のプリズム面から離間するにしたがって前記第2の板状部側に近づくように直線状に傾斜する所定の傾斜角を有し、前記第1のプリズム面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光を前記複数列の第2のレンズ面に向けて全反射させる第2のプリズム面と、前記プリズムの表面の一部をなし、前記第1のプリズム面に対してこの第1のプリズム面から離間するにしたがって前記第2の板状部と反対側に遠くなるように直線状に傾斜する所定の傾斜角を有し、前記第2のプリズム面によって全反射された前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第3のプリズム面と、この第3のプリズム面上に形成され、前記第3のプリズム面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数列の発光素子ごとのモニタ光として前記複数列の第3のレンズ面側に反射させるとともに、所定の透過率で前記複数列の第2のレンズ面側に透過させる反射/透過層と、前記第3の面と前記第1のプリズム面との間の前記間隙に充填された第1の充填材と、前記反射/透過層と前記第2の板状部における前記第2の面と反対側の第4の面との間に充填され、前記プリズムとの屈折率差が所定値以下とされた第2の充填材とを備えた点にある。

【0014】

そして、この請求項1に係る発明によれば、複数列の第1のレンズ面に入射した複数列の発光素子ごとの光を、第2のプリズム面において全反射させた後に反射/透過層によって複数列の第2のレンズ面側および複数列の第3のレンズ面側にそれぞれ分光させ、複数列の第2のレンズ面側に分光された複数列の発光素子ごとの光を、複数列の第2のレンズ面によって光伝送体の端面側に出射させることができるとともに、複数列の第3のレンズ面側に十分な反射率で分光された複数列の発光素子ごとのモニタ光を、複数列の第3のレンズ面によって複数列の受光素子側に出射させることができる。これにより、複数列の発光素子と光伝送体の端面との光学的な結合を適正に行うことができるとともにモニタ光を確実にかつ効率的に得ることができ、また、全反射機能(第2のプリズム面)と分光機能(反射/透過層)とを1つの部材(プリズム)上の互いに近い位置に集約させることによって、コンパクトかつ容易な設計が可能となる。さらに、プリズムと第2の充填材との屈折率差を所定値以下に形成することで、第2のプリズム面と第3のプリズム面との間の光路と、第2の充填材の内部の光路との直線性を確保することができるので、製品検査の際に複数列の第2のレンズ面に入射する光が各レンズ面の中心からずれていることが確認され

10

20

30

40

50

た場合に、これを解消するための寸法調整を要する箇所を削減することができ、ひいては、製造の容易化に寄与することができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 2 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 において、更に、前記第 3 の面は、前記複数列の第 1 のレンズ面の光軸に直交するように形成され、前記第 1 のプリズム面は、前記第 3 の面に平行に配置されている点にある。

【 0 0 1 6 】

そして、この請求項 2 に係る発明によれば、第 1 の充填材および第 1 のプリズム面に対して、複数列の発光素子ごとの光を垂直入射させることができるので、複数列の第 1 のレンズ面と第 2 のプリズム面との間の光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、レンズアレイ本体、第 1 の充填材およびプリズムの材料（屈折率）選択の自由度を広げることにも可能となる。

【 0 0 1 7 】

さらに、請求項 3 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 または 2 において、更に、前記レンズアレイ本体と前記第 1 の充填材との屈折率差が所定値以下とされている点にある。

【 0 0 1 8 】

そして、この請求項 3 に係る発明によれば、第 3 の面と第 1 充填材との界面における複数列の発光素子ごとの光の屈折およびフレネル反射を抑制することができるので、第 3 の面と複数列の第 1 のレンズ面の光軸との直交性に拘束されることなく第 3 の面の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、光送信およびモニタにとって障害となる迷光の発生を抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

さらにまた、請求項 4 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、更に、前記第 1 の充填材と前記プリズムとの屈折率差が所定値以下とされている点にある。

【 0 0 2 0 】

そして、この請求項 4 に係る発明によれば、第 1 の充填材と第 1 のプリズム面との界面における複数列の発光素子ごとの光の屈折およびフレネル反射を抑制することができるので、第 1 のプリズム面と複数列の第 1 のレンズ面の光軸との直交性に拘束されることなく第 1 のプリズム面の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、光送信およびモニタにとって障害となる迷光の発生を抑制することができる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 5 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項において、更に、前記第 4 の面は、前記複数列の第 2 のレンズ面の光軸に直交するように形成され、前記反射 / 透過層を透過した前記複数列の発光素子ごとの光が前記第 2 の充填材側から垂直入射する点にある。

【 0 0 2 2 】

そして、この請求項 5 に係る発明によれば、第 4 の面の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、レンズアレイ本体および第 2 の充填材の材料（屈折率）選択の自由度を広げることにも可能となる。

【 0 0 2 3 】

さらに、請求項 6 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項において、更に、前記第 2 の充填材と前記レンズアレイ本体との屈折率差が所定値以下とされている点にある。

【 0 0 2 4 】

そして、この請求項 6 に係る発明によれば、第 2 の充填材と第 4 の面との界面における複数列の発光素子ごとの光の屈折およびフレネル反射を抑制することができるので、第 4 の面と複数列の第 2 のレンズ面の光軸との直交性に拘束されることなく第 4 の面の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、光送信およびモニタに

10

20

30

40

50

とって障害となる迷光の発生を抑制することができる。

【0025】

さらにまた、請求項7に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～6のいずれか1項において、更に、前記プリズムに対して前記第3の方向側から対面する前記第1の板状部の面の一部を凹入させて前記第3の面を形成し、前記第1の充填材を充填させる前記間隙を形成した点にある。

【0026】

そして、この請求項7に係る発明によれば、第1の板状部の面の一部を凹入させて第3の面を形成することによって、第1の充填材を充填させる間隙を容易に確保することができる。

10

【0027】

また、請求項8に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～6のいずれか1項において、更に、前記第1の板状部に対して前記第3の方向側から対面する前記プリズムの面の一部を凹入させて前記第1のプリズム面を形成し、前記第1の充填材を充填させる前記間隙を形成した点にある。

【0028】

そして、この請求項8に係る発明によれば、プリズムの面の一部を凹入させて第1のプリズム面を形成することによって、第1の充填材を充填させる間隙を容易に確保することができる。

【0029】

さらに、請求項9に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～8のいずれか1項において、更に、前記第1の充填材および前記第2の充填材は、透光性の接着材からなり、前記プリズムは、前記第1および第2の充填材によって前記レンズアレイ本体に接着されている点にある。

20

【0030】

そして、この請求項9に係る発明によれば、充填材が接着材を兼ねることによって、プリズムを安定的に保持することができるとともに部品点数を削減することができる。

【0031】

さらにまた、請求項10に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～9のいずれか1項において、更に、前記第1の充填材と前記第2の充填材とが同一物とされている点にある。

30

【0032】

そして、この請求項10に係る発明によれば、組立時のプロセスを簡略化することができ、更に容易な製造が可能となる。

【0033】

また、請求項11に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～10のいずれか1項において、更に、前記第2のプリズム面は、前記第1のプリズム面に対して45°の傾斜角を有するように形成され、前記第3のプリズム面は、前記第2のプリズム面に対して直角かつ前記第1のプリズム面に対して45°の傾斜角を有するように形成されている点にある。

【0034】

そして、この請求項11に係る発明によれば、プリズムを直角二等辺三角形に形成することができるので、プリズムの寸法精度の測定を簡便に行うことができ、取り扱い性を向上させることができる。

40

【0035】

さらに、請求項12に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～11のいずれか1項において、更に、前記プリズムは、前記第2のプリズム面と前記第3のプリズム面との境界位置に、前記第2の充填材の前記第2のプリズム面上への流出を防止するための壁部を有する点にある。

【0036】

そして、この請求項12に係る発明によれば、壁部によって、第2の充填材の第2のプリズム面上への流出を抑制することができるので、第2のプリズム面の全反射機能を適正

50

に確保することができる。

【0037】

さらにまた、請求項13に係るレンズアレイの特徴は、請求項1～12のいずれか1項において、更に、前記プリズムは、前記第3のプリズム面の縁部に、前記第2の充填材の前記第2のプリズム面上への流出を防止するための凸状段差部を有する点にある。

【0038】

そして、この請求項13に係る発明によれば、凸状段差部によって、第2の充填材の第2のプリズム面上への流出を抑制することができるので、第2のプリズム面の全反射機能を適正に確保することができる。

【0039】

また、請求項14に係る光モジュールの特徴は、請求項1～13のいずれか1項に記載のレンズアレイと、請求項1に記載の光電変換装置とを備えた点にある。

【0040】

そして、この請求項14に係る発明によれば、複数列の発光素子と光伝送体の端面との光学的な結合を適正に行うことができるとともにモニタ光を確実にかつ効率的に得ることができ、また、全反射機能と分光機能とを1つの部材上の互いに近い位置に集約させることによって、コンパクトかつ容易な設計が可能となり、さらに、第2のプリズム面と第3のプリズム面との間の光路と、第2の充填材の内部の光路との直線性を確保して、製品検査の際に複数列の第2のレンズ面に入射する光が各レンズ面の中心からずれていることが確認された場合に、これを解消するための寸法調整を要する箇所を削減することができるので、製造の容易化に寄与することができる。

【発明の効果】

【0041】

本発明によれば、モニタ光を効率的に得ることができ、更なる小型化および多チャンネル化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明に係る光モジュールの実施形態を示す概略構成図

【図2】本発明に係るレンズアレイの実施形態において、レンズアレイ本体を示す縦断面図

【図3】本発明に係るレンズアレイの実施形態において、光路制御部材を示す縦断面図

【図4】図2の左側面図

【図5】図2の下面図

【図6】本発明の第1の変形例を示す縦断面図

【図7】本発明の第2の変形例を示す縦断面図

【図8】本発明の第3の変形例を示す左側面図(a)および平面図(b)

【図9】本発明の第4の変形例を示す縦断面図

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下、本発明に係るレンズアレイおよびこれを備えた光モジュールの実施形態について、図1～図9を参照して説明する。

【0044】

ここで、図1は、本実施形態における光モジュール1の概要を本実施形態におけるレンズアレイ2の縦断面図とともに示した概略構成図である。また、図2は、レンズアレイ2を構成するレンズアレイ本体3の縦断面図である。さらに、図3は、レンズアレイ本体3とともにレンズアレイ2を構成する光路制御部材4の縦断面図である。さらにまた、図4は、図2の左側面図である。また、図5は、図2の下面図である。

【0045】

図1に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ2は、光電変換装置5と光伝送体としての光ファイバ6との間に配置されるようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

ここで、光電変換装置 5 は、半導体基板 7 におけるレンズアレイ 2 に臨む面に、この面に対して垂直方向（図 1 における上方向）にレーザ光 L a を出射（発光）する複数の発光素子 8 を有しており、これらの発光素子 8 は、前述した V C S E L（垂直共振器面発光レーザ）を構成している。なお、各発光素子 8 によるレーザ光 L a の出射方向は、本発明における第 3 の方向に相当する。また、発光素子 8 は、所定の第 1 の方向としての図 1 における紙面垂直方向に沿って等ピッチで複数（本実施形態においては 1 2 個）整列されることによって発光素子 8 の列をなすとともに、このような発光素子 8 の列が所定の第 2 の方向としての図 1 における横方向に沿って複数列（本実施形態においては 2 列）並列されるようにして形成されている。なお、本実施形態においては、発光素子 8 の各列同士の間で発光素子 8 の個数が同一とされているとともに、各列同士の間で発光素子 8 の整列方向における位置が揃って（一致して）いるが、本発明は、このような構成に限定されるものではない。さらに、図 1 に示すように、光電変換装置 5 は、半導体基板 7 におけるレンズアレイ 2 に臨む面であって、複数列の発光素子 8 に対して第 2 の方向側であって光伝送体側の位置としての図 1 における左方近傍位置に、複数列の発光素子 8 からそれぞれ出射されたレーザ光 L a の出力（例えば、強度や光量）をモニタするためのモニタ光 M を受光する発光素子 8 と同数の受光素子 9 を有している。受光素子 9 は、発光素子 8 と同様に、図 1 における紙面垂直方向に沿って等ピッチで複数（1 2 個）整列されることによって受光素子 9 の列をなすとともに、このような受光素子 9 の列が図 1 における横方向に沿って複数列（2 列）並列されるようにして形成されている。また、各列の受光素子 9 は、光学的に対応する（光をモニタする関係にある）発光素子 8 の列との間において、整列方向の一方から数えて同じ順番の素子 8 , 9 同士の整列方向における位置が互いに一致している。ただし、このような位置の一致は、発光素子 8 の各列同士の間で発光素子 8 の整列方向における位置を揃えるような構成を採る場合には、光学的に対応しない発光素子 8 の列と受光素子 9 の列との間においても成立することになる。なお、図 1 においては、右から数えて第 1 列目の発光素子 8 に、左から数えて第 1 列目の受光素子 9 が光学的に対応しているとともに、右から第 2 列目の発光素子 8 に、左から第 2 列目の受光素子 9 が光学的に対応している。受光素子 9 は、フォトディテクタであってもよい。さらに、図示はしないが、光電変換装置 5 には、受光素子 9 によって受光されたモニタ光 M の強度や光量に基づいて発光素子 8 から発光されるレーザ光 L a の出力を制御する制御回路が接続されている。このような光電変換装置 5 は、図 1 に示すように、半導体基板 7 をレンズアレイ 2 に当接させた状態で、レンズアレイ 2 に対して対向配置されるようになっていて、そして、この光電変換装置 5 は、例えば、クランプバネ等の不図示の公知の固定手段によってレンズアレイ 2 に取付けられることにより、レンズアレイ 2 とともに光モジュール 1 を構成するようになっている。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態における光ファイバ 6 は、発光素子 8 および受光素子 9 と同数配設されており、図 1 における紙面垂直方向に沿って複数本（1 2 本）整列されて列をなすとともに、この列が図 1 における縦方向（第 3 の方向）に沿って複数列（2 列）並列されるように配置されている。これら複数列の光ファイバ 6 は、光学的に対応する（光が結合する関係にある）発光素子 8 の列との間において、整列方向の一方から数えて同じ順番の光ファイバ 6 ・発光素子 8 同士の整列方向における位置が互いに一致している。ただし、このような位置の一致は、発光素子 8 の各列同士の間で発光素子 8 の整列方向における位置を揃えるような構成を採る場合には、光学的に対応しない発光素子 8 の列と光ファイバ 6 の列との間においても成立することになる。なお、図 1 においては、上から数えて第 1 列目の光ファイバ 6 が、右から第 2 列目の発光素子 8 に光学的に対応しているとともに、上から第 2 列目の光ファイバ 6 の列が、右から第 1 列目の発光素子 8 に光学的に対応している。各列の光ファイバ 6 は、例えば、互いに同寸法のマルチモード方式の光ファイバ 6 とされているとともに、その端面 6 a 側の部位が M T（Mechanically Transferable）コネクタ等の多心一括型の光コネクタ 1 0 内に保持されている。このような複数列の光ファイバ

10

20

30

40

50

6は、図1に示すように、光コネクタ10におけるレンズアレイ2側の端面をレンズアレイ2に当接させた状態で、不図示の公知の固定手段（例えば、クランプバネ等）によってレンズアレイ2に取付けられるようになっている。

【0048】

そして、レンズアレイ2は、このような光電変換装置5と光ファイバ6との間に配置された状態で、複数列の発光素子8と対応する複数列の光ファイバ6の端面6aとを光学的に結合させるようになっている。

【0049】

このレンズアレイ2についてさらに詳述すると、図1に示すように、レンズアレイ2は、透光性材料（例えば、樹脂材料）からなるレンズアレイ本体3を有しており、このレンズアレイ本体3は、その外形が略箱状に形成されている。具体的には、図1および図2に示すように、レンズアレイ本体3は、平面形状の横板状の第1の板状部3aを有しており、この第1の板状部3aは、同各図において横方向に所定の幅を、紙面垂直方向に所定の奥行きを、縦方向に所定の厚みを有するとともに、光電変換装置5に対して上方から臨むようになっている。また、図1および図2に示すように、レンズアレイ本体3は、第1の板状部3aにおける第2の方向側であって光伝送体側の端部としての左端部に建設された平面形状の縦板状の第2の板状部3bを有しており、この第2の板状部3bは、奥行きが第1の板状部3aと同寸に形成されている。また、第2の板状部3bは、第1の板状部3aに直交するようにして第1の板状部3aの左端部から鉛直上方に向かって延出されているとともに、第1の板状部3aと一体であるが故に当然に第1の板状部3aと同屈折率に形成されている。さらに、第2の板状部3bは、複数列の光ファイバ6の端面6aに対して図1および図2における右方から臨むようになっている。

【0050】

このようなレンズアレイ本体3における第1の板状部3aの下端面（平面）は、光電変換装置5に臨む第1の面S1とされており、この第1の面S1には、図2および図5に示すように、発光素子8と同数の平面円形状の第1のレンズ面（凸レンズ面）11が形成されている。ここで、図2および図5に示すように、第1のレンズ面11は、図2における紙面垂直方向（図5における縦方向）に沿って等ピッチで複数（12個）整列されることによって第1のレンズ面11の列をなすとともに、このような列が図2および図5における横方向に沿って複数列（2列）並列されるようにして形成されている。各列の第1のレンズ面11は、同寸法に形成されているとともに、光学的に対応する（光が入射する関係にある）発光素子8の列との間において、整列方向の一方から数えて同じ順番の第1のレンズ面11・発光素子8同士の整列方向における位置が互いに一致している。ただし、このような位置の一致は、発光素子8の各列同士の間で発光素子8の整列方向における位置を揃えるような構成を採る場合には、光学的に対応しない発光素子8の列と第1のレンズ面11の列との間においても成立することになる。なお、図1においては、右から数えて第1列目の第1のレンズ面11が、これらに下方から正対する右から数えて第1列目の発光素子8に光学的に対応しているとともに、右から第2列目の第1のレンズ面11が、これらに下方から正対する右から第2列目の発光素子8に光学的に対応している。なお、図5に示すように、整列方向（縦方向）および並列方向（横方向）において互いに隣位する第1のレンズ面11同士は、それぞれの周端部を互いに接触させた隣接状態に形成されていてもよい。また、図1に示すように、各第1のレンズ面11の光軸OA(1)は、各第1のレンズ面11にそれぞれ光学的に対応する各発光素子8から出射されるレーザー光Laの中心軸に一致することが望ましい。より好ましくは、各第1のレンズ面11の光軸OA(1)は、第1の面S1に直交するようにする。

【0051】

このような各列の第1のレンズ面11には、図1に示すように、光学的に対応する発光素子8の列ごとに出射されたレーザー光Laが入射する。より具体的には、第1のレンズ面11の列に属する任意の1つの第1のレンズ面11には、光学的に対応する発光素子8の列に属する各発光素子8のうちの整列方向の一方から数えて任意の1つの第1のレンズ面

10

20

30

40

50

11と同じ順番の1つの発光素子8の出射光が入射する。そして、各列の第1のレンズ面11は、入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを第1の板状部3aの内部(上方)へと進行させる。なお、各列の第1のレンズ面11は、入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laをコリメートさせてもよいし、または、収束させてもよい。あるいは、各列の第1のレンズ面11を凹レンズ面に形成することによって、レーザ光Laを発散させてもよい。

【0052】

一方、第2の板状部3bの左端面(平面)は、光ファイバ6の端面6aに臨む第2の面S2とされており、この第2の面S2には、図2および図4に示すように、発光素子8と同数の平面円形状の第2のレンズ面(凸レンズ面)12が形成されている。ここで、図2および図4に示すように、第2のレンズ面12は、図2における紙面垂直方向(図4における横方向)に沿って等ピッチで複数(12個)整列されることによって第2のレンズ面12の列をなすとともに、このような列が図2および図4における縦方向に沿って複数列(2列)並列されるようにして形成されている。各列の第2のレンズ面12は、同寸法に形成されているとともに、光学的に対応する(光が入射する関係にある)発光素子8の列との間において、整列方向の一方から数えて同じ順番の第2のレンズ面12・発光素子8同士の整列方向における位置が互いに一致している。ただし、このような位置の一致は、発光素子8の各列同士の間で発光素子8の整列方向における位置を揃えるような構成を採る場合には、光学的に対応しない発光素子8の列と第2のレンズ面12の列の間においても成立することになる。なお、図1においては、上から数えて第1列目の第2のレンズ面12が、右から数えて第2列目の発光素子8に光学的に対応しているとともに、上から第2列目の第2のレンズ面12が、右から第1列目の発光素子8に光学的に対応している。なお、図4に示すように、整列方向および並列方向において互いに隣位する第2のレンズ面12同士は、それぞれの周端部を互いに接触させた隣接状態に形成されていてもよい。また、図1に示すように、各第2のレンズ面12の光軸OA(2)は、各第2のレンズ面12にそれぞれ光学的に対応する(光を結合させる関係にある)各光ファイバ6の端面6aの中心軸に一致することが望ましい。より好ましくは、各第2のレンズ面12の光軸OA(2)は、第2の面S2に直交するようにする。

【0053】

このような各列の第2のレンズ面12には、図1に示すように、光学的に対応する発光素子8の列ごとに射出されたレーザ光Laが、光学的に対応する各列の第1のレンズ面11およびその後のレンズレイ2の光路(詳細は後述する)を経た後に入射する。より具体的には、第2のレンズ面12の列に属する任意の1つの第2のレンズ面12には、光学的に対応する発光素子8の列に属する各発光素子8のうちの整列方向の一方から数えて任意の1つの第2のレンズ面12と同じ順番の発光素子8の出射光が、同じ順番の第1のレンズ面11を経由して入射する。このとき、各列の発光素子8ごとのレーザ光Laの中心軸は、対応する各列の第2のレンズ面12の光軸OA(2)と一致することが望ましい。そして、各列の第2のレンズ面12は、入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを、収束させて各列の第2のレンズ面12に対応する各列の光ファイバ6の端面6aに向けてそれぞれ射出させる。

【0054】

このようにして、各列の発光素子8と各列の光ファイバ6の端面6aとが各列の第1のレンズ面11および各列の第2のレンズ面12を介して光学的に結合されるようになっている。

【0055】

さらに、図2および図5に示すように、第1の面S1上であって、各列の第1のレンズ面11に対する左方位置には、発光素子8と同数の平面円形状の第3のレンズ面(凸レンズ面)13が形成されている。ここで、図2および図5に示すように、第3のレンズ面13は、図2における紙面垂直方向(図5における縦方向)に沿って等ピッチで複数(12個)整列されることによって第3のレンズ面13の列をなすとともに、このような列が図

10

20

30

40

50

2 および図5における横方向に沿って複数列(2列)並列されるようにして形成されている。各列の第3のレンズ面13は、同寸法に形成されているとともに、光学的に対応する(光が入射する関係にある)発光素子8の列との間において、整列方向の一方から数えて同じ順番の第3のレンズ面13・発光素子8同士の整列方向における位置が互いに一致している。ただし、このような位置の一致は、発光素子8の各列同士の間で発光素子8の整列方向における位置を揃えるような構成を採る場合には、光学的に対応しない発光素子8の列と第3のレンズ面13の列との間においても成立することになる。なお、図1においては、左から数えて第1列目の第3のレンズ面13が、右から数えて第1列目の発光素子8に光学的に対応しているとともに、左から第2列目の第3のレンズ面13が、右から第2列目の発光素子8に光学的に対応している。なお、図5に示すように、整列方向および並列方向において互いに隣位する第3のレンズ面13同士は、それぞれの周端部を互いに接触させた隣接状態に形成されていてもよい。また、各列の第3のレンズ面13の光軸OA(3)は、各列の第3のレンズ面13にそれぞれ光学的に対応する(光を結合させる関係にある)各列の受光素子9の受光面の中心軸に一致することが望ましい。より好ましくは、各列の第3のレンズ面13の光軸OA(3)は、第1の面S1に直交するようにする。

10

【0056】

このような各列の第3のレンズ面13には、図1に示すように、第1の板状部3aの内部側(上方)から各列の第3のレンズ面13にそれぞれ対応する各列の発光素子8ごとのモニタ光Mが入射する。そして、各列の第3のレンズ面13は、入射した各列の発光素子8ごとのモニタ光Mを、収束させて各列の第3のレンズ面13に光学的に対応する各列の受光素子9に向けてそれぞれ出射させる。なお、モニタ光Mを発生させる手段については後述する。

20

【0057】

さらにまた、図1に示すように、第1の板状部3aの上端面には、下方にわずかに凹入された凹入平面(ザグリ面)が形成されており、この凹入平面は、第1の板状部3aにおける第1の面S1と反対側の第3の面S3とされている。図1に示すように、第3の面S3の上部近傍位置には、第3の面S3に対して上方(第3の方向側であって光電変換装置5と反対側)に間隙を設けるようにして、前述した光路制御部材4が配置されている。

30

【0058】

ここで、光路制御部材4について詳述すると、図1および図3に示すように、光路制御部材4は、透光性材料(例えば、樹脂材料)からなる縦断面三角形状(三角柱状)のプリズム15を有しており、このプリズム15は、各列の第1のレンズ面11に入射した後の各列の発光素子8ごとのレーザー光Laの光路を形成するようになっている。

【0059】

具体的には、図1に示すように、プリズム15は、これの表面の一部(底面)をなす第1のプリズム面15aを有しており、この第1のプリズム面15aは、第3の面S3に上方近傍から臨んでいる。なお、図1に示すように第1のプリズム面15aの横幅は、第1の板状部3aの横幅とほぼ同幅に形成されている。また、図1に示すように、第1のプリズム面15aと第3の面S3との間隙部は、第3の面S3が凹入面であることによって形成された空間であり、この空間には、透光性の接着材からなる第1の充填材16が充填されている。そして、プリズム15は、この第1の充填材16の接着力を利用してレンズアレイ本体3に接着されている。なお、第1の充填材16としては、熱硬化性樹脂や紫外線硬化性樹脂等を用いることができる。

40

【0060】

このような第1のプリズム面15aには、図1に示すように、各列の第1のレンズ面11に入射して第1の板状部3aおよび第1の充填材16を透過した後の各列の発光素子8ごとのレーザー光Laが、下方(第3の方向)から入射する。そして、第1のプリズム面15aは、入射した各発光素子8ごとのレーザー光Laを透過させて、プリズム15の内部の光路上へと進行させる。

50

【0061】

また、図1に示すように、プリズム15は、これの表面の一部（右斜面）をなす第2のプリズム面15bを有しており、この第2のプリズム面15bは、これの下端部において第1のプリズム面15aの右端部に接続されているとともに、第1のプリズム面15aに対して、第1のプリズム面15aから離間するにしたがって第2の板状部3b側（左側）に傾斜するような所定の傾斜角を有している。

【0062】

このような第2のプリズム面15bには、図1に示すように、第1のプリズム面15aに入射してプリズム15の内部の光路上を進行した後の各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが、臨界角より大きな入射角で下方から内部入射する。そして、第2のプリズム面15bは、内部入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを、各列の第2のレンズ面12（左方）に向けて全反射させる。

10

【0063】

さらに、図1に示すように、プリズム15は、これの表面の一部（左斜面）をなす第3のプリズム面15cを有しており、この第3のプリズム面15cは、これの下端部において第1のプリズム面15aの左端部に接続されているとともに、上端部において第2のプリズム面15bの上端部に接続されている。また、図1に示すように、第3のプリズム面15cは、第1のプリズム面15aに対して、第1のプリズム面15aから離間するにしたがって第2の板状部3bと反対側（右側）に傾斜するような所定の傾斜角を有している。

20

【0064】

このような第3のプリズム面15cには、図1に示すように、第2のプリズム面15bによって全反射されてプリズム15の内部の光路上を進行した後の各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが右方から内部入射する。

【0065】

このようなプリズム15に加えて、更に、光路制御部材4は、図1および図3に示すように、第3のプリズム面15c上に、厚みが薄い反射/透過層17を有している。この反射/透過層17は、Ni、CrまたはAl等の単一の金属からなる単層膜もしくは互いに誘電率が異なる複数の誘電体（例えば、TiO₂とSiO₂）を交互に積層することによって得られる誘電体多層膜を、第3のプリズム面15c上にコーティングすることによって形成してもよい。この場合に、コーティングには、インコーネル蒸着等の公知のコーティング技術を用いることができる。このようなコーティングを用いる場合には、反射/透過層17を、例えば、1μm以下の極めて薄い厚さに形成することができる。

30

【0066】

このような反射/透過層17には、図1に示すように、第3のプリズム面15cに内部入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが直ちに内部入射する。そして、反射/透過層17は、入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを、所定の反射率で、各列の発光素子8にそれぞれ対応する各列の発光素子8ごとのモニタ光Mとして各モニタ光Mに対応する各列の第3のレンズ面13側（下方）に向かって反射させるとともに、所定の透過率で、各列の第2のレンズ面12側（左方）に透過させる。このとき、反射/透過層17の厚みが薄いことによって、反射/透過層17を透過するレーザ光Laの屈折は無視する（直進透過とみなす）ことができる。なお、反射/透過層17の反射率および透過率としては、レーザ光Laの出力をモニタするために十分とみなされる光量のモニタ光Mを得ることができる限度において、反射/透過層17の材質や厚み等に応じた所望の値を設定することができる。例えば、反射/透過層17を、前述した単層膜によって形成する場合には、その厚みにもよるが、反射/透過層17の反射率を20%、透過率を60%（吸収率20%）とすることもできる。また、例えば、反射/透過層17を、前述した誘電体多層膜によって形成する場合には、その厚みや層数にもよるが、反射/透過層17の反射率を10%、透過率を90%とすることもできる。

40

【0067】

50

このようにして反射/透過層17によって反射された各列の発光素子8ごとのモニタ光Mは、プリズム15の内部の光路上を進行して、第1のプリズム面15a、第1の充填材16および第1の板状部3aを順次透過した後、対応する各列の第3のレンズ面13に内部入射し、各列の第3のレンズ面13からこれらに対応する各列の受光素子9に向けてそれぞれ出射される。

【0068】

一方、図1に示すように、反射/透過層17と第2の板状部3bにおける第2の面S2と反対側の第4の面S4(右端面)との間には、熱硬化性樹脂や紫外線硬化性樹脂等の透光性の接着材からなる第2の充填材18が充填されている。したがって、プリズム15は、第1の充填材16だけでなく、第2の充填材18の接着力も利用して、より安定的にレンズアレイ本体3に接着されている。第2の充填材18は、プリズム15との屈折率差が所定値以下とされている。この屈折率差は、好ましくは0.01以下とされ、より好ましくは、0.005以下とされている。例えば、プリズム15を、ポリエステルとしての大阪ガスケミカル社製のOKP4HTによって形成する場合には、第2の充填材18を、紫外線硬化性樹脂としての大阪ガスケミカル社製のEA-0200によって形成してもよい。この場合には、プリズム15および第2の充填材18の屈折率を、波長850nmの光に対していずれも1.61とすることができる。

【0069】

このような第2の充填材18には、図1に示すように、反射/透過層17によって透過された各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが直ちに入射する。このとき、第2の充填材18に対する各列の発光素子8ごとのレーザ光Laの入射方向は、反射/透過層17に対する各列の発光素子8ごとのレーザ光Laの入射方向と同一とみなすことができる。これは、反射/透過層17が非常に薄く、この層17でのレーザ光Laの屈折を無視できることによるものである。そして、第2の充填材18に入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laは、第2の充填材18の内部の光路上を各列の第2のレンズ面12側に向かって進行する。

【0070】

このとき、第2の充填材18とプリズム15との屈折率差が十分に小さいことによって、各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが第2の充填材18に入射する際に、各レーザ光Laに屈折が生じることはない。そして、第2の充填材18の内部の光路上を進行した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laは、第2の板状部3bを透過して各列の第2のレンズ面12に内部入射して、各列の第2のレンズ面12によって、これらに対応する各列の光ファイバ6の端面6aに向けてそれぞれ出射される。

【0071】

このような構成によれば、各列の第1のレンズ面11に入射した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを、第2のプリズム面15bにおいて全反射させた後に反射/透過層17によって各列の第2のレンズ面12側および各列の第3のレンズ面13側にそれぞれ分光させることができる。そして、各列の第2のレンズ面12側に分光(透過)された各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを、各列の第2のレンズ面12によって各列の光ファイバ6の端面6a側に出射させ、また、各列の第3のレンズ面13側に十分な反射率で分光(反射)された各列の発光素子8ごとのモニタ光Mを、各列の第3のレンズ面13によって各列の受光素子9側に出射させることができる。これにより、各列の発光素子8と各列の光ファイバ6の端面6aとの光学的な結合を適正に行うことができるとともにモニタ光を確実にかつ効率的に得ることができる。また、全反射機能15bと分光機能17とを1つの部材15上の互いに近い位置に集約させることによって、コンパクトかつ容易な設計が可能となる。さらに、プリズム15と第2の充填材18との屈折率差を所定値以下に形成することで、第2のプリズム面15bと第3のプリズム面15cとの間の光路と、第2の充填材18の内部の光路との直線性を確保することができるので、製品検査の際に各列の第2のレンズ面12に入射するレーザ光Laが各レンズ面12の中心からずれていることが確認された場合に、これを解消するための寸法調整を要する箇所を削減することができ、

10

20

30

40

50

ひいては、製造の容易化に寄与することができる。具体的には、仮に、第2のプリズム面15bと第3のプリズム面15cとの間の光路と第2の充填材18の内部の光路との直線性を確保できない構成の場合には、第2のレンズ面12に対する入射光の軸ずれを許容限度内に補正するために、第3のプリズム面15cの傾斜角の調整を要する場合がある。これに対して、本実施形態においては、第2のプリズム面15bにおける全反射方向が適正に確保されていれば、第3のプリズム面15cに最適な角度を設定し直すような煩雑な寸法調整は要しない。

【0072】

上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図1に示すように、第3の面S3が、各列の第1のレンズ面11の光軸OA(1)に直交するように形成されているとともに、第1のプリズム面15aが、第3の面S3に平行に配置されている。

10

【0073】

そして、このような構成によれば、第1の充填材16および第1のプリズム面15aに対して、各列の発光素子8ごとのレーザ光Laを垂直入射させることができるので、各列の第1のレンズ面11と第2のプリズム面15bとの間の光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、レンズアレイ本体3、第1の充填材16およびプリズム15の材料(屈折率)選択の自由度を広げることにも可能となる。

【0074】

上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図1に示すように、第4の面S4が、各列の第2のレンズ面12の光軸OA(2)に直交するように形成され、反射/透過層17を透過した各列の発光素子8ごとのレーザ光Laが第2の充填材18側から垂直入射するようになっている。

20

【0075】

そして、このような構成によれば、第4の面S4の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、レンズアレイ本体3および第2の充填材18の材料(屈折率)選択の自由度を広げることにも可能となる。

【0076】

上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図1および図3に示すように、第2のプリズム面15bの傾斜角が、第1のプリズム面15aを基準(0°)として同各図における時計回りに45°とされている。また、同各図に示すように、第3のプリズム面15cの傾斜角が、第1のプリズム面15aを基準として同各図における反時計回りに45°とされている。すなわち、第3のプリズム面15cは、第2のプリズム面15bに対して直角をなしている。

30

【0077】

そして、このような構成によれば、プリズム15を直角二等辺三角形に形成することができるので、プリズム15の寸法精度の測定を簡便に行うことができ、取り扱い性を向上させることができる。

【0078】

上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体3と第1の充填材16との屈折率差を所定値以下(例えば、0.01以下(好ましくは、0.005以下))に形成してもよい。

40

【0079】

そして、このように構成すれば、第3の面S3と第1充填材16との界面における各列の発光素子8ごとの光の屈折およびフレネル反射を抑制することができるので、前述した第3の面S3と各列の第1のレンズ面11の光軸OA(1)との直交性に拘束されことなく第3の面S3の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、光送信およびモニタにとって障害となる迷光の発生を抑制することができる。

【0080】

上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体3と第2の充填材18との屈折率差を所定値以下(例えば、0.01以下(好ましくは、0.005以下))に形成してもよい。

【0081】

50

そして、このように構成すれば、第2の充填材18と第4の面S4との界面における各列の発光素子8ごとの光の屈折およびフレネル反射を抑制することができるので、前述した第4の面S4と各列の第2のレンズ面12の光軸OA(2)との直交性に拘束されることなく第4の面S4の前後での光路の直線性が確保された簡便な設計を行うことができ、また、光送信およびモニタにとって障害となる迷光の発生を抑制することができる。

【0082】

上記構成に加えて、更に、第1の充填材16と第2の充填材18とは同一物であってもよい。

【0083】

そして、このような構成によれば、組立時に充填材を換える作業を要しなくなるので、製造プロセスを簡略化することができ、更に容易な製造が可能となる。

10

【0084】

上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体3とプリズム15とは、同一材料からなるものであってもよい。

【0085】

そして、このような構成によれば、材料を統一することによってコストの削減を図ることができる。

【0086】

上記構成以外にも、図1および図5に示すように、レンズアレイ本体3は、光電変換装置5を保持するためのデバイス側周状凸部3cを有している。このデバイス側周状凸部3cは、第1の面S1を四方から包囲するようにして第1の面S1および第1のレンズ面11よりも光電変換装置5側(図1における下方)に突出するように形成されているとともに、先端面(下端面)において光電変換装置5を当接保持するようになっている。なお、デバイス側周状凸部3cの先端面は、第1の面S1に平行かつ面一とされている。また、図1および図4に示すように、レンズアレイ本体3は、光ファイバ6を保持するためのファイバ側周状凸部3dを有している。このファイバ側周状凸部3dは、第2の面S2を四方から包囲するようにして第2の面S2および第2のレンズ面12よりも光ファイバ6側(図1における左方)に突出するように形成されているとともに、先端面(左端面)において光ファイバ6を当接保持するようになっている。なお、ファイバ側周状凸部3dの先端面は、第2の面S2に平行かつ面一とされている。この他にも、デバイス側周状凸部3cおよび光電変換装置5(半導体基板7)には、互いに機械的または光学的に係合することによってレンズアレイ2に対する光電変換装置5の位置決めを行うための位置決め手段が形成されていてもよい。この位置決め手段としては、デバイス側周状凸部3cおよび光電変換装置5のいずれか一方に形成されたピンと、他方に形成されたピン挿入用の孔または穴との組み合わせや、デバイス側周状凸部3cおよび光電変換装置5の所定の位置に形成された光学的に検出可能なマーク等を挙げることができる。同様に、ファイバ側周状凸部3dおよび光ファイバ6(コネクタ10)にも、互いに機械的または光学的に係合することによってレンズアレイ2に対する光ファイバ6の位置決めを行うための位置決め手段(ピンと孔/穴との組み合わせや光学マーク等)が形成されていてもよい。なお、図1、図2および図4には、位置決め手段の一例として、ファイバ側周状凸部3dに形成されたピン30が示されている。さらに、図1および図2に示すように、レンズアレイ本体3は、第2の板状部3bに対向し、かつ、第1の板状部3aの右端部に垂直に接続された第3の板状部3eが形成されている。この第3の板状部3eは、必要に応じて設けられるようにしてもよい。

20

30

40

【0087】

更に、前述した構成以外にも、本発明には、種々の変形例を適用することができる。

【0088】

(第1の変形例)

例えば、図6に示すように、プリズム15として、第2のプリズム面15bと第3のプリズム面15cとの境界位置に、第2の充填材18の第2のプリズム面15b上への流出

50

を防止するための壁部 20 が立設されたものを用いてもよい。

【0089】

このような構成によれば、第2の充填材18の充填の際に、壁部20が第2の充填材18を堰き止めることによって、第2の充填材18の第2のプリズム面15b上への流出を確実に抑制することができるので、第2のプリズム面15bの全反射機能を適正に確保することができる。

【0090】

(第2の変形例)

また、図7に示すように、第3の面S3を凹入面にする代わりに、第1のプリズム面15aを凹入面に形成してもよい。

【0091】

このような構成においても、第3の面S3と第1のプリズム面15aとの間に第1の充填材16の充填空間(間隙部)を容易に確保することができる。

【0092】

(第3の変形例)

さらに、図8(a)の左側面図および図8(b)の平面図に示すように、プリズム15として、第3のプリズム面15cの縁部に、第2の充填材18の第2のプリズム面15b上への流出を防止するための凸状段差部21が形成されたものを用いてもよい。この凸状段差部21は、反射/透過層17を包囲するような平面略コの字形状に形成されているとともに、反射/透過層17よりも第3のプリズム面15cの面法線方向に所定の寸法だけ突出するように形成されている。

【0093】

このような構成によれば、凸状段差部21によって第2の充填材18が反射/透過層17上に溜まりやすくすることができるので、第2の充填材18の第2のプリズム面15b上への流出を効果的に抑制することができ、第2のプリズム面15bの全反射機能を適正に確保することができる。

【0094】

(第4の変形例)

さらにまた、図9に示すように、光信号の送信だけでなく光信号の受信にも対応した構成を採用してもよい。すなわち、図9に示すように、各列の光ファイバ6の下部近傍には、複数の受信用の光ファイバ6'が、紙面垂直方向に沿って整列配置されている。また、図9に示すように、第2の面S2における受信用の光ファイバ6'の端面6a'に臨む位置には、受信用の光ファイバ6'と同数の受信用の第4のレンズ面24が、紙面垂直方向に沿って整列形成されている。さらに、図9に示すように、第3のプリズム面15cにおける下端部側の所定範囲の部位は、反射/透過層17の下端部17aよりも延長された延長部とされており、この延長部上には、反射/透過層17が形成されていない。さらにまた、図9に示すように、第1の面S1には、受信用の光ファイバ6'と同数の受信用の第5のレンズ面25が、紙面垂直方向に沿って整列形成されている。また、図9に示すように、光電変換装置5は、受信用の光ファイバ6'と同数の受信用の受光素子27を備えている。

【0095】

このような構成によれば、受信用の光ファイバ6'の端面6a'から出射された受信用のレーザ光La'は、第4のレンズ面24によって収束され、第2の板状部3b、第2の充填材18および第3のプリズム面15cの延長部を順次透過(直進)した後に第2のプリズム面15bにおいて第5のレンズ面25側に全反射され、第5のレンズ面25において収束されて受信用の受光素子27に適正に結合される。

【0096】

なお、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の特徴を損なわない限度において種々変更することができる。

【0097】

10

20

30

40

50

例えば、発光素子 8、受光素子 9、第 1～第 3 のレンズ面 11～13 は、3 列以上設けてもよい。また、第 4 および第 5 のレンズ面 24、25 は、2 列以上設けてもよい。さらに、本発明は、光導波路等の光ファイバ以外の光伝送体にも有効に適用することができる。

【符号の説明】

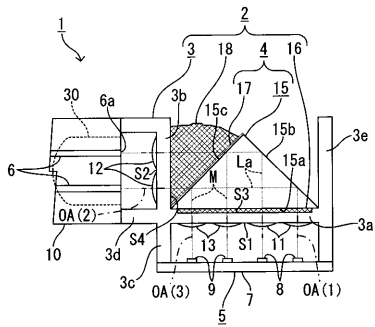
【0098】

- 1 光モジュール
- 2 レンズアレイ
- 3 レンズアレイ本体
- 3a 第 1 の板状部
- 3b 第 2 の板状部
- 5 光電変換装置
- 6 光ファイバ
- 8 発光素子
- 9 受光素子
- 11 第 1 のレンズ面
- 12 第 2 のレンズ面
- 13 第 3 のレンズ面
- 15 プリズム
- 15a 第 1 のプリズム面
- 15b 第 2 のプリズム面
- 15c 第 3 のプリズム面
- 16 第 1 の充填材
- 17 反射 / 透過層
- 18 第 2 の充填材

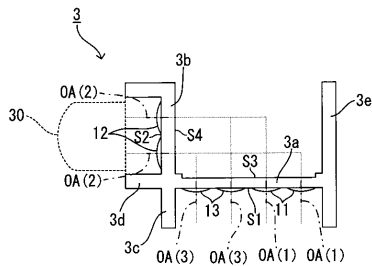
10

20

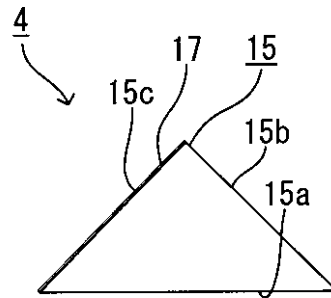
【図 1】



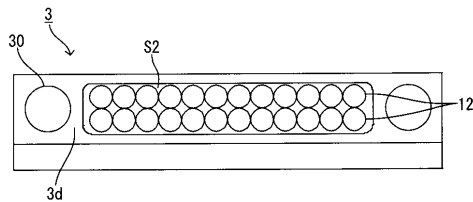
【図 2】



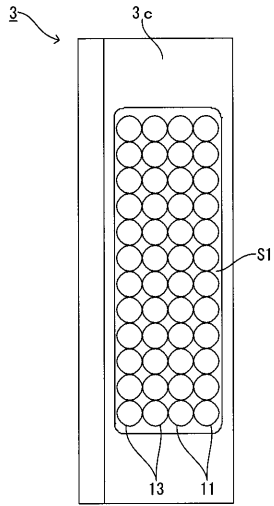
【図 3】



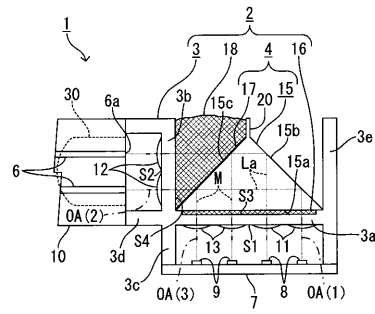
【図 4】



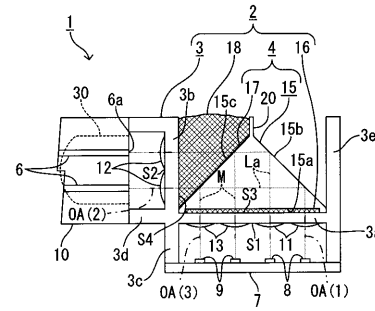
【 図 5 】



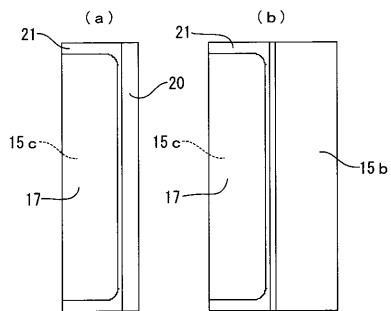
【 図 6 】



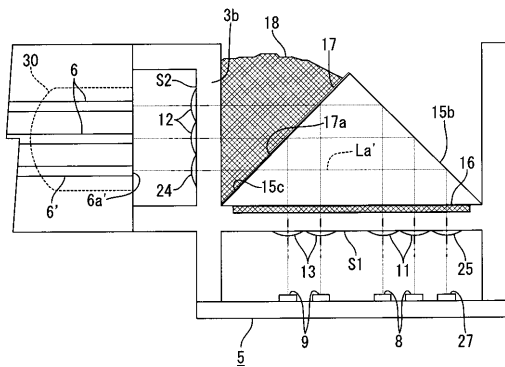
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 森岡 心平
埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会社エンプラス内

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特表2006-520491(JP, A)
特開2006-344915(JP, A)
国際公開第2011/077723(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 6/42