

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/169587 A1

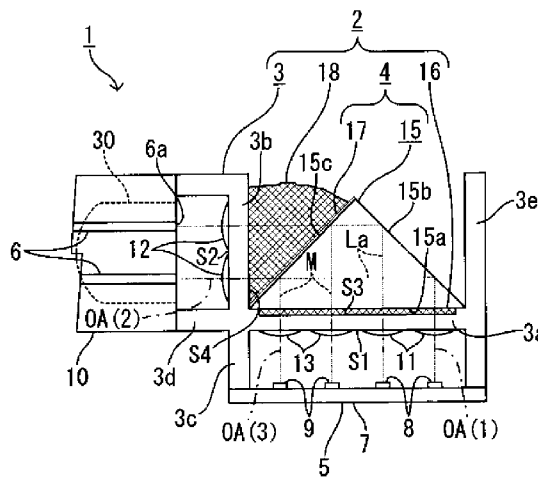
- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064686
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 7 日(07.06.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-129150 2011 年 6 月 9 日(09.06.2011) JP
特願 2011-129151 2011 年 6 月 9 日(09.06.2011) JP
特願 2011-153818 2011 年 7 月 12 日(12.07.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社エンプラス(ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木 2 丁目 3 0 番 1 号 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森岡 心平 (MORIOKA Shimpei) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木 2 丁目 3 0 番 1 号 株式会社エンプラス内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 中尾 俊輔, 外(NAKAO Shunsuke et al.); 〒1010047 東京都千代田区内神田 1 丁目 3 番 5 号 中尾・伊藤特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LENS ARRAY AND OPTICAL MODULE PROVIDED THEREWITH

(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

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a lens array and optical module that can efficiently obtain monitor light and allow increased miniaturization and more channels. [Solution] Light from each of a plurality of rows of light-emitting elements (8) is incident upon a plurality of rows of first lens surfaces (11) on a first plate-shaped part (3a), undergoes total internal reflection at a second prism surface (15b), and is split by a reflection/transmission layer (17) on a third prism surface (15c) such that some of said light heads towards a plurality of rows of second lens surfaces (12) on a second plate-shaped part (3b) and some heads towards a plurality of rows of third lens surfaces (13) on the first plate-shaped part (3a). The light from each row of light-emitting elements (8) that is transmitted towards the second lens surfaces (12) is outputted by said second lens surfaces (12) towards end faces (6a) of optical transmission bodies (6), and the monitor light from each row of light-emitting elements (8) that is reflected towards the third lens surfaces (13) is outputted by said third lens surfaces (13) towards rows of light-receiving elements (9).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/169587 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

【課題】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光モジュールを提供すること。【解決手段】第 1 の板状部 3 a 上の複数列の第 1 のレンズ面 1 1 に入射した複数列の発光素子 8 ごとの光を、第 2 のプリズム面 1 5 b において全反射させた後に、第 3 のプリズム面 1 5 c 上の反射／透過層 1 7 によって第 2 の板状部 3 b 上の複数列の第 2 のレンズ面 1 2 側および第 1 の板状部 3 a 上の複数列の第 3 のレンズ面 1 3 側に分光させ、第 2 のレンズ面 1 2 側に透過された各列の発光素子 8 ごとの光を、第 2 のレンズ面 1 2 によって光伝送体 6 の端面 6 a 側に出射させ、第 3 のレンズ面 1 3 側に反射された各列の発光素子 8 ごとのモニタ光を、第 3 のレンズ面 1 3 によって各列の受光素子 9 側に出射させる。

明 細 書

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

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。

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、V C S E L : 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、光送受信（双方向通信）に対応すべく、光ファイバを介して伝搬されて光ファイバの端面から出射された通信情報を含む光を受光する受光素子を発光素子とともに備えたものもあり、このような光電変換装置に対応するレンズアレイは、光ファイバの端面から出射された光を、受光素子に光学的に結合させるようになっていた。

[0008] さらに、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。

[0009] このようなモニタ光を発生させる反射機能を備えた光送受信対応の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

[0010] 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

[0011] 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。

[0012] また、特許文献１に記載のレンズアレイにおいては、レンズアレイ本体が、レンズ面の整列方向において、光送信用の領域（すなわち、反射／透過面および送信用のレンズ面を形成する領域）と光受信用の領域（すなわち、反射／透過面を形成せず、受信用のレンズ面を形成する領域）とに分割され、

光送信用の構成部が光受信用の光路外に位置されるように構成されている（特許文献1の図11～図15の構成参照）。これにより、光送信用の構成部（反射／透過面）が光送信用の光路上だけでなく光受信用の光路上にまで位置される場合のように、光受信用の光路を設計する際に、光送信用の構成部による光受信用の光の進行方向の変更（屈折等）を加味する必要がなく、光受信用の独自の光路を容易に設計することを可能ならしめている。

[0013] 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念頭に置きつつ、更なる付加価値を見出す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。

[0014] 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光送受信対応の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

[0015] 前述した目的を達成するため、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 の板状部側に傾斜するような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傾斜するような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。

[0016] 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。

- [0017] 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。
- [0018] 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も可能となる。
- [0019] 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。
- [0020] 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。
- [0021] 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。
- [0022] 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。

- [0023] 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。
- [0024] 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も可能となる。
- [0025] 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。
- [0026] 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とって障害となる迷光の発生を抑制することができる。
- [0027] 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、前記第 3 の面は、前記第 1 の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされている点にある。
- [0028] そして、この請求項 7 に係る発明によれば、第 3 の面を凹入面とすることによって、第 1 の充填材の安定的な充填空間を容易に確保することができる。
- [0029] 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 のプリズム面は、前記第 1 の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされている点にある。
- [0030] そして、この請求項 8 に係る発明によれば、第 1 のプリズム面を凹入面とすることによって、第 1 の充填材の充填空間を容易に確保することができる。

。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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形状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。

[0037] 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。

[0038] 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に確保することができる。

- [0039] さらにまた、請求項 1 3 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 1 ～ 1 2 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。
- [0040] そして、この請求項 1 3 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。
- [0041] また、請求項 1 4 に係る光モジュールの特徴は、請求項 1 ～ 1 3 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。
- [0042] そして、この請求項 1 4 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。
- [0043] さらに、請求項 1 5 に係るレンズアレイの特徴は、複数の発光素子、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第 1 の受光素子および光伝送体を介して伝送された光を受光する複数の第 2 の受光素子が形成された光送受信用の第 1 の光電変換装置と、前記光伝送体との間に配置され、光送信のために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るとともに、光受信のために前記光伝送体の端面と前記複数の第 2 の受光素子とを光学的に結合可能とされたレンズアレイであって、前記第 1 の光電変換装置として、前記複数の発光素子が所定の第 1 の方向に沿って整列形成され、前記発光素子の列に対

して前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向側であって前記光伝送体側の位置に、前記複数の第 1 の受光素子が前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記第 1 の受光素子の列に対して前記第 2 の方向側であって前記光伝送体と反対側の位置に、前記複数の第 2 の受光素子が前記第 1 の方向に沿って整列形成されたものが配置され、前記第 1 の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から、前記第 3 の方向側であって前記第 1 の光電変換装置と反対側に向かって延出され、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第 1 の光電変換装置に臨む第 1 の面に、前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記複数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 の方向に沿って整列形成され、前記複数の第 1 のレンズ面にそれぞれ入射した前記複数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の第 2 のレンズ面と、前記第 1 の面における前記第 1 のレンズ面の列に対して前記第 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 の方向に沿って整列形成され、前記第 1 の板状部の内部側から入射した前記複数の発光素子ごとのモニタ光を前記複数の第 1 の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数の第 3 のレンズ面と、前記第 2 の面における前記第 2 のレンズ面の列に対して前記第 3 の方向側の位置に、前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記光伝送体の端面から出射された前記伝送された光が入射する複数の第 4 のレンズ面と、前記第 1 の面における前記第 3 のレンズ面の列に対して前記第 2 の方向側であって前記第 2 の板状部と反対側の位置に、前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記複数の第 4 のレンズ面にそれぞれ入射した前記伝送された光を、前記複数の第 2 の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数の第 5 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第1の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、前記複数の第1のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光の光路および前記複数の第4のレンズ面に入射した後の前記伝送された光の光路をそれぞれ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、前記複数の第1のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光が入射し、また、前記プリズムの内部側から入射した前記複数の第4のレンズ面への入射後の前記伝送された光を前記複数の第5のレンズ面側に透過させる第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の板状部側に傾斜するような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の発光素子ごとの光を前記複数の第2のレンズ面に向けて全反射させ、また、前記プリズムの内部側から入射した前記複数の第4のレンズ面への入射後かつ前記第1のプリズム面への入射前の前記伝送された光を前記第1のプリズム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傾斜するような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の発光素子ごとの光が前記プリズムの内部側から入射し、また、前記複数の第4のレンズ面への入射後かつ前記第2のプリズム面への入射前の前記伝送された光が入射し、この入射した前記伝送された光を前記第2のプリズム面側に透過させる第3のプリズム面と、この第3のプリズム面上に、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置を含むとともに前記伝送された光の入射位置を除外する所定の範囲にわたって形成され、前記第3のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数の発光素子ごとのモニタ光として前記複数の第3のレンズ面に向けて反射させるとともに、所定の透過率で前記複数の第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に充填された第1の充填材

と、前記第3のプリズム面と前記第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。

[0044] そして、この請求項15に係る発明によれば、複数の第1のレンズ面に入射した複数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第3のプリズム面上の反射／透過層によって複数の第2のレンズ面側および複数の第3のレンズ面側にそれぞれ分光させ、複数の第2のレンズ面側に分光された複数の発光素子ごとの光を、複数の第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、複数の第3のレンズ面側に十分な反射率で分光された複数の発光素子ごとのモニタ光を、複数の第3のレンズ面によって複数の第1の受光素子側に出射させることができる。一方、複数の第4のレンズ面に入射した光伝送体を介して伝送された光を、第3のプリズム面における反射／透過層の非形成領域において透過させた後に、第2のプリズム面において複数の第5のレンズ面側に全反射させ、そして、これら複数の第5のレンズ面によって複数の第2の受光素子側に出射させることができる。これにより、光送信のための複数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かつ効率的に得ることができ、かつ、光受信のための光伝送体の端面と複数の第2の受光素子との光学的な結合を適正に行うことができる。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、光送信用の領域と光受信用の領域とをレンズ面の整列方向に直交する方向において分割するとともに、光送信用光路・光受信用光路の別を反射／透過層の形成の有無によって選択することによって、多チャンネル化を実現する場合に、レンズアレイ本体におけるレンズ面の整列方向の幅が大きくなり過ぎることを抑制することができるとともに、光受信用光路を簡便な手法によって光送信用の構成部（反射／透過層）外に配置することができるので、多チャンネルでありながらコンパクトな設計

かつ受信用光路の簡便な設計が可能となる。さらにまた、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、ひいては、製造の容易化に寄与することができる。

[0045] また、請求項16に係るレンズアレイの特徴は、請求項15において、更に、前記第1の光電変換装置は、前記第2の受光素子の列が、前記発光素子の列と前記第1の受光素子の列との間の位置に配置され、前記第5のレンズ面の列は、前記第1のレンズ面の列と前記第3のレンズ面の列との間の位置に配置され、前記第2のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の全反射位置が、前記伝送された光の全反射位置よりも前記第1の板状部側に設定され、前記第3のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置が、前記伝送された光の入射位置よりも前記第1の板状部側に設定され、前記反射／透過層は、前記第3のプリズム面における前記第1の板状部側の一部の領域上に形成され、前記第2のレンズ面の列は、前記第4のレンズ面の列に対して前記第3の方向側であって前記第1の板状部側の位置に配置されている点にある。

[0046] そして、この請求項16に係る発明によれば、光伝送体の端面に対する所期の結合効率が高精度に求められる複数の発光素子ごとの光について、第2の充填材よりも密度の均一性に基づく光学的安定性に優れたプリズムの内部における光路長が、第2の充填材の内部における光路長よりも長くなるように光路設計することができるので、光伝送体の端面に対する結合効率を安定的に確保することができる。

[0047] さらに、請求項17に係るレンズアレイの特徴は、請求項15において、更に、前記第1の光電変換装置は、前記第2の受光素子の列が、前記発光素子の列に対して前記第2の方向側であって前記光伝送体と反対側の位置に配

置され、前記第5のレンズ面の列は、前記第1のレンズ面の列に対して前記第2の方向側であって前記第2の板状部と反対側の位置に配置され、前記第2のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の全反射位置が、前記伝送された光の全反射位置よりも前記第1の板状部と反対側に設定され、前記第3のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置が、前記伝送された光の入射位置よりも前記第1の板状部と反対側に設定され、前記反射／透過層は、前記第3のプリズム面における前記第1の板状部と反対側の一部の領域上に形成され、前記第2のレンズ面の列は、前記第4のレンズ面の列に対して前記第3の方向側であって前記第1の板状部と反対側の位置に配置されている点にある。

[0048] そして、この請求項17に係る発明によれば、第2のプリズム面以後の複数の発光素子ごとの光の光路を短縮することができるので、第2のプリズム面の傾斜角に製造上または組立上の誤差が生じた場合においても、この誤差が与える複数の発光素子ごとの光の結合効率への影響を緩和することができる。

[0049] さらにまた、請求項18に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～17のいずれか1項において、更に、前記第3の面は、前記複数の第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。

[0050] そして、この請求項18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も可能となる。

[0051] また、請求項19に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～18のいずれか1項において、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。

- [0052] そして、この請求項 19 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、光送受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。
- [0053] さらに、請求項 20 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～19 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。
- [0054] そして、この請求項 20 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、光送受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。
- [0055] さらにまた、請求項 21 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～20 のいずれか 1 項において、更に、前記第 4 の面は、前記複数の第 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。
- [0056] そして、この請求項 21 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も可能となる。
- [0057] また、請求項 22 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～21 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。
- [0058] そして、この請求項 22 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、光送受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。

[0059] さらにまた、請求項23に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～22のいずれか1項において、更に、前記第3の面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされている点にある。

[0060] そして、この請求項23に係る発明によれば、第3の面を凹入面とすることによって、第1の充填材の安定的な充填空間を容易に確保することができる。

[0061] また、請求項24に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～22のいずれか1項において、更に、前記第1のプリズム面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされている点にある。

[0062] そして、この請求項24に係る発明によれば、第1のプリズム面を凹入面とすることによって、第1の充填材の充填空間を容易に確保することができる。

[0063] さらにまた、請求項25に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～24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。

[0064] そして、この請求項25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。

[0065] また、請求項26に係るレンズアレイの特徴は、請求項15～25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。

[0066] そして、この請求項26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。

[0067] さらに、請求項 27 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～26 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。

[0068] そして、この請求項 27 に係る発明によれば、プリズムを直角二等辺三角形形状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。

[0069] さらにまた、請求項 28 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～27 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。

[0070] そして、この請求項 28 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に確保することができる。

[0071] また、請求項 29 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～28 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。

[0072] そして、この請求項 29 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。

[0073] さらに、請求項 30 に係るレンズアレイの特徴は、請求項 15～29 のいずれか 1 項において、更に、前記第 1 の光電変換装置に代わり、光送信専用の第 2 の光電変換装置として、前記第 2 の受光素子の列の代わりに前記発光素子の列が形成されていることによって前記発光素子の列を複数列有するとともに、これら複数列の発光素子に対応して前記第 1 の受光素子の列を複数

列有するものを配置し、かつ、前記反射／透過層が前記第3のプリズム面上に前記所定の範囲にわたって形成された前記プリズムに代わり、前記反射／透過層が前記第3のプリズム面上に全面的に形成された前記プリズムを配置した状態で、光送信専用として、前記複数列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、前記第1の面には、前記第3のレンズ面の列が、前記第2の方向において互いに隣位するようにして複数列配置され、光送信専用としての使用状態において、前記複数の第5のレンズ面には、前記複数列の発光素子における前記複数の第1のレンズ面に対応する列とは異なる列の複数の発光素子ごとの光が入射し、前記第1のプリズム面には、前記複数の第5のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光が入射し、前記第2のプリズム面は、前記複数の第5のレンズ面への入射後に前記第1のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、前記複数の第4のレンズ面に向けて全反射させ、前記反射／透過層は、前記複数の第5のレンズ面、前記第1のプリズム面および前記第2のプリズム面を経た後に前記第3のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数の発光素子ごとのモニタ光として前記複数列の第3のレンズ面における前記複数の第1のレンズ面に対応する列とは異なる列の複数の第3のレンズ面に向けて反射させるとともに、所定の透過率で前記複数の第4のレンズ面側に透過させ、前記複数の第4のレンズ面は、前記反射／透過層によって透過された前記複数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点にある。

[0074] そして、この請求項30に係る発明によれば、レンズアレイ本体に第3のレンズ面の列を初めから複数列形成しておけば、反射／透過層が全面的に形成されたプリズムを選択することによって光送信専用のレンズアレイを選択することができ、一方、反射／透過層が所定の範囲にわたって形成されたプリズムを選択することによって光送受信用のレンズアレイを選択することができるので、光送受信用と光送信専用との間での使用形態の選択を容易かつ低コストで行うことが可能となる。

[0075] さらにまた、請求項 3 1 に係る光モジュールの特徴は、請求項 1 5 ～ 2 9 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイと、請求項 1 5 に記載の第 1 の光電変換装置とを備え、光送受信に用いられる点にある。

[0076] そして、この請求項 3 1 に係る発明によれば、光送信のための複数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、かつ、光受信のための光伝送体の端面と複数の第 2 の受光素子との光学的な結合を適正に行うことができる。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る。さらに、光送信用の領域と光受信用の領域とをレンズ面の整列方向に直交する方向において分割するとともに、光送信用光路・光受信用光路の別を反射／透過層の形成の有無によって選択することによって、多チャンネル化を実現する場合に、レンズアレイ本体におけるレンズ面の整列方向の幅が大きくなり過ぎることを抑制することができるとともに、光受信用光路を簡便な手法によって光送信用の構成部外に配置することができるので、多チャンネルでありながらコンパクトな設計かつ受信用光路の簡便な設計が可能となる。さらにまた、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。

[0077] また、請求項 3 2 に係る光モジュールの特徴は、請求項 3 1 において、更に、前記第 1 の光電変換装置に代わり、請求項 3 0 に記載の第 2 の光電変換装置を配置し、かつ、請求項 1 5 に記載の反射／透過層が第 3 のプリズム面上に所定の範囲にわたって形成されたプリズムに代わり、請求項 3 0 に記載の反射／透過層が第 3 のプリズム面上に全面的に形成されたプリズムを配置することによって、光送信専用への転換が可能とされている点にある。

[0078] そして、この請求項 3 2 に係る発明によれば、レンズアレイに第 3 のレン

ズ面の列を初めから複数列形成しておけば、反射／透過層が全面的に形成されたプリズムおよび第２の光電変換装置を選択することによって光送信専用の光モジュールを選択することができ、一方、反射／透過層が所定の範囲にわたって形成されたプリズムおよび第１の光電変換装置を選択することによって光送受信用の光モジュールを選択することができるので、光送受信用と光送信専用との間での使用形態の選択を容易かつ低コストで行うことが可能となる。

[0079] さらに、請求項３３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第１のレンズ部材と、この第１のレンズ部材に接合され、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第２のレンズ部材とを備え、前記第１のレンズ部材は、前記光電変換装置に臨む面に、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、前記光電変換装置に臨む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光伝送体側の位置に、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のレンズ部材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、前記光電変換装置に臨む面に対して前記光電変換装置と反対側に配置され、前記光電変換装置に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光伝送体側に傾斜するような所定の傾斜角を有し、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側に向けて全反射させる第1の傾斜面と、前記光電変換装置に臨む面に対して前記光電変換装置と反対側であって、前記第1の傾斜面に対して前記光伝送体側に配置され、前記光電変換装置に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光伝送体と反対側に傾斜するような所定の傾斜角を有し、前記第1の傾斜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2の傾斜面とを有し、前記第2のレンズ部材は、前記光伝送体の端面に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光電変換装置と反対側に傾斜するような所定の傾斜角を有するとともに、前記第2の傾斜面に対して所定の間隙をもって臨み、前記第2の傾斜面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第3の傾斜面と、前記光伝送体の端面に臨む面に、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、前記第3の傾斜面に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のレンズ面とを有し、前記第2の傾斜面と前記第3の傾斜面との間には、前記第1のレンズ部材および前記第2のレンズ部材との屈折率差が所定値以下とされた充填材が充填され、前記第2の傾斜面上または前記第3の傾斜面上には、前記第2の傾斜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第3の傾斜面側に透過させる反射／透過層が形成されている点にある。

[0080] そして、この請求項33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1の傾斜面において全反射させた後に反射／透過層によって第3の傾斜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、第3の傾斜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、第2の傾斜面と第3の傾斜面との間隙部を、反射／透過層および充填材の配置に利用することによって、コンパクトな構成を実現することが可能となる。さらに、第1のレンズ部材および第2のレンズ部材と充填材との屈折率差を所定値以下に形成することで、第1のレンズ部材における第1の傾斜面と第2の傾斜面との間の光路と第2のレンズ部材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。

[0081] また、請求項34に係るレンズアレイの特徴は、請求項33において、更に、前記第3の傾斜面は、前記充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされ、前記第2のレンズ部材は、前記第3の傾斜面の外側に、前記第3の傾斜面よりも前記第1のレンズ部材側に突出されるとともに前記第2の傾斜面に平行とされた段差面を有し、前記第2の傾斜面は、前記第3の傾斜面および前記段差面に対応する範囲にわたって平坦な面に形成され、前記反射／透過層は、前記第2の傾斜面上に形成され、前記第1のレンズ部材と前記第2のレンズ部材とは、前記段差面と前記第2の傾斜面とを当接させた状態で接合されている点にある。

[0082] そして、この請求項34に係る発明によれば、充填材の配置空間を簡易な構成によって確保することができ、また、全反射機能（第1の傾斜面）と分光機能（反射／透過層）とを同一部材（第1のレンズ部材）上に集約させる

ことによって更に容易な設計が可能となり、さらに、段差面と第2の傾斜面とを当接させることによって第1のレンズ部材と第2のレンズ部材との接合を安定的に行うことができる。

[0083] さらに、請求項35に係るレンズアレイの特徴は、請求項33において、更に、前記第2の傾斜面は、前記充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされ、前記第1のレンズ部材は、前記第2の傾斜面の外側に、前記第2の傾斜面よりも前記第2のレンズ部材側に突出されるときに前記第3の傾斜面に平行とされた段差面を有し、前記第3の傾斜面は、前記第2の傾斜面および前記段差面に対応する範囲にわたって平坦な面に形成され、前記反射／透過層は、前記第3の傾斜面上に形成され、前記第1のレンズ部材と前記第2のレンズ部材とは、前記段差面と前記第3の傾斜面とを当接させた状態で接合されている点にある。

[0084] そして、この請求項35に係る発明によれば、充填材の配置空間を簡易な構成によって確保することができ、また、段差面と第3の傾斜面とを当接させることによって第1のレンズ部材と第2のレンズ部材との接合を安定的に行うことができる。

[0085] さらにまた、請求項36に係るレンズアレイの特徴は、請求項34または35において、更に、前記第1のレンズ部材および前記第2のレンズ部材には、前記段差面およびこれに当接する前記傾斜面のそれぞれから延出され、前記段差面および前記傾斜面に対して所定の角度を有した状態で互いに当接する前記第1のレンズ部材側の当接面および前記第2レンズ部材側の当接面がそれぞれ形成されている点にある。

[0086] そして、この請求項36に係る発明によれば、第1のレンズ部材側の当接面と第2レンズ部材側の当接面とを当接させることによって、第1のレンズ部材と第2のレンズ部材との接合を更に安定的かつ高精度に行うことができる。

[0087] また、請求項37に係るレンズアレイの特徴は、請求項33～37のいずれか1項において、更に、前記充填材は、透光性の接着材からなり、前記第

１のレンズ部材と前記第２のレンズ部材とは、前記充填材によって接合されている点にある。

[0088] そして、この請求項３７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、第１のレンズ部材と第２のレンズ部材とを確実に接合することができるのと同時に部品点数を削減することができる。

[0089] さらに、請求項３８に係るレンズアレイの特徴は、請求項３３～３７のいずれか１項において、更に、前記第１の傾斜面は、前記光電変換装置に臨む面に対して４５°の傾斜角を有するように形成され、前記第２の傾斜面は、前記第１の傾斜面に対して直角かつ前記光電変換装置に臨む面に対して４５°の傾斜角を有するように形成され、前記第３の傾斜面は、前記光伝送体の端面に臨む面に対して４５°の傾斜角を有するように形成されている点にある。

[0090] そして、この請求項３８に係る発明によれば、第１～第３の傾斜面を４５°の傾斜面に形成することによって、各傾斜面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。

[0091] さらにまた、請求項３９に係るレンズアレイの特徴は、請求項３３～３８のいずれか１項において、更に、前記第１のレンズ部材と前記第２のレンズ部材とは、同一の材料によって形成されている点にある。

[0092] そして、この請求項３９に係る発明によれば、第１のレンズ部材と第２のレンズ部材との屈折率を統一することによって更に容易な設計が可能となるとともに、同一の材料を用いることによって更なるコストの削減が可能となる。

[0093] また、請求項４０に係る光モジュールの特徴は、請求項３３～３９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。

[0094] そして、この請求項４０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、第２の傾斜面と第３の傾斜面との間

隙部を、反射／透過層および充填材の配置に利用することによって、コンパクトな構成を実現することが可能となり、さらに、第１のレンズ部材における第１の傾斜面と第２の傾斜面との間の光路と第２のレンズ部材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

[0095] 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

[0096] [図1]第１の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]第１の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]第１の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]第１の発明の第１の変形例を示す縦断面図

[図7]第１の発明の第２の変形例を示す縦断面図

[図8]第１の発明の第３の変形例を示す左側面図（a）および平面図（b）

[図9]第１の発明の第４の変形例を示す縦断面図

[図10]第２の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11]第２の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12]第２の発明に係るレンズアレイの第２実施形態において、光路制御部材を示す縦断面図

[図13]図１１の左側面図

[図14]図 1 1 の下面図

[図15]第 2 の発明の第 1 の変形例を示す縦断面図

[図16]第 2 の発明の第 2 の変形例を示す縦断面図

[図17]第 2 の発明の第 3 の変形例を示す左側面図 (a) および平面図 (b)

[図18]第 2 の発明の第 4 の変形例を示す縦断面図

[図19]第 2 の発明の第 5 の変形例において、レンズアレイ本体を示す縦断面図

[図20]第 2 の発明の第 5 の変形例において、送受信用の光モジュールを示す概略構成図

[図21]第 2 の発明の第 5 の変形例において、送信専用への転換状態を示す概略構成図

[図22]第 3 の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23]第 3 の発明に係るレンズアレイの実施形態において、第 1 レンズ部材を示す縦断面図

[図24]第 3 の発明に係るレンズアレイの実施形態において、第 2 レンズ部材を示す縦断面図

[図25]図 2 3 の下面図

[図26]図 2 4 の左側面図

[図27]第 3 の発明の第 1 の変形例を示す図

[図28]第 3 の発明の第 2 の変形例を示す図

[図29]第 3 の発明の第 3 の変形例を示す図

発明を実施するための形態

[0097] まず最初に、本願の第 1 の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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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 VCSEL（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 12 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（12 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る。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。

[0101] 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（12 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6a側の部位がMT (Mechanically Transferable) コネクタ等の多心一括型の光コネクタ10内に保持されている。このような複数列の光ファイバ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。

[0102] 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。

[0103] 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、平面矩形状の横板状の第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連設された平面矩形状の縦板状の第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。

[0104] 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 S 1 とされており、この第 1 の面 S 1 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） 1 1 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 1 1 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（1 2 個）整列されることによって第 1 のレンズ面 1 1 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 1 1 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 1 1 ・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 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 1 の光軸 O A（1）は、各第 1 のレンズ面 1 1 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光 L a 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 1 1 の光軸 O A（1）は、第 1 の面 S 1 に直交するようにする。

[0105] このような各列の第 1 のレンズ面 1 1 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光 L a が入射する。より具体的には、第 1 のレンズ面 1 1 の列に属する任意の 1 つの第 1 のレンズ面 1

1 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 1 1 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 1 1 は、入射した各列の発光素子 8 ごとのレーザ光 L a を第 1 の板状部 3 a の内部（上方）へと進行させる。なお、各列の第 1 のレンズ面 1 1 は、入射した各列の発光素子 8 ごとのレーザ光 L a 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 1 1 を凹レンズ面に形成することによって、レーザ光 L a を発散させてもよい。

[0106] 一方、第 2 の板状部 3 b の左端面（平面）は、光ファイバ 6 の端面 6 a に臨む第 2 の面 S 2 とされており、この第 2 の面 S 2 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）1 2 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 1 2 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（1 2 個）整列されることによって第 2 のレンズ面 1 2 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 1 2 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 1 2 ・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 1 2 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 列目の第 2 のレンズ面 1 2 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 1 2 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 1 2 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。

[0107] 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の列ごとに出射されたレーザ光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アレイ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に向けてそれぞれ出射させる。

[0108] 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。

[0109] 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接する第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。

[0110] 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。

[0111] 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S

3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。

[0112] 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ごとのレーザ光Laの光路を形成するようになっている。

[0113] 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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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 を順次透過した後に、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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 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L a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6 a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6 a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かつ効率的に得ることができる。また、全反射機能15 b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15 bと第3のプリズム面15 c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L a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、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15 bと第3のプリズム面15 c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15 c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15 b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15 c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。

[0126] 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S 3が、各列の第1のレンズ面11の光軸O A（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15 aが、第3の面S 3に平行に配置されている。

[0127] 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 15 a に対して、各列の発光素子 8 ごとのレーザ光 L a 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 15 b 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も可能となる。

[0128] 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 S 4 が、各列の第 2 のレンズ面 12 の光軸 O A (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 L a 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。

[0129] そして、このような構成によれば、第 4 の面 S 4 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も可能となる。

[0130] 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 15 b の傾斜角が、第 1 のプリズム面 15 a 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 15 c の傾斜角が、第 1 のプリズム面 15 a 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 15 c は、第 2 のプリズム面 15 b に対して直角をなしている。

[0131] 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状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。

[0132] 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。

[0133] そして、このように構成すれば、第 3 の面 S 3 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ることなく第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。

[0134] 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。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 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。

[0138] 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。

[0139] 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。

[0140] 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 3 c の先端面は、第 1 の面 S 1 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 3 d を有している。このファイバ側周状凸部 3 d は、第 2 の面 S 2 を四方から包囲するようにして第 2 の面 S 2 および第 2 のレンズ面 1 2 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 3 d の先端面は、第 2 の面 S 2 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 3 c 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 3 c 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 3 c 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 3 d 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 3 d 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 3 b に対向し、かつ、第 1 の板状部 3 a の右端部に垂直に連接された第 3 の板状部 3 e が形成されている。この第 3 の板状部 3 e は、必要に応じて設けれるようにしてもよい。

[0141] 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。

（第 1 の変形例）

[0142] 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 15

b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。

[0143] 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。

(第2の変形例)

[0144] 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。

[0145] 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。

(第3の変形例)

[0146] 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。

[0147] 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。

(第4の変形例)

[0148] 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。

[0149] 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。

[0150] なお、前述の第1の発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、そ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。

[0151] 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。

[0152] 次に、本願の第2の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10～図21を参照して説明する。

[0153] ここで、図10は、本願の第2の発明の実施形態における光モジュール101の概要を本実施形態におけるレンズアレイ102の縦断面図とともに示

した概略構成図である。また、図 11 は、レンズアレイ 102 を構成するレンズアレイ本体 103 の縦断面図である。さらに、図 12 は、レンズアレイ本体 103 とともにレンズアレイ 102 を構成する光路制御部材 104 の縦断面図である。さらにまた、図 13 は、図 11 の左側面図である。また、図 14 は、図 11 の下面図である。

[0154] 図 10 に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ 102 は、光送信用の第 1 の光電変換装置 105 と光伝送体としての光送信用の光ファイバ 106 および光受信用の光ファイバ 126 との間に配置されるようになっている。

[0155] ここで、第 1 の光電変換装置 105 は、半導体基板 107 におけるレンズアレイ 102 に臨む面に、この面に対して垂直方向（図 10 における上方向）にレーザ光 L_t （光束のうちの中心光のみを図示）を出射（発光）する複数の発光素子 108 を有しており、これらの発光素子 108 は、前述した VCSEL（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 108 によるレーザ光 L_t 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 108 は、所定の第 1 の方向としての図 10 における紙面垂直方向に沿って等ピッチで整列（本実施形態においては 12 個）形成されていることによって発光素子 108 の列（一列）をなしている。さらに、図 10 に示すように、第 1 の光電変換装置 105 は、半導体基板 107 におけるレンズアレイ 102 に臨む面であって、発光素子 108 の列に対して第 2 の方向側であって光伝送体側の位置としての図 10 における左方位置に、複数の発光素子 108 からそれぞれ出射されたレーザ光 L_t 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 （中心光のみを図示）を受光する発光素子 108 と同数の複数の第 1 の受光素子 109 を有している。第 1 の受光素子 109 は、発光素子 108 と同様に、図 10 における紙面垂直方向に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第 1 の受光素子 109 の列（一列）をなしている。また、各第 1 の受光素子 109 は、整列方向の一方から数えて同じ順番の発光素子 108 との間で、整列方向における

位置が互いに一致している。第1の受光素子109は、フォトディテクタであってもよい。さらに、図10に示すように、第1の光電変換装置105は、半導体基板107におけるレンズアレイ102に臨む面であって、発光素子108の列と第1の受光素子109の列との間の位置としての発光素子108の左方近傍位置に、光受信用の光ファイバ126を介して伝送された光 L_r （中心光のみを図示）を受光するための発光素子108と同数の複数の第2の受光素子129を有している。第2の受光素子129は、発光素子108と同様に、図10における紙面垂直方向に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第2の受光素子129の列（一列）をなしている。第2の受光素子129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、第1の光電変換装置105には、第1の受光素子109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108から発光されるレーザ光 L_t の出力を制御する制御回路が接続されている。このような第1の光電変換装置105は、図10に示すように、半導体基板107をレンズアレイ102に当接させた状態で、レンズアレイ102に対して対向配置されるようになっている。そして、この第1の光電変換装置105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102に取付けられることにより、レンズアレイ102とともに光モジュール101を構成するようになっている。

[0156] また、本実施形態における光送信用の光ファイバ106は、発光素子108および第1の受光素子109と同数本配設されており、図10における紙面垂直方向に沿って整列配置されている。これら光送信用の複数の光ファイバ106は、整列方向の一方から数えて同じ順番の発光素子108との間で、整列方向における位置が互いに一致している。さらに、本実施形態における光受信用の光ファイバ126は、第2の受光素子129と同数（本実施形態においては、発光素子108、第1の受光素子109および光送信用の光ファイバ106とも同数）配設されており、図10における紙面垂直方向に沿って整列配置されている。これら光受信用の複数の光ファイバ126は、

整列方向の一方から数えて同じ順番の第2の受光素子129との間で、整列方向における位置が互いに一致している。また、図10に示すように、光受信用の光ファイバ126の列は、光送信用の光ファイバ106の列の上方に配置されている。各列の光ファイバ106、126は、例えば、それぞれ同寸のマルチモード方式の光ファイバ106、126とされているとともに、その端面106a、126a側の部位がMT (Mechanically Transferable) コネクタ等の多心一括型の光コネクタ110内に保持されている。このような各列の光ファイバ106、126は、図10に示すように、光コネクタ110におけるレンズアレイ102側の端面をレンズアレイ102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102に取付けられるようになっている。

[0157] そして、レンズアレイ102は、このような第1の光電変換装置105と光送信用・光受信用の光ファイバ106、126との間に配置された状態で、光送信のために複数の発光素子108と光送信用の複数の光ファイバ106の端面106aとを光学的に結合させ、また、光受信のために光受信用の複数の光ファイバ126の端面126aと複数の第2の受光素子129とを光学的に結合させるようになっている。

[0158] このレンズアレイ102についてさらに詳述すると、図10に示すように、レンズアレイ102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103を有しており、このレンズアレイ本体103は、その外形が略箱状に形成されている。具体的には、図10および図11に示すように、レンズアレイ本体103は、平面矩形状の横板状の第1の板状部103aを有しており、この第1の板状部103a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、第1の光電変換装置105に対して上方から臨むようになっている。また、図10および図11に示すように、レンズアレイ本体103は、第1の板状部103a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から、第3の方向側における第1の光電変換装置105の反対側とし

ての上方に向かって直角に延出された平面矩形状の縦板状の第2の板状部103bを有している。この第2の板状部103bは、奥行きが第1の板状部103aと同寸に形成されているとともに、第1の板状部103aと一体であるが故に当然に第1の板状部103aと同屈折率に形成されている。さらに、第2の板状部103bは、光送信用・光受信用の光ファイバ106、126の端面106a、126aに対して図10および図11における右方から臨むようになっている。

[0159] このようなレンズアレイ本体103における第1の板状部103aの下端面（平面）は、第1の光電変換装置105に臨む第1の面S1とされており、この第1の面S1には、図11および図14に示すように、発光素子108と同数の平面円形状の第1のレンズ面（凸レンズ面）111が形成されている。ここで、図11および図14に示すように、第1のレンズ面111は、図11における紙面垂直方向（図14における縦方向）に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第1のレンズ面111の列（一列）をなしている。これら複数の第1のレンズ面111は、整列方向の一方から数えて同じ順番の発光素子108との間で、整列方向における位置が互いに一致している。なお、図14に示すように、互いに隣位する第1のレンズ面111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10に示すように、各第1のレンズ面111の光軸OA（11）は、各発光素子108から出射されるレーザ光Lt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111の光軸OA（11）は、第1の面S1に直交するようにする。

[0160] このような複数の第1のレンズ面111には、図10に示すように、複数の発光素子108ごとに出射されたレーザ光Ltが入射する。より具体的には、任意の1つの第1のレンズ面111には、複数の発光素子108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111と同じ順番の1つの発光素子108の出射光が入射する。そして、各第1のレンズ面111は、入射した各発光素子108ごとのレーザ光Ltを第1の板状部10

3 a の内部（上方）へと進行させる。なお、各第 1 のレンズ面 1 1 1 は、入射した各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t 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、各第 1 のレンズ面 1 1 1 を凹レンズ面に形成することによって、レーザ光 L t を発散させてもよい。

[0161] 一方、第 2 の板状部 1 0 3 b の左端面（平面）は、光送信用・光受信用の光ファイバ 1 0 6、1 2 6 の端面 1 0 6 a、1 2 6 a に臨む第 2 の面 S 1 2 とされており、この第 2 の面 S 1 2 には、図 1 1 および図 1 3 に示すように、発光素子 1 0 8 と同数の平面円形状の第 2 のレンズ面（凸レンズ面）1 1 2 が形成されている。ここで、図 1 1 および図 1 3 に示すように、第 2 のレンズ面 1 1 2 は、図 1 1 における紙面垂直方向（図 1 3 における横方向）に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第 2 のレンズ面 1 1 2 の列（一列）をなしている。これら複数の第 2 のレンズ面 1 1 2 は、整列方向の一方から数えて同じ順番の発光素子 1 0 8 との間で、整列方向における位置が互いに一致している。なお、図 1 3 に示すように、互いに隣位する第 2 のレンズ面 1 1 2 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 0 に示すように、各第 2 のレンズ面 1 1 2 の光軸 O A（1 2）は、光送信用の各光ファイバ 1 0 6 の端面 1 0 6 a 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 1 1 2 の光軸 O A（1 2）は、第 2 の面 S 1 2 に直交するようにする。

[0162] このような複数の第 2 のレンズ面 1 1 2 には、図 1 0 に示すように、複数の発光素子 1 0 8 ごとに出射されたレーザ光 L t が、複数の第 1 のレンズ面 1 1 1 およびその後のレンズアレイ 1 0 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、任意の 1 つの第 2 のレンズ面 1 1 2 には、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 1 1 2 と同じ順番の発光素子 1 0 8 の出射光が、同じ順番の第 1 のレンズ面 1 1 1 を経由して入射する。このとき、各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t の中心軸は、各第 2 のレンズ面 1 1 2 の光軸 O A（1 2）と一致することが望ましい。そして、各第 2 のレンズ面 1 1 2 は、入射した各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L

t を、収束させて各第2のレンズ面112に対応する光送信用の各光ファイバ106の端面106aに向けてそれぞれ出射させる。

[0163] このようにして、各発光素子108と光送信用の各光ファイバ106の端面106aとが各第1のレンズ面111および各第2のレンズ面112を介して光学的に結合されるようになっている。

[0164] さらに、図11および図14に示すように、第1の面S11上であって、第1のレンズ面111の列に対する左方位置には、発光素子108と同数の平面円形状の第3のレンズ面（凸レンズ面）113が形成されている。ここで、図11および図14に示すように、第3のレンズ面113は、図11における紙面垂直方向（図14における縦方向）に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第3のレンズ面113の列（一列）をなしている。これら複数の第3のレンズ面113は、整列方向の一方から数えて同じ順番の発光素子108との間で、整列方向における位置が互いに一致している。なお、図14に示すように、互いに隣位する第3のレンズ面113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、各第3のレンズ面113の光軸OA(13)は、各第1の受光素子109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、各第3のレンズ面113の光軸OA(13)は、第1の面S11に直交するようにする。

[0165] このような各第3のレンズ面113には、図10に示すように、第1の板状部103aの内部側（上方）から各発光素子108ごとのモニタ光Mが入射する。より具体的には、任意の1つの第3のレンズ面113には、整列方向の一方から数えて任意の1つの第3のレンズ面113と同じ順番の発光素子108のモニタ光が、同じ順番の第1のレンズ面111を経由して入射する。そして、各第3のレンズ面113は、入射した各発光素子108ごとのモニタ光Mを、収束させて各第3のレンズ面113に光学的に対応する各第1の受光素子109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。

[0166] さらにまた、図 1 1 および図 1 3 に示すように、第 2 の面 S 1 2 上であって、第 2 のレンズ面 1 1 2 の列に対して第 3 の方向側における第 1 の板状部 1 0 3 a と反対側である上方位置には、光受信用の光ファイバ 1 2 6 と同数の平面円形状の第 4 のレンズ面（凸レンズ面） 1 2 4 が形成されている。ここで、図 1 1 および図 1 5 に示すように、第 4 のレンズ面 1 2 4 は、図 1 1 における紙面垂直方向（図 1 3 における横方向）に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第 4 のレンズ面 1 2 4 の列（一列）をなしている。これら複数の第 4 のレンズ面 1 2 4 は、整列方向の一方から数えて同じ順番の光受信用の光ファイバ 1 2 6 との間で、整列方向における位置が互いに一致している。なお、図 1 3 に示すように、互いに隣位する第 4 のレンズ面 1 2 4 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、このような隣接状態は、図 1 3 に示すように、第 2 のレンズ面 1 1 2 との間においても成立するようにしてもよい。さらに、各第 4 のレンズ面 1 2 4 の光軸 O A（1 4）は、光受信用の各光ファイバ 1 2 6 の端面 1 2 6 a 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 4 のレンズ面 1 2 4 の光軸 O A（1 4）は、第 2 の面 S 1 2 に直交するようにする。

[0167] このような複数の第 4 のレンズ面 1 2 4 には、図 1 0 に示すように、光受信用の複数の光ファイバ 1 2 6 ごとに出射されたレーザ光 L r が入射する。より具体的には、任意の 1 つの第 4 のレンズ面 1 2 4 には、光受信用の複数の光ファイバ 1 2 6 のうちの整列方向の一方から数えて任意の 1 つの第 4 のレンズ面 1 2 4 と同じ順番の 1 つの光ファイバ 1 2 6 の端面 1 2 6 a からの出射光が入射する。そして、各第 4 のレンズ面 1 2 4 は、入射した各光ファイバ 1 2 6 ごときのレーザ光 L r を第 2 の板状部 1 0 3 b の内部（右方）へと進行させる。なお、各第 4 のレンズ面 1 2 4 は、入射した各光ファイバ 1 2 6 ごときのレーザ光 L r 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、各第 4 のレンズ面 1 2 4 を凹レンズ面に形成することによって、レーザ光 L r を発散させてもよい。

[0168] また、図11および図14に示すように、第1の面S11上であって、第1のレンズ面111の列と第3のレンズ面の列との間の位置としての第1のレンズ面111の列に対する左方近傍位置には、光受信用の光ファイバ126と同数の平面円形状の第5のレンズ面（凸レンズ面）125が形成されている。ここで、図11および図14に示すように、第5のレンズ面125は、図11における紙面垂直方向（図14における縦方向）に沿って等ピッチで整列形成されていることによって第5のレンズ面125の列（一列）をなしている。これら複数の第5のレンズ面125は、整列方向の一方から数えて同じ順番の光受信用の光ファイバ126との間で、整列方向における位置が互いに一致している。なお、図14に示すように、互いに隣位する第5のレンズ面125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、このような隣接状態は、図14に示すように、第1のレンズ面111との間においても成立するようにしてもよい。さらに、各第5のレンズ面125の光軸OA(15)は、各第2の受光素子129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、各第5のレンズ面125の光軸OA(15)は、第1の面S11に直交するようにする。

[0169] このような複数の第5のレンズ面125には、図10に示すように、光受信用の複数の光ファイバ126ごとに出射されたレーザ光L_rが、複数の第4のレンズ面124およびその後のレンズアレイ102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、任意の1つの第5のレンズ面125には、整列方向の一方から数えて任意の1つの第5のレンズ面125と同じ順番の光受信用の光ファイバ126の出射光が、同じ順番の第4のレンズ面124を経由して入射する。このとき、各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rの中心軸は、各第5のレンズ面125の光軸OA(15)と一致することが望ましい。そして、各第5のレンズ面125は、入射した各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rを、収束させて各第5のレンズ面125に対応する各第2の受光素子129に向けてそれぞれ出射させる。

- [0170] このようにして、光受信用の各光ファイバ126の端面126aと各第2の受光素子129とが各第4のレンズ面124および各第5のレンズ面125を介して光学的に結合されるようになっている。
- [0171] 次に、光送信用・モニタ用のレンズ面111、112、113同士および光受信用のレンズ面124、125同士を中継する光路を形成するための具体的な手段について説明する。
- [0172] すなわち、図10に示すように、第1の板状部103a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103aにおける第1の面S11と反対側の第3の面S13とされている。図10に示すように、第3の面S13の上部近傍位置には、第3の面S13に対して上方（第3の方向側であって第1の光電変換装置105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104が配置されている。
- [0173] ここで、光路制御部材104について詳述すると、図10および図12に示すように、光路制御部材104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115を有しており、このプリズム115は、各第1のレンズ面111に入射した後の各発光素子108ごとのレーザ光Ltの光路および各第4のレンズ面124に入射した後の各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrの光路をそれぞれ形成するようになっている。
- [0174] 具体的には、図10に示すように、プリズム115は、これの表面の一部（底面）をなす第1のプリズム面115aを有しており、この第1のプリズム面115aは、第3の面S13に上方近傍から臨んでいる。なお、図10に示すように第1のプリズム面115aの横幅は、第1の板状部103aの横幅とほぼ同幅に形成されている。また、図10に示すように、第1のプリズム面115aと第3の面S13との間隙部は、第3の面S13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の充填剤116が充填されている。そして、プリズム115は、

この第1の充填剤116の接着力を利用してレンズアレイ本体103に接着されている。なお、第1の充填剤116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。

[0175] このような第1のプリズム面115aには、図10に示すように、各第1のレンズ面111に入射して第1の板状部103aおよび第1の充填剤116を透過した後の各発光素子108ごとのレーザ光Lt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115aは、入射した各発光素子108ごとのレーザ光Ltを透過させて、プリズム115の内部の光路上へと進行させる。また、図10に示すように、第1のプリズム面115aには、各第4のレンズ面124に入射した後の各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrが、上方から内部入射する。そして、第1のプリズム面115aは、内部入射した各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrを、各第5のレンズ面125側に透過させる。このようにして透過された各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrは、第1の充填剤116および第1の板状部103aを透過して各第5のレンズ面125に内部入射して、各第5のレンズ面125によって、これらに対応する各第2の受光素子129に向けてそれぞれ出射される。

[0176] また、図10に示すように、プリズム115は、これの表面の一部（右斜面）をなす第2のプリズム面115bを有しており、この第2のプリズム面115bは、これの下端部において第1のプリズム面115aの右端部に連接されているとともに、第1のプリズム面115aに対して、第1のプリズム面115aから離間するにしたがって第2の板状部103b側（左側）に傾斜するような所定の傾斜角を有している。

[0177] このような第2のプリズム面115bには、図10に示すように、第1のプリズム面115aに入射してプリズム115の内部の光路上を進行した後の各発光素子108ごとのレーザ光Lt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115bは、内部入射した各発光素子108ごとのレーザ光Ltを、各第2のレンズ面112（左方）に

向けて全反射させる。また、図10に示すように、第2のプリズム面115bには、各第4のレンズ面124への入射後かつ第1のプリズム面115aへの入射前の各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rが、臨界角より大きな入射角で左方から内部入射する。そして、第2のプリズム面115bは、内部入射した各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rを、第1のプリズム面115aに向けて全反射させる。このようにして全反射された各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rは、前述のように第1のプリズム面115aに内部入射する。

[0178] さらに、図10に示すように、プリズム115は、これの表面の一部（左斜面）をなす第3のプリズム面115cを有しており、この第3のプリズム面115cは、これの下端部において第1のプリズム面115a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115bの上端部に接続されている。また、図10に示すように、第3のプリズム面115cは、第1のプリズム面115aに対して、第1のプリズム面115aから離間するにしたがって第2の板状部103b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。

[0179] このような第3のプリズム面115cには、図10に示すように、第2のプリズム面115bによって全反射されてプリズム115の内部の光路上を進行した後の各発光素子108ごとのレーザ光L_tが右方から内部入射する。また、図10に示すように、第3のプリズム面115cには、各第4のレンズ面124への入射後かつ第2のプリズム面115bへの内部入射前の各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rが左方から入射する。このようにして入射した各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rは、第3のプリズム面115cを透過した後に、前述のように第2のプリズム面115bに内部入射する。

[0180] このようなプリズム115に加えて、更に、光路制御部材104は、図10および図12に示すように、第3のプリズム面115c上に、各発光素子108ごとのレーザ光L_tの入射位置を含むとともに各光ファイバ126ご

とのレーザ光 L_r の入射位置を除外する所定の範囲として、第1の板状部103a側の半部（下半部）の領域にわたって、厚みが薄い反射／透過層117を有している。この反射／透過層117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、 TiO_2 と SiO_2 ）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115c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117を、例えば、 $1\mu m$ 以下の極めて薄い厚さに形成することができる。

- [0181] このような反射／透過層117には、図10に示すように、第3のプリズム面115c上の入射位置に内部入射した各発光素子108ごとのレーザ光 L_t が直ちに入射する。そして、反射／透過層117は、入射した各発光素子108ごとのレーザ光 L_t を、所定の反射率で、各発光素子108にそれぞれ対応する各発光素子108ごとのモニタ光Mとして各モニタ光Mに対応する各第3のレンズ面113側（下方）に向かって反射させるとともに、所定の透過率で、各第2のレンズ面112側（左方）に透過させる。このとき、反射／透過層117の厚みが薄いことによって、反射／透過層117を透過するレーザ光 L_t 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117の反射率および透過率としては、レーザ光 L_t 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117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117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117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117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117の反射率を10%、透過率を90%とすることもできる。

[0182] このようにして反射／透過層 117 によって反射された各発光素子 108 ごとのモニタ光 M は、プリズム 115 の内部の光路上を進行して、第 1 のプリズム面 115 a、第 1 の充填剤 116 および第 1 の板状部 103 a を順次透過した後、対応する各第 3 のレンズ面 113 に内部入射し、各第 3 のレンズ面 113 からこれらに対応する各第 1 の受光素子 109 に向けてそれぞれ出射される。

[0183] また、図 10 に示すように、反射／透過層 117 と第 2 の板状部 103 b における第 2 の面 S 12 と反対側の第 4 の面 S 4（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 115 は、第 1 の充填剤 116 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 103 に接着されている。第 2 の充填材 18 は、プリズム 115 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 115 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 115 および第 2 の充填材 18 の屈折率を、波長 850 nm の光に対していずれも 1.61 とすることができる。

[0184] このような第 2 の充填材 18 には、図 10 に示すように、反射／透過層 117 によって透過された各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t が直ちに入射する。このとき、第 2 の充填材 18 に対する各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t の入射方向は、反射／透過層 117 に対する各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t 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 117 が非常に薄く、この層 117 でのレーザ光 L_t の屈折を無視できることによるものである。そして、第 2 の充填剤 118 に入射した各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t は、第 2 の充填剤 118 の内部の光路上を各第 2 のレンズ面 112 側に向かって進行する。このとき、第 2 の充填剤 118 と

プリズム 115 との屈折率差が十分に小さいことによって、各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t が第 2 の充填剤 118 に入射する際に、各レーザ光 L_t に屈折が生じることはない。そして、第 2 の充填剤 118 の内部の光路上を進行した各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t は、第 2 の板状部 103b を透過して各第 2 のレンズ面 112 に内部入射して、各第 2 のレンズ面 112 によって、これらに対応する光送信用の各光ファイバ 106 の端面 106a に向けてそれぞれ出射される。また、図 10 に示すように、第 2 の充填剤 118 には、各第 4 のレンズ面 124 への入射後かつ第 3 のプリズム面 115c への入射前の各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r が左方から入射する。そして、第 2 の充填剤 118 の内部の光路上を進行した各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r は、前述のように第 3 のプリズム面 115c 上の入射位置に入射する。このとき、第 2 の充填剤 118 とプリズム 115 との屈折率差が十分に小さいことによって、各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r が第 3 のプリズム面 115c に入射する際に、各レーザ光 L_r に屈折が生じることはない。

- [0185] そして、このような構成によれば、各第 1 のレンズ面 111 に入射した各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t を、第 2 のプリズム面 115b において全反射させた後に反射／透過層 117 によって各第 2 のレンズ面 112 側および各第 3 のレンズ面 113 側にそれぞれ分光させることができる。そして、各第 2 のレンズ面 112 側に分光（透過）された各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t を、各第 2 のレンズ面 112 によって光送信用の各光ファイバ 106 の端面 106a 側に出射させ、また、各第 3 のレンズ面 113 側に十分な反射率で分光（反射）された各発光素子 108 ごとのモニタ光 M を、各第 3 のレンズ面 113 によって各第 1 の受光素子 109 側に出射させることができる。一方、各第 4 のレンズ面 124 に入射した光受信用の各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r を、第 3 のプリズム面 115c における反射／透過層 117 の非形成領域において透過させた後に、第 2 のプリズム面 115b において各第 5 のレンズ面 125 側に全反射させ、そして、各第 5 のレ

レンズ面 125 によって各第 2 の受光素子 129 側に出射させることができる。これにより、光送信のための各発光素子 108 と各光ファイバ 106 の端面 106a 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、なおかつ、光受信のための各光ファイバ 126 の端面 126a と各第 2 の受光素子 129 との光学的な結合を適正に行うことができる。また、全反射機能 (115b) と分光機能 (117) とを 1 つの部材 115 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、特許文献 1 のように、光送信用の領域と光受信用の領域とをレンズ面の整列方向において分割するのではなく、レンズ面の整列方向に直交する方向において分割し、また、光送信用光路・光受信用光路の別を反射／透過層 117 の形成の有無によって選択することができる。これにより、本発明のような多チャンネル化を実現する場合に、レンズアレイ本体 103 におけるレンズ面 111、112、113、124、125 の整列方向の幅が大きくなり過ぎることを抑制することができる。とともに、光受信用光路を簡便な手法によって光送信用の構成部 (反射／透過層 117) 外に配置することができるので、多チャンネルでありながらコンパクトな設計かつ光受信用光路の簡便な設計が可能となる。さらにまた、プリズム 115 と第 2 の充填剤 118 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 115b と第 3 のプリズム面 115c との間の光路と、第 2 の充填剤 118 の内部の光路との直線性を確保することができるので、製品検査の際に各第 2 のレンズ面 112 に入射するレーザ光 Lt が各レンズ面 112 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、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 115b と第 3 のプリズム面 115c との間の光路と第 2 の充填剤 118 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 112 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 115c 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

においては、第2のプリズム面115b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115c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。

[0186] 更に、本実施形態においては、前述のように、第1の光電変換装置105において、第2の受光素子129の列が、発光素子108の列と第1の受光素子109の列との間の位置に配置されていることにともなって、第5のレンズ面125の列が、第1のレンズ面111の列と第3のレンズ面113の列との間の位置に配置されている。また、第2のプリズム面115bは、各発光素子108ごとのレーザ光L_tの全反射位置が、各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rの全反射位置よりも第1の板状部103a側に設定され、第3のプリズム面115cは、各発光素子108ごとのレーザ光L_tの入射位置が、各光ファイバ126ごとのレーザ光L_rの入射位置よりも第1の板状部103a側に設定されている。さらに、反射／透過層117が、第3のプリズム面115cにおける第1の板状部103a側の一部の領域上に形成され、また、第2のレンズ面112の列が、第4のレンズ面124の列に対して第1の板状部103a側の位置に配置されている。

[0187] そして、このような構成によれば、光送信用の各光ファイバ106の端面106aに対する所期の結合効率が高精度に求められる各発光素子108ごとのレーザ光L_tについて、第2の充填剤118よりも密度の均一性に基づく光学的安定性に優れたプリズム115の内部における光路長が、第2の充填剤118の内部における光路長よりも長くなるように光路設計することができるので、各光ファイバ106の端面106aに対する結合効率を安定的に確保することができる。

[0188] 上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図10に示すように、第3の面S13が、各第1のレンズ面111の光軸OA(11)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115aが、第3の面S13に平行に配置されている。

[0189] そして、このような構成によれば、第1の充填剤116および第1のプリ

ズム面 115a に対して、各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t を垂直入射させることができるので、各第 1 のレンズ面 111 と第 2 のプリズム面 115b 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 103、第 1 の充填剤 116 およびプリズム 115 の材料（屈折率）選択の自由度を広げることも可能となる。

[0190] 上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図 10 に示すように、第 4 の面 S14 が、各第 2 のレンズ面 112 の光軸 $OA(12)$ および各第 4 のレンズ面 124 の光軸 $OA(14)$ に直交するように形成され、反射／透過層 117 を透過した各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t が第 2 の充填剤 118 側から垂直入射し、また、各第 4 のレンズ面 124 に入射した各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r が第 2 の充填剤 118 に垂直入射するようになっている。

[0191] そして、このような構成によれば、第 4 の面 S14 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 103 および第 2 の充填剤 118 の材料（屈折率）選択の自由度を広げることも可能となる。

[0192] 上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図 10 および図 12 に示すように、第 2 のプリズム面 115b の傾斜角が、第 1 のプリズム面 115a 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 115c の傾斜角が、第 1 のプリズム面 115a 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 115c は、第 2 のプリズム面 115b に対して直角をなしている。

[0193] そして、このような構成によれば、プリズム 115 を直角二等辺三角形状に形成することができるので、プリズム 115 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。また、第 2 のプリズム面 115b における各発光素子 108 ごとのレーザ光 L_t の全反射角および各光ファイバ 126 ごとのレーザ光 L_r の全反射角ならび反射／透過層 1

17における各発光素子108ごとのレーザ光 L_r の全反射角を 90° に設計することができるので、光路設計が更に容易となる。

[0194] 上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体103と第1の充填剤116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。

[0195] そして、このように構成すれば、第3の面 S_{13} と第1の充填材116との界面における各発光素子108ごとのレーザ光 L_t 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 S_{13} と各第1のレンズ面111の光軸 $OA(11)$ との直交性に拘束されることなく第3の面 S_{13} 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、光送受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。

[0196] 上記構成に加えて、更に、第1の充填剤116とプリズム115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。

[0197] そして、このように構成すれば、第1の充填剤116と第1のプリズム面115aとの界面における各発光素子108ごとのレーザ光 L_t 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115aと各第1のレンズ面111の光軸 $OA(11)$ との直交性に拘束されることなく第1のプリズム面115a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、光送受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。

[0198] 上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体103と第2の充填剤118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。

[0199] そして、このように構成すれば、第2の充填剤118と第4の面 S_{14} との界面における各発光素子108ごとのレーザ光 L_t および各光ファイバ126ごとのレーザ光 L_r の屈折ならびにフレネル反射を抑制することができ

る。これにより、前述した第4の面S 1 4と各第2のレンズ面1 1 2の光軸O A (1 2)との直交性に拘束されることなく第4の面S 1 4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、光送受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。

[0200] 上記構成に加えて、更に、第1の充填剤1 1 6と第2の充填剤1 1 8とは同一物であってもよい。

[0201] 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。

[0202] 上記構成に加えて、更に、レンズアレイ本体1 0 3とプリズム1 1 5とは、同一材料からなるものであってもよい。

[0203] 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。

[0204] 上記構成以外にも、図1 0および図1 4に示すように、レンズアレイ本体1 0 3は、第1の光電変換装置1 0 5を保持するためのデバイス側周状凸部1 0 3 cを有している。このデバイス側周状凸部1 0 3 cは、第1の面S 1 1を四方から包囲するようにして第1の面S 1 1および第1のレンズ面1 1 1よりも第1の光電変換装置1 0 5側（図1 0における下方）に突出形成されているとともに、先端面（下端面）において第1の光電変換装置1 0 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1 0 3 cの先端面は、第1の面S 1 1に平行かつ面一とされている。また、図1 0および図1 3に示すように、レンズアレイ本体1 0 3は、光ファイバ1 0 6、1 2 6を保持するためのファイバ側周状凸部1 0 3 dを有している。このファイバ側周状凸部1 0 3 dは、第2の面S 1 2を四方から包囲するようにして第2の面S 1 2および第2のレンズ面1 1 2よりも光ファイバ1 0 6、1 2 6側（図1 0における左方）に突出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1 0 6、1 2 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1 0 3 dの先端面は、第2の面S 1 2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 103c および第 1 の光電変換装置 105（半導体基板 107）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 102 に対する第 1 の光電変換装置 105 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 103c および第 1 の光電変換装置 105 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 103c および第 1 の光電変換装置 105 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 103d および光ファイバ 106、126（コネクタ 110）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 102 に対する光ファイバ 106 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 10、図 11 および図 13 には、位置決め手段の一例として、ファイバ側周状凸部 103d に形成されたピン 130 が示されている。さらに、図 10 および図 11 に示すように、レンズアレイ本体 103 は、第 2 の板状部 103b に対向し、かつ、第 1 の板状部 103a の右端部に垂直に連設された第 3 の板状部 103e を有している。この第 3 の板状部 103e は、必要に応じて設けるようにしてもよい。

[0205] 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。

（第 1 の変形例）

[0206] 例えば、図 15 に示すように、プリズム 115 として、第 2 のプリズム面 115b と第 3 のプリズム面 115c との境界位置に、第 2 の充填剤 118 の第 2 のプリズム面 115b 上への流出を防止するための壁部 120 が立設されたものを用いてもよい。

[0207] このような構成によれば、第 2 の充填剤 118 の充填の際に、壁部 120 が第 2 の充填剤 118 を堰き止めることによって、第 2 の充填剤 118 の第 2 のプリズム面 115b 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115bの全反射機能を適正に確保することができる。

(第2の変形例)

[0208] また、図16に示すように、第3の面S13を凹入面にする代わりに、第1のプリズム面115aを凹入面に形成してもよい。

[0209] このような構成においても、第3の面S13と第1のプリズム面115aとの間に第1の充填剤116の充填空間(間隙部)を容易に確保することができる。

(第3の変形例)

[0210] さらに、図17(a)の左側面図および図17(b)の平面図に示すように、プリズム115として、第3のプリズム面115cの縁部に、第2の充填剤118の第2のプリズム面115b上への流出を防止するための凸状段差部121が形成されたものを用いてもよい。この凸状段差部121は、反射/透過層117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117よりも第3のプリズム面115c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。

[0211] このような構成によれば、凸状段差部121によって第2の充填剤118が第3のプリズム面115c上および反射/透過層117上に溜まりやすくすることができるので、第2の充填剤118の第2のプリズム面115b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115bの全反射機能を適正に確保することができる。

(第4の変形例)

[0212] さらにまた、前述したレンズ面111~113、124、125、発光素子108、受光素子109、129、光ファイバ106、126および反射/透過層117の各構成部について、それぞれの光学性能を保持しつつ図18に示すようにレイアウトを変更してもよい。

[0213] すなわち、図18に示すように、本変形例において、第1の光電変換装置105は、第2の受光素子129の列が、発光素子108の列に対する右方位置(第2の方向側であって光ファイバ106、126と反対側の位置)に

配置されている。また、これにともなって、図18に示すように、第5のレンズ面125の列は、第1のレンズ面111の列に対する右方位置（第2の方向側であって第2の板状部103bと反対側の位置）に配置されている。さらに、図18に示すように、第2のプリズム面115bは、各発光素子108ごとのレーザ光Ltの全反射位置が、各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrの全反射位置よりも第1の板状部103aと反対側（上方）に設定され、また、第3のプリズム面115cは、各発光素子108ごとのレーザ光Ltの入射位置が、各光ファイバ126ごとのレーザ光Lrの入射位置よりも第1の板状部103aと反対側に設定されている。さらにまた、図18に示すように、反射／透過層117は、第3のプリズム面115c上に、本変形例における所定の範囲としての第1の板状部103aと反対側の一部の領域（上半部）にわたって形成されている。また、図18に示すように、第2のレンズ面112の列は、第4のレンズ面124の列に対する上方位置（第3の方向側であって第1の板状部103aと反対側の位置）に配置されている。

[0214] このような構成によれば、第2のプリズム面115b以後の各発光素子108ごとのレーザ光Ltの光路を短縮することができるので、第2のプリズム面115bの傾斜角に製造上（樹脂成形上）または組立上の誤差が生じた場合においても、この誤差が与える各発光素子108ごとのレーザ光Ltの結合効率への影響を緩和することができる。

[0215] なお、本変形例の構成に、更に、本発明における第1～第3の変形例を組み合わせてもよいことは勿論である。

（第5の変形例）

[0216] また、図19に示すように、第1の面S11に、第3のレンズ面113の列を、横方向（第2の方向）において互いに隣位するようにして2列配置してもよい。

[0217] このような本変形例のレンズアレイ本体103は、図20に示すように、前述した第1の光電変換装置105と、反射／透過層117が第3のプリズ

ム面 1 1 5 c 上に所定の範囲にわたって形成されたプリズム 1 1 5 と、光送信用・光受信用の光ファイバ 1 0 6、1 2 6 とを配置した状態で、光送受信用のレンズアレイ 1 0 2 および光モジュール 1 0 1 を構成することができる。図 2 0 に示すレンズアレイ 1 0 2 は、光学的に機能しない第 3 のレンズ面 1 1 3 が一列追加されているという点以外は、図 1 0 ～図 1 4 に示した構成と同様である。

[0218] 一方、本変形例のレンズアレイ本体 1 0 3 は、図 2 1 に示すように、光送信専用の第 2 の光電変換装置 1 3 5 と、反射／透過層 1 1 7 が第 3 のプリズム面 1 1 5 c 上に全面的に形成されたプリズム 1 1 5 と、光送信用の 2 列の光ファイバ 1 0 6 とを配置した状態で、光送信専用のレンズアレイ 1 0 2' および光モジュール 1 0 1' を構成することができる。ただし、図 2 1 に示すように、第 2 の光電変換装置 1 3 5 は、第 1 の光電変換装置 1 0 5 における第 2 の受光素子 1 2 9 の列の配置位置に相当する位置に、第 2 の受光素子 1 2 9 の列の代わりに発光素子 1 0 8 の列が形成されていることによって発光素子 1 0 8 の列を 2 列有しているとともに、これら 2 列の発光素子 1 0 8 に対応して第 1 の受光素子 1 0 9 の列を 2 列有している。

[0219] 図 2 1 に示すように、光送信専用としての使用状態において、各第 5 のレンズ面 1 2 5 には、2 列の発光素子 1 0 8 のうちの各第 1 のレンズ面 1 1 1 に対応する列とは異なる列の各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t が入射する。また、図 2 1 に示すように、第 1 のプリズム面 1 1 5 a には、各第 5 のレンズ面 1 2 5 に入射した後の各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t が入射する。さらに、図 2 1 に示すように、第 2 のプリズム面 1 1 5 b は、各第 5 のレンズ面 1 2 5 への入射後に第 1 のプリズム面 1 1 5 a に入射した各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t を、各第 4 のレンズ面 1 2 4 に向けて全反射させる。さらにまた、図 2 1 に示すように、反射／透過層 1 1 7 は、各第 5 のレンズ面 1 2 5、第 1 のプリズム面 1 1 5 a および第 2 のプリズム面 1 1 5 b を経た後に第 3 のプリズム面 1 1 5 c に入射した各発光素子 1 0 8 ごとのレーザ光 L t を、所定の反射率で各発光素子 1 0 8 ごとのモニタ光 M とし

て2列の第3のレンズ面113のうちの各第1のレンズ面111に対応する列とは異なる列の各第3のレンズ面113に向けて反射させるとともに、所定の透過率で各第4のレンズ面124側に透過させる。また、図21に示すように、各第4のレンズ面124は、反射／透過層117によって透過された各発光素子108ごとのレーザ光Ltを、光送信用の光ファイバ106の端面106aに向けてそれぞれ出射させる。このようにして、光送信のために2列の発光素子108と2列の光ファイバ106の端面106aとを光学的に結合することができ、その際に、各列ごとのモニタを行うことができる。

[0220] このような構成によれば、反射／透過層117が全面的に形成されたプリズム115を選択することによって光送信専用のレンズアレイ102'を選択することができ、一方、反射／透過層117が所定の範囲にわたって形成されたプリズム115を選択することによって光送信用のレンズアレイ102を選択することができるので、光送信用と光送信専用との間での使用形態の選択を容易かつ低コストで行うことが可能となる。

[0221] 本変形例の構成に、更に、本発明の第1～第4の変形例を組み合わせてもよいことは勿論である。

[0222] なお、前述の第2の発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、そ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。

[0223] 例えば、発光素子108、第1の受光素子109、第2の受光素子129、第1～第5のレンズ面111～113、124、125は、2列以上設けてもよい。また、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。

[0224] また、以下では、第3の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22～図29を参照して説明する。

[0225] ここで、図22は、本実施形態における光モジュール201の概要を本実施形態におけるレンズアレイ202の縦断面図とともに示した概略構成図である。また、図23は、レンズアレイ202を構成する第1のレンズ部材2

03の縦断面図である。さらに、図24は、第1のレンズ部材203に接合された状態で第1のレンズ部材203とともにレンズアレイ202を構成する第2のレンズ部材204の縦断面図である。さらにまた、図25は、図23の下面図である。また、図26は、図24の左側面図である。

[0226] 図22に示すように、本実施形態におけるレンズアレイ202は、光電変換装置205と光伝送体としての光ファイバ206との間に配置されるようになっている。

[0227] ここで、光電変換装置205は、半導体基板207におけるレンズアレイ202に臨む面に、この面に対して垂直方向（図22における上方向）にレーザ光Laを出射（発光）する複数の発光素子208を有しており、これらの発光素子208は、前述したVCSEL（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208によるレーザ光La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208は、所定の第1の方向としての図22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12個）整列されることによって発光素子208の列（一列）をなすとともに、このような発光素子208の列が所定の第2の方向としての図22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208の各列同士の間で発光素子208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208の整列方向における位置が一致しているが、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22に示すように、光電変換装置205は、半導体基板207におけるレンズアレイ202に臨む面であって、複数列の発光素子208に対して第2の方向側かつ光伝送体側の位置としての図22における左方近傍位置に、複数列の発光素子208からそれぞれ出射されたレーザ光La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208と同数の受光素子209を有している。受光素子209は、発光素子208と同様に、図22における紙面垂直方向に沿って等ピッチで複数（12個）整列さ

れることによって受光素子209の列をなすとともに、このような受光素子209の列が図22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209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208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208の各列同士の間で発光素子208の整列方向における位置を揃える（一致させる）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208の列と受光素子209の列との間においても成立することになる。なお、図22においては、右から数えて第1列目の発光素子208に、左から数えて第1列目の受光素子209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208に、左から第2列目の受光素子209が光学的に対応している。受光素子209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205には、受光素子209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208から発光されるレーザ光La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205は、図22に示すように、半導体基板207を第1のレンズ部材203に当接させた状態で、第1のレンズ部材203に対して対向配置されるようになっている。そして、この光電変換装置205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第1のレンズ部材203に取付けられることにより、レンズアレイ202とともに光モジュール201を構成するようになっている。

[0228] また、本実施形態における光ファイバ206は、発光素子208および受光素子209と同数配設されており、図22における紙面垂直方向に沿って複数本（12本）整列されて列をなすとともに、この列が図22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206は、光学的に対応する（光が結合する関係にある）発光素子208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206・発光素子208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208の各列同士の間で発光素子208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208の列と光ファイバ206の列との間においても成立することになる。なお、図22においては、上から数えて第1列目の光ファイバ206が、右から第2列目の発光素子208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206の列が、右から第1列目の発光素子208に光学的に対応している。各列の光ファイバ206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206とされているとともに、その端面206a側の部位がMT (Mechanically Transferable) コネクタ等の多心一括型の光コネクタ210内に保持されている。このような複数列の光ファイバ206は、図22に示すように、光コネクタ210における第2のレンズ部材204側の端面を第2のレンズ部材204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）によって第2のレンズ部材204に取付けられるようになっている。

[0229] そして、レンズアレイ202は、このようにして光電変換装置205と光ファイバ206との間に配置された状態で、複数列の発光素子208と対応する複数列の光ファイバ206の端面206aとを光学的に結合させるようになっている。

[0230] このレンズアレイ202についてさらに詳述すると、図22に示すように、第1のレンズ部材203は、透光性材料（例えば、樹脂材料）からなり、その縦断面の外形が略三角形状に形成されている。図22に示すように、第1のレンズ部材203の下端面203aは、光電変換装置205に対して上方から臨む面となっており、この下端面203aには、発光素子208と同数の平面円形状の第1のレンズ面（凸レンズ面）211が形成されている。ここで、図23および図25に示すように、第1のレンズ面211は、図23における紙面垂直方向（図25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211の列をなすとともに、このような列が図23および図25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211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208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211・発光素子208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208の各列同士の間で発光素子208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208の列と第1のレンズ面211の列との間においても成立することになる。なお、図22においては、右から数えて第1列目の第1のレンズ面211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208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211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208に光学的に対応している。なお、図25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211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22に示すように、各第1のレンズ面211の光軸OA(21)は、各第1のレンズ面211にそれぞれ光学的に対応する各発光素子208から出射されるレーザ光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211の光軸OA(21)は、下端面203aに直交するようにする。

[0231] このような各列の第1のレンズ面211には、図22に示すように、光学的に対応する発光素子208の列ごとに出射されたレーザ光Laが入射する。より具体的には、第1のレンズ面211の列に属する任意の1つの第1のレンズ面211には、光学的に対応する発光素子208の列に属する各発光素子208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211と同じ順番の1つの発光素子208の出射光が入射する。そして、各列の第1のレンズ面211は、入射した各列の発光素子208ごとのレーザ

光 L_a を第1のレンズ部材203の内部（上方）へと進行させる。なお、各列の第1のレンズ面211は、入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光 L_a 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、第1のレンズ面211を凹レンズ面に形成して、入射したレーザ光 L_a を発散させるようにしてもよい。

[0232] また、第1のレンズ部材203の下端面203a上であって、各列の第1のレンズ面211に対する左方近傍位置には、発光素子208と同数の平面円形状の第3のレンズ面（凸レンズ面）213が形成されている。ここで、図23および図25に示すように、第3のレンズ面213は、図23における紙面垂直方向（図25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213の列をなすとともに、このような列が図22および図25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213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208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213・発光素子208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208の各列同士の間で発光素子208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208の列と第3のレンズ面213の列との間においても成立することになる。なお、図22においては、左から数えて第1列目の第3のレンズ面213が、右から数えて第1列目の発光素子208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213が、右から第2列目の発光素子208に光学的に対応している。なお、図25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213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213の光軸 $OA(23)$ は、各列の第3のレンズ面213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209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213の光軸OA(23)は、下端面203aに直交するようにする。

[0233] このような各列の第3のレンズ面213には、図22に示すように、第1のレンズ部材203の内部側(上方)から各列の第3のレンズ面213にそれぞれ対応する各列の発光素子208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213は、入射した各列の発光素子208ごとのモニタ光Mを、収束させて各列の第3のレンズ面213に光学的に対応する各列の受光素子209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。

[0234] さらに、図22に示すように、第1のレンズ部材203は、下端面203aに対して光電変換装置205と反対側(上側)に配置された第1の傾斜面214を有している。図22に示すように、第1の傾斜面214は、これの下端部が下端面203aにおける右端部の近傍に配置されているとともに、下端面203aに対して、下端面203aから上方に離間するにしたがって光ファイバ206側(左側)に傾斜するような所定の傾斜角を有している。

[0235] このような第1の傾斜面214には、図22に示すように、各列の第1のレンズ面211にそれぞれ入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光Laが、第1のレンズ部材203の内部の光路上を進行した後に、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1の傾斜面214は、内部入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光Laを、光ファイバ206側(左方)に向けて全反射させる。

[0236] さらにまた、図22に示すように、第1のレンズ部材203は、下端面203aに対して光電変換装置205と反対側(上側)であって、第1の傾斜面214に対して光ファイバ206側(左側)に配置された第2の傾斜面215を有している。図22に示すように、第2の傾斜面215は、これの下端部が下端面203aにおける左端部の近傍に配置されているとともに、上端部が第1の傾斜面214の上端部に接続されている。また、図22に示すように、第2の傾斜面215は、下端面203aに対して、下端面203a

から上方に離間するにしたがって光ファイバ206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。

[0237] このような第2の傾斜面215には、図22に示すように、第1の傾斜面214によって全反射されて第1のレンズ部材203の内部の光路上を進行した後の各列の発光素子208ごとのレーザ光Laが右方から内部入射する。

[0238] 一方、図22に示すように、第2のレンズ部材204は、透光性材料（例えば、樹脂材料）からなり、その縦断面の外形が略三角形状を呈しているとともに、その左端面204aが、光ファイバ206の端面206aに臨む面とされている。また、図22に示すように、第2のレンズ部材204は、第2の傾斜面215に対して所定の間隙をもって臨む第3の傾斜面216を有している。図22に示すように、第3の傾斜面216は、これの下端部が、左端面204aにおける下端部の近傍に配置されており、また、左端面204aに対して、この左端面204aから右方に離間するにしたがって光電変換装置205と反対側（上側）に傾斜するような所定の傾斜角を有している。なお、第3の傾斜面216は、第2の傾斜面215に対して平行に形成されていてもよい。

[0239] このような第3の傾斜面216には、図22に示すように、第2の傾斜面215に入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光Laが右方から入射する。

[0240] また、図24および図26に示すように、第2のレンズ部材204の左端面204aには、発光素子208と同数の平面円形状の第2のレンズ面（凸レンズ面）212が形成されている。ここで、図24および図26に示すように、第2のレンズ面212は、図24における紙面垂直方向（図26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212の列をなすとともに、このような列が図24および図26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212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 208 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 212 ・発光素子 208 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 208 の各列同士の間で発光素子 208 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 208 の列と第 2 のレンズ面 212 の列との間においても成立することになる。なお、図 22 においては、上から数えて第 1 列目の第 2 のレンズ面 212 が、右から数えて第 2 列目の発光素子 208 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 212 が、右から第 1 列目の発光素子 208 に光学的に対応している。なお、図 26 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 212 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 22 に示すように、各第 2 のレンズ面 212 の光軸 OA (22) は、各第 2 のレンズ面 212 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 206 の端面 206 a 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 212 の光軸 OA (22) は、左端面 204 a に直交するようにする。

[0241] このような各列の第 2 のレンズ面 212 には、図 22 に示すように、第 3 の傾斜面 216 に入射した後に第 2 のレンズ部材 204 の内部の光路上を進行した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 La が入射する。より具体的には、第 2 のレンズ面 212 の列に属する任意の 1 つの第 2 のレンズ面 212 には、光学的に対応する発光素子 208 の列に属する各発光素子 208 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 212 と同じ順番の発光素子 208 の出射光が、同じ順番の第 1 のレンズ面 211 を経由して入射する。このとき、各列の発光素子 208 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 212 の光軸 OA (22) 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 212 は、入射した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 La を、収束させて各列の第 2 のレンズ面 21

2に対応する各列の光ファイバ206の端面206aに向けてそれぞれ出射させる。

[0242] このようにして、各列の発光素子208と各列の光ファイバ206の端面206aとが各列の第1のレンズ面211および各列の第2のレンズ面212を介して光学的に結合されるようになっている。

[0243] さらに、図22に示すように、レンズアレイ202は、第2の傾斜面215上に全面形成された厚みが薄い反射／透過層217を有している。この反射／透過層217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、 TiO_2 と SiO_2 ）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2の傾斜面215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217を、例えば、 $1\mu m$ 以下の極めて薄い厚さに形成することができる。

[0244] このような反射／透過層217には、図22に示すように、第2の傾斜面215に内部入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光Laが直ちに入射する。そして、反射／透過層217は、入射した各列の発光素子208ごとのレーザ光Laを、所定の反射率で、各列の発光素子208にそれぞれ対応する各列の発光素子208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213側（下方）に向かって反射させるとともに、所定の透過率で、第3の傾斜面216側（左方）に透過させる。このとき、反射／透過層217の厚みが薄いことによって、反射／透過層217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217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217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217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217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217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217の反射率を10%、透過率を90%とすることもできる。

[0245] このようにして反射／透過層217によって反射された各列の発光素子208ごとのモニタ光Mは、第1のレンズ部材203の内部の光路上を進行した後に、対応する各列の第3のレンズ面213に内部入射する。そして、各列の第3のレンズ面213からこれらに対応する各列の受光素子209に向けてそれぞれ出射される。

[0246] 一方、図22に示すように、反射／透過層217と第3の傾斜面216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充填材218が充填されている。したがって、第1のレンズ部材203と第2のレンズ部材204とは、充填材218の接着力によって互いに接着（接合）されている。また、充填材218は、第1のレンズ部材203および第2のレンズ部材204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、第1のレンズ部材203および第2のレンズ部材204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、充填材218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、第1のレンズ部材203、第2のレンズ部材204および充填材218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。

[0247] このような充填材218には、図22に示すように、反射／透過層217によって透過された各列の発光素子208ごとのレーザ光Laが直ちに入射する。このとき、充填材218に対する各列の発光素子208ごとのレーザ光Laの入射方向は、反射／透過層217に対する各列の発光素子208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217が非常に薄く、この層217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。

[0248] このようにして充填材 218 に入射した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 L a は、充填材 218 の内部の光路上を第 3 の傾斜面 216 側に向かって進行する。このとき、充填材 218 と第 1 のレンズ部材 203 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 208 ごとのレーザ光 L a が充填材 218 に入射する際に、各レーザ光 L a に屈折が生じることはない。

[0249] 次に、充填材 218 の内部の光路上を僅かな距離だけ進行した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 L a は、第 3 の傾斜面 216 に入射する。このとき、充填材 218 と第 2 のレンズ部材 204 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 208 ごとのレーザ光 L a が第 3 の傾斜面 216 に入射する際に、各レーザ光 L a に屈折が生じることはない。

[0250] そして、このようにして第 3 の傾斜面 216 に入射した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 L a は、前述のように、各列の第 2 のレンズ面 212 によって、各列の光ファイバ 206 の端面 206 a に向けてそれぞれ出射される。

[0251] このような構成によれば、各列の第 1 のレンズ面 211 に入射した各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 L a を、第 1 の傾斜面 214 において全反射させた後に反射／透過層 217 によって第 3 の傾斜面 216 側および各列の第 3 のレンズ面 213 側にそれぞれ分光させることができる。そして、第 3 の傾斜面 216 側に分光（透過）された各列の発光素子 208 ごとのレーザ光 L a を、各列の第 2 のレンズ面 212 によって各列の光ファイバ 206 の端面 206 a 側に出射させ、各列の第 3 のレンズ面 213 側に十分な反射率で分光（反射）された各列の発光素子 208 ごとのモニタ光 M を、各列の第 3 のレンズ面 213 によって各列の受光素子 209 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 208 と各列の光ファイバ 206 の端面 206 a 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かつ効率的に得ることができ、多チャンネル（24 ch）の光送信を安定

的に行うことができる。また、第2の傾斜面215と第3の傾斜面216との間隙部を、反射／透過層217の配置（すなわち、分光）および充填材218の配置（すなわち、レンズ部材の接合）に利用し、なおかつ、全反射機能（214）と分光機能（217）とを1つの部材3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、第1のレンズ部材203および第2のレンズ部材204と充填材218との屈折率差を所定値以下に形成することで、第1のレンズ部材203における第1の傾斜面214と第2の傾斜面215との間の光路と第2のレンズ部材204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212に入射するレーザ光Laが各レンズ面212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、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1の傾斜面214と第2の傾斜面215との間の光路と第2のレンズ部材204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212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2の傾斜面215および第3の傾斜面216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1の傾斜面214における全反射方向が適正に確保されていれば、第2の傾斜面215および第3の傾斜面216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。また、前述のように、第1のレンズ部材203および第2のレンズ部材204を同一の材料によって形成すれば、両レンズ部材203、204の屈折率を統一することによって更に容易な設計が可能となるとともに、同一の材料を用いることによって更なるコストの削減が可能となる。さらに、本実施形態においては、充填材218が接着剤を兼ねることによって、部品点数を削減することができる。

[0252] 上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図22に示すように、第3の傾斜面216が、充填材218を充填させる空間を確保するように第3の傾斜面216の外側の面220よりも凹入形成された凹入面とされ、こ

のことによって、外側の面 220 が、第 3 の傾斜面 216 よりも第 1 のレンズ部材 203 側に突出された段差面 220 とされている。図 22 に示すように、段差面 220 は、第 2 の傾斜面 215 に対して平行とされている。一方、第 2 の傾斜面 215 は、第 3 の傾斜面 216 および段差面 220 に対応する範囲にわたって平坦な面に形成されている。そして、第 1 のレンズ部材 203 と第 2 のレンズ部材 204 とは、段差面 220 と第 2 の傾斜面 215 とを当接させた状態で接合されている。

[0253] このような構成によれば、第 1 のレンズ部材 203 と第 2 のレンズ部材 204 との接合を、両レンズ部材 203、204 を互いに当接させつつ安定的に行うことができる。

[0254] 上記構成に加えて、更に、本実施形態においては、図 22 および図 23 に示すように、第 1 の傾斜面 214 の傾斜角が、第 1 のレンズ部材 203 の下端面 203a 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、本実施形態においては、第 2 の傾斜面 215 の傾斜角が、下端面 203a 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 2 の傾斜面 215 は、第 1 の傾斜面 214 に対して直角をなしている。一方、図 22 および図 24 に示すように、第 3 の傾斜面 216 の傾斜角は、第 2 のレンズ部材 204 の左端面 204a を基準として同各図における時計回りに 45° とされている。

[0255] このような構成によれば、第 1～第 3 の傾斜面 214～216 を 45° の傾斜面に形成することによって、各傾斜面 214～216 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。また、第 1 の傾斜面 214 における反射角を 90° にすることができるため、光路設計が更に容易となる。

[0256] 上記構成以外にも、図 22 および図 25 に示すように、第 1 のレンズ部材 203 は、光電変換装置 205 を保持するためのデバイス側周状凸部 221 を有している。このデバイス側周状凸部 221 は、下端面 203a を四方から包囲するようにして下端面 203a および第 1 のレンズ面 211 よりも光

電変換装置 205 側（図 22 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 205 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 221 の先端面は、面一かつ下端面 203a に平行とされている。一方、図 22 および図 26 に示すように、第 2 のレンズ部材 204 は、光ファイバ 206 を保持するためのファイバ側周状凸部 222 を有している。このファイバ側周状凸部 222 は、左端面 204a を四方から包囲するようにして左端面 204a および第 2 のレンズ面 212 よりも光ファイバ 206 側（図 22 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 206（コネクタ 210）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 222 の先端面は、面一かつ左端面 204a に平行とされている。この他にも、第 1 のレンズ部材 203 および光電変換装置 205（半導体基板 207）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 202 に対する光電変換装置 205 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、第 1 のレンズ部材 203 および光電変換装置 205 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、第 1 のレンズ部材 203 および光電変換装置 205 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、第 2 のレンズ部材 204 および光ファイバ 206（コネクタ 210）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 202 に対する光ファイバ 206 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 22、24、26 には、位置決め手段の一例として、第 2 のレンズ部材 204 に形成されたピン 230 が示されている。

[0257] 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。

（第 1 の変形例）

[0258] 例えば、前述のように第3の傾斜面216を凹入面に形成する代わりに、図27に示すように、第2の傾斜面215を凹入面に形成してもよい。ただし、この場合には、図27に示すように、第2の傾斜面215の外側に、第2の傾斜面215よりも第2のレンズ部材204側に突出された段差面220が形成されることになる。また、図27に示すように、第3の傾斜面216は、第2の傾斜面215および段差面220に対応する範囲にわたって平坦な面に形成するとともに、第3の傾斜面216上に反射／透過層217を形成する。

[0259] このような構成においても、充填材218の充填空間を確保することができるとともに、第3の傾斜面216と段差面220とを当接させることによって、第1のレンズ部材203と第2のレンズ部材204との接合を安定的に行うことができる。

(第2の変形例)

[0260] また、図28に示すように、第1のレンズ部材203および第2のレンズ部材204に、第2の傾斜面215および段差面220以外の当接面を追加してもよい。すなわち、図28に示すように、本変形例において、第1のレンズ部材203は、デバイス側周状凸部221の左端部から左方に延出された延出部223を有しており、この延出部223の上端面223aは、第2の傾斜面215の下端部から左方に延出された第1のレンズ部材203側の当接面223aとされている。一方、図28に示すように、ファイバ側周状凸部222の下端面222aは、段差面220の下端部から左方に延出された第2のレンズ部材204側の当接面222aとされている。そして、これら第1のレンズ部材203側の当接面223aと第2のレンズ部材204側の当接面222aとは、第2の傾斜面215および段差面220に対して所定の角度を有した状態で互いに当接している。

[0261] このような構成によれば、第1のレンズ部材203と第2のレンズ部材204とが、全体的にくの字状の当接面を介して安定的に当接することができるので、第1のレンズ部材203と第2のレンズ部材204との接合を更に

安定的かつ高精度に行うことができる。

[0262] なお、第1のレンズ部材203側に延出部223を形成する代わりに、第2のレンズ部材204側に、ファイバ側周状凸部222の下端部から下方に延出する延出部を形成し、この延出部の右端面を、第2のレンズ部材204側の当接面としてもよい。この場合には、延出部を有しない状態のデバイス側周状凸部221の左端面を、第1のレンズ部材203側の当接面とすればよい。

(第3の変形例)

[0263] さらに、図29に示すような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29に示すように、各列の光ファイバ206の下部近傍には、複数の受信用の光ファイバ206'が、紙面垂直方向に沿って整列配置されている。また、図29に示すように、第2のレンズ部材204の左端面204aにおける受信用の光ファイバ206'の端面206a'に臨む位置には、受信用の光ファイバ206'と同数の受信用の第4のレンズ面224が、紙面垂直方向に沿って整列形成されている。さらに、図29に示すように、第2の傾斜面215の下端部は、反射／透過層217の下端部よりも延長されている。さらにまた、図29に示すように、第1のレンズ部材203の下端面203aには、受信用の光ファイバ206'と同数の受信用の第5のレンズ面225が、紙面垂直方向に沿って整列形成されている。また、図29に示すように、光電変換装置205は、受信用の光ファイバ206'と同数の受信用の受光素子227を備えている。

[0264] このような構成によれば、受信用の光ファイバ206'の端面206a'から出射された受信用のレーザ光L a'を、第4のレンズ面224において収束させ、第3の傾斜面216、充填材218および第2の傾斜面215の延長部を順次透過（直進）させた後に、第1の傾斜面214において第5のレンズ面225側に全反射させ、そして、第5のレンズ面225において収束させて受信用の受光素子227に適正に結合させることができる。

[0265] 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。

[0266] 例えば、発光素子 208、受光素子 209、第 1～第 3 のレンズ面 211～213 は、3 列以上設けてもよい。また、第 4 のレンズ面 224 および第 5 のレンズ面 225 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

- [0267]
- 1 光モジュール
 - 2 レンズアレイ
 - 3 レンズアレイ本体
 - 3 a 第 1 の板状部
 - 3 b 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
 - 15 a 第 1 のプリズム面
 - 15 b 第 2 のプリズム面
 - 15 c 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
 - 101 光モジュール
 - 102 レンズアレイ
 - 103 レンズアレイ本体

- 1 0 3 a 第1の板状部
- 1 0 3 b 第2の板状部
- 1 0 5 第1の光電変換装置
- 1 0 6 光ファイバ
- 1 0 8 発光素子
- 1 0 9 第1の受光素子
- 1 1 1 第1のレンズ面
- 1 1 2 第2のレンズ面
- 1 1 3 第3のレンズ面
- 1 1 5 プリズム
- 1 1 5 a 第1のプリズム面
- 1 1 5 b 第2のプリズム面
- 1 1 5 c 第3のプリズム面
- 1 1 6 第1の充填材
- 1 1 7 反射／透過層
- 1 1 8 第2の充填材
- 1 2 4 第4のレンズ面
- 1 2 5 第5のレンズ面
- 1 2 9 第2の受光素子
- 2 0 1 光モジュール
- 2 0 2 レンズアレイ
- 2 0 3 第1のレンズ部材
- 2 0 4 第2のレンズ部材
- 2 0 5 光電変換装置
- 2 0 6 光ファイバ
- 2 0 8 発光素子
- 2 0 9 受光素子
- 2 1 1 第1のレンズ面

- 2 1 2 第2のレンズ面
- 2 1 3 第3のレンズ面
- 2 1 4 第1の傾斜面
- 2 1 5 第2の傾斜面
- 2 1 6 第3の傾斜面
- 2 1 7 反射／透過層
- 2 1 8 充填材

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、

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の板状部側に傾斜するような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傾斜するような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] 前記第3の面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされていること

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のプリズム面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされていること
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
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
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。
。
- [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。

[請求項15]

複数の発光素子、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第 1 の受光素子および光伝送体を介して伝送された光を受光する複数の第 2 の受光素子が形成された光送受信用の第 1 の光電変換装置と、前記光伝送体との間に配置され、光送信のために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るとともに、光受信のために前記光伝送体の端面と前記複数の第 2 の受光素子とを光学的に結合可能とされたレンズアレイであって、

前記第 1 の光電変換装置として、前記複数の発光素子が所定の第 1 の方向に沿って整列形成され、前記発光素子の列に対して前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向側であって前記光伝送体側の位置に、前記複数の第 1 の受光素子が前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記第 1 の受光素子の列に対して前記第 2 の方向側であって前記光伝送体と反対側の位置に、前記複数の第 2 の受光素子が前記第 1 の方向に沿って整列形成されたものが配置され、

前記第 1 の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から、前記第 3 の方向側であって前記第 1 の光電変換装置と反対側に向かって延出され、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第 1 の光電変換装置に臨む第 1 の面に、前記第 1 の方向に沿って整列形成され、前記複数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の方向に沿って整列形成され、前記複数の第1のレンズ面にそれぞれ入射した前記複数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の第2のレンズ面と、

前記第1の面における前記第1のレンズ面の列に対して前記第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の方向に沿って整列形成され、前記第1の板状部の内部側から入射した前記複数の発光素子ごとのモニタ光を前記複数の第1の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数の第3のレンズ面と、

前記第2の面における前記第2のレンズ面の列に対して前記第3の方向側の位置に、前記第1の方向に沿って整列形成され、前記光伝送体の端面から出射された前記伝送された光が入射する複数の第4のレンズ面と、

前記第1の面における前記第3のレンズ面の列に対して前記第2の方向側であって前記第2の板状部と反対側の位置に、前記第1の方向に沿って整列形成され、前記複数の第4のレンズ面にそれぞれ入射した前記伝送された光を、前記複数の第2の受光素子に向けてそれぞれ出射させる複数の第5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第1の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、前記複数の第1のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光の光路および前記複数の第4のレンズ面に入射した後の前記伝送された光の光路をそれぞれ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、前記複数の第1のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光が入射し、また、前記プリズムの内部側から入射した前記複数の第4のレンズ面への入射後の前記伝送された光を前記複数の第5

のレンズ面側に透過させる第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の板状部側に傾斜するような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の発光素子ごとの光を前記複数の第2のレンズ面に向けて全反射させ、また、前記プリズムの内部側から入射した前記複数の第4のレンズ面への入射後かつ前記第1のプリズム面への入射前の前記伝送された光を前記第1のプリズム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傾斜するような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の発光素子ごとの光が前記プリズムの内部側から入射し、また、前記複数の第4のレンズ面への入射後かつ前記第2のプリズム面への入射前の前記伝送された光が入射し、この入射した前記伝送された光を前記第2のプリズム面側に透過させる第3のプリズム面と、

この第3のプリズム面上に、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置を含むとともに前記伝送された光の入射位置を除外する所定の範囲にわたって形成され、前記第3のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数の発光素子ごとのモニタ光として前記複数の第3のレンズ面に向けて反射させるとともに、所定の透過率で前記複数の第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に充填された第1の充填材と、

前記第3のプリズム面と前記第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16] 前記第1の光電変換装置は、前記第2の受光素子の列が、前記発光素子の列と前記第1の受光素子の列との間の位置に配置され、

前記第5のレンズ面の列は、前記第1のレンズ面の列と前記第3のレンズ面の列との間の位置に配置され、

前記第2のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の全反射位置が、前記伝送された光の全反射位置よりも前記第1の板状部側に設定され、

前記第3のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置が、前記伝送された光の入射位置よりも前記第1の板状部側に設定され、

前記反射／透過層は、前記第3のプリズム面における前記第1の板状部側の一部の領域上に形成され、

前記第2のレンズ面の列は、前記第4のレンズ面の列に対して前記第3の方向側であって前記第1の板状部側の位置に配置されていること

を特徴とする請求項15に記載のレンズアレイ。

[請求項17] 前記第1の光電変換装置は、前記第2の受光素子の列が、前記発光素子の列に対して前記第2の方向側であって前記光伝送体と反対側の位置に配置され、

前記第5のレンズ面の列は、前記第1のレンズ面の列に対して前記第2の方向側であって前記第2の板状部と反対側の位置に配置され、

前記第2のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の全反射位置が、前記伝送された光の全反射位置よりも前記第1の板状部と反対側に設定され、

前記第3のプリズム面は、前記複数の発光素子ごとの光の入射位置が、前記伝送された光の入射位置よりも前記第1の板状部と反対側に

設定され、

前記反射／透過層は、前記第3のプリズム面における前記第1の板状部と反対側の一部の領域上に形成され、

前記第2のレンズ面の列は、前記第4のレンズ面の列に対して前記第3の方向側であって前記第1の板状部と反対側の位置に配置されていること

を特徴とする請求項15に記載のレンズアレイ。

[請求項18] 前記第3の面は、前記複数の第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15～17のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

[請求項19] 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15～18のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

[請求項20] 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15～19のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

[請求項21] 前記第4の面は、前記複数の第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15～20のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

[請求項22] 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 15～21 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項23] 前記第3の面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされていること

を特徴とする請求項 15～22 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項24] 前記第1のプリズム面は、前記第1の充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされていること

を特徴とする請求項 15～22 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項25] 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

を特徴とする請求項 15～24 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項26] 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 15～25 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項27] 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

を特徴とする請求項 15～26 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項28] 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 15～27 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項29]

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 15～28 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項30]

前記第1の光電変換装置に代わり、光送信専用の第2の光電変換装置として、前記第2の受光素子の列の代わりに前記発光素子の列が形成されていることによって前記発光素子の列を複数列有するとともに、これら複数列の発光素子に対応して前記第1の受光素子の列を複数列有するものを配置し、かつ、前記反射／透過層が前記第3のプリズム面上に前記所定の範囲にわたって形成された前記プリズムに代わり、前記反射／透過層が前記第3のプリズム面上に全面的に形成された前記プリズムを配置した状態で、光送信専用として、前記複数列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、

前記第1の面には、前記第3のレンズ面の列が、前記第2の方向において互いに隣位するようにして複数列配置され、

光送信専用としての使用状態において、

前記複数の第5のレンズ面には、前記複数列の発光素子における前記複数の第1のレンズ面に対応する列とは異なる列の複数の発光素子ごとの光が入射し、

前記第1のプリズム面には、前記複数の第5のレンズ面に入射した後の前記複数の発光素子ごとの光が入射し、

前記第2のプリズム面は、前記複数の第5のレンズ面への入射後に前記第1のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、前記複数の第4のレンズ面に向けて全反射させ、

前記反射／透過層は、前記複数の第5のレンズ面、前記第1のプリズム面および前記第2のプリズム面を経た後に前記第3のプリズム面に入射した前記複数の発光素子ごとの光を、所定の反射率で前記複数の発光素子ごとのモニタ光として前記複数列の第3のレンズ面における前記複数の第1のレンズ面に対応する列とは異なる列の複数の第3のレンズ面に向けて反射させるとともに、所定の透過率で前記複数の第4のレンズ面側に透過させ、

前記複数の第4のレンズ面は、前記反射／透過層によって透過された前記複数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こと

を特徴とする請求項15～29のいずれか1項に記載のレンズアレイ。

[請求項31] 請求項15～29のいずれか1項に記載のレンズアレイと、
請求項15に記載の第1の光電変換装置と
を備え、
光送受信に用いられることを特徴とする光モジュール。

[請求項32] 前記第1の光電変換装置に代わり、請求項30に記載の第2の光電変換装置を配置し、
かつ、請求項15に記載の反射／透過層が第3のプリズム面上に所定の範囲にわたって形成されたプリズムに代わり、請求項30に記載の反射／透過層が第3のプリズム面上に全面的に形成されたプリズムを配置することによって、光送信専用への転換が可能とされていることを特徴とする請求項31に記載の光モジュール。

[請求項33] 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、

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第1のレンズ部材と、

この第1のレンズ部材に接合され、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第2のレンズ部材と

を備え、

前記第1のレンズ部材は、

前記光電変換装置に臨む面に、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、

前記光電変換装置に臨む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光伝送体側の位置に、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のレンズ部材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、

前記光電変換装置に臨む面に対して前記光電変換装置と反対側に配置され、前記光電変換装置に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光伝送体側に傾斜するような所定の傾斜角を有し、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側に向けて全反射させる第1の傾斜面と、

前記光電変換装置に臨む面に対して前記光電変換装置と反対側であって、前記第 1 の傾斜面に対して前記光伝送体側に配置され、前記光電変換装置に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光伝送体と反対側に傾斜するような所定の傾斜角を有し、前記第 1 の傾斜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 2 の傾斜面と

を有し、

前記第 2 のレンズ部材は、

前記光伝送体の端面に臨む面に対してこの面から離間するにしたがって前記光電変換装置と反対側に傾斜するような所定の傾斜角を有するとともに、前記第 2 の傾斜面に対して所定の間隙をもって臨み、前記第 2 の傾斜面に入射した前記複数列の発光素子ごとの光が入射する第 3 の傾斜面と、

前記光伝送体の端面に臨む面に、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、前記第 3 の傾斜面に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 のレンズ面とを有し、

前記第 2 の傾斜面と前記第 3 の傾斜面との間には、前記第 1 のレンズ部材および前記第 2 のレンズ部材との屈折率差が所定値以下とされた充填材が充填され、

前記第 2 の傾斜面上または前記第 3 の傾斜面上には、前記第 2 の傾斜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第 3 の傾斜面側に透過させる反射／透過層が形成されていること

を特徴とするレンズアレイ。

[請求項34]

前記第 3 の傾斜面は、前記充填材を充填させる空間を確保するよう

に凹入形成された凹入面とされ、

前記第2のレンズ部材は、前記第3の傾斜面の外側に、前記第3の傾斜面よりも前記第1のレンズ部材側に突出されるとともに前記第2の傾斜面に平行とされた段差面を有し、

前記第2の傾斜面は、前記第3の傾斜面および前記段差面に対応する範囲にわたって平坦な面に形成され、

前記反射／透過層は、前記第2の傾斜面上に形成され、

前記第1のレンズ部材と前記第2のレンズ部材とは、前記段差面と前記第2の傾斜面とを当接させた状態で接合されていること

を特徴とする請求項33に記載のレンズアレイ。

[請求項35] 前記第2の傾斜面は、前記充填材を充填させる空間を確保するように凹入形成された凹入面とされ、

前記第1のレンズ部材は、前記第2の傾斜面の外側に、前記第2の傾斜面よりも前記第2のレンズ部材側に突出されるとともに前記第3の傾斜面に平行とされた段差面を有し、前記第3の傾斜面は、前記第2の傾斜面および前記段差面に対応する範囲にわたって平坦な面に形成され、

前記反射／透過層は、前記第3の傾斜面上に形成され、

前記第1のレンズ部材と前記第2のレンズ部材とは、前記段差面と前記第3の傾斜面とを当接させた状態で接合されていること

を特徴とする請求項33に記載のレンズアレイ。

[請求項36] 前記第1のレンズ部材および前記第2のレンズ部材には、前記段差面およびこれに当接する前記傾斜面のそれぞれから延出され、前記段差面および前記傾斜面に対して所定の角度を有した状態で互いに当接する前記第1のレンズ部材側の当接面および前記第2レンズ部材側の当接面がそれぞれ形成されていること

を特徴とする請求項34または35に記載のレンズアレイ。

[請求項37] 前記充填材は、透光性の接着材からなり、

前記第 1 のレンズ部材と前記第 2 のレンズ部材とは、前記充填材によって接合されていること

を特徴とする請求項 33～36 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項38] 前記第 1 の傾斜面は、前記光電変換装置に臨む面に対して 45° の傾斜角を有するように形成され、

前記第 2 の傾斜面は、前記第 1 の傾斜面に対して直角かつ前記光電変換装置に臨む面に対して 45° の傾斜角を有するように形成され、

前記第 3 の傾斜面は、前記光伝送体の端面に臨む面に対して 45° の傾斜角を有するように形成されていること

を特徴とする請求項 33～37 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項39] 前記第 1 のレンズ部材と前記第 2 のレンズ部材とは、同一の材料によって形成されていること

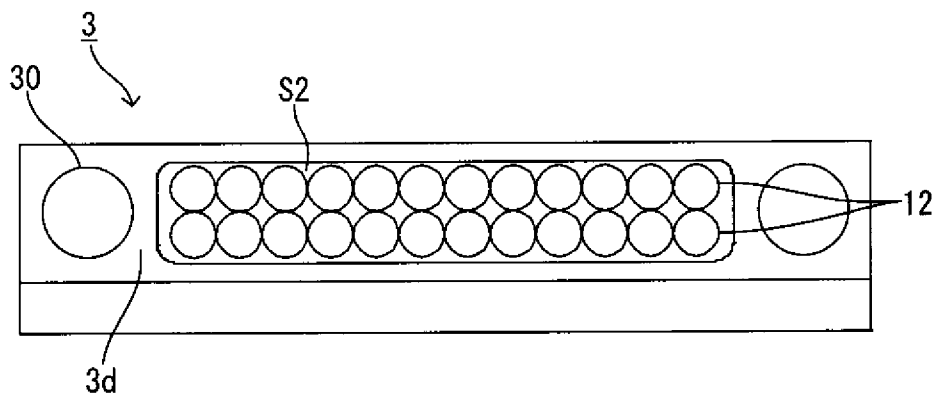
を特徴とする請求項 33～38 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイ。

[請求項40] 請求項 33～39 のいずれか 1 項に記載のレンズアレイと、
請求項 33 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。

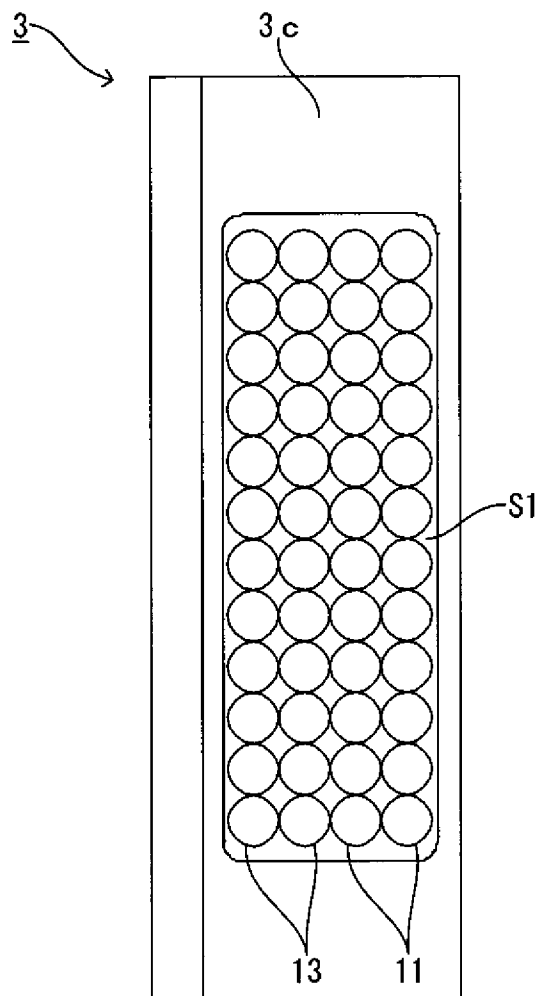
[illegible]

Diagram of a triangular structure 4. The structure has a top vertex labeled 17 and a base with vertices labeled 15a, 15b, and 15c. The entire structure is labeled 4.

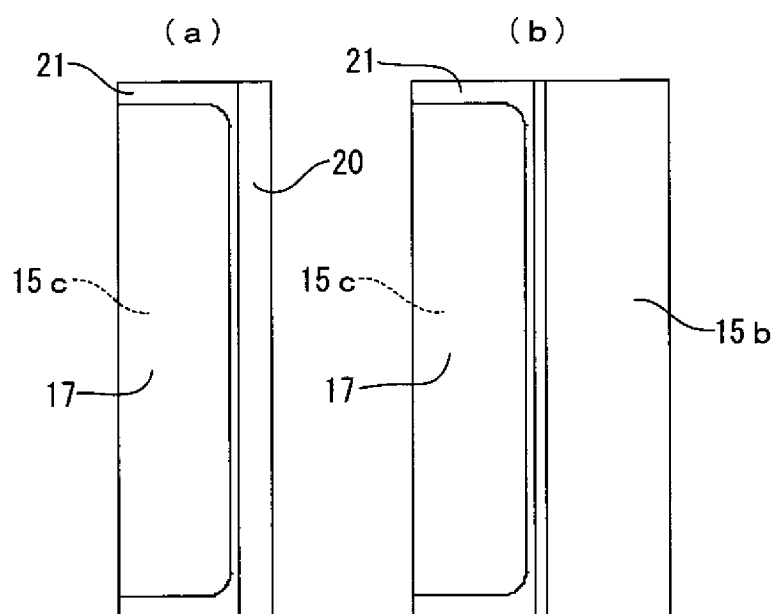
[図4]



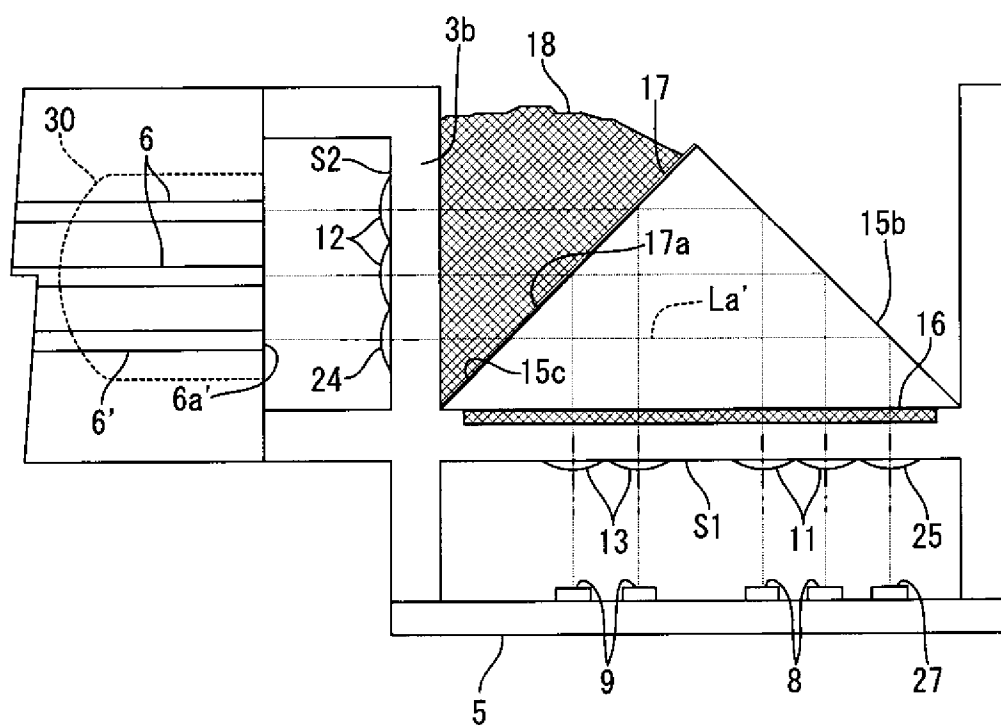
[図5]



[図8]

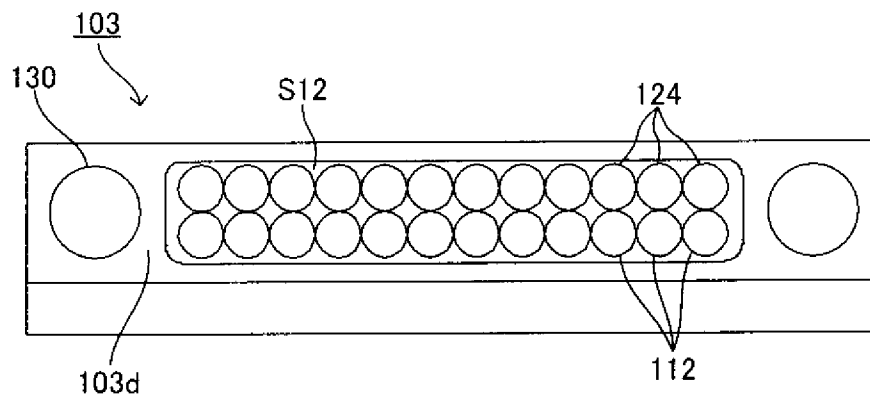


[図9]

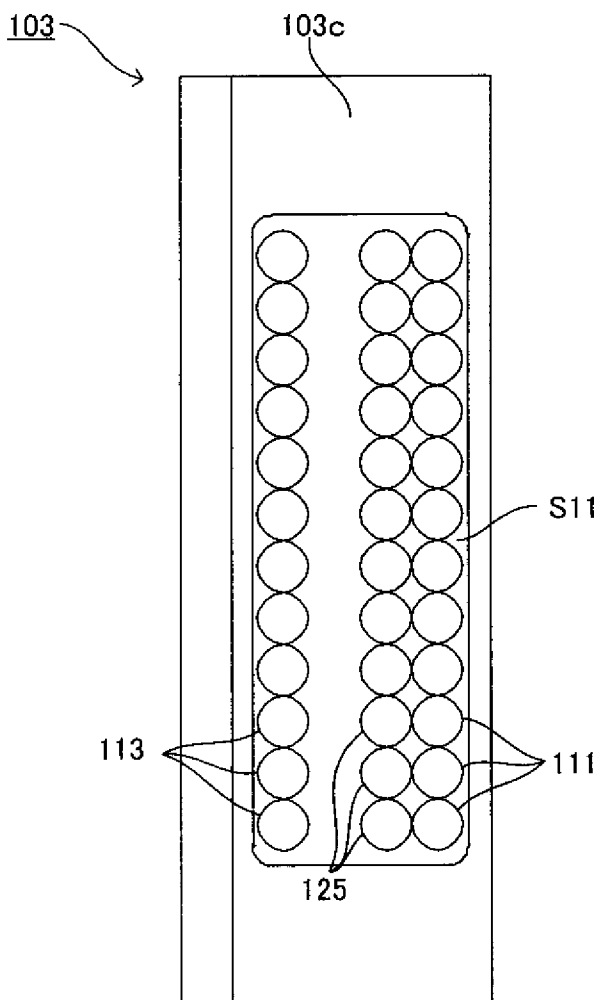


[illegible]

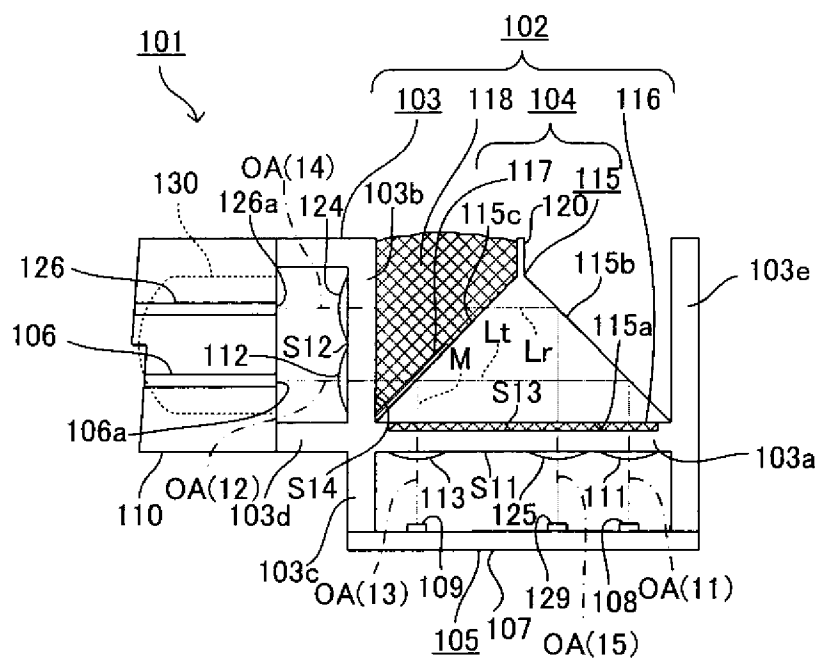
[図13]



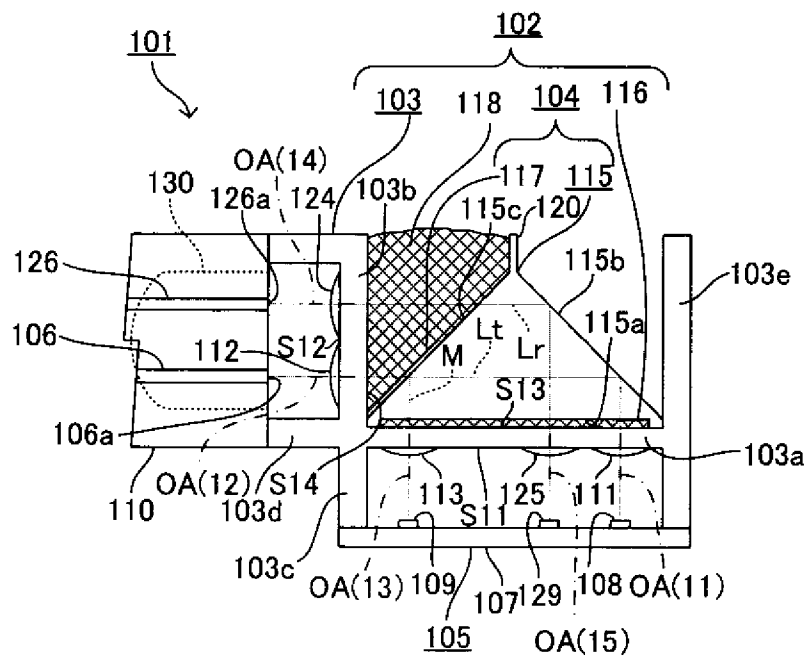
[図14]



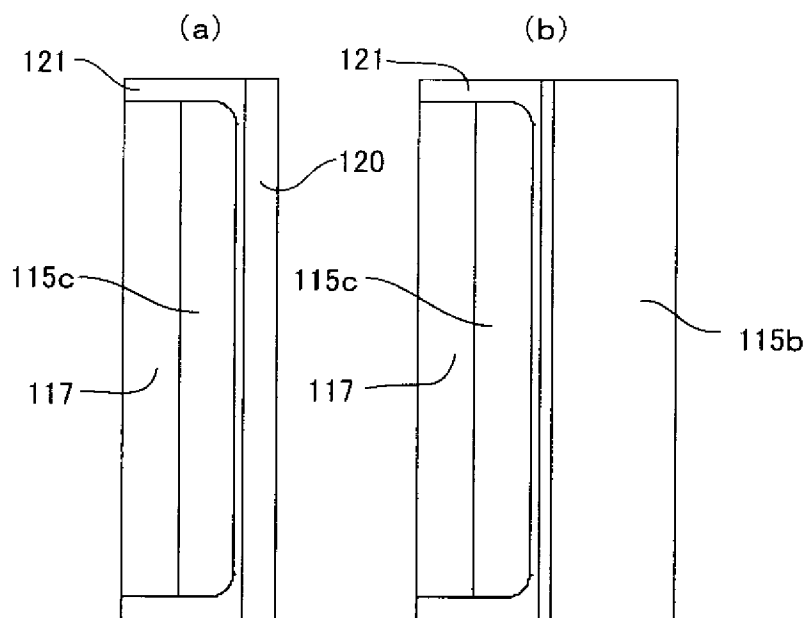
[図15]



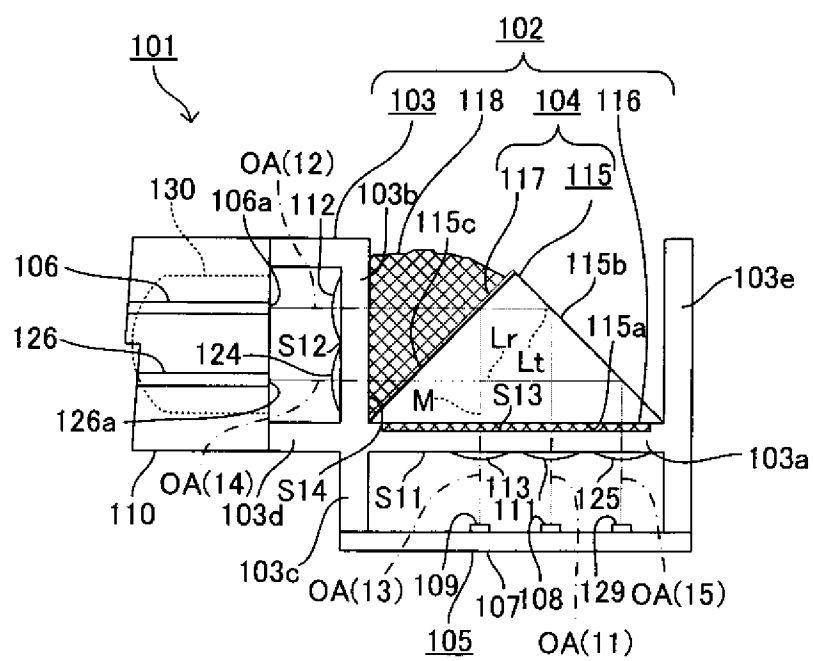
[図16]



[図17]



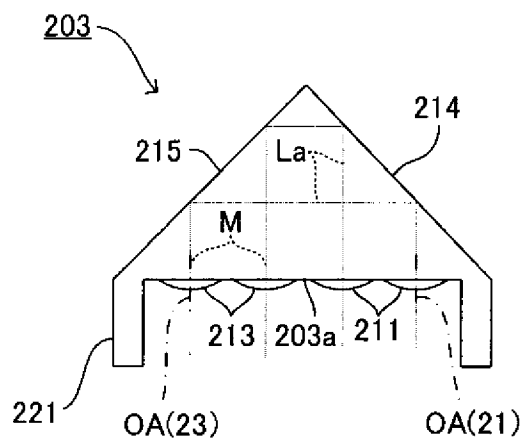
[図18]



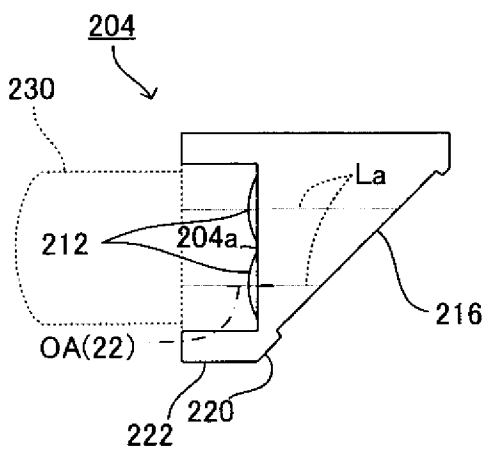
[illegible]

The diagram illustrates a cross-section of a semiconductor device. At the base is a substrate 201. Above it is a layer 210 which includes several horizontal layers or regions labeled 230, 206a, and 212. To the left, a dashed line indicates an optical axis OA(22). A central vertical section shows a material M between two regions separated by a diagonal interface La. This central part is flanked by regions 215 and 214. Below the main body, there is another layer 205 containing features 213, 203a, and 211. These are situated above a base layer 207. Optical axes OA(23) and OA(21) are indicated at the bottom corners. Other labels include 202, 204, 218, 217, 203, 216, 209, 208, 220, 222, and 221, representing different structural elements and interfaces.

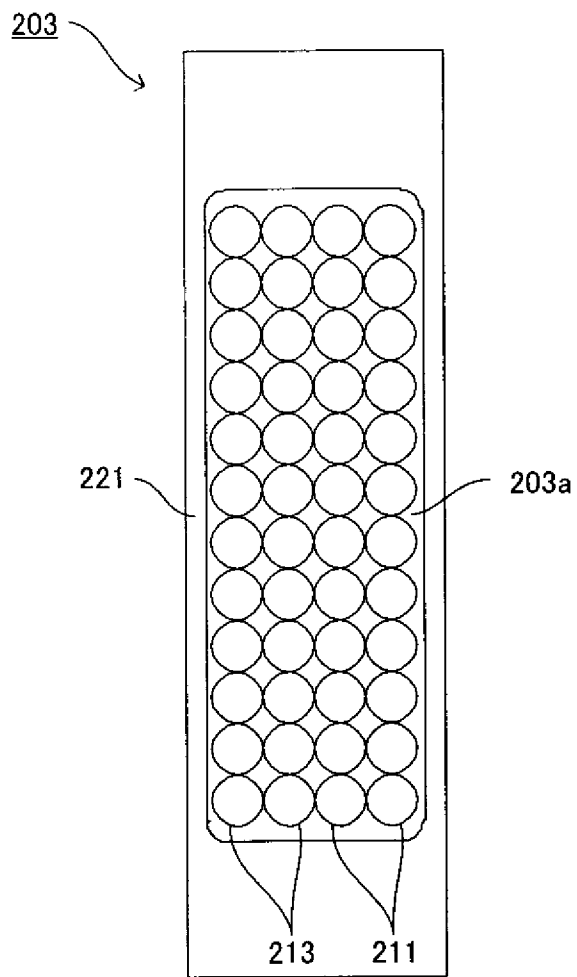
[図23]



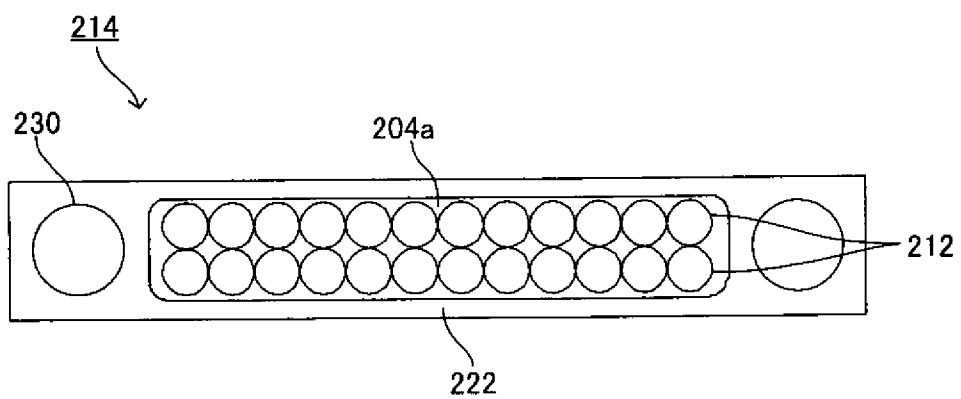
[図24]



[図25]

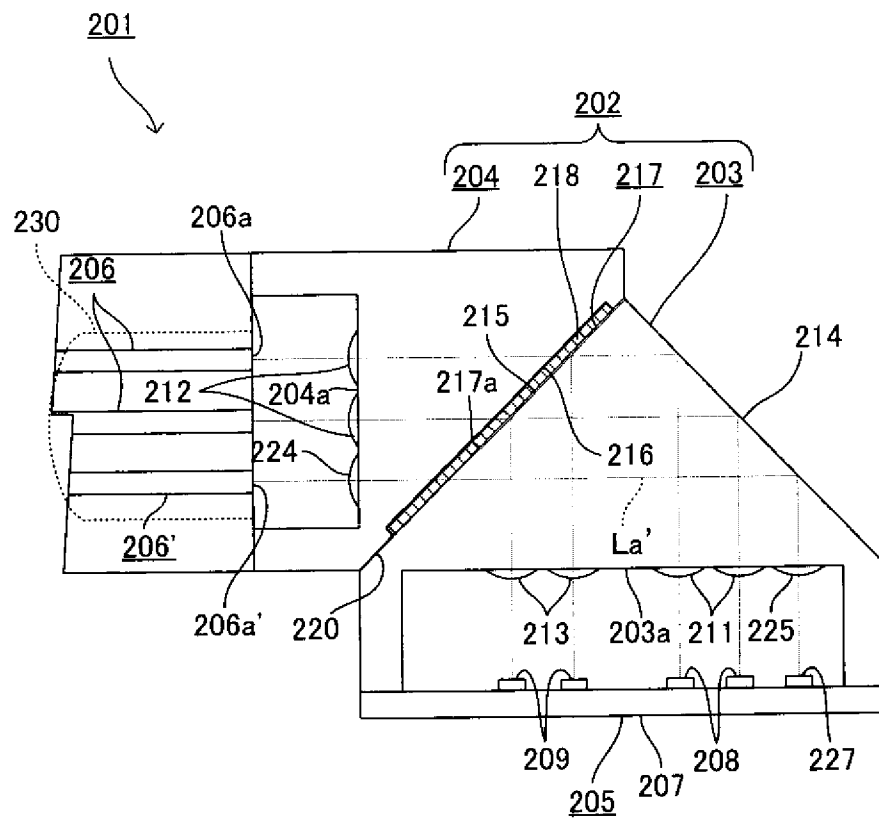


[図26]



A schematic cross-sectional view of a semiconductor device. The device consists of a substrate 205 at the bottom, which supports several layers and structures. On the left side, there is a stack of layers labeled 206a, 212, and OA(22). To the right of this stack is a layer labeled 210. Further right is a layer labeled 220, which contains a series of rectangular features labeled 213, 203a, and 211. Below these features are smaller rectangular elements labeled 209, 207, and 208. At the very bottom of the device, there are labels OA(23), 201, 202, 204, 218, 217, 203, and 214. A diagonal line segment labeled La is shown within the device structure. Other labels include 230, 206, 215, M, 216, 222, and 221.

[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-520491 A (Agilent Technologies Inc.), 07 September 2006 (07.09.2006), paragraphs [0007] to [0013]; fig. 1, 2 & US 2004/0179784 A1 & EP 1606664 A1 & WO 2004/083926 A1 & CN 1761900 A & TW 286617 B	1-40
A	JP 2006-344915 A (Sony Corp.), 21 December 2006 (21.12.2006), paragraphs [0044] to [0049]; fig. 13A to 15 (Family: none)	1-40

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 August, 2012 (09.08.12)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2012 (28.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064686

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2011/077723 A1 (Enplas Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), paragraphs [0025] to [0072], [0146] to [0173]; fig. 1 to 6, 24 to 27 & JP 2011-133807 A & JP 2011-141478 A & JP 2011-211152 A	1-40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064686

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The following contents are disclosed in paragraphs [0007]-[0013], [fig. 1] and [fig. 2] in the document 1.

An integrated optical module (110) which is disposed between an optoelectronic transducer (a VCSEL (102), a photodetector (103, 104), a substrate (101)) and an optical transmission medium (an optical fiber (105)) so as to optically couple therebetween, the optoelectronic transducer being provided with a light-emitting device (the VCSEL (102)) and a light-receiving device (the photodetector (103, 104)) for monitoring light emitted from the light-emitting device. The integrated optical module (110) includes: a first lens surface (a collimator lens (119)) on which light emitted from the light-emitting device is incident and a third lens surface (a condenser lens (116, 117)) for transmitting monitor light from the light-emitting device toward the light-receiving device, the first lens surface and the third lens surface being formed on a surface of the optical module facing the optoelectronic transducer; a second lens surface (a lens (118)) which transmits light from the light-emitting device toward the optical transmission medium and which is formed on a surface facing an end face of the optical transmission medium; an inclined surface (a boundary surface (111)) for totally reflecting the light which is emitted from the light-emitting device and incident upon the first lens surface toward the second lens surface; and a reflecting/transmitting surface (an internal/external boundary surface (113), an external/internal boundary surface (114)) for reflecting toward the third lens surface and transmitting toward the second lens surface the light totally reflected by the inclined surface.

Furthermore, it is well known and commonly practices that the light-emitting device and the optical transmission medium are arranged in an array and optically coupled to each other by a lens in the form of a lens array.

Accordingly, as a result of taking the above-said opinions into consideration, two inventions (invention groups) each having a special technical feature indicated below are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1-32

A lens array which is disposed between an optoelectronic transducer and an optical transmission medium and which is capable of optically coupling between a plurality of light-emitting devices and an end face of the optical transmission medium, the optoelectronic transducer being provided with the plurality of light-emitting devices and a plurality of light-receiving devices each for receiving monitor light from each light-emitting device in order to monitor light emitted from the light-emitting devices.

(Continued to next extra sheet)

The lens array includes: a lens array body having a first plate-shaped portion and a second plate-shaped portion, the first plate-shaped portion being provided with a first lens surface on which the light emitted from the plurality of light-emitting devices is incident and a third lens surface for transmitting monitor light from the plurality of light-emitting devices toward the plurality of light-receiving devices, the second plate-shaped portion being provided with a second lens surface for transmitting light from the plurality of light-emitting devices toward the optical transmission medium; and a prism having a second prism surface and a third prism surface, the second prism surface totally reflecting the light emitted from the plurality of light-emitting devices and incident upon the first lens surface toward the second lens surface, the third prism surface being provided with a reflecting/transmitting layer for reflecting toward the third lens surface and for transmitting toward the second lens surface the light totally reflected on the second prism surface.

(Invention 2) the inventions of claims 33-40

A lens array which is disposed between an optoelectronic transducer and an optical transmission medium and which is capable of optically coupling between a plurality of light-emitting devices and an end face of the optical transmission medium, the optoelectronic transducer being provided with the plurality of light-emitting devices and a plurality of light-receiving devices each for receiving monitor light from each light-emitting device in order to monitor light emitted from the light-emitting devices. The lens array includes a first lens member and a second lens member, the first lens member being provided with a first lens surface on which light emitted from the plurality of light-emitting devices is incident, a third lens surface for transmitting monitor light from the plurality of light-emitting devices toward the plurality of light-receiving devices, and a first inclined surface for totally reflecting the light emitted from the plurality of light-emitting devices and incident upon the first lens surface toward the second lens surface, the second lens member being provided with a second lens surface for transmitting the light from the plurality of light-emitting devices toward the optical transmission medium. The lens array is adapted to include a reflecting/transmitting layer for reflecting toward the third lens surface and transmitting toward the second lens surface the light totally reflected on the first inclined surface, the reflecting/transmitting layer being formed between the first lens member and the second lens member.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-520491 A (アジレント・テクノロジーズ・インク) 2006.09.07, 段落【0007】-【0013】、【図1】、【図2】 & US 2004/0179784 A1 & EP 1606664 A1 & WO 2004/083926 A1 & CN 1761900 A & TW 286617 B	1-40
A	JP 2006-344915 A (ソニー株式会社) 2006.12.21, 段落【0044】 -【0049】、【図13A】-【図15】 (ファミリーなし)	1-40
P, A	WO 2011/077723 A1 (株式会社エンプラス) 2011.06.30, 段落【00	1-40

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.08.2012

国際調査報告の発送日

28.08.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉田 英一

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

2X

9124

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	25] - [0072], [0146] - [0173], [図1] - [図6], [図24] - [図27] & JP 2011-133807 A & JP 2011-141478 A & JP 2011-211152 A	

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の中立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議中立手数料の納付と共に、出願人から異議中立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議中立てがあったが、異議中立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議中立てはなかった。

文献1には、その段落【0007】－【0013】、【図1】、【図2】に、次の内容が記載されている。

「発光素子(VCSEL102)及び当該発光素子から発光された光をモニタする受光素子(光検出器103、104)が形成された光電変換装置(VCSEL102、光検出器103、104、基板101)と、光伝送体(光ファイバ105)との間に配置され、これらを光学的に結合する集積光モジュール110であって、

前記光電変換装置に臨む面に、前記発光素子から発光された光が入射する第1のレンズ面(コリメートレンズ119)と、前記発光素子のモニタ光を前記受光素子に向けて出射する第3のレンズ面(集束レンズ116、117)とが形成され、

前記光伝送体の端面に臨む面に、前記発光素子からの光を前記光伝送体に向けて出射する第2のレンズ面(レンズ118)が形成され、

前記第1のレンズ面に入射した前記発光素子から発光された光を、前記第2のレンズ面に向けて全反射する傾斜面(境界面111)と、

前記傾斜面によって全反射された光を、前記第3のレンズ面側に反射させるとともに、前記第2のレンズ面側に透過させる反射／透過面(内部／外部境界面113、外部／内部境界面114)とを備えた、

集積光モジュール110。」

また、発光素子と光伝送体をアレイ状に配列し、これらを光結合するレンズを、レンズアレイとすることは、周知慣用である。

そして、以上のことを考慮すると、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する2の発明(群)が含まれる。

(発明1) 請求項1－32に係る発明

「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、

前記複数の発光素子から発光された光が入射する第1のレンズ面と前記複数の発光素子のモニタ光を前記複数の受光素子に向けて出射する第3のレンズ面とが形成された第1の板状部と、前記複数の発光素子からの光を前記光伝送体に向けて出射する第2のレンズ面が形成された第2の板状部とを有するレンズアレイ本体と、

前記第1のレンズ面に入射した前記複数の発光素子から発光された光を、前記第2のレンズ面に向けて全反射する第2のプリズム面と、前記第2のプリズム面によって全反射された光を、前記第3のレンズ面側に反射させるとともに、前記第2のレンズ面側に透過させる反射／透過層が形成された第3のプリズム面とを有するプリズムとを備えた、

レンズアレイ。」

(発明2) 請求項33-40に係る発明

「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、

前記複数の発光素子から発光された光が入射する第1のレンズ面と、前記複数の発光素子のモニタ光を前記複数の受光素子に向けて出射する第3のレンズ面と、前記第1のレンズ面に入射した前記複数の発光素子から発光された光を前記第2のレンズ面に向けて全反射する第1の傾斜面とが、形成された第1のレンズ部材と、

前記複数の発光素子からの光を前記光伝送体に向けて出射する第2のレンズ面が形成された第2のレンズ部材とを備え、

前記第1のレンズ部材と前記第2のレンズ部材との間に、前記第1の傾斜面によって全反射された光を、前記第3のレンズ面側に反射させるとともに、前記第2のレンズ面側に透過させる反射／透過層が形成された、

レンズアレイ。」