

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4089611号
(P4089611)

(45) 発行日 平成20年5月28日(2008.5.28)

(24) 登録日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/42
G O 2 B 6/32 (2006.01) G O 2 B 6/32
G O 2 B 6/293 (2006.01) G O 2 B 6/28 C

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-420582 (P2003-420582)	(73) 特許権者	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(22) 出願日	平成15年12月18日(2003.12.18)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
(65) 公開番号	特開2005-181584 (P2005-181584A)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(43) 公開日	平成17年7月7日(2005.7.7)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
審査請求日	平成18年2月21日(2006.2.21)	(72) 発明者	佐々木 浩紀 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
		審査官	井口 猶二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面を有し、前記表面側に溝群が整列して設けられた支持基板と；
 前記表面上に配置された複数の光素子からなる光素子群と；
 前記溝群の各溝に配置された光ファイバからなる光ファイバ群と；
 複数の第1張出部と前記複数の第1張出部を接続する第1取扱部とを有し、前記複数の第1張出部が前記溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記光ファイバの先端が当接されて前記光ファイバの光軸方向の位置決めを行う位置決め部材と；
 前記光素子群の各光素子と前記光ファイバ群の各光ファイバとをそれぞれ光結合する複数のレンズ部と複数の第2張出部と前記複数の第2張出部を接続する第2取扱部とを有し、前記複数の第2張出部が前記溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記光素子群と前記位置決め部材との間に配置されたレンズ素子と；
 を備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】

光結合された前記光ファイバの当接する面と前記光素子とは光学的に共役の位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項3】

前記光ファイバの当接する面の位置と前記光素子の位置とは、前記位置決め部材の屈折率を考慮して決められていることを特徴とする請求項2に記載の光モジュール。

【請求項4】

前記光素子は発光素子であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記光素子は受光素子であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【請求項 6】

前記光ファイバ群を前記溝群に押圧する押圧部材をさらに備え、前記支持基板上面から前記位置決め部材上端までの高さは、前記支持基板上面から前記押圧部材上端までの高さより高いことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【請求項 7】

表面を有し、第 1 の溝群と、前記第 1 の溝群と所定距離離れて対向するように設けられた第 2 の溝群とが前記表面側に整列して設けられた支持基板と；

前記支持基板の前記表面側の前記第 1 の溝群と前記第 2 の溝群との間に配置される光機能素子と；

前記第 1 の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第 1 の光ファイバ群と；

前記第 2 の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第 2 の光ファイバ群と；

複数の第 1 張出部と前記複数の第 1 張出部を接続する第 1 取扱部とを有し、前記複数の第 1 張出部が前記第 1 の溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記第 1 の光ファイバ群の光ファイバの先端が当接されて前記光ファイバの光軸方向の位置決めを行う第 1 の位置決め部材と；

複数の第 2 張出部と前記複数の第 2 張出部を接続する第 2 取扱部とを有し、前記複数の第 2 張出部が前記第 2 の溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記第 2 の光ファイバ群の光ファイバの先端が当接されて前記光ファイバの光軸方向の位置決めを行う第 2 の位置決め部材と；

前記光機能素子と前記第 1 の光ファイバ群の各光ファイバとをそれぞれ光結合する複数の第 1 レンズ部と複数の第 3 張出部と前記複数の第 3 張出部を接続する第 3 取扱部とを有し、前記複数の第 3 張出部が前記第 1 の溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記光機能素子と前記第 1 の位置決め部材との間に配置された第 1 のレンズ素子と；

前記光機能素子と前記第 2 の光ファイバ群の各光ファイバとをそれぞれ光結合する複数の第 2 レンズ部と複数の第 4 張出部と前記複数の第 4 張出部を接続する第 4 取扱部とを有し、前記複数の第 4 張出部が前記第 2 の溝群の各溝にそれぞれ配置され、前記光機能素子と前記第 2 の位置決め部材との間に配置された第 2 のレンズ素子と；

を備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項 8】

前記光ファイバ群を配置されている前記溝群に押圧する押圧部材をさらに備え、前記支持基板上面から前記位置決め部材上端までの高さは、前記支持基板上面から前記押圧部材上端までの高さより高いことを特徴とする請求項 7 に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信機器等に好適な、光ファイバ群を含む光モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコンを基板として、半導体製造工程で用いられるフォトリソおよびエッチング技術を用いて、レンズ直径が光ファイバ直径と同等の $125\ \mu\text{m}$ という極めて微小なマイクロレンズを製造する方法が知られている（下記特許文献 1 参照。）。また、このようなマイクロレンズを複数個アレイ状に並べ、その間を接続して一体化した構成のレンズアレイを作製することができる（下記特許文献 2、図 3 参照。）。上記マイクロレンズを複数個並列に配置したもの、あるいは上記レンズアレイを用い、例えば並列配置された複数

10

20

30

40

50

の光ファイバからなる光ファイバ群と組み合わせ、光モジュールを構成できる。このような光モジュールでは、レンズ間隔を一例として約250 μm と極めて狭ピッチに設定できる。よって、このような光モジュールは、単芯のモジュールを複数個集積して構成したものよりも、飛躍的に小型化が可能である。

【0003】

【特許文献1】特開2002-323603号公報

【特許文献2】特開2002-328204号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような光モジュールでは、組み合わせる光ファイバ群もまた狭ピッチに構成されるが、その場合、以下のような問題が生じることになる。狭ピッチの光ファイバ群を実装する際、それぞれの光ファイバの先端を光軸方向に高精度に位置合わせして固定する必要があるが、これは難しい。光ファイバ群が個別の光ファイバにより構成される場合は、一芯ずつ光軸方向の位置決めをした後、固定していく方法が考えられる。しかし、この方法では、光ファイバのピッチが約250 μm と極めて小さいため、隣り合う光ファイバに固定用の接着剤が回り込んでしまい、不具合が生じる。また、光ファイバ群が狭ピッチで固定一体化された光ファイバからなる光ファイバリボンの場合もまた、以下のような不都合が生じる。光ファイバリボンを実装する際は、各光ファイバの先端を劈開してカットすることになる。しかし、カットするとその先端は不揃いになり、複数の光ファイバの先端の光軸方向の位置精度を数 \sim 10 μm 程度の範囲に抑えることは非常に難しい。以上述べたように、光ファイバ群が個別の光ファイバからなる場合も、光ファイバリボンからなる場合も、光ファイバ群の各光ファイバの先端を光軸方向に高精度に合わせて固定することは困難である。その結果、狭ピッチの光ファイバ群を備えた光モジュールでは、各光ファイバごとに構成されるチャンネル間の光出力がばらついてしまうという問題が生じていた。

【0005】

そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、狭ピッチの光ファイバ群が光軸方向に高精度に位置合わせされた新規かつ改良された光モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、支持基板上に整列して設けられた溝群と；溝群の各溝に配置された光ファイバからなる光ファイバ群と；溝に配置され、光ファイバの先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う位置決め部材と；を備えることを特徴とする光モジュールが提供される。かかる構成によれば、位置決め部材に光ファイバの先端を当接することにより、狭ピッチの光ファイバ群であっても、光ファイバの光軸方向の位置決めを高精度に行うことができる。

【0007】

その際に、複数の光素子からなる光素子群と、光素子と光ファイバとを光結合するレンズ部を有するレンズ素子と、をさらに備えるよう構成してもよい。

【0008】

また、本発明の別の観点によれば、支持基板上に整列して設けられた溝群と；溝群の各溝に配置された光ファイバからなる光ファイバ群と；溝に配置され、一方の面には光ファイバの先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行い、他方の面にはレンズ部が形成された位置決め部材と；を備えることを特徴とする光モジュールが提供される。かかる構成によれば、位置決め部材は、光ファイバの光軸方向の位置決め機能と、レンズ機能の両方を備えることができる。他にレンズ素子を設ける必要がないため、部品点数が削減でき、実装工程や、コストを軽減できる。

【0009】

上記構成の光モジュールにおいて、光結合された光ファイバの当接する面と光素子とは

10

20

30

40

50

光学的に共役の位置に配置されていることが好ましい。ここで、光学的に共役とは、光学系において物体と像の関係にあることを意味する。よって、光素子から出た光は、光結合の対象である光ファイバの当接する面に集光する。これにより、高効率の光結合を実現できる。なお、光素子には、例えばレーザダイオードのような発光素子や、フォトダイオードのような受光素子を用いることができる。

【0010】

その際に、光ファイバの当接する面の位置と前記光素子の位置とは、前記位置決め部材の屈折率を考慮して決められていることが好ましい。屈折率を考慮することにより、実質的に光学的な光路長を考慮することができ、より効率の良い光結合を実現できる。

【0011】

また、本発明の別の観点によれば、支持基板上に整列して設けられた第1の溝群と；第1の溝群と所定距離離れて対向するよう支持基板上に整列して設けられた第2の溝群と；第1の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第1の光ファイバ群と；第2の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第2の光ファイバ群と；第1の溝群の溝に配置され、第1の光ファイバ群の光ファイバの先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う第1の位置決め部材と；第2の溝群の溝に配置され、第2の光ファイバ群の光ファイバの先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う第2の位置決め部材と；を備えることを特徴とする光モジュールが提供される。かかる構成によれば、位置決め部材に光ファイバの先端を当接することにより、狭ピッチの光ファイバ群であっても、光ファイバの光軸方向の位置決めを高精度に行うことができる。また、これらの2つの光ファイバ群を光結合させれば、高精度に位置決め配置された光ファイバ群同士の光結合を実現できる。

【0012】

また、本発明の別の観点によれば、支持基板上に整列して設けられた第1の溝群と；第1の溝群と所定距離離れて対向するよう支持基板上に整列して設けられた第2の溝群と；第1の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第1の光ファイバ群と；第2の溝群の各溝に配置された光ファイバからなる第2の光ファイバ群と；第1の溝群の溝に配置され、一方の面には第1の光ファイバ群の光ファイバの先端が突き当てられて光ファイバの位置決めを行い、他方の面にはレンズ部が形成された第1の位置決め部材と；第2の溝群の溝に配置され、一方の面には第2の光ファイバ群の光ファイバの先端が突き当てられて光ファイバの位置決めを行い、他方の面にはレンズ部が形成された第2の位置決め部材と；を備えることを特徴とする光モジュールが提供される。かかる構成によれば、位置決め部材に光ファイバの先端を当接することにより、狭ピッチの光ファイバ群であっても、光ファイバの光軸方向の位置決めを高精度に行うことができる。また、これらの2つの光ファイバ群を光結合させれば、高精度に位置決め配置された光ファイバ群同士の光結合を実現できる。さらに、位置決め部材は、光ファイバの光軸方向の位置決め機能と、レンズ機能の両方を備えることができる。

【0013】

上記の第1の位置決め部材と前記第2の位置決め部材を有する構成の光モジュールにおいて、第1の位置決め部材と前記第2の位置決め部材との間の光路には、光機能素子が配置されるよう構成してもよい。光機能素子としては、例えば、アイソレータ、偏向子、波長板、フィルタ等が考えられる。

【0014】

また、上記構成の光モジュールにおいて、光ファイバ群を溝群に押圧する押圧部材をさらに備え、支持基板上面から位置決め部材上端までの高さは、支持基板上面から押圧部材上端までの高さより高いかまたは略同一であるよう構成することが好ましい。かかる構成によれば、押圧部材を設けることにより、光ファイバの浮きや移動を防ぐことができ、確実に所望の位置に実装できる。通常、光ファイバを溝に配置した後、接着剤で固定する。位置決め部材と押圧部材の高さをこのように設定することにより、接着剤が流出するのを位置決め部材により防ぐことができる。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0015】

以上のように本発明によれば、狭ピッチの光ファイバ群が光軸方向に高精度に位置合わせされた光モジュールを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0017】

本発明の典型的な態様にかかる光モジュールでは、溝群と、光ファイバ群と、位置決め部材とを有する。溝群は、支持基板上に整列して一方向に並ぶよう設けられた複数の溝からなる。光ファイバ群は、この溝群の各溝に配置された光ファイバからなり、溝群同様に整列して一方向に並ぶよう配置されている。位置決め部材は、溝群の溝にその一部が位置するよう配置され、光ファイバの先端が当接される当接部を有する。この当接部に光ファイバを当接させて配置することにより、光ファイバの光軸方向の位置決めが高精度に行われる。

【0018】

本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュールの構成について、図1を参照しながら説明する。図1は本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュール100の平面図である。光モジュール100は、複数のV溝110が形成された基板109と、複数の光ファイバ120と、ファイバストップ130と、レンズアレイ140と、光源アレイ150と、を有する。

【0019】

基板109は、例えばシリコン結晶基板からなる支持基板である。基板109の上面の一端から途中までには、8つのV溝110が所定のピッチで整列して高精度に形成されて設けられており、これらはV溝群を構成している。V溝110はV形状の横断面を有する。表面実装される部材をV溝110に載置することにより、光軸に垂直な方向の位置決めが可能になる。本実施の形態では、V溝110は直径125 μ mの光ファイバを載置可能な寸法を有し、V溝群のピッチは250 μ mである。

【0020】

光ファイバ120は、各V溝110に配置されており、このような整列配置された8つの光ファイバ120は光ファイバ群を構成している。光ファイバ群のピッチはV溝群のピッチと同じである。本実施の形態では、光ファイバ120として直径125 μ mのシングルモードファイバを用いている。

【0021】

ファイバストップ130は、光ファイバ120の先端が当接されて光ファイバ120の光軸方向の位置決めを行う位置決め部材である。ファイバストップ130の一例を図2に示す。図2はファイバストップ130の部分斜視図を示す。図2に示すファイバストップ130は主に、V溝110に配置される複数の張出部132と、複数の張出部132を接続した略直方体形状の取扱部134とを有する。張出部132は略蒲鉾形をしており、取扱部134の下部から張り出すように、V溝群と同ピッチで列状に設けられている。取扱部134の上面は、ファイバストップ130を取り扱いやすいように、平面になっている。ファイバストップ130を正面から見ると、横長の長方形の下辺に複数の略半円が所定ピッチで接合した形状となる。

【0022】

略蒲鉾形の張出部132の外径は、光ファイバ120の外径と等しくなるよう構成されている。この構成により、光ファイバ120をV溝110に配置するのと同様に、張出部132をV溝110に配置して、ファイバストップ130を基板109上に実装することができる。図2の点線は、ファイバストップ130をV溝110に配置した場合のV溝1

10

20

30

40

50

10の外形を一部示したものである。

【0023】

張出部132の略蒲鉾形の端面、および端面に続く取扱部134の面は、光ファイバ120の先端が当接されて光ファイバ120の光軸方向の位置決めを行う面である。以下、このように光ファイバが当接される面を光ファイバ当接面と呼ぶ。なお、必ずしも光ファイバの先端面全体がファイバストッパ130に当接している必要はなく、光の経路であるコアの部分がファイバストッパ130に当接していればよい。よって、ファイバストッパ130の形状は図2に限定されるものではなく、他の形状も可能である。

【0024】

ファイバストッパ130は、例えば、シリコン結晶基板を材質とし、半導体技術で用いられるフォトリソ・エッチング技術を用いて、ファイバストッパ130に対応する形状のパターンをフォトマスクパターンとして用いてエッチングを行うことにより大量に高精度にかつ安価に作製可能である。

【0025】

後述するように、光ファイバは位置決めされた後、接着剤で固定される。この接着剤は光ファイバ当接面にも多少回り込む。よって光効率を向上させるために、ファイバストッパ130の光ファイバ当接面には、ファイバストッパ130の材質の屈折率と接着剤の屈折率との差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。また、ファイバストッパ130の光ファイバ当接面と反対側の面には、ファイバストッパ130の材質の屈折率と空気の屈折率との差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。

【0026】

レンズアレイ140は、前述の特許文献2の図3に示すものと同様の構成を有し、基板表面に列状に形成された複数のレンズ部142を一体化した構成を有するレンズ素子である。レンズアレイ140は、図2に示すファイバストッパ130と同様の外形を有し、片方の面にレンズ部142が形成されている。レンズアレイ140のレンズ部142が形成される面および位置は、ファイバストッパ130の光ファイバ120の先端が当接される面および位置にほぼ相当する。本実施の形態では、レンズ部142は、円形形状をしており、光源アレイ150と対向する面に設けられており、回折光学素子からなる。また、レンズアレイ140は、ファイバストッパ130の張出部132と同様の形状を有するため、この部分をV溝110に配置することにより、レンズアレイ140を基板109上に高精度に実装できる。

【0027】

このような構成を有するレンズアレイ140は、例えばシリコン結晶基板を材質とし、半導体技術で用いられるフォトリソ・エッチング技術を用いて、所定のパターンを用いてレンズ部142を形成した後、レンズアレイ140に対応する形状のパターンをフォトマスクパターンとして用いてエッチングを行うことにより大量に高精度にかつ安価に作製可能である。

【0028】

光源アレイ150は、発光素子であるレーザダイオード(以下LDという)152が複数、V溝群と同ピッチで整列配置されて一体化された光素子群である。

【0029】

図1に示すように基板109上には、光ファイバ120、ファイバストッパ130、レンズアレイ140、光源アレイ150が光軸方向にこの順に配置されている。本実施の形態では、V溝110、光ファイバ120、ファイバストッパ130の張出部132、レンズアレイ140のレンズ部142、LD152の数は全て8つであり、これらは同一ピッチで構成されている。各光ファイバ120は各レンズ部142により各LD152と光結合している。詳述すると、上記構成の光モジュール100では、光源アレイ150の各LD152から出射したそれぞれの発散光は、レンズアレイ140の各レンズ部142により集光されてファイバストッパ130を経由した後、各光ファイバ120に入射する。このように、光モジュール100は、全体として8つの光結合した組、すなわち8つのチャ

10

20

30

40

50

ンネルを有する。

【 0 0 3 0 】

光ファイバ 1 2 0 からなる光ファイバ群を位置決めして実装する際には以下のように行う。まず、ファイバストップ 1 3 0 の各張出部 1 3 2 が V 溝群の各 V 溝 1 1 0 に当接するように、ファイバストップ 1 3 0 を配置する。このとき、光軸に垂直な方向の位置決めは、張出部 1 3 2 が V 溝に接することで行われる。光軸方向の位置決めは、マーカー等を用いた画像認識技術を利用して高精度に行うことができる。ファイバストップ 1 3 0 が適正な位置に実装されたら、ファイバストップ 1 3 0 を接着剤で基板 1 0 9 に固定する。

【 0 0 3 1 】

その後、ファイバストップ 1 3 0 に全ての光ファイバ 1 2 0 の先端を当接させて光軸方向の位置決めを行い、接着剤で基板 1 0 9 に固定する。接着剤は、例えば、UV（紫外線）硬化樹脂タイプのものを使用できる。その際、光ファイバの浮きや移動を防ぐため、光ファイバ群を溝群に押圧する押圧部材を用いることが好ましい。図 3 に押圧部材を用いた場合の要部側面図を示す。押圧部材 1 2 6 は光ファイバ群の上に配置され、光ファイバ群を一括に下方へ押圧する。ここで、基板 1 0 9 上面からファイバストップ 1 3 0 上端までの高さは、基板 1 0 9 上面から押圧部材 1 2 6 上端までの高さより高いかまたは略同一であることが好ましい。このような構成にすれば、接着剤がファイバストップ 1 3 0 を越えて流出することを防止できる。なお、押圧部材 1 2 6 は後述の実施の形態でも適用されるが、図 3 以外の図では、光モジュールの構成を明確にするために押圧部材 1 2 6 の図示を省略している。

【 0 0 3 2 】

ファイバストップ 1 3 0 の配置位置について図 4 (a) , 図 4 (b) を参照しながら説明する。図 4 (a) , 図 4 (b) は説明のために、1 つの LD 1 5 2 と 1 つのレンズ部 1 4 2 の周辺を部分的に拡大して図示している。図 4 (a) に示すように、LD 1 5 2 を出射した光束はレンズ部 1 4 2 により集光点 I に集光される。レンズ部 1 4 2 による結像光学系を考えると、LD 1 5 2 が物点、集光点 I が像点の関係になる。つまり、LD 1 5 2 の位置と集光点 I の位置とは光学的に共役の位置にある。なお、実際には LD 1 5 2 の発光点が物点であるが、LD 1 5 2 のサイズは微小なため、ここでは LD 1 5 2 を物点として説明を進める。高効率な結合のためには、集光点 I に光ファイバ 1 2 0 の先端、すなわちファイバストップ 1 3 0 の光ファイバ当接面を配置すればよい。図 4 (a) は、レンズアレイ 1 4 0 から集光点 I までが空気の場合であり、LD からレンズ部までの距離を L 1 , レンズアレイ 1 4 0 の光ファイバ側の面から集光点 I までの距離を L 2 としている。

【 0 0 3 3 】

次に、図 4 (b) に示すように、集光点にファイバストップ 1 3 0 の光ファイバ当接面がくるようにファイバストップ 1 3 0 を配置することを考える。ファイバストップ 1 3 0 の屈折率は空気の屈折率と異なるため、図 4 (b) の状態でのレンズアレイ 1 4 0 の光ファイバ側の面から集光点（光ファイバ当接面）までの距離は L 2 とならない。ファイバストップ 1 3 0 の屈折率を考慮すること、実質的には光学的な光路長を考慮することが必要になる。結果として、レンズアレイ 1 4 0 からファイバストップ 1 3 0 までの距離 L 2 ' が下式 (1) の値をとれば、ファイバストップ 1 3 0 の光ファイバ当接面に集光点が位置し、高効率の光結合を実現できる。ここで、ファイバストップ 1 3 0 の厚みを T , 屈折率を n としている。

$$L 2 ' = L 2 - T / n \quad (1)$$

上述したファイバストップ 1 3 0 の配置に関する考察は、以降の他の実施の形態についても同様に適用される。

【 0 0 3 4 】

本実施の形態の光モジュールでは、光ファイバ群に対して、共通のファイバストップ 1 3 0 を設けて、各光ファイバの先端をファイバストップ 1 3 0 に突き当てて配置し、固定している。これにより、狭ピッチで並列配置された複数の光ファイバの先端を光軸方向に数ミクロン精度で位置決め固定できるという効果が得られる。また、押圧部材 1 2 6 を用

10

20

30

40

50

いて光ファイバ群を一括固定しているため、光ファイバ群を高精度に実装固定できる。本実施の形態によれば、小型化とともに、高精度な実装が達成された光モジュールを提供できる。

【0035】

次に、本発明の第2の実施の形態にかかる光モジュールについて、図5を参照しながら説明する。図5は本発明の第2の実施の形態にかかる光モジュール200の平面図である。光モジュール200は、光ファイバと光ファイバの光結合を図ったものであり、光機能素子を中心にして、その両側に、第1の実施の形態の光モジュール100と同様のV溝群、光ファイバ群、ファイバストップ、レンズアレイを設けたものである。第1の実施の形態と同様の構成については一部重複説明を省略する。光モジュール200は、複数のV溝が形成された基板209と、複数の光ファイバと、ファイバストップ230、231と、レンズアレイ240、241と、光機能素子260と、を有する。

10

【0036】

基板209は、例えばシリコン結晶基板からなる。基板209の中心には光機能素子260が配置され、その一側には8つのV溝210、他側には8つのV溝211が所定のピッチで整列して高精度に形成されて設けられており、これらはそれぞれV溝群を構成している。V溝210、211は表面実装される部材の位置決め載置に用いられるものであり、V字形状の横断面を有する。本実施の形態では、V溝210、211は直径125 μm の光ファイバを載置可能な寸法を有し、V溝群のピッチは250 μm である。

【0037】

光ファイバ220は、各V溝210に配置されており、このような整列配置された8つの光ファイバ220は光ファイバ群を構成している。また、光ファイバ221は、各V溝211に配置されており、このような整列配置された8つの光ファイバ221は光ファイバ群を構成している。本実施の形態では、光ファイバ220、221に直径125 μm のシングルモードファイバを用い、両光ファイバ群のピッチは250 μm である。

20

【0038】

ファイバストップ230、231は図2に示すファイバストップ130と同じ構成を有する。ファイバストップ230は、光ファイバ220の先端が当接されて光ファイバ220の光軸方向の位置決めを行う位置決め部材である。また、ファイバストップ231は、光ファイバ221の先端が当接されて光ファイバ221の光軸方向の位置決めを行う位置決め部材である。ファイバストップ230、231はそれぞれV溝210、211に配置され、接着剤で固定される。

30

【0039】

ファイバストップ230、231の光ファイバ当接面には、ファイバストップの材質と接着剤の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。ファイバストップ230、231の光ファイバ当接面と反対側の面には、ファイバストップの材質と空気の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。

【0040】

レンズアレイ240、241は、レンズアレイ140と同様の構成を有するがレンズ部の光学性能のみ異なる。レンズアレイ240、241のレンズ部242、243は、光ファイバからの光束を平行光にするよう設計されている。レンズアレイ240、241はそれぞれV溝210、211に配置されている。

40

【0041】

光機能素子260は、例えばアイソレータ、偏向子、波長板、フィルタ等の素子である。

【0042】

図5に示すように基板209上には、光ファイバ220、ファイバストップ230、レンズアレイ240、光機能素子260、レンズアレイ241、ファイバストップ231、光ファイバ221がこの順に配置されている。各光ファイバ220はレンズアレイ240、241が有する各レンズ部により各光ファイバ241と光結合している。全体として、

50

8つの光結合した組，すなわち8つのチャンネルが構成されている。上記構成の光モジュール200では，例えば各光ファイバ220から出射したそれぞれの発散光は，ファイバストップ230を經由してレンズアレイ240の各レンズ部により平行光に変換された後，光機能素子260を透過し，レンズアレイ240の各レンズ部により収束光に変換されてファイバストップ231を經由した後，各光ファイバ221に入射する。

【0043】

本実施の形態によれば，第1の実施の形態と同様に，狭ピッチで並列配置された複数の光ファイバの先端を光軸方向に数ミクロン精度で位置決め固定できるという効果が得られる。また，本実施の形態では，小型化とともに，高精度な実装が達成され，光ファイバと光ファイバを光結合させた光モジュールを提供できる。

10

【0044】

次に，本発明の第3の実施の形態にかかる光モジュールについて，図6を参照しながら説明する。図6は本発明の第3の実施の形態にかかる光モジュール300の平面図である。光モジュール300は，第1の実施の形態の光モジュール100におけるファイバストップ130とレンズアレイ140の代わりにこれらを一体化した構成のファイバストップ330を有する。本実施の形態と第1の実施の形態の相違点はこの点のみであるため，以下この相違点に着目して説明し，第1の実施の形態と同様の構成については重複説明を省略する。

【0045】

ファイバストップ330は，図2に示すファイバストップ130を光軸方向に厚くした外形形状を有する。ファイバストップ330の一方の面は，ファイバストップ130同様に光ファイバの先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う面である。ファイバストップ330の他方の面には，レンズアレイ140のレンズ部142と同様のレンズ部342が形成されている。ファイバストップ330はV溝110に配置され，接着剤で固定される。

20

【0046】

ファイバストップ330の光ファイバ当接面には，ファイバストップの材質と接着剤の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。ファイバストップ330のレンズ部が形成されている面には，ファイバストップの材質と空気の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。

30

【0047】

上記構成の光モジュール300では，光源アレイ150の各LD152から出射したそれぞれの発散光は，ファイバストップ330の各レンズ部342により光ファイバ当接面が集光点となるよう収束光に変換されてファイバストップ130内を進行した後，各光ファイバ120に入射する。

【0048】

以上より，本実施の形態によれば，第1の実施の形態と同様に，狭ピッチで並列配置された複数の光ファイバの先端を光軸方向に数ミクロン精度で位置決め固定でき，小型化とともに，高精度な実装が達成された光モジュールを提供できる。さらに，本実施の形態では，ファイバストップとレンズアレイを一体化することにより，第1の実施の形態に比べ部品点数を低減でき，部品の実装工程も削減できる。

40

【0049】

次に，本発明の第4の実施の形態にかかる光モジュールについて，図7を参照しながら説明する。図7は本発明の第4の実施の形態にかかる光モジュール400の平面図である。本実施の形態の光モジュール400では，第2の実施の形態の光モジュール200のファイバストップ230とレンズアレイ240の代わりにこれらを一体化した構成のファイバストップ430を用い，第2の実施の形態の光モジュール200のファイバストップ231とレンズアレイ241の代わりにこれらを一体化した構成のファイバストップ431を用いている。本実施の形態と第2の実施の形態の相違点はこの点のみであるため，以下この相違点に着目して説明し，第2の実施の形態と同様の構成については重複説明を省略

50

する。

【0050】

ファイバストップパ430, 431は, 図2に示すファイバストップパ130を光軸方向に厚くした外形形状を有する。ファイバストップパ430の一方の面は, 光ファイバ220の先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う面である。ファイバストップパ430の他方の面には, レンズアレイ240のレンズ部と同様のレンズ部442が形成されている。ファイバストップパ431の一方の面は, 光ファイバ221の先端が当接されて光ファイバの光軸方向の位置決めを行う面である。ファイバストップパ431の他方の面には, レンズアレイ241のレンズ部と同様のレンズ部443が形成されている。つまり, ファイバストップパ430, 431は, 第3の実施の形態のファイバストップパ330と同様の構成を有する。ファイバストップパ430, 431はそれぞれV溝210, 211に配置され, 接着剤で固定される。

10

【0051】

ファイバストップパ430, 431の光ファイバ当接面には, ファイバストップパの材質と接着剤の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。ファイバストップパ430, 431の光ファイバ当接面と反対側の面には, ファイバストップパの材質と空気の屈折率差を考慮した反射防止膜を形成しておくことが好ましい。

【0052】

上記構成の光モジュール400では, 例えば, 各光ファイバ220から出射したそれぞれの発散光は, ファイバストップパ430内を進行した後, 各レンズ部442により平行光に変換された後, 光機能素子260を透過し, ファイバストップパ431の各レンズ部443により光ファイバ当接面が集光点となるよう収束光に変換されてファイバストップパ431内を進行した後, 各光ファイバ221に入射する。

20

【0053】

以上より, 本実施の形態によれば, 第2の実施の形態と同様に, 狭ピッチで並列配置された複数の光ファイバの先端を光軸方向に数ミクロン精度で位置決め固定でき, 小型化とともに, 高精度な実装が達成され, 光ファイバと光ファイバを光結合させた光モジュールを提供できる。さらに, 本実施の形態では, ファイバストップパとレンズアレイを一体化することにより, 第2の実施の形態に比べ, 部品点数を低減でき, 部品の実装工程も削減できる。

30

【0054】

次に図8, 図9を参照しながら, 比較例について説明する。図8, 図9はそれぞれ, ファイバストップパを用いない構成の光モジュール80, 90の平面図である。光モジュール80は, 図1に示す光モジュール100からファイバストップパ130を取り去った構成を有する。光モジュール90は, 図5に示す光モジュール200からファイバストップパ230, 231を取り去った構成を有する。ただし, 光モジュール80, 90においても, 光ファイバの先端に集光点が位置するように配置するため, 部材間の距離は光モジュール100, 200のものから若干異なる。光モジュール80, 90も光モジュール100, 200同様に, 個別の光ファイバがそれぞれV溝に狭ピッチで配置されている。光モジュール80, 90では, 光ファイバ先端を当接させる部材が何もないため, 光ファイバの先端を高精度に位置決めして固定することは困難である。

40

【0055】

以上, 添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが, 本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば, 特許請求の範囲に記載された範疇内において, 各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり, それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0056】

第1, 第3の実施の形態では, 光素子として発光素子を用いた場合を説明したが, 発光素子の代わりにフォトダイオード等の受光素子を用いて, 光源アレイの代わりに受光素子アレイを用いて光モジュールを構成してもよい。ファイバストップパやレンズアレイの形状

50

は上記説明のものに限定されない。例えば、ファイバストップパの張出部の半円形状を、逆三角形形状にしたものや、台形形状にしたものでも適用可能である。V溝、光ファイバ、ファイバストップパの張出部、レンズアレイのレンズ部、LDの数は上記説明のものに限定されず、任意の数を選択できる。また、これらの数は必ずしも同数である必要はない。V溝群等のピッチは上記説明のものに限定されず、光ファイバの外径サイズ等に応じて、任意に設定可能である。

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明は、光通信機器に用いられる光モジュール等に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

10

【0058】

【図1】本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュールの平面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態にかかるファイバストップパの部分斜視図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュールの要部側面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態にかかるファイバストップパの配置位置を説明するための図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態にかかる光モジュールの平面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態にかかる光モジュールの平面図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態にかかる光モジュールの平面図である。

【図8】比較例の光モジュールの平面図である。

20

【図9】比較例の光モジュールの平面図である。

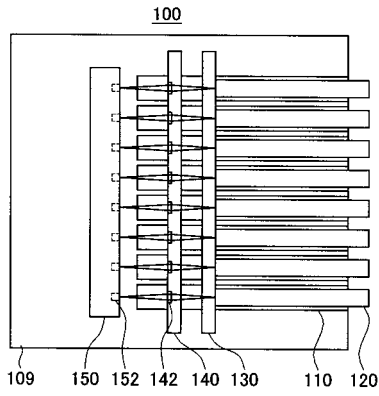
【符号の説明】

【0059】

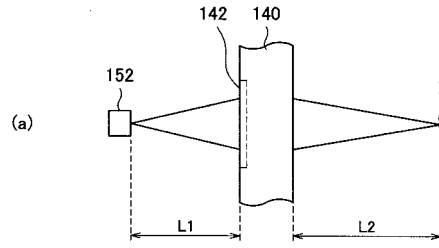
100	光モジュール
109	基板
110	V溝
120	光ファイバ
126	押圧部材
130	ファイバストップパ
132	張出部
134	取扱部
140	レンズアレイ
142	レンズ部
150	光源アレイ
152	LD

30

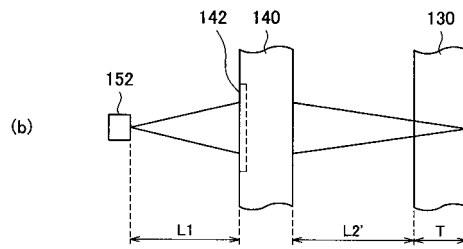
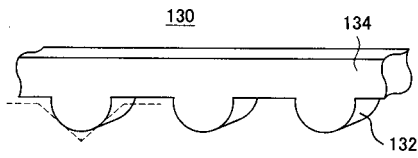
【 図 1 】



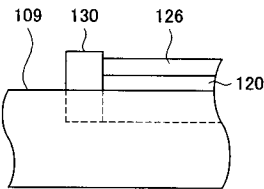
【 図 4 】



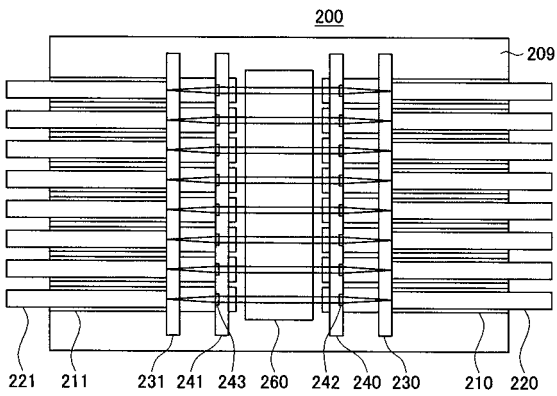
【 図 2 】



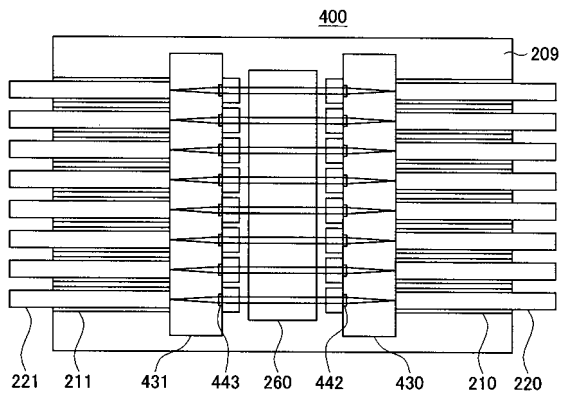
【 図 3 】



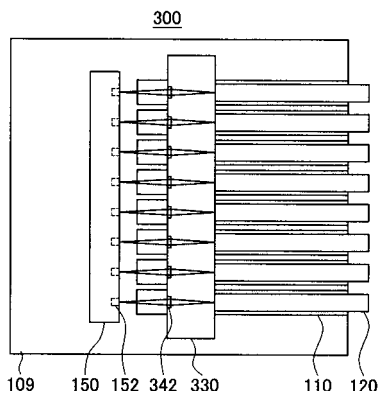
【 図 5 】



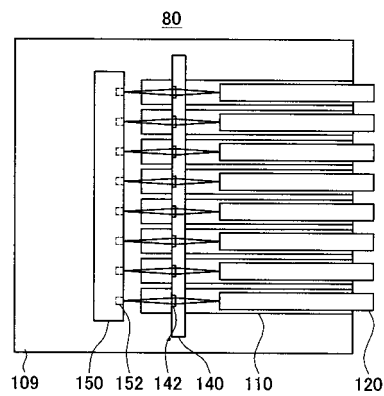
【 図 7 】



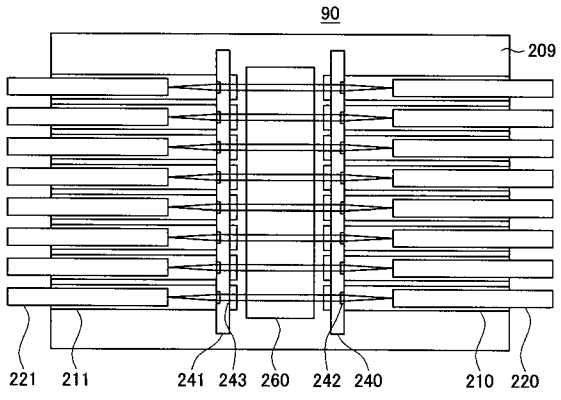
【 図 6 】



【 図 8 】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-211942(JP,A)
特開2004-109498(JP,A)
特開2002-107580(JP,A)
特開2003-121615(JP,A)
特開2003-023204(JP,A)
特開2001-021771(JP,A)
特開平08-201664(JP,A)
特開2003-307646(JP,A)
特開平10-300973(JP,A)
国際公開第98/045740(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/54
H01L 31/00 - 31/0392、31/08 - 31/09
H01L 31/10 - 31/119
H01L 33/00
H01S 5/00 - 5/50
JST7580(JDream2)
JSTPlus(JDream2)