

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-181554
(P2017-181554A)

(43) 公開日 平成29年10月5日 (2017. 10. 5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B 6/42	2H137
HO1S 5/022 (2006.01)	HO1S 5/022	5F173
HO1L 31/0232 (2014.01)	HO1L 31/02	D 5F849

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-63802 (P2016-63802)	(71) 出願人	301005371
(22) 出願日	平成28年3月28日 (2016. 3. 28)		日本オクラロ株式会社
			神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番5号
		(74) 代理人	110000154
			特許業務法人はるか国際特許事務所
		(72) 発明者	馬場 直彦
			神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番5号 日本オクラロ株式会社内
		(72) 発明者	山本 寛
			神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番5号 日本オクラロ株式会社内
		(72) 発明者	菊池 知直
			神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番5号 日本オクラロ株式会社内
			最終頁に続く

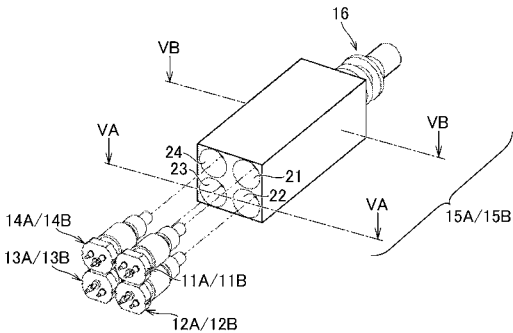
(54) 【発明の名称】 光モジュール、及び光モジュールの調心方法

(57) 【要約】

【課題】容易に調心をすることが出来る、光モジュール、及び光モジュールの調心方法の提供。

【解決手段】複数の第1光素子部と、複数の第1光素子部それぞれと光学的に接合する、第2光素子部と、を備える、光モジュールであって、複数の第1光素子部それぞれは、光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、先端が第2光素子部と接して光学的に接合するフェルールと、フェルールと変換光素子とを、光学的に調整する位置に配置される、第1光学系と、を備え、第2光素子部は、複数の第1光素子部それぞれのフェルールの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部と、複数の第1光素子部それぞれの変換光素子と、光学的に接合する、波長多重光素子と、波長多重光素子と、前記複数の接合部それぞれの前記接合箇所とを、光学的に調整する位置にそれぞれ配置される、複数の第2光学系と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の第 1 光素子部と、
前記複数の第 1 光素子部それぞれと光学的に接合する、第 2 光素子部と、
を備える、光モジュールであって、
前記複数の第 1 光素子部それぞれは、
光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、
先端が前記第 2 光素子部と接して光学的に接合するフェルールと、
前記フェルールと前記変換光素子とを、光学的に調整する位置に配置される、第 1 光学系と、
を備え、
前記第 2 光素子部は、
前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記フェルールの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部と、
前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子と、光学的に接合する、波長多重光素子と、
前記波長多重光素子と、前記複数の接合部それぞれの前記接合箇所とを、光学的に調整する位置にそれぞれ配置される、複数の第 2 光学系と、
を備える、
ことを特徴とする、光モジュール。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光モジュールであって、
前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子は、電気信号から光信号に変換する発光素子である、
ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光モジュールであって、
前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子は、光信号から電気信号に変換する受光素子である、
ことを特徴とする、光モジュール。

30

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光モジュールであって、
前記第 2 光素子部の前記複数の第 2 光学系それぞれは、凸レンズである。
ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光モジュールであって、
前記複数の第 1 光素子部は、4 つの第 1 光素子部であり、
前記第 2 光素子部の前記複数の接合部は、4 つの接合部である、
ことを特徴とする、光モジュール。

40

【請求項 6】

請求項 5 に記載の光モジュールであって、
前記 4 つの接合部は、縦 2 つ及び横 2 つに並ぶ、
ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 に記載の光モジュールであって、
前記複数の接合部それぞれは、スリーブ機構を有する、
ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 8】

複数の第 1 光素子部と、
前記複数の第 1 光素子部それぞれと光学的に接合する、第 2 光素子部と、

50

を備える、光モジュールの調心方法であって、

前記複数の第 1 光素子部それぞれは、

光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、

先端が前記第 2 光素子部と接して光学的に接合するフェルールと、

前記フェルールと前記変換光素子とを、光学的に接合するための、第 1 光学系と、
を備え、

前記第 2 光素子部は、

前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記フェルールの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部と、

前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子と、光学的に接合する、波長多重光素子と、 10

前記波長多重光素子と、前記複数の接合部それぞれの前記接合箇所とを、光学的に接合するための、複数の第 2 光学系と、

を備え、

前記複数の第 1 光素子部のうち 1 つの第 1 光素子部を調心する第 1 光素子部調心ステップと、

前記第 2 光素子部を調心する第 2 光素子部調心ステップと、

を備え、

前記第 1 光素子部調心ステップは、

前記 1 つの第 1 光素子部の前記フェルールの先端と接触して接合する第 1 接続端子を有する、第 1 調心用光学器を、前記 1 つの第 1 光素子部に接続するステップと、 20

前記 1 つの第 1 光素子部の前記変換光素子と、前記第 1 光学系と、のいずれか又は両方の位置を調整するステップと、

を含み、

前記第 2 光素子部調心ステップは、

前記第 2 光素子部の前記複数の接合部のうち 1 つの接合部と接触して接合する第 2 接続端子を有する、第 2 調心用光学器を、前記 1 つの接合部に接続するステップと、

前記複数の第 2 光学系のうち前記 1 つの接合部に対応する 1 つの第 2 光学系と、前記波長多重光素子と、のいずれか又は両方の位置を調整するステップと、

を含む、 30

ことを特徴とする、光モジュールの調心方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュール、及び光モジュールの調心方法に関し、特に、光波長多重通信に係る技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光モジュールの WDM（光波長多重通信）化が求められている。特許文献 1 に、WDM 用小型光トランシーバにおいて、高密度実装を可能とする光モジュールが開示されている。特許文献 1 の図 6 に記載の TOSA 30 は、TOSA ベース 31 と、4 つの CAN パッケージ 32 A ~ D と、TOSA ベース 31 内に設置される複数の光部品（ミラー、フィルター、コリメータレンズ）と、スリーブ 33 とを備えている。CAN パッケージ 32 A ~ D それぞれの直下にミラーが配置され、光通路に設置されたコリメータレンズを通過して平行光とされ、さらにミラー又はフィルタによって反射され、必要に応じフィルタを通過する。そして、各光（4 波）が合成されて波長多重光となり、これがミラーで反射されて方向を変え、最終的にスリーブ 33 を経て出射される。

【0003】

10

20

30

40

50

また、特許文献 2 に、調心制度の許容範囲を大きくし、調心作業を容易にした、四波多重信号を合分波する光モジュールが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 232514 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 61139 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

特許文献 1 に記載の光モジュール 1 の TOSA30 では、4 つの光サブアセンブリ (CAN パッケージ 32A ~ D) を用いている。前述の通り、TOSA ベース 31 の内部に複数の光部品が配置されている。調心について特許文献 1 には特に記載はないが、TOSA ベース 31 に、CAN パッケージ 32A ~ D をそれぞれ設置する際に、光を合波する合分波フィルタに対して、CAN パッケージ 32A ~ D それぞれを調心する必要があるものと考えられる。それゆえ、光モジュール 1 の TOSA30 の組立作業に長時間を必要とし、それによりコスト増大となる。

【0006】

特許文献 2 に開示される、4 つの光サブアセンブリを備える光モジュール 10 では、2 つずつ 2 組に分け、それぞれの組において独立して調心することが出来ている。しかしながら、特許文献 2 の図 1 に示す通り、各組において、一方の光サブアセンブリの光軸と他方の光サブアセンブリの光軸とが 90 度で交差するように配置されており、多数の光部品を必要とする複雑な構造となり、小型化を阻害している。

20

【0007】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、容易に調心をすることが出来る、光モジュール、及び光モジュールの調心方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 上記課題を解決するために、本発明に係る光モジュールは、複数の第 1 光素子部と、前記複数の第 1 光素子部それぞれと光学的に接合する、第 2 光素子部と、を備える、光モジュールであって、前記複数の第 1 光素子部それぞれは、光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、先端が前記第 2 光素子部と接して光学的に接合するフェルールと、前記フェルールと前記変換光素子とを、光学的に調整する位置に配置される、第 1 光学系と、を備え、前記第 2 光素子部は、前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記フェルールの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部と、前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子と、光学的に接合する、波長多重光素子と、前記波長多重光素子と、前記複数の接合部それぞれの前記接合箇所とを、光学的に調整する位置にそれぞれ配置される、複数の第 2 光学系と、を備える。

30

【0009】

(2) 上記 (1) に記載の光モジュールであって、前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子は、電気信号から光信号に変換する発光素子であってもよい。

40

【0010】

(3) 上記 (1) に記載の光モジュールであって、前記複数の第 1 光素子部それぞれの前記変換光素子は、光信号から電気信号に変換する受光素子であってもよい。

【0011】

(4) 上記 (1) 乃至 (3) のいずれかに記載の光モジュールであって、前記第 2 光素子部の前記複数の第 2 光学系それぞれは、凸レンズであってもよい。

【0012】

(5) 上記 (1) 乃至 (4) のいずれかに記載の光モジュールであって、前記複数の第 1 光素子部は、4 つの第 1 光素子部であり、前記第 2 光素子部の前記複数の接合部は、4

50

つの接合部であってもよい。

【0013】

(6) 上記(5)に記載の光モジュールであって、前記4つの接合部は、縦2つ及び横2つに並んでいてもよい。

【0014】

(7) 上記(1)乃至(6)に記載の光モジュールであって、前記複数の接合部それぞれは、スリーブ機構を有していてもよい。

【0015】

(8) 本発明に係る光モジュールの調心方法は、複数の第1光素子部と、前記複数の第1光素子部それぞれと光学的に接合する、第2光素子部と、を備える、光モジュールの調心方法であって、前記複数の第1光素子部それぞれは、光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、先端が前記第2光素子部と接して光学的に接合するフェルルールと、前記フェルルールと前記変換光素子とを、光学的に接合するための、第1光学系と、を備え、前記第2光素子部は、前記複数の第1光素子部それぞれの前記フェルルルの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部と、前記複数の第1光素子部それぞれの前記変換光素子と、光学的に接合する、波長多重光素子と、前記波長多重光素子と、前記複数の接合部それぞれの前記接合箇所とを、光学的に接合するための、複数の第2光学系と、を備え、前記複数の第1光素子部のうち1つの第1光素子部を調心する第1光素子部調心ステップと、前記第2光素子部を調心する第2光素子部調心ステップと、を備え、前記第1光素子部調心ステップは、前記1つの第1光素子部の前記フェルルルの先端と接触して接合する第1接続端子を有する、第1調心用光学器を、前記1つの第1光素子部に接続するステップと、前記1つの第1光素子部の前記変換光素子と、前記第1光学系と、のいずれか又は両方の位置を調整するステップと、を含み、前記第2光素子部調心ステップは、前記第2光素子部の前記複数の接合部のうち1つの接合部と接触して接合する第2接続端子を有する、第2調心用光学器を、前記1つの接合部に接続するステップと、前記複数の第2光学系のうち前記1つの接合部に対応する1つの第2光学系と、前記波長多重光素子と、のいずれか又は両方の位置を調整するステップと、を含んでいてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明により、容易に調心をすることが出来る、光モジュール、及び光モジュールの調心方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る光モジュールの構成を示す模式図である。

【図2】 本発明の第1の実施形態に係る光送信モジュール/光受信モジュールの構成を示す模式斜視図である。

【図3】 本発明の第1の実施形態に係る光送信モジュール/光受信モジュールの構成を示す模式斜視図である。

【図4】 本発明の第1の実施形態に係るLDモジュール/PDモジュールの構成を示す模式断面図である。

【図5】 本発明の第1の実施形態にかかる光MUXモジュール/光DeMUXモジュールの構造を示す模式断面図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態にかかる光MUXモジュール/光DeMUXモジュールの構造を示す模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、図面に基づき、本発明の実施形態を具体的かつ詳細に説明する。なお、実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、以下に示す図は、あくまで、実施形態の実施例を説明するものであって、図の大きさと本実施例記載の縮尺は必ずしも一致するものではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

[第 1 の実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る光モジュール 1 の構成を示す模式図である。当該実施形態に係る光モジュール 1 は、送信機能及び受信機能を有するトランシーバであり、光送信モジュール 2 A と、光受信モジュール 2 B と、フレキシブル基板 3 A , 3 B と、プリント回路基板 4 と、電気コネクタ 5 と、を備えている。

【 0 0 2 0 】

伝送装置 1 0 0 に、複数の光モジュール 1 が、電気コネクタ 5 によりそれぞれ接続されている。伝送装置 1 0 0 は、例えば、大容量のルータやスイッチである。伝送装置 1 0 0 は、例えば交換機の機能を有しており、基地局などに配置される。伝送装置 1 0 0 は、光モジュール 1 より受信用のデータ（受信用の電気信号）を取得し、どこへ何のデータを送信するかを判断し、送信用のデータ（送信用の電気信号）を生成し、該当する光モジュール 1 へそのデータを伝達する。

【 0 0 2 1 】

光モジュール 1 の光送信モジュール 2 A は、送信用の電気信号を波長多重光信号に変換し、光ファイバ 1 0 1 A へ送信する。光モジュール 1 の光受信モジュール 2 B は、光ファイバ 1 0 1 B を介して受信する波長多重光信号を受信用の電気信号に変換する。プリント回路基板 4 と、光送信モジュール 2 A 及び光受信モジュール 2 B とは、それぞれフレキシブル基板 3 A , 3 B を介して接続されている。プリント回路基板 4 より送信用の電気信号がフレキシブル基板 3 A を介して光送信モジュール 2 A へ伝送される。光受信モジュール 2 B より受信用の電気信号がフレキシブル基板 3 B を介してプリント回路基板 4 へ伝送される。

【 0 0 2 2 】

当該実施形態に係る伝送システムは、2 個以上の光モジュール 1 と、2 個以上の伝送装置 1 0 0 と、1 個以上の光ファイバ 1 0 1 を含む。各伝送装置 1 0 0 に、1 個以上の光モジュール 1 が接続される。2 個の伝送装置 1 0 0 にそれぞれ接続される光モジュール 1 の間を、光ファイバ 1 0 1 が接続している。一方の伝送装置 1 0 0 が生成した送信用のデータが接続される光モジュール 1 によって光信号に変換され、かかる光信号を光ファイバ 1 0 1 へ送信される。光ファイバ 1 0 1 上を伝送する光信号は、他方の伝送装置 1 0 0 に接続される光モジュール 1 によって受信され、光モジュール 1 が光信号を電気信号へ変換し、受信用のデータとして当該他方の伝送装置 1 0 0 へ伝送する。

【 0 0 2 3 】

当該実施形態に係る光モジュール 1 は、ビットレートが 1 0 0 G b i t / s 級のものであり、C F P 系、Q S F P 2 8（各 M S A 規格）に最適である。C F P 系、Q S F P 2 8 においては、光モジュール 1 は、送信用が 4 チャンネル（光送信モジュール 2 A）、受信用が 4 チャンネルであり（光受信モジュール 2 B）、ともに W D M 用途に使用されている。各々のチャンネルを伝送する電気信号のビットレートは 2 5 G b i t / s 乃至 2 8 G b i t / s である。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、当該実施形態に係る光送信モジュール 2 A / 光受信モジュール 2 B の構成を示す模式斜視図である。ここでは、光送信モジュール 2 A について説明する。当該実施形態に係る光送信モジュール 2 A は、複数の第 1 光素子部と、第 2 光素子部と、を備える。ここで、複数の第 1 光素子部は、4 つの L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A（L D : Laser Diode）である。また、第 2 素子部は、光 M U X モジュール 1 5 A である（M U X : Multiplexer）。光 M U X モジュール 1 5 A は、光送信モジュール 2 A の光合波機能を内蔵し、合波される光（波長多重光信号）を外部の光ファイバ 1 0 1 A へ接続するためのスリーブアセンブリ 1 6 を備えている。4 つの L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A は、互いに異なる波長の光信号をそれぞれ出射する。例えば、C W D M 用途では、4 つの L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A は、1 2 7 1 n m 帯、1 2 9 1 n m 帯、1 3 1 1 n m 帯、及び 1 3 3 1 n m 帯の 4 つの波長帯の光波長の光信号をそ

れぞれ出射する。

【0025】

図3は、当該実施形態に係る光送信モジュール2A/光受信モジュール2Bの構成を示す模式斜視図である。図3は、図2に示す光送信モジュール2A(又は、光受信モジュール2B)から、LDモジュール11A, 12A, 13A, 14A(又は、PDモジュール11B, 12B, 13B, 14B)を取り外した状態を示している。ここでは、光送信モジュール2Aについて説明する。後述する通り、4つのLDモジュール11A, 12A, 13A, 14Aそれぞれは、フェルール25を備えている。光MUXモジュール15Aは、複数の第1光素子部それぞれのフェルールの先端と接合箇所にて接触して接合する、複数の接合部を、備えている。ここで、複数の接合部は、4つのLDモジュール11A, 12A, 13A, 14Aそれぞれのフェルール25の先端と接合箇所にて接触して接合する、4つの設置部21, 22, 23, 24であり、各設置部はLDモジュールを保持固定する機能を有している。

10

【0026】

図4は、当該実施形態に係るLDモジュール11A/PDモジュール11Bの構成を示す模式断面図である。他のLDモジュール12A, 13A, 14A(又は、他のPDモジュール12B, 13B, 14B)も同じ構造をしている。ここでは、LDモジュール11Aについて説明する。複数の第1光素子部それぞれは、光信号又は電気信号のうち一方から他方へ変換する変換光素子と、先端が第2光素子部と接して光学的に接合するフェルールと、フェルールと変換光素子とを、光学的に調整する位置に配置される、第1光学系と、を備えている。ここで、変換光素子は、電気信号から光信号に変換する発光素子であり、LD素子26Aである。第1光学系は、集光レンズ27であり、フェルールと変換光素子とを、光学的に接合するために配置される。なお、簡単な構成では、第1光学系は1つの凸レンズで実現できる。第1光学系を1つの凸レンズで構成することにより、第1光素子部の小型化が実現される。ただし、第1光学系は、集光レンズに代えて、他のレンズ構成であってもよい。例えば、第1光学系は、2枚のコリメータレンズを用いて構築される光学系であってもよい。

20

【0027】

フェルールは、一般には、光ファイバと光ファイバとを接合するために用いられる。フェルールは、光ファイバと同様に、中心部のコアと、その周囲を覆うクラッドとを含んでいる。そして、例えば高精度な金属製パイプに、コアとクラッドが収納されることにより、コアとクラッドの配置が固定され、コアの中心位置を高精度で制御することができる。2つのフェルールの接続には、スリーブが用いられ、スリーブにより、2つのフェルールそれぞれのコアの中心位置を高精度で近づけることが出来る。理想的には、2つのフェルール両方のコアの中心位置を一致させる。

30

【0028】

当該実施形態では、フェルールを光ファイバに接続するのではなく、交換光素子との光学的接合に用いる。当該実施形態に係る第1光素子部では、第1光学系が、交換光素子とフェルールの一端とを光学的に接合する。集光レンズ27は、LD素子26Aより出射される光信号を集光して、フェルール25の一端(図4に示す左端)へ入射させる。すなわち、集光レンズ27は、LD素子26Aから出射される光をフェルール25へ調心する。その結果、集光レンズ27は、フェルール25とLD素子26Aとを、光学的に調整する位置に配置される。フェルール25の一端より入射する光信号は、フェルール25内部のコアを伝搬して、他端(図4に示す右端:先端)より出射される。フェルール25の先端(図4にPで示す部分)は、光信号が出射する部分であり、光MUXモジュール15Aの設置部21の接合箇所に接触して接合される。

40

【0029】

当該実施形態において、複数の第1光素子部のフェルールはともに共通する構造であり、所定の精度の範囲内にある外径寸法となっている。同様に、第2光素子部の複数の接合部のうち、フェルールと嵌合する部分はともに共通する構造であり、所定の精度の範囲内

50

にある外径寸法となっている。これにより、複数の第 1 光素子部は、第 2 光素子部の複数の接合部のいずれとも接続することが出来る。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、当該実施形態にかかる光 M U X モジュール 1 5 A / 光 D e M U X モジュール 1 5 B の構造を示す模式断面図である。断面構造を容易に理解するために、光 M U X モジュール 1 5 A / 光 D e M U X モジュール 1 5 B の主要部については、図 3 に V A - V A 線で示す断面を、スリーブアセンブリ 1 6 については、図 3 に V B - V B 線で示す断面を、それぞれ示している。すなわち、V A - V A 線で示す断面は、横方向に並ぶ L D モジュール 1 2 A , 1 3 A (又は、P D モジュール 1 2 B , 1 2 C) の縦方向の中心を貫く断面であり、設置部 2 2 , 2 3 の縦方向の中心を貫いている。また、V B - V B 線で示す断面は、スリーブアセンブリ 1 6 の縦方向の中心を貫く断面である。ここでは、光 M U X モジュール 1 5 A について説明する。

10

【 0 0 3 1 】

図 3 に示す通り、当該実施形態に係る複数の第 1 光素子部は、4 つの第 1 光素子部であり、第 2 光素子部の複数の接合部は、4 つの接合部である、当該実施形態に係る光モジュール 1 は、C F P 2 , C F P 4 など、4 チャンネルの W D M 用途に使用するのが望ましい。4 つの接合部は、縦 2 つ及び横 2 つに並んでいる。4 つの接合部は、2 × 2 の正方格子状に配置されているのが望ましい。4 つの接合部をかかるとすることにより、4 つの第 1 光素子部を高密度に実装することができる。第 2 光素子部の複数の接合部に、複数の第 1 光素子部が収納される。接合部は第 1 素子部のフェルールと嵌合しており、接合部のうち、第 1 光素子部のフェルールが嵌合する部分は高精度に加工されている。かかる部分とフェルールの外形とが高精度に形成されていることにより、複数の第 1 光素子部が第 2 光素子部に収納されると、各第 1 光素子部のフェルールの先端にあるコアの中心位置が所望の範囲にあるように制御される。

20

【 0 0 3 2 】

図 4 に示す第 1 光素子部のフェルール 2 5 の先端 (図 3 に P で示す部分) が、図 5 に示す第 2 光格子部の複数の接合部それぞれの接合箇所 (図 5 に Q で示す部分) と接触するよう、複数の第 1 光素子部は、第 2 光素子部に搭載される。

【 0 0 3 3 】

第 2 光学素子部は、波長多重光素子と、複数の第 2 光学系と、をさらに備える。波長多重光素子は、複数の第 1 光素子部それぞれの変換光素子と、光学的に接合される。ここで、波長多重光素子は、光合分波器 3 1 であり、ここでは、光合分波器 3 1 を、複数の接合部より入射され、互いに異なる波長の複数の光信号を合波して、波長多重光信号を出力する、合波機構として用いている。4 つの L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A が、それぞれのフェルール 2 5 の先端から出射する光信号を、光合分波器 3 1 は合波して、波長多重光信号を出射する。また、複数の第 2 光学系は、波長多重光素子と、複数の接合部それぞれの接合箇所とを、光学的に調整する位置にそれぞれ配置されている。複数の第 2 光学系は、波長多重光素子と、複数の接合部それぞれの接合箇所とを、光学的に接合するために配置される。ここで、複数の第 2 光学系それぞれは、4 つの L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A が、それぞれのフェルール 2 5 の先端から出射する光信号 (すなわち、設置部の接合箇所から出射される光信号) を、平行化して光合分波器 3 1 へ入射させる (導く) 、レンズ 3 2 である。簡単な構成では、第 2 光学系は 1 つの凸レンズで実現できる。第 2 光学系を 1 つの凸レンズで構成することにより、第 2 光素子部の小型化が実現される。レンズ 3 2 は、設置部の接合箇所から出射される光信号を光合分波器 3 1 へ調心する。その結果、レンズ 3 2 は、設置部の接合箇所と光合分波器 3 1 とを、光学的に調整する位置に配置される。第 2 光学系は、光信号を平行化するコリメータレンズが望ましいが、これに限定されることはない。光合分波器 3 1 の構成に応じて、適宜望ましい光部品を選択すればよい。例えば、フェルール 2 5 の先端から出射される光信号 (設置部の接合箇所から出射される光信号) の発散を抑制する、又は、集光する凸レンズであってもよい。また、第 2 光学系は、当該実施形態のように、簡便に 1 つのレンズによって実

30

40

50

現しているのが小型化の観点からは望ましいが、これに限定されることなく、ミラーをさらに含むなど複数の光部品を含んでいてもよい。

【0034】

第2光学素子部は、外部の光ファイバなどと光学的に接合される、接続端子をさらに備える。ここで、接続端子はスリーブアセンブリ16である。スリーブアセンブリ16は、集光レンズ33と、光アイソレータ34と、光ファイバスタブ35と、スリーブ36と、を備えている。集光レンズ33は、光合分波器31より出射され光導波路を伝搬される波長多重光信号を集光して、光ファイバスタブ35の一端(図5に示す下端)へ入射させる。すなわち、集光レンズ33は、光合分波器31と光ファイバスタブ35の一端とを光学的に接合している。なお、光ファイバスタブ35はスリーブ36に収納されているのでこのように呼ばれるが、光ファイバスタブ35の構造は前述のフェルール25と同じ構造である。光アイソレータ34は、光送信モジュール2より出射した光の戻り光を抑制する。スリーブ36は、例えば、割スリーブであり、光ファイバスタブ35と、外部の光ファイバ101Aの一端に配置されるフェルールとを接続する。

10

【0035】

当該実施形態に係る光モジュールの主な特徴は、複数の第1光素子部それぞれがフェルールを備え、第2光素子部が複数の接合部を備え、複数のフェルールの先端と、第2光素子部の複数の接合部の接合箇所とが、それぞれ接触して接合されることにある。これにより、各第1光素子部と、第2光素子部とを、それぞれ独立して調心することが出来ており、容易に調心をすることが出来る。さらに、光モジュールの作製工程の簡便、作業時間の短縮、低コスト化を実現することができる。複数の第1光素子部それぞれは、第1光学系により、光交換素子とフェルールとが光学的に接合するよう、光学調心されている。第2光学素子部は、対応する第2光学系により、複数の接合部それぞれの接合箇所と波長多重光素子とが光学的に接合するよう、光学調心されている。

20

【0036】

第2光素子部の調心を、第1光素子部とは独立して行うことができる。それゆえ、第2光素子部の調心に、第1光素子部を用いてもよいし、他の光素子を用いてもよい。第2光素子部の調心に用いる光素子を調心用光学器(後述する第2調心用光学器)とすると、調心用光学器は、第1光素子部であってもよいし、他の光素子であってもよい。

【0037】

調心用光学器は、例えば、第1光素子部のフェルールと共通する構造のフェルールと、該フェルールに接続される光ファイバと、光源(発光素子)と、を含んで構成される。該フェルールの外形は、第1光素子部のフェルールの外形に近づくよう(理想的には一致するよう)高精度に形成されており、該フェルールは、第1光素子と同様に、接合部に嵌合されて収納される。光源は、第1光素子部の光信号の波長の光を出射する光源であればよく、例えば固定波長光源である。第2光素子部を、第1光素子部とは異なる他の光素子(調心用光学器)を用いて、調心することができる。

30

【0038】

特許文献1に記載の光モジュール1のTOSA30では、4つの光サブアセンブリのうちの一部に、光モジュール1に必要な特性である光マスク特性を満たしていないなど、不具合がある場合、当該一部の光サブアセンブリを交換することとなる。しかしながら、交換する光サブアセンブリをTOSAベース31に設置する際に、再度、調心をする必要が生じ、組立作業の長時間化と高コスト化を招くこととなる。これに対して、当該実施形態に係る光モジュールでは、複数の第1光素子部それぞれと、第2光素子部とが、それぞれ互いに独立可能な光結合系とすることができている。よって、複数の第1光素子部が第2光素子部に収納されて、光モジュールを使用している際に(又は、使用する前に)、複数の第1光素子部のうち、一部(例えば1つ)の第1光素子部に不具合がある場合であっても、該当する第1光素子部のみを交換すればよい。すなわち、交換に際して、該当する第1光素子部を第2光素子部に搭載する際に、新たな調心を必要とせず、当該実施形態に係る光モジュールは顕著な効果を奏している。

40

50

【 0 0 3 9 】

図 5 に示す通り、当該実施形態に係る光送信モジュール 2 A では、光アイソレータ 3 4 はスリーブアセンブリ 1 6 に配置されている。ここで、光アイソレータ 3 4 は、集光レンズ 3 3 と光ファイバスタブ 3 5 との間に配置されている。しかしながら、光アイソレータはこの配置に限定されることはなく、レンズよりも光合分波器側に配置されてもよく、さらに、光 M U X モジュール 1 5 A の内部であれば、スリーブアセンブリ 1 6 に配置されていなくてもよい。光アイソレータをさらに、各 L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A それぞれに配置してもよく、光アイソレータが各 L D モジュール 1 1 A , 1 2 A , 1 3 A , 1 4 A それぞれに配置されるのであれば、光アイソレータが光 M U X モジュール 1 5 A に配置されなくてもよい。また、L D モジュールの L D 素子の反射耐力が十分であれば、光アイソレータを用いなくてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

以上、光モジュール 1 が、複数の第 1 光素子部と、第 2 光素子部とを含んで構成される光送信モジュール 2 A を備える場合について説明した。以下に、光モジュール 1 は、複数の第 1 光素子部と、第 2 光素子部とを含んで構成される光受信モジュール 2 B を備える場合について説明する。光受信モジュール 2 B は、各第 1 光素子部 (L D モジュール) の変換光素子を、発光素子から受光素子に置き換えたものであり、第 2 光素子部 (光 M U X モジュール 1 5 A) を、光分波機能を有する D e M U X モジュール 1 5 B (D e M U X : Demultiplexer) に置き換えたものである。なお、受光素子は、光信号から電気信号に変換する素子である。当該実施形態に係る光受信モジュール 2 B において、複数の第 1 光素子部は、4 つの P D モジュール 1 1 B , 1 2 B , 1 3 B , 1 4 B (P D : Photodiode) である。例えば、4 つの P D モジュール 1 1 B , 1 2 B , 1 3 B , 1 4 B は、1 2 7 1 n m 帯、1 2 9 1 n m 帯、1 3 1 1 n m 帯、及び 1 3 3 1 n m 帯の 4 つの波長帯の光波長の光信号をそれぞれ受光する。光 D e M U X モジュール 1 5 B は、複数の接合部を備えている。ここで、複数の接合部は、4 つの P D モジュール 1 1 B , 1 2 B , 1 3 B , 1 4 B それぞれのフェルール 2 5 の先端と接合箇所にて接触して接合する、4 つの設置部 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 であり、各設置部は P D モジュールを保持固定する機能を有している。

20

【 0 0 4 1 】

図 4 に示す通り、P D モジュール 1 1 B に備えられる受光素子は、P D 素子 2 6 B である。なお、受光素子は P D 素子に限定されることはなく、A P D (Avalanche Photodiode) 素子など、他の素子であってもよい。フェルール 2 5 の先端 (図 4 に示す右端 : 他端) に入射される光信号は、フェルール 2 5 内部のコアを伝搬して、他方の端 (図 4 に示す左端 : 一端) より出射される。集光レンズ 2 7 は、フェルール 2 5 から出射される光信号を集光して、P D 素子 2 6 B へ入射させる。すなわち、集光レンズ 2 7 は、フェルール 2 5 から出射される光を P D 素子 2 6 B へ調心する。その結果、集光レンズ 2 7 は、フェルール 2 5 と P D 素子 2 6 B とを、光学的に調整する位置に配置される。フェルール 2 5 の先端 (図 4 に P で示す部分) は、光信号を受光する部分であり、光 D e M U X モジュール 1 5 B の設置部 2 1 の接合箇所に接触して接合される。

30

【 0 0 4 2 】

当該実施形態に係る光 D e M U X モジュール 1 5 B は、光アイソレータ 3 4 が不要であるので、光アイソレータ 3 4 が配置されないことを除いて、光 M U X モジュール 1 5 A と同じ構造をしている。すなわち、光 D e M U X モジュール 1 5 B は、図 5 に示す構造から光アイソレータ 3 4 を削除したものである。ここでは、光合分波器 3 1 を、外部より入力される波長多重光信号を分波して、互いに異なる波長の複数の光信号を出力する、分波機能として用いている。外部の光ファイバ 1 0 1 B がスリーブ 3 6 に接続され、外部より入力される波長多重光信号を、光合分波器 3 1 は分波して、レンズ 3 2 へ出射する。複数の第 2 光学系 (レンズ 3 2) それぞれは、光合分波器 3 1 から出射される光信号を、集光して、フェルール 2 5 の先端 (設置部の接合箇所) へ入射させる。レンズ 3 2 は、光合分波器 3 1 から出射される光信号を対応する設置部の接合箇所へ調心する。その結果、レンズ 3 2 は、設置部の接合箇所と光合分波器 3 1 とを、光学的に調整する位置に配置される。

40

50

【0043】

スリーブアセンブリ16は、集光レンズ33と、光ファイバスタブ35と、スリーブ36と、を備えている。前述の通り、通常、光アイソレータは不要である。集光レンズ33は、光ファイバスタブ35の一端（図5に示す下端）より出射される波長多重光信号を集光して、光合分波器31へ入射させる。以上、光受信モジュール2Bについて説明した。当該実施形態に係る光モジュールは、複数の第1光素子部と、第2光素子部とを含んで構成される光送信モジュール2Aと、複数の第1光素子部と、第2光素子部とを含んで構成される光受信モジュールと、の両方を備えているが、いずれか一方を備えていてもよい。

【0044】

次に、当該実施形態に係る光モジュール1の調心方法について説明する。当該実施形態に係る光モジュールの調心方法の主な特徴は、複数の第1光素子部のうち1つの第1光素子部を調心する第1光素子部調心ステップと、第2光素子部を調心する第2光素子部調心ステップと、を含むことにある。第1光素子部調心ステップと、第2光素子部調心ステップとは、互いに独立して実行することが可能である。複数の第1光素子部それぞれを、第1光素子部調心ステップにより調心する。第1光素子部調心ステップと、第2光素子部調心ステップと、が独立して存在することにより、光モジュール1を容易に調心することが出来る。

【0045】

最初に、第1光素子部の調心方法（第1光素子部調心ステップ）について説明する。第1に、第1光素子部と、第1光素子部を調心するための第1調心用光学器を準備する。ここで、第1光素子部の変換光素子が発光素子の場合は、第1調心用光学器は受光素子を含み、第1光素子部の変換光素子が受光素子の場合は、第1調心用光学器は発光素子を含む。また、第1調心用光学器は、第1光素子部のフェルールの先端と接触して接合する第1接続端子を有する。第1調心用光学器は、例えば、第1光素子部のフェルールと共通する構造の第1フェルールと、第1フェルールに接続される光ファイバと、第1フェルールと第1光学素子部のフェルールとを接続するための第1スリーブと、光学素子（発光素子又は受光素子）と、を含んで構成される。第1スリーブは、第1フェルール及び第1光学素子部のフェルールそれぞれと嵌合し、第1フェルール及び第1光学素子部のフェルールとを光学的に接合する。

【0046】

第2に、第1光素子部に、第1調心用光学器を接続し、第1光素子部及び第1調心用光学器を駆動させる。なお、第1光素子部の変換光素子と第1光学系とのいずれか又は両方は、完全に固定されておらず、調心のために移動させることができる。第1光素子部の変換光素子が発光素子の場合は、交換光素子が光を出射し、第1調心用光学器の受光素子が該光を受光する。第1光素子部の変換光素子が受光素子の場合は、第1調心用光学器の発光素子が光を出射し、第1光素子部の変換光素子が該光を受光する。

【0047】

第3に、変換光素子と第1光学系とのいずれか又は両方の位置を調整する。第1光素子部の変換光素子が発光素子の場合は、第1調心用光学器の受光素子の受光信号が所望の値となるように、望むべくは最大となるように、変換光素子と第1光学系とのいずれか又は両方の位置を調整する。変換光素子と第1光学系のうち、調心のために移動することができる素子（又は、素子に含まれる光部品）の位置を移動させる。第1光素子部の変換光素子が受光素子の場合は、変換光素子の受光信号が所望の値となるように、望むべくは最大となるように、変換光素子と第1光学系とのいずれか又は両方の位置を調整する。

【0048】

第4に、変換光素子と第1光学系を固定する。ここで、変換光素子と第1光学系のうち、調心のために移動することができる素子（又は、素子に含まれる光部品）の位置を固定する。以上により、第1光学系を、フェルールと変換光素子とを光学的に調整する位置に配置することが出来る。複数の第1光素子部それぞれに対して、第1光素子部調心ステップを実行することにより、複数の第1光素子部すべてを調心することが出来る。

【 0 0 4 9 】

次に、第 2 光素子部の調心方法（第 2 光素子部それぞれを調心するステップ）について説明する。第 1 に、第 2 光素子部と、第 1 光素子部を調心するための第 2 調心用光学器及び第 3 調心用光学機器を準備する。第 2 調心用光学器は、第 2 光素子部の複数の接合部のうち 1 つの接合部と接触して接合する第 2 接続端子を有する。第 2 接続端子は、対応する接合部の接合箇所と接触して接合することができる。複数の接合部は共通する構造を有しているので、第 2 接続端子は、複数の接合部いずれの接合箇所とも接触して接合することができるのが望ましい。第 3 調心用光学器は、第 2 光素子部の接続端子（スリーブアセンブリ 16）と接触して接合する第 3 接続端子を有する。ここで、第 2 光素子部の波長多重光素子が光合分波器 31 のように、合波機能としても分波機能としても用いることができる場合は、第 2 光素子部が光 MUX モジュール 15A であっても光 DeMUX モジュール 15B であっても、簡便な調心方法を選択することができる。ここで、第 2 調心用光学器の第 2 接続端子は第 1 光素子部のフェルールと共通する構造の第 2 フェルールであり、例えば、第 2 調心用光学器は、第 2 フェルールと、第 2 フェルールに接続される光ファイバと、光源（発光素子）と、を含んでいる。第 3 調心用光学器の第 3 接続端子は、第 2 光素子部の接続端子（スリーブアセンブリ 16）に接触して接合する第 3 フェルールであり、スリーブアセンブリ 16 のスリーブ 36 と嵌合して、光ファイバスタブ 35 と光学的に接合する。例えば、第 3 調心用光学器は、第 3 フェルールと、第 3 フェルールに接続される光ファイバと、受光素子と、を含んでいる。

10

【 0 0 5 0 】

20

なお、第 2 光素子部の波長多重光素子が分波機能のみを有する場合は、第 2 調心用光学器が受光素子を有し、第 3 調心用光学器が発光素子を有していればよい。いずれの場合であっても、第 2 調心用光学器又は第 3 調心用光学器のいずれかに備えられる発光素子（光源）は、第 1 光素子部の光信号の波長の光を出射する光源であればよく、例えば固定波長光源である。

【 0 0 5 1 】

第 2 に、第 2 光素子部の複数の接合部のいずれかに第 2 調心用光学器を接続し、第 2 光素子部の接続端子に第 3 調心用光学器を接続し、第 2 光素子部、第 2 調心用光学器、及び第 2 調心用光学器を駆動させる。なお、第 2 光素子部の第 2 光学系と波長多重光素子とのいずれか又は両方は、完全に固定されておらず、調心のために移動させることができる。第 2 調心用光学器又は第 3 調心用光学器のいずれか一方に備えられる発光素子（光源）が対応する波長の光を出射し、他方に備えられる受光素子が該光を受光する。

30

【 0 0 5 2 】

第 3 に、第 2 光学系と波長多重光素子とのいずれか又は両方の位置を調整する。当該第 2 光学系は、複数の第 2 光学系のうち、接続する接合部に対応する 1 つの第 2 光学系である。第 2 調心用光学器又は第 3 調心用光学器のいずれか他方の受光素子の受光信号が所望の値となるように、望むべくは最大となるように、第 2 光学系と波長多重光素子とのいずれか又は両方の位置を調整する。第 2 光学系と波長多重光素子のうち、調心のために移動することができる素子（又は、素子に含まれる光部品）の位置を移動させる。波長多重光素子は、入力される光信号を合波又は分波するために、ミラー、レンズ（コリメータレンズ）、フィルタなど複数の光部品を含んでいる。これら光部品の位置を調整する。

40

【 0 0 5 3 】

第 2 光素子部の複数の接合部のいずれかに、第 2 調心用光学器を接続し、第 2 光学系と波長多重光素子とのいずれか又は両方の位置を調整し、これを順に、複数の接合部すべてに対して繰り返す。波長多重光素子自体の調心がすでに完了している場合は、波長多重光素子と複数の第 2 光学系の相対的な位置のみを調整すればよい。波長多重光素子自体の調心がすでに完了していない場合は、波長多重光素子の複数の光部品の位置も調整することとなる。

【 0 0 5 4 】

第 4 に、第 2 光学系と波長多重光素子を固定する。ここで、調心のために移動すること

50

ができる素子の位置を固定する。以上により、各第２光学系を、波長多重光素子と対応する接合箇所とを光学的に調整する位置に配置することが出来る。

【００５５】

以上、当該実施形態に係る光モジュール１の調心方法について説明した。上記調心方法により、第１光学系を、フェルールと変換光素子とを光学的に調整する位置に配置することにより、第１光素子部を製造することが出来る。同様に、複数の第２光学系それぞれを、波長多重光素子と対応する接合箇所とを光学的に調整する位置に配置することにより、第２光素子部を製造することが出来る。よって、当該実施形態に係る光モジュールを製造することが出来る。

【００５６】

10

[第２の実施形態]

図６は、本発明の第２の実施形態にかかる光MUXモジュール１５Ａ／光DeMUXモジュール１５Ｂの構造を示す模式断面図である。当該実施形態に係る光モジュール１は、第２光素子部の複数の接合部の構造が異なっている以外は、第１の実施形態と同じである。図６に示す通り、複数の接合部（例えば、設置部２２，２３）は、第１光素子部のフェルールと光学的に結合するためのスリーブ機構を有している。ここで、スリーブ機構は、光ファイバスタブ３７と、スリーブ３８と、を備え、光ファイバスタブ３７の一端（図６に示す下端：Ｑで示す部分）が、第１光素子部のフェルールの先端（図３にＰで示す部分）と接触するよう、光学的に接合される。スリーブ３８は、例えば、割スリーブである。複数の第１光素子部が第２光素子部に収納されると、第１光素子部のフェルールの先端にあるコアの中心位置が光ファイバスタブ３７の一端にあるコアの中心位置とを高精度で近づけるよう制御できる。理想的には、両方のコアの中心位置を一致させることができる。これにより、第１光素子部のフェルールと第２光素子部の接合部とを、さらに高精度で光学的に接合することができる。

20

【００５７】

以上、本発明の実施形態に係る光モジュールについて説明した。本発明は上記実施形態に限定されることなく、WDM用途の光モジュールに広く適用することができる。すなわち、第１光素子部の変換光素子が発光素子である場合の例として、LD素子を示したが、これに限定されることはなく、WDM用途で用いられる発光素子のいずれにも適用することが出来る。同様に、変換光素子が受光素子である場合の例として、PD素子とAPD素子を示したが、これに限定されることはなく、WDM用途で用いられる受光素子のいずれにも適用することが出来る。第２光素子部の波長多重光素子の例として、光合分波器を示したが、これに限定されることはなく、WDM用途で用いられる波長多重光素子のいずれにも適用することが出来る。第２光素子部の接続端子の例として、スリーブアセンブリを示したが、これに限定されることはなく、外部の光ファイバと接続するための接続端子に広く適用することができる。

30

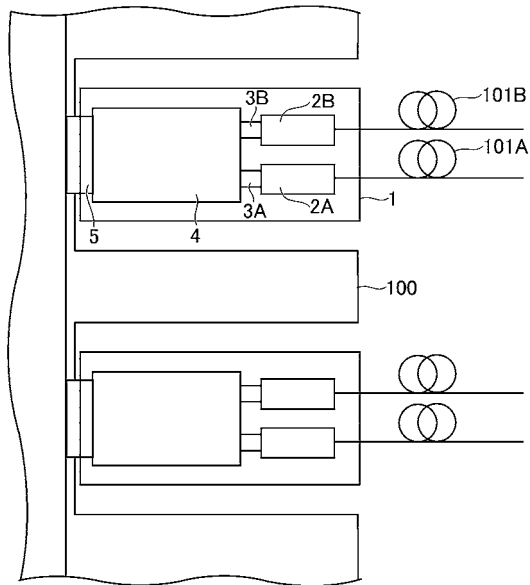
【符号の説明】

【００５８】

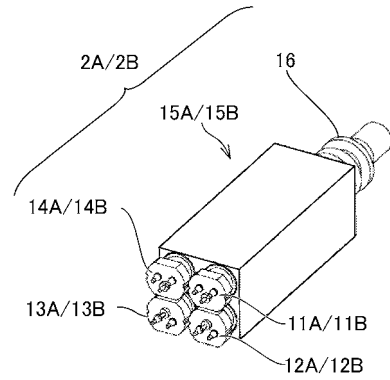
１ 光モジュール、２Ａ 光送信モジュール、２Ｂ 光受信モジュール、３Ａ，３Ｂ フレキシブル基板、４ プリント回路基板、５ 電気コネクタ、１１Ａ，１２Ａ，１３Ａ，１４Ａ LDモジュール、１１Ｂ，１２Ｂ，１３Ｂ，１４Ｂ PDモジュール、１５Ａ 光MUXモジュール、１５Ｂ 光DeMUXモジュール、１６ スリーブアセンブリ、２１，２２，２３，２４ 設置部、２５ フェルール、２６Ａ LD素子、２６Ｂ PD素子、２７ 集光レンズ、３１ 光合分波器、３２ レンズ、３３ 集光レンズ、３４ 光アイソレータ、３５，３７ 光ファイバスタブ、３６，３８ スリーブ、１００ 伝送装置、１０１，１０１Ａ，１０１Ｂ 光ファイバ。

40

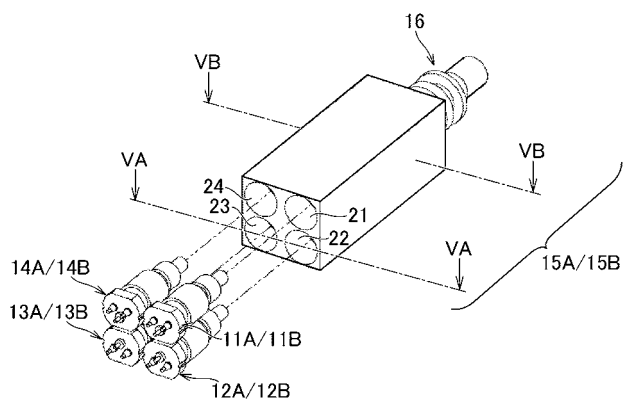
【図 1】



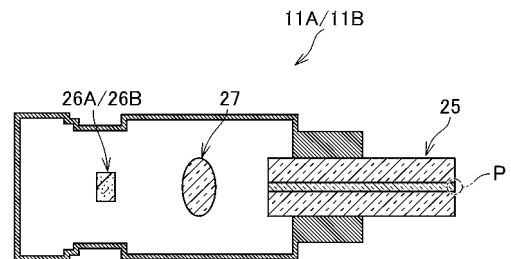
【図 2】



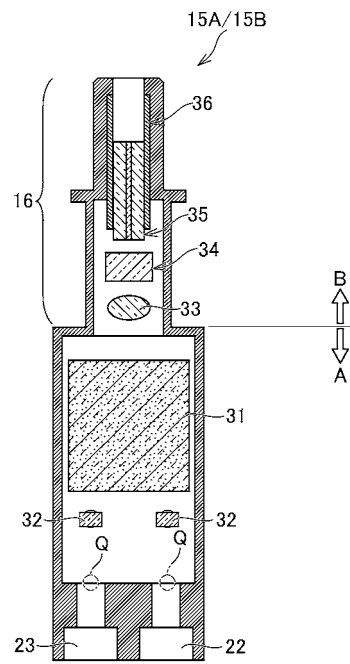
【図 3】



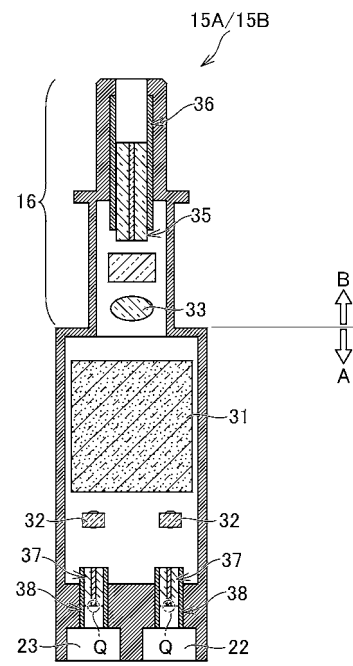
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 靖浩

神奈川県相模原市中央区小山四丁目 1 番 5 5 号 日本オクラロ株式会社内

F ターム(参考) 2H137 AA01 AB01 AB05 AB06 AC12 BA02 BA12 BB02 BB12 BB17
BB25 BB31 BB33 BC02 BC12 BC32 BC47 BC51 CA15A CA36
CA78 CB07 CB25 CB26 CB27 CB28 CB35 HA01
5F173 MA02 MB01 MB05 MC24 MD74 ME25 ME75 ME83 MF03 MF27
5F849 AA01 AA07 BB01 JA03 JA12 JA13 JA14 XB05